



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 694 34 390 T2** 2006.04.27

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 707 467 B1**

(51) Int Cl.⁸: **A61H 1/00** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **694 34 390.0**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US94/07768**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **94 922 128.7**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 95/001769**

(86) PCT-Anmeldetag: **08.07.1994**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **19.01.1995**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **24.04.1996**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **01.06.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **27.04.2006**

(30) Unionspriorität:

89852	09.07.1993	US
271022	06.07.1994	US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

CH, DE, FR, GB, IT, LI, NL, SE

(73) Patentinhaber:

Kinetecs, Inc., Lincoln, US

(72) Erfinder:

JOUTRAS, Edward, Frank, Lincoln, US; HRUSKA, J., Ronald, Lincoln, US

(74) Vertreter:

Uexküll & Stolberg, 22607 Hamburg

(54) Bezeichnung: **ÜBUNGSVORRICHTUNG SOWIE TECHNIK**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Vorrichtungen zum Ausführen gesteuerter Übungen und Bereitstellung einer Abstützung.

[0002] Schienen für gelenkig verbundene anatomische Gliedabschnitte, beispielsweise das Bein und den Schenkel oder den Oberarm und den Unterarm sind bekannt. Die Schienen haben Gelenke, die eine Bewegung der Gliedabschnitte gestatten, beispielsweise die Bewegung des Beins in Bezug auf den Schenkel um das Knie, des Schenkels und des Rumpfes um die Hüfte, des Oberarms und des Rumpfes um die Schulter und des Unterarms und des Arms um den Ellbogen. Solche Schienen können Anschläge aufweisen, um die Bewegung zu begrenzen.

[0003] In einer Klasse von Übungsausrüstungen sind Vorkehrungen getroffen, um die Übungsausrüstung an eine schienenähnliche Struktur oder an einer schienenartigen Befestigungseinrichtung anzubringen, die Bestandteil der Ausrüstung ist. Dieser Typ von schienenartiger Ausrüstung wird an den Gliedabschnitten angebracht, um Übungen des geschienten Teils zu gestatten, beispielsweise um Übungen des Beins und des Schenkels um das Knie oder des Oberarms und des Unterarms um den Ellbogen zu gestatten oder einzuschränken.

[0004] Die dem Stand der Technik entsprechenden Übungstechnologien werden herkömmlich als isometrische, isotonische und isokinetische Technologien klassifiziert. Eine zusätzliche vierte Klassifikation ist kürzlich erkannt und als individualisierter, dynamisch variabler Widerstand klassifiziert worden. Alle diese Technologien, verwenden, mit Ausnahme der isometrischen, die Bewegung des Glieds zum Stärken oder Behandeln eines verletzten Muskels und alle Technologien haben ihnen zugeordnete entsprechende Übungsausrüstung.

[0005] Eine Art der dem Stand der Technik entsprechenden isokinetischen Technologie und die entsprechende Übungsausrüstung ist maschinenbetätigt. Der Benutzer bewegt und beugt ein Gelenk über einen vorbestimmten Bereich unter Verwendung von Motorsteuerung und behindert die Bewegung des Patienten mit einer Kraft, die der Bewegungsgeschwindigkeit des Benutzers proportional ist. Diese Art von Ausrüstung hat den Nachteil, daß sie teuer ist und unter bestimmten Umständen kein gesteuertes Niveau der muskulären Anstrengung bereitstellt, die der Position der Teile, die trainiert werden, angepasst ist, da sie auf einer festen Oberfläche, beispielsweise auf dem Fußboden angeordnet ist.

[0006] Eine andere Art von isokinetischer Übungsausrüstung ist in dem US-Patent 5,052,379 offenbart.

Bei dieser Vorrichtung ist eine Schiene an einem Glied angebracht und ein hydraulisches Steuermodul ist angeschlossen, um der Bewegung der beiden miteinander verbundenen Teile des Glieds um das Gelenk Widerstand entgegenzusetzen. Das hydraulische Steuermodul weist ein viskoses Fluid und einen Rotor auf. Der Rotor wird bewegt, wenn sich die beiden Abschnitte der Schiene bewegen. Die Größe der Kraft hängt von dem Raum ab, durch welche das hydraulische Fluid fließt, wenn sich der Rotor bewegt. Die Kraft wird durch Verändern des Raums, durch den das Fluid bei verschiedenen Drehstellungen fließen kann, programmiert.

[0007] Diese Art von isokinetischer Ausrüstung hat die Nachteile, daß das Bereitstellen eines Widerstands eine Funktion der Bewegungsgeschwindigkeit des Glieds ist und daß sie schwierig zu programmieren ist.

[0008] Die United Kingdom Patentbeschreibung 762,695 offenbart einen durch ein Ventil einstellbaren Bypass für viskose Fluids, der in einer Einspannvorrichtung für künstliche Beine verwendet wird und der leichter eingestellt werden kann, um die Dämpfung in einer Rotations-Widerstandsvorrichtung mit viskosem Fluid zu verändern.

[0009] Isotonische Übungsausrüstung weist Gewichte und einen Mechanismus des Anlegens der Gewichte an einen anatomischen Abschnitt auf, so daß der Patient Kraft gegen die Gewichte ausübt. Diese Art der dem Stand der Technik entsprechenden Übungsausrüstung hat die Nachteile von: (1) daß sie, unabhängig von der Position des zu trainierenden Glieds, kontinuierlich einen Widerstand gleicher Größe zur Verfügung stellt, (2) daß die Kraft erhalten bleibt, wenn der Benutzer die Bewegung stoppt, wenn das Gewicht angehoben wird, und (3) daß sie nur in eine Richtung im konzentrischen Sinne wirkt (Muskelverkürzung).

[0010] Ein neuerer Typ der dem Stand der Technik entsprechenden Übungsausrüstung und Übungstechnologie, die Bewegung beinhaltet, ist der individualisierte, dynamisch variable Widerstand. Diese Ausrüstung misst die Wirkkraft eines Glieds isokinetisch, um eine Motorleistungskurve aufzustellen. Diese Kurve ist eine Beziehung zwischen Graden und Größenordnung der Bewegung und des Widerstands gegen diese Bewegung. Während der Übung wird der Widerstand als ein fester Prozentsatz des durch die Kurve festgelegten Maximums über eine Distanz zur Verfügung gestellt, welche der Größenordnung der Bewegung entspricht. Der Kurve wird gefolgt, jedoch auf einem voreingestelltem Niveau, beispielsweise einem Viertel des Maximums.

[0011] In der Ausrüstung, welche diese Technologie verwendet, wird die Kurve gemessen, aufgezeichnet

und darauf fühlt während der Übung ein Rückkopplungsmechanismus die Position und erhält ein Signal entsprechend der Proportion des Widerstandes, der dieser Position entspricht. Dieses Signal steuert die Größe der angelegten Kraft über eine am Glied angebrachte Magnetpulverbremse. Eine Ausrüstung, die diese Technologie verwendet, ist in US-Patent 4,869,497, erteilt am 26. September, 1989 offenbart.

[0012] Diese Technologie hat unter bestimmten Umständen verschiedene Nachteile, beispielsweise: (1) sie lässt eine Widerstandskraft weiter wirken, nachdem die Bewegung gestoppt ist, (2) sie ist nur an eine Übung einer offenen kinetischen Kette anpassbar, (3) sie ist in einem bestimmten Maße von der gesteuerten Geschwindigkeit der Bewegung abhängig, um den entsprechenden Widerstand bereitzustellen, (4) die Ausrüstung ist bei ihrem Gebrauch feststehend an einem speziellen Ort sowie an dem Patienten befestigt, (5) die Ausrüstung ist sperrig und kann nicht ohne weiteres von einem Ort zum anderen bewegt werden, und (6) der Benutzer kann unabsichtlich andere Muskeln verwenden, um das Übungsmuster zu verändern, weil der Muskel nicht leicht mit der Ausrüstung, die an der Ausrüstung befestigt ist, auf welcher der Patient sitzt oder steht oder die am Fußboden befestigt ist, isoliert werden kann, da der Patient in der Lage sein muss, Hebelwirkung mit einem anderen Teil des Körpers auszuüben. Diese Technologie hat auch den Nachteil, daß sie unflexibel ist und keine Widerstandsprogramme zulässt, die für spezifische Zwecke entwickelt sind, beispielsweise ein Programm, um schnell reagierende Muskeln oder langsam reagierende Muskeln einzeln zu stärken oder ein Programm, das vorschreibt, in einer Art und Weise, die von der Motorleistungskurve abweicht, für die Entwicklung spezieller Muskeln eine spezielle Position des Glieds einzunehmen.

[0013] Um die vorher angeführten Schwierigkeiten zu verringern, weist eine Übungsvorrichtung eine Übungsanordnung auf, die einen ersten Abschnitt hat, der so gestaltet ist, daß er an ein Glied einer Person an einer ersten Seite eines Gelenks anschließbar ist, einen zweiten Abschnitt, der so gestaltet ist, daß er an das Glied an einer zweiten Seite eines Gelenks anschließbar ist, und einen dritten Abschnitt, wobei der dritte Abschnitt den ersten Abschnitt mit dem zweiten Abschnitt verbindet, wodurch zumindest der erste Abschnitt oder der zweite Abschnitt so angepasst ist, daß er von einer Person in Bezug auf den jeweiligen anderen ersten oder zweiten Abschnitt bewegt wird, und eine programmierbare Widerstandsanzordnung auf, die Bestandteil des dritten Abschnitts ist und die mit dem ersten und den zweiten Abschnitt, die dem dritten Abschnitt benachbart sind, verbunden ist, um die Widerstandskraft gegenüber Bewegung des ersten und zweiten Abschnitts in Bezug aufeinander um den dritten Abschnitt zu verändern. Die Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, daß die

programmierbare Widerstandsanzordnung ein Widerstandsprogramm aufweist, um die Widerstandsanzordnung zu steuern und so aufgebaut ist, um nur eine Widerstandskraft zu liefern, die in ihrer Größe von der Bewegungsgeschwindigkeit gegenüber der Bewegung des ersten und zweiten Abschnitts in Bezug aufeinander im Uhrzeigersinn und entgegen dem Uhrzeigersinn um einen dritten Abschnitt unabhängig ist, wobei das Widerstandsprogramm die Widerstandskraft als eine Funktion des Winkels zwischen dem ersten und zweiten Abschnitt verändert. Die Vorrichtung ist weiterhin dadurch gekennzeichnet: (1) daß der erste Abschnitt entweder an das Bein oder den Schenkel angeschlossen ist oder (2) der erste Abschnitt entweder an den Oberarm oder an den Unterarm angeschlossen ist und der zweite Abschnitt entweder an den Unterarm oder Oberarm angeschlossen ist. In jedem Fall weist die Widerstandsanzordnung Reibungselemente auf und das Programm steuert die Widerstandskraft, indem sie die Kraft steuert, die zwischen den Reibungselementen eingebracht wird, wobei die Widerstandsanzordnung abnehmbar an dem ersten und zweiten Abschnitt angebracht ist, wodurch sie an eine Standardschiene zu Übungszwecken anbringbar und nach der Übung entfernbar ist.

[0014] Die Reibungsanzordnung wird durch die Größe des Drucks zwischen den Reibungselementen gesteuert, die einander berühren und sich in Bezug aufeinander bewegen, wenn sich die ersten und zweiten Abschnitte bewegen und die Größe des Drucks zwischen den Reibungselementen wird von dem Programm in Abhängigkeit von dem Winkel zwischen den ersten und zweiten Abschnitten gesteuert und das Programm weist erhöhte Abschnitte auf, die die Reibungselemente an bestimmten Winkelpositionen des ersten Abschnitts und des zweiten Abschnitts in Bezug aufeinander zusammenpressen.

[0015] Vorzugsweise berührt sich ein erstes Paar von Reibungselementen während der Drehung im Uhrzeigersinn und gegen den Uhrzeigersinn zwischen den ersten und zweiten Abschnitten in Bezug aufeinander und eine andere Kombination von Reibungselementen berührt sich während der entgegengesetzten Bewegung im Uhrzeigersinn oder gegen den Uhrzeigersinn der ersten und zweiten Abschnitte in Bezug aufeinander. Die Widerstandsanzordnung weist einen Mikroprozessor zum Steuern der Widerstandskraft gemäß einem Programm auf und sie wirkt einer Bewegung mit einer Kraft entgegen, die von der Lage des ersten Abschnitts und des zweiten Abschnitts abhängt. Die Widerstandsanzordnung wirkt einer Bewegung mit einer Kraft entgegen, die von der Bewegungsgeschwindigkeit der ersten und zweiten Abschnitte in Bezug aufeinander unabhängig ist. Die Widerstandsanzordnung weist Mittel zum Behindern der Bewegung mit einer Kraft und ohne Aufbringen von Kraft auf die Abschnitte beim Fehlen einer auf die

Widerstandsanzordnung aufgebracht Kraft durch mindestens einen der beiden ersten und zweiten Abschnitte auf.

[0016] In einer Ausführung ist sowohl der erste als auch der zweite Abschnitt an einem anderen Teil einer Oberbekleidung angebracht, die zum Beispiel ein Skistiefel oder ein Wanderschuh sein kann, wobei eine gesteuerte Widerstandskraft auf den Skistiefel oder den Wanderschuh aufgebracht wird. In der bevorzugten Ausführung sind die Abschnitte nur an einer Person angebracht. Für einige Zwecke sind die ersten und zweiten Abschnitte in jeder von einer Anzahl von Ebenen in Bezug aufeinander bewegbar und unterschiedlich viel Reibung kann in unterschiedlichen Ebenen aufgebracht werden und die ersten und zweiten Abschnitte können in Bezug aufeinander geschwenkt und gedreht werden. Ein mögliches Merkmal ist in einigen Vorrichtungen ein Sensor zum Fühlen der Bewegung der ersten und zweiten Abschnitte und Rückkopplungsmittel zum Anlegen von Signalen an den Mikroprozessor. Das Programm kann durch die Signale gesteuert werden und ebenfalls können Beobachtungseinrichtungen von dem Programm gesteuert werden.

[0017] Vorzugsweise ist ein Verbinder zwischen dem dritten Abschnitt und mindestens einem der ersten und zweiten Abschnitte vorgesehen, wodurch der Bewegungswiderstand der ersten und zweiten Abschnitte in Bezug aufeinander um den dritten Abschnitt eine Winkelbewegung ist, die den Winkel zwischen den ersten und zweiten Abschnitten verändert, und wobei das Verbindungsmittel eine Bewegung zwischen dem dritten Abschnitt und dem ersten oder zweiten Abschnitt in gerader Richtung zuläßt, wodurch eine Exzenterbewegung des ersten und zweiten Abschnitts in Bezug aufeinander um ein Gelenk der Person ausgeglichen werden kann. Die Widerstandsanzordnung ist zwischen einem Rahmen eines Rollstuhls und einer bewegbaren Armlehne und/oder einer Fußstütze an dem Rahmen angeschlossen, wobei der Rahmen einen Sitz trägt, wodurch ein Benutzer sitzen bleiben und sich im Rollstuhl von Ort zu Ort bewegen und mit der bewegbaren Armlehne und/oder der Fußstütze, die schwenkbar an dem Rahmen montiert ist, Übungen ausführen kann. Der Rahmen weist zumindest eine Armlehne oder eine Fußstütze auf. Zumindest ist entweder die Armlehne oder die Fußstütze um verschiedene Steuereinrichtungen in jede von zwei verschiedenen Richtungen bewegbar.

[0018] In einer anderen Ausführung ist eine erste Widerstandsanzordnung zwischen einem feststehenden Ständer und einem ersten schwenkbaren Rahmenteil angeschlossen, das zur Schwenkbewegung um eine horizontale Achse an Schwenkpunkten an den Ständer angebracht ist, und ein zweiter Widerstand ist zwischen einem zweiten Rahmenteil an das

erste schwenkbare Teil angeschlossen, um um eine Vertikalachse schwenkbar zu sein. Es ist ein Griff vorgesehen, durch den eine Person den zweiten schwenkbaren Rahmen zur Ausführung von Übungen in einer Anzahl von unterschiedlichen Richtungen halten kann. Ein drittes schwenkbares Teil ist zur schwenkbaren Bewegung in Bezug auf den zweiten schwenkbaren Rahmen vorgesehen, wobei der dritte schwenkbare Rahmen an den zweiten schwenkbaren Rahmen durch ein Steuermodul angeschlossen ist, um den Bewegungswiderstand zwischen dem zweiten und dritten schwenkbaren Rahmen zu steuern.

[0019] In einer noch anderen Ausführung sind Elektroden so gestaltet, daß sie in Koordination mit der Übungsanzordnung arbeiten und über dem Muskel des Patienten in Gegenüberstellung zu der Übungsanzordnung angebracht sind. Elektrische Einrichtungen legen eine elektrische Stimulation durch die Elektroden an den Patienten an und eine Zeitschalt-einrichtung stimmt die Stimulation zeitlich ab, damit die Übungsanzordnung und die Stimulationseinrichtung in Übereinstimmung arbeiten. Ein Meßsystem zum elektrischen Messen der elektrischen myotonischen Aktivität der Muskeln oder Muskelgruppen, welche die ersten und zweiten Abschnitte in Bezug aufeinander um eine Gelenkeinrichtung bewegen, ist vorgesehen, um ein Signal zu liefern, das auf eine Steuereinrichtung aufgebracht wird, wodurch die Größe des Widerstands in Abhängigkeit von einem vorprogrammierten Muster geändert werden kann. Ein Wandler und an den Wandler angeschlossene Steuersysteme verändern das Widerstandsmuster in einer Weise, die von den Signalen vom Steuersystem beeinflusst wird. Das Steuersystem verändert den Widerstand zusammen mit dem Signal von dem Wandler und mit der Position der ersten und zweiten Abschnitte in Bezug aufeinander.

[0020] Aus der vorhergehende Beschreibung ist zu erkennen, daß die Übungsvorrichtung der vorliegenden Erfindung mehrere Vorteile hat, beispielsweise: (1) sie kann einen gesteuerten Widerstand gegenüber einer Bewegung in jede Richtung liefern, (2) sie kann leicht auf vorhandene Schienen gerastet werden, um ein gesteuertes Therapieprogramm ohne teure Ausrüstung zur Verfügung zu stellen, (3) sie kann einen gesteuerten und profilierten Widerstand liefern, der von der Position des Glieds abhängig ist, (4) die gesteuerten Widerstandsprogramme können auf den Einzelfall zugeschnitten und durch Einsetzen in die Übungseinrichtung gesteuert werden, (5) der Widerstand ist von der Bewegungsgeschwindigkeit unabhängig, (6) es wird keine Kraft durch die Ausrüstung auf den Benutzer aufgebracht, wenn kein Bewegungsversuch ausgeführt wird und die Kraft ist lediglich eine Reaktionskraft, und sie kann als eine Komponente hinsichtlich virtueller Realität, Muskelstimulation und Bio-Rückkopplungsausrüstung funktionie-

ren.

[0021] Die vorher angeführten und anderen Merkmale der Erfindung sind besser aus der nachfolgenden ausführlichen Beschreibung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen zu verstehen, die zeigen in

[0022] [Fig. 1](#) eine Perspektivansicht einer Übungsanordnung, die an einem Schenkel und einem Bein einer Person an einer Schiene gemäß einer Ausführung der Erfindung angebracht ist;

[0023] [Fig. 6](#) eine Explosionsansicht der Ausführung von [Fig. 5](#);

[0024] [Fig. 7](#) eine Schnittansicht eines Teils der Ausführung von [Fig. 5](#), geschnitten entlang den Linien 7-7 von [Fig. 6](#);

[0025] [Fig. 8](#) eine Teil-Draufsicht eines Steuermoduls und der Befestigungseinrichtungen für das Anbringen des Steuermoduls an eine Schiene gemäß einer Ausführung der Erfindung;

[0026] [Fig. 9](#) eine teilweise geschnittene Endansicht der Befestigungseinrichtung und der Schiene von [Fig. 8](#);

[0027] [Fig. 10](#) eine Teil-Aufrissansicht, teilweise weggebrochen, einer noch anderen Ausführung der Erfindung;

[0028] [Fig. 11](#) eine Explosions-Perspektivansicht der Ausführung von [Fig. 10](#);

[0029] [Fig. 12](#) eine Explosions-Perspektivansicht eines Teils der Ausführung von [Fig. 10](#) und [Fig. 11](#), gesehen in Richtung der Linien 12-12 von [Fig. 11](#);

[0030] [Fig. 13](#) eine Perspektivansicht eines noch anderen Teils der Ausführungen der [Fig. 10](#) und [Fig. 11](#), gesehen in Richtung der Linien 13-13 von [Fig. 11](#);

[0031] [Fig. 14](#) eine Perspektivansicht eines noch anderen Teils der Ausführungen der [Fig. 10](#) und [Fig. 11](#), gesehen in Richtung der Linien 14-14 von [Fig. 11](#);

[0032] [Fig. 15](#) eine Aufrissansicht, teilweise als Explosionsansicht, einer noch anderen Ausführung der Erfindung;

[0033] [Fig. 16](#) eine Explosions-Perspektivansicht der Ausführung von [Fig. 15](#), teilweise weggebrochen und geschnitten;

[0034] [Fig. 17](#) eine Draufsicht auf einen Teil der Ausführung von [Fig. 16](#);

[0035] [Fig. 18](#) eine Seitenansicht des Teils der Ausführungen von [Fig. 15](#) und [Fig. 16](#), die in der Draufsicht von [Fig. 17](#) dargestellt sind;

[0036] [Fig. 19](#) eine Draufsicht eines anderen Teils der Ausführung der [Fig. 15](#) und [Fig. 16](#);

[0037] [Fig. 20](#) eine Seitenansicht des Teils der Ausführung der [Fig. 15](#) und [Fig. 16](#), der in [Fig. 19](#) dargestellt ist;

[0038] [Fig. 21](#) eine Draufsicht auf einen anderen Teil der Ausführung der [Fig. 15](#) und [Fig. 16](#);

[0039] [Fig. 22](#) eine Seitenansicht des Teils der Ausführungen von [Fig. 15](#) und [Fig. 16](#), die in [Fig. 21](#) dargestellt sind;

[0040] [Fig. 23](#) eine Draufsicht eines noch anderen Teils der Ausführungen der [Fig. 15](#) und [Fig. 16](#);

[0041] [Fig. 24](#) eine Seitenansicht eines Teils der Ausführung der [Fig. 15](#) und [Fig. 16](#), der in [Fig. 23](#) dargestellt ist;

[0042] [Fig. 25](#) eine Draufsicht eines noch anderen Teils der Ausführungen der [Fig. 15](#) und [Fig. 16](#);

[0043] [Fig. 26](#) eine Seitenansicht eines Teils der Ausführungen von [Fig. 15](#) und [Fig. 16](#), die in [Fig. 25](#) dargestellt sind;

[0044] [Fig. 27](#) eine teilweise Schnittansicht eines Teils der Ausführung von [Fig. 15](#) und [Fig. 16](#);

[0045] [Fig. 28](#) eine teilweise als Explosionsansicht dargestellte Schnittansicht einer noch anderen Ausführung der Erfindung;

[0046] [Fig. 29](#) eine Explosions-Perspektivansicht der Ausführung von [Fig. 28](#);

[0047] [Fig. 30](#) eine Draufsicht einer Programmscheibe, die in der Ausführung von [Fig. 28](#) verwendet wird;

[0048] [Fig. 31](#) eine Seitenansicht der Programmscheibe von [Fig. 30](#);

[0049] [Fig. 32](#) eine Draufsicht einer Hebeplatte, die Bestandteil der Ausführung von [Fig. 28](#) ist;

[0050] [Fig. 33](#) eine Seitenansicht der Hebeplatte von [Fig. 32](#);

[0051] [Fig. 34](#) eine Draufsicht einer Hebeplattenbasis, die in der Ausführung von [Fig. 28](#) verwendet wird;

[0052] [Fig. 35](#) eine Seitenansicht der Hebeplatte

von [Fig. 34](#);

[0053] [Fig. 36](#) eine Schnittansicht eines Teils der Platte von [Fig. 34](#);

[0054] [Fig. 37](#) eine Aufriss-Seitenansicht des Gehäuseteils der Ausführung von [Fig. 28](#) von hinten;

[0055] [Fig. 38](#) eine Aufriss-Seitenansicht eines Gehäuses von [Fig. 37](#) von rechts;

[0056] [Fig. 39](#) eine Draufsicht der Rollenleseplatte der Ausführung von [Fig. 28](#);

[0057] [Fig. 40](#) eine Seitenansicht der Platte von [Fig. 38](#);

[0058] [Fig. 41](#) eine Seitenansicht einer Einstellmutter, die in der Ausführung von [Fig. 28](#) verwendet wird;

[0059] [Fig. 42](#) eine Draufsicht einer Einstellmutter von [Fig. 41](#);

[0060] [Fig. 43](#) eine Schnittansicht von Schrauben, die in der Ausführung von [Fig. 28](#) verwendet werden;

[0061] [Fig. 44](#) eine Aufrissansicht eines Gehäuses, das in der Ausführung von [Fig. 28](#) verwendet wird, von hinten;

[0062] [Fig. 45](#) eine Aufriss-Seitenansicht eines Gehäuses von [Fig. 44](#) von rechts;

[0063] [Fig. 46](#) eine vereinfachte, perspektivische Teilansicht einer Ausführung einer Schiene, die ein Zusatz zu der vorherigen Ausrüstung der [Fig. 1](#) bis [Fig. 45](#) ist;

[0064] [Fig. 47](#) eine Seitenansicht eines Teils der Ausführung von [Fig. 46](#);

[0065] [Fig. 48](#) eine Ansicht eines Teils der Ausführung von [Fig. 47](#) von oben;

[0066] [Fig. 49](#) eine Schnittansicht, geschnitten entlang den Linien 49-49 von [Fig. 48](#);

[0067] [Fig. 50](#) eine Ansicht eines Teils der Ausführung von [Fig. 48](#) von oben;

[0068] [Fig. 51](#) eine Schnittansicht, geschnitten entlang den Linien 51-51 von [Fig. 50](#);

[0069] [Fig. 52](#) eine Teil-Explosions-Perspektivansicht einer noch anderen Ausführung der Erfindung;

[0070] [Fig. 53](#) eine Perspektivansicht eines Teils der Ausführung von [Fig. 50](#);

[0071] [Fig. 54](#) ist ein Blockdiagramm eines Steuer-

systems, das in der Ausführung von [Fig. 52](#) verwendbar ist;

[0072] [Fig. 55](#) ist ein Blockdiagramm eines Teils der Ausführung von [Fig. 54](#);

[0073] [Fig. 56](#) eine Seitenansicht einer anderen Ausführung des Hebelarms;

[0074] [Fig. 57](#) eine teilweise Explosions-Endansicht der Ausführung von [Fig. 56](#);

[0075] [Fig. 58](#) eine Seitenansicht eines anderen Hebels, der mit dem Hebel von [Fig. 56](#) zusammenwirkt;

[0076] [Fig. 59](#) eine Perspektivansicht des Hebelarms von [Fig. 58](#), gesehen in Richtung der Linien 59-59 in [Fig. 58](#);

[0077] [Fig. 60](#) eine Draufsicht des Hebelarms von [Fig. 56](#);

[0078] [Fig. 61](#) eine Draufsicht des Hebelarms von [Fig. 58](#);

[0079] [Fig. 62](#) eine Seitenansicht eines bewegbaren Teils der Griffklemme von [Fig. 56](#);

[0080] [Fig. 63](#) eine Seitenansicht des Teils der Griffklemme von [Fig. 62](#), gesehen in Richtung der Linien 63-63;

[0081] [Fig. 64](#) eine Seitenansicht eines bewegbaren Teils der Griffklemme von [Fig. 58](#);

[0082] [Fig. 65](#) eine Seitenansicht des Teils der Griffklemme von [Fig. 64](#), gesehen entlang der Linie 65-65;

[0083] [Fig. 66](#) eine Perspektivansicht einer anderen Ausführung der Erfindung, die die Verwendung der Erfindung an einem Ellbogen zeigt;

[0084] [Fig. 67](#) eine Aufrissansicht eines Skistiefels, der gemäß einer Ausführung der Erfindung ausgestaltet ist;

[0085] [Fig. 68](#) eine Aufrissansicht einer anderen Ausführung des Skistiefels, der gemäß einer Ausführung der Erfindung ausgestaltet ist;

[0086] [Fig. 69](#) eine Aufrissansicht einer noch anderen Ausführung des Skistiefels, der gemäß einer Ausführung der Erfindung ausgestaltet ist;

[0087] [Fig. 70](#) eine schematische, teilweise weggebrochene Aufrissansicht einer Mehrfachebenen-Übungsvorrichtung;

- [0088] [Fig. 71](#) eine Aufriss-Schnittansicht eines Gehäuses für eine Programmeinheit, die einen Bestandteil der Übungsvorrichtung von [Fig. 70](#) bildet;
- [0089] [Fig. 72](#) eine Endansicht des Gehäuses von [Fig. 71](#);
- [0090] [Fig. 73](#) eine Aufrissansicht eines Teils des Steuermoduls, der in der Ausführung der Übungsvorrichtung von [Fig. 70](#) verwendet wird;
- [0091] [Fig. 74](#) eine Endansicht eines Teils des Gehäuses des Steuermoduls von [Fig. 73](#);
- [0092] [Fig. 75](#) eine vereinfachte Endansicht eines Teils der Übungsvorrichtung von [Fig. 70](#) in einer offenen Aufnahme position für ein Glied eines Übenden;
- [0093] [Fig. 76](#) eine Teil-Aufrissansicht einer Übungsanordnung, welche die Mehrfachebenen-Steereinheit von [Fig. 73](#) verwendet;
- [0094] [Fig. 77](#) eine schematische Seitenansicht einer noch anderen Ausführung der Übungsvorrichtung;
- [0095] [Fig. 78](#) eine Aufrissansicht der Ausführung der Übungsvorrichtung von [Fig. 77](#) von vorn;
- [0096] [Fig. 79](#) eine vereinfachte Schnittansicht einer Ausführung eines Ein-Ebenen-Steuermoduls von der Seite;
- [0097] [Fig. 80](#) eine Endansicht des Steuermoduls von [Fig. 79](#);
- [0098] [Fig. 81](#) eine noch andere Ausführung der Übungsvorrichtung unter Verwendung des Steuermoduls der [Fig. 79](#) und [Fig. 80](#);
- [0099] [Fig. 82](#) eine Vorderansicht der Übungsvorrichtung von [Fig. 81](#);
- [0100] [Fig. 83](#) eine Ansicht eines Satzes von Übungsvorrichtungen der in den [Fig. 81](#) und [Fig. 82](#) dargestellten Art von oben;
- [0101] [Fig. 84](#) eine Perspektivansicht einer Knie-schiene, die einen elektrisch steuerbaren Modul für das Verändern des Widerstandes gegenüber einer Bewegung des Beins in Bezug auf den Schenkel darstellt;
- [0102] [Fig. 85](#) eine vereinfachte Explosions-Perspektivansicht eines Teils des Steuermoduls von [Fig. 84](#);
- [0103] [Fig. 86](#) eine Perspektivansicht eines anderen Teils des Moduls von [Fig. 84](#);
- [0104] [Fig. 87](#) eine Perspektivansicht einer Übungsvorrichtung, die für die Verwendung in einem Rollstuhl angepasst ist;
- [0105] [Fig. 88](#) eine Perspektivansicht einer Verbindung unter Verwendung einer Abstützung mit gesteuertem Widerstand für die Verwendung in Schneebrettern;
- [0106] [Fig. 89](#) eine Perspektivansicht einer Art einer Übungsvorrichtung;
- [0107] [Fig. 90](#) eine Teil-Explosions-Perspektivansicht einer Unterschenkelstütze, die in einer Ausführung der Erfindung von Nutzen ist;
- [0108] [Fig. 91](#) eine Aufrissansicht eines Teils der Unterschenkelstütze von [Fig. 90](#);
- [0109] [Fig. 92](#) eine Aufrissansicht eines anderen Teils der Unterschenkelstütze von [Fig. 90](#);
- [0110] [Fig. 93](#) eine Aufrissansicht eines noch anderen Teils der Unterschenkelstütze von [Fig. 90](#);
- [0111] [Fig. 94](#) eine Aufrissansicht eines noch anderen Teils der Unterschenkelstütze von [Fig. 90](#);
- [0112] [Fig. 95](#) eine Aufrissansicht eines noch anderen Teils der Unterschenkelstütze von [Fig. 90](#);
- [0113] [Fig. 96](#) eine Aufrissansicht eines noch anderen Teils der Unterschenkelstütze von [Fig. 90](#);
- [0114] [Fig. 97](#) eine Aufrissansicht eines noch anderen Teils der Unterschenkelstütze von [Fig. 90](#);
- [0115] [Fig. 98](#) eine Teil-Aufrissansicht eines Teils eines Steuermoduls, dargestellt als an einer Schiene angebracht, um die Art und Weise der Anbringung zu erläutern;
- [0116] [Fig. 99](#) ist ein Blockdiagramm eines durch einen Mikroprozessor gesteuerten Systems, das in einer Ausführung der Erfindung von Nutzen ist;
- [0117] [Fig. 100](#) ist ein Flußdiagramm, das bei der praktischen Ausführung der Erfindung von Nutzen ist;
- [0118] [Fig. 101](#) ist ein anderes Flußdiagramm, das bei der praktischen Ausführung der Erfindung von Nutzen ist;
- [0119] [Fig. 102](#) ist ein noch anderes Flußdiagramm, das bei der praktischen Ausführung der Erfindung von Nutzen ist;
- [0120] [Fig. 103](#) ist ein anderes Flußdiagramm, das bei der praktischen Ausführung der Erfindung von

Nutzen ist;

[0121] [Fig. 104](#) ist ein anderes Flußdiagramm, das bei der praktischen Ausführung der Erfindung von Nutzen ist;

[0122] [Fig. 105](#) eine Perspektivansicht, die eine andere Ausführung der Erfindung zeigt; und

[0123] [Fig. 106](#) eine schematische Skizze, welche die mögliche Anordnung von Elektroden für die Verwendung in einer Ausführung der Erfindung zeigt.

Ausführliche Beschreibung

[0124] In [Fig. 1](#) ist eine Teil-Perspektivansicht, teilweise als Explosionsansicht dargestellt, einer Übungsanordnung **10** gezeigt, die an einem Glied **12** montiert ist. Die Übungsanordnung **10** weist ein Gliedschienenteil **14** und auf jeder Seite des Gliedschienenteils **14** erste und zweite Übungsmodule **16A** und **16B** auf (in [Fig. 1](#) ist nur **16A** dargestellt). In der bevorzugten Ausführung ist die Gliedschiene **14** eine Standardschiene, die für sich kein Bestandteil der Erfindung ist, ausgenommen insofern, daß sie mit einem Übungsmodul oder mit mehreren Übungsmodulen zusammenwirkt, beispielsweise den Übungsmodulen **16A** und **16B**.

[0125] Die abnehmbaren Übungsmodule **16A** und **16B** sind an einem Gliedschienenteil **14** angebracht, das im vorliegenden Fall eine Bein- und Schenkelschiene ist, um den Widerstand zu steuern, der für das Glied **12** benötigt wird, damit das Schienenteil **14** eine begrenzte Bewegung um ein Knie ausführt. In der bevorzugten Ausführung wird der Widerstand gegenüber der Bewegung durch Reibungswiderstand bereitgestellt.

[0126] Die Gliedschiene **14** weist eine erste Stützeinrichtung **20**, eine zweite Stützeinrichtung **22** und zwei Schwenkgelenke **24A** und **24B** auf (in [Fig. 1](#) ist nur **24A** dargestellt), wobei die erste Stützeinrichtung am Schenkel und die zweite Stützeinrichtung am Bein einer Person befestigt ist. Jede der beiden Seiten (Schiene) der ersten Stützeinrichtung ist mit einer entsprechenden der beiden Seiten der zweiten Stützeinrichtung durch ein anderes der beiden Schwenkgelenke **24A** und **24B** verbunden, um so in der Lage zu sein, unter Steuerung durch die Kniemuskeln eine beschränkte Bewegung auszuführen.

[0127] Das Übungsmodul **16A** weist eine Steueranordnung **30A**, eine erste Hebelanordnung **32A** und eine zweite Hebelanordnung **34A** auf. Die ersten und zweiten Hebelanordnungen **32A** und **34A** sind an den gegenüberliegenden Seiten der Steueranordnung **30A** befestigt, wobei die erste Hebelanordnung **32A** dazu ausgestaltet ist, an der ersten Stützeinrichtung **20** befestigt zu werden, um sich mit dem Schen-

kel der Person zu bewegen und die zweite Hebelanordnung dazu ausgestaltet ist, an der zweiten Stützeinrichtung **22** befestigt zu werden, um sich mit dem Bein der Person zu bewegen. Weil die Übungsmodule **16A** und **16B** im Wesentlichen identisch sind und die Hebelanordnungen **32A** und **34A** im Wesentlichen identisch sind, werden hierin nur das Übungsmodul **16A** und nur die Anordnung **34A** beschrieben.

[0128] Die Anordnung **34A** weist ein erstes fest angebrachtes Element **33A**, ein zweites einrastbares Element **35A**, ein erstes Befestigungselement **37A** und ein zweites Befestigungselement **39A** auf. Das befestigte Element **33A** ist dauerhaft an einem Teil des Steuermoduls **30A** befestigt und weist einen offenen Teil auf, der dazu ausgestaltet ist, ein Schienenelement der unteren Stützeinrichtung **22** in eine Nut darin aufzunehmen und das zweite Anbauteil **35A** wird mittels der Befestigungselemente **37A** und **39A**, die durch beide Elemente **33A** und **35A** verlaufen, über die gegenüberliegende Seite des Schienenelements angeordnet, um sie zusammenzuhalten.

[0129] Bei dieser Anordnung können die fest angebrachten Elemente der ersten und zweiten Hebelanordnungen über entsprechende Teile einer anderen der Stützeinrichtungen **20** und **22** gleiten, wobei sich das Steuermodul **30A** über dem Gelenk **24A** befindet. Das Anbauteil, beispielsweise **35A** und sein entsprechendes Teil an dem Hebel bei **32A**, können dann über die entgegengesetzte Seite gleiten und durch Befestigungselemente, beispielsweise **37A** und **39A**, an dem feststehenden Element **33A** befestigt werden, um die Hebelarme an den entsprechenden Teilen der Stützeinrichtungen **20** und **22** zu halten. Die Befestigungselemente **37A** und **39A** können Bolzen, Schrauben, Einraststifte und andere geeignete Befestigungselemente sein.

[0130] Die Steueranordnung **30A** weist Widerstandskraftelemente auf, beispielsweise Reibscheiben, die in [Fig. 1](#) nicht dargestellt sind, und in der Ausführung von [Fig. 1](#) eine Einstellscheibe für die Eichung **41** auf, die auf verschiedene Größen des Widerstands einstellbar ist. Die Hebelanordnungen **32A** und **34A** sind an verschiedenen sich bewegenden Teilen der Steueranordnung **30A** befestigt und sind in Bezug aufeinander nur mit der programmierten Größe der Kraft bewegbar, so daß das Übungsmodul **16A** die Kraft steuern kann, gegen die das Knie durch den Patienten angelenkt wird.

[0131] Bei dieser Anordnung steuert die Steueranordnung **30A** die Bewegung der ersten und zweiten Hebelanordnungen, welche wiederum die Größe der Kraft steuern, die für die Kniemuskeln einer Person erforderlich ist, um das Bein in Bezug auf den Schenkel zu bewegen. Die beiden Steuermodule **16A** und **16B** können leicht an ihren Platz an der Schiene eingerastet werden und der Patient kann die Übung un-

ter Befolgung eines geeigneten Ablaufplans ausführen. Die Größe des Widerstands in dem Steuermodul kann durch den behandelnden Arzt in dem Steuermodul in einer Art und Weise eingestellt werden, die hierin noch beschrieben wird.

[0132] In [Fig. 2](#) ist eine Perspektivansicht der Übungsanordnung **10** mit dem Gliedschienelement und den abnehmbaren Übungsmodulen **16A** und **16B** gezeigt, die in Explosionsdarstellung dargestellt sind, um eine rechte Beinschiene zu zeigen, welche erste und zweite Schwenkgelenke **24A** und **24B** im Wesentlichen parallel zueinander und dazu ausgestaltet, an gegenüberliegenden Seiten eines Knies positioniert zu werden, aufweist, von denen jedes mit einem entsprechenden der Übungsmodule **16A** und **16B** zusammenwirkt. Die Schwenkgelenke **24A** und **24B** verbinden jeweils ein anderes der beiden parallelen Schenkelschienelemente **26A** und **26B** mit einem entsprechenden Paar von Beinschienelementen **28A** und **28B**.

[0133] An dem äußeren Schwenkgelenk **24A** befindet sich das Steuermodul **30A** über diesem, die erste Hebelanordnung **32A** ist zur Bewegung mit dem Schenkelschienelement **26A** befestigt und die zweite Hebelanordnung **34A** ist an dem Beinschienelement **28A** eingerastet. Die Schienelemente sind durch eine weiche Rahmenstruktur und Gurte, die um das Bein fest angezogen sind, verbunden, so dass sie sich entsprechend mit den Schenkel- und Beinknochen bewegen. Die Schwenkgelenke weisen eine positionierbare Platte **27A** auf (in [Fig. 2](#) nicht dargestellt), die in Bezug auf eine Basis Stifte aufweist, beispielsweise **29A** (in [Fig. 2](#) nicht dargestellt), die in ihr angeordnet sind, um den maximalen Bewegungsbereich der Schiene sowohl bei Streckung als auch bei Beugung einzustellen.

[0134] Die Schiene selbst ist dazu bestimmt bei normalem Gebrauch die Bewegung des Schenkels zu steuern, um das vordere Kreuzband gegen übermäßige Verdrehung oder Dehnung zu schützen. Die Übungsanordnung kann periodisch an ihren Platz eingerastet, und der Muskel therapeutisch gemäß einem gesteuerten Programm trainiert werden. Das Programm wird von einem Arzt oder von einem Physiotherapeuten aufgestellt. Das Übungsprogramm kann jedoch von dem Patienten leicht mehrmals am Tag in Übereinstimmung mit einem vorgeschriebenen Plan ausgeführt werden. Die Größe der Reibung kann eingestellt werden, um einen Unterschied bei Streckung und Beugung des Beins zu haben und bei einigen Ausführungen kann ein Kraftprofil in die Vorrichtung programmiert werden, um mit der gewünschten, für die Übung erforderlichen Kraft übereinzustimmen. Das Programm und die Reibung müssen natürlich in den beiden Übungsmodulen **16A** und **16B** gleich eingestellt sein.

[0135] Wie in [Fig. 2](#) dargestellt, weist das feststehende Teil, beispielsweise **33A**, des Hebels **34A** eine große Öffnung auf, um die Schienelemente von vielen unterschiedlichen Knieschienelementen lose aufzunehmen. Um eine enge Passung zu erhalten, können die Rastelemente **35A** verschiedene Größen aufweisen und innen an die oberen und unteren Abschnitte der feststehenden Elemente passen, so daß es einem Kunststoffstützelement ermöglicht wird, den losen Raum auszufüllen und einen Standardübungsmodul mit einer Anzahl von unterschiedlichen Schienen zu verwenden.

[0136] In Gebrauch kann das Steuermodul **30A** eingestellt werden, eine programmierte Größe des Widerstands zwischen den beiden Hebelarmen **32A** und **34A** zu liefern, um während des Übens eine programmierte Größe der Widerstandskraft gegenüber der Bewegung bereitzustellen. Um den programmierten Widerstand zu wählen, weist das Steuermodul **30A** eine richtungsempfindliche Wähleinrichtung für den Widerstandsmodus auf, die ein Widerstandsprogramm wählt, wenn der erste und der zweite Hebel zusammen bewegt werden, zum Beispiel durch das Beugen des Knies, und die ein anderes Widerstandsprogramm wählt, wenn das Bein gestreckt wird, wodurch bewirkt wird, dass sich die Hebel in die andere Richtung bewegen. In der bevorzugten Ausführung wählt eine richtungsempfindliche Wähleinrichtung für den Widerstandsmodus ein Reibungswiderstandsprogramm, wenn sich die Hebel in die eine Richtung bewegen und ein anderes Reibungswiderstandsprogramm, wenn sich die Hebel in die andere Richtung bewegen.

[0137] In einigen Ausführungen sind die beiden Übungsmodule **16A** und **16B** jeweils an der Schiene und nicht aneinander befestigt. Die Kraft an den gegenüberliegenden Seiten der Schiene wird durch Gurte an der Schiene selbst ausgeglichen. In anderen Ausführungen können jedoch die beiden Module durch ein starres Element verbunden sein oder die Schiene kann ein starres Element, das ein hierin nachfolgend noch beschriebener Schienbeinstützgurt ist, aufweisen, um die beiden Seiten miteinander zu verbinden, um eine ungleiche Kraft an den beiden Seiten des Glieds zu verhindern, die eine schädliche Torsion hervorrufen kann. Ein solches starres Element ist so ausgestaltet, daß es in Öffnungen an der Hebelanordnung **34A** und **34B** einrasten kann. Es können Mehrfachverbinder verwendet werden, wenn es erforderlich ist und die Verbindung kann mit den Hebelarmen **32A** und **32B** oder mit der Schiene selbst erfolgen.

[0138] In [Fig. 3](#) ist eine Ausführung des Steuermoduls **30A**, verbunden mit den Hebelanordnungen **32A** und **34A**, dargestellt. Dieses Modul ist mit bestimmten Modifikationen einem Hand-Übungsgerät nachgestaltet. Das Hand-Übungsgerät ist in dem

US-Patent Nr. 4,869,492 offenbart und seine Offenbarung ist durch Bezugnahme hierin einbezogen.

[0139] Diese Übungsvorrichtung weist Mittel zum Befestigen der Hebelanordnungen an einer Gelenkschiene auf, um den Widerstand gegenüber dem Beugen des geschienten Glieds um ein Gelenk in der im Zusammenhang mit den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) beschriebenen Art und Weise zu steuern. Die Mittel zum Steuern des Widerstands sind abnehmbar an einer Standardschiene anbringbar und sie können ein Mechanismus sein, der für eine freie Bewegung in eine Richtung freigegeben ist, der sich jedoch nur mit Widerstand entgegen Kraft in die andere Richtung bewegen kann oder der einen gesteuerten Widerstand oder eine gesteuerte Kraft in eine oder in beiden Richtungen liefern kann. Allgemein sind Bewegungsbeschränkungen vorgesehen. Das Gliedgelenk kann eine im Fachgebiet einfach zentrierte Schiene oder eine mehrfach zentrierte Schiene sein. Wenn es jedoch eine mehrfach zentrierte Schiene ist, muß der Schwenkpunkt des Übungsmoduls mehrfach zentriert sein. Jeder der bekannten Mechanismen zum Bilden von mehrfach zentrierten Schwenkpunkten kann verwendet werden.

[0140] In der Ausführung von [Fig. 3](#) weist das Steuermodul **30A** einen Einweg-Mechanismus oder Ratschenmechanismus auf, der im Wesentlichen keinen Widerstand in einer Bewegungsrichtung des Gelenks liefern kann, der jedoch in der anderen Richtung mit Kraftelementen, beispielsweise Reibungselementen, eingreift, um einen gesteuerten Widerstand zu liefern. Wenn auch in [Fig. 3](#) Reibungselemente verwendet werden, um einer Kraft entgegenzuwirken, können auch andere Bewegungswiderstandsvorrichtungen verwendet werden, beispielsweise Federn, dehnbare Elemente oder pneumatische Zylinder oder Ähnliches. Vorzugsweise erfolgt die Steuerung der Größe der Kraft durch Reibungselemente und Druckelemente, die zusammenwirken um Reibungskraft der Bewegung entgegenzusetzen. Die Verwendung von Reibungselementen wird wegen der leichten Einstellung der der Bewegung entgegenwirkenden Kraft durch Einstellen des Drucks zwischen Reibungsflächen bevorzugt.

[0141] In der vorliegenden Ausführung ist ein konstanter Ein-Ebenen Bewegungsbereich in eine Richtung mit vorprogrammierten geschwindigkeitsunabhängigem Widerstand vorgesehen. Unter Verwendung einer Einwegkupplung oder eines Rastmechanismus kann die vorliegende Ausführung einen vorher eingestellten Widerstand der Bewegung in eine oder zwei mögliche Richtungen entgegenseetzen, wobei der gesamte Widerstand in der Gegenrichtung zu dem programmierten Widerstand eliminiert ist. Der Gesamtwiderstand ist variabel, wird vor dem Gebrauch voreingestellt und bleibt als Voreinstellung über den gesamten Bewegungsbereich in eine der

beiden gewählten Richtungen von der Bewegungsgeschwindigkeit unbeeinflusst. Wenn keine Bewegung vorhanden ist oder kein Versuch zum Bewegen unternommen wird, ist kein Widerstand vorhanden. Die relativ geringe Größe des Systems erlaubt es, den Widerstand über das Gelenk durch ein herkömmliches Schienensystem aufzubringen.

[0142] Anders als isotonische Widerstandssysteme erzeugt die vorliegende Ausführung Widerstand, der sofort eliminiert wird, wenn die Bewegung aufhört, wodurch ein sicheres Übungssystem geschaffen wird, und, obwohl isokinetische Systeme diese gleiche Sicherheit bieten, weil sie sich an den Widerstand anpassende Maschinen sind, die einen Motor mit variablem Drehmoment oder mit veränderlichem hydraulischen/pneumatischen Druck verwenden, beeinflusst die Bewegungsgeschwindigkeit die Größe des auf den Benutzer aufgebrachten Widerstands, anders als bei der vorliegenden Ausführung, bei der die Bewegungsgeschwindigkeit keinen Einfluß auf den voreingestellten Widerstand hat. Für den Patienten bedeutet das, daß er oder sie keine Schmerzen erleiden oder Schwäche überwinden muss, wenn eine vorgeschriebene Aufgabe verlangsamt wird, weil das Verlangsamen der Bewegungsgeschwindigkeit, um den Widerstand gegenüber den nachteiligsten Teilen des Bewegungsbereichs zu verringern, tatsächlich die Effektivität des Programms verringert, das speziell dazu entworfen wurde, um diese nachteiligsten Teile zu stärken.

[0143] Darüber hinaus kann durch die vorliegende Vorrichtung erzeugter Widerstand auf eine Richtung zu einer Zeit beschränkt werden. Bei der klinischen Gymnastik erlaubt das nun einem Patienten, der sich von einer Kniebandverletzung erholt, daß er früher üben kann, weil er jetzt sicher und korrekt nur während der Beugebewegungen üben kann (das kann sicher 2 bis 3 Wochen nach der Operation sein) und nicht während Streckbewegungen (was bis zu sechs Wochen nach der Operation unsicher sein kann).

[0144] Ein anderer Vorteil der vorliegenden Vorrichtung ist ihre relativ geringe Größe. Bei Hinzufügen einer Befestigungsanordnung erlaubt es, daß der Kliniker die erste Gelegenheit ergreifen kann, um durch herkömmliches Schienen Widerstand auf ein Gelenk aufzubringen. Das ermöglicht es dem Kliniker, den Patienten an sichere Muster von geeignetem Widerstand in seinem eigenen Heim und außerhalb der medizinischen Fürsorge zu gewöhnen und es für ihn leichter zu machen. Das Aufbringen von Widerstand in dieser Art und Weise dient auch zur Weiterentwicklung der neuromuskulären Koordinierung und der antagonistischen und Hilfsmuskeln. Das ist deswegen so, weil das Aufbringen des Widerstands auf den Patienten in einer geschlossenen kinetischen Kettenaktivität (die Widerstandsvorrichtung ist an dem Patienten angebracht) im Gegensatz zu einer offenen kine-

tischen Kettenaktivität (die Widerstandvorrichtung ist am Fußboden angebracht) erfolgt.

[0145] In der Ausführung von [Fig. 3](#) weist das Steuermodul **30A** eine Rastanordnung **130**, eine erste Reibungsanordnung **132**, eine zweite Reibungsanordnung **134** und eine Druckeinstellanordnung **136** auf. Die Rastanordnung **130** und die ersten und zweiten Reibungseinheiten **132** und **134** setzen der Bewegung des Glieds in eine Richtung Widerstand entgegen und die Rastanordnung erlaubt die Drehung praktisch ohne Widerstand gegenüber der Bewegung des Glieds in die andere Richtung.

[0146] Zu diesem Zweck weisen die Reibungseinheiten **132** und **134** vier Metallflächen auf, die zwei Reibscheiben zusammendrücken, wobei sich zwei der Metallflächen mit einem Griff und zwei mit dem anderen Griff bewegen. Jede der beiden Reibscheiben befindet sich zwischen einem anderen Paar von Metallflächen, wobei eine Metallscheibe jedes Pairs von Metallscheiben eine Sandwichanordnung mit einer Reibscheibe, die sich mit einem Griff bewegt und mit der anderen Metallscheibe bildet, die sich mit dem anderen Griff bewegt. Diese Metallscheiben sind in der Ausführung von

[0147] [Fig. 3](#) vier Metall-Ringscheiben wobei sie jedoch auch zwei Ringscheiben und die Oberflächen eines Teils der Griff **34A** sein könnten.

[0148] Um eine leichte Bewegung der ersten und zweiten Hebelanordnungen **32A** und **34A** in eine Richtung zu gestatten, weist die Rastanordnung **130** ein Rastrad **142**, eine Achse **144** und eine geformte Sperrklinke **107** in der Öffnung **101** auf. Die Achse **144** weist an einem Ende einen mit Gewinde versehenen Abschnitt **150** und an dem anderen Ende ein Rastrad **142** auf. Eine zylindrische Nabe **147** und ein rechteckiger Verriegelungsvorsprung **145** werden durch eine Stellschraube **152** darauf gehalten. Ein Ring **148** paßt über die zylindrische Nabe **147**. Die Sperrklinke **107** ist dauerhaft in der Öffnung **101** angebracht, wo sie sich in das Rastloch **103** in Kontakt mit dem Rastrad **142** erstreckt, so daß die Achse **144** in eine Richtung im Rastloch **103** frei drehbar, jedoch nicht in die andere Richtung, wodurch es der Reibscheibe **164** gestattet ist, sich frei in eine Richtung, jedoch nicht in die andere Richtung zu bewegen. Ein Stift **109** hält die Sperrklinke **107** an ihrem Platz.

[0149] Um eine einstellbare Größe der Reibung zu liefern, die der Bewegung der beiden Hebelanordnungen in eine Richtung entgegenwirkt, während sie für die Bewegung in die andere Richtung freigegeben ist, weist die erste Reibungsanordnung **132** erste und zweite Metallringscheiben **160** und **162** an jeder Seite einer Lederreibscheibe **164** auf. Die Metallringscheibe **160**, die Lederreibscheibe **164** und die Metallringscheibe **162** sind ringförmig ausgestaltet. Die Metall-

ringscheibe **162** weist eine zentrale quadratische Öffnung auf, die mit einer zentralen zylindrischen Öffnung in der Lederreibscheibe **164** und mit der zentralen zylindrischen Öffnung **140** an der zweiten Griffanordnung **34A** ausgerichtet ist.

[0150] Der Schaft **144** der Rastanordnung **130** ist so positioniert, daß er durch alle Öffnungen paßt und aufweist: (1) eine quadratische Nabe **145**, die mit der quadratischen Öffnung in der Ringscheibe **162** der ersten Reibungsanordnung **132** übereinstimmt, so daß die Metallringscheibe **162** sich mit dem Schaft **144** dreht und gegen eine Seite der zentralen Reibscheibe anliegt, und (2) einen abgeflachten Abschnitt **151** am Ende des Schafts, welcher mit den flachen Seiten in der Ringscheibe **172** der zweiten Reibungsanordnung **134** eingreift, so daß sich die Ringscheibe **172** mit dem Schaft **144** dreht. Die Ringscheiben **160** und **170** an den anderen Seiten der Reibscheiben **164** und **174** drehen sich mit dem Griffabschnitt **34A**. Bei dieser Anordnung sind die ersten und zweiten Reibungseinheiten **132** und **134** dazu angepaßt, eine gesteuerte Kraft zu erfordern, um die ersten und zweiten Hebel **32A** und **34A** in Bezug aufeinander zu bewegen.

[0151] Um den Druck und somit die Reibungskraft, gegen die die ersten und zweiten Hebelanordnungen **32A** und **34A** zusammengezogen werden, einzustellen, weist der Druckeinstellabschnitt **136** ein Endelement **176** mit einer Öffnung mit Innengewinde auf, das ausgerichtet ist, um auf den Gewindeabschnitt **150** der Achse **144** geschraubt zu werden und somit den Druck der ersten und zweiten Reibungseinheiten **132** und **134** gegen die Reibungsflächen der zweiten Griffanordnung **34A** und die zentralen Reibscheiben **164** und **174** zu steuern. Eine Öffnung **180** ist vorgesehen, durch die ein Schaft zum Anziehen eingesetzt werden kann. Mit dieser Anordnung kann der Druck durch den Benutzer leicht eingestellt und freigegeben werden.

[0152] Wenn die Rastanordnung nicht vorhanden wäre, so daß sich der Schaft **144** mit der Hebelanordnung **32A** in beide Richtungen dreht, würde Widerstand in beide Richtungen vorhanden sein. Weiterhin kann positive oder negative Kraft durch äußere Federn anstatt durch Reibscheiben, indem die Federn durch Reibscheiben ersetzt werden, wie es in [Fig. 4](#) dargestellt ist, geliefert werden.

[0153] Wie am besten in [Fig. 4](#) dargestellt ist, sind die Ringscheiben **162A** und **160A** im Wesentlichen mit den Ringscheiben **162** und **160** in [Fig. 3](#) identisch und sie können in der gleichen Art und Weise auf dem Schaft **144** befestigt werden. Anstatt der Reibscheibe **164** zwischen ihnen ist jedoch ein Zylinder **161** an einer Seite der Scheibe **162** durch einen Drehzapfen **163** befestigt, der in seinem Inneren eine Druckfeder aufweist, die dazu ausgestaltet ist, einen

Kolben **167** zu befestigen. Die Kolbenstange ist durch einen Drehzapfen **169**, der in den Zylinder **161** paßt, an einer Seite der Ringscheibe **160A** befestigt, die der entsprechenden Seite der Ringscheibe **162** zugewandt ist, so daß umfangsmäßig Druckkraft zwischen den Scheiben **162A** und **164A** ausgeübt wird, die der Bewegung entgegenwirkt.

[0154] Bei dieser Anordnung kann der Kolben die Reibscheibe ersetzen, die in der Ausführung von [Fig. 3](#) verwendet wird, um der Bewegung einen vorbestimmten Widerstand entgegenzusetzen. Die Lage des Kolbens kann so gewählt werden, daß eine Kraft in jede Richtung in Bezug auf die beiden Ringscheiben bereitgestellt wird und daß der Kolben mit anderen, der Kraft Widerstand entgegengesetzten Vorrichtungen verwendet werden kann und mit anderen Kolben des gleichen Typs verwendet werden kann. Gleichermaßen kann der Zylinder **161** ein pneumatischer Zylinder sein, so daß dem Zurückziehen des Kolbens entgegen dem entweichenden Druck der entweichenden Luft Widerstand entgegengesetzt und somit eine Wirkung erzielt wird, die der Wirkung der Reibscheibe gleicht. Gleichermaßen kann eine Torsionsfeder anstatt der Reibscheibe **164** verwendet werden. Es gibt noch andere Mechanismen, die verwendet werden können, um eine Reibscheibe zu ersetzen, um Widerstand der Bewegung gegenüber zu liefern oder, in einigen Fällen, um eine positive Kraft zu liefern, die eine Bewegung in eine oder in die andere Richtung zwingt oder eine einem normalen Anfangs- und Reibungswiderstand des Steuermoduls und der Schiene entgegenzuwirken.

[0155] In [Fig. 5](#) ist eine Teil-Aufrissansicht von der Seite, teilweise geschnitten, einer anderen Ausführung **16C** des abnehmbaren Übungsmoduls mit einem Steuermodul **30C** und den ersten und zweiten Hebelanordnung **32C** und **34C** verbunden mit dem Steuermodul dargestellt. Wie aus dieser Ansicht zu erkennen ist, weist das Steuermodul **30C** einen oberen Abschnitt **40C**, der mit der ersten Hebelanordnung **32C** verbunden ist, einen unteren Abschnitt **42C**, der mit der zweiten Hebelanordnung **34C** verbunden ist und einen Verbindungsabschnitt **44C** auf, welcher den oberen oder äußeren Abschnitt mit dem unteren Abschnitt verbindet.

[0156] Die oberen und unteren Abschnitte **40C** und **42C** des Steuermoduls **30C** steuern die Reibung zwischen den ersten und zweiten Hebelanordnungen **32C** und **34C** in Zusammenwirken mit dem Verbindungsabschnitt **44C**, so daß die Reibung zwischen den ersten und zweiten Hebelanordnungen in Abhängigkeit von der Bewegungsrichtung und der Lage der beiden Hebelanordnungen in Bezug zueinander verändert werden kann, wenn sie sich in Bezug aufeinander bewegen.

[0157] Die erste Hebelanordnung **32C** weist einen

ersten Arm **50C** auf, der dazu angepaßt ist, mit einer ersten Klemmanordnung verbunden zu werden und die zweite Hebelanordnung **34C** weist einen zweiten Arm **54C** auf, der dazu angepaßt ist, mit einer zweiten Klemmanordnung verbunden zu werden. Die erste Klemmanordnung ist zum Beispiel in der Lage bequem und schnell an einer Schenkelschiene zur Bewegung mit dieser befestigt zu werden und die zweite Klemmanordnung ist dazu angepaßt, schnell und leicht an einer Beinschiene zur Bewegung mit dieser befestigt zu werden, wie es in Verbindung mit [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) erläutert ist. Bei dieser Anordnung können das Steuermodul und die ersten und zweiten Hebelanordnungen durch einen Patienten schnell an ihrem Platz an einer verschlissenen Knieschiene eingerastet werden, so daß der Patient dort, wo er sich befindet, üben und dann die abnehmbare Übungsanordnung abnehmen kann, während er die Knieschiene für das normale Abstützen an ihrem Platz weiter trägt.

[0158] Die Antriebselemente der schräggestellten Eingriffsbasis **66C** und **64C** und die angetriebenen Elemente der Eingriffsabschrägung **71C** und **73C** enthalten Abschrägungen, die nach außen schieben oder nach innen zurückfallen lassen. In Abhängigkeit von der Drehrichtung rufen diese Elemente Widerstand hervor oder schalten ihn ab. In der Ausführung von [Fig. 5](#) ist ein Hebelarm zur Drehung mit der Schraube oder Welle **74C** in jeder der unteren Abschnitte angebracht und in der entgegengesetzten Richtung ist der Hebel nicht zur Drehung mit der Welle **74C** angebracht.

[0159] Bei dieser Anordnung liefern beide Reibscheiben Reibung bei entweder Strecken oder Beugen, je nachdem wie es gewählt ist, und sie eliminieren dann die Reibung in der zu der gewählten Richtung entgegengesetzten Richtung. Wenn eine Gesamttriebseinstellung eingeschaltet wird, indem eine Bewegung in diese gewählte Richtung erfolgt, verändert eine Programmscheibe, beispielsweise eine Scheibe **90C**, in Verbindung mit einer Programmlesescheibe **80C** den Gesamtwiderstand über den Bewegungsbereich.

[0160] Das Steuermodul **30C** ist dazu ausgestaltet, programmierte Reibscheiben, beispielsweise **90C**, zu verwenden, die verschiedene Bewegungsbereichsprogramme des Widerstands gegenüber einer Bewegung in Abhängigkeit von der Lage der Hebelarme **50C** und **54C** in Bezug aufeinander anbieten. Allgemein wird in der vorliegenden Beschreibung eine Bewegung in eine Richtung, die einen spitzeren Winkel zwischen den Hebelarmen bildet, als Beugen bezeichnet und eine Bewegung in eine Richtung, die einen stumpferen Winkel zwischen den Hebelarmen bildet, wird als Strecken bezeichnet.

[0161] Um Widerstand gegenüber Bewegung in

jede von zwei Richtungen zu liefern, wobei sich der Widerstand gemäß der Bewegungsrichtung voneinander unterscheidet, weist der obere Abschnitt ein erstes ringförmiges Reibungselement **60C**, der untere Abschnitt ein zweites ringförmiges Reibungselement **62C**, der obere Abschnitt eine erste Verriegelungsplatte **65C**, die sich mit der Welle **74C** bewegt, jedoch nicht an ihr befestigt ist, und der untere Abschnitt eine Verriegelungsplatte **67C** auf, die sich mit der Welle **74C** bewegt, jedoch nicht an ihr befestigt ist. Zwischen den Griffen **50C** und **54C** befindet sich ein Programmleser **80C** mit ersten, zweiten und dritten Leserollen **82C**, **84C** und **86C**, die einen kreisförmigen Weg bilden und mit einer Programmscheibe **90C** zusammenpassen, die eine gleiche Anzahl von erhöhten, geneigten oder gekrümmten Rampenflächen **91C**, **93C** und **95C** enthält, auf welchen sich die Rollen bewegen. Die Programmscheiben und der Programmleser sind mittels Gewindebolzen, beispielsweise solchen, wie sie bei **92C**, **94C**, **96C** und **98C** dargestellt sind, jeweils an den oberen und unteren Abschnitten befestigt.

[0162] Um die oberen und unteren Abschnitte zusammenzuhalten, weist der Verbindungsabschnitt **44C** eine zentrale Welle **74C** auf, die an einem Ende mit Gewinde versehen ist, um einen unteren Bolzenkopf **77C** und einen Arm aufzunehmen der an der oberen Platte **70C** angebracht ist. Das erlaubt es, daß der obere Abschnitt **40C** und der untere Abschnitt **42C** zusammengedrückt werden. Ein Meßgerät in der Mutter kann verwendet werden, um den Druck festzustellen, mit dem die Abschnitte zusammengehalten werden und dieser Druck bestimmt die Reibungskraft, die erforderlich ist, um die ersten und zweiten Hebelanordnungen in Bezug aufeinander zu bewegen.

[0163] Bei dieser Anordnung werden, wenn die ersten und zweiten Hebelanordnungen bewegt werden, um einen immer spitzer werdenden Winkel zu bilden, die Programmscheiben, beispielsweise **82C**, **84C** und **88**, an den Seiten der Programmleserrampen **95C**, **91C** und **93C** an der Hebeplatte **90C** nach oben bewegt, um den Widerstand über den Bewegungsbereich zu verändern, wenn Reibung eingeschaltet wird.

[0164] In [Fig. 6](#) ist eine Explosions-Perspektivansicht des Steuermoduls **30C** dargestellt, welche die im Allgemeinen zylindrischen oberen und unteren Abschnitte **40C** bzw. **42C** mit dem oberen Hebelarm **50C** in dem oberen Abschnitt **40C** und dem unteren Hebelarm **54C** in dem unteren Abschnitt **42C** zeigt, um so Beugen und Strecken des Beins oder eines anderen Körperteils zu gestatten, um die Hebelarme in Bezug aufeinander zu bewegen. Der Gewindebolzen **74C** verläuft durch eine zentrale Öffnung, die sich durch jede der Einheiten **40C** und **42C** erstreckt.

[0165] Wie am besten in dieser Ansicht dargestellt, wirken die Programmrampen **91C**, **93C** und **95C** mit den Rollen (in [Fig. 6](#) nicht dargestellt) an der anderen Unterseite der Platte **88** zusammen, um den Widerstandsbereich in der eingeschalteten Richtung zu verändern.

[0166] Allgemein sind die Reibungselemente **60C** und **62C** als Ringscheiben aus Polyurethan oder aus einem äquivalenten Material geformt. Sie können jedoch jede andere Form annehmen. Die Reibscheibe **60C** ist zwischen der Verriegelungsplatte **65C** und dem Eingriffsrampenschieber **71C** und die Reibscheibe **62C** zwischen der Verriegelungsplatte **67C** und dem Eingriffsrampenschieber **73c** eingeklemmt.

[0167] In [Fig. 7](#) ist eine Schnittansicht, geschnitten entlang der Linie 7-7 von [Fig. 6](#), dargestellt, um die Art der Programmleser (Rollen) **62C**, **64C** und **66C** zu erläutern, und sie zeigt deren radiale Ausrichtung, um mit den Bewegungsbereichswiderstandprogrammrampen **91C**, **93C** und **95C** von [Fig. 6](#) einzugreifen. Das Positionieren der Programmleser liefert das Gleichgewicht in der Schubkraft axial zu dem Bolzen **74C** und steuert somit besser die Reibung.

[0168] In den Ausführung gemäß [Fig. 5](#) bis [Fig. 7](#) ist ein variabler Bewegungsbereich in einer Ebene und einer Richtung mit vorprogrammiertem, von der Geschwindigkeit unabhängigem Widerstand vorgesehen. Sie weist ein Rampeneingriffssystem anstatt einer Einwegkupplung oder einer Ratscheneinrichtung auf. Das bietet die Möglichkeit, den Widerstand über den Bewegungsbereich in der gewählten Bewegungsrichtung zu verändern und den Widerstand allmählich und nicht auf einmal zu einzuschalten. Diese Vorrichtung stellt auch ein künstliches Reibelement anstatt des Lederelements bereit, um einen stufenlosen, genauen Widerstand zu erzeugen.

[0169] Die Verwendung eines Rampeneingriffssystems anstatt einer Einwegkupplung oder eines Ratschenmechanismus gestattet das Programmieren des Widerstands, um diesen über den Bewegungsbereich in eine Richtung zu verändern, während in die andere Richtung der gesamte Widerstand eliminiert wird. Das ermöglicht es dem Kliniker die größten Kraftdefizite im Bewegungsbereich des Patienten zu isolieren und dann einen geeigneten verträglichen Widerstand auf die isolierten Schwachbereiche in einer „sicheren„ Art und in der Wohnung des Patienten aufzubringen. Weiterhin erlaubt das dem Patienten, sich schneller an die Widerstandskräfte anzupassen, die in schwächeren Gradbereichen des Bewegungsbereichs aufgebracht werden. Weiterhin kann der Kliniker nun wegen der Möglichkeit, in der Lage zu sein, einen variierten Bewegungswiderstandsbereich über die Gelenke durch Schienen aufzubringen, ein spezielles Bewegungsbereichsprogramm für den Nutzer aufstellen, das unvereinbare Kräfte, die verschiede-

nen Benutzern auf Grund der unterschiedlichen Gliedlänge gegenüber Gelenkwinkelveränderungen angelegt werden, eliminiert.

[0170] Die Eingriffsrampen erlauben es dem Benutzer weiterhin vorsichtig in den voreingestellten Widerstand hineinzukommen, um einen plötzlichen Ruck zu vermeiden. Bei der klinischen Einstellung bedeutet das weniger Gefahr für das Verletzen operativ reparierter oder rekonstruierter Gelenkstrukturen.

[0171] Das System stellt ein künstliches Reibungsmaterial anstatt Leder bereit, das eine bessere Toleranz einhalten kann und somit ein unerwünschtes Abweichen von dem voreingestellten Widerstandsprogramm ausschließt. Das bedeutet für den Patienten, daß stetig seine Leistungsfähigkeit von Tag zu Tag ohne Störungen durch Unzuverlässigkeit eingeschätzt werden kann.

[0172] In [Fig. 8](#) ist das Modul **30** angeschlossen an eine Ausführung der Klemmelemente **32** und **34** dargestellt, aufweisend eine Wählscheibe **31** zum Einstellen der Kraft, welche der Bewegung entgegenwirkt und bewegbar an der mittleren Mutter **74C** (in [Fig. 8](#) nicht dargestellt), so daß die Muttern angezogen werden können, um einen Nullpunkt einzustellen und der Zeiger der Wählscheibe **33** auf eine Anzeigemarkierung für die Nulleinstellung gesetzt wird. Nach diesen Einstellungen liefert eine Bewegung der Mutter, um weniger Druck zu liefern, eine Anzeige der Größe des Drucks oder des Widerstands, die aufzubringen sind, an den Gradmarkierungen **33** in Bezug auf den Zeiger.

[0173] In der vorliegenden Ausführung sind die Klemmeinrichtungen **32A** und **34A** identisch und bestehen aus vier Öffnungen in jedem der Elemente **32A** und **34A**, die mit vier entsprechenden Öffnungen in den Schienen ausgerichtet sind. In [Fig. 8](#) sind vier dieser Öffnungen **180** bis **186** durch Befestigungselemente geschlossen so dargestellt, daß die Klemmelemente **32** und **34** an den Schienenelementen befestigt sind und vier sind ohne solche Befestigungselemente dargestellt, wobei sie in der tatsächlichen Anwendung ebenfalls Befestigungselemente aufweisen würden, beispielsweise Kombinationen von Schraubenbolzen und Mutter.

[0174] In [Fig. 9](#) ist eine Schnittansicht einer Schiene **22** und ein Ende des Klemmelements **32A** mit ausgerichteten Öffnungen **188** und **190** dargestellt, welche die Befestigungselemente aufnehmen, um die Schiene **22** und das Klemmelemente **32A** zusammenzuhalten. Die Befestigungselemente zum Zusammenhalten der Schiene und des Klemmelements können Schraubenbolzen und Muttern, Maschinenschrauben, federvorgespannte Kolben oder jede andere Art von Vorrichtungen sein, die eine schnellere Verbin-

dung bereitstellen können. Wie am besten in [Fig. 9](#) dargestellt ist, weisen die Klemmelemente einen offenen Bereich im Boden auf, um konform um ein Teil der Schiene zu passen.

[0175] In [Fig. 10](#) ist eine teilweise Aufrißansicht, teilweise weggebrochen, einer anderen Ausführung des Steuermoduls **30E** unter Verwendung von Reibbahnen oder Reibprogrammen, jedoch unter Verwendung der Reibungsartprogramme in einer Betriebsart, die sich wesentlich von der Betriebsart der Ausführungen der [Fig. 3](#) und [Fig. 5](#) bis [Fig. 7](#) unterscheidet, dargestellt.

[0176] Die Ausführungen von [Fig. 3](#) und [Fig. 5](#) bis [Fig. 7](#) weisen Reibscheiben auf, die einer Kraft entgegenwirken und die Reibung wird durch Vergrößern der Reibung auf der Oberfläche der Scheibe oder der Scheiben unter Verwendung von Nocken- und Nockenstoßelanordnungen gesteuert. Die Ausführungen weisen mehrere Scheiben auf, und die Scheiben befinden sich eine unter der anderen und weisen Hebeplatten auf, die als Nocken in Nocken- und Nockenstoßelanordnungen und als Ratschenelemente in Sperrklinken- und Ratschenkombinationen dienen. Die Hebeplatten wählen einen funktionalen Nockenstoßel oder Nockentreiber, um mit einer entsprechenden Reibscheibe in Ausführungen zusammenzuwirken, in denen verschiedene Scheiben eine verschiedene programmierte Reibung in Abhängigkeit von der Bewegungsrichtung liefern.

[0177] Die Ausführungen gemäß [Fig. 10](#) bis [Fig. 14](#) weisen einen Hebelmechanismus in der Nocken-, Nockenstoßelanordnung auf, um mit zwei gekrümmten Reibungsabschnitten zusammenwirken, um das Programm zu liefern. Der Hebel wählt den Nockenstoßel und den Reibungsabschnitt, der den Widerstand gegenüber der Bewegung in Abhängigkeit von der Bewegungsrichtung steuert. Die Programmschnitte liegen im Wesentlichen in derselben Ebene und nicht einer unter dem anderen, wie in der Ausführung von [Fig. 3](#) und den [Fig. 5](#) bis [Fig. 7](#).

[0178] In der Ausführung von [Fig. 10](#) weist das Steuermodul **30E** als Hauptteile auf: (1) obere und untere Hebelanordnungen **32E** und **34E**; (2) eine Einstellmutter **70E**; (3) einen Reibungsabschnitt **208** und **210**; (4) einen Nocken, gebildet von einer Hebeplatte **90E** und Hubplatten **216** und **218**; (5) Nockenstoßel, gebildet aus den Hebeln **212** und **214**; und (6) Programme **60E** und **62V**, gebildet aus einer Oberfläche, auf welche die Nockenstoßel aufgleiten.

[0179] Bei dieser Anordnung wählen (1) der Nocken und der Nockenstoßel das Programm (den Teil des Reibungsabschnitts) aus, der den Widerstand gegenüber der Bewegung in Abhängigkeit von der Bewegungsrichtung der Hebelanordnungen **32E** und **34E** zueinander steuern soll; stellt (2) die Einstellmutter

ter **70E** einen Basiswiderstandspegel ein; und bestimmt (3) das Zusammenwirken zwischen dem Nockenstößel und dem Programm die Widerstandsveränderungen, die von der Position des zu streckenden oder zu beugenden Glieds abhängig sind.

[0180] Anders als bei den Ausführungen, die parallele Reibungsabschnitte an Scheiben in verschiedenen Ebenen, eine unter der anderen, oder in der derselben Ebene, eine in der anderen und konzentrisch zueinander aufweisen, wird eine Reibscheibe verwendet und der Widerstand wird durch den Nocken, den Nockenstößel und die Programme (verschiedene Abschnitte der Reibscheibe entsprechen verschiedenen Programmen) im Zusammenwirken mit den Hebelanordnungen in der Ausführung von **Fig. 10** gewählt. Anstatt des Wählens einer speziellen Reibscheibe, wie in den Ausführungen der **Fig. 3** und **Fig. 5** bis **Fig. 7**, wählt die Bewegung von **32E** und **34E** in Bezug aufeinander eines der Nocken- und Nockenstößelemente **214** und **218** oder **212** und **216** in Übereinstimmung mit der Bewegungsrichtung der Hebel in eine beugende Richtung, die einen immer kleiner werdenden Winkel zwischen ihnen bildet oder in eine streckende Richtung, die einen immer größer werdenden Winkel zwischen ihnen bildet. Jeder der Reibungswahlvorgänge kann ein unterschiedliches Programm **62E** oder **60E** aufweisen, so daß die Reibung bei unterschiedlichen Winkeln für Beugung und Streckung ansteigt.

[0181] Zu diesem Zweck werden die Hauptteile des Steuermoduls **30E** auf einem Bolzen **74E** in einer Art und Weise zusammengehalten, die der in den **Fig. 5** bis **Fig. 7** gleicht. Wie es besser in Verbindung mit **Fig. 11** bis **Fig. 14** beschrieben wird, hebt die Hebeleplatte einen der Heber **216** oder **218** in Abhängigkeit von ihrer Bewegungsrichtung, und der Heber hebt wiederum einen der Hebel **212** oder **214** in eine Reibungsbahn des Treibers **210** und gegenüber einem Reibungsprogramm darin. So ist z.B. in **Fig. 10** eine der Hebeleplatten **216** durch die Heberampen **216** durch den Nocken nach oben bewegt. und drückt den Hebelarm **212** nach oben in das Programm **60E** und in den Reibungsantrieb **210**.

[0182] Wie am besten in der Explosionsansicht von **Fig. 11** zu sehen ist, ist die Winkelgradzahl der Drehung der Hebelanordnungen **32E** und **34E** in Bezug aufeinander durch sich nach unten erstreckende Zapfenelemente, beispielsweise das Element **202**, beschränkt, das unten an der Ringscheibe **71E** angebracht und so positioniert ist, daß es durch den Schlitz **206** paßt und durch ein ähnliches Element (in **Fig. 11** nicht dargestellt), das in den Schlitz **204** paßt. Die Verwendung von zwei verschiedenen Schlitz anstatt eines Schlitzes, um die Größe der Drehung der Hebelanordnungen auf die Länge der Schlitz zu begrenzen, dient dazu, einen Gleichgewichtszustand zu erreichen.

[0183] Unter der Hebelanordnung **32A** befindet sich eine ringförmige Nabe **220** (besser in **Fig. 12** zu erkennen), die in sich Reibungsprogrammabahn **62E** und **60E** trägt (in **Fig. 11** nicht dargestellt). Die Reibungsprogrammabahn **62E** und **60E** nehmen wahlweise, je nach der Richtung der Bewegung zwischen den Hebelanordnungen **32E** und **34E**, entsprechende Teile der Hebel **212** und **214** des Reibungswahlabschnitts **200** auf, um einen programmierten Widerstand gegenüber der Bewegung der Anordnung **32E** in Bezug auf die Anordnung **34E** bei Streckung und Beugung zu liefern. Das Anziehen der Mutter **70E** steuert die Gesamtreibung um den Bolzen **74E** in einer Art und Weise, die der der vorhergehenden Ausführungen gleicht. Die Reibungsringsscheibe **208** paßt in das ringförmige Element als Abstandsstück und weist die zentrale Öffnung **224** auf, die mit den Öffnungen **226** in dem Reibungswahlabschnitt **200**, **228** in der Hebelanordnung **32E** und **230** und **232** in der Eichungsringsscheibe **71E** und der Mutter **70E** ausgerichtet ist.

[0184] Um Reibung zu liefern, weist der Reibungswahlabschnitt **200** auf: (1) einen Reibungstreiber **210**, der in das ringförmige Element **220** paßt, Hebel **212** und **214** und Heber **216** und **218** und (2) einen Nocken mit einer Hebeleplatte **90E**. Die Hebeleplatte **90E** ist zur Bewegung mit der Hebelanordnung **34E** angebracht und sie hebt, wenn sie sich dreht, einen Heber und den Hebel **212** oder **214**, um mit den Reibungsbahnen einzugreifen.

[0185] Um Nockenstößelwirkung zu liefern, weist der Treiber **210** die zentrale Öffnung **226**, die mit der Öffnung **228** ausgerichtet ist, und eine Öffnung auf, die durch die Hebel **212** und **214** gebildet wird, um den Bolzen **74E** aufzunehmen und die für eine bewegbare Passung mit diesem dimensioniert ist. Der Reibungstreiber **210** weist in seiner unteren Fläche eine Nut **234** auf, die sich diametral über die Fläche erstreckt und die so geformt ist, daß sie Teile der Hebel **212** und **214** aufnehmen kann, um die Ausrichtung zwischen ihnen aufrechtzuerhalten. Der Hebelarm **212** weist eine halbkreisförmige Öffnung **242**, die so gestaltet ist, daß sie eine Hälfte des Schafts des Bolzens **74E** umschreibt, und ein Basisteil **244** mit einer sich nach oben erstreckenden Reibungsnase **246** an einer Seite, einen Schwenkstab **248**, der sich an einem Schwenkpunkt an einer Seite der Öffnung **242** nach unten erstreckt und sich nach oben erstreckende Nasenteile **250** und **252** an den diametral gegenüberliegenden Seiten der Öffnung **242**, um in die Nut **234** zu passen, auf. Gleichermaßen weist der Hebelarm **214** ein Körperteil **254** und eine halbkreisförmige Öffnung **256** auf, die so dimensioniert ist, daß sie halb um den Schaft des Bolzens **74E** paßt, um zusammen mit der Öffnung **242** eine Öffnung zu bilden, durch welche der Schaft des Bolzens **74E** verläuft.

[0186] Bei dieser Anordnung passen die sich nach

oben erstreckenden Nasenelemente **260** und **262** eng mit den Nasenelementen **250** und **252** in der Nut **234** zusammen und ein sich nach unten erstreckender Schwenkstab **264** erstreckt von dem Schwenkstab **248** auf der entgegengesetzten Seite der Öffnung **256**. Ein sich nach oben erstreckendes Reibungselement **266** wird gegenüber dem Programm **62E** des ringförmigen Elements **220** in der Hebelanordnung **32E** angeordnet (in [Fig. 11](#) nicht dargestellt), so daß es, wenn es an seinen Platz geschwenkt ist, den Widerstand gegenüber Bewegung steuert.

[0187] Die Heber **216** und **218** sind allgemein halbkreisförmig im Querschnitt und bilden zusammen vollständige Scheiben, die auf der Hebeplatte **90E** des Nockens ruhen und sich in Bezug auf sie drehen, um so durch die Nockenelemente auf der Oberfläche der Hebeplatte in Abhängigkeit von der Bewegungsrichtung der Hebelarme, wie in den vorherigen Ausführungen, nach oben oder nach unten bewegt zu werden. An ihren Paßflächen weist die Hebeplatte **218** eine halbkreisförmige Öffnung **270** und die Hebeplatte **216** eine halbkreisförmige Öffnung **272** auf, die zusammen einen Zylinder bilden, der konform um die Welle **74E** paßt, die mit einer Öffnung **274** gleicher Dimension in der Hebeplatte und in der inneren Anordnung **34E** und in dem durch die halbkreisförmigen Öffnungen **256** und **242** in den Hebeln **212** und **214** gebildeten Zylinder ausgerichtet ist.

[0188] Um ein Zusammenwirken zwischen den Hebern **216**, **218** und den Hebeln **212**, **214** zu bewirken, paßt der sich nach unten erstreckende Schwenkstab **248** in einen Schlitz **286** in dem Heber **218** und der sich nach unten erstreckende Schwenkstab **264** paßt in eine gleichartige Öffnung **278** in dem Heber **216**, so daß der Schwenkstab für den Hebel **212** an der Hebeplatte **218** an einer Seite der ausgerichteten Öffnung für den Bolzen **74E** angebracht ist und der Schwenkstab **264** des Hebels **214** in die gleichartige Öffnung **276** an der entgegengesetzten Seite des Bolzens **74E** paßt.

[0189] Bei dieser Anordnung kann die eine oder die andere Hebeplatte durch den Nocken nach oben bewegt werden, um den entsprechenden Hebel zu bewegen. Die Scheiben passen zusammen und weisen zu diesem Zweck Zusammenpaßöffnungen **290** und **292** in der Hebeplatte **218** und **294** und **296** in der Hebeplatte **216** auf, so daß diese beiden Platten miteinander verriegelt werden und so lediglich eine Bewegung nach oben oder unten gestatten.

[0190] Wie am besten aus [Fig. 12](#) ersichtlich ist, weist die Anordnung **32E** einen sich nach unten erstreckenden Zylinder **220** auf, der eine kreisförmige Öffnung **228** für den Bolzen **74E** aufweist (in [Fig. 12](#) nicht dargestellt), umgeben von einem mit Aussparungen versehenen Zylinder für eine Reibungsring-

scheibe **208** ([Fig. 11](#)) und einen Reibungstreiber **210** ([Fig. 11](#)). An seinem äußeren Rand weist der sich nach unten erstreckende Zylinder **220** vertiefte Programmbahnen **62E** und **60E** auf, so daß, wenn eine Hebeplatte einen entsprechenden Hebel nach oben bewegt, die Nasenelemente, beispielsweise **260** und **262**, in dem Hebel **214** und die Nasenelemente **252** und **250** in dem Hebel **212** ([Fig. 11](#)) in dem Schlitz **234** ([Fig. 11](#)) ihre jeweiligen Nasen nach oben bewegen und mit einer der gewählten Reibungsbahnen **60E** und **62E** eingreifen.

[0191] Auf diese Art und Weise wird, wenn der Heberarm **218** nach oben bewegt wird, wie es in [Fig. 10](#) dargestellt ist, der Schwenkstab **248** nach oben bewegt und bewegt die Nase **246** in die Bahn **60E** ([Fig. 12](#)) und wenn die Hebeplatte **216** nach oben bewegt wird, bewegt sie den Schwenkstab **264** in seine Vertiefung **278**, während die Nasenelemente **260** und **262** feststehend bleiben und die sich nach oben erstreckende Nase **266** des Hebelarms **214** wird gegen die Programmfläche **62E** bewegt, um die Reibung zu steuern.

[0192] In [Fig. 13](#) ist eine Perspektivansicht des Reibungstreibers **210** dargestellt, der eine zentrale Öffnung **226** und eine Nut **234** aufweist. Wie am besten in [Fig. 11](#) zu sehen ist, passen die sich nach oben erstreckende Nasenelemente **262**, **260**, **252** und **250** in die Nuten **234**, um sich mit der Reibscheibe **210** und den Hebern **216** und **218** zu drehen, wenn sich die Hebeplatte **90E** dreht, wodurch ein Schwenken der Nase um diese mit gleicher Größe wie das Schwenken des Schwenkstabes des Hebels bewirkt wird.

[0193] In [Fig. 14](#) ist eine Perspektivansicht der Heber **216** und **218** dargestellt. Wie in dieser Ansicht gezeigt ist, passen die Heber **216** und **218** zusammen, um eine zylindrische Öffnung zu bilden, wobei ihre ineinanderpassende Teile miteinander verriegelt sind. Die untere Fläche weist die Nockenelemente **82E**, **84E** und **80E** auf, die mit den Nockenelementen **91E**, **93E** und **95E** der Hebeplatte **90E** ([Fig. 11](#)) zusammenwirken, um einen entsprechenden Hebel in Abhängigkeit von der Drehrichtung der Griffelemente nach oben anzuheben.

[0194] In der Ausführung gemäß [Fig. 11](#) bis [Fig. 14](#) wird ein vorprogrammierter, von der Geschwindigkeit unabhängiger, in einer Ebene und in zwei Richtungen wirkender, über einen variablen Bewegungsbereich veränderlicher Widerstand geliefert. Die vorliegende Ausführung weist alle Funktionen der Ausführung der [Fig. 1](#) und der [Fig. 3](#) bis [Fig. 10](#) auf. Sie kann einen über den Bewegungsbereich veränderlichen, in zwei unabhängigen Richtungen gleichzeitig durch die Verwendung von zwei getrennten mechanischen Programmen liefern. Sie erlaubt wegen kleinerer Abmessungen ein leichteres Wechseln der Widerstandsprogramme und ein geringes Vorstehen von der Schie-

ne.

[0195] Um weniger Streuung bei der Voreinstellung des Widerstands zu haben, verwendet die vorliegende Ausführung ein breiteres Stück Reibungsmaterial anstatt zweier Stücke mit geringerem Durchmesser.

[0196] Die vorliegende Ausführung kann Widerstand über zwei getrennte Bewegungsbereichsprogramme aufbringen, die den voreingestellten Gesamtwiderstand unabhängig in beiden Richtungen (Beugung und Streckung) verändern. Das bedeutet, daß der Benutzer Nutzen aus voreingestellten Widerstandsmustern ziehen kann, wenn er in einer geschlossenen kinetischen Kette partizipiert, wobei er die Übungsvorrichtung trägt. So ist zum Beispiel während einer Aktivität in einer geschlossenen kinetischen Kette ein Patient, der das vorliegende System trägt, in der Lage, am Knie einen entsprechenden Widerstand während der „Schwingphase“, beim Strecken des Knies und einen entsprechenden Widerstand während der „Schrittbewegungs“- und „Abstoßbewegungs“-Phasen bei Beugung des Knies für dasselbe Knie zu fühlen. Weiterhin kann ein Widerstand, der einem Programmuster entspricht, in einer sicheren, geschützten und korrekten Art und Weise in der Wohnung des Patienten und nicht in der Klinik, auf das Gelenk aufgebracht werden. Weiterhin kann der Benutzer durch Aufbringen von Widerstand über ein Schienensystem, das in beiden Richtungen variiert, exzentrische Kontraktionen in Situationen mit Gewichtsbelastung erhöhen oder verringern.

[0197] Das Verändern der Programme ist jetzt wegen ihrer Lage innerhalb des Systems leichter. Das bedeutet mehr Bequemlichkeit für die Person, die das Programm wechselt und weniger Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines Fehlers der Anordnung nach dem Programmwechsel, der die Vorrichtung während des Gebrauchs außer Betrieb setzen könnte.

[0198] Das System ragt weniger von der Schiene hervor und erlaubt es somit dem Patienten die Schiene während des täglichen Spaziergangs zu verwenden, anstatt sie nur für das Üben anzulegen. Das hilft dem Patienten während einer Frühbehandlung durch Verwenden eines Steigerungsprogramms, um ihn schonend an die Anschläge des Bewegungsbereichs heranzuführen, die an der Schiene eingestellt sind.

[0199] In [Fig. 15](#) ist eine andere Ausführung des Steuermoduls **30F** dargestellt, der als Hauptteile eine Einstellmutter **70F**, Programmscheiben **62F** und **60F**, innere und äußere Hebelplatten **80F** und **82F**, eine Rampe **90F** und innere und äußere Hebelanordnungen **32F** und **34F** aufweist. Sie sind in der angeführten Reihenfolge um den Schaft oder den Bolzen **74F** in einer Art und Weise positioniert, die der in den vorherigen Ausführungen beschriebenen gleicht. Eine

Urethanscheibe **300** ist zwischen den Aufzeichnungs- und Heberplatten positioniert und eine Leder-scheibe **302** trennt die inneren und äußeren Hebelanordnungen **32F** und **34F**.

[0200] Wie besser in [Fig. 16](#) dargestellt ist, ist die Einstellmutter **70F** auf den Schaft oder den Bolzen **74F** geschraubt, um Druck auf die anderen Elemente als Haupteinstellung auszuüben. Eine Ringscheibe **304** ist um die Einstellmutter **70F** drehbar und konzentrisch mit dieser, wobei sowohl die Einstellmutter als auch die Wählscheibe **304** auf ihren oberen Flächen Anzeigemarkierungen aufweisen.

[0201] Bei dieser Anordnung kann die Mutter **70F** maximal angezogen und die Wählscheibe **304** angehoben werden, um sich nach unten erstreckende Zapfen **308**, die gleichmäßig über den Umfang entlang dem Umfang der Wählscheibe **304** beabstandet sind, von einer entsprechenden Anzahl von gleichmäßig über den Umfang beabstandeten Öffnungen **306** in der äußeren Aufzeichnungseinrichtung **60F** zu trennen. Wenn sie angehoben ist, können die Null-Anzeigemarkierungen ausgerichtet und dann, während die Wählscheibe noch mit der Aufzeichnungseinrichtung eingreift, kann die Mutter bis zu einer vorbestimmten Einstellkraft aus der Nullposition gelöst werden. Die Markierungen zwischen der Wählscheibe und der Mutter zeigen nun die Lose der Einstellmutter und damit die bestimmte Größe des Drucks zwischen den Programmreibeis-scheiben und der Aufzeichnungseinrichtungen an.

[0202] Um einen programmierten Widerstand gegenüber der Bewegung zu liefern, ist der Schaft oder der Bolzen **74F** zur Drehung mit der inneren Hebelanordnung **34F** befestigt und weist einen weggeschnittenen Bereich auf, der ein teilweise abgeflachtes Element mit einem elliptischen Querschnitt **310** an seinem obersten Ende ist. Die Öffnungen in der inneren Aufzeichnungsscheibe und in der Polyurethanscheibe **300** sind elliptisch und greifen mit dem entsprechenden elliptischen Abschnitt oben an dem Schaft **74F** ein, der durch Entfernen eines Abschnitts des zylindrischen Schafts gebildet ist und sie bewegen sich somit mit dem Schaft und mit dem inneren Hebel. Auf den inneren und äußeren Aufzeichnungseinrichtungen sind unterschiedlich abgeschrägte Flächen ausgebildet, um eine unterschiedliche Dicke bereitzustellen und sie können sich ansonsten auf dem Schaft frei nach oben und unten bewegen, um verschiedene Reibungsgrößen gegenüber den Oberflächen, die sich gegeneinander drehen und sich unter diesen abgeschrägten Abschnitten befinden, zu verhindern.

[0203] Um eine Reibungsbewegung entweder zwischen der äußeren Aufzeichnungseinrichtung **60F** oder der inneren Aufzeichnungseinrichtung **62F** zu liefern, die zueinander durch Finger verriegelt sind,

ist die innere Hebelanordnung **32F** ([Fig. 11](#)) zur Drehung mit dem Rampenelement **90F** montiert, da sie sich nach unten erstreckende Zapfen **310** in ihren Öffnungen **312** aufnimmt und sich in Bezug auf die innere Hebelanordnung **34F** ([Fig. 16](#)) bewegt, weil sie von dieser durch eine Scheibe **312** in einer Art und Weise getrennt ist, die der der früheren Ausführungen gleicht. Die Grifftrampe **90F** weist mehrere über den Umfang beabstandete Rampenelemente **91F**, **93F**, **95F**, **97F**, **99F** und **101F** auf, die so positioniert sind, daß sie mit den inneren Hebeplatten **80F** und **82F** eingreifen. Diese Hebeplatten weisen an ihren unteren Flächen Rampen auf, die wahlweise mit der Rampe **90F** eingreifen, um entweder die innere oder die äußere Heberplatte in Abhängigkeit von der Richtung der Paßflächen zwischen der Unterseite der Hebeplatte **80F** und der Rampenplatte **90F** anzuheben.

[0204] Wenn die äußere Platte **80F** in eine Richtung angehoben wird, wird die Polyurethanscheibe **300** zwischen diese und die äußere Aufzeichnungseinrichtung **60F** gedrückt, um Reibung zu erzeugen, wenn sich die Hebeplatte mit der äußeren Anordnung **32F** dreht. Gleichermaßen drückt, wenn die innere Hebeplatte angehoben wird, diese weiter auf die Urethanscheibe **312**, die dem inneren Programm **62F** gegenüberliegt, so daß, wenn sich die Anordnungen **32F** und **34F** in Bezug aufeinander bewegen, sie ihre jeweilige Hebeplatte **80F** und innere Aufzeichnungseinrichtung **62F** tragen.

[0205] Somit ist entweder die äußere Hebeplatte **80F** oder die innere Hebeplatte **82F** durch die Rampen auf der Rampenplatte **90F** in Eingriff, um sich zu bewegen, während die andere sich in Bezug auf die Polyurethanscheibe **300** und die jeweilige innere und äußere Programmscheibe **60F** und **62F**, die sich mit dem unteren Griff **32F** bewegen, und die durch den elliptischen Querschnitt **310** oben an dem Schaft oder Bolzen **74F** eingespannt ist, nicht bewegt.

[0206] In [Fig. 17](#) ist eine Draufsicht der inneren Programmscheibe oder Aufzeichnungseinrichtung **62F** gezeigt, welche den allgemein elliptischen Querschnitt **316** zeigt, der zu jeder Zeit mit dem elliptischen Abschnitt **310** ([Fig. 16](#)) des Schafts oder Bolzens **74F** ([Fig. 16](#)) eingreift. Sich nach innen erstreckende Öffnungen **318** dienen zum Eingriff, um eine Bewegung der äußeren Programmscheibe oder Aufzeichnungseinrichtung **60F** ([Fig. 16](#)) in einer Art und Weise zu bewirken, die hierin nachfolgend beschrieben wird.

[0207] Wie am besten in [Fig. 18](#) dargestellt ist, weist die innere Programmscheibe oder Aufzeichnungseinrichtung **62F** erhöhte Teilabschnitte und abgesenkte Teilabschnitte auf, beispielsweise solche, wie sie bei **320F** (erhöhter Teilabschnitt) und bei **322F** (abgesenkter Teilabschnitt) dargestellt sind, so daß, wenn sie sich in Bezug auf die innere Heberplatte

82F (in [Fig. 18](#) nicht dargestellt) dreht, die Reibungskraft sich verändert, um so ein steuerbares Programm bereitzustellen, das unten beginnt, bis zu einer Spitze ansteigt und dann reduziert wird. Dieses Programm ist leicht veränderbar und kann als Option des Physiotherapeuten für eine geeignete Übungsvariation während des Streckens des Glieds vorbereitet werden.

[0208] In [Fig. 19](#) ist eine Draufsicht auf den äußeren Programmring **60F** dargestellt, der einen kreisringförmigen Querschnitt mit sich nach innen erstreckenden Elementen **324** aufweist, die dazu ausgestaltet sind, mit sich radial erstreckenden Einkerbungen **318** ([Fig. 17](#)) in der inneren Programmscheibe **62F** ([Fig. 17](#)) einzugreifen. Bei dieser Anordnung dreht sich auch die äußere Programmscheibe mit der inneren Hebelanordnung **34F** ([Fig. 16](#)), da sie sich mit der inneren Programmscheibe dreht, die sich mit der Oberseite des Schaftes oder des Bolzens **74F** dreht.

[0209] Wie am besten in [Fig. 20](#) dargestellt ist, weist die äußere Programmscheibe oder Aufzeichnungseinrichtung **60F** weiterhin eine Konturfläche auf, die erhöhte Teilabschnitte, so wie sie bei **328** dargestellt sind, und abgesenkte Teilabschnitte, so wie sie bei **330** dargestellt sind, hat, die sich von denen in der inneren Programmscheibe um wenige Hundertstel Zoll unterscheiden, um so den Druck zu verändern, wenn die äußere Programmscheibe während des Beugens eines Glieds gewählt ist. Die Hebeplatten, Rampen und die inneren und äußeren Programme können umgedreht werden, so daß eine innere Programmscheibe die Beugung und das äußere Programm die Streckung steuert. Gleichermaßen müssen die Programme nicht auf der oberen Fläche aufgezeichnet sein, sondern könnten sich auch auf der unteren Fläche befinden und sie könnten eine konische Fläche sein, die nach oben oder nach unten bewegt wird, um mit zusammenwirkenden Elementen einzugreifen.

[0210] In [Fig. 21](#) ist eine Draufsicht auf eine äußere Hebeplatte **80F** dargestellt, die ebenfalls sich nach innen erstreckende Elemente aufweist und die von der inneren Heberplatte in einer Art und Weise abgehoben werden kann, die hierin nachfolgend beschrieben wird. Wie am besten in der Aufrißansicht von [Fig. 22](#) dargestellt ist, weist die Hebeplatte auf ihrer oberen Fläche Rampen auf, beispielsweise solche, wie die Rampen **352**, **354** und **356**, die dazu ausgestaltet sind, mit der Rampenplatte **90F** ([Fig. 25](#)) einzugreifen. An der unteren Fläche der Hebeplatte befinden sich mehrere erhöhte Knoten **360**, die dazu ausgestaltet sind, mit der Urethanscheibe **300** einzugreifen. Wenn die Rampenplatte **90F** in eine Richtung im Uhrzeigersinn oder entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht wird, die in der bevorzugten Ausführung das Beugen ist, gleitet die äußere Hebeplatte nach oben, um eine Bewegung der Rampenplatte **90F** in

Bezug auf die äußere Hebeplatte zu erlauben. Somit wird in eine Bewegungsrichtung Reibung und Druck auf die Urethanschicht **300** ausgeübt und in die andere Bewegungsrichtung nicht.

[0211] In [Fig. 23](#) ist eine Draufsicht auf die innere Hebeplatte **82F** dargestellt, die eine innere, kreisförmige Öffnung **358** hat, die dazu angepaßt ist, den Schaft oder den Bolzen **74F** aufzunehmen und sich in Bezug dazu zu drehen, und auf ihrer äußeren Oberfläche Öffnungen **360**, **362** und **364** aufweist, die dazu angepaßt sind, mit den sich nach innen erstreckenden Elementen **350**, **352** und **356** einzugreifen, um so das äußere Element zu drehen, wenn dieses äußere Element nicht von ihnen abgehoben ist.

[0212] Wie am besten in [Fig. 24](#) dargestellt, weist die innere Hebeplatte mehrere Rampen **370**, **372** und **374**, die sich nach oben erstrecken, um mit der Griff-rampe **90F** einzugreifen, und mehrere Knoten **380**, **382** und **384** auf, die sich nach unten erstrecken, um mit der Urethanscheibe **300** einzugreifen. Die Knoten üben während der Bewegung des inneren Rings Druck auf die Urethanschicht **300** aus, um selektiv einen vorbestimmten Druck zu bewirken.

[0213] In der Ausführung gemäß [Fig. 15](#) bis [Fig. 24](#) ist ein variabler Bewegungsbereich in einer Ebene und zwei Richtungen mit vorprogrammiertem, von der Geschwindigkeit unabhängigem Widerstand vorgesehen. Sie weist die Merkmale der Ausführungen gemäß [Fig. 3](#) und [Fig. 10](#) bis [Fig. 14](#) auf und stellt wegen der neuen Anordnung der Griffe auch mehr Stabilität zur Verfügung, wodurch wiederum größere Zuverlässigkeit hinsichtlich der Sicherheit erzielt wird. Die Griffe können mit wenig Störung durch andere Körperteile bewegt werden. Es sind nun mehrere Anwendungen mit einer kleineren, weniger störenden Vorrichtung möglich. Die Vorrichtung kann jetzt für andere Gelenke angewendet werden. Der Befestigungsmechanismus erlaubt eine schnellere Befestigung und eine bequemere Anwendbarkeit für den Patienten.

[0214] Sie weist mehrere Vorteile auf. So befinden sich zum Beispiel beide Griffe dicht an der Schiene und es ist eine bessere und stabilere Befestigung des Systems an der Schiene möglich. Der Patient profitiert von weniger „Spiel“, beim Wechseln von einer Richtung in die andere. Ferner ist das Wechseln der Programme wegen ihrer Lage innerhalb des Systems leichter. Das bedeutet mehr Bequemlichkeit für die Person, die das Programm wechselt und weniger Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines Fehlers der Anordnung nach dem Programmwechsel, der die Vorrichtung während des Gebrauchs außer Betrieb setzen könnte. Die inneren und äußeren Reibungssteuerungen machen das System stabiler. Der Wechsel von Halbkreis- zu Vollkreis-Reibungssteuerungen bewirkt, daß das System nun die Kraft über volle 360

Bogengrad anstatt über 180 Bogengrad verteilt, wie es vorher der Fall war. Das ermöglicht, daß das System durch Verringerung der Abweichung von voreingestellten Programmen stabiler wird. Für den Patienten bedeutet das, dass er nicht von dem empfohlenen Programm abweicht, was ansonsten Verletzungen hervorrufen könnte.

[0215] In [Fig. 25](#) ist eine Draufsicht auf eine Rampenscheibe **90F** dargestellt, die eine zentrale Öffnung **370** aufweist, um den Schaft **74F** ([Fig. 6](#)) und mehrere, über den Umfang beabstandete Rampen **91F**, **93F**, **95F**, **97F**, **99F** und **101F** in einem inneren Kreis und mehrere Rampen **103F**, **105F**, **107F**, **109F**, **111F** und **113F** in einen äußeren Kreis aufzunehmen, wobei die Rampen auf einem inneren Kreis in die entgegengesetzte Richtung zu den Rampen auf dem äußeren Kreis gewandt sind, so daß die Rampen auf dem äußeren Kreis die äußere Hebeplatte **80F** anheben und die Rampen auf dem inneren Kreis mit den Rampen auf der inneren Platte **82F** eingreifen. Wie am besten in [Fig. 26](#) dargestellt ist, ist die Griff-rampe **90F** an dem äußeren Griff **32F** durch mehrere Zapfen **370** und **372** angebracht, die in [Fig. 26](#) dargestellt sind. Diese Zapfen greifen mit passenden Öffnungen ein, die über den Umfang in der äußeren Griffanordnung **32F** beabstandet sind, so daß die äußere Griffanordnung und die Rampenscheibe **90F** sich zusammen bewegen.

[0216] Bei dieser Anordnung bewirkt die Drehung des Griffs und der Rampenscheibe **90F** zusammen in eine Richtung, daß die Rampen **97F** mit der inneren Heberplatte **82F** eingreifen und somit sowohl die innere als auch die äußere Platte antreiben, da sie miteinander verriegelt sind. Sie hebt jedoch nicht die innere Platte, sondern die äußere Platte an, da die äußere Hebeplatte auf den äußeren Rampen zur gleichen Zeit aufwärts gleitet, in der die inneren Rampen antreibend eingreifen.

[0217] In [Fig. 27](#) ist in einer Schnittansicht von [Fig. 25](#) dargestellt: (1) das Positionieren der Rampe **97F** in dem inneren Ring der Rampen und der Rampe **109F** in dem äußeren Ring der Rampen, (2) die unterschiedlichen Neigungen, wie sie beispielsweise bei **376F** dargestellt sind, in dem äußeren Ring der Rampen und bei **378F** in dem inneren Ring der Rampen, und (3) der abgeflachte Teilabschnitt oben an jeder Rampe. Bei dieser Struktur gleitet die Heberplatte die Rampe aufwärts und stoppt dann in einer stabilen Position, wobei sie von der anderen der inneren oder der äußeren Hebeplatten mit ihren Rampen in diesem abgeflachten Teilabschnitt zum Antreiben in der unteren Position gehalten wird.

[0218] In [Fig. 28](#) ist eine Schnittansicht, teilweise als Explosionsansicht, einer anderen Ausführung des Steuermoduls **30G** für die Ausführung der [Fig. 15](#) bis [Fig. 27](#) dargestellt, die als Hauptteile die inneren und

äußeren Hebelanordnungen **32G** und **34G**, zwei zentral angeordnete Einpaß-Bolzen oder Schäfte **44G** und **47G**, einen Hebel, der die Scheibe **45G** trennt, erste und zweite Einstellmutter **70G** und **71G**, erste und zweite Programmscheiben **60G** und **62G**, erste und zweite Leseplatten **63G** und **65G** und erste und zweite Hebeplatten sowie eine Hebebasis aufweist. Der erste Nocken weist eine Hebebasis **82G**, eine Hebeplatte **610G** und der zweite Nocken eine Hebebasis **81G** und eine Hebeplatte **612G** auf.

[0219] Um die kombinierte Bewegung der Nocken und der Nockenstößel zu steuern, wirken die Bolzen **44G** und **47G** und entsprechende Gehäuse **620G** und **621G** zusammen. Die äußere Hebelanordnung **34G** hat vier Löcher **623G** (in [Fig. 28](#) nicht dargestellt), die in ihrer Unterseite gebildet sind, um mit den Zapfen von dem inneren Gehäuse **620G** zusammenzupassen. Die Basisreibung zwischen den rotierenden Elementen wird durch die Einstellmutter **71G** und **70G** bestimmt, von denen mindestens eine auf die Bolzen **44G** und **47G** schraubbar ist. Die Programmscheiben **60G** und **62G** drehen sich mit den Bolzen **44G** und **47G**, der Hebelanordnung **32G**, den Nockenhebern **82G** und **81G** und den Hebeplatten **610G** und **612G**. Die Leseplatten **608G** und **609G** drehen sich mit den Gehäusen **620G** und **624G** und mit der äußeren Hebelanordnung **34G**. Das bewirkt eine Reibung an den Reibscheiben **313** und **310**, wenn die Hebeplatten eingreifen und die Hebelanordnungen sich in Bezug aufeinander bewegen.

[0220] Bei dieser Anordnung sind die Programmscheiben oder Reibscheiben einer unter der anderen zusammen mit der Hebebasis (Nocken) und den Hebeplatten (Nockenstößelemente) positioniert, die eingreifen, um die Programme auf ihnen zu lesen. Wenn sich die Hebel in eine Richtung bewegen, wird ein Satz, beispielsweise der untere Satz von Hebeplatten, in Eingriff gebracht und wenn sie sich in die andere Richtung bewegen, wird die andere der Hebeplatten in Eingriff gebracht. Die Programmscheiben werden zweckmäßigerweise innerhalb des Gehäuses angebracht, um ein leichtes Einsetzen zu sichern. Die Scheiben **312G** und **310** ([Fig. 16](#)) können Polyurethanteile sein oder aus einem anderen Material hergestellt sein, das eine gesteuerte Reibung gestattet.

[0221] In der Ausführung von [Fig. 28](#) ist das Gehäuse an seiner Mittelposition in zwei Teile geteilt, um so zwei Teilabschnitte aufzuweisen: (1) den Gehäuseverbinder **622** und (2) das Außengehäuse **624**, die zusammengeschraubt sind, wie es in [Fig. 28](#) dargestellt ist, oder die zusammen eingerastet werden können.

[0222] Die Bolzen **44G** und **47G** sind dazu angepaßt nahe der Mitte des Steuermoduls eine in die andere zu passen. Die beiden Einstellmutter **71G** und

70G sind an der äußeren Oberfläche angeordnet, wo das Gehäuse geöffnet wird. Wenn die beiden Teile des Moduls getrennt sind, können die Einstellmutter einzeln eingestellt werden, um Reibung an jeder Gehäusahälfte zu erzeugen und die Programmscheiben **60G** und **62G** und die Muttern können leicht gewechselt werden. Ferner kann der obere Teilabschnitt entfallen, wenn nur Kraft in eine Richtung gewünscht wird.

[0223] In der vorliegenden Ausführung sind die beiden Teile des Moduls in der Reihenfolge der Teile invers zueinander, so daß einer der beiden Sätze von Heberbasis, Heberplatten, Programmscheiben und Einstellmutter zu dem anderen invers ist. Das vereinfacht die Herstellung, gestattet aber auch, was noch wichtiger ist, den schnellen Zugang durch Trennen der beiden Gehäuse mit einer Rasteinrichtung oder mit Schraubgewinden für die Einstellmutter zur leichten Eichung und für das bequeme Einsetzen der verschiedenen Programmscheiben. Für das leichte Einsetzen der Programmscheiben werden die Programmscheiben dicht an der Einstellmutter in jedem der beiden Teile angeordnet und jedes der Teile des Moduls steuert den Widerstand gegenüber einer Bewegung in einer von Beugen und Strecken unterschiedlichen Richtung.

[0224] Wie besser aus [Fig. 29](#) ersichtlich ist, welche eine von unten gesehene Explosions-Perspektivansicht ist, mit Ausnahme der Hebeplatte **82G**, die in einer Ansicht von oben dargestellt ist, ist die Einstellmutter **70G** auf den Schaft oder Bolzen **44G** geschraubt und die Einstellmutter **71G** ist auf den Schaft oder den Bolzen **47G** der oberen bzw. unteren Abschnitte geschraubt, um Druck auf die anderen Elemente, wie die Haupteichungseinstellungen auszuüben. Der Schaft oder der Bolzen **44G** weist einen Aufnahmeschlitz auf, der ein Einsteckteil mit Parallelepiped-Querschnitt aufnimmt, das bewirkt, daß die beiden Bolzen miteinander eingreifen und sich miteinander drehen. Die Muttern gestatten eine individuelle Eichung der beiden Abschnitte und enthalten Anzeigen, die mit den Anzeigen an dem Gehäuse oder an anderen Elementen, beispielsweise an den Programmscheiben **62G** und **60G** zusammenwirken.

[0225] Die Scheiben **62G** und **60G** weisen Öffnungen auf, die einen Teil der Muttern **71G** bzw. **70G** aufnehmen, um sie in ihrer Position zu verriegeln, und die Scheiben **62G** und **60G** weisen längliche Schlitze auf, die gleich geformte Teilabschnitte der Bolzen **47G** bzw. **44G** aufnehmen, um zu bewirken, daß die Scheiben **62G** und **60G** sich mit ihren jeweiligen Bolzen drehen. Sowohl die Einstellmutter **70G** und **71G** als auch die Wählscheiben weisen Anzeigemarkierungen auf ihrer oberen Fläche auf, um ihre Positionen anzuzeigen.

[0226] Bei dieser Anordnung können die Muttern

70G und **71G** im äußersten Maße angezogen und darauf zurückgedreht werden, um die entsprechenden, sich nach unten in die in gleichen Abständen über den Umfang angeordneten Löcher entlang dem Umfang der Lesescheiben erstreckenden Arretierungen **308** und **308** zu trennen. Alternativ können sich die über den Umfang in gleichen Abständen angeordneten Öffnungen in einer entsprechenden Wählscheibe **304** befinden, die bei **308** der Ausführung der [Fig. 16](#) bis [Fig. 25](#) dargestellt ist und die durch Einsetzen eines Teils der Mutter in sie anstatt in eine entsprechende Aufzeichnungseinrichtung oder in die Programmscheiben **62G** und **60G** frei drehbar und einstellbar ist. Wenn eine solche Wählscheibe **304** ([Fig. 16](#)) angehoben wird, können die Nullanzeigemarkierungen ausgerichtet werden und darauf kann, während sich die Wählscheibe noch mit der Aufzeichnungseinrichtung in Eingriff befindet, die Mutter auf eine vorbestimmte Einstellkraft aus der Nullstellung gelöst werden. Die Anzeigemarkierungen zwischen den Wählscheiben und die Muttern zeigen nun die Lose der Einstellungsmuttern und somit die festgelegte Druckgröße zwischen den Reibscheiben und den Aufzeichnungseinrichtungen oder Programmscheiben an.

[0227] Um programmierten Widerstand gegenüber Bewegung zu liefern, werden die Schäfte oder Bolzen **44G** und/oder **47G** jeweils zur Drehung mit der inneren Hebelanordnung **32G** angebracht und sie weisen an ihren oberen Enden einen weggeschnittenen Teilabschnitt auf, der flache Seiten hat, um allgemein einen elliptischen Querschnitt zu bilden. Die Öffnungen in den Programmscheiben **60G** und **62G** und in der Hebebasis **82G** und **81G** weisen eine allgemein elliptische Seite mit flachen Seiten auf und ruhen auf den allgemein elliptischen Teilabschnitten (flachen Seitenabschnitten) oben an den entsprechenden Schäften **47G** und **44G**, um sich mit den Schäften und mit den inneren Hebeln zu bewegen. Auf den inneren und äußeren Aufzeichnungseinrichtungen oder Programmscheiben **62G** und **60G** sind unterschiedlich abgeschrägte Flächen vorgesehen, um eine unterschiedliche Dicke bereitzustellen und sie sind ansonsten frei nach oben und nach unten an dem elliptischen Abschnitt bewegbar, um unterschiedliche Reibungsgrößen gegenüber Oberflächen zu verhindern, denen gegenüber sie sich drehen und die unter diesen abgeschrägten Abschnitten liegen.

[0228] Die Hebeplatten **610G** und **612G** weisen jeweils mehrere über den Umfang beabstandete Rampenelemente auf (an der Platte **610G** sind **350**, **352**, **354**, **356**, **358** und **360** dargestellt), die positioniert sind, um mit den Rampen (auf der Hebebasis sind **91G** bis **101G** dargestellt) auf der Hebebasis **81G** und **82G** (die Hebebasis **82G** ist in einer Perspektivansicht von oben dargestellt) sind, einzugreifen. Die Hebeplatten haben Teile **311**, die in die Öffnungen **313** in der Hebebasis eintreten. Diese Zapfen be-

grenzen die Drehung der Hebeplatten in Bezug auf die Hebebasis, um die Rampen in Eingriff zu halten. Wenn diese Drehung erfolgt, können die Hebeplatten durch die Rampen **350** bis **360** angehoben werden und bewegen sich entlang den Rampen **91G** bis **101G**.

[0229] Wenn die äußere Hebeplatte **612G** in eine Richtung angehoben wird, wird die Polyurethanscheibe **310** zwischen sie und die äußere Leseeinrichtung **310** gedrückt, um Reibung zu erzeugen, wenn sich die Hebeplatte mit der Hebelanordnung **32G** und die Leseeinrichtung mit der Hebelanordnung **34G** dreht. Gleichermaßen drückt, wenn die innere Hebeplatte **610G** angehoben wird, diese auf die Urethanscheibe **312** gegenüber der inneren Leseeinrichtung **608G**, so daß sich die Anordnungen **32G** und **34G** in Bezug auf die Urethanreibungsscheibe bewegen. Somit wird entweder die äußere Hebeplatte **612G** oder die innere Hebeplatte **610G** durch die Rampen an einer Hebebasis zum Eingriff gebracht, um sie zu bewegen, während die andere sich nicht in Bezug auf eine der Polyurethanscheiben **300** und **312** bewegt. Die jeweilige innere oder äußere Programmscheibe **60G** und **62G** bewegt sich mit dem unteren Griff **32G**.

[0230] In [Fig. 30](#) ist eine Draufsicht auf die Programmscheibe oder Aufzeichnungseinrichtung **60G** oder **62G** dargestellt, welche den allgemein flachseitigen elliptischen Querschnitt **316** zeigt, der zu jeder Zeit mit dem komplementären, allgemein elliptischen Teil des entsprechenden Schafts oder Bolzens **44G** oder **47G** (in [Fig. 30](#) nicht dargestellt) in Eingriff steht.

[0231] Wie am besten in [Fig. 31](#) dargestellt ist, weisen die inneren Programmscheiben oder Aufzeichnungseinrichtungen **62G** zwei Reihen von erhöhten Rampenabschnitten und abgesenkte Teile auf, wie zum Beispiel die bei **320G** dargestellten, die erhöht sind, so daß, wenn sie sich gegenüber den Hebeplatten **82G** und **81G** (in [Fig. 31](#) nicht dargestellt) drehen, die Reibungskraft verändert wird, um ein steuerbares Programm zu liefern, das normalerweise niedrig anfängt, bis zu einer Spitze ansteigt und dann reduziert wird. Dieses Programm ist leicht auswechselbar und kann als Option des Physiotherapeuten für die geeignete Übungsveränderung während des Streckens des Glieds vorbereitet werden. In jeder Programmscheibe sind zum Aufrechterhalten der Spannung drei Blattfedern ausgebildet, wie es zum Beispiel bei **321G** dargestellt ist.

[0232] In [Fig. 32](#) ist eine Draufsicht auf eine äußere Hebeplatte **81G** von [Fig. 29](#) gezeigt, die ebenfalls sich nach innen erstreckende Elemente aufweist, die von der Hebebasis **81G** ([Fig. 34](#) und [Fig. 35](#)) in einer Art und Weise getrennt werden können und von ihr frei kommen, wie es nachfolgend beschrieben wird. Wie am besten in der Aufsicht von [Fig. 33](#) dar-

gestellt ist, weist die Hebeplatte (**612G** oder **610**) auf ihrer Oberfläche Rampen auf, beispielsweise die Rampen **352**, **353**, **354**, **355** und **356**, die dazu ausgestaltet sind, mit den entsprechenden Rampen auf der Hebeplattenbasis **81G** ([Fig. 34](#)) einzugreifen.

[0233] Wenn die Rampenplatte in eine Richtung im Uhrzeigersinn oder entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht wird, welche in der bevorzugten Ausführung die Beugung ist, wird die Hebeplatte **612G** abgesenkt oder in Richtung der Rampenplatte **81G** bewegt, und wenn sie in die andere Richtung gedreht wird, gleitet die Hebeplatte **612G** nach oben, um eine Bewegung über die Hebebasis **81G** in Bezug auf sie zu gestatten, wodurch bewirkt wird, daß die Leseplatte **609G** Druck auf die Polyurethanscheibe **310** ([Fig. 29](#)) ausübt. Somit wird bei einer Bewegungsrichtung Reibung und Druck auf die Urethanschicht **310** ausgeübt und in der anderen Bewegungsrichtung nicht. In dem anderen Abschnitt sind die Rampen umkehrt auf der Hebescheibe **610G** angeordnet, um so bei umgekehrter Bewegungsrichtung in gleicher Art und Weise zu wirken.

[0234] In [Fig. 34](#) ist eine Draufsicht und in [Fig. 35](#) eine Aufrissansicht der Hebebasis **81G** mit einer zentralen Öffnung **370**, um den Schaft **74G** ([Fig. 16](#)) aufzunehmen, und mehreren über den Umfang beabstandete Rampen **91F**, **93F**, **95F**, **97F**, **99F**, **101F**, **103F**, **105F**, **107F**, **109F**, **111F** und **113F** ([Fig. 34](#)) dargestellt. Bei dieser Anordnung bewirkt das Drehen der Basisrampenscheibe **81G** in eine Richtung, daß die Rampen **91F** bis **113F** mit der inneren Hebeplatte **612G** ([Fig. 29](#)) eingreifen und somit die Hebeplatte nach oben in die Urethanscheibe **312** treiben.

[0235] In [Fig. 36](#) ist in einer Schnittansicht, geschnitten entlang den Linien 36-36 von [Fig. 34](#) gezeigt: (1) das Positionieren der Rampen, (2) die verschiedenen Neigungen, wie zum Beispiel die bei **104C** dargestellte und (3) der abgeflachte Teilabschnitt am Boden jeder Rampe. Bei dieser Struktur gleitet die Hebeplatte auf die Rampe und stoppt dann in einer stabilen Position, wobei sie durch den anderen des inneren oder äußeren Rings in diesem stabilen, abgeflachten Teilabschnitt gehalten wird, um entweder eine erhöhte Position oder eine abgesenkte Position zu treiben.

[0236] In [Fig. 37](#) und [Fig. 38](#) sind eine Aufrißansicht von hinten und eine Aufrißansicht des oberen Gehäuses **624** von rechts gezeigt ([Fig. 29](#)), das dazu ausgestaltet ist, den Bolzen **47G** ([Fig. 28](#)) in eine zentrale Öffnung aufzunehmen und das aufweist: (1) innere Einkerbungen, um die Vorsprünge **701** bis **704** von der Leseplatte **609G** ([Fig. 40](#)) aufzunehmen, und (2) Einkerbungen **70G**, die dazu ausgestaltet sind, mit äußeren Arretierungen **708** an dem Gehäuse **622** ([Fig. 29](#)) zusammenzupassen. Wie in den [Fig. 39](#) und [Fig. 40](#) dargestellt, weisen die Leseplatten **609G**

und **608G** jeweils vier unterschiedliche Ohren **701** bis **704** auf, die mit den inneren Einkerbungen **701** bis **704** in dem Gehäuse **624** eingreifen, um dadurch gegen Drehung gehalten zu werden. Die Rollen **800**, **801**, **802** und **803** gleiten gegen die Programmkonturen der äußeren und inneren Bahn **320G** und **321G** ([Fig. 30](#) und [Fig. 31](#)), und drücken dadurch die Rückseite der Rollenplatte gegen die Hebeplatte **610** und **612**, um die Polyurethanscheiben **310** und **312** zusammenzudrücken, um eine programmierte Bewegung zu erhalten, wenn die Hebebasisplatten **81G** und **80G** bewegt werden. Die inneren und äußeren Bahnen **320G** und **321G** ([Fig. 30](#) und [Fig. 31](#)) sind den Rollen **800** bis **803** zugewandt, von denen zwei (**800** und **802**) mit der äußeren Bahn **320G** und zwei (**801** und **803**) mit der inneren Bahn **323G** ausgerichtet sind. Die beiden Kunststoffscheiben **300**, von denen eine von der Programmscheibe **60G** ([Fig. 16](#)) weggebrochen dargestellt ist, und die andere Scheibe **62G** überdecken die vier Rollen und weisen Schlitze auf, um eine Isolation der Spannung in der Kunststoffscheibe benachbart den Rollen zu gestatten. Die beiden Rollen und die beiden Bahnen haben verschiedene Bewegungsrichtungen, beispielsweise Beugen und Strecken.

[0237] [Fig. 41](#) und [Fig. 42](#) stellen eine Seitenansicht von einer und eine Draufsicht auf eine der flachen Einstellmutter **70G** und **71G** dar, die entsprechende innere Gewindeöffnungen **806** und **808** aufweisen. Diese Muttern weisen zusammenpassende und eingreifende Komplementärschlitze und Keile an ihren Enden **47G** und **44G** ([Fig. 28](#)) auf. Wie am besten in [Fig. 43](#) zu erkennen ist, weisen die Bolzen **47G** und **44G** Paßteile **900** und **902** auf, die eingreifen, um die Bolzen miteinander zu verriegeln, wobei sie es gestatten, die oberen und unteren Abschnitte des Steuermoduls voneinander weg zu ziehen und zu trennen. Die passenden Abdeckungen **901** sind in der Draufsicht der Zeichnung und in der Schnittansicht in den [Fig. 44](#) bzw. [Fig. 45](#) dargestellt. Außengewinde gestatten die Steuerung der Reibung durch das Aufnehmen individueller Einstellmutter. Die getrennten Abdeckungen, [Fig. 33](#) und [Fig. 45](#), können die beiden Abschnitte schließen, wenn nur eine Seite verwendet werden soll. Die Abdeckung **901** weist sich nach unten erstreckende Arretierungen **903** auf, die durch Einkerbungen **905** getrennt sind, um mit den entsprechenden Teilen der unteren Abschnitt der [Fig. 37](#) und [Fig. 38](#) zusammenzupassen.

[0238] In [Fig. 46](#) ist eine teilweise Perspektivansicht einer Schiene gemäß der Erfindung dargestellt, die zwei seitliche Stützen **904** aufweist, die zum Beispiel Schienbeinstützen sein können, welche die rechten und die linken Seiten einer Schiene zueinander verriegeln. Zu diesem Zweck weist die Zwei-Seiten-Stütze **904** einen starren, verriegelnden Schienenabschnitt **906** und einen gepolsterten Abschnitt **908** auf. Der Abschnitt **906** hält die rechten und linken Seiten

912A und **912B** in Position zueinander und der gepolsterte Abschnitt **908** hält das Schienbein oder ein anderes Körperteil in Position. Der starre Abschnitt **906** weist eine einstellbare Verriegelung **910** in der Mitte und entsprechende Befestigungselemente **912A** und **912B** zum Verriegeln der Beinschienen auf. Der gepolsterte Abschnitt ist einstellbar, damit er fest gegen das Bein gezogen werden kann.

[0239] Wie am besten in [Fig. 47](#) dargestellt ist, weist der Verriegelungsabschnitt **910** einen Stift **914** auf, der in jede einer Reihe von Löchern in der Seite **918** der Stütze paßt. Die Wahl der ausgerichteten Löcher **916** für das Aufnehmen des Stiftes **914** bestimmt die Länge des oberen Teilabschnitts des oberen Schienenabschnitts **906** ([Fig. 46](#)). Das Polster weist zwei Enden auf, die sich durch eine unterschiedliche der Öffnungen **922** und **924** erstrecken und die sich zur Befestigung, beispielsweise durch einen Klettverschluß bei **926** bzw. **928**, über das Ober- teil der Schiene erstrecken. Wie am besten in [Fig. 48](#) bis [Fig. 51](#) zu erkennen ist, weisen die Seiten **918** und **920** auf: (1) obere Paßabschnitte, die Öffnungen enthalten, um so leicht zusammen zu gleiten, und (2) einen Teilabschnitt des Haken-Öse-Klettverschlusses für das Polster **908** ([Fig. 47](#)).

[0240] Die Ausführungen gemäß [Fig. 25](#) bis [Fig. 51](#) liefern einen variablen Bewegungsbereich in einer Ebene und zwei Richtungen und einen vorprogrammierten, von der Geschwindigkeit unabhängigen Widerstand. Sie weisen die Funktionen der Ausführungen von [Fig. 3](#) und [Fig. 10](#) bis [Fig. 24](#) auf und weisen weiterhin auf: (1) eine Verringerung des Gesamtgewichts infolge der Verwendung neuer Materialien und Abmessungen, (2) einen erhöhten oberen Widerstand, (3) vollständige Eingriffszuverlässigkeit durch Verwendung von Reibungskissen mit einem größeren Oberflächenbereich, (4) ein System, in welchem die Beugungs- und Streckungssystemkomponenten getrennt sind und es somit dem Benutzer erlaubt wird, Übungen unter Verwendung von Widerstandsprogrammen sowohl für Beugung und Streckung, als auch nur für Beugung oder nur für Streckung durchzuführen und (5) eine Verringerung der Größe und des Gewichts des Systems.

[0241] Durch die Verwendung von Reibungskissen mit einem größeren Oberflächenbereich, erhöhter oberer Reibung, neuer Materialien und Abmessungen wird erreicht: (2) ein erhöhter oberer Widerstand, (3) eine vollständige Eingriffszuverlässigkeit durch Verwendung von Reibungskissen mit einem größeren Oberflächenbereich, (4) ein System, in welchem die Beugungs- und Streckungssystemkomponenten getrennt sind und es somit dem Benutzer erlaubt wird, Übungen unter Verwendung von Widerstandsprogrammen sowohl für Beugung und Streckung, als auch nur für Beugung oder nur für Streckung durchzuführen und (5) eine Verringerung der

Größe und des Gewichts des Systems.

[0242] Durch die Verwendung von Reibungskissen mit einem größeren Oberflächenbereich werden erhöhte obere Widerstandswerte und eine vollständige Zuverlässigkeit des Rampeneingriffs erreicht. Das erlaubt es dem Patienten zuverlässig zu üben und ein Endergebnis mit einem höheren Niveau zu erreichen. Auch die effektive Behandlungsdauer mit der Vorrichtung wird länger. Beugungs- und Streckungssystemkomponenten sind getrennt. Das bedeutet, daß der Benutzer nun in eine oder in beide Richtungen üben kann. So kann zum Beispiel während der postoperativen Rehabilitation eines Patienten, dem das vordere Kreuzband wiederhergestellt wurde, der Kliniker nun während der ersten sechs Wochen der Rehabilitation nur die Beugungsseite benutzen. Wenn der Kliniker der Meinung ist, daß es sicher ist, kann die Streckungsseite hinzugefügt werden oder sie könnte die Beugungsseite insgesamt ersetzen. Das Verwenden nur der Beugungsseite oder nur der Streckungsseite verringert die Größe und das Gewicht der Vorrichtung und erhöht die Effektivität bei der Anwendung.

[0243] In [Fig. 52](#) ist eine Perspektivansicht eines anderen Steuermoduls **30H** mit einem Schaft oder Bolzen **74H**, einem inneren Hebel **34H**, einer mittleren Reibscheibe **380H**, einer oberen Griffanordnung **32H** und mit einem elektronischen Steuermodul **382H** dargestellt. In dieser Ausführung ist die Reibscheibe **380H** fest an der unteren Griffanordnung **34H** befestigt, mit ihr elektrisch verbunden, dreht sich in Bezug auf die obere Griffanordnung **32H** und ist mit Unterbrechungen elektrisch mit dieser verbunden, um eine elektrische Verbindung zwischen dem elektrischen Programmierabschnitt **382A** und der Reibungsanordnung zur Verfügung zu stellen, welche bei der vorliegenden Anordnung die oberen und unteren Griffanordnungen und die Reibscheibe **380H** aufweist. Der Druck zwischen den Griffanordnungen und der Reibscheibe wird durch den Programmabschnitt **382H** während der Beugung und Streckung gesteuert. Die Reibscheibe kann in einigen Ausführungen anstatt einer getrennten Scheibe ein Teil der inneren und äußeren Griffe sein.

[0244] In der vorliegenden Ausführung ist der Schaft oder der Bolzen **74H** durch ausgerichtete Öffnungen **384**, **386H** und **388** in der inneren Griffanordnung **34H**, die Reibscheibe **380H** und die äußere Griffanordnung **32H** geschraubt, um die Einheiten zusammenzuhalten. Die elektronische Programmsteuerung **382H** ist zur Drehung mit der oberen Griffanordnung **32H** an dieser befestigt und elektrisch mit ihr verbunden.

[0245] In einer Ausführung weist die untere Griffanordnung **34H** eine Oberfläche **385H** auf, die magnetisch ist und dazu ausgestaltet ist, durch eine variable Magnetkraft nach innen gezogen zu werden. Ein äu-

ßeres leitendes Band **387** ist dazu ausgestaltet, selektiv mit den elektrischen Teilen der Reibscheibe **380H** zusammenzuwirken und eine Vielzahl von Öffnungen **398H**, die über den Umfang voneinander beabstandet sind und sich unter der Reibscheibe **380H** befinden, befinden sich in Kontakt mit den Leitern, die dadurch verlaufen, um einen elektrischen Weg zum Verbinden aller Leiter zu bilden, die normalerweise durch die Scheibe **380H** von oben nach unten verlaufen. In einer anderen Ausführung greift ein Motor **426** mit seiner Abtriebswelle mit dem Bolzen **74H** ein, um den Bolzen in Art und Weise einer Kugelumlaufspindel anzutreiben und die untere Platte oder die innere Platte weisen in ihrer zentralen Öffnung zusammenwirkende Gewinde auf, die mit den Gewinden des Bolzens in der Art und Weise einer Kugelumlaufspindel und einer Mutter zusammenwirken, um die beiden Hebel aufeinander zu oder voneinander weg zu bewegen, wenn sich der Motor dreht.

[0246] Um mit der Reibscheibe **380H** bei der Erzeugung von Reibung zusammenzuwirken, weist die obere Anordnung **32H** mehrere Leiter **400H** auf, die über ihren Umfang voneinander beabstandet sind und dazu ausgestaltet sind, elektrischen Kontakt mit anderen Leitern zu haben, die durch die Oberfläche der Reibungsscheibe **380H** verlaufen. Ihre untere Fläche greift umfangsmäßig mit der oberen Fläche der Reibscheibe **380H** ein. Die über den Umfang angeordneten Leiter **400H** sind elektrisch mit dem elektronischen Steuermodul **382H** verbunden und so beabstandet, daß sie elektrisch mit dem Ring von Leitern **402H** verbunden sind, die durch die Reibscheibe **380H** verlaufen, wobei die Leiter **402H** in Kontakt mit dem leitenden Band **386H** in der unteren Anordnung **34H** sind und von dort mit Energie versorgt werden. Bei dieser Anordnung setzen die Taktimpulse, die auf bestimmte der Leiter **400H** aufgebracht werden, das leitende Band in der unteren Anordnung unter Strom und liefern Zeitimpulse, die sowohl durch die Zeit- und die Taktimpulse, die durch die elektronische Steuertafel **382** aufgebracht werden, als auch durch den Abstand zwischen den äußeren und inneren Hebelanordnungen **32H** und **34H** beeinflusst werden.

[0247] Das elektronische Drucksteuermodul **382H** ist elektrisch mit einer starken Magnetspule in seiner unteren Fläche verbunden, welche die Fähigkeit aufweist, das magnetische Teil **382H** der unteren Hebelanordnung **34H** anzuziehen und somit die Anordnungen **32H** und **34H** in Abhängigkeit von dem Strom, der durch das Computermodule durch seine Spule geleitet wird, um das Feld zu verändern, mit ansteigender oder abnehmender Kraft zusammenzudrücken. Auf diese Art und Weise kann das elektronische Drucksteuermodul die Reibungskraft und den Widerstand gegenüber Bewegung bei Beugung und Streckung steuern und kann sogar als eine elektronische Bremse dienen, welche die Bewegung stoppt oder die Elemente zur freien Bewegung freigibt.

[0248] Die Taktimpulse werden durch ausgewählte der Leiter aufgebracht, die sich in den unteren Teil der oberen Hebelanordnung **32H** erstrecken und elektrische Signale werden von der unteren Anordnung **34H** durch das leitfähige Band zurückgeleitet, wenn es durch die Taktimpulse, die durch die Leiter **402** an ausgewählten Positionen übertragen werden, unter Strom gesetzt wird. Auf diese Art und Weise bestimmt das Beabstanden der Leiter in der oberen Hebelanordnung **32H** die Übertragung der Taktimpulse und das Wiedereintakten der Aufnahme der Taktimpulse in Bezug auf die Positionen der oberen und unteren Hebelanordnungen **32H** und **34H** in Bezug aufeinander nach unregelmäßigen Beabstanden der Leiter, die durch die obere Anordnung verlaufen. Auf diese Art und Weise werden ein Code für das Aufbringen auf die obere elektronische Anordnung **382A** in Bezug auf das Beabstanden der oberen und unteren Hebelanordnungen in Bezug aufeinander und ein Programm in der elektronischen Steueranordnung erzeugt, die hierin nachfolgend noch beschrieben werden.

[0249] Natürlich können, wenn auch der Code in der Ausführung von [Fig. 52](#) durch elektrischen Kontakt zwischen den sich bewegenden Elementen erzeugt wird, andere Mechanismen verwendet werden, beispielsweise eine optische oder magnetische Leseeinrichtung, die Anzeigen erfaßt, wobei sich die magnetische oder optische Leseeinrichtung in der oberen Griffanordnung und die Anzeigen in der unteren Hebelanordnung befinden. Weiterhin können viele andere Technologien, die im Fachgebiet gut bekannt sind, verwendet werden, um kodierte Signale an das elektronische Modul **382H** zu liefern. Gleichermäßen können viele andere Mechanismen von dem elektronischen Modul **382H** für das Steuern des Widerstands gegenüber Bewegung verwendet werden, um die Größe der Kraft zu steuern, die beim Widerstand gegenüber Bewegung ausgeübt wird, einschließlich der Steuerung des Drucks auf Solenoide oder des Anziehens oder Lösens einer mechanischen Vorrichtung in Form eines Solenoids, der die oberen und unteren Hebelanordnungen zusammenzudrückt oder sie löst. So könnte sich zum Beispiel, anstatt Magnetkraft direkt auf die untere Anordnung auszuüben, der Schaft **74H** nach oben durch eine Solenoidspule erstrecken und könnte entgegen einer Vorspannung einer Feder, die dem Widerstand gegenüber Bewegung proportional ist, angezogen oder freigegeben werden, oder es könnte eine hydraulische oder pneumatische Steuerung verwendet werden.

[0250] In [Fig. 53](#) ist eine Schnittansicht, geschnitten entlang den Linien 53-53 von [Fig. 52](#) dargestellt, die die äußere Griffanordnung **32H** und die Vielzahl von durch sie verlaufenden Leitern **400H** zeigt und die für den Eingriff mit einem elektrischen Anschluss an das Modul **382H** an mehreren Positionen ausgestaltet ist. Das Modul **382H** ist an der Hebelanordnung **32H** be-

festigt und bewegt sich mit dieser, um so eine elektrische Verbindung mit den dadurch verlaufenden Leitern **400H** zu gestatten, so daß das elektrische Widerstandsprogramm selektiv bestimmte dieser Leiter unter Strom setzt und Signale von verschiedenen anderen dieser Leiter empfangen kann.

[0251] In [Fig. 54](#) ist ein Blockdiagramm des Widerstandsprogrammmoduls **382H** dargestellt, mit einem Eingangsdekoder **412**, einem Ausgangsdekoder **414**, einem gepufferten Parallel-Serien-Umsetzer **416**, einem gepufferten Serien-Parallel-Umsetzer **418**, einem Mikroprozessor **420**, einem Taktimpulsausgang **422**, angeschlossenen Treibern **424** und einer Magnetbremsspule und/oder Motor **426**. Der Mikroprozessor **420** bringt kodierte Signale über den gepufferten Serien-Parallel-Umsetzer **418**, den Dekoder **414** zu den Ausgangsleitern in der äußeren Hebelanordnung **32H** ([Fig. 52](#)) auf.

[0252] Die kodierte Signale wirken über die Leiter auf die Reibscheibe **380H** ([Fig. 52](#)), um eine Verbindung mit dem leitenden Rand der inneren Hebelanordnung **34H** herzustellen, um eine Reihe von kodierten Impulsen dorthin zu liefern. Diese Impulse sind elektrisch über andere Leiter **402H** in der Reibscheibe **380H** durch den Dekoder **412** in dem gepufferten Parallel-Serien-Umsetzer **412** mit dem Mikroprozessor **420** rückgekoppelt, um die Position der äußeren und inneren Hebelanordnungen **32H** und **34H** anzuzeigen. Diese Position wird mit den gespeicherten Programmwerten verglichen, die Signale zu den angeschlossenen Treibern **424** senden, welche die Magnetbremsspule und/oder den Motor **426** steuern, was (1) in einer Ausführung zu einer sich verändernden Stromzuführung zu der Magnetbremsspule **426** zum Verändern des Anziehens zwischen den äußeren und inneren Hebelanordnungen **32H** und **34H** gemäß dem Programm, oder (2) in einer anderen Ausführung zu einem konstanten Strom führt, der über eine festgelegte Zeit einem Motor zugeführt wird, wobei der Bolzen **74H** in die Ausgangswelle des Motors geschraubt ist, um den Druck durch Anziehen oder Lösen der Reibungsflächen zu verändern, wenn der Bolzen weiter von dem Motor weg oder zu dem Motor hin bewegt wird. Der Motor wird verwendet, wenn die durch das Magnetfeld erzielte Anziehung zwischen den Oberflächen nicht ausreichend ist.

[0253] In einer Ausführung ist für das Durchführen einer Analyse eine Anzeige **423** für die Position auf einem Monitor vorgesehen und eine zweite Anzeige **425** liefert Abbildungen eines für den Patienten festgelegten Programms. Die letztere Anzeige kann ein interaktives Programm einschließen, beispielsweise für einen Skihang, wobei Abbildungen und Widerstand gegenüber Bewegung, die durch die Reibungsmodule geliefert werden, sich verändern, wenn der Patient die Schienen bewegt. Weiterhin kann virtuelle Realität durch Verwendung von zwei unterschiedli-

chen Anzeigen, eine vor jedem Auge, erreicht werden, um eine dreidimensionale Ansicht und Ton über Kopfhörer bereitzustellen. Rückkopplungssignale können verwendet werden, um Bild- und Tonprogramme in Reaktion auf die Bewegung des Benutzers zu wählen und die Reibung kann gemäß dem Programm verändert werden.

[0254] In [Fig. 55](#) ist ein Blockdiagramm der relevanten Funktionen des Mikroprozessors **420** dargestellt, der eine Vergleichseinrichtung **450**, einen Taktgeber **452**, einen seriellen Speicher **454**, einen Programmspeicher **456** und einen Digital-Analog-Wandler **458** aufweist. Die Vergleichseinrichtung **450** empfängt über den gepufferten Parallel-Serien-Umsetzer Signale von dem Dekoder **412** ([Fig. 54](#)) und vergleicht sie unter Steuerung durch den Taktgeber **450** mit in den in dem Speicher **454** gespeicherten Signalen. Das Erkennen der zusammenpassenden Signale bei dem Vergleich führt zu Signalen, die durch die Vergleichseinrichtung **450** in den Programmspeicher gelangen, der wiederum Signale zu dem Digital-Analog-Wandler **458** sendet, um die Analogsignale an dem Leiter **460** zu verändern. Der Taktgeber **452** liefert über den Ausgangsleiter **422** Taktimpulse zu dem gepufferten Serien-Parallel-Umsetzer **418** ([Fig. 54](#)) zum Entschlüsseln in dem Dekoder **414** ([Fig. 54](#)) und Anlegen an die Leiter **410** ([Fig. 54](#)) in der äußeren Hebelanordnung **32H** ([Fig. 52](#)).

[0255] Bei dieser Anordnung werden die kodierte Signale übertragen und mit der Position der äußeren und inneren Hebelanordnungen verglichen, um die Position der Hebelarme und ihre Bewegungsrichtung anzuzeigen. Das bewirkt dann wiederum ein Auslesen der mit den Positionen verglichenen Programmen, um eine Magnetbremsspule und damit den Widerstand gegenüber Bewegung zu steuern.

[0256] Der Positionscodewird durch die Verbindung zwischen den Leitern in der Reibscheibe zur Verfügung gestellt, die für jede Position gleichmäßig beabstandet sind, um so Positionen zu entsprechen, die einen unterschiedlichen linearen Abstand haben und mit gleichen Abständen in der äußeren Hebelanordnung **32H** zusammenwirken. Die Bewegungsrichtung wird durch eine numerische Folge in den Leitern angezeigt, die ähnlich einer Feineichung gebildet wird, so daß jeder Bewegungszuwachs eine Folge von Bewegungen in eine Richtung anzeigt und Bewegungszuwächse in die andere Richtung dieselben Leiter in der umgekehrten Reihenfolge unter Strom setzen. Das erfolgt durch gleichmäßig beabstandete Leiter, wenn sie mit Leitern kombiniert werden, die einen geringfügig anderen Abstand haben.

[0257] Die Ausführung gemäß [Fig. 52](#) bis [Fig. 55](#) liefert: (1) einen variablen Bewegungsbereich in einer Ebene und zwei Richtungen mit vorprogrammiertem, von der Geschwindigkeit unabhängigem elektromag-

netischen Widerstand, (2) alle Merkmale der Ausführungen von [Fig. 3](#) und [Fig. 10](#) bis [Fig. 51](#) und verwendet (3) zusätzlich ein Solenoid, einen Schrittmotor oder andere Verfahren, um die Leseplatte einer Mikroprozessorsteuereinheit gegenüber einem Reibungskissen auf der Basis eines durch einen Computer erzeugten Programms für jede Richtung zu aktivieren oder deaktivieren. Diese Ausführung weist mehrere Vorteile auf, beispielsweise: (1) Das durch den Computer erzeugte Programm ermöglicht es dem Kliniker oder dem Benutzer schnell jedes auf den Benutzer zugeschnittene Programm zu erzeugen und das ermöglicht eine unbegrenzte Anzahl von Programmvarianten, so daß Patienten in der Lage sind, unmittelbar Spezialprogramme zu benutzen, die auf ihre spezifische Situation zugeschnitten sind, (2) die spezifischen Programme können in der Klinik auf der Basis des klinischen Gebrauchs, von Erkenntnissen und Bewertungen verändert werden, (3) die Fähigkeiten, einen erhöhten Widerstand zu liefern, erlauben es der Vorrichtung in großen, selbständigen Maschinen zusätzlich zu den Schienensystemen verwendet zu werden, (4) Sensoren können bestimmen, ob der Widerstand dem voreingestellten Programm entspricht und können alle Einstellungen vornehmen, um die Zuverlässigkeit der Entsprechung zu dem voreingestellten Programm zu erhöhen.

[0258] In [Fig. 56](#) ist eine Seitenansicht einer Ausführung der äußeren Hebelanordnung **32H** dargestellt, mit einem Scheibenabschnitt **500**, einem abgestuften Abschnitt **502** und einem Klemmabschnitt **504**. Der Scheibenabschnitt **500** weist Scheibenform auf, hat eine zentrale Öffnung zum Aufnehmen des Schafts **74F** ([Fig. 16](#)) und vier Öffnungen **313**, die ihn umgeben, um Zapfen der Rampenscheibe **90F** ([Fig. 16](#)) aufzunehmen, um die obere Hebelanordnung **32F** an einer Rampenscheibe zu halten, wie sie beispielsweise bei **90F** in [Fig. 16](#) dargestellt ist.

[0259] Das Klemmsystem **504** ist dazu ausgestaltet, schnell auf eine Schiene aufgeklemt zu werden und weist für diesen Zweck Zapfen **506** und **508**, die sich nach außen erstrecken (in [Fig. 56](#) in Richtung in das Papier hinein), eine obere Wand **510**, eine untere Wand **512**, die sich teilweise in Richtung auf die obere Wand erstreckt und eine allgemein C-förmige Konfiguration bildet, auf. Der Übergangabschnitt **502** verbindet den Scheibenabschnitt **500** und den Klemmabschnitt **504** unter einem Winkel, um die Erhöhung der äußeren Hebelanordnung **32F** ([Fig. 16](#)) über die innere Hebelanordnung **34F** ([Fig. 16](#)) aneinander anzupassen.

[0260] In [Fig. 57](#) ist eine perspektivische Endansicht, teilweise als Explosionsansicht, in Richtung der Linien 57-57 von [Fig. 56](#) dargestellt, die den C-förmigen Abschnitt **530** und den invers gegenüberliegenden C-förmigen Abschnitt **526** zeigt, der eine Klemme

bildet. Der C-förmige Abschnitt **530** weist ein Oberteil **510** und den sich nach innen erstreckenden Abschnitt **522** auf, der über eine Seite der Schiene gleitet und der inverse C-förmige Abschnitt **526** weist eine Oberseite und einen sich nach innen erstreckenden Abschnitt **524** auf, der die andere Seite der Schiene aufnimmt.

[0261] Der Abschnitt **526** paßt mit diesem ersten Abschnitt zusammen und enthält eine Öffnung **520**, die dazu angepaßt ist, den Zapfen **506** aufzunehmen und parallel dazu eine gleichartige Öffnung, um den Zapfen **508** ([Fig. 57](#)) aufzunehmen, so daß die beiden Elemente miteinander einschnappen können. In der tatsächlichen Praxis hat der Zapfen **506** an einem Ende eine Raste, die in eine Lippe der Öffnung **520** paßt, so dass er nicht vollständig zurückgezogen, sondern nur geöffnet werden kann, um die Schiene anzubringen. Bei vollständigem Einführen schnappt eine durch eine Feder vorgespannte Arretierung **520** in eine Nut, aus welcher sie durch Stoßen nach unten entfernt werden kann. Allgemein ist die Arretierung **520** L-förmig, so daß sie den Zapfen vom unteren Ende ergreift und sie ist durch Herunterdrücken des durch eine Feder vorgespannten Stifts **520** entfernbar.

[0262] In [Fig. 58](#) ist eine Seitenansicht einer inneren Hebelanordnung **34H** gezeigt, die der Anordnung **34F** gleicht, jedoch mit der Ausnahme, daß sie einen Klemmmechanismus **530** aufweist, der mit dem Klemmmechanismus **504** identisch ist, mit der Ausnahme daß er umgekehrt ist, so daß er für die innere anstatt an die äußere Hebelanordnung angepaßt ist. Der Übergangabschnitt **532** ist jedoch relativ waagrecht, da er gegenüber dem Scheibenabschnitt **534** der inneren Hebelanordnung **34H** nicht abgestuft zu sein braucht.

[0263] In [Fig. 59](#) ist eine End-Perspektivansicht, teilweise als Explosionsansicht, gesehen in Richtung der Linien 59-59 in [Fig. 58](#), dargestellt, welche den Bolzen **509** zum Klemmen des Endelements **511** positioniert zeigt, um es in gleicher Weise wie bei der Betätigung des Hebelarms **32H** am Bolzen zu halten.

[0264] In [Fig. 60](#) bis [Fig. 64](#) ist eine Ansicht des ersten Hebels **32H** von oben, eine Ansicht des zweiten Hebels **34H** von oben, eine Seitenansicht eines Klemmmechanismus für den ersten Hebel **32H**, eine Ansicht des Klemmmechanismus für den ersten Hebel **32H** von unten, eine Seitenansicht des Klemmmechanismus für den zweiten Hebel **34H** und eine Ansicht des Klemmmechanismus für den zweiten Hebel **34H** von unten dargestellt. Diese Teile gestatten ein leichtes Klemmen des Moduls der vorliegenden Erfindung an eine Beinschiene.

[0265] Das zweite Klemmteil, das in [Fig. 62](#) und [Fig. 63](#) dargestellt ist, greift mit dem Hebelmechanis-

mus von [Fig. 60](#) so ein, daß die beiden Seiten zusammenbewegt werden können und gegen eine Schiene klemmen. Gleichermaßen wirken die zweiten Teile der [Fig. 64](#) und [Fig. 65](#) mit der Hebelanordnung von [Fig. 61](#) zusammen, so daß sie auseinander und zusammen gleiten und über der Schiene klemmen.

[0266] Der erste Hebel **32H** weist Zapfen **521** und **523** auf, die ebenfalls in den Klemmabschnitt **526** passen und ein Zusammenschieben des Klemmabschnitts und der Hebelanordnung in einer Größenordnung gestatten, die durch die Schrauben **519** und **525** erlaubt wird. Gleichermaßen weist der zweite Hebelabschnitt Zapfen **515** und **517** auf, die sich zwischen dem Klemmabschnitt und dem Hebelabschnitt selbst erstrecken, wie es in [Fig. 64](#) und [Fig. 65](#) dargestellt ist und ein Verschieben der beiden gestatten, so daß sie über die Schiene passen und zusammen eingerastet werden können.

[0267] In [Fig. 66](#) ist eine Perspektivansicht der Übungsanordnung **10A** dargestellt, die dazu ausgestaltet ist, eine Armschiene, ähnlich der Beinschiene der Übungsanordnung **10** ([Fig. 1](#)) aufzuweisen, die dazu ausgestaltet ist, ein Steuermodul **30** aufzunehmen, das an seinem Platz in gleicher Weise eingerastet werden kann, um das Trainieren eines Arms **12A** zu gestatten, ohne die Armschiene zu entfernen. Die Armschiene ist in jeder Hinsicht mit der Beinschiene identisch, mit Ausnahme der Einstellungen des Bewegungsbereichs und des Programms für den Widerstand gegen Bewegung, die verändert sind, um sich an die Art einer Ellbogenverletzung anstatt an eine Knieverletzung anzupassen. Da im vorliegenden Fall unterschiedliche Reibungsoberflächen in Abhängigkeit davon gewählt sind, ob die Hebelanordnungen dichter zusammen oder weiter entfernt bewegt werden, können diese Oberflächen auch mit einer Kontur versehen sein, um die Größe der Reibung in jede Richtung zu verändern.

[0268] In [Fig. 67](#) ist eine Aufrißansicht eines Skistiefels **1000** mit einem Zehenbereich **1002**, einem Fersenbereich **1008**, einem hinteren Bereich **1004** und einem Modul **30** gezeigt, dessen Hebelarme mit dem Zehenbereich und dem hinteren Bereich in der Nähe des Knöchels verbunden sind.

[0269] In der vorliegenden Ausführung sind der Zehenbereich **1006** und der hintere Bereich **1004** steif, jedoch in Bezug aufeinander bewegbar, und der Fersenbereich **1008** hat flexibles Material, so daß der Stiefelbereich **1004** sich zurück und vorwärts bewegen kann. Um sich an die Bewegung um das Modul **30** anzupassen, gleiten die Hebelarme in den Taschen **1005** und **1007**.

[0270] In [Fig. 68](#) ist eine andere Ausführung des Skistiefels **1000A** dargestellt, die der Ausführung von

[Fig. 66](#) gleicht, jedoch mit der Ausnahme, daß ein einzelnes Modul **30B** an einem relativ steifen Fersenabschnitt **1008A** angebracht ist, wobei ein Abstand zwischen dem steifen hinteren Abschnitt **1004A** und dem Fersenabschnitt vorhanden ist. Der steife Zehenabschnitt **1006A**, der durch normale Klemmen an dem Fersenabschnitt geklemmt ist, ist von dem steifen hinteren Abschnitt durch ein flexibles Material **1007A** getrennt, um so eine Bewegung zurück und nach vorn zu gestatten. Der einzelne Hebelarm des Moduls **30B** erstreckt sich nach oben in einen verschiebbaren Abschnitt **1005A** und das Modul selbst weist einen zweiten Abschnitt auf, der fest an der Ferse **1008** angebracht ist.

[0271] In [Fig. 69](#) ist eine noch andere Ausführung eines Skistiefels **1000C** dargestellt, die der Ausführung von [Fig. 67](#) gleicht, jedoch zwei Module **30A** und **30B** aufweist, die durch einen einzelnen Arm verbunden sind, um noch weitere Variationen in der Bewegung des steifen Abschnitts **1004B** des Stiefels in Bezug auf den steifen Sohlenabschnitt **1008B** zu gestatten, wobei diese Abschnitte durch flexibles Material verbunden sind. In jeder dieser Ausführungen kann das Modul **30A** ein Typ sein, der Rückkopplungssensoren aufweist, die elektrisch mit einer Computeranordnung für das virtuelle Abbilden verbunden sein können.

[0272] Die Übungsanordnungen gemäß [Fig. 1](#) bis [Fig. 65](#) können an vorhandene Schienen, beispielsweise an Schienen für untere Gliedmaßen oder obere Gliedmaßen angebracht werden und sie ermöglichen ein gesteuertes Üben der Person, welche die Schiene trägt, oder sie können Teil einer anderen gesteuerten Widerstandsvorrichtung sein. Sie gestatten eine gesteuerte Widerstandstherapie für Personen mit verletzten Gliedmaßen oder Gelenken oder möglicherweise mit verletzten anderen Körperteilen, wobei der Widerstand eine Bewegung ist, die in einer vorgesteuerten Art und Weise auf die Position des Teils bezogen ist, das trainiert wird. Sie stellen eine Übungsvorrichtung und eine Übungstechnologie zur Verfügung, die Widerstand gegenüber Bewegung liefert, der in einer vorprogrammierten Art und Weise auf die Position des Teils bezogen ist, das trainiert wird, wobei jedoch der Widerstand von der Geschwindigkeit unabhängig ist.

[0273] Diese Ausrüstung gestattet maßgeschneiderte Übungsprogramme für eine große Vielfalt von Zwecken, beispielsweise das Stärken eines schnell reagierenden Muskels oder eines langsam reagierenden Muskels oder das Stärken nur bestimmter Abschnitte eines verletzten Muskels. Der Benutzer verändert die Geschwindigkeit während eines Widerstandsprogramms, das Widerstand gegenüber Bewegung bezogen auf die Position liefert, das jedoch keine äußere Kraft erzeugt, so daß, wenn der Benutzer keine Kraft aufbringt, kein Widerstand durch die

Ausrüstung aufgebracht und der Mechanismus freigegeben wird.

[0274] In einer anderen Ausführung ist die Übungsvorrichtung mit Bildern oder anderen erfaßten Programmen gekoppelt, so daß der Benutzer Muskelaktivität mit erfaßten Ereignissen korrelieren kann. Bei dieser Anordnung kann der Benutzer auf einer Kathodenstrahlröhre, beispielsweise auf einer am Kopf angebrachten Einheit, eine Aktivität, zum Beispiel Skifahren, visualisieren und der Bildschirm zeigt das Terrain, so daß der Benutzer seine Position entsprechend einstellen kann. Sensoren zeigen das Ergebnis dieser Aktionen und liefern einen gesteuerten Widerstand bezogen auf seine Bewegung. Einige Ausrüstungen, beispielsweise Skistiefel, werden mit einem programmierten Widerstand unter Verwendung der Übungsanordnung geliefert, um schützende und nützliche Größen des Widerstands gegenüber Bewegung in gesteuerten Richtungen zur Verfügung zu stellen.

[0275] Der Widerstand gegenüber Bewegung ist während der Übung in einer vorgesteuerten Art und Weise auf die Position des Teils bezogen, das trainiert wird. Das Verhältnis zwischen Position und Widerstand ist jedoch nicht einer mittleren Motorleistungskurve proportional, sondern ist für spezielle Zwecke aufgebaut. Diese Übungsvorrichtung kann zweckmäßig in entweder einer Übung verwendet werden, die einer offenen oder einen geschlossenen kinetischen Kette entspricht.

[0276] In einer bevorzugten Ausführung weisen die Einrichtungen zum Steuern der Größe der Kraft ein Reibungswiderstandselement oder mehrere dieser Elemente auf, die abnehmbar an einer herkömmlichen Schiene oder an einem anderen Befestigungselement anbringbar sind, um eine gewünschte Widerstandskraft gegenüber Bewegung zu liefern. Die Reibungswiderstandselemente können entweder aufweisen: (1) einen Mechanismus, der eine freie Bewegung in eine Richtung zuläßt, sich jedoch in die andere Richtung nur mit Widerstand gegen die Kraft bewegt oder (2) einen Mechanismus, der einen gesteuerten variablen oder konstanten Widerstand in jede der beiden Richtungen liefert. Allgemein sind einstellbare Anschläge oder Begrenzungselemente vorgesehen, um die Größe oder den Bereich der Bewegung zu steuern. Die Widerstandskraft kann durch Krafterelemente, beispielsweise Federn oder Motoren oder dehnbare Elemente oder pneumatische Zylinder oder Ähnliches bereitgestellt werden.

[0277] In der bevorzugten Ausführung werden Reibungselemente und Druckelemente, die zusammenwirken, um Reibungskraft gegenüber Bewegung zu liefern, verwendet, weil Mechanismen, die Reibung verwenden, um die Größe des Widerstands gegenüber Bewegung zu steuern, relativ leicht auf verschie-

dene Größen der Widerstandskraft einzustellen sind, indem der Druck senkrecht zu den Reibungsflächen, die sich in Bezug aufeinander bewegen, eingestellt wird.

[0278] In der bevorzugten Ausführung weist eine Knie- oder Ellbogenschiene erste und zweite Abschnitte auf, die an einem Schwenkpunkt verbunden sind. Für eine Anwendung ist der erste Abschnitt an dem Bein (Schienbein und Wadenbein) durch ein erstes Verbindungsmittel anbringbar und der zweite Abschnitt ist mit dem Schenkel (Oberschenkel) durch ein zweites Verbindungsmittel verbunden. Für eine andere Anwendung ist der erste Abschnitt durch ein erstes Verbindungsmittel am Unterarm (Speiche und Elle) anbringbar und der zweite Abschnitt ist mit dem Arm (Oberarm) durch ein zweites Verbindungsmittel verbunden. Bei jeder Anwendung schnappt ein erster Hebel in dem ersten Abschnitt lösbar am ersten Verbindungsmittel ein und ein zweiter Hebel in dem zweiten Abschnitt schnappt lösbar an dem zweiten Verbindungsmittel ein, wobei die beiden Hebel durch ein Reibungssteuermodul verbunden sind, das am Schwenkpunkt zentriert ist. Das Reibungssteuermodul steuert die Größe der Reibung gegenüber der sich das erste und zweite Verbindungsmittel bewegen.

[0279] In der bevorzugten Ausführung werden die Reibungselemente in Bezug zueinander bewegt, wenn sich die beiden Hebel bewegen. Die Größe der Reibung wird gesteuert: (1) in einer Ausführung durch ein Ratschenelement, das bewirkt, daß die beiden Scheiben in einer Position gegeneinander gedrückt werden, in einer anderen Position jedoch freigegeben werden, so daß sie getrennt sind, (2) in einer anderen Ausführung durch einen Rampenmechanismus, der eingreift, um die Scheiben in einer Bewegungsrichtung zusammenzuschieben, während die Bewegung in die andere Richtung bewirkt, daß die beiden Elemente getrennt werden, indem eines von ihnen sich auf der Rampe nach unten verschiebt, und (3) in einer noch anderen Ausführung durch eine mikroprozessorgesteuerte Druckvorrichtung, die sowohl einen Gesamtdruck oder Mindestdruck als auch Veränderungen des Drucks steuert, um Veränderungen des Widerstands gegen Bewegung in verschiedenen Bewegungsrichtungen zu erzeugen. Ein Gesamtvorspannungsdruck kann durch einen Anziehmechanismus erzeugt werden, der senkrechten Druck zwischen den beiden Reibungselementen aufbringt.

[0280] In einigen Ausführungen sind die Reibungsscheiben eben und flach und in anderen können sie eine Kontur aufweisen, um verschiedene Reibungsgrößen an verschiedenen Orten bei der Bewegung der Vorrichtung zu liefern. Die Beugungs- und Streckungs-Reibungselemente können in konzentrischen Ringen benachbart zueinander oder an gegenüber-

liegenden Seiten zueinander oder eines unter dem anderen angeordnet sein.

[0281] In der bevorzugten Ausführung sind die Reibungselemente dazu ausgestaltet, um leicht mit Splinten verbunden zu werden, die Teile von vorhandenen herkömmlichen Schienen sind. Die Reibungselemente befinden sich in einem Steuermodul, der Hebel aufweist, die sich von ihm erstrecken. Die Hebel sind austauschbar an den Standardsplinten der Schienen angebracht. Bei dieser Anordnung kann das Steuermodul durch eine die für die Übung verwendete Schiene tragende Person an einer Schiene angebracht werden, wobei das Steuermodul an der Schiene angebracht und von der Schiene nach der Übung abgenommen wird, ohne die Schiene abzunehmen.

[0282] In anderen Ausführungen kann die Reibung durch das Zusammendrücken von Reibungsplatten gemäß einem geplanten Programm, beispielsweise magnetisch oder durch drehbare Schraubenantriebsmittel oder durch Hydraulikkolbenmittel oder andere Mittel zum Verändern der Kraft zwischen den Reibungsplatten geliefert werden.

[0283] Das Basismodul kann auch in Verbindung mit anderen Arten von Ausrüstungen verwendet werden, beispielsweise Skistiefel oder Ähnliches, um eine gesteuerte Größe der Bewegung und der Reibung zu erhalten und somit eine Verletzung zu vermeiden, die ansonsten, beispielsweise mit einem nicht flexiblen Skistiefel, auftreten könnte. Gleichermaßen kann eine solche Ausrüstung Sensoren aufweisen, um so visuelle oder andere durch Sensoren erzeugte Bilder darzustellen während eine Person übt, beispielsweise Bilder eines Terrains, während jemand die Übungsausrüstung zum Simulieren von Skilanglauf verwendet. Orthodoxe Systeme können ausgerüstet sein, um komplexe oder relativ komplette Übungsumgebungen zur Verfügung zu stellen, oder andere einfachere Ausrüstung, die heute mit Gewichten versehen ist, um isotonische Übungen durchzuführen, kann statt dessen mit Steuermodulen ausgerüstet sein, um gesteuerten Widerstand in Übereinstimmung mit der Position der zu trainierenden anatomischen Abschnitte zu liefern.

[0284] In [Fig. 70](#) ist eine vereinfachte Teilaufrißansicht, teilweise geschnitten, einer Mehrebenen-Übungsanordnung **1050** dargestellt, die als ihre Hauptteile eine erste Hebelarm- und Halteranordnung **1052**, eine zweite Hebelarm- und Halteranordnung **1054** und ein Steuermodul **1060** aufweist. Das Steuermodul **1060** verbindet die ersten Hebelarm- und Halteranordnungen **1052** und **1054** in einer Art und Weise, die der der Ausführungen von [Fig. 3](#) und [Fig. 10](#) bis [Fig. 69](#) gleicht und die Übungsanordnung von [Fig. 70](#) ist dazu ausgestaltet, an Körperabschnitten an gegenüberliegenden Seiten eines Glieds be-

festigt zu werden, um die Größe der Kraft zu steuern, die erforderlich ist um dieses Gelenk zu bewegen.

[0285] Während die vorherigen Ausführungen eine Schwenkbewegung in nur einer Ebene steuern, steuert die Übungsanordnung **1050** Bewegung in mehreren verschiedenen Ebenen und Richtungen und liefert eine Rotationsbewegung eines Körperteils in Bezug auf ein anderes und eine Schwenkbewegung in einer Anzahl von verschiedenen Ebenen und Kombinationen von Rotations- und Schwenkbewegung zwischen den Körperteilen. Sie liefert Widerstand, der unabhängig von der Geschwindigkeit in einer Art und Weise gesteuert wird, die der der vorherigen Ausführungen von [Fig. 3](#) und [Fig. 10](#) bis [Fig. 69](#) gleicht und der programmiert werden kann, um den Widerstand als Funktion der Zeit oder als eine Funktion der Position und als eine Funktion der Geschwindigkeit je nach Option des Programmierers zu verändern.

[0286] Die ersten und zweiten Hebelarm- und Halteranordnungen **1052** und **1054** weisen jeweils einen anderen der beiden Halter **1056A** bzw. **1056B** und eine andere der entsprechenden ersten Hebelarmnordnungen **1052** und zweiten Hebelarmnordnungen **1062** auf. Der Halter **1056A** ist an der Hebelarmnordnung **1058** befestigt und ausgestaltet, ein Körperteil an einer Seite des Gelenks zu halten, das sich in Bezug auf das zweite Körperteil bewegt und der Halter **1056B** ist an der Hebelarmnordnung **1062** zur Bewegung mit dieser befestigt und ist dimensioniert und geformt, um das zweite Körperteil zu halten, das sich um ein Gelenk bewegt.

[0287] Das Modul **1060**, das die ersten und zweiten Hebelarm- und Halteranordnungen **1052** und **1054** verbindet, ist in Gegenüberstellung zu dem Gelenk oder dem Teil des Körpers, das die beiden Körperteile, die sich in Bezug zueinander bewegen, verbindet, angeordnet. Das Wort Gelenk schließt in der vorliegenden Beschreibung nicht nur herkömmliche Gelenke, beispielsweise Ellbogen- oder ähnliche Gelenke ein, sondern auch andere Körperteile, die die Gelenkigkeit eines Körperteils in Bezug auf ein anderes zulassen oder steuern. Somit ist es offensichtlich, daß, wenn auch die Halter am besten für einen Ellbogen oder ein Knie, wie in [Fig. 69](#) dargestellt, gestaltet sind, andere Formen und Größen von Haltern an den Hebelarmnordnungen befestigt und angepaßt sein können, um mit anderen Körperteilen verbunden zu werden, um die Gelenkigkeit des Halses oder des Rückens zu steuern.

[0288] Die ersten und zweiten Halter **1056A** und **1056B** sind gleich und in der vorliegenden Beschreibung unterscheiden sich ihre entsprechenden Bezugswerte nur durch die jeweiligen Anhänge A und B. Daher wird nur ein Halter beschrieben, der allgemein der Halter **1056B** ist.

[0289] Der Halter **1056B** weist eine röhrenförmige Hülsenwand **1064B**, eine Halteröffnung **1066B**, ein Gelenk **1068B** sowie drei Verriegelungselemente **1070B**, **1072B** und **1074B** auf. Die Hülsenwand **1064B** ist dazu angepaßt, sich durch Schwenken um das Gelenk **1068B** um die Hülsenöffnung **1066B** zu öffnen. Wenn sie geschlossen ist, wird sie durch die Verriegelungselemente **1070B**, **1072B** und **1074B** geschlossen gehalten, die Haken-Öse-Textilhalter oder eine mechanische Verriegelung jedes Typs sein können.

[0290] Bei dieser Anordnung können die beiden Halter **1056A** und **1056B** an verschiedenen Seiten eines Gelenks oder eines anderen Körperteils befestigt werden, welches die Gelenkigkeit steuert, um Bewegung in einer Vielzahl von Ebenen unter Steuerung durch das Steuermodul **1060** und ein entsprechendes Programm zu gestatten, wobei Veränderungen der Reibung in Bezug auf Zeit, Position oder Geschwindigkeit durchzuführen sind.

[0291] Der erste Hebelarm **1058** weist einen ersten Hebelkörper **1076** und eine Programmeinheit **1078** auf. Der erste Hebelkörper **1076** ist eine Stütze, die dazu ausgestaltet ist, an dem Halter **1056A** befestigt zu werden und den Programmabschnitt **1078** starr daran zu befestigen. Er kann jede Form aufweisen, beispielsweise die in [Fig. 70](#) dargestellte Röhrenform, kann jedoch auch eine flache oder runde Form oder jede andere geeignete Form aufweisen.

[0292] Die Programmeinheit **1078** weist eine erste Reibungsfläche **1080**, eine Antriebseinheit **1082** und eine Halteeinheit **1088** auf. Sie ist angebracht, um mit einem Universalgelenk und mit einer Reibungsfläche zusammenzuwirken, die Bestandteile des Steuermoduls **1060** sind. Bei dieser Anordnung übt die Antriebseinheit **1082** Kraft unter Steuerung durch ein Programm auf die erste Reibungsfläche **1086** aus, die mit der Reibungsfläche **1086** des Universalgelenks **1084** eingreift, um den Widerstand gegenüber einer Kraft zu verändern, die zwischen den beiden Hebelarm- und Halteranordnungen **1052** und **1054** angreift. Die Steuerung des Antriebssystems kann pneumatisch oder elektrisch erfolgen und die Antriebseinheit **1082** kann in der Art und Weise eines stufenweise wirkenden Solenoids oder eines pneumatischen oder hydraulischen Kolbens unter Steuerung durch einen Computer betrieben werden.

[0293] Das Universalgelenk **1084** weist einen Zylinder auf, auf dem sich die Reibungsfläche **1060** befindet und es wird in der Programmeinheit **1078** festgehalten, wobei die Reibungsfläche die Reibungsfläche **1080** entlang einem ungeteiltem Bogen berührt. In Ausführungen, die übermäßige Druckveränderungen zwischen den Reibungsflächen vorsehen, können die Reibungsflächen gleichförmig sein. Andererseits können Veränderungen an jeder der Reibungsflä-

chen hinsichtlich der Dicke oder des Reibungskoeffizienten verwendet werden, um den Widerstand bei verschiedenen Winkeln zwischen den ersten und zweiten Hebelarm- und Halteranordnungen **1052** und **1054** zu programmieren.

[0294] Um mit dem Steuermodul **1060** und der ersten Hebelarmanordnung ein Zusammenwirken zu erreichen, weist die zweite Hebelarmanordnung **1062** einen zweiten Hebelkörper **1100** und eine Universalgelenkeinheit **1102** auf. Der Körperabschnitt **1100** ist röhrenförmig und ist an der Hülse **1056** befestigt, um sich mit ihr zu bewegen und er ist an seinem Ende mit der Universalgelenkeinheit **1102** verbunden.

[0295] Die Universalgelenkeinheit **1102** weist ein Gehäuse für einen Teil der Steuereinheit **1060**, mit dem Schaft des Universalgelenks **1006**, einer Feder **1104**, einem Haltering **1108** und einem Arretierungselement **1106** auf. Die Arretierung **1110** befindet sich an dem Schaft **1106** und wird nach oben gegen den Haltering **1108** an dem Ende der Universalgelenkeinheit **1100** gedrückt, so daß die Feder den Schaft **1102** vorspannt. Der Schaft **1102**, der an seinem anderen Ende an der Universalgelenkkugel in der Universalgelenkeinheit **1078** befestigt ist, wird durch den ersten Hebelarm **1058** gehalten. Bei dieser Anordnung weist der Schaft etwas Neigung auf, kann nach innen gegen die Kraft der Feder **1104** vorgespannt werden, befindet sich trotzdem in Kontakt mit der Reibscheibe **1080** und wird in der Universalgelenkeinheit **1078** festgehalten.

[0296] Das Steuermodul **1060** weist eine Endkugel auf, die ein Bestandteil des Universalgelenks **1084** ist. Der Durchmesser der Kugel ist größer als eine Öffnung in dem Ende der Universalgelenkeinheit **1078**, so daß sie als Teil des ersten Hebelarms **1058** festgehalten wird, jedoch mit dem Schaft **1106** verbunden ist, der sich in die Arretierung **1006** erstreckt und von ihr und dem Haltering **1108** des zweiten Hebelarms **1062** gehalten wird. Bei dieser Anordnung steuert die Reibungsfläche **1080**, die durch die Antriebseinheit **1082** angedrückt wird, den Widerstand gegenüber Kraft, die versucht, die zweiten Hebelarme auseinander zu bewegen nach einem gesteuerten Programm.

[0297] An der Oberseite des kugelförmigen Teils des Universalgelenks erstrecken sich von dem Gehäuse **1094** mehrere Markierungen und an dem Ende der Einheit ist ein Sensor **1090** befestigt, der die Markierungen abtastet und Signale zu den Leitern **1091** liefert. Der Sensor erzeugt Signale auf den Leitern **1091**, welche die Position der ersten Hebelarm- und Halteranordnung und der zweiten Hebelarm- und Halteranordnung zueinander anzeigen. Dieses Signal kann wiederum dem Computer zugeführt werden, der die Signale zu der Antriebseinheit **1082** liefert, um den Druck und somit den Reibungswiderstand zu

steuern, der an diesem Ort aufgebracht werden soll.

[0298] Das Steuermodul **1060** weist auf und wirkt zusammen mit dem Antriebssystem **1082**, der ersten Reibungsfläche **1080**, der zweiten Reibungsfläche **1086**, dem Universalgelenk **1084**, der Halteeinheit **1088**, dem Sensor **1090**, den Markierungen **1092** und dem Schaft **1106**. Bei dieser Anordnung verbindet das Steuermodul **1060** die erste und die zweite Hebelarm- und Halteranordnung, um die Größe des Widerstands gegenüber der Kraft gemäß dem Ort und in einigen Ausführungen gemäß der Zeit oder der Bewegungsgeschwindigkeit zu steuern und um Informationen über die Position der ersten Hebelarm- und Halteranordnung in Bezug auf die zweite Hebelarm- und Halteranordnung zu einer zentralen Steuereinrichtung zu liefern.

[0299] In [Fig. 71](#) und [Fig. 72](#) sind ein Längsschnitt bzw. eine Endansicht des Gehäuses **1094** gezeigt, das mit dem Steuermodul **1060** ([Fig. 69](#)) zusammenwirkt, um die Größe des Reibungswiderstands zu steuern, der von der Übungsvorrichtung **1050** ([Fig. 70](#)) erzeugt wird, aufweisend eine äußere Gehäusewand **1120**, eine zylindrische Buchse **1122**, einen Haltering **1124** und eine Haltermutter **1126** mit Außengewinde. Der Haltering **1124** ist so dimensioniert, daß er die Wand **1120** schließt und er weist eine gekrümmte Innenform und eine Öffnung auf, die dazu angepaßt sind, das kugelförmige Teil des Universalgelenks **1086** zu begrenzen. Die Haltermutter **1126** wirkt mit dem Innengewinde **1128** an der Wand **1120** zusammen, um den Haltering an seinem Platz zu halten und den zylindrischen Teil des Universalgelenks **1086** drehend zu begrenzen und um zu bewirken, dass es mit der Reibungsfläche zusammenwirkt. Die Reibungsfläche ist komplementär zu der Kugel geformt, wie es bei **1080** in [Fig. 70](#) dargestellt ist. Die Buchse ist dazu ausgestaltet, die Antriebseinheit **1082** ([Fig. 70](#)), die wiederum das Solenoid enthält, das den nach außen gerichteten durch die Reibungsfläche **1080** ausgeübten Druck steuert, aufzunehmen und zu begrenzen.

[0300] In [Fig. 73](#) und [Fig. 74](#) sind eine Längsschnittansicht bzw. eine Endansicht des Steuermoduls **1060** gezeigt, aufweisend eine Antriebseinheit **1082**, eine erste Reibungsfläche **1080**, ein Universalgelenk **1084**, einen Schaft **1106** für das Universalgelenk und einen Haltering **1108**. Das Solenoid **1130** funktioniert schrittweise, um die erste Reibungsfläche **1080** gegen die Reibungsfläche **1086** an dem Universalgelenk **1084** zu drücken.

[0301] Der Schaft **1106** bewirkt ein Koppeln mit dem zweiten Hebelarm und dem Gehäuse **1054** ([Fig. 70](#)), wobei jedoch der Widerstand gegenüber Bewegung in eine Schwenkrichtung oder Kreisrichtung bei dieser Ausführung durch die Berührungsfläche zwischen der ersten Reibungsfläche **1084** und der zwei-

ten Reibungsfläche **1086** geliefert wird.

[0302] Auf der Seite des Kugelgelenks, das von dem Solenoid **1130** weg weist und die sich über die zweite Armanordnung hinaus erstreckend, sind mehrere Markierungen **1092** angebracht, die körperliche Vorsprünge sein können, die durch einen physikalischen Sensor erfaßt werden oder optische Markierungen sein können, die durch eine Photozellenanordnung erfaßt werden, um die Position der ersten und zweiten Hebelarm- und Halteranordnungen **1052** und **1054** in Bezug zueinander zu übertragen. Der Schaft **1106** weist einen Haltering **1108** auf, der seine Bewegung begrenzt, um ihn in der zweiten Hebelarmanordnung **1062** zu halten.

[0303] In [Fig. 75](#) ist eine Endansicht der ersten Hebelarm- und Halteranordnung **1052** mit einem ersten Hebelkörper **1076** und einem ersten Hebelhalter **1056A** aneinander angebracht dargestellt. Das Universalgelenk **1084** und der Schaft **1106** erstrecken sich von der Hebelarmanordnung **1076**. Der Halter **1056A** weist ein mit **1070A** bezeichnetes Verriegelungselement, das in ein zusammenpassendes Verriegelungselement an der Öffnungslinie **1066A** einschnappt, ein Gelenk **1068A** und zwei röhrenförmige Halbzylinder auf, die zusammen um ein Körperteil einschnappen. Bei diesem Aufbau kann der Halter **1056A** geöffnet, über ein Körperteil, beispielsweise über einen Schenkel eingeschnappt werden, wobei das Steuermodul über dem Gelenk eingepaßt wird, beispielsweise über dem Kniegelenk, der zweite Halter geöffnet wird und an seinem Platz einschnappt, so dass die ersten und zweiten Hebelarme an gegenüberliegenden Seiten des Gelenks befestigt sind, um die Widerstandskraft gegenüber seiner Bewegung zu steuern.

[0304] Die Ausführung gemäß [Fig. 70](#) bis [Fig. 75](#) weist die Vorteile der Ausführungen gemäß [Fig. 3](#) und [Fig. 10](#) bis [Fig. 69](#) auf und gewährleistet zusätzlich einen vorprogrammierten, elektromagnetischen, geschwindigkeitsunabhängigen Widerstand in mehreren Ebenen, mehreren Richtungen und mit veränderlichem Bewegungsbereich. Sie verwendet Solenoide, Schrittmotoren, pneumatische Zylinder, hydraulische Zylinder, Kugelschraubenanordnungen oder jegliche andere Mittel, um gekrümmte Leseplatten in ein gekrümmtes Kugelgelenk oder aus ihm heraus zu bewegen. Das gekrümmte Kugelgelenk kann Reibung oder elektromagnetische Felder zwischen einem Kugelgelenk und seiner gekrümmten Platte verwenden, um sich verändernde Größen von Widerstand gegenüber Bewegungen eines Hebelarms in mehreren Richtungen und mehreren Ebenen aufbringen, wobei die Bewegung des Systemschafts in Bezug auf das Gehäuse, gesteuert durch ein vorher eingestelltes Computerprogramm, das den Widerstand für jedes Grad entlang einem dreidimensionalen Drei-Ebenen-Bewegungsbereich unabhängig von je-

der Richtung beibehalten wird.

[0305] Bei der Ausführung gemäß [Fig. 70](#) bis [Fig. 75](#) wird der Widerstand in mehreren Ebenen für Teile zur Verfügung gestellt, die mit Mehr-Ebenen-Gelenken verbunden sind, zum Beispiel ein Hüft- oder Schultergelenk. Sie kann auch verwendet werden, um Betätigung an einer Seite zu verhindern. So kann zum Beispiel ein Schlaganfallpatient mit linksseitiger Gehirn- und Wirbelsäulen-Disfunktion das naheliegende Gelenk (beispielsweise das linke Hüftgelenk) beim Stehen, Sitzen und Liegen und bei Bewegungsmustern der linken Hüfte in mehreren Richtungen, wie Abduktion (Wegführen von der Medianebene), Beugung, Streckung oder Drehung gesperrt haben, um die Disfunktion zu kompensieren und um die Wahrnehmung, Aktivität und Stärke der rechten Gliedmaßen zu erhöhen. Darüber hinaus können andere Bewegungsmuster des entfernten Gelenks in mehreren Richtungen durch neuromuskuläre Zeitsteuerung während vollständiger Aktivität des Glieds erleichtert oder erschwert werden. So kann man zum Beispiel die Kniestreckungsspastik während der Streckung der Hüfte verringern.

[0306] In [Fig. 76](#) ist eine noch andere Übungsvorrichtung **1200** mit mehreren einzelnen Übungseinheiten **1050A** bis **1050F** an einer entsprechenden Anzahl von Gelenken dargestellt. Jede der Einheiten **1050A** bis **1050F** entspricht allgemein der Einheit **1050** in [Fig. 70](#) und funktioniert in der Art und Weise der entsprechenden Steuermodule **1060A** bis **1060** und der Hebel-Halte-Anordnungen **1052A** bis **1052F** sowie **1054A** bis **1054E**. Die Einheiten steuern den Widerstand gegenüber Kraft eines Patienten um Schulter, Ellenbogen und Rücken, an denen sie angebracht sind. Sie können jedoch auch andere Gelenke steuern, beispielsweise den Hals. Bei dieser Anordnung kann jedes Gelenk für Übungszwecke gesteuert werden. Ein Bildschirm **1202** kann verwendet werden, um Bilder in einem interaktiven System zu liefern, das eine Sportart simuliert, wie es beispielsweise in Verbindung mit den [Fig. 54](#) und [Fig. 55](#) erläutert ist.

[0307] In [Fig. 77](#) ist eine schematische Seitenaufrißansicht einer Übungsvorrichtung dargestellt, aufweisend eine Stützbasis **1146**, einen ausziehbaren Kolben **1144**, beispielsweise einen pneumatischen Kolben, Halter für Körperteile, beispielsweise **1148A** bis **1148M**, und Steuermodule gemäß den in der vorliegenden Beschreibung beschriebenen, angeordnet an den Gelenken, die während der Übung zu bewegen sind, wie zum Beispiel die Steuermodule **1142A** bis **1142F**. Der Kolben **1144** ist an der Basis **1146** mit einer Drehkopfanordnung befestigt, so dass er nach oben oder nach unten ausgezogen werden kann und er steht über das Steuermodul **1142D** mit einer Rückenstütze und einer Gesäßstütze in Verbindung. Um eine Bewegung um die Gelenke zu gestatten

steht (1) die Rückenstütze mit einer Schulterstütze am Steuermodul **1142C** und mit einer Kopfstütze über das Steuermodul **1142** in Verbindung, steht (2) das entfernte Ende der Oberarmstütze über das Steuermodul **1142** mit einer Unterarmstütze in Verbindung und stehen (3) die Gesäßstützen mit dem Unterschenkel über das Steuermodul **1142E** und mit der Fußstütze über das Steuermodul **1142** in Verbindung. Diese Anordnung gestattet die gesteuerte Gelenkbewegung gegenüber gesteuerten Druck an jedem der Hauptgelenke des Körpers.

[0308] Bei Gebrauch kann ein Patient an seinem Platz durch den Rückenstützenhalter **1148A**, die Gesäßhalter **1148F** und **1148G**, die Unterschenkelstützenhalter **1148E** und **1148D** und die Fußstützenhalter **1148C** und **1148B** befestigt sein. Die Kopf-, Schulter- und Armstützen sind durch die Halter **1148L**, **1148K**, **1148G**, **1148I** bzw. **1148H** an dem Patienten befestigt. Wie in [Fig. 78](#) dargestellt ist, kann die Übungsvorrichtung **1140** mit dem Kolben **1144** angehoben werden, so dass der Patient in einer stehenden Position an seinem Platz befestigt ist. In jeder Position ist die Position der Gelenke gesichert, wie es in Verbindung mit den Ausführungen gemäß [Fig. 70](#) bis [Fig. 75](#) beschrieben ist und der Widerstand gegenüber Kraft ist gesteuert.

[0309] In [Fig. 79](#) und [Fig. 80](#) sind eine Längsschnittansicht und eine Endansicht einer anderen Ausführung des Steuermoduls **1150** dargestellt, mit einem Gehäuse **1152**, einem Schrittmotor **1154**, **1156**, einem Reibungssteuerschaft **1158**, einer Halteplatte **1162** und einem Reibungskissen **1160**. Bei dieser Anordnung ist das Reibungselement **1158** dazu ausgestaltet, an einem Halter befestigt zu werden, um die Reibungsbewegung dieses Halters zu steuern und der Schrittmotor **1152** ist in einer feststehenden Position in Bezug auf die Programmierereinrichtung angeordnet. Somit steuert eine Zentraleinheit die Reibung an einem Gelenk, um gesteuerten Widerstand für das Üben zu liefern. Das Steuermodul kann auch verwendet werden, um den Druck zwischen zwei zusammenpassenden Abschnitten eines Universalgelenks wie in den Ausführungen gemäß [Fig. 70](#) bis [Fig. 78](#) angeführt, zu steuern.

[0310] In [Fig. 81](#) ist das Steuermodul **1150** an einer stationären Einheit **1166** in Gegenüberstellung zu einem Stuhl **1164** befestigt dargestellt, so dass das Steuermodul **1150** ein Gelenk **1162** steuert, das die Gesäß- und die Unterschenkelstütze **1161** verbindet, so dass der Patient das Kniegelenk unter Steuerung des Moduls **1150** trainieren kann. In [Fig. 81](#) ist eine Seitenaufrißansicht des Stuhls **1164** dargestellt und sie zeigt zusätzlich zu dem Griff an der Beinstütze **1161** einen Griff, der jedoch höher angeordnet ist als der bei **1174** dargestellte Griff. Diese Einheit kann für Armübungen und die untere Einheit für Beinübungen verwendet werden.

[0311] In [Fig. 83](#) ist eine zentrale Steuerkonsole mit vier über den Umfang beabstandeten Steuereinheiten **1166A** bis **1166D** und damit verbundenen Stühlen **1164A** bis **1164D** dargestellt, um es zu ermöglichen, dass ein einziger zentraler Steuercomputer **1172** mehrere Module steuert, die an einzelne Patienten bei Bein- oder Armübungen oder Ähnlichem angepaßt werden können.

[0312] In der Ausführung gemäß [Fig. 70](#) bis [Fig. 78](#) kann ein vorprogrammierter, elektromagnetischer, von der Geschwindigkeit unabhängiger Widerstand für mehrere Gelenke, mehrere Ebenen, mehrere Richtungen und variablen Bewegungsbereich geliefert werden. Allgemein hat dieser Vorteil zusätzlich zu den Vorteilen anderer Ausführungen die Eigenschaft, einen computergesteuerten, voreingestellten Widerstand auf der Basis von voreingestellten Widerstandswerten, an mehrere Gelenke zu liefern, die für jedes Gelenk für jede Kombination des Bewegungsbereichs des Gelenks in Bezug auf die anderen beteiligten Gelenke vorgegeben sind. Sie kann sowohl Beugung als auch Streckung über einen weiten, voreingestellten Bewegungsbereich und mit dem passenden Widerstand für jeden Bewegungsbereich zur Verfügung stellen. Die vorliegende Ausführung ist besonders für Übungsausführungen mit Darstellungen in virtueller Vision und für Ganzkörperübungen mit oder ohne Fernsehen oder simulierte Handlung geeignet.

[0313] Die Ausführungen gemäß [Fig. 70](#) bis [Fig. 78](#) liefern einen vorprogrammierten elektromagnetischen, von der Geschwindigkeit unabhängigen Widerstand für mehrere Gelenke, mehrere Richtungen und variablen Bewegungsbereich und Helm für virtuelle Realität entweder sitzend oder stehend und die Ausführungen gemäß [Fig. 81](#) bis [Fig. 83](#) liefern eine Steuerung in einer Ebene, mehreren Richtungen, variablen Bewegungsbereich, vorprogrammiert und von der Geschwindigkeit unabhängig mit virtueller Realität, wenn es gewünscht wird. Helme oder Gläser, die eine Bilddarstellung mittels Computer verwenden, liefern Bilder, die mit der Computerüberwachung des Programms koordiniert sind, um den voreingestellten Widerstand für mehrere Gelenke für jedes Gelenk zu verändern, wie es vorher beschrieben ist. Der Bewegungsbereich für jedes Gelenk ist durch eines von vielen Programmen vorbestimmt, das den Widerstandswert festlegt auf der Basis: (1) der Bewegungsbereichsposition des gewählten Gelenks und des Bewegungsbereichsorts aller anderen Gelenke in Bezug auf die gewählten Gelenke, (2) der Richtung, in die sich die mit dem gewählten Gelenk verbundenen Glieder in Bezug auf die gewählten Gelenke bewegen, (3) der dreidimensionalen Koordinaten des Videobandes der virtuellen Realität. Bei Verwendung eines Betrachters, der künstlich eine funktional geschlossene kinetische Kettenaktivitätsvisualisierung erzeugen kann, kann der Übende Wandern oder

andere Umgebungen sehen, wenn der Widerstand in Übereinstimmung mit der Bewegung des Übenden beim simulierten Wandern oder Rudern oder Skilaufen oder Ähnlichem eingestellt ist.

[0314] In [Fig. 84](#) ist eine noch andere Übungsanordnung **10E** dargestellt, aufweisend einen Stützenabschnitt **14B** und rechte und linke Übungsmodule **16C** bzw. **16D**. Wie in den Ausführungen von [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) verbinden die Steuermodule **16C** und **16D** zwei Abschnitte der Schiene um ein Gelenk, das geschützt und/oder trainiert werden soll. In der Ausführung von [Fig. 84](#) ist die Übungsanordnung **10E** für eine Knieschiene **14B** angepaßt. Die Übungsmodule **16C** und **16D** können jedoch auch mit anderen Arten von Schienen, beispielsweise als Ellbogenschienen, und für andere Arten von Übungsausrüstung verwendet werden, in der gesteuerter Widerstand in zwei Richtungen zur Verfügung gestellt werden soll.

[0315] Die Schiene **14B** kann eine von vielen Standardschienen sein und ist für sich kein Bestandteil der Erfindung. Sie weist in einer für Knieschienen üblichen Art und Weise eine erste Stützeinrichtung **20E** und eine zweite Stützeinrichtung **22E** auf, die durch schwenkbare Gelenke **24E** und **24F** in einer Art und Weise verbunden sind, die im Fachgebiet bekannt ist. Die Steuermodule **16C** und **16D** sind jeweils dazu ausgestaltet, über ein jeweiliges der schwenkbaren Gelenke **24E** und **24F** miteinander verbunden zu werden. Die linken und rechten Übungsmodule **16C** und **16D** sind identisch und es wird daher nur das Modul **16C** beschrieben.

[0316] Das Steuermodul **16C** weist eine Steueranordnung **30J**, eine erste Hebelanordnung **32J** und eine zweite Hebelanordnung **34J** auf. Die ersten und zweiten Hebelanordnungen **32J** und **34J** sind an der Steueranordnung **30J** an gegenüberliegenden Seiten davon befestigt, wobei die erste Hebelanordnung **32J** dazu ausgestaltet ist, an der ersten Stützeinrichtung **20E** befestigt zu werden, um sich mit dem Schenkel einer Person zu bewegen und die zweite Hebelanordnung dazu ausgestaltet ist, an der zweiten Stützeinrichtung **22E** befestigt zu werden, um sich mit dem Bein der Person zu bewegen.

[0317] Die erste Hebelanordnung **32J** weist einen ersten Hebelarm **1384**, einen Schlitz **1386** in dem ersten Hebelarm, eine Positionierschraube **1388** und einen Positionssensor **1390** auf. Der Schlitz **1386** ist mit einem gleichen Schlitz in der ersten Stützeinrichtung **20E** ausrichtbar, so daß diese positioniert und durch die Positionierschraube **1388** bewegbar an ihrem Platz angebracht werden kann. Der Positionssensor **1390** ist an dem ersten Arm **1384** befestigt und wird verwendet, um die Position des ersten Stützabschnitts **20E** zu dem zweiten Stützabschnitt **22E** der Schiene und somit die Größe der Streckung oder der Beugung des Glieds oder von Körperteilen

um ihr Gelenk zu erfassen.

[0318] Die zweite Hebelanordnung **34J** weist gleichermaßen einen zweiten Arm **1392**, einen Schlitz **1394**, eine Positionierschraube **1396** und ein Betätigungselement **1398** auf. Bei dieser Anordnung ist der Schlitz **1394** des zweiten Arms mit einem gleichartigen Schlitz in der zweiten Stützeinrichtung **22E** ausgerichtet, um durch die Mutter **1396** beweglich befestigt zu werden, wobei das Betätigungselement **1398** dem Steuermodul **30J** zugewandt ist und ihn parallel und diametral dem Sensor **1390** gegenüberliegend auf der gegenüberliegenden Seite berührt. Das Betätigungselement **1398** stellt den Druck ein und der Sensor **1390** erfaßt den Winkel zwischen den Elementen, die das Gelenk umgeben.

[0319] Das Steuermodul **30J** weist einen Schaft **70J**, eine erste Reibscheibe und Reibkissen **1400** und eine zweite Reibscheibe und Reibkissen **1402** auf. Das Betätigungselement drückt die Kissen gegen die Reibscheibe, um die Kraft zwischen der Reibscheibe und dem Kissen und somit den Widerstand der Glieder oder anderen Körperteile um das Gelenk zu verändern. Die Schlitz- und Schraubenanordnung erlaubt die Bewegung des Betätigungselements, des Sensors und des Moduls als eine Einheit, um so die exzentrische Bewegung des Gelenks während der Beugung und Streckung einstellen zu können.

[0320] In [Fig. 85](#) ist ein Teil der ersten Hebelanordnung **32J** und ein Teil des Steuermoduls **30J** dargestellt, aufweisend den ersten Hebelarm **1384** und den ersten Schlitz **1386** in dem Hebelarm. Wie in dieser Ansicht dargestellt, weist die Steueranordnung **30J** eine Reibscheibe **1406**, einen Schaftkopf **1408**, eine Schaftmutter **1410** und ein erstes Armbasiselement **1412** auf. Der Schaftkopf **1408** ist ein regelmäßiges Parallelepiped mit Seiten, die größer sind als der Durchmesser des zylindrischen Schafts **74J**. Der Schaft **74J** hat ein mit einem Gewinde versehenes Ende **1414**, das mit einem Innengewinde in einer zentralen Bohrung der Schaftendmutter **1410** eingreift, um die Reibscheibe **1406** an der Basis **1412** zu halten. Ausgerichtete Öffnungen, die annähernd so groß sind, wie der Durchmesser des Schafts **74J**, erstrecken sich durch die Reibscheibe und die Basis **1412**, um ausgerichtete Öffnungen für den dadurch verlaufenden Schaft zu erzeugen, damit durch Schrauben der Mutter **1410** auf das mit Gewinde versehene Schaftende ein Anziehen erfolgen kann. Eine parallelepipedförmige Öffnung **1416** ist so dimensioniert, daß sie den Kopf **1408** aufnehmen kann, um so zu bewirken, daß die Reibscheibe **1406** sich zusammen mit dem Arm **1384** dreht.

[0321] In [Fig. 86](#) ist eine perspektivische Teilansicht des inneren Hebels **34J** dargestellt, mit einem zweiten Hebelarm **1392**, einem Halter **1410** für das Betätigungselement **1398** ([Fig. 84](#)) und dem Schlitz **1394**

für das Befestigen an der zweiten Stützeinrichtung **22E**. Die Steueranordnung **30G** weist einen kreisringförmigen Stützring **1174** und eine Reibungsbasis und Reibungskissen **1400** auf. Das Betätigungselement **1398** drückt die Reibungsbasis und das Reibungskissen **1402** ([Fig. 84](#)) gemäß einem elektrisch gesteuerten Programm gegen das Kissen **1400**, um in einer vorprogrammierten Art und Weise die Größe des Reibungswiderstands gegenüber Bewegung der ersten und zweiten Hebel **34J** und **32J** in Bezug zueinander zu verändern.

[0322] Ein optischer Sensor, der für das Erfassen von Positionssignalen geeignet ist, beispielsweise der Sensor **1390**, kann von der Polywissenschaftlichen Abteilung von Litton Industries, 1213 North Main Street, Blacksburg, Virginia 24060-3100 beispielsweise unter der Bauteilnummer F03573-2 bezogen werden. Dieser lineare Sensor liefert ein Digitalsignal, das zu dem Computer rückgekoppelt werden kann (in [Fig. 84](#) nicht dargestellt). Geeignete Betätigungselemente **1398** können von der EXTREMA Products, Inc., einer Tochterfirma von EDGE Technologies, Inc. 2500 North Loop Drive, Ames, Iowa 50010 zum Beispiel unter der Katalognummer 50/6m bezogen werden.

[0323] In [Fig. 87](#) ist eine Perspektivansicht eines Rollstuhls **1420** dargestellt, mit vier Rädern **1422A** bis **1422D**, einer Rückenlehne **1426** und einem Sitz **1424**, der in herkömmlicher Art und Weise an einem Rahmen abgestützt ist, um es einer Person zu gestatten, auf einer horizontalen Abstützung **1424** zu sitzen, während sie durch den Rahmen auf den vier Rädern abgestützt ist und sie sich gegen die Rückenlehne **1426** zurücklehnt. An jeder Seite sind Armlehnen vorgesehen, wie sie bei **1442A** und **1442B** dargestellt sind.

[0324] Der Rollstuhl **1420** kann weiterhin eine Armübungseinrichtung aufweisen, mit einem ersten Paar rechten und linken Steuermodulen **1438A** und **1438B**, einem entsprechenden Paar von Übungschäften **1436A** und **1436B** und einem entsprechenden Paar von Handgriffen **1434A** und **1434B**. Die Steuermodule **1440A** und **1440B** sind an gegenüberliegenden Seiten an dem Rollstuhlrahmen befestigt und sind an dem Rahmen so befestigt, daß sie Widerstand entlang der horizontalen Achse gegenüber Bewegung in einer vorprogrammierten Art und Weise liefern. Sie können in der Art und Weise jedes der anderen Steuermodule oder in der Art und Weise der Module der [Fig. 84](#) bis [Fig. 86](#) ausgestaltet sein.

[0325] Die Steuermodule **1438A** und **1438B** sind zwischen dem Rahmen des Stuhls und den gegenüberliegenden Seiten des Stuhls befestigt, um sowohl den rechten und linken Arm aufzunehmen, wobei das Modul **1438A** die seitliche Auswärtsbewegung durch den rechten Arm aufnimmt und das Modul **1438B** po-

sitioniert ist, um die Auswärtsbewegung durch den linken Arm aufzunehmen. Diese beiden Module haben eine vertikale Achse und verbinden die entsprechenden der horizontalen Armübungsschäfte **1436A** und **1436B** mit dem Rahmen an einem Ende der Armschäfte. Die Handgriffe **1434A** und **1434B** sind an den entsprechenden Armübungsschäften befestigt, um einen zweckdienlichen Handgriff für eine Person zur Verfügung zu stellen, die sich in einem Rollstuhl befindet, um gesteuerte Armübungen um die Steuermodule auszuführen.

[0326] Ein programmierter Widerstandsgrad gemäß den Bewegungen der Hand seitlich nach außen kann geliefert werden. Ferner können die Module **1438A** und **1438B** an entsprechenden Steuermodulen von gleichartiger Struktur, jedoch unabhängig voneinander programmierbar, befestigt werden und sie weisen Achsen auf, die horizontal und quer zu der Achse der Module **1438A** und **1438B** verlaufen. Diese Module können wiederum mit einem entsprechenden der Armübungsschäfte **1436A** und **1436B** in Verbindung stehen, so daß diese Armübungsschäfte mit einem vorbestimmten Widerstandsmuster unter Steuerung des entsprechenden der Module **1436A** und **1436B** und unter Steuerung der zusätzlichen Module in eine vertikale Richtung bewegt werden können, um zwei Bewegungsgrade für die Übungseinrichtung zur Verfügung zu stellen. Somit können zwei der Ein-Ebenen zweidimensionalen Steuermodule miteinander verbunden werden, um eine dreidimensionale Übungsbewegung in mehreren Ebenen zu liefern.

[0327] In einer ähnlichen Art und Weise ist die Rückenlehne **1426** mit dem Rahmen durch zwei Module **1440A** und **1440B** verbunden, wobei sich ein Modul auf jeder Seite der Rückenlehne befindet. Diese beiden Module bilden eine Verbindung zwischen dem Rollstuhlrahmen und der Rückenlehne **1426**, um gesteuerten Widerstand gegenüber dem Drücken der Rückenlehne **1426** nach hinten und damit Übungen um die Taille zu gestatten.

[0328] Um Beinübungen zu gestatten, sind die Steuermodule **1428A** und **1428B** an gegenüberliegenden Seiten mit einer horizontalen Achse an dem Rahmen befestigt und verbinden entsprechende der Beinstützenschäfte **1432A** und **1432B** mit dem Rahmen, um gesteuerten Widerstand dazwischen zu liefern. Die Fußstützen **1430A** und **1430B** sind mit den gegenüberliegenden Enden der entsprechenden Beinstützenschäfte **1430A** und **1430B** verbunden, um Übungen der Beine der Person durch ihr Aufwärtsschwingen entgegen dem Widerstand, der durch den entsprechenden der Steuermodule **1428A** und **1428B** geliefert wird, zu gestatten.

[0329] Wenn auch der Übungsmechanismus für mehrere Gliedmaßen in Verbindung mit einem Rollstuhl dargestellt ist, können diese Übungsmechanis-

men für andere Arten von menschlichen Stützstrukturen verwendet werden, beispielsweise für gewöhnliche Stühle oder Betten oder für Rahmenwerke zum Stützen einer stehenden Person. Bei allen diesen Arten von Strukturen können Bewegungsmuster in einer Dimension oder in zwei Dimensionen zum Üben mit Steuermodulen an den Schwenkpunkten zur Verfügung gestellt werden, um Widerstand gegenüber Bewegung gemäß dem Programm in dem Steuermodul zu liefern.

[0330] In [Fig. 88](#) ist eine Perspektivansicht einer Schneebrettbindung **1450** unter Verwendung der vorher beschriebenen Steuermodule dargestellt, aufweisend eine Basis **1452**, eine Stiefelverriegelung **1454** und eine Beinverriegelung **1456**. Die Basis **1452** ist dazu ausgestaltet, feststehend an dem Schneebrett befestigt zu werden und sie stützt die Stiefelverriegelung **1454**, die gelenkig angebracht und dazu ausgestaltet ist, den vorderen Teil eines Stiefels an seinem Platz an der Basis zu befestigen. Die Beinbefestigungseinrichtung **1456** ist an der Stiefelbefestigungseinrichtung **1454** durch einen Schaft **1458** befestigt, der die Befestigungsteile **1460** und **1462** einstellbar miteinander verbindet.

[0331] Das Befestigungsteil **1460** ist starr an der Beinverriegelung **1456** befestigt und das Befestigungsteil **1462** ist starr mit der Stiefelbefestigungseinrichtung **1454** verbunden. Der Schaft **1458** ist so positioniert, daß er entlang einer vertikalen Achse um das Befestigungsteil **1460** gleitet und er weist an seinem unteren Ende ein dreidimensionales Steuermodul **1464** auf, um eine universelle Gelenkbewegung mit gesteuerten, vorprogrammierten Widerstand zwischen dem Schaft **1458** und dem Schuhteil **1454** zu liefern. Somit kann der Schaft **1458** in jede Richtung um einen Punkt in dem Steuermodul **1464** schwenken, um in Gebrauch eine Bewegung des Körpers in Bezug auf das Schneebrett zu gestatten.

[0332] Das Modul **1464** ist in derselben Art und Weise gestaltet, wie das Modul von [Fig. 73](#). Alternativ kann es zwei zweidimensionale Steuermodule aufweisen, beispielsweise wie die Steuermodule, die in Verbindung mit [Fig. 84](#) bis [Fig. 86](#) offenbart wurden, die in rechten Winkeln zueinander angebracht sind, so daß ein Modul eine Schwenkbewegung um eine x-Achse und das andere eine Schwenkbewegung um eine y-Achse in Querrichtung liefert. Dem Schwenken kann eine vorbestimmte Größe des Widerstands in der vorher beschriebenen Art und Weise entgegengesetzt werden, um die Wahrscheinlichkeit von Unfällen, während noch Bewegung gestattet ist, zu vermeiden. Der Widerstand kann eingestellt werden, um eine stabile Stütze zu bilden, um Gewichtverschiebung auf dem Brett zu gestatten, jedoch in einigen Positionen nachzugeben, um Verletzungen zu vermeiden.

[0333] In [Fig. 89](#) ist eine Übungsmaschine für einen Benutzer in stehender Position **1470** dargestellt, welche die Steuermodule verwendet, die vorher beschrieben wurden und die einen stationären Rahmen, der stationäre Elemente **1472A** und **1472B**, die dazu ausgestaltet sind, auf einem Fußboden zu stehen, einen schwenkbaren Rahmen mit dem Element **1471** und einen Schulter- und Rückenrahmen **1476** aufweist. Das schwenkbare Rahmenelement **1471** ist ein Stahlrohr mit einem quadratischen Querschnitt und in einer solchen Form ausgebildet, daß es ein Rechteck bildet, das schwenkbar mit dem Rahmen **1472** und mit dem Schulter- und Rückenrahmen **1476** verbunden ist.

[0334] Der Schulter- und Rückenrahmen **1476** weist eine Rückenlehne **1486** und rechte und linke Schulterhaken **1484A** und **1484B** auf, die an der Oberseite der flachen, plattenförmigen Rückenlehne **1486** befestigt sind. Bei dieser Anordnung kann eine übende Person ihren Rücken gegen die flache, plattenförmige Rückenlehne **1486** mit den Schulterstützen **1484A** bzw. **1484B** drücken, die sich gekrümmt über die rechte und linke Schulter erstrecken, so daß die Rückenlehnen- und Schulterstütze **1476** sich mit der Übungsanordnung bewegen kann. Die Rückenlehne **1476** ist relativ klein und weist eine vertikale Abmessung zwischen 15,2 cm (sechs Zoll) und 152,4 cm (fünf Fuß) auf, so daß sie mit dem Rücken gekrümmt werden kann und nicht den Fußboden berührt, wenn sie vertikal in ihrer Normalstellung steht.

[0335] Um eine Verdrehungsbewegung zu gestatten, ist die Schulter- und Rückenlehnenstütze **1476** durch ein Steuermodul **1474** an dem schwenkbaren Rahmen **1471** befestigt. Das Steuermodul **1474** kann ein Widerstandsprogramm liefern, um vorprogrammierten Widerstand bei verschiedenen Winkeln während der Schwenkbewegung des Rahmens für eine Person zu erzeugen, die sich an der Rücken- und Schulterlehne festhält und den Oberkörper verdreht.

[0336] Um ein Krümmen an der Taille als eine Übung zu gestatten, ist der schwenkbare Rahmen **1471** durch die Steuermodule **1478A** bzw. **1478B** schwenkbar an einem zentralen Ort etwa in Taillenhöhe an dem stationären Rahmen **1472A** und **1472B** befestigt, um es einer Person, die an den Schulterlehnen **1484A** und **1484B** festgehalten wird, sich in einer Bewegung zu krümmen, wie zum Beispiel in einer Bewegung, bei welcher sie die Zehen berührt.

[0337] Um Armübungen zu gestatten, sind Handgriffmechanismen **1478A** und **1478B** für die rechte und linke Hand positioniert und an der Schulter- und Rückenlehne durch die Steuermodule **1480A** und **1480B** befestigt, so daß eine Person ihre Arme trainieren kann, indem sie diese nach oben und unten schwenkt.

[0338] Um eine Hockbewegung zu gewährleisten, ist der Verdrehrahmen aus Schienen **1475A** und **1475B** gebildet, die durch an diesen auf jeder Seite angebrachte Hülsen verschiebbar dazu befestigt sind und er ist durch die Steuermodule **1474A** und **1474B** sowie **1476A** und **1476B** befestigt, um die Bewegung der Rücken- und Schulterlehne **1476** nach unten zu gestatten, während eine in dem Mechanismus stehende Person das Knie beugt, um Hockbewegungen nach oben und nach unten auszuführen. Die Steuermodule können alle eingestellt sein, ein gesteuertes Übungsmuster zu liefern.

[0339] In [Fig. 90](#) ist eine Perspektivansicht, teilweise in Explosionsdarstellung, einer Schiene gemäß der Erfindung dargestellt, aufweisend eine zweiseitige Stütze **904A**, die zum Beispiel eine Schienbeinstütze ähnlich der Schienbeinstütze von [Fig. 46](#) sein kann, welche die rechte und linke Seite einer Stütze miteinander verbindet. Zu diesem Zweck weist die zweiseitige Stütze einen starren verriegelnden Schienenabschnitt **906A**, einen gepolsterten Abschnitt **908A** und rechte und linke Seitenabschnitte **913A** bzw. **913B** auf.

[0340] Der Schienenabschnitt **906A** verbindet die rechte Seite **913A** mit der linken Seite **913B** in Position in Bezug zueinander und ermöglicht es, daß der gepolsterte Abschnitt **908A** positioniert wird, um ein Körperteil, beispielsweise das Schienbein, in Position abzustützen. Zu diesem Zweck weist der starre Abschnitt **906A** ein verschiebbares Befestigungselement **910A**, zwei mit Gewinde versehenen Arretierungsringe **915A** und **915B**, einen geteilten Endring **1509**, eine Hülse **917** mit Innengewinde, einen Schaftabschnitt mit verringertem Durchmesser **1512** und einen hohlen, mit Gewinde versehenen Basisabschnitt **906A** auf. Der Schaftabschnitt mit verringertem Durchmesser **1512** paßt in den Schaftabschnitt mit verringertem Durchmesser **1512** und drückt auf den dazwischenliegenden Endring **1509**, wenn die Aufnahmhülse **917** auf den Basisabschnitt **906A** geschraubt wird. Das verschiebbare Befestigungselement **910A** kann zu einem Ort bewegt werden, um den gepolsterten Abschnitt **908A** zu positionieren und ihn mittels der mit Gewinde versehenen Arretierungsringe **915A** und **915B** zu arretieren.

[0341] Der gepolsterte Abschnitt **908A** ist an einem sich nach unten erstreckenden Abschnitt der Arretierung **910A** so befestigt, daß er durch die Arretierung **910A** zum Positionieren über dem Schienbein von Ort zu Ort bewegt werden kann. Er weist einen unteren gepolsterten Abschnitt **1500** und einen obere Abstützung **1502** auf, die starr genug ist, um das Körperteil an seinem Platz zu halten, wenn das Polster **1500** gegen die Haut des Patienten gedrückt wird. Eine sich nach oben von der starren Abstützung erstreckende Hülse **1504** nimmt ein Kugelgelenk des Verriegelungselements auf. Es ist um das Verriegelungselement

lungselement schwenkbar, wird jedoch in seitlicher und in Längsrichtung an seinem Platz festgehalten. Eine Schraube **1507** kann durch eine mit Innengewinde versehene Öffnung gegen die Elemente **913A** und **913B** gedrückt werden, wie es bei **1506** in dem Adapter **32L** zur Befestigung an einer Schiene dargestellt ist.

[0342] In [Fig. 91](#) ist eine Seitenaufrißansicht der linksseitigen Stütze **913B** dargestellt, aufweisend ein erstes Ende **1508** mit einem Außengewinde darauf, einen Verbindungsabschnitt **1510** und einen Schienenabschnitt mit verringertem Durchmesser **1512**. Das mit Gewinde versehene Ende **1508** ist dazu ausgestaltet, um in eine Öffnung in dem Adapter für eine Schiene zu passen, wo es durch eine Gewindeschraube gehalten wird und den Verbindungsabschnitt **1510** abstützt, der sich nach außen erstreckt und nach innen krümmt, um den Schienenabschnitt zu bilden.

[0343] Der Abschnitt mit verringertem Durchmesser **1512** ist dazu ausgestaltet, in den hohlen, mit Außengewinde versehenen Schienenabschnitt **919** zu passen, um ein Zwischenverbindungselement für den starren Mittelabschnitt **906A** der Schiene zu bilden. Die mit Innengewinde versehene Aufnahmhülse **917** ist an dem rechtsseitigem Element **913B** zwischen dem Schaftabschnitt mit verringertem Durchmesser **1502** und dem Verbindungsabschnitt **1510** positioniert und weist in sich eine mit Innengewinde versehenen Aussparung **1514** zum Aufnehmen des mit Außengewinde versehenen Abschnitts **919** des Basisabschnitts **906A** und eine Aussparung mit einem verringerten Durchmesser auf, die mit dem Ende des Endrings **1509** eingreift, und ihn zwischen den Abschnitt mit verringertem Durchmesser **1512** und die Innenwand des hohlen Abschnitts drückt, um die beiden in Bezug zueinander zu verriegeln, wenn die Aufnahmhülse **917** auf das Außengewinde des hohlen Abschnitts **919** geschraubt wird.

[0344] In [Fig. 92](#) ist eine Aufrißansicht der rechtsseitigen Stütze **913B** von vorn dargestellt, welche den mittleren zylindrischen Schaft **1502** zeigt, der in eine entsprechend dimensionierte Öffnung in dem linksseitigen Element **913A** paßt, um den starren Mittelabschnitt **906A** mit der Hülse **917** am gegenüberliegenden Ende zu bilden.

[0345] In [Fig. 93](#) ist eine Aufrißansicht des linksseitigen Elements **913A** dargestellt, aufweisend den mit einem Außengewinde versehenen Schaft **906A**, eine Innenbohrung **1520**, die in Längsrichtung durch die Mittelachse des Abschnitts **906A** verläuft, ein Paar Schlitze in einer Ebene senkrecht zu der Ebene des linksseitigen Elements **913A**, von denen einer bei **1522** dargestellt ist, einen Verbindungsabschnitt **1524** und einen Endbefestigungsabschnitt **1526** mit einem mit Gewinde versehenen Ende. Das mit Ge-

winde versehene Ende des Abschnitts **1526** ist in den Adapter eingesetzt und erstreckt sich parallel zu dem Ende **1508** nach oben, wobei ein Verbindungsabschnitt eine Verbindung mit dem sich senkrecht erstreckenden Ende herstellt. Der Abstand zwischen den Außengewinden **906** ist weiterhin so dimensioniert, daß sie mit den mit Innengewinde versehenen Zylinder **917** eingreifen, der den Endring **1526** zwischen den Schaft **1502** und die Innenbohrung **1522** drückt, um den Abstand zwischen den Seiten **913A** und **913B** durch Festhalten des Schafts an einem festgelegten Ort innerhalb der Bohrung **1520** einzustellen.

[0346] In [Fig. 94](#) ist das Positionierungselement **910A** dargestellt, mit einem zylindrischen Hülselement **1530**, das über das Element **906A** paßt und darauf beweglich ist, einem sich nach unten erstreckenden Schaft **1532** und einer Kugel **1534**. Die Kugel **1534** ist an der Hülse **1530** durch das sich nach unten erstreckende Element **1532** befestigt und befindet sich innerhalb der gepolsterten Schienenstütze **908A**.

[0347] In [Fig. 95](#) ist eine Aufrißansicht des Positionierungselements **908A** dargestellt, mit einer Hülse **1504**, die dazu ausgestaltet ist, die Kugel **1534** beweglich aufzunehmen, so daß eine Einstellung der Hülse **908A** seitlich entlang dem Element **906A** durch Bewegen der Gleithülse **1530** daran entlang gestattet wird.

[0348] In [Fig. 97](#) ist eine Ansicht der Schienenstütze **908A** von oben dargestellt, welche die Hülse **1504** zeigt, die die Kugel **1534** aufnimmt, die in sie durch Druck auf ihre Oberseite eingesetzt und an ihrem Platz arretiert werden kann. In [Fig. 96](#) ist einer der Ringe mit Innengewinde **915A** dargestellt, der mit dem Ring **915B** identisch ist. Diese schmalen Ringe können durch Schrauben entlang dem Schaft **906A** bewegt werden. Sie sind dazu bestimmt, die Hülse **1530** fest angezogen festzustellen.

[0349] Mit diesem Mechanismus können, wie am besten in [Fig. 90](#) zu erkennen ist, die beiden Seiten **913A** und **913B** in Öffnungen in den Adaptern **32L** und **34L** eingesetzt und an ihrem Platz festgehalten werden, indem Arretierungen gegen sie gedrückt werden. Die Hülse **910** kann in einer für den Patienten geeigneten Weise durch Schrauben der beiden Ringe **915A** und **915B**, bis das Polster **1500** korrekt positioniert ist, positioniert werden. Die beiden Elemente **913A** und **913B** können fest an dem Schaft **1502** in der Bohrung **1520** befestigt werden. Die Länge kann eingestellt und die beiden Elemente können zur Erreichung von Festigkeit durch Schrauben der mit Innengewinde versehenen Hülse **917** auf das Gewinde des Schafts **906A**, bis der Endring **1540** eine fest angezogene Berührungsdichtung zwischen der Außenseite des Schafts **1502** und der Innenwand der

Öffnung **1520** bildet zusammengezogen werden, um so den Schaft **1502** fest in der Öffnung in einem Abstand zu halten, welcher zu der Länge zwischen den Adaptern **32L** und **34L** paßt, wobei die beiden Seiten **1526** und **1510** parallel zueinander angeordnet sind.

[0350] In [Fig. 98](#) sind die ersten und zweiten Hebelarme **32K** und **34K** befestigt an ersten und zweiten Abschnitten **26K** bzw. **28K** einer Knieschiene dargestellt. Die jeweiligen zentralen Scheiben **1530** und **1532** dieser beiden Hebelabschnitte **32K** und **34K** überlappen sich und sind mit einem Steuermodul über einem Kniegelenk verbunden. Ein Bolzen des Steuermoduls **74K** ist teilweise dargestellt.

[0351] Die Hebelabschnitte sind dazu angepaßt, in einer Art und Weise über die Schienenteile zu schnappen, die der gleiche, die in Bezug auf [Fig. 56](#) bis [Fig. 59](#) beschrieben ist, mit der Ausnahme, daß ein einziger Bolzen die beiden Schnappabschnitte der Hebel zusammenhält, wobei der Bolzen **1534** einen ersten über das Schienenteil geschnappten Abschnitt an einem zweiten Abschnitt hält, der den Scheibenabschnitt für den Hebelarm **32K** aufweist und ein Bolzen **1536** die beiden Abschnitte des Hebelarms **34A** über der Schiene zusammenhält. Weiterhin ist eines der beiden Paare von Arretierungen **1506** dargestellt, die mit einem Endabschnitt ([Fig. 90](#)) eingreifen, um eine Seite der zweiseitigen Stütze **904A** ([Fig. 90](#)) an ihrem Platz zu halten.

[0352] In [Fig. 99](#) ist ein Blockdiagramm des Mikroprozessor-Steuersystems **1538** dargestellt, mit einem Mikroprozessor **1540**, einer Kombination einer Elektronenstrahlröhre und einer Tastatur **1542**, einem Drucker **1544**, einem Modem **1546**, mehreren Sensoren **1548A** bis **1548F** und mehreren Betätigungsvorrichtungen **1550A** bis **1550G**. Die Kombination von Kathodenstrahlröhre und Tastatur **1542**, der Drucker **1544** und die Schnittstelle Modem-Computer **1546** sind alle elektrisch mit dem Mikroprozessor verbunden, um die Übertragung von Informationen in den Mikroprozessor und das Auslesen der Informationen aus dem Mikroprozessor entweder zu einem Benutzer an einer lokalen Station oder an einer entfernten Station zu gestatten. Die Sensoren **1548A** bis **1548F** senden Signale zu dem Mikroprozessor, die darstellen: (1) die Positionen von Gliedern in Bezug auf ein Gelenk oder andere Körperteile, (2) Zustände des Muskels, wie sie durch myotonische elektrische Aktivität zum Ausdruck kommen, und/oder (3) Zeitsteuerung von Aktivitäten, beispielsweise von Signalen von externen Wandlern, die anzeigen, wenn ein Fuß gegen den Fußboden stößt oder die einen bestimmten Beschleunigungswert eines Körperteils oder eine Temperatur oder Ähnliches aus der Umgebung anzeigen.

[0353] Die Betätigungsvorrichtungen **1550A** bis **1550G** können: (1) den Widerstand gemäß verschie-

denen in den Steuermodulen aufgezeichneten und vom Benutzer verwendeten Programmen verändern, oder (2) elektrische myographische Signale oder Ultraschallsignale oder Wärme oder Ähnliches in Verbindung mit Daten in dem Mikroprozessor **1540**, mit dem sie elektrisch verbunden sind, anlegen. Die Sensoren **1548A** bis **1548F** liefern Signale zu dem Mikroprozessor **1540**, die verwendet werden können, um auf Daten zuzugreifen, die wiederum verwendet werden können, um die Betätigungselemente bezüglich Zeit oder Amplitude oder Ähnlichem zu steuern.

[0354] Um Kommunikation zwischen dem Mikroprozessor und dem Bedienungspersonal zu gewährleisten, ist eine örtliche Station mit sowohl Anzeige- als auch Eingabeeinrichtungen vorgesehen. So kann zum Beispiel eine Elektronenstrahlröhre Daten von dem Mikroprozessor anzeigen und durch eine Bedienungsperson können Daten über eine Tastatur eingegeben werden, obwohl sie auch über ein Band oder andere Mittel eingegeben werden können. Alternativ kann der Mikroprozessor Informationen für einen Ausdruck zu einem Drucker **1544** senden. Für den Ausdruck und das Betrachten von Daten an einem entfernten Ort oder für die Übertragung von Daten zu einem anderen Mikroprozessor oder Ähnlichem kann ein Modem elektrisch angeschlossen werden, so daß ein entfernter Benutzer an der Aktivität, welche die Übung oder die Therapie oder Ähnliches für einen Benutzer beinhaltet, teilnehmen kann.

[0355] In der bevorzugten Ausführung ist der Mikroprozessor **1540** ein Mikroprozessor, der als intelligentes Block-Mikroprozessor-Kernspeichermodul bezeichnet wird und der einen Z-world Engineering Z-180 Mikroprozessor mit zwei seriellen Anschlüssen, Motorola 6800 Peripheral Interface Drive, Busverbinder, Zeit-/Datum-Taktgeber, Überwachungs-Zeitsteuereinrichtung und Stromausfallanzeige verwendet. Der Mikroprozessor kann von der Z-world Engineering, 1724 Picasso Avenue, Davis, California 95616 käuflich erworben werden.

[0356] Um Muskelstimulation zur Verfügung zu stellen, um eine Muskelbewegung zu einer vorbestimmten Zeit zu stärken, weist der EMS-Aktivator **1550A** Elektroden auf, die an einer Stelle oder an mehreren Stellen gegen die Haut gehalten werden können, um ausgewählte Muskeln in einer Art und Weise zu stimulieren, die im Fachgebiet bekannt ist. Die Muskelstimulation kann verwendet werden, um Muskeln zu stärken oder um den Muskeltonus (Spannkraft) auszugleichen, der in der Stärke auf beiden Seiten des Körperteils, beispielsweise des Schienbeins, in der Stärke ungleich ist. Somit kann der Patient üben, ohne daß das Bein durch ungleiche Muskelstärke verdreht wird oder er kann mit einer Schiene gehen oder Ähnliches.

[0357] Die Stimulation des Muskels kann von Pati-

enten allein durchgeführt werden, um es ihnen dadurch zu gestatten, ambulant behandelt zu werden, während sie ansonsten nicht ambulant behandelt werden könnten. Patienten, die unter mangelnder Knickfestigkeit es Knies leiden, könnte unter bestimmten Bedingungen ein Signal zu einer richtigen Zeit angelegt werden, um das Einknicken des Knies zu vermeiden. Es können mehrere Muskeln in einer zeitgesteuerten Reihenfolge stimuliert werden, die ereignisgesteuert ist, beispielsweise durch ein Ereignis, wie ein gemessener Stoß, der durch ein Auftreffen der Ferse auf einen Fußboden erzeugt wird oder eine Beanspruchung bestimmter Größe, die auf eine Schiene mit einem Steuermodul aufgebracht wird, oder Ähnliches. Das Signal für die Stimulierung kann durch mehr als eine Quelle gesteuert werden, beispielsweise durch spezielle Positionen der Beugung eines Gelenks zusammen mit einer Kraft auf das Gelenk oder durch bestimmte myotonische elektrische Aktivität, die durch Muskelwirkung entweder von selbst oder in Verbindung mit Kraft oder Winkelstellung erzeugt wird oder irgend eine andere Erfassungstechnik.

[0358] Die Muskeln können in Verbindung mit einer Veränderung des Widerstands des Steuermoduls, wie vorher hierin beschrieben, stimuliert werden. Somit kann bei bestimmten Pegeln von Kraft oder myotonischer Aktivität und Gelenkstellung entweder der Widerstand verändert werden, um eine zusätzliche Abstützung zu liefern, beispielsweise durch Erhöhen des Widerstands eines Steuermoduls in einer Knieschiene, um ein Einknicken des Knies unter bestimmten Bedingungen zu vermeiden oder zusammen mit einer Aktivierung einer zusätzlichen Muskelfaser durch Stimulierung oder, als eine Alternative, durch Stärken des Muskels in Abhängigkeit von einem Signal, das von dem Muskel selbst empfangen wird.

[0359] Somit kann der Mikroprozessor zusammen mit Sensoren und Betätigungselementen den Widerstand in dem Modul in Abhängigkeit von der Kraft, die erforderlich ist, das Modul zu beugen, von Bedingungen, beispielsweise dem Gewicht, das auf einen äußeren Wandler wirkt, vom Zeitpunkt eines bestimmten Stoßes, beispielsweise wenn ein Fuß auf den Boden trifft, und von Signalen, die durch Muskelaktivität erzeugt werden, steuern. Dieser Widerstand kann verwendet werden, um eine Abstützung zu Verfügung zu stellen, beispielsweise gegen das Einknicken eines Knies, oder es kann eine gesteuerte Widerstandskurve für die Übung bereitgestellt werden. Der Widerstand kann mechanisch programmiert werden oder er kann in einer Nachschlagetabelle des Mikroprozessors gespeichert sein, durch Signale von den Wandlern adressiert sein oder er kann im Fall einiger einfacher Kurven, die berechnet werden können, durch den Mikroprozessor berechnet werden.

[0360] Der Wandler für das Bereitstellen elektri-

scher Stimulation für ausgewählte Muskeln kann jede der verschiedenen im Handel erhältlichen Einheiten sein, beispielsweise das Modell RESPOND II, hergestellt von Medtronic und zu beziehen von Medtronic, Inc., 7000 Central Avenue N. E., Minneapolis, Minnesota 55432, United States of America, obwohl es auch andere im Handel erhältliche Einheiten gibt, die verwendet werden können. Die Technologie der Anwendung elektrischer Muskelstimulation entweder für das Üben oder als Hilfsmittel für in ihren Bewegungen behinderte Personen ist in zahlreichen Veröffentlichungen beschrieben, beispielsweise „Die Verwendung eines elektrischen Vier-Kanal-Stimulators als ambulatorische Hilfe für paraplegische (gelähmte) Patienten“, Bajd u.a., *Physical Therapy*, Bd. 63, Nr. 7, Juli 1983, S. 1116 bis 1120, „Elektrisch erzeugte Zusammenziehung der Schenkelmuskulatur nach einer Operation des vorderen Kreuzbands“, Delitto, u.a., *Physical Therapy*, Bd. 68, Nr. 1, Januar 1988, S. 45 bis 50, und „Entwicklung von Muskelstärke durch elektrische Stimulation bei gesunden Personen“, Corrier u.a., *Physical Therapy*. Bd. 63, Nr. 6, Juni 1983, S. 915 bis 920. Die Anwendungsbedingungen werden ausführlich in „Electrotherapeutic Terminology in Physical Therapy“, herausgegeben von der Sektion Klinische Elektrophysiologie der American Physical Clinical Association, ISBN-Nr. 912452-77-3 behandelt, zu beziehen von der American Physical Clinical Association. 111 North Fairfax Street, Alexandria, Virginia 22314-1488.

[0361] Die Elektroden sind allgemein über dem Muskel in einem flachen, flexiblen Gewebematerial mit den Abmessungen 10 × 5 cm (vier × 2 Inch) angeordnet, wobei die Elektroden aus der unteren Fläche hervorstehen. Sie können durch Binden oder jedes andere geeignete Mittel, beispielsweise Gurte oder durch Befestigen an der Schiene an ihrem Platz gehalten werden. Die Impulsdauer verändert sich mit den Umständen, liegt jedoch allgemein in der Größenordnung von einer halben Mikrosekunde bis zu 750 Mikrosekunden. Die Frequenz kann zwischen einem Gleichstrom bis zu einer Frequenz von 750 Impulsen pro Sekunde bei einer Stromstärke von 1 bis 50 Milliampere und einer Spannung zwischen 50 und 300 Volt variieren. Die speziell bevorzugten Spannungen und Stromstärken werden allgemein durch den behandelnden Physiotherapeuten oder Arzt festgelegt. Typische Werte sind jedoch in dem vorher angeführten Handbuch der elektrotherapeutischen Terminologie enthalten.

[0362] Die Wandler für die biologische Rückkopplung können jede der verschiedenen bekannten vorhandenen Vorrichtungen sein, beispielsweise Myotrac Rapid Scan Wandler der Thought Technology Ltd., zu beziehen von der Thought Technology Ltd., RR #1 RT, Rt. 9N, #380 West Chazy, New York 12992 oder der Cyborg EMG, verkauft unter den Modellnummern J53 für das tragbare Doppel-EMG (Elektro-

myographie)-Gerät und J33 für den tragbaren EMG, zu beziehen von der Cyborg Corporation, 342 West Avenue, Boston, Massachusetts 02135.

[0363] Um eine Trennung zwischen den Wandlern für die biologische Rückkopplung **1548A** und der elektronische Vorrichtung zum Entgegensetzen von Widerstand gegenüber dem Muskel **1550A** zu ermöglichen, wird ein Zwei-Positions-Relaisschalter **1552** durch den Mikroprozessor über ein Steuersignal auf dem Leiter **1554** gesteuert, um die Relaiskontakte mit einem Leiter **1556** zu der elektronischen Muskelübungsvorrichtung zu schließen, um zu bewirken, daß ein Hochspannungssignal zu einem vom Mikroprozessor **1540** angegebenen Zeitpunkt mit der gewählten Frequenz und Leistung angelegt wird. Wenn kein Steuersignal auf dem Leiter **1554** vorhanden ist, wird ein biologisches Rückkopplungssignal von der Einheit für die biologische Rückkopplung **1548A** über einen Leiter **1558** und die normalerweise geschlossenen Kontakte des Relaisschalters **1552** über den Leiter **1560** zu dem Mikroprozessor übertragen.

[0364] Bei dieser Anordnung können periodisch Signale an den Muskel angelegt werden, um ihn zu einer vorbestimmten Zeit zu stimulieren, beispielsweise wenn das Signal für die biologische Rückkopplung anzeigt, daß sich die Muskelkontraktion an ihrem Maximum befindet, um ein Glied voll gegen den Widerstand des Steuermoduls arbeiten zu lassen, oder um den Muskel zu stimulieren, das Gehen zusammen mit einem Abstützen in die entgegengesetzte Richtung von einem Steuermodul oder gegen weiteren Widerstand von dem Steuermodul fortzusetzen.

[0365] Die externen audio/visuellen Einrichtungen **1550F** können Monitore sein, die durch einen Therapeuten beobachtet werden, während die Übung oder die Therapie durchgeführt wird. Sie können aus einem Bildschirm bestehen, der auf dem Rücken oder an einem Gürtel des Patienten befestigt ist oder sie können an eine Virtual Reality-Kopfmaske angeschlossen sein, wie sie bei **1202** in [Fig. 76](#) dargestellt ist, um Ton und dreidimensionale Ansichten mit der Übung oder dem Training zu koordinieren. Eine geeignete Beschreibung der Ausrüstung, die für das Vorbereiten der Virtual Reality-Anzeige zur Anwendung vorteilhaft ist, wird unter „Virtual Reality“, in International Directory of Research Projects, herausgegeben von Jeremy Thompson, JET Publishing, Aldershot, United Kingdom, ISBN 0-88736-862-X zur Verfügung gestellt.

[0366] In [Fig. 100](#) ist ein Blockdiagramm **1561** einer Programmsoftware für das Steuern eines Ein-Ebenen-Steuermoduls dargestellt, umfassend den Startschritt **1560** für das Verringern der Kraft um die maximale Anzahl von Schritten, um den Null-Einstellpunkt zu erhalten, die Schritte **1562** zum Abrufen der ent-

sprechenden Daten aus einer Datennachschlagetabelle in dem Speicher des Computers und die Schritte **1564** zum Senden der Impulse zu dem Steuermodul, um das gewünschte Potential zu erhalten. Jedes der elektrisch gesteuerten Steuermodule kann so verwendet werden, wie das in [Fig. 52](#) bis [Fig. 55](#) und in [Fig. 84](#) bis [Fig. 86](#) verwendete.

[0367] Um Daten aus dem Mikroprozessor **1540** ([Fig. 100](#)) zu erhalten, weist eine Reihe von Schritten **1562** Unterprogramme auf, einschließlich den Schritt **1566** zum Lesen des Eingabedatenanschlusses, den Schritt **1568** des Überprüfens auf gültige Daten, den Schritt **1570** für die Bestimmung, ob die Daten verändert worden sind und den Schritt **1572** des Berechnens oder Lesens einer Datentabelle für den Zuwachswert, der für den neuen Winkel erforderlich ist. Der Schritt **1566** bewirkt eine Anfrage von der Steereinheit des Moduls nach der Position des Ein-Ebenen-Moduls. Dieses Ausleseergebnis wird mit der erwarteten Größenordnung der Werte in der Entscheidungstabelle **1568** verglichen und wenn der Wert nicht annehmbar ist, geht das Programm zum Schritt **1566** zurück. Wenn er annehmbar ist, empfängt der Entscheidungsblock **1570** die Daten und vergleicht sie mit den Daten der letzten Auslesung. Wenn die Daten gleich sind, kehrt das Programm erneut zu dem Schritt **1566** zurück. Wenn eine Veränderung erfolgt ist, wird die neue Adresse verwendet, um eine Datentabelle zu lesen, um die Daten für die Veränderung des Widerstands in dem Steuermodul zu liefern und sie zu der Reihe von Schritten **1564** zu übertragen.

[0368] Um den korrekten Wert auszuwählen, wird die Zuwachsveränderung, die durch die Schritte des Unterprogramms **1562** aufgerufen ist, auf den Entscheidungsschritt **1574** angewendet, der bestimmt, ob der Widerstand größer oder geringer ist. Wenn er größer ist, wird ein Signal zu dem Schritt **1576** gesendet, um die Anzahl der Zuwachsimpulse zu berechnen, um den korrekten Pegel zu erreichen. Diese Impulse werden in dem Schritt **1578** verwendet, um zu bewirken, daß ein Schrittmotor in der Betätigungseinrichtung sich in eine neue Position bewegt und damit einen neuen Widerstand gegenüber Bewegung in dem Steuermodul liefert. Andererseits wird, wenn der Widerstand kleiner geworden ist, ein Signal an den Schritt **1580** angelegt, um die Impulse zu berechnen, die erforderlich sind, um den korrekten Pegel zu erreichen. Diese Anzahl wird durch den Schritt **1582** dem Terminal zur Verringerung der Ausgangsimpulse zugeführt, um zu bewirken, daß die Hebelarme sich in eine neue Position bewegen und damit den Widerstand gegenüber Bewegung durch den Benutzer verringern.

[0369] In [Fig. 101](#) ist ein Blockdiagramm **1584** dargestellt, aufweisend den Schritt **1586** des Lesens eines rechts- oder linksseitigen Kniepositionssensors,

den Schritt **1588** des Messens des Fersendrucks, den Schritt **1590** des Erfassens der anderen rechts- oder linksseitigen Positionssensoren, den Schritt **1592** der Verwendung der Auslesedaten, die aus den Schritten **1586**, **1588** und **1590** erhalten wurden, um ein Signal aus einer Nachschlagetabelle in dem Mikroprozessor **1540** zu erhalten, den Schritt **1594** des Empfangens des Signals von dem Mikroprozessor und des Veränderns des Widerstands auf der linken Seite, den Schritt **1596** des Empfangens des Signals und des Veränderns des Widerstands auf der rechten Seite und den Schritt **1598** des Stimulierens des Muskels mit einem elektrischen Signal. Danach wiederholt sich der Kreislauf, um die Schritte fortzusetzen, so daß der Muskel wiederholt mit einer vorher festgelegten Frequenz stimuliert wird. Die Nachschlagetabelle kann für einige Werte ein Nullbit in ihrem übertragenen Wort ergeben, so daß die rechts- oder linksseitigen Widerstandsmodule unverändert bleiben können oder daß sie jeweils mit einem unterschiedlichen Wert verändert werden können und der Muskel stimuliert oder nicht stimuliert werden kann.

[0370] So können zum Beispiel Patienten Muskeln in ihrem Knie haben, die nicht elektrisch auf eine größere Stärke stimuliert werden können. In einem solchen Fall weist das von der Nachschlagetabelle übertragene Wort einen Nullwert für die EMS-Stimulation auf, hat aber Werte für den rechts- und linksseitigen Widerstand, die dazu bestimmt sind, diese beiden Widerstände auf jeder Seite einer Knieschiene gleich zu halten, jedoch groß genug, daß das Knie an einem Einknicken gehindert wird. Andererseits kann lediglich ein Muskelstimulationssignal für andere Patienten vorhanden sein. Die speziellen Werte werden von dem Therapeuten bestimmt und im Computer vorprogrammiert, indem der Patient vorzeitig getestet wird.

[0371] In [Fig. 102](#) ist ein Programm **1600** zum Verändern des Widerstands in Reaktion lediglich auf ein EMG-Signal (Elektromyographie-Signal) und ein Fersendrucksignal dargestellt, um den Muskelzustand zu erfassen, beispielsweise die maximale Kontraktion während eines Gehvorgangs. Das Programm kann dann bestimmen, welche Werte des Widerstands oder der Stimulation aus der Nachschlagetabelle verwendet werden sollten.

[0372] Das Programm **1600** weist den Schritt **1602** des Messens des Fersendrucks, den Schritt **1604** des Messens der elektrischen myographischen Aktivität, den Schritt **1606** des Nachschlagens eines Steuerworts oder einer Steuerwortfolge auf der Basis von Adressen aus den Schritten **1602** und **1604**, den Schritt **1608** des Veränderns des rechts- oder linksseitigen Widerstands, den Schritt **1610** des Veränderns des anderen der rechts- oder linksseitigen Widerstände und den Schritt **1612** des Stimulierens des Muskels auf. Das gewählte Steuerwort kann wiederum Nullwerte für jeden der zu verändernden Wider-

stände oder für das elektrische Signals zum Stimulieren des Muskels, das gemäß den vorher aufgezeichneten Informationen, die vom Therapeuten zur Verfügung gestellt werden, anzulegen ist, aufweisen. Daher kann dieses Programm für eine Übungsroutine verwendet werden, die es dem Patienten ermöglicht zu gehen, während der Patient ansonsten nicht in der Lage ist, zu gehen. Dieses System kann die Zeitsteuerung für die Stimulierungssignale in Reaktion auf sowohl ein Signal von dem Muskel, das einen Maximalwert anzeigt als auch auf eine zeitgesteuerte Position von dem Druckwandler die anzeigt, welcher Teil eines Schritts durch den teilnehmenden Patienten ausgeführt wird, bereitstellen.

[0373] In [Fig. 103](#) ist ein Programm **1614** dargestellt, aufweisend die Schritte **1616** des (1) Erfassens des Drucks auf ein Körperteil oder einer anderen relevanten erfaßten Kraft, beispielsweise des Fersendrucks oder der Beschleunigung der Bewegung eines Körperteils, (2) des Anlegens von Signalen in Reaktion darauf und die Schritte **1618** des (1) Steuerns des Zeit-Widerstands-Musters, das durch die Steuermodule verwendet wird und, wenn zutreffend, die Zeit des Anlegens von den Muskel stimulierenden elektrischen Signalen.

[0374] Bei dieser Anordnung können sowohl der Widerstand als auch das Takten des Stimulierungssignals durch die Größe des auf ein Knie aufgebrachten Drucks, durch den auf eine Ferse oder Ähnliches aufgebrachten Druck, der Bewegung anzeigt, gesteuert werden. Somit können Verdrehbewegungen, beispielsweise die eines Patienten, der eine schwache Kniescheibe hat, erfaßt und durch Stimulieren des geschwächten Muskels korrigiert werden und dadurch ein gleicher Druck und/oder Veränderung der Widerstände auf jeder Seite ermöglicht werden.

[0375] Um Steuerworte für die Zeitsteuerung zu erhalten und die Steuerung des Intensität der Muskelstimulierung und der Veränderungen des Widerstands zu erreichen, weist die Gruppe von Programmschritten **1616** den Schritt **1622** des Erfassens der Position auf einer Seite eines Körperteils, beispielsweise eines Knies, den Schritt **1626** des Erfassens der Position der anderen Seite des Körperteils, den Schritt **1624** des Erfassens des Fersendrucks, den Schritt **1620** des Erfassens des Drucks auf eine der beiden Seiten der Körperteile und den Schritt **1628** des Erfassens des Drucks auf der anderen Seite der beiden Körperteile auf. Dieselbe Anordnung kann verwendet werden, um den Zustand der beiden Körperteile, beispielsweise von zwei Beinen, zu erfassen, wobei dann jedoch ein Fersensensor einbezogen werden würde.

[0376] Diese Informationen werden für die Gruppe der Schritte **1618** verwendet, die wiederum auf Steuerworte reagiert, um Muskeln zu stimulieren und/oder

um die entsprechenden Widerstände des Steuermoduls zu verändern. Die Gruppe der Schritte **1618** weist für diesen Zweck auf: (1) den Schritt **1630** des Nachschlagens der Steuerworte in der vorher angezeichneten Nachschlagetabelle in dem internen Speicher des Mikroprozessors **1540**, die vom Therapeuten aufgerufen und sequentiell den Steuermodulen zugeführt werden, und (2) die sich ergebende Folge von Schritten **1632**, **1634** und **1636**, welche die Größe des Widerstands auf der rechten und linken Seite und die Art jeder anzulegenden Muskelstimulation festlegen.

[0377] In [Fig. 104](#) ist ein Blockdiagramm eines Programms **1638** zum Steuern der Größe und des zeitlichen Ablaufs von Widerstandsveränderungen und Muskelstimulation auf der Basis von biologischer Rückkopplung von der elektrischen Muskelaktivität, Fersendruck und Druck auf die Knieschienen dargestellt. Zu diesem Zweck weist das Programm **1638** eine Gruppe von Programmschritten **1648** zum Ausführen der entsprechenden Messungen und Schritten **1650** zum Festlegen der erforderlichen Veränderungen des Widerstands, Durchführen der Veränderungen des Widerstands und Liefern der Stimulation für die Muskeln auf.

[0378] Um die geeigneten Meßdaten zu liefern, weist die Gruppe von Schritten **1648** den Schritt **1642** des Messens des Fersendrucks, den Schritt **1644** des Messens der elektrischen Muskelaktivität, den Schritt **1640** des Messens des Kniedrucks auf einer Seite und den Schritt **1646** des Messens des Verdrehdrucks an dem anderen Knie auf. Diese Signale werden von der Gruppe von Schritten **1650** zum Durchführen der entsprechenden Korrekturen verwendet.

[0379] Die Gruppe von Schritten **1650** weist den Schritt **1652** des Nachschlagens von Steuerworten in einer Steuerungstabelle auf der Basis elektrischer myographischer Werte und von Druckwerten und ihrer Verwendung zum Verändern des Widerstands auf der rechten und linken Seite der Schienen und zum Stimulieren der Muskeln, wie es in der Folge von Schritten **1654**, **1656** und **1658** aufgezeigt ist.

[0380] In [Fig. 105](#) ist eine Perspektivansicht einer Übungs- oder Schienenabstützungsvorrichtung **10A** mit einem oberen Schienenteil **26C** und einem unteren Schienenteil **28C**, verbunden an den Gelenken **16N** und **16M**, zum Bilden von zwei Seiten einer Schiene, beispielsweise einer Knieschiene, dargestellt. Die beiden Seiten der Schiene sind durch eine Schienbeinstütze **904B**, ähnlich der in [Fig. 90](#) dargestellten, verbunden. An der Unterseite der Schiene ist ein Wandler **1548F**, angebracht, beispielsweise wie er in [Fig. 99](#) beschrieben ist, der Anzeigen über das Gehen zur Verfügung stellt und am Fuß zu positionieren ist. Der Wandler kann ein Druckwandler sein, der

in relativ weiches Polstermaterial eingebettet ist. Der Wandler selbst kann so ausgeführt sein, wie es [Fig. 99](#) beschrieben ist.

[0381] In [Fig. 106](#) ist eine vereinfachte Teilansicht eines Beins **1550** mit Elektroden **1552**, **1554**, **1556**, **1558** und **1560** dargestellt, die an dem Bein zum Messen und Stimulieren angebracht sind. Die Positionen und die Elektroden selbst sind herkömmlich und weisen an der oberen Fläche Buchsen für den Anschluss von Stiftsteckern auf, wobei die Elektrode **1552** eine Buchse zum Anlegen eines negativen Potentials aufweist, das zur Stimulation über dem Oberschenkelknochen verwendet wird, die Elektrode **1554** drei Buchsen zum Messen der elektrischen myographischen Signale aufweist, die Elektrode **1556** zwei Buchsen für positives Potential aufweist, die zur Stimulation in der Mitte zwischen dem schräg verlaufenden Musculus Vastus Medialis und der Hüftfalte verwendet werden, die Elektrode **1558** drei Buchsen zum Messen der elektrischen myographischen Signale im Zusammenwirken mit der Elektrode **1554** aufweist und die Elektrode **1560** eine Buchse zum Anlegen eines negativen Potentials über dem schräg verlaufenden Musculus Vastus Medialis im Zusammenwirken mit der positiven Elektrode **1556** und der anderen negativen Elektrode **1552** aufweist.

[0382] Aus der vorhergehenden Beschreibung ist zu erkennen, daß die Übungsvorrichtung der vorliegenden Erfindung verschiedene Vorteile aufweist, beispielsweise: (1) sie kann zeitgesteuerten Widerstand gegenüber Bewegung in jede Richtung liefern, (2) sie kann leicht auf vorhandene Schienen aufgerastet werden, um ein gesteuertes Therapieprogramm zu liefern, ohne daß eine teure Ausrüstung erforderlich ist, (3) sie kann einen gesteuerten und profilierten Widerstand liefern, der von der Position des Glieds abhängt, (4) die gesteuerten Widerstandsprogramme können maßgerecht auf die Einzelperson zugeschnitten und durch Einsetzen in die Übungsvorrichtung gesteuert werden.

[0383] Wenn auch eine bevorzugte Ausführung der Erfindung mit einiger Ausführlichkeit beschrieben wurde, können viele Modifikationen und Variationen in der bevorzugten Ausführung durchgeführt werden, ohne von der Erfindung abzuweichen. Es ist daher so zu verstehen, daß innerhalb des Schutzzumfangs der beigefügten Ansprüche die Erfindung anders ausgeführt sein kann, als es spezifisch beschrieben ist.

Patentansprüche

1. Vorrichtung mit: einer Übungsanordnung (**10**, **16A**, **16B**), die einen ersten Abschnitt (**32G**, **32H**) hat, der so gestaltet ist, daß er an ein Glied einer Person an einer ersten Seite eines Gelenks anschließbar ist, einen zweiten Abschnitt (**34G**, **34H**), der so gestaltet ist, daß er an das Glied an einer zweiten Seite eines

Gelenks anschließbar ist, und einen dritten Abschnitt (**30A, 30B**); wobei der dritte Abschnitt (**30A, 30B**) den ersten Abschnitt (**32G, 32H**) mit dem zweiten Abschnitt (**34G, 34H**) verbindet, wodurch zumindest der erste Abschnitt oder der zweite Abschnitt so angepaßt ist, daß er von einer Person in Bezug auf den jeweiligen anderen ersten oder zweiten Abschnitt (**32G, 34G, 32H, 43H**) bewegt wird; und mit einem Widerstandsprogramm in einer Programmeinheit (**60G, 62G, 402H**) in dem dritten Abschnitt (**30**) zum Verändern der Widerstandskraft gegenüber Bewegung des ersten und zweiten Abschnitts (**32G, 32H, 43G, 43H**) in Bezug aufeinander um den dritten Abschnitt, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Widerstandsprogramm entweder eine Programmscheibe (**60G, 62G**) ist, die zur Drehung mit dem ersten und zweiten Abschnitt in Bezug auf den jeweils anderen ersten oder zweiten Abschnitt (z.B. **32H**) angeschlossen ist, oder ein Programmspeicher (**465**), der in Bezug auf die Position des ersten und zweiten Abschnitts in Bezug aufeinander elektrisch gesteuert wird, und ein Programmleser (**63G** oder **65G**) oder ein leitender, magnetischer oder optischer Leser (**402H**), der an den anderen Abschnitt von dem ersten oder zweiten Abschnitt (z.B. **34H**) angeschlossen ist, um ein Programm zu lesen, das der Winkelstellung zwischen den ersten und zweiten Abschnitten zugeordnet ist, wobei das Programm einen mechanischen, elektrischen oder hydraulischen Antrieb zwischen Reibungsteilen (**313, 316, 380H, 1080**) steuert, die zur Drehung in Bezug aufeinander gegenüber dem ersten oder zweiten Abschnitt (**32G, 32H, 43G, 43H**) montiert sind, um nur eine Widerstandskraft gegenüber einer Bewegung des ersten und zweiten Abschnitts (**32G, 32H, 34G, 34H**) in Bezug aufeinander entweder in Richtung des Uhrzeigers oder gegen den Uhrzeiger um den dritten Abschnitt (**30A, 30B**) zu liefern, wobei das Widerstandsprogramm die programmierte Widerstandskraft lediglich als eine Funktion des Winkels zwischen dem ersten und zweiten Abschnitt (**32G, 32H, 43G, 43H**) variiert, um unabhängig von Geschwindigkeit zu sein.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Abschnitt (**32A**) so gestaltet ist, daß er entweder an das Bein oder den Schenkel anschließbar ist und daß der zweite Abschnitt (**34A**) so gestaltet ist, daß er jeweils an den Schenkel oder das Bein anschließbar ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Abschnitt (**32A**) so gestaltet ist, daß er entweder an den Oberarm oder an den Unterarm anschließbar ist, und daß der zweite Abschnitt (**43A**) so gestaltet ist, daß er jeweils an die andere Gliedmaße, also Unterarm oder Oberarm anschließbar ist.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1–3, gekennzeichnet durch Reibungselemente (**160, 162,**

164) die zusammen mit dem Programm die Widerstandskraft steuern, indem sie die Kraft steuern, die zwischen den Reibungselementen (**160, 162, 164**) aufgebracht wird.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Widerstandsprogramm abnehmbar an dem ersten oder zweiten Abschnitt (**32G, 32H, 34G, 34H**) angebracht ist, wodurch es an eine Standardschiene zu Übungszwecken anbringbar und nach der Übung entfernbar ist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1–5, dadurch gekennzeichnet, daß das Widerstandsprogramm durch die Größe des Drucks zwischen den Reibungselementen (**160, 162, 164**) gesteuert wird, die einander berühren und sich in Bezug aufeinander bewegen, wenn sich die ersten und zweiten Abschnitte (**32G, 32H, 34G, 34H**) bewegen.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Größe des Drucks zwischen den Reibungselementen (**160, 162, 164**) von dem Programm in Abhängigkeit von dem Winkel zwischen den ersten und zweiten Abschnitten (**32G, 32H, 34G, 34H**) gesteuert wird.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Programmeinheit (**60G, 62G, 60F, 62F**) erhöhte Abschnitte aufweist, die die Reibungselemente (**160, 162, 164**) an bestimmten Winkelpositionen des ersten Abschnitts (**32G, 32H**) und des zweiten Abschnitts in Bezug aufeinander zusammenpreßt.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß sich ein erstes Paar von Reibungselementen während der Drehung im Uhrzeigersinn und gegen den Uhrzeigersinn zwischen den ersten und zweiten Abschnitten (**32G, 32H, 34G, 34H**) und eine andere Kombination von Reibungselementen sich während der entgegengesetzten Drehung von im Uhrzeigersinn oder gegen den Uhrzeigersinn der ersten und zweiten Abschnitte (**32G, 32H, 34G, 34H**) in Bezug aufeinander berührt.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1–9, dadurch gekennzeichnet, daß die Programmeinheit (**456**) einen Mikroprozessor aufweist, der das Widerstandsprogramm enthält, um die Widerstandskraft in Abhängigkeit von dem Widerstandsprogramm zu steuern.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1–10, dadurch gekennzeichnet, daß das Widerstandsprogramm einer Bewegung mit einer Kraft entgegenwirkt, die abhängt von der Lage des ersten Abschnitts, **32G, 32H**) und des zweiten Abschnitts.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1–11,

dadurch gekennzeichnet, daß das Widerstandsprogramm einer Bewegung mit einer Kraft entgegenwirkt, die unabhängig von der Bewegungsgeschwindigkeit der ersten und zweiten Abschnitte (**32G, 32H, 34G, 34H**) in Bezug auf einander ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1–12, dadurch gekennzeichnet, daß das Widerstandsprogramm Mittel zum Behindern der Bewegung mit einer Kraft und ohne Aufbringen von Kraft auf die Abschnitte (**32G, 32H, 34G, 34H**) beim Fehlen einer auf das Widerstandsprogramm (**40C, 42C**) durch mindestens einen der beiden ersten und zweiten Abschnitte (**32G, 32H, 34G, 34H**) aufgebrachten Kraft aufweist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1–13, dadurch gekennzeichnet, daß sowohl der erste als auch der zweite Abschnitt (**32G, 32H, 34G, 34H**) an einem anderen Teil einer Oberbekleidung angebracht ist, wobei eine gesteuerte Widerstandskraft aufgebracht wird.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberbekleidung ein Skistiefel oder ein Wanderschuh ist.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1–13, dadurch gekennzeichnet, daß die Abschnitte (**32G, 32H, 34G, 34H**) nur an einer Person angebracht sind.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1–16, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten und zweiten Abschnitte (**32G, 32H, 34G, 34H**) in jeder von einer Anzahl von Ebenen in Bezug aufeinander bewegbar sind.

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß unterschiedlich viel Reibung in unterschiedlichen Ebenen aufgebracht wird.

19. Vorrichtung nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten und zweiten Abschnitte (**32G, 32H, 34G, 34H**) in Bezug aufeinander geschwenkt und gedreht werden können.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10–19, gekennzeichnet durch einen Sensor (**400, 400H, 385H, 402H**) zum Fühlen der Bewegung der ersten und zweiten Abschnitte (**32G, 32H, 34G, 34H**) und durch ein Rückkopplungsmittel (**416, 418**) zum Anlegen von Signalen an den Mikroprozessor.

21. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß das Programm durch die Signale gesteuert wird.

22. Vorrichtung nach Anspruch 21, gekennzeichnet durch Beobachtungseinrichtungen, die von dem Programm gesteuert werden.

23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1–22, gekennzeichnet durch einen Verbinder (**1386, 1388, 1392, 1394, 1396**) zwischen dem dritten Abschnitt und mindestens einem der ersten und zweiten Abschnitte (**32G, 32H, 34G, 34H**), wodurch der Bewegungswiderstand der ersten und zweiten Abschnitte (**32G, 32H, 34G, 34H**) in Bezug aufeinander um den dritten Abschnitt eine Winkelbewegung ist, die den Winkel zwischen den ersten und zweiten Abschnitten (**32G, 32H, 34G, 34H**) verändert, und wobei das Verbindungsmittel eine Bewegung zwischen dem dritten Abschnitt und dem ersten oder zweiten Abschnitt (**32G, 32H, 34G, 34H**) in gerader Richtung zuläßt, wodurch eine Exzenterbewegung des ersten und zweiten Abschnitts in Bezug aufeinander um ein Gelenk der Person ausgeglichen werden kann.

24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1–22, dadurch gekennzeichnet, daß das Widerstandsprogramm zwischen einem Rahmen (**1426, 1428**) eines Rollstuhls (**4420**) und einer bewegbaren Armlehne (**1434**) und/oder einer Fußstütze (**1432**) an dem Rahmen angeschlossen ist, wobei der Rahmen einen Sitz (**1424**) trägt, wodurch ein Benutzer sitzen bleiben und sich im Rollstuhl von Ort zu Ort bewegen und mit der bewegbaren Armlehne und/oder der Fußstütze, die schwenkbar an dem Rahmen montiert ist, Übungen ausführen kann.

25. Vorrichtung nach Anspruch 24, wobei die Rahmeneinrichtung zumindest eine Armlehne oder eine Fußstütze (**1434, 1432**) aufweist.

26. Vorrichtung nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest entweder die Armlehne oder die Fußstütze (**1434, 1432**) um verschiedene Steuereinrichtungen in jede von zwei verschiedenen Richtungen bewegbar ist.

27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1–23, dadurch gekennzeichnet, daß ein erstes Widerstandsprogramm zwischen einem feststehenden Ständer (**1472**) und einem schwenkbaren Rahmenteil (**1471**) angeschlossen ist, das zur Schwenkbewegung um eine horizontale Achse an Schwenkpunkten (**1479**) an den Ständer angeschlossen ist, und wobei ein zweites Widerstandsprogramm zwischen einem zweiten Rahmenteil (**1486**) an das erste schwenkbare Teil angeschlossen ist, um um eine Vertikalachse schwenkbar zu sein, und wobei ein Griff (**1484**) vorgesehen ist, durch den eine Person den zweiten schwenkbaren Rahmen zur Ausführung von Übungen in einer Anzahl von unterschiedlichen Richtungen halten kann.

28. Übungsmaschine nach Anspruch 27, gekennzeichnet durch ein drittes schwenkbares Teil (**1476**), das zur schwenkbaren Bewegung in Bezug auf den zweiten schwenkbaren Rahmen montiert ist; wobei der dritte schwenkbare Rahmen an den zwei-

ten schwenkbaren Rahmen durch ein Steuermodul angeschlossen ist, um den Bewegungswiderstand zwischen dem zweiten und dritten schwenkbaren Rahmen zu steuern.

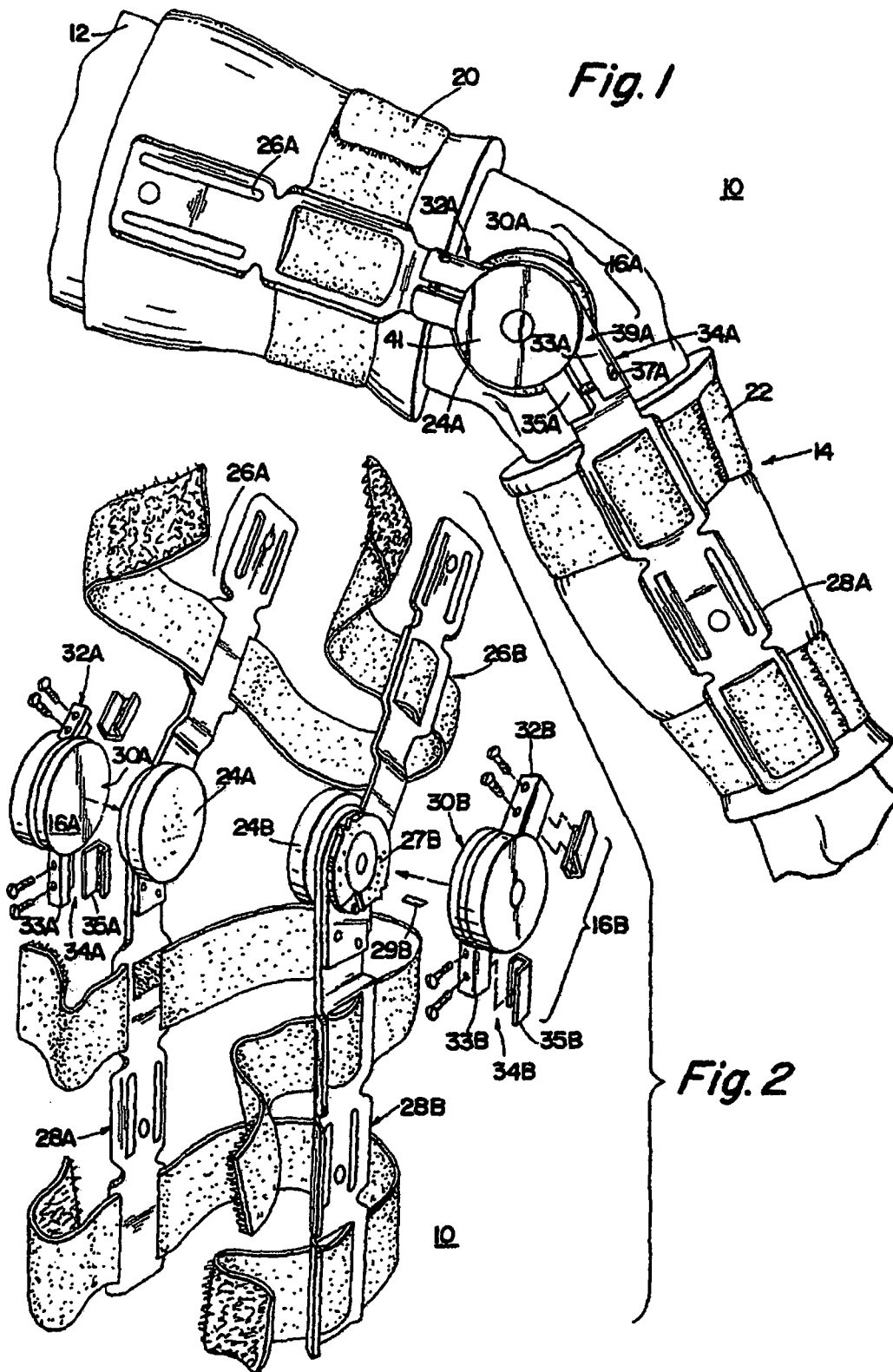
29. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1–28, gekennzeichnet durch Elektroden (**1552, 1554, 1556, 1558, 1560**), die so gestaltet sind, daß sie in Koordination mit der Übungsanordnung (**10, 16A, 16B**) arbeiten und über dem Muskel des Patienten in Gegenüberstellung zu der Übungsanordnung angebracht sind; wobei elektrische Einrichtungen eine elektrische Stimulation durch die Elektroden an den Patienten legen; und mit einer Zeitschalteneinrichtung zum zeitlichen Abstimmen der Stimulation, damit die Übungsanordnung (**10, 16A, 16B**) und die Stimulationseinrichtung in Übereinstimmung arbeiten.

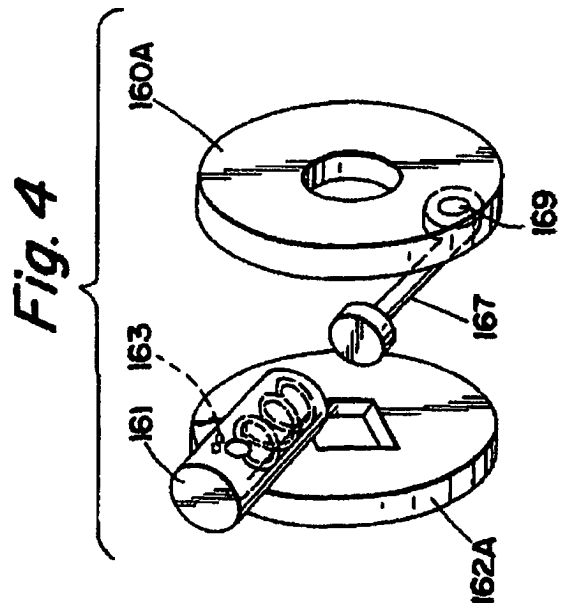
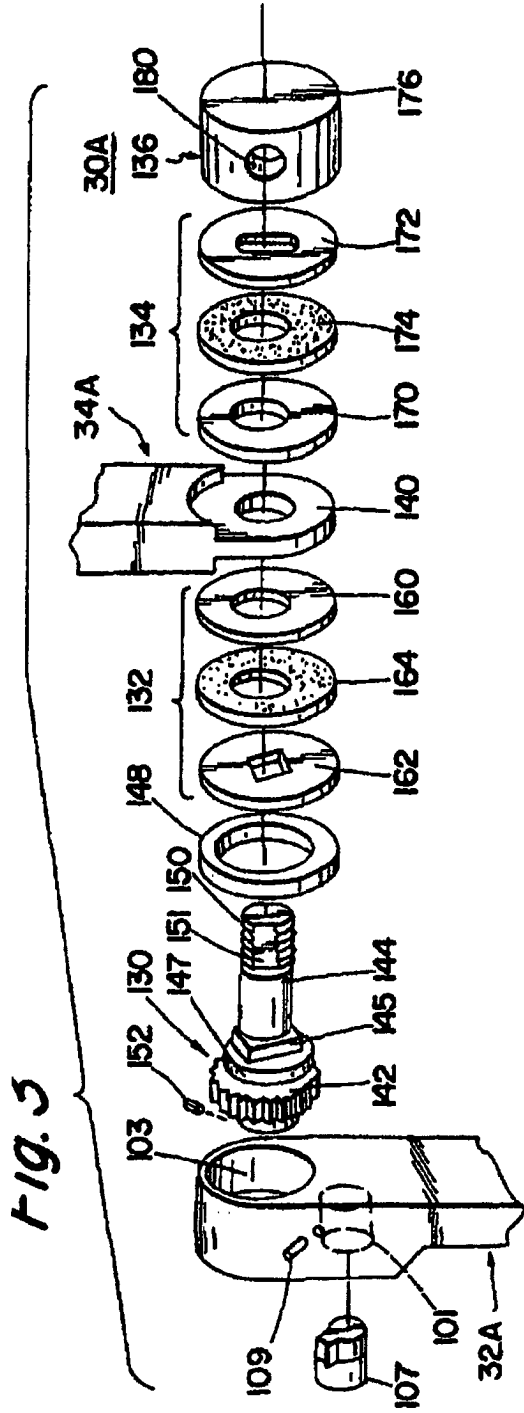
30. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1–29, gekennzeichnet durch ein Meßsystem der elektrischen myotonischen Aktivität der Muskeln oder der Muskelgruppen, welche die ersten und zweiten Abschnitte (**32G, 32H, 34G, 34H**) in Bezug aufeinander um eine Gelenkeinrichtung bewegen, um ein Signal zu liefern, und mit Mitteln zum Anlegen des Signal an eine Steuervorrichtung, wodurch die Größe des Widerstandes in Abhängigkeit von einem vorprogrammierten Muster geändert werden kann.

31. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1–30, gekennzeichnet durch einen Wandler (**1548, 1624, 1622, 1626**) und durch ein Steuersystem (**1618**), das an den Wandler angeschlossen ist, um das Widerstandsmuster in einer Weise zu verändern, die von den Signalen vom Steuersystem beeinflusst wird.

32. Vorrichtung nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuersystem den Widerstand zusammen mit dem Signal von dem Wandler (**1548, 1624, 1622, 1626**) und mit der Position der ersten und zweiten Abschnitte (**32G, 32H, 34G, 34H**) in Bezug aufeinander verändert.

Es folgen 37 Blatt Zeichnungen





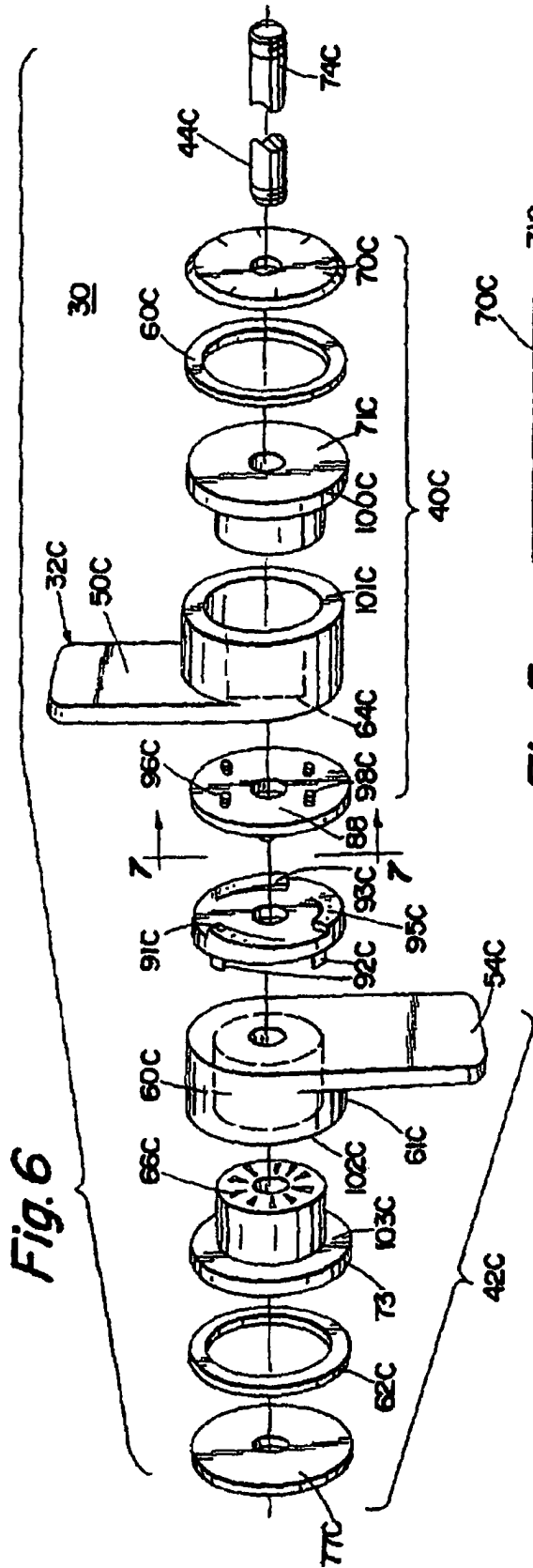


Fig. 6

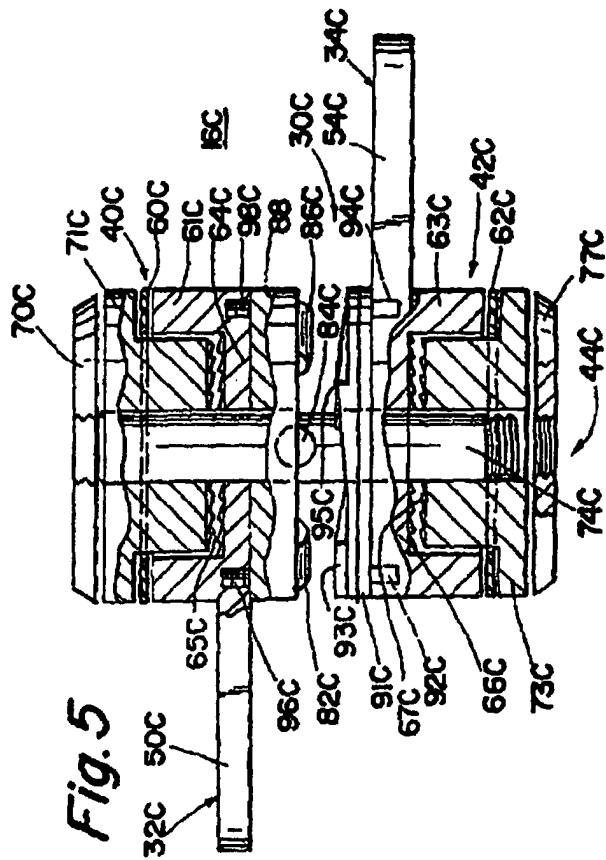


Fig. 5

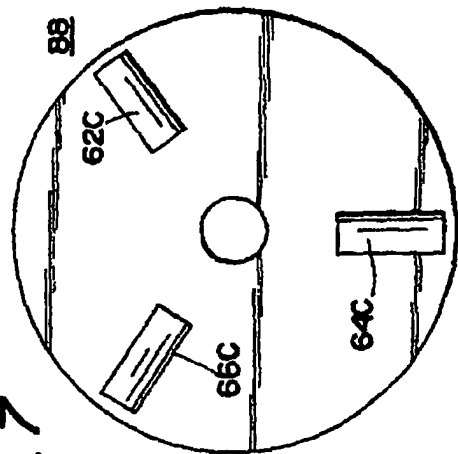
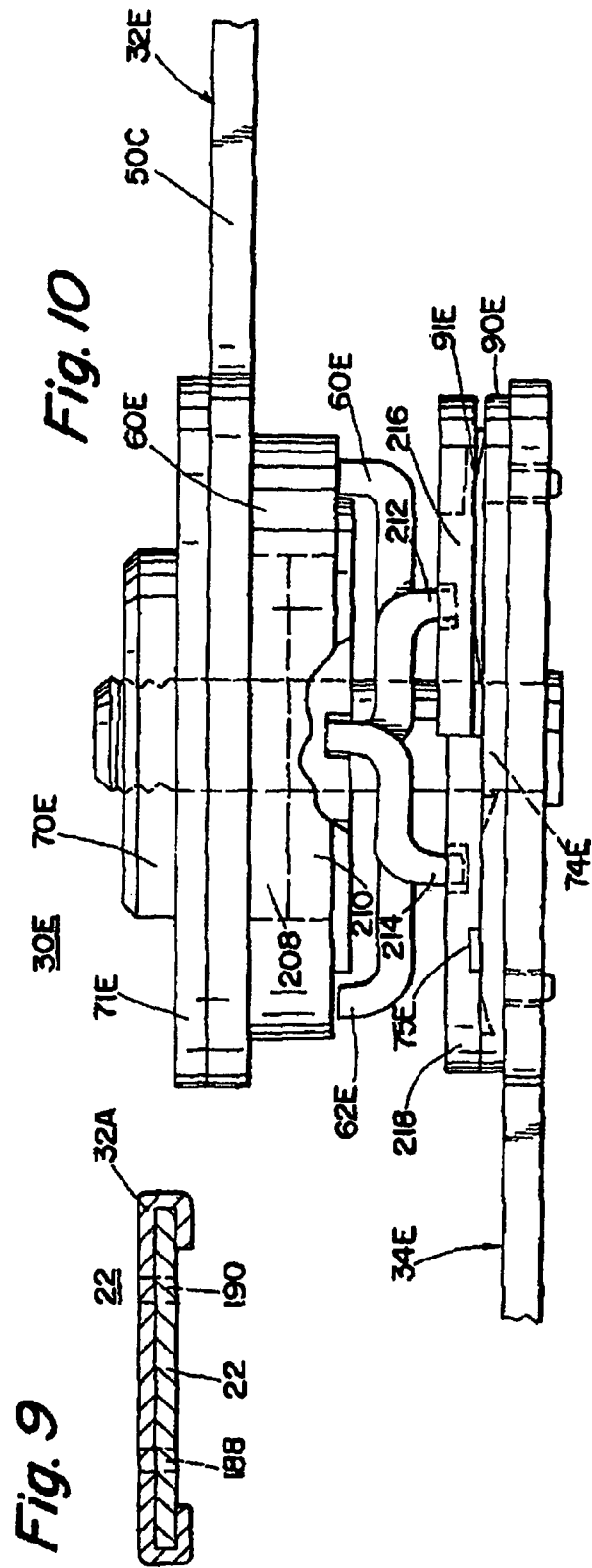
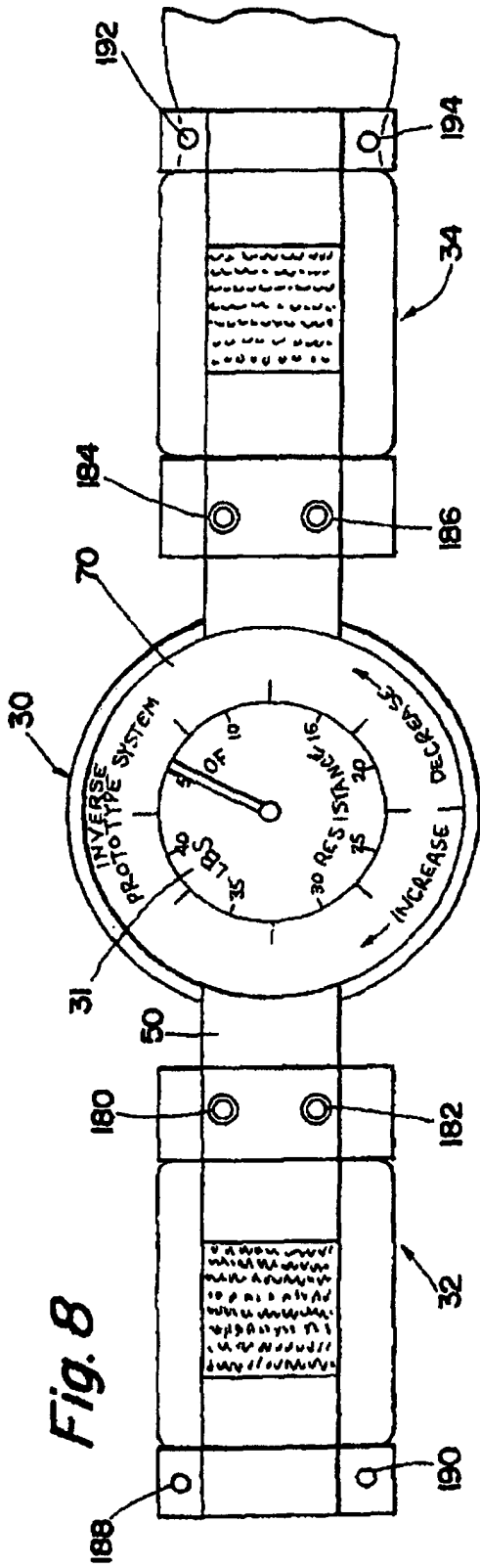
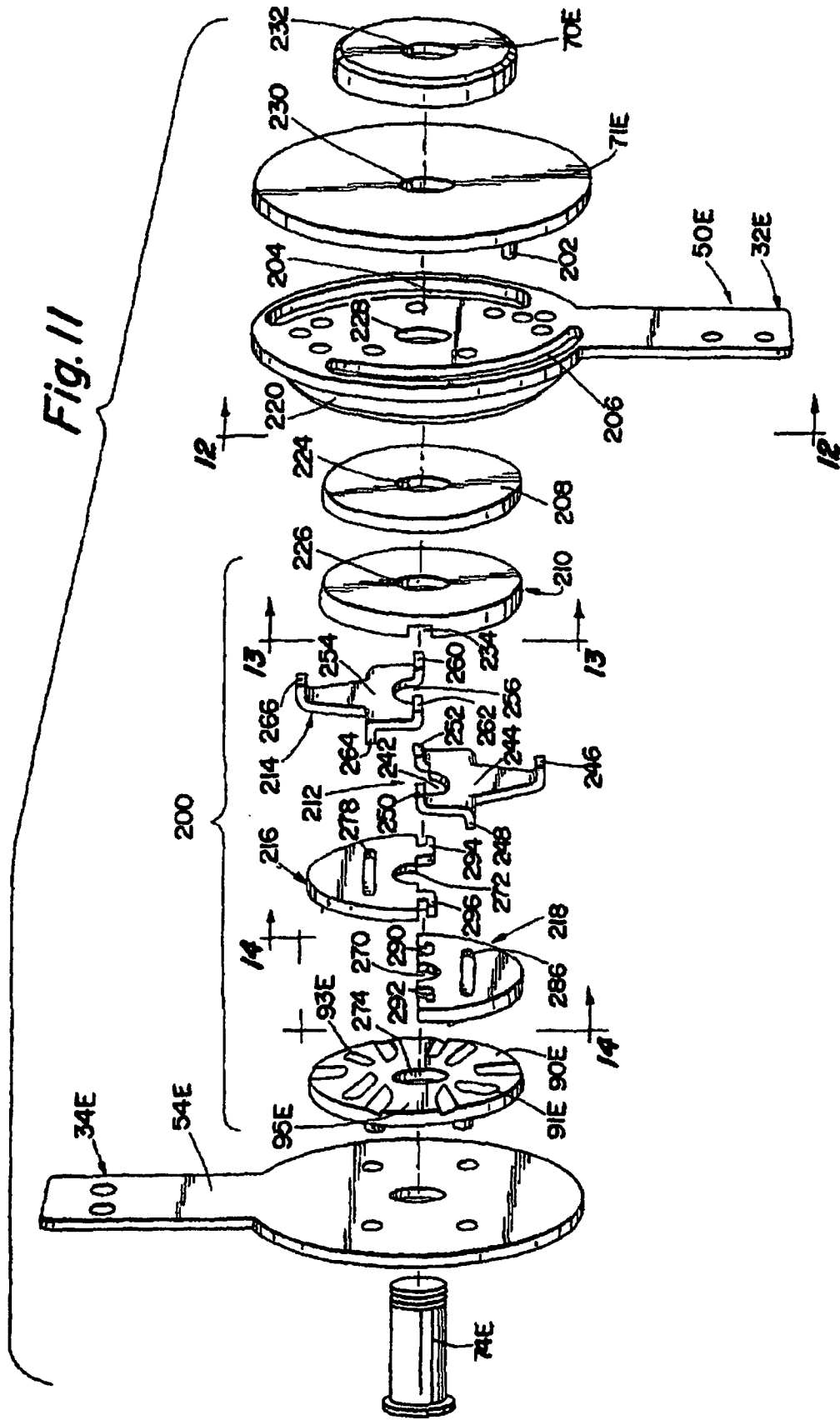
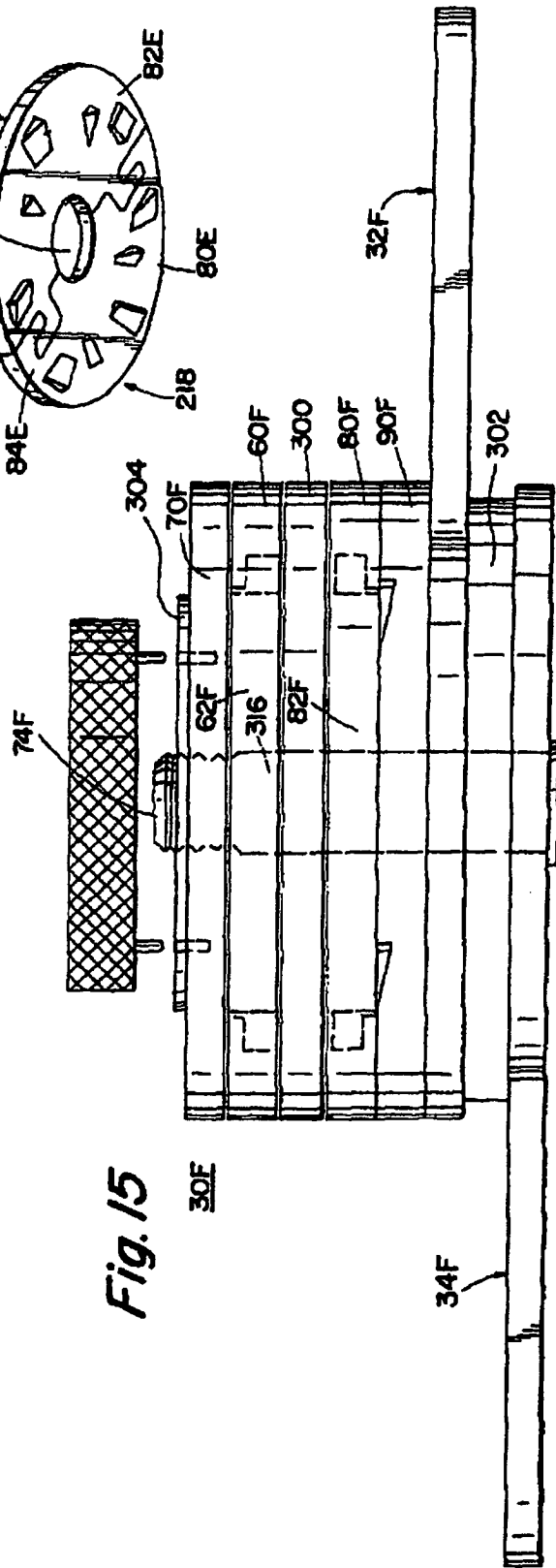
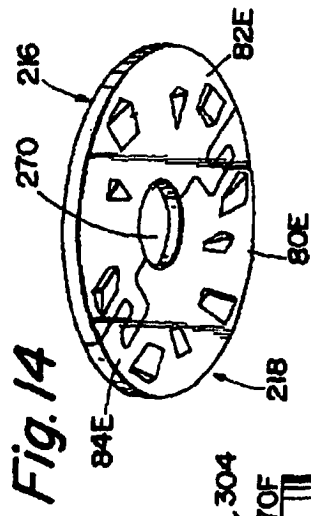
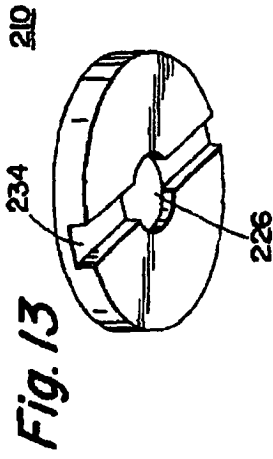
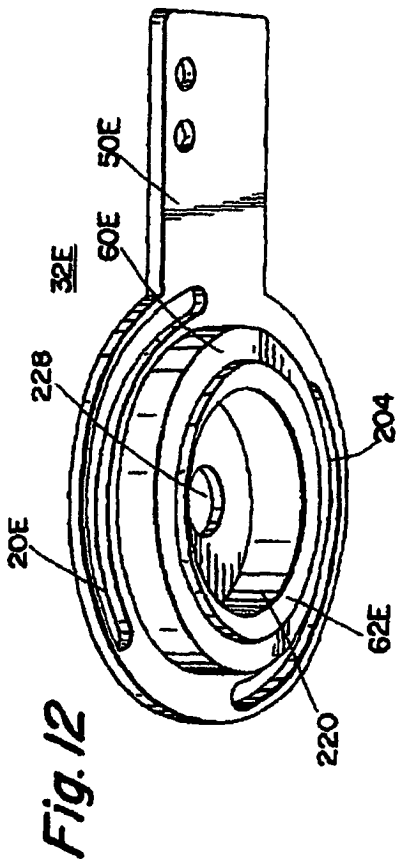


Fig. 7







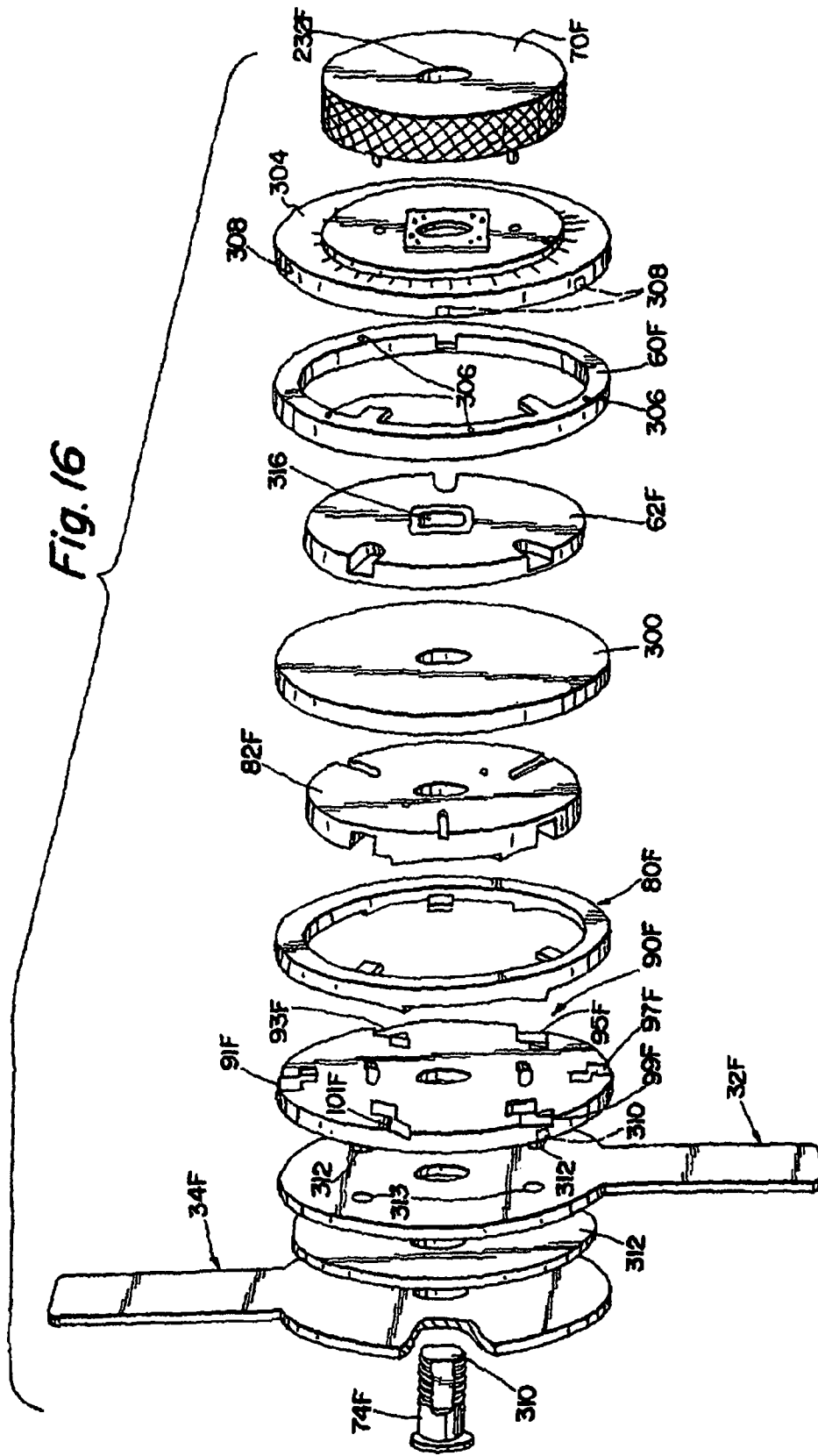


Fig. 17

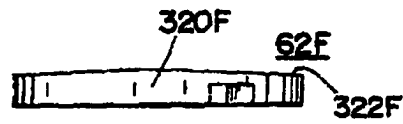
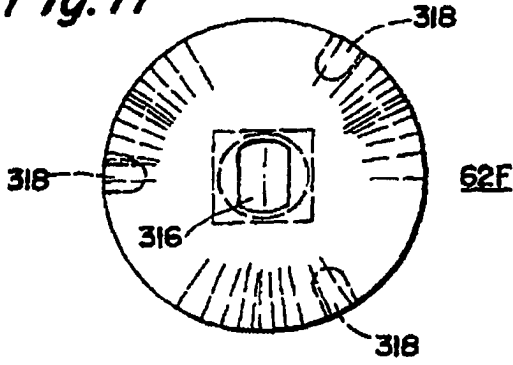


Fig. 18

Fig. 19

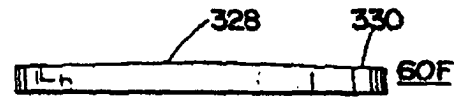
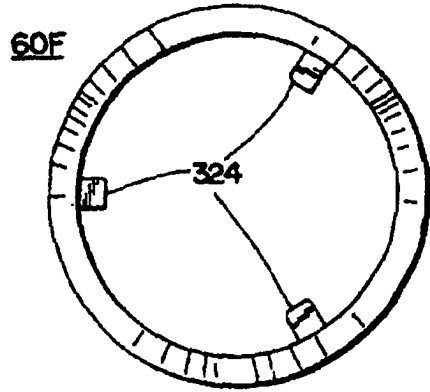


Fig. 20

Fig. 21

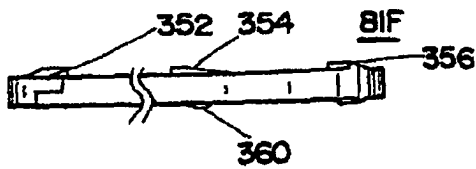
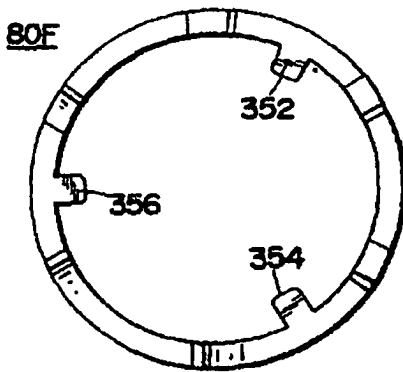


Fig. 22

Fig. 23

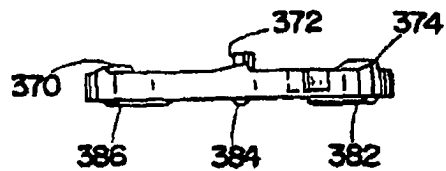
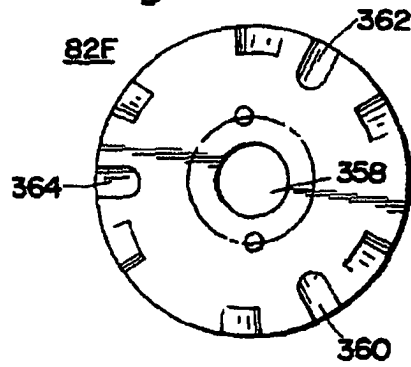


Fig. 24

Fig. 25

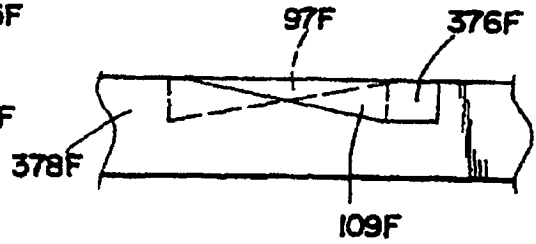
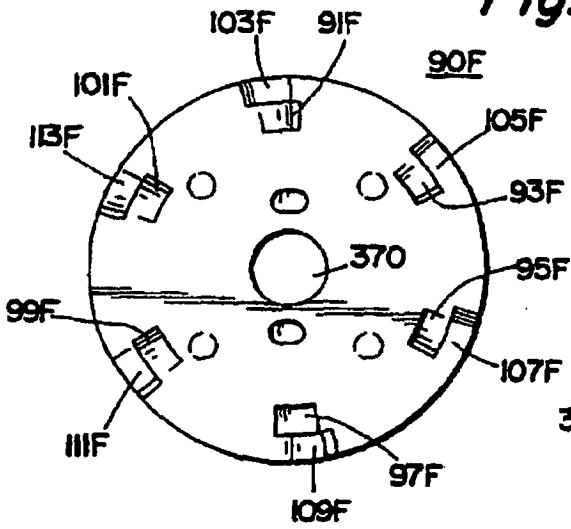


Fig. 27

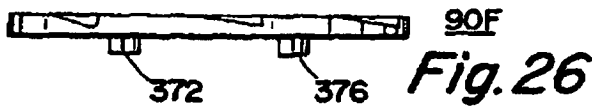


Fig. 26

Fig. 28

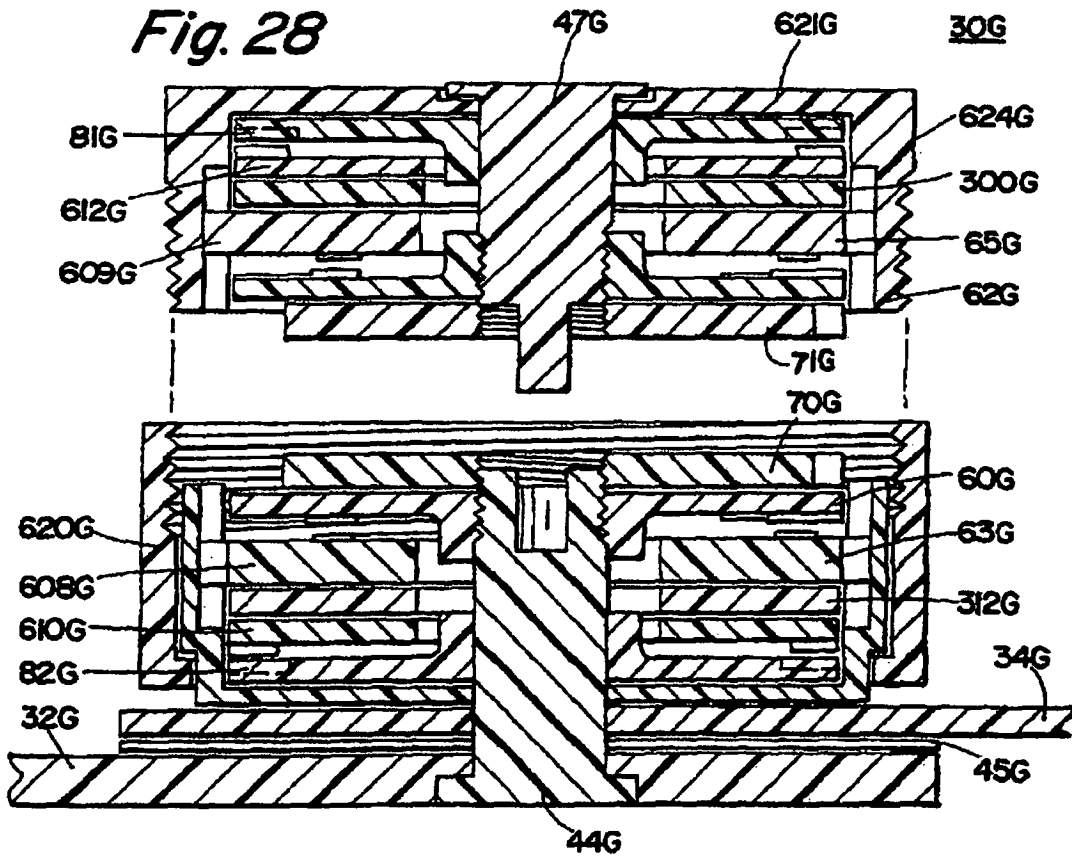


FIG. 29

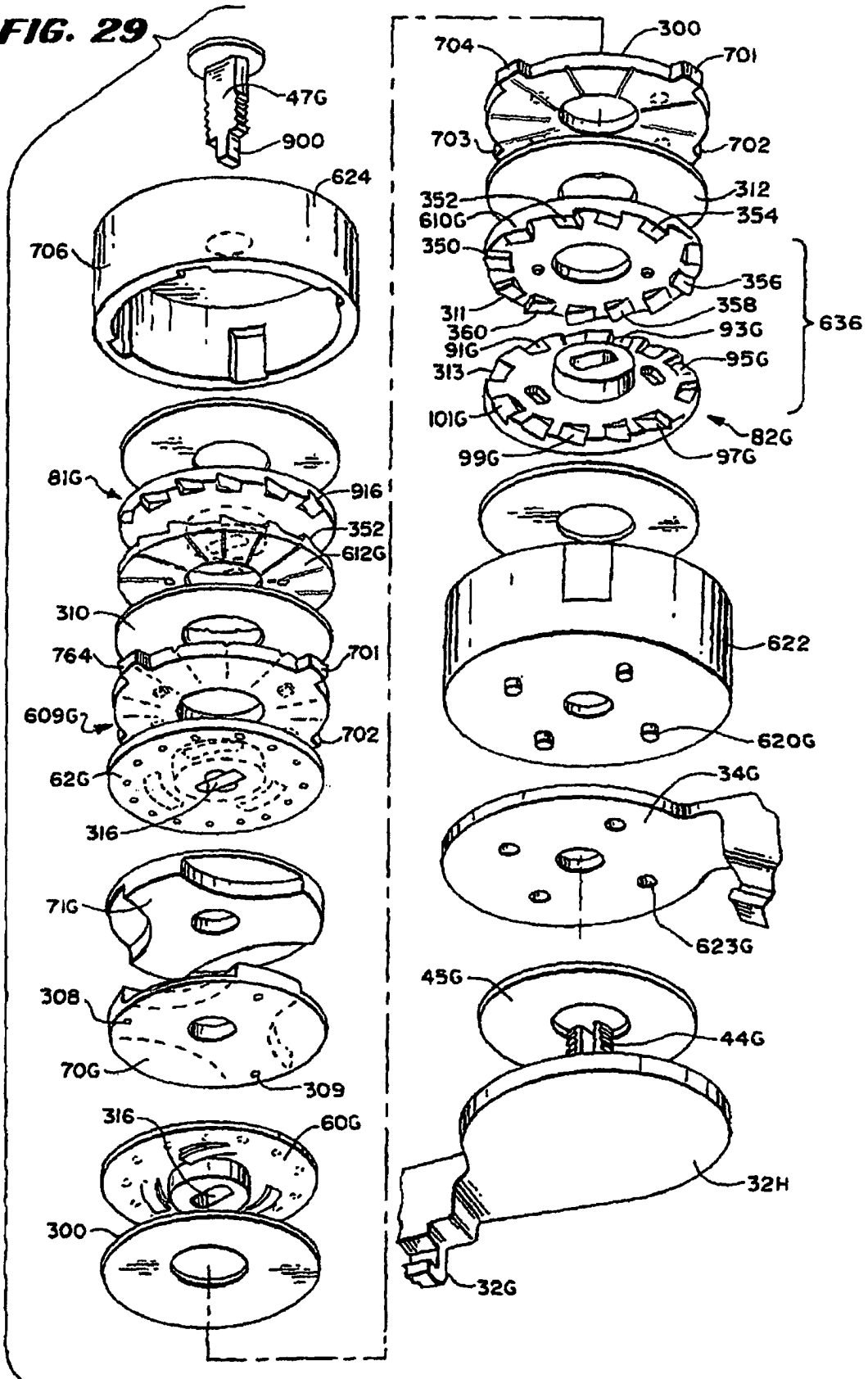


FIG. 30

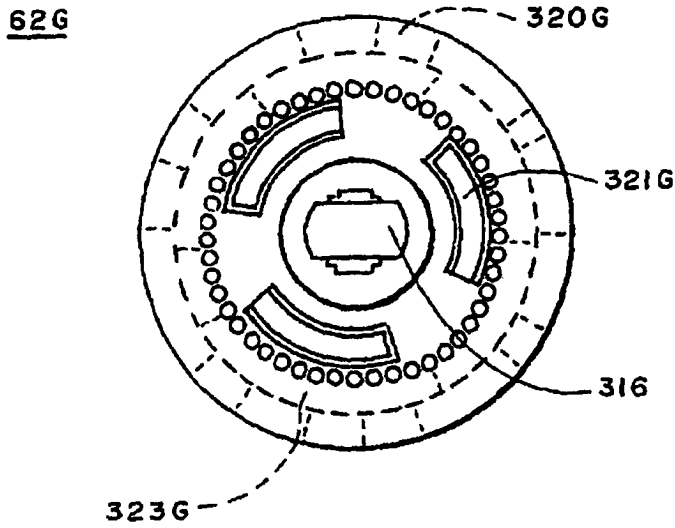


FIG. 31

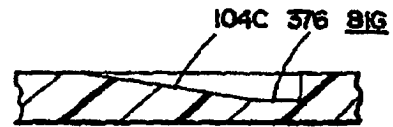
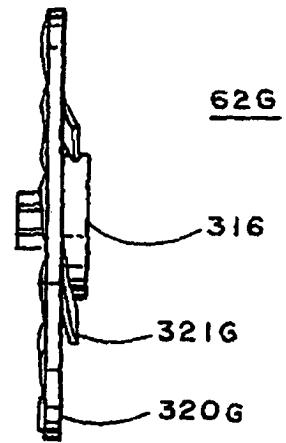
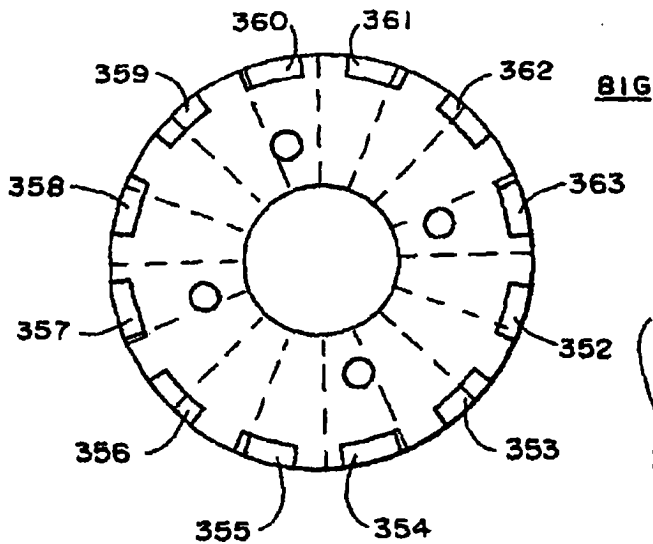


Fig. 36

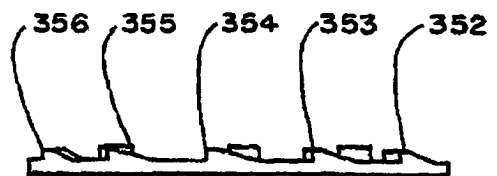
FIG. 32



81G

FIG. 33

81G



81G

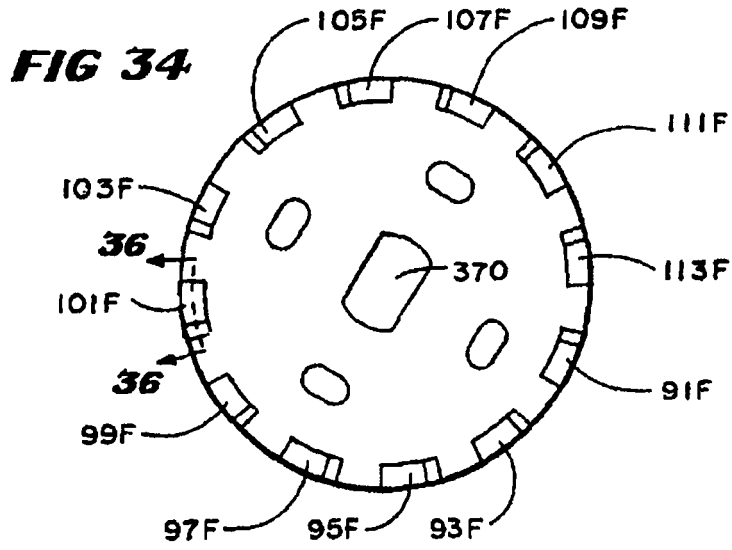


FIG 35

81G

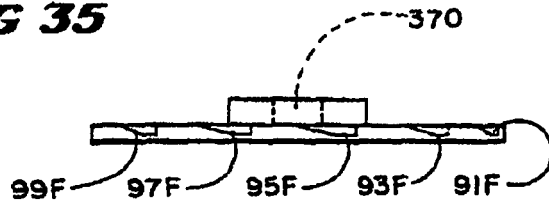


FIG. 37

FIG. 38

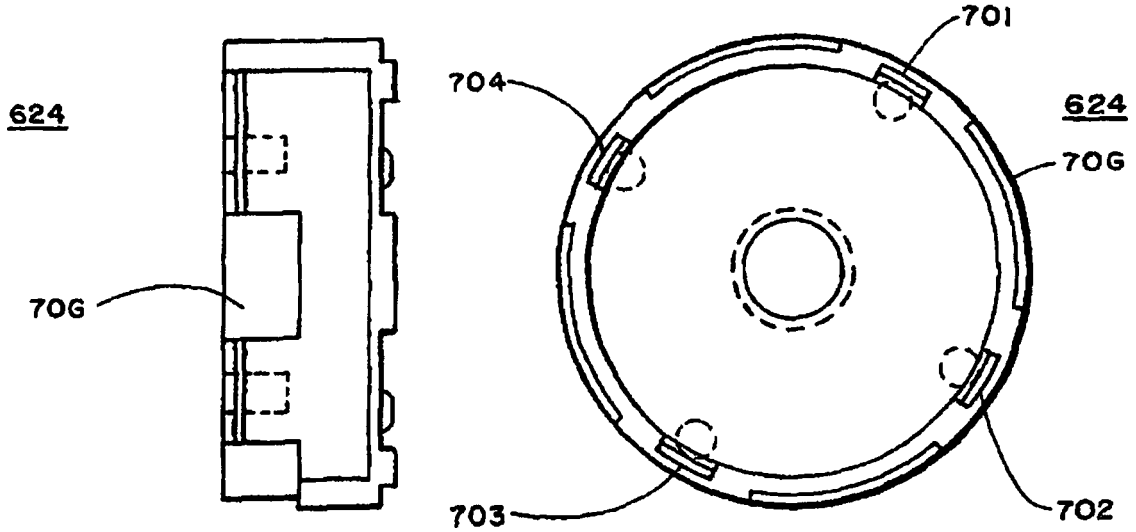


FIG. 39

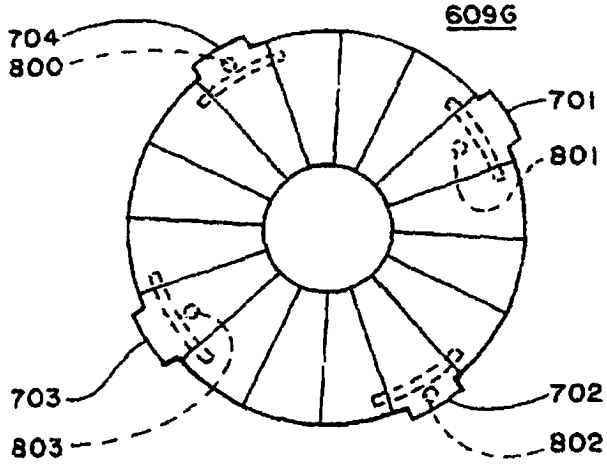


FIG. 40

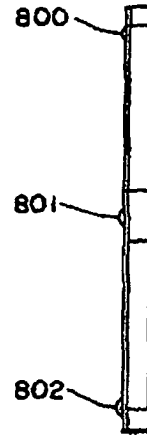


FIG. 41



FIG. 42

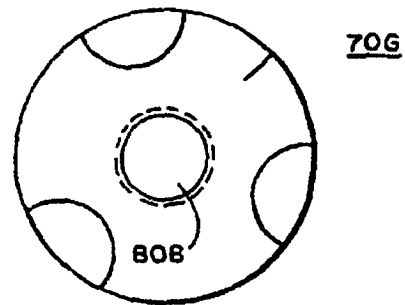


FIG. 44

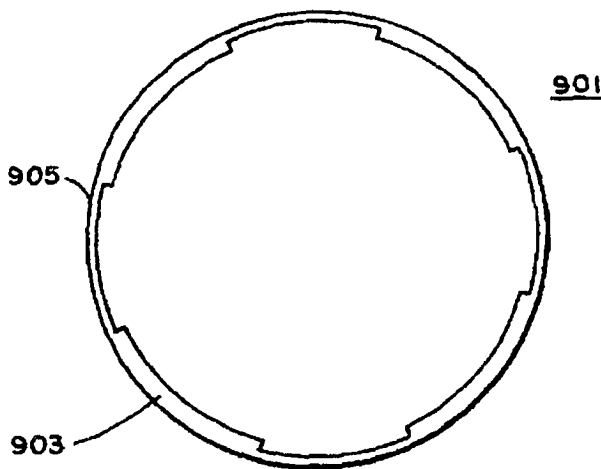
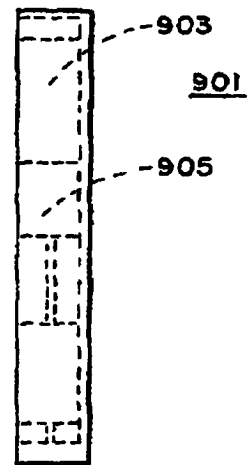


FIG. 45



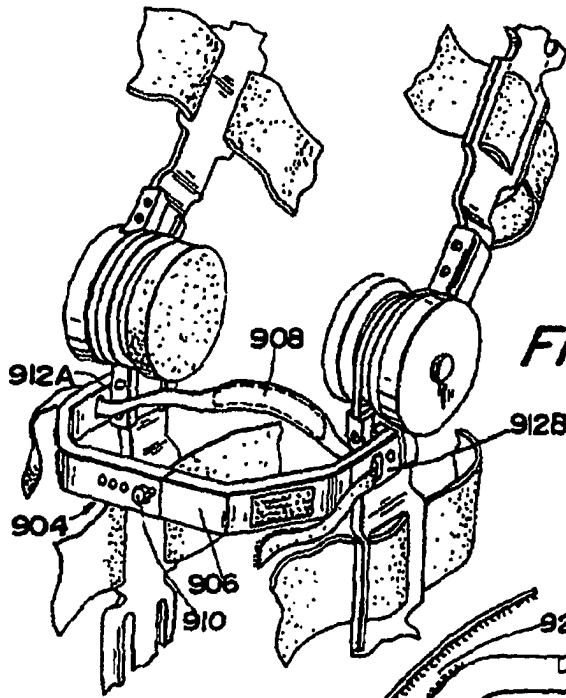


Fig. 46

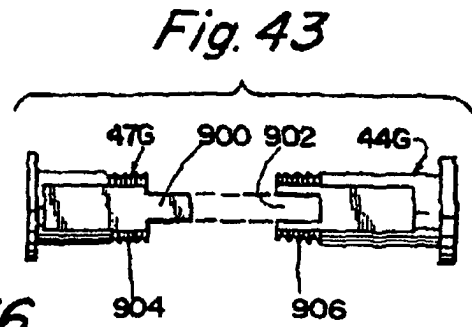


Fig. 43

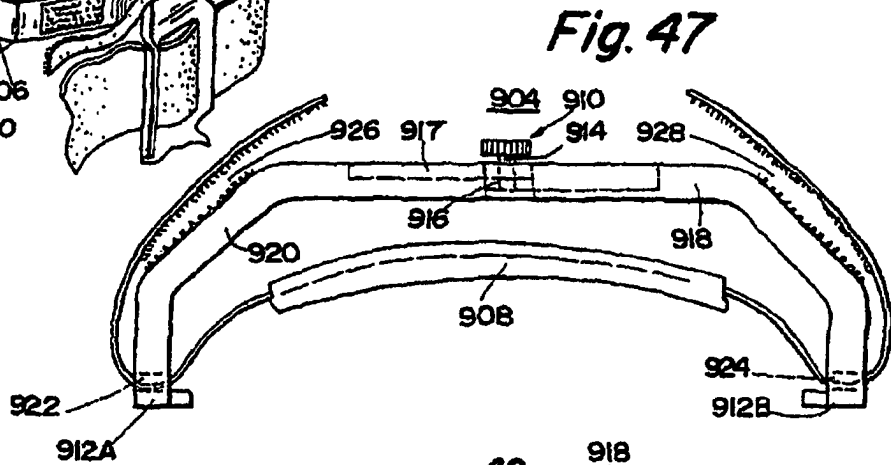


Fig. 47

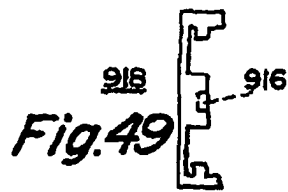


Fig. 49

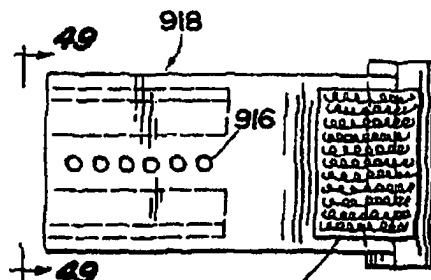


Fig. 48

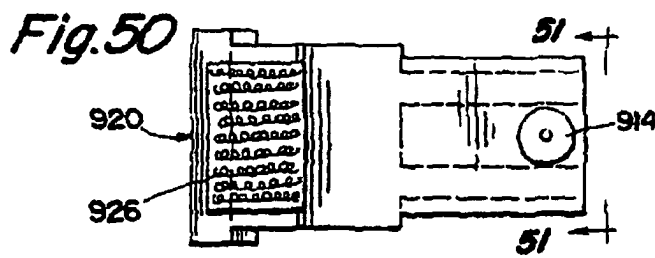


Fig. 50



Fig. 51

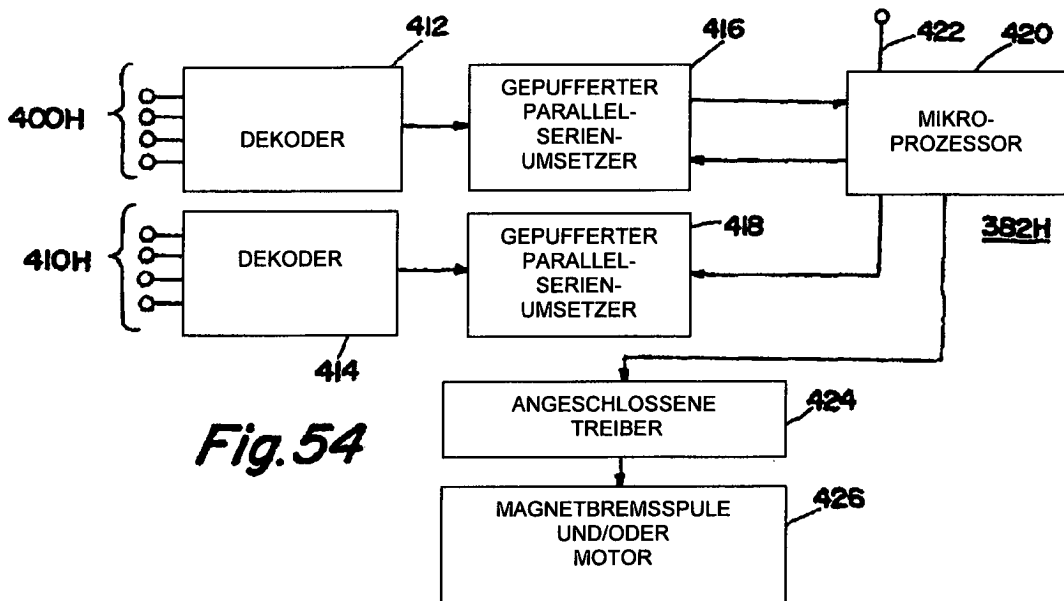
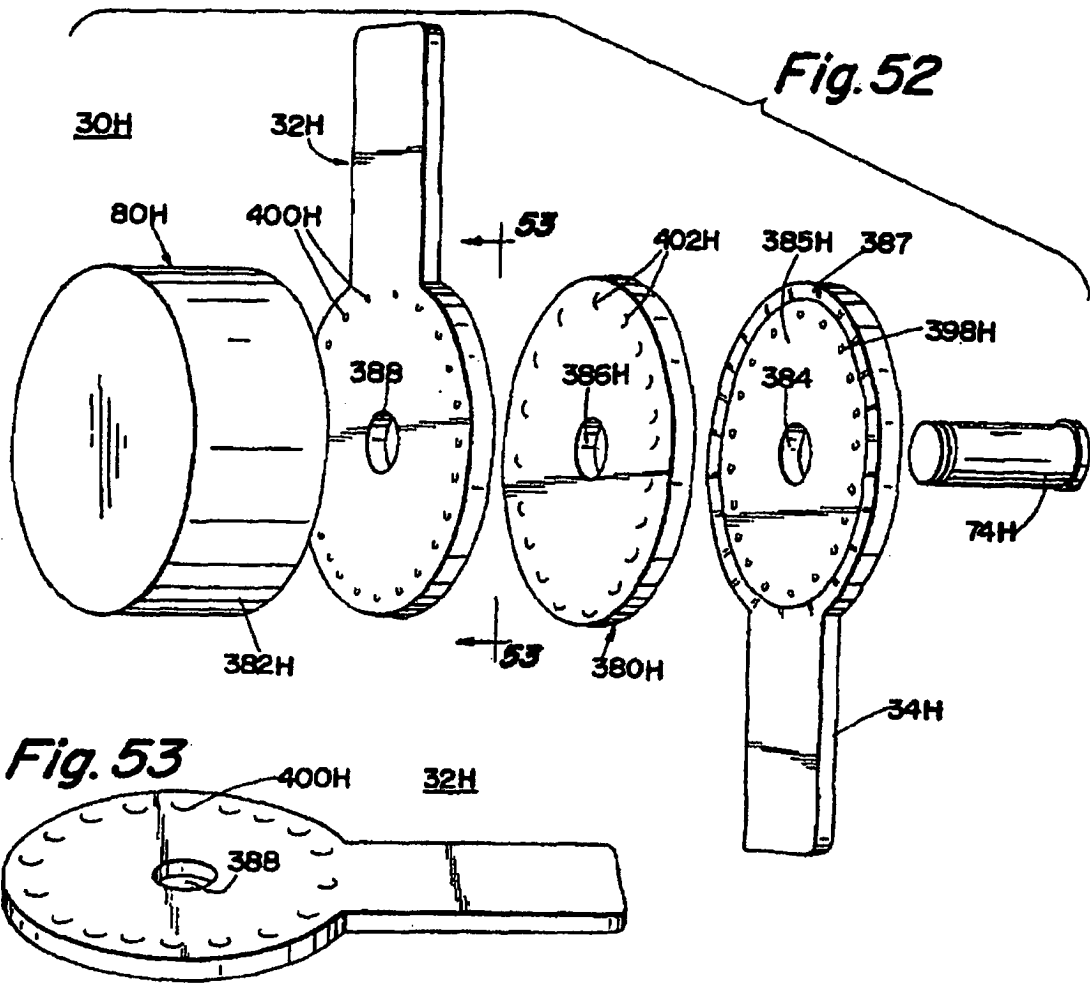


Fig. 55

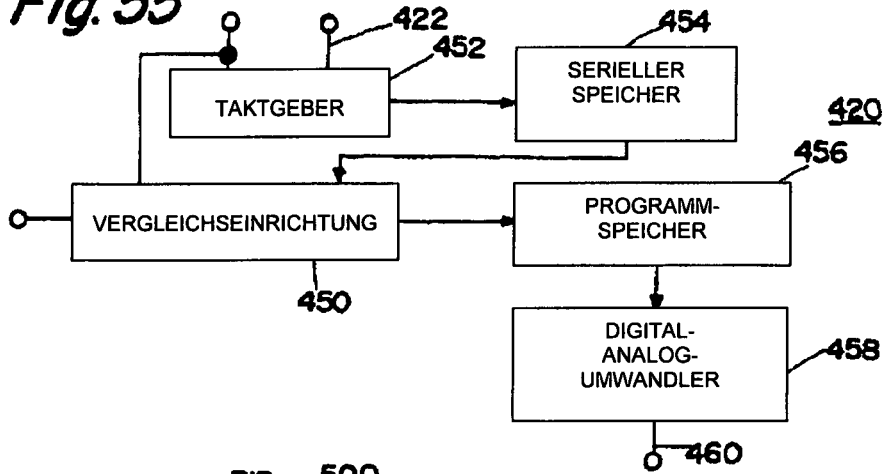


Fig. 56

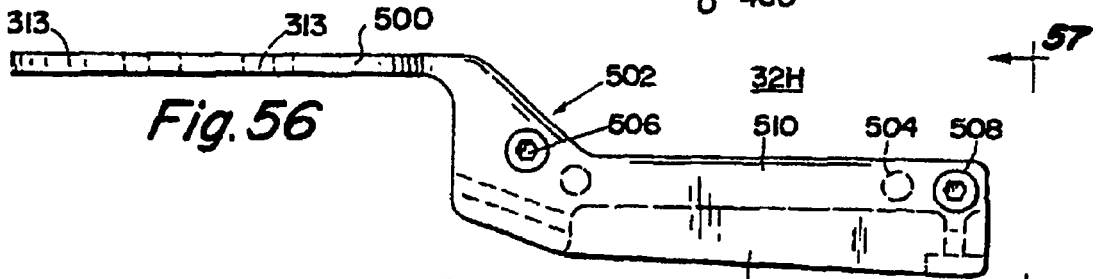


Fig. 57

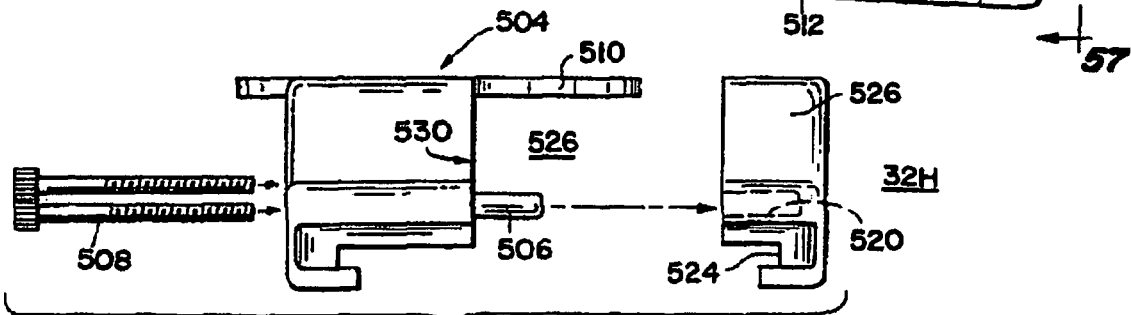


Fig. 58

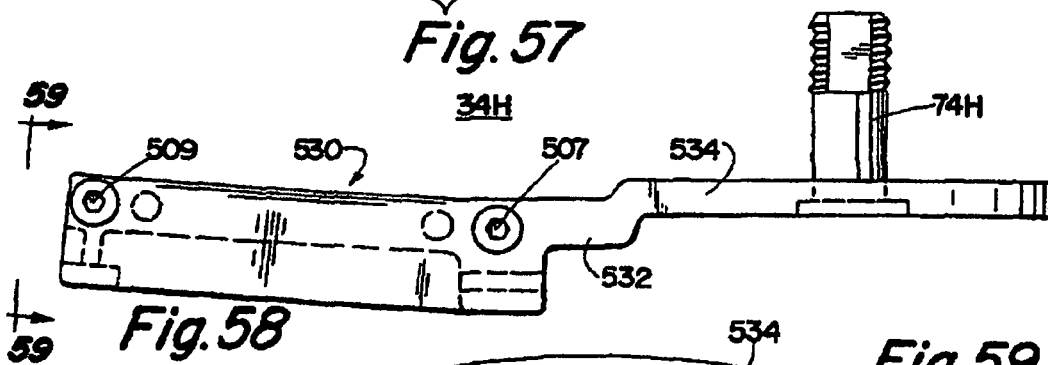
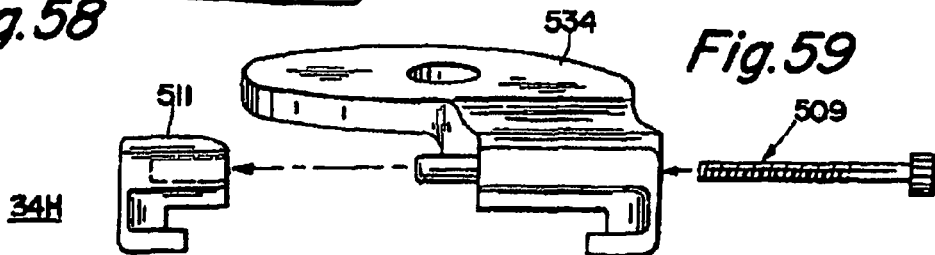
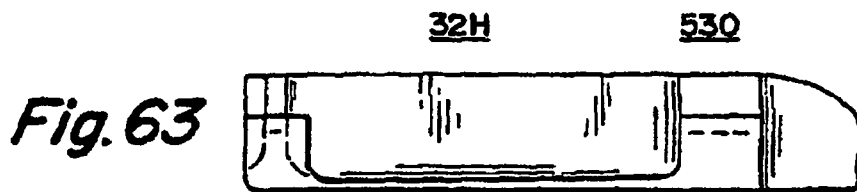
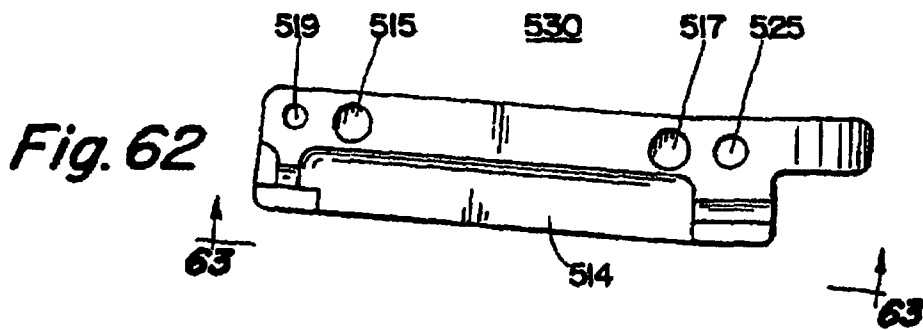
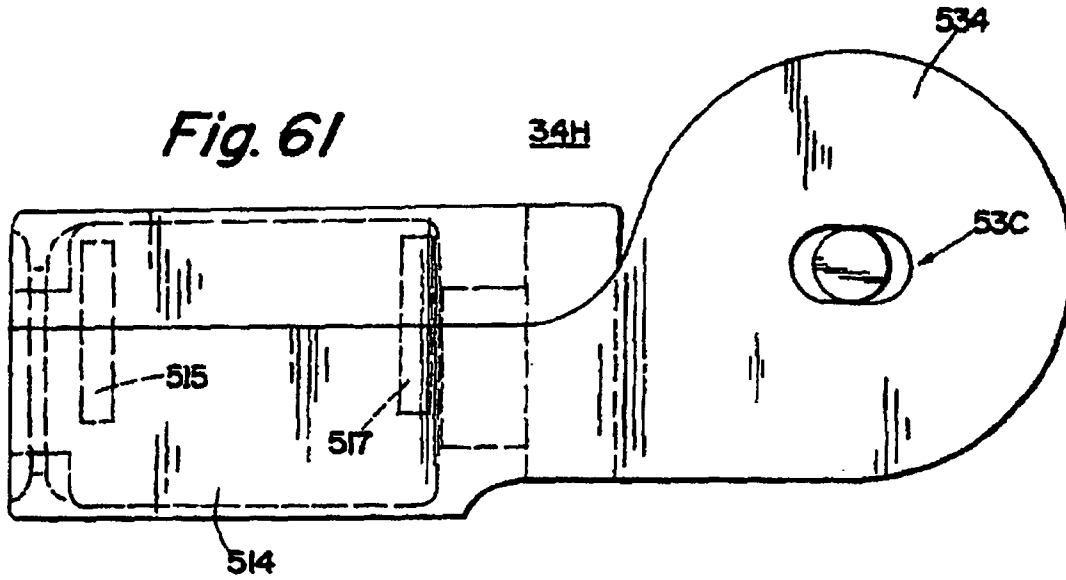
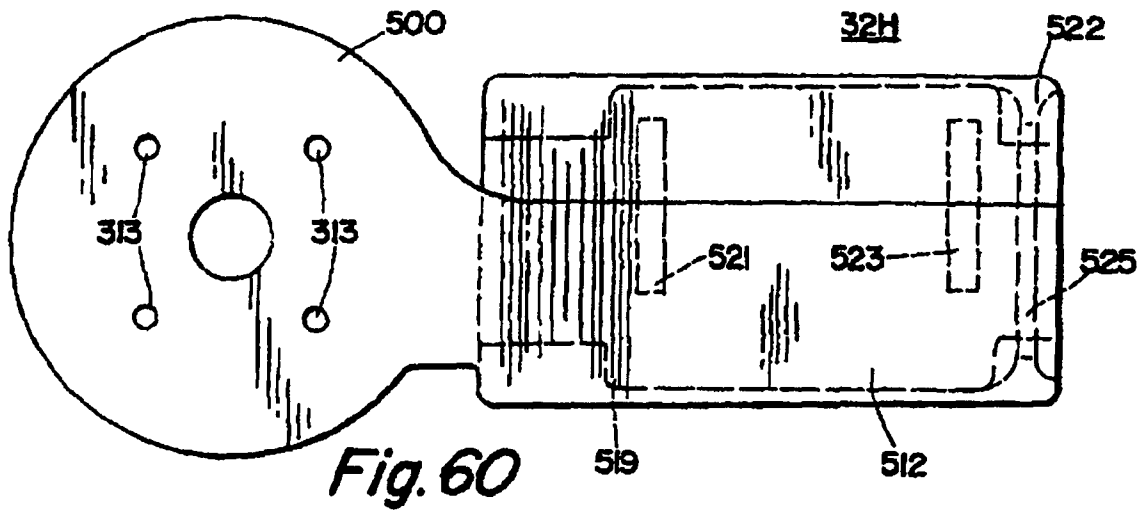
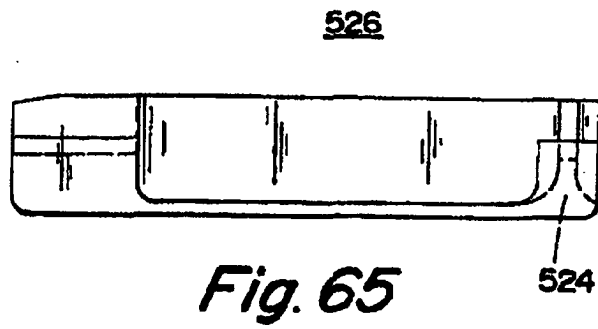
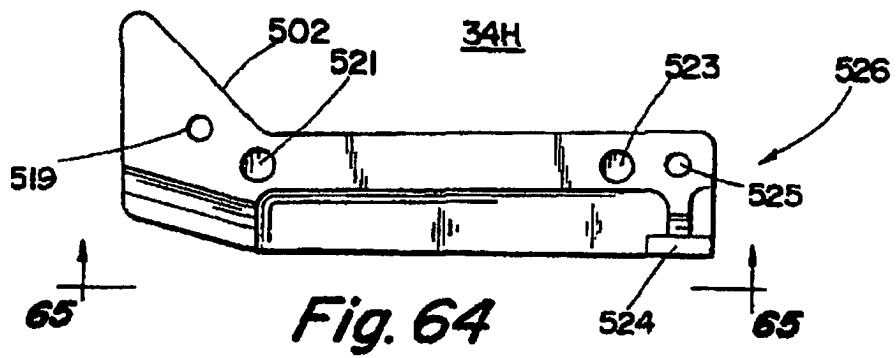


Fig. 59







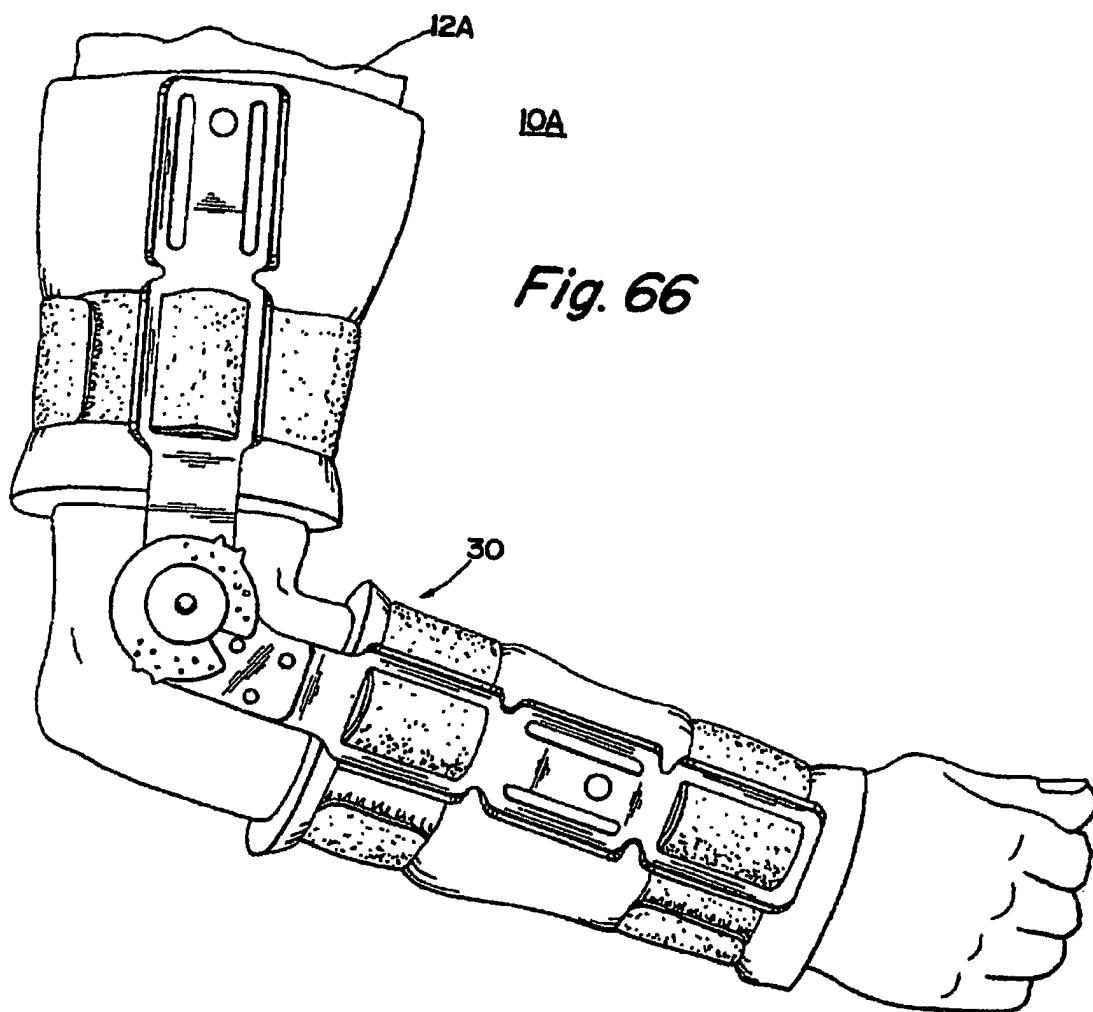


Fig. 67

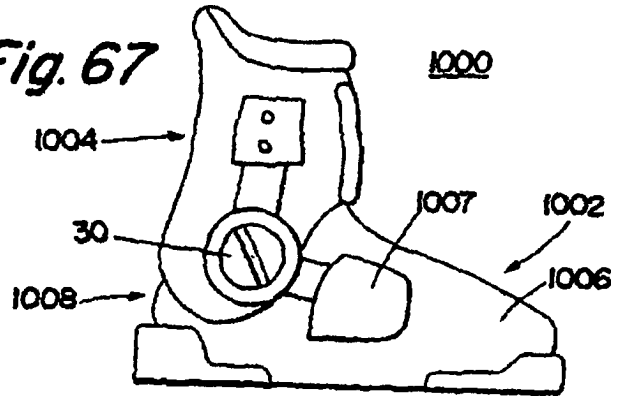


Fig. 68

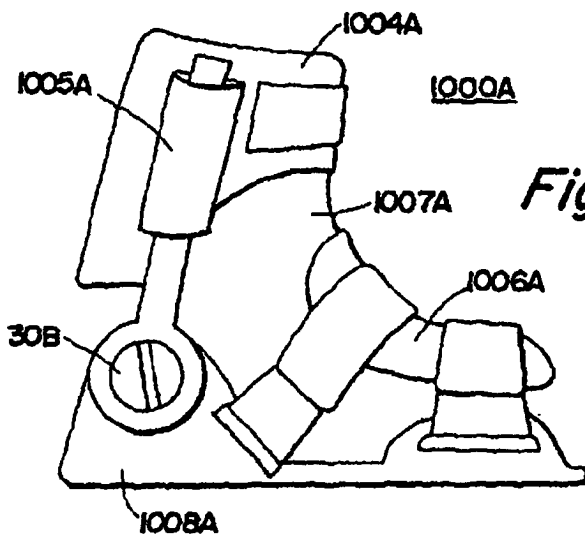
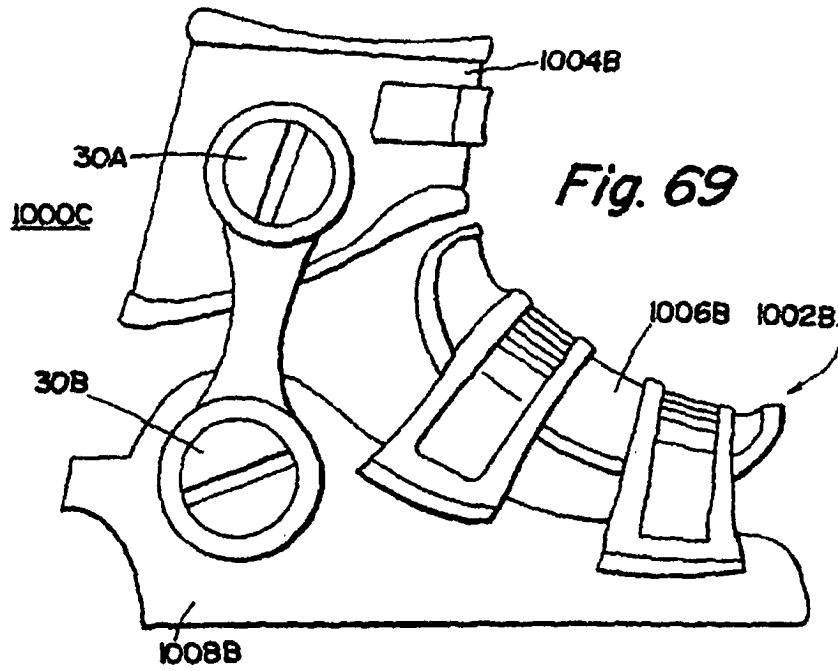
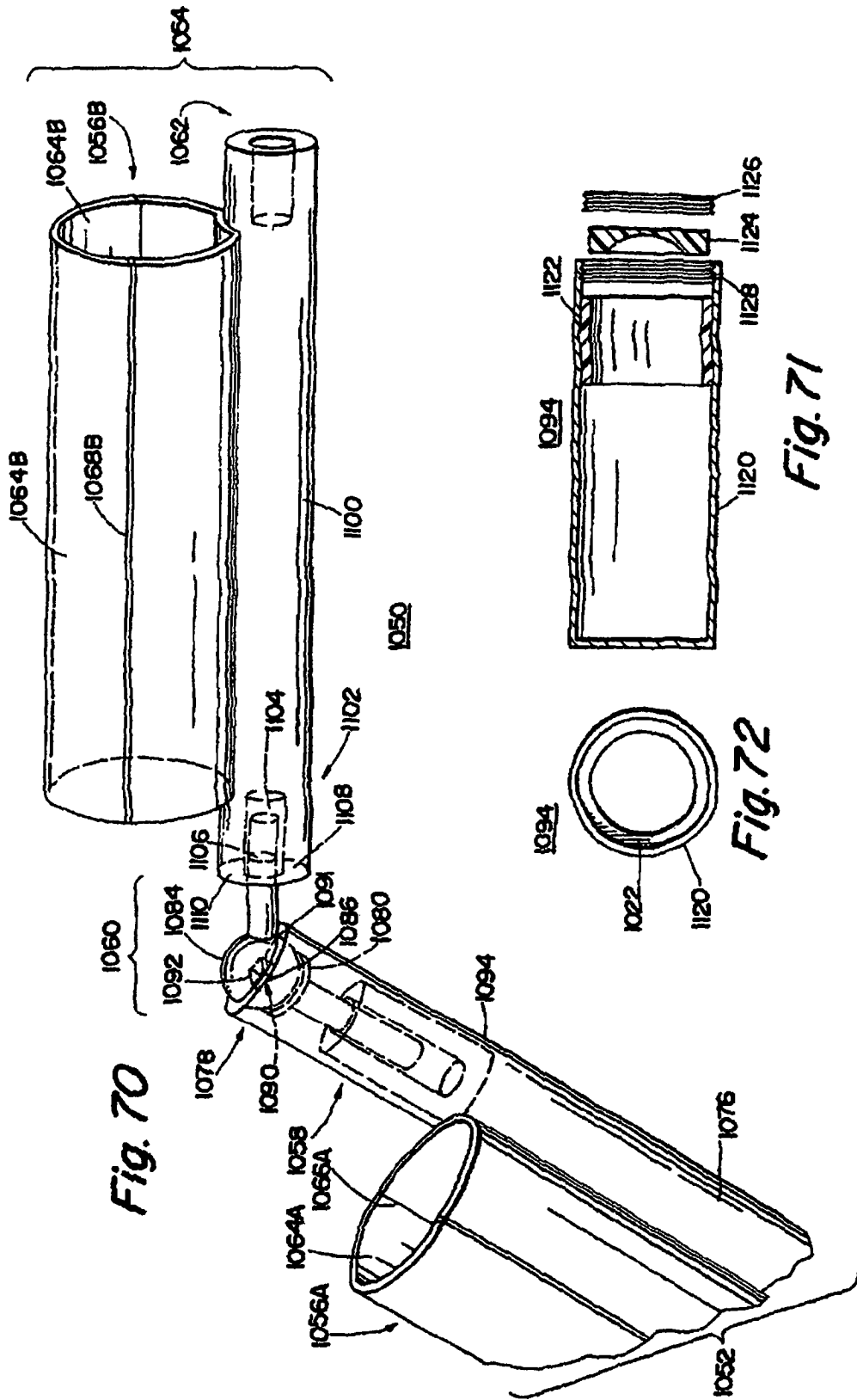
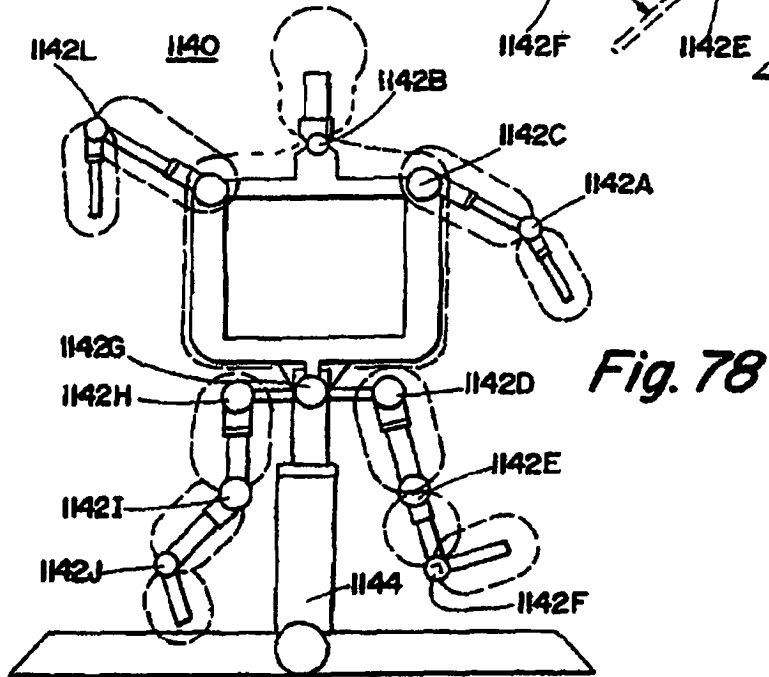
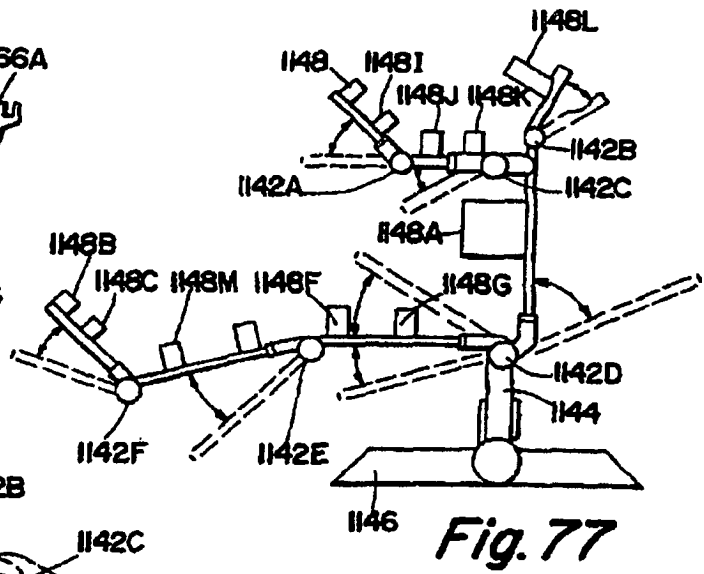
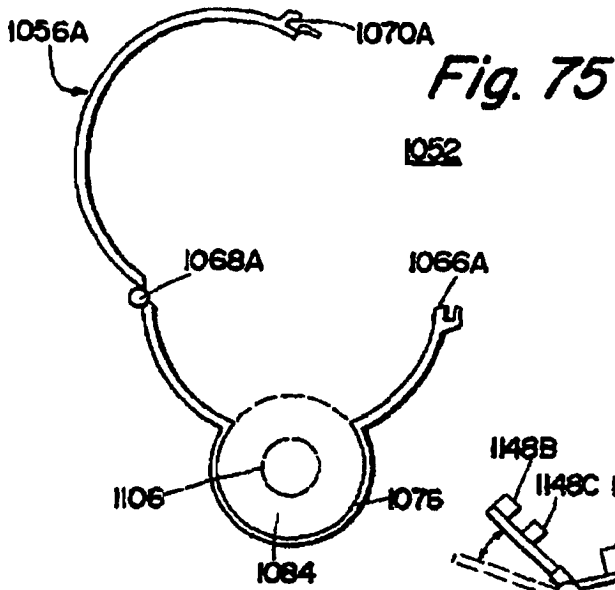
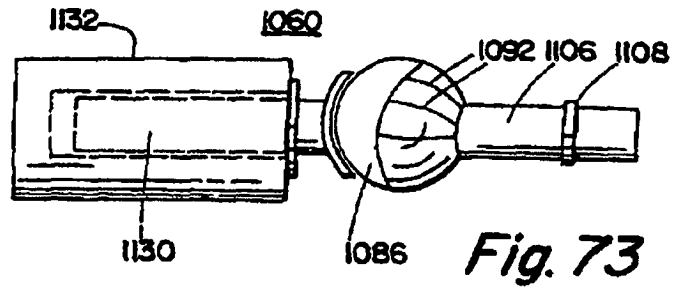
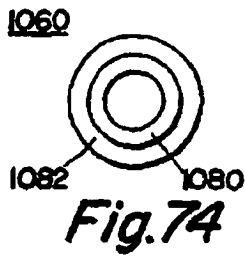


Fig. 69







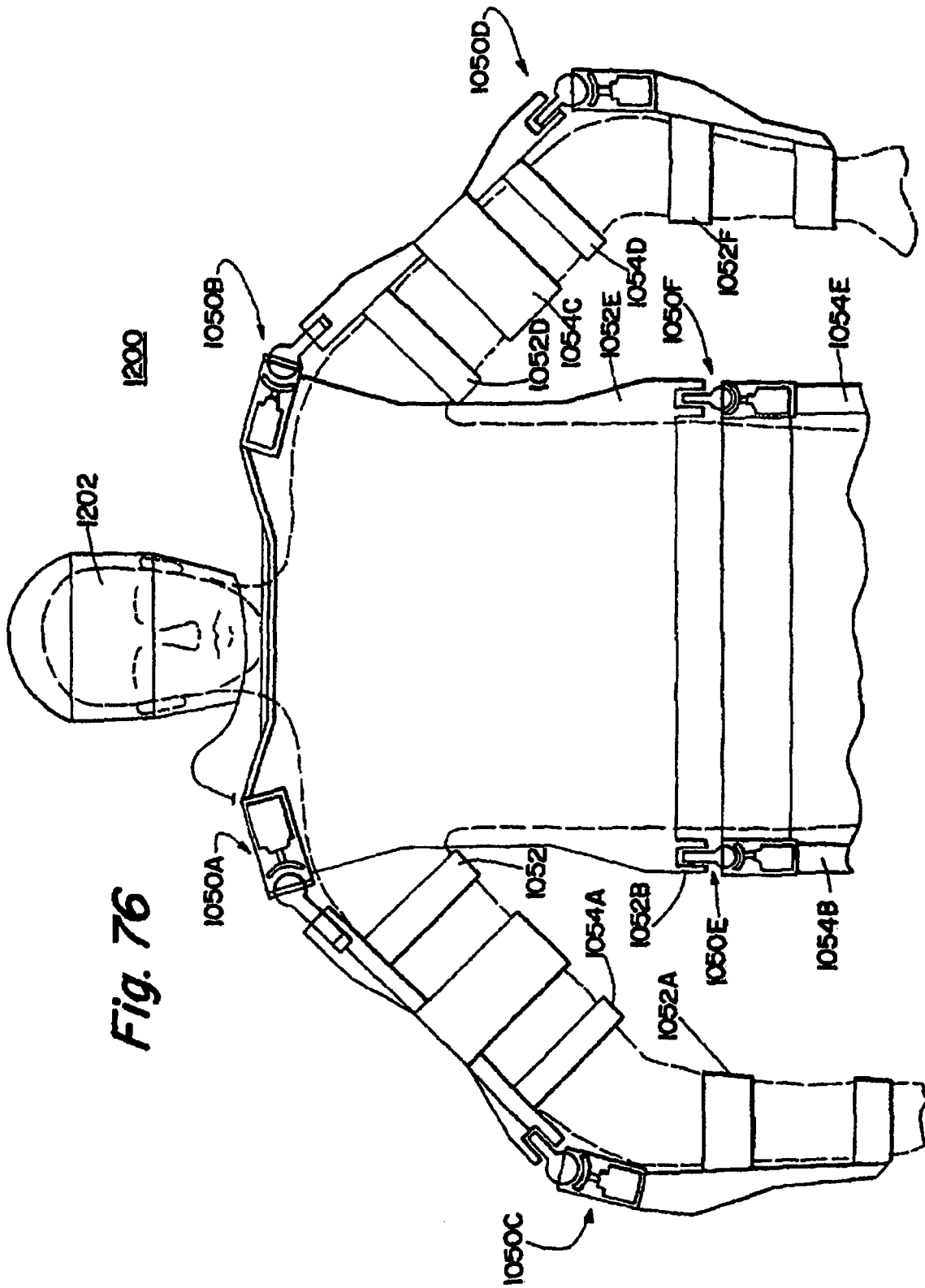


Fig. 76

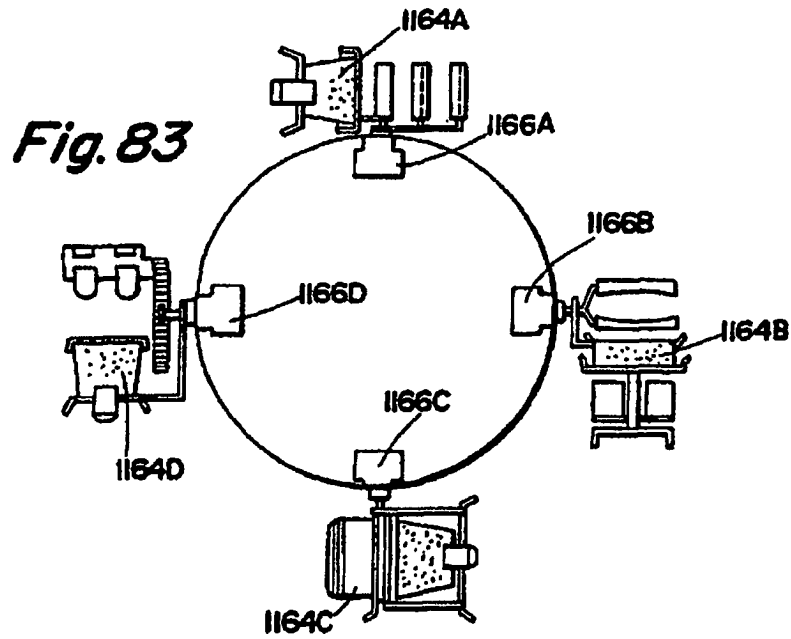
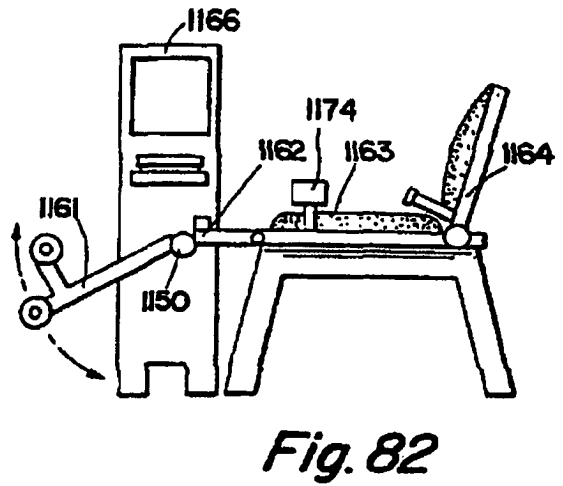
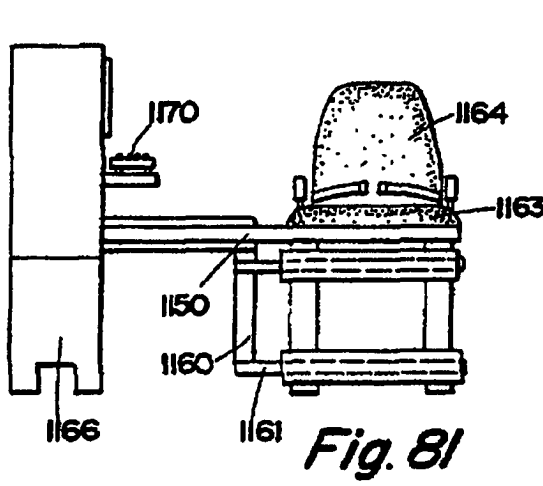
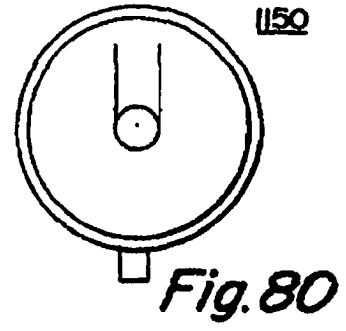
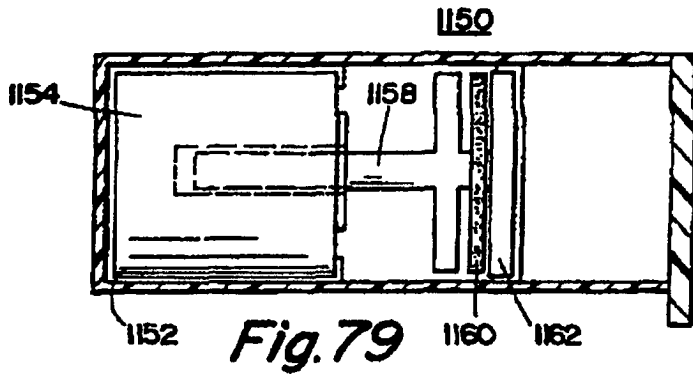
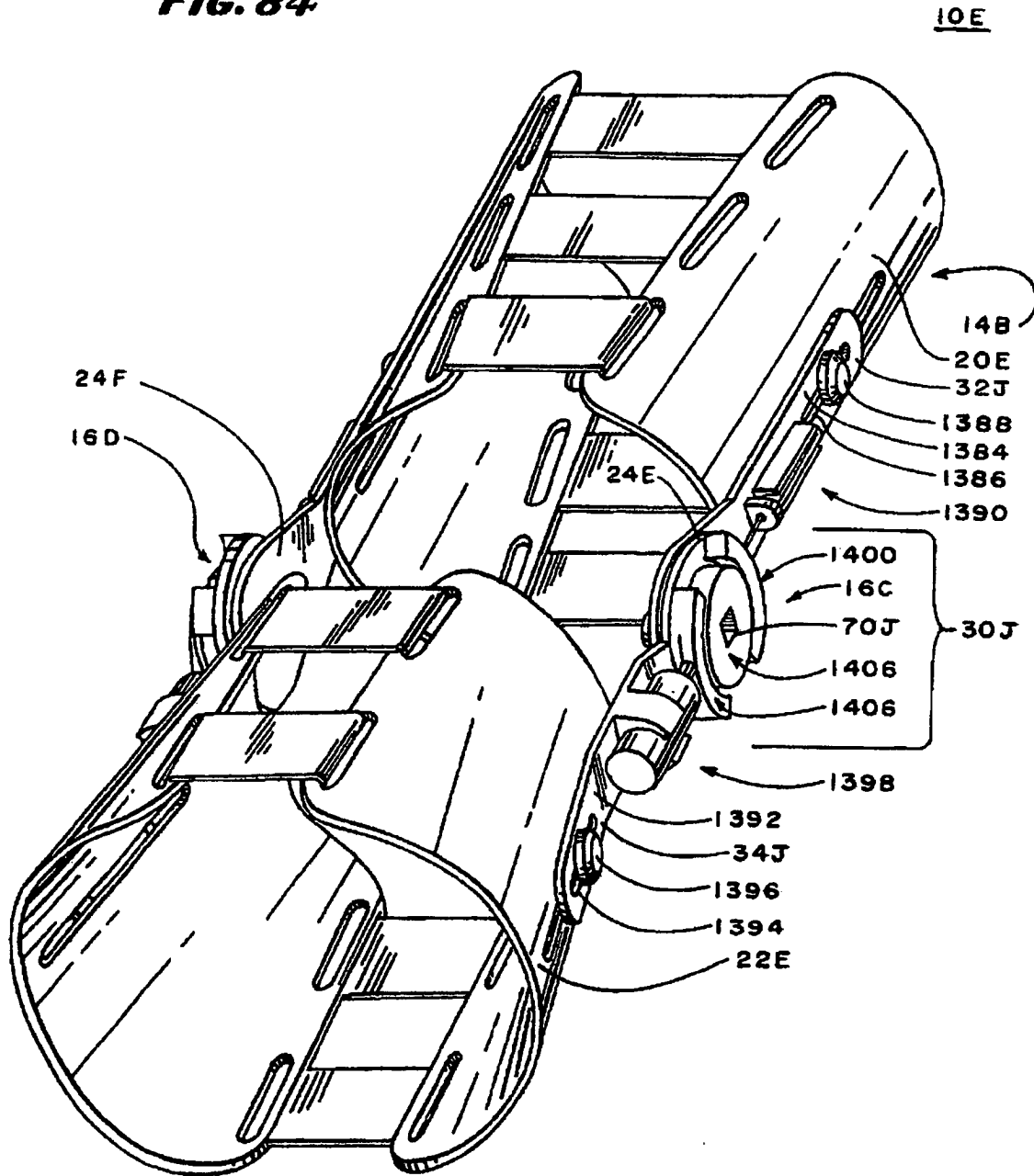


FIG. 84



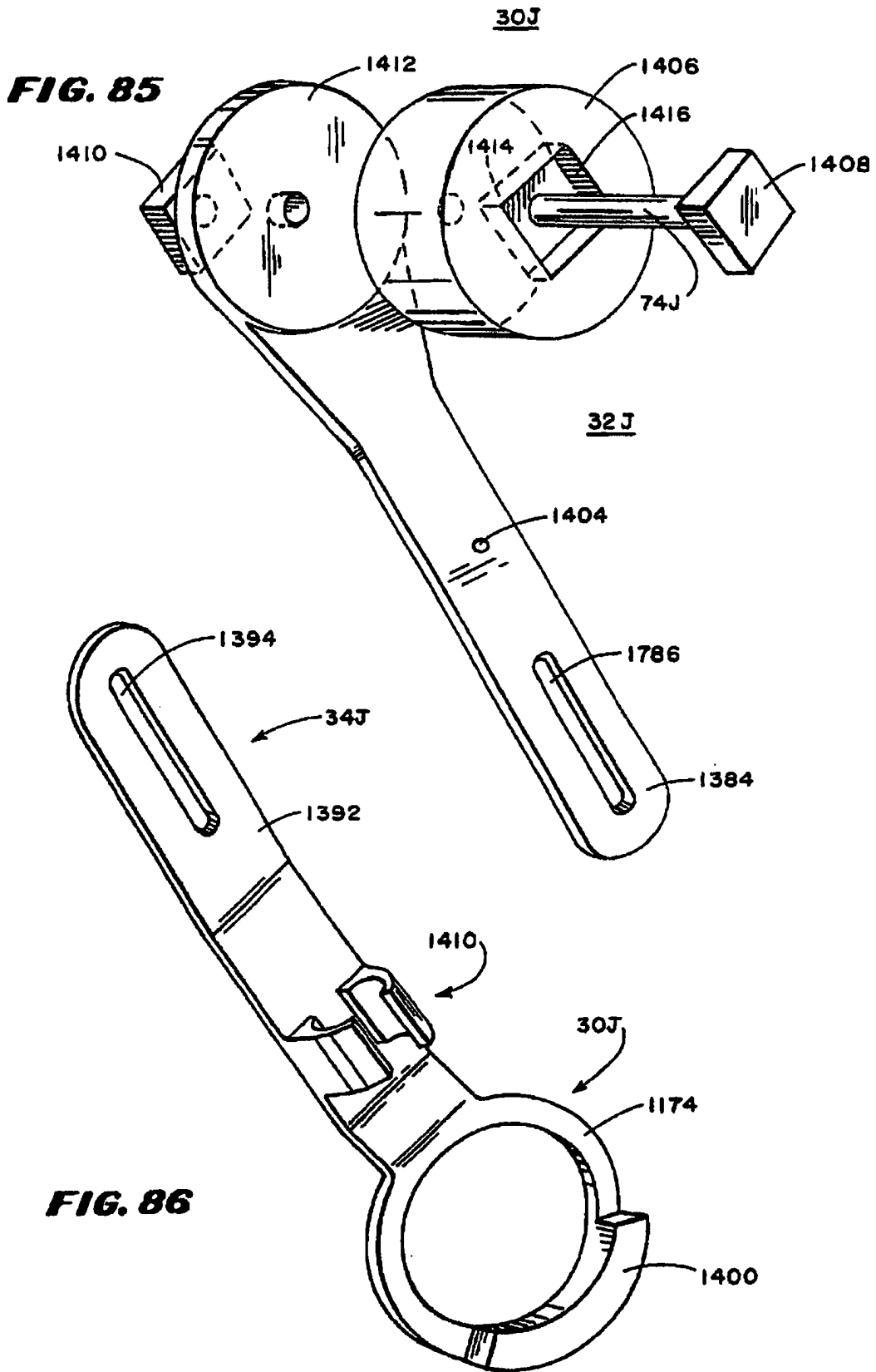


FIG. 87

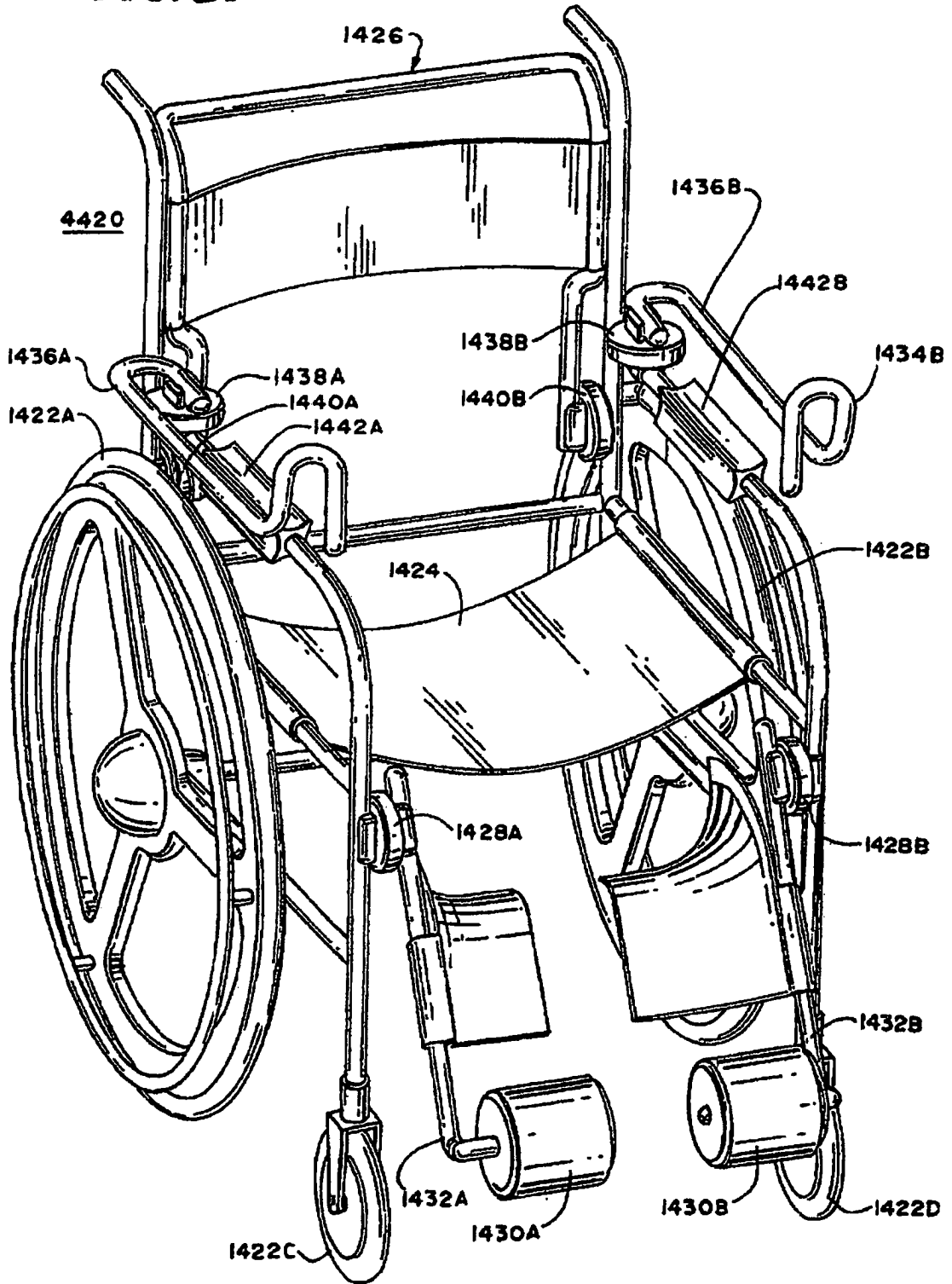
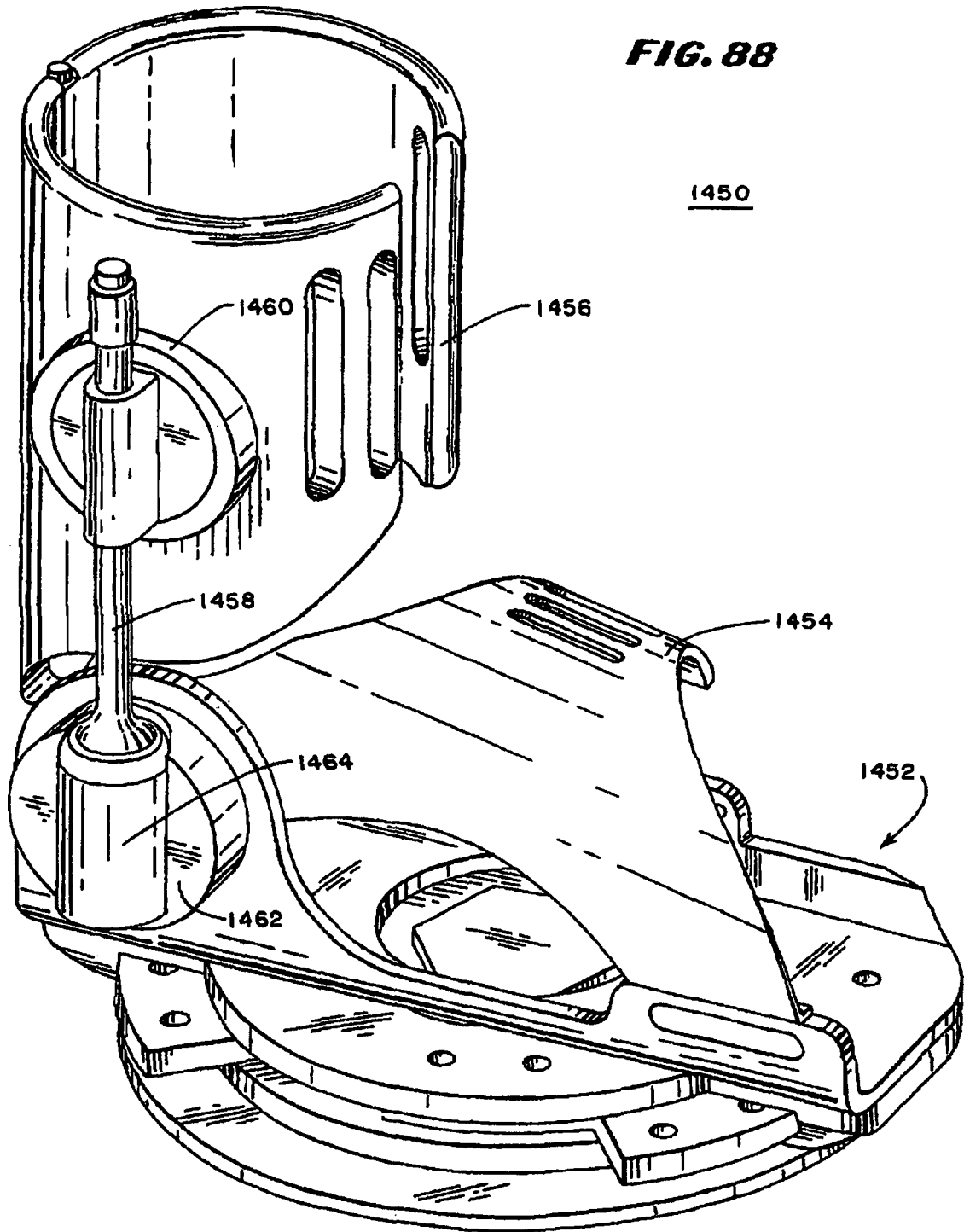
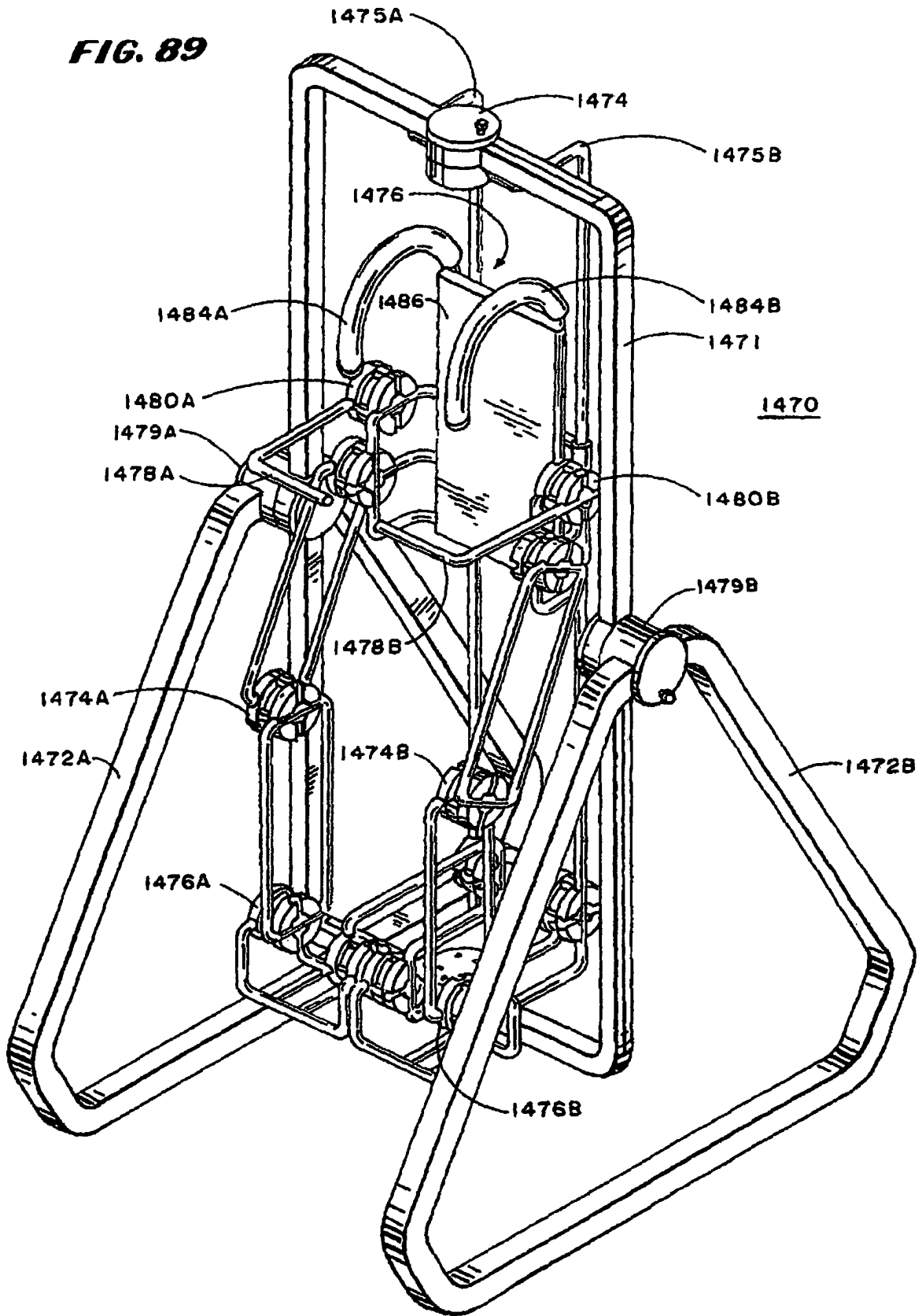


FIG. 88





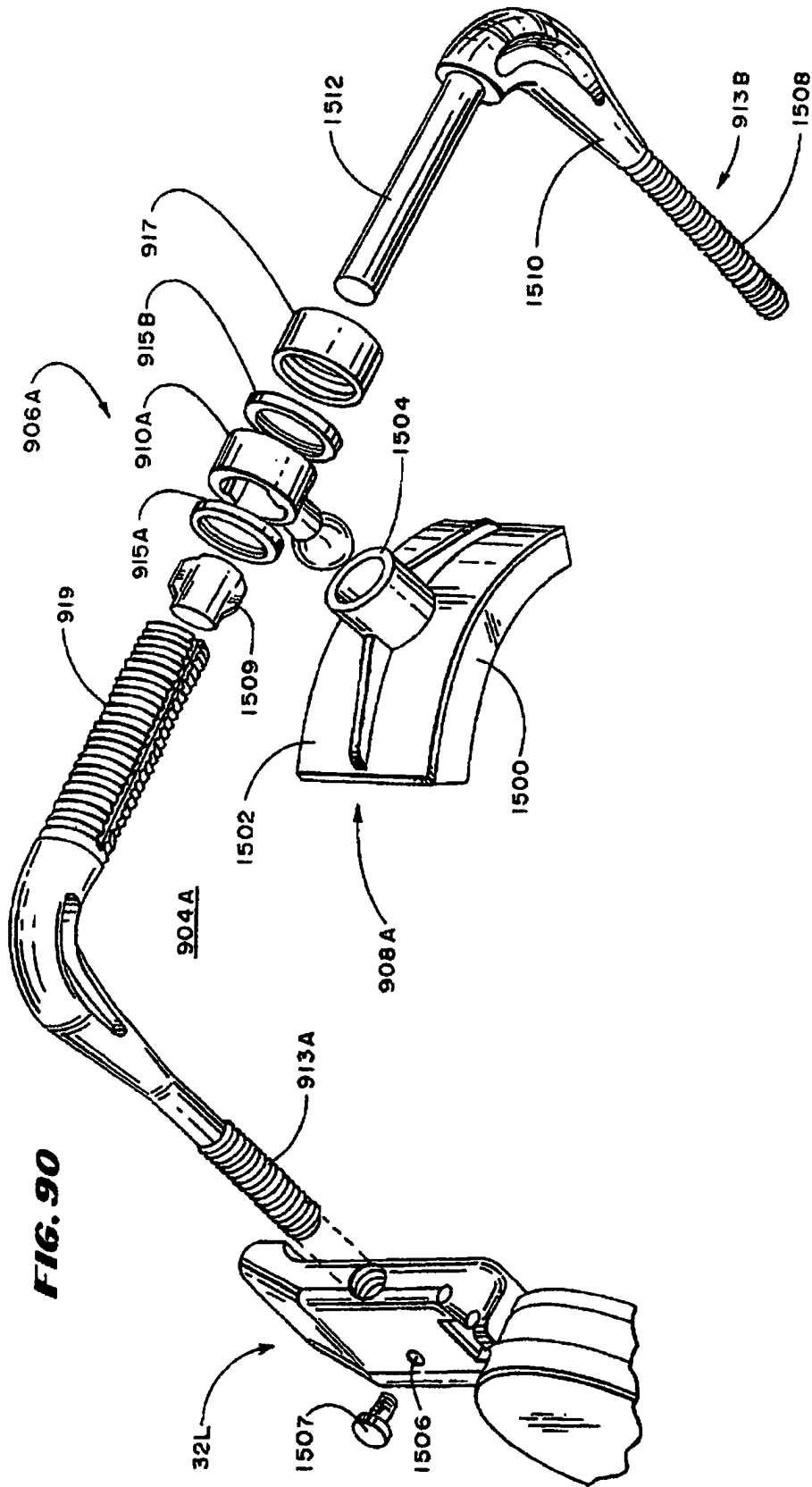


FIG. 90

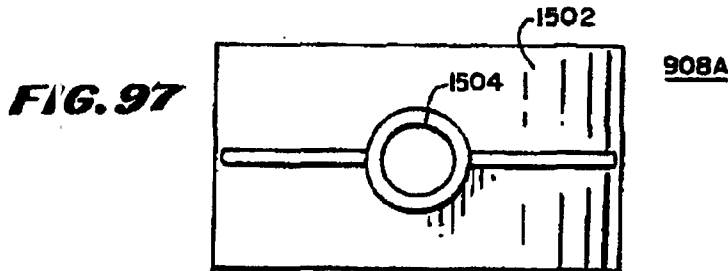
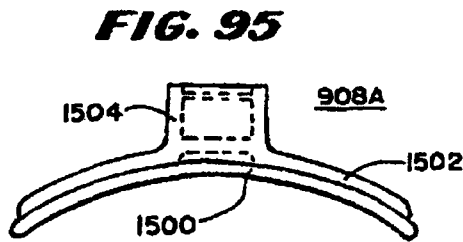
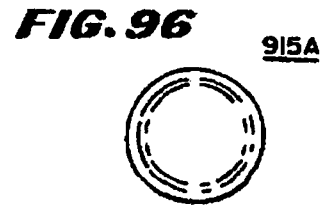
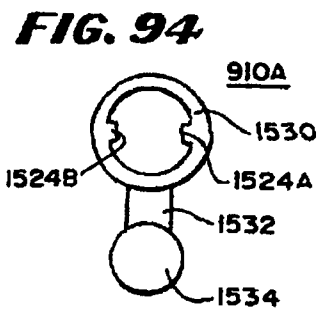
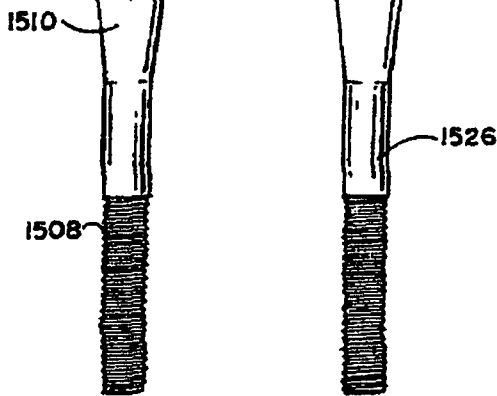
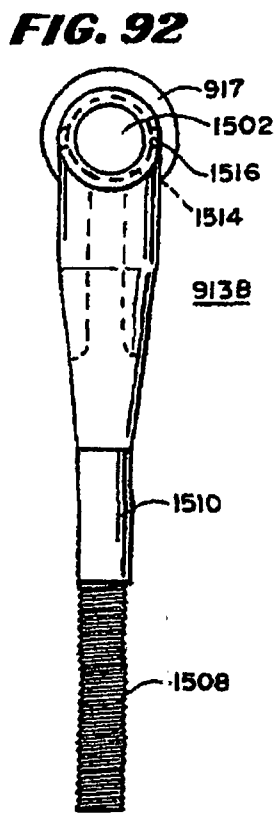
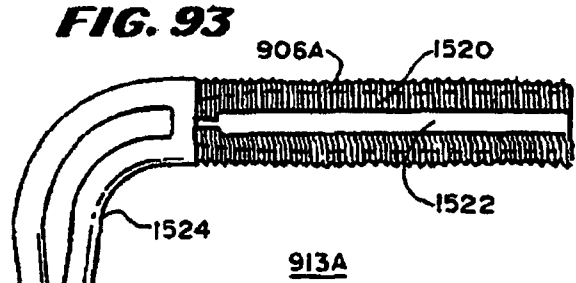
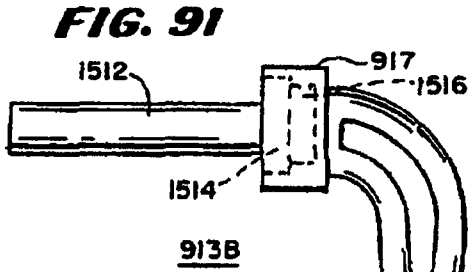
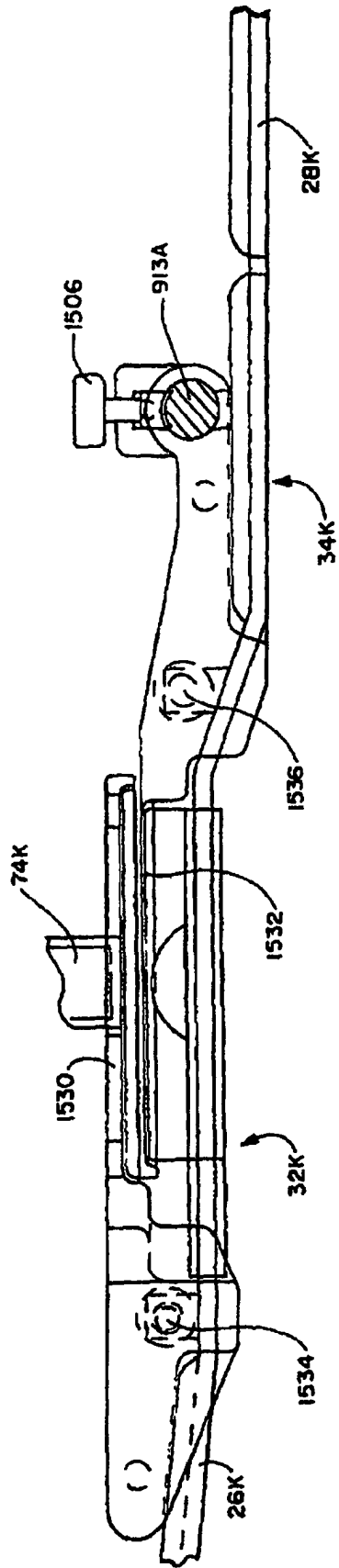


FIG. 98



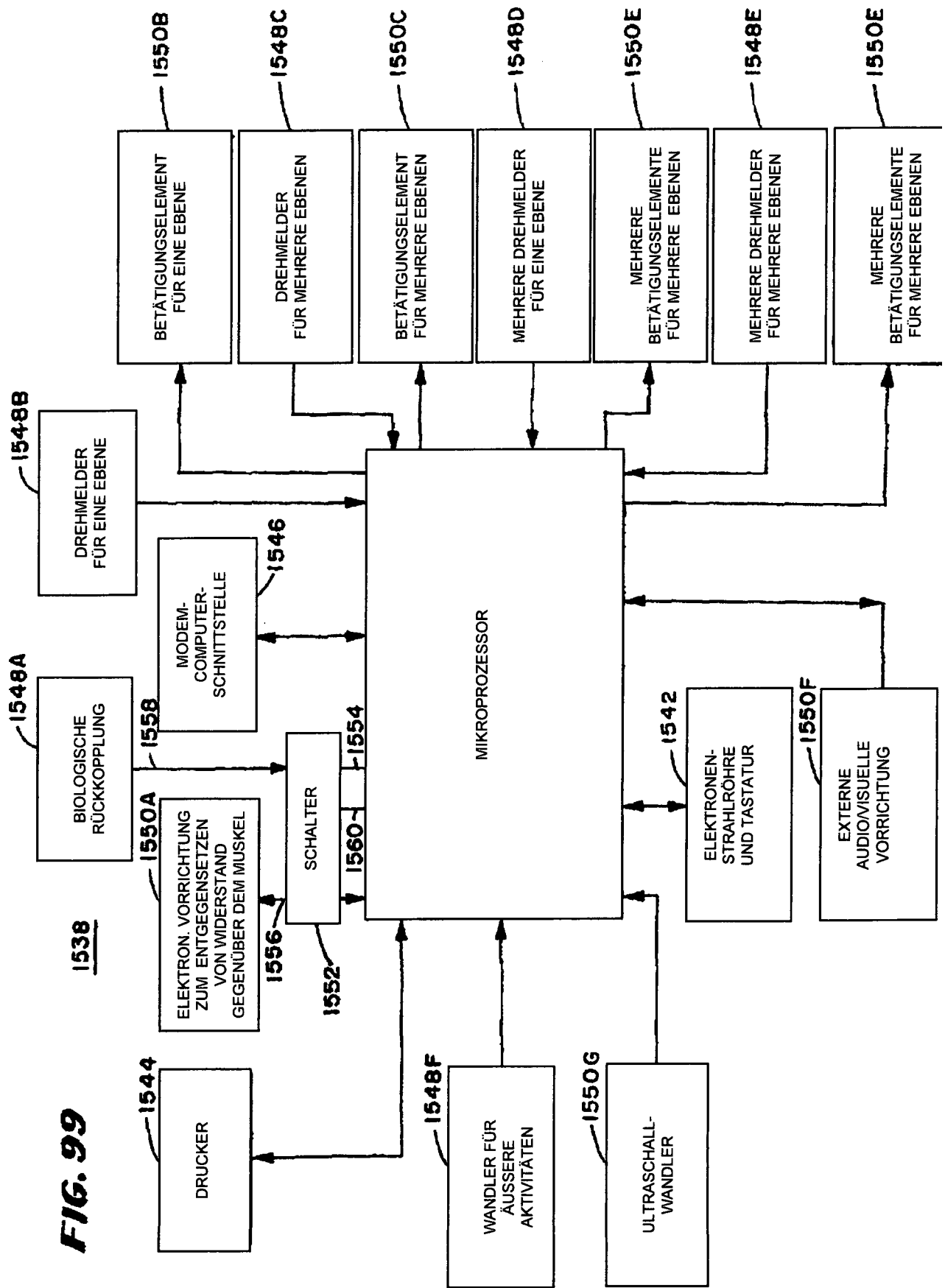


FIG. 100

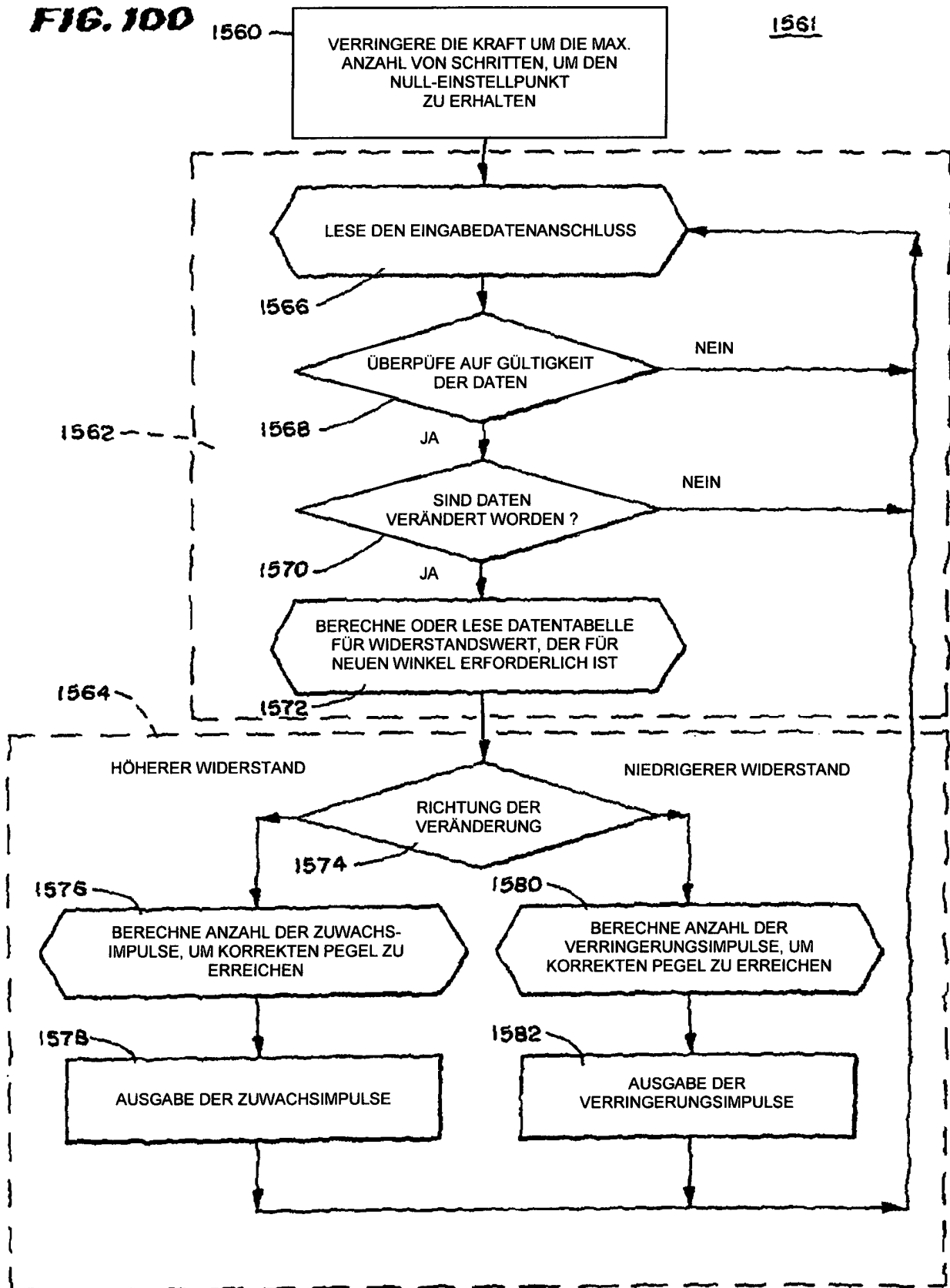


FIG. 101

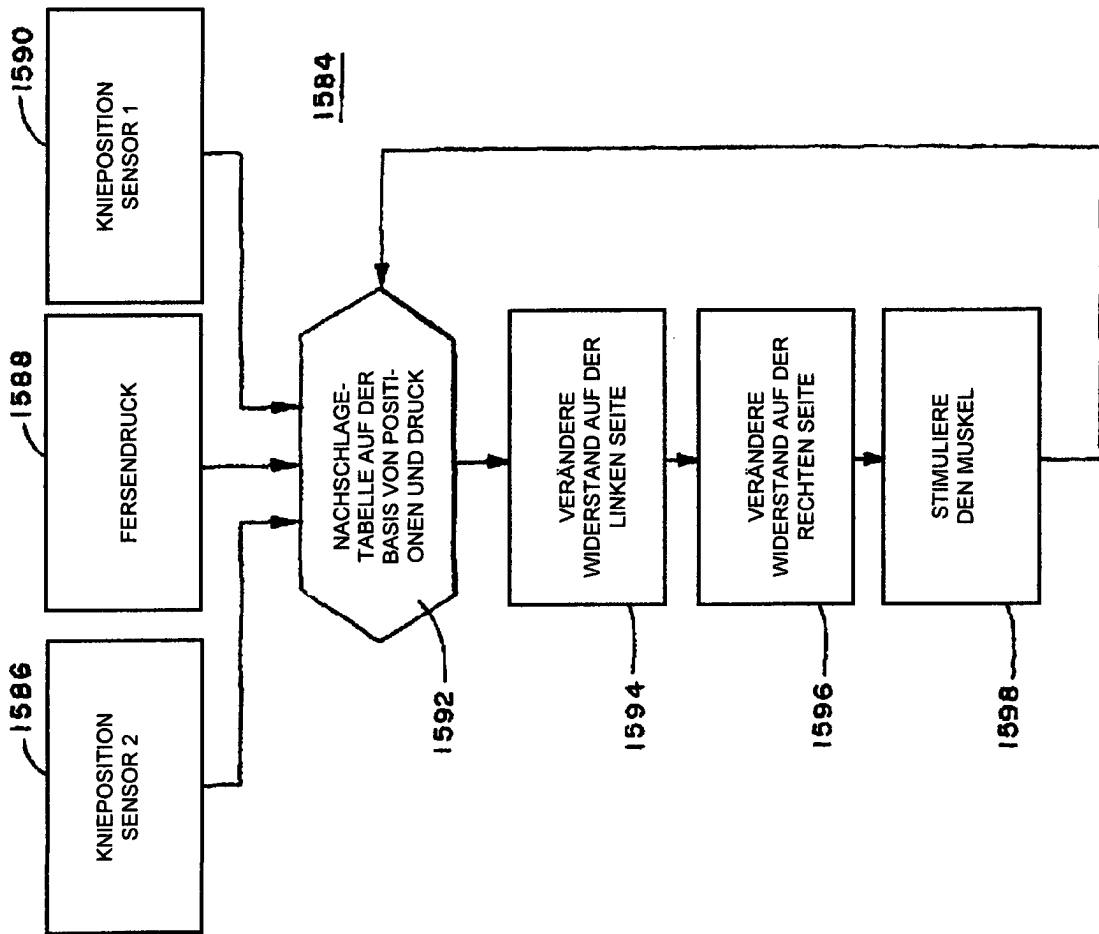


FIG. 102

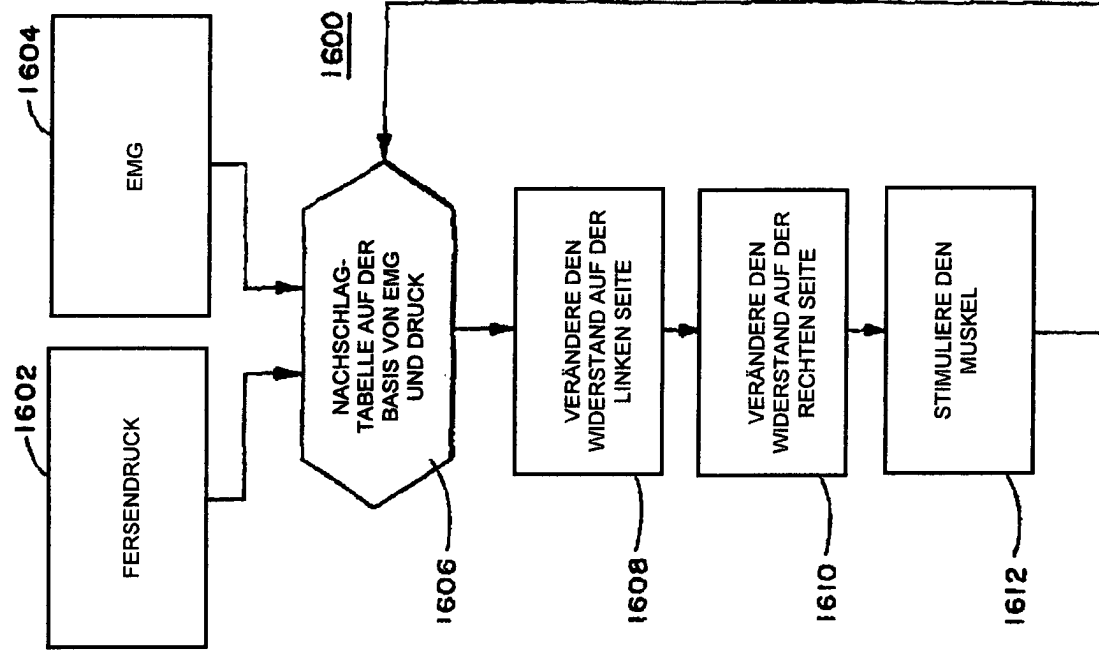


FIG. 103

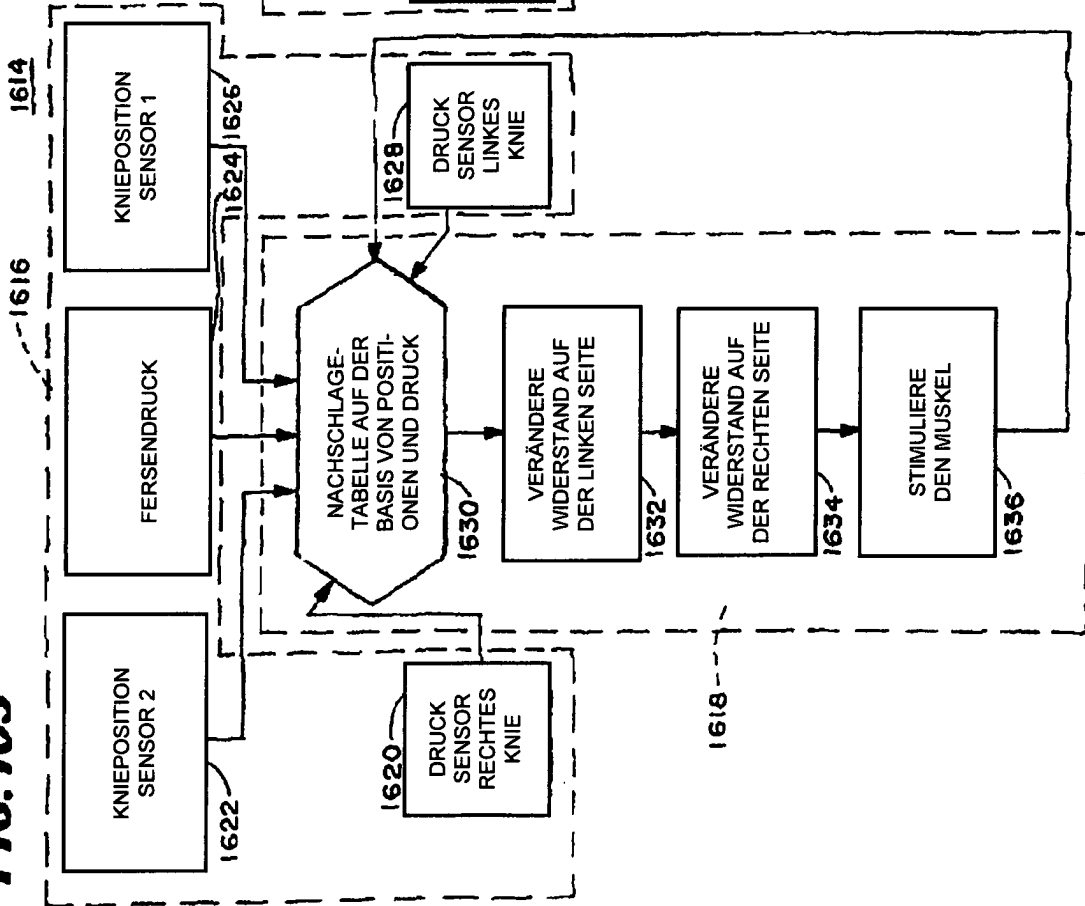


FIG. 104

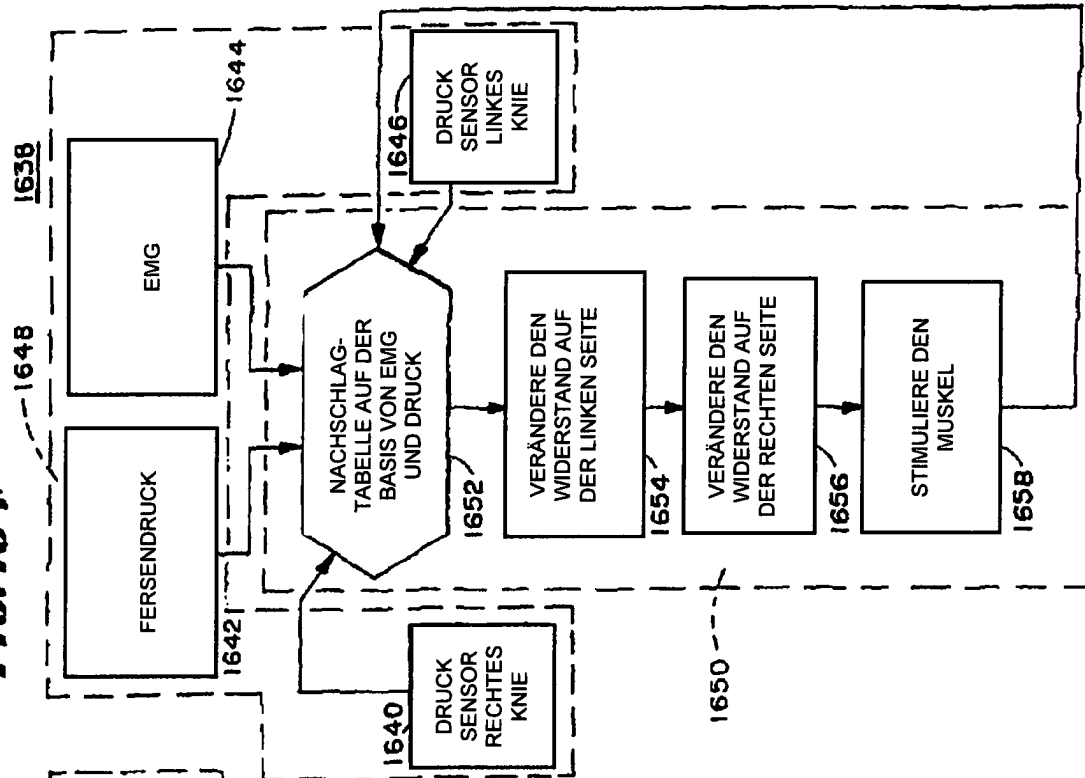


FIG. 105

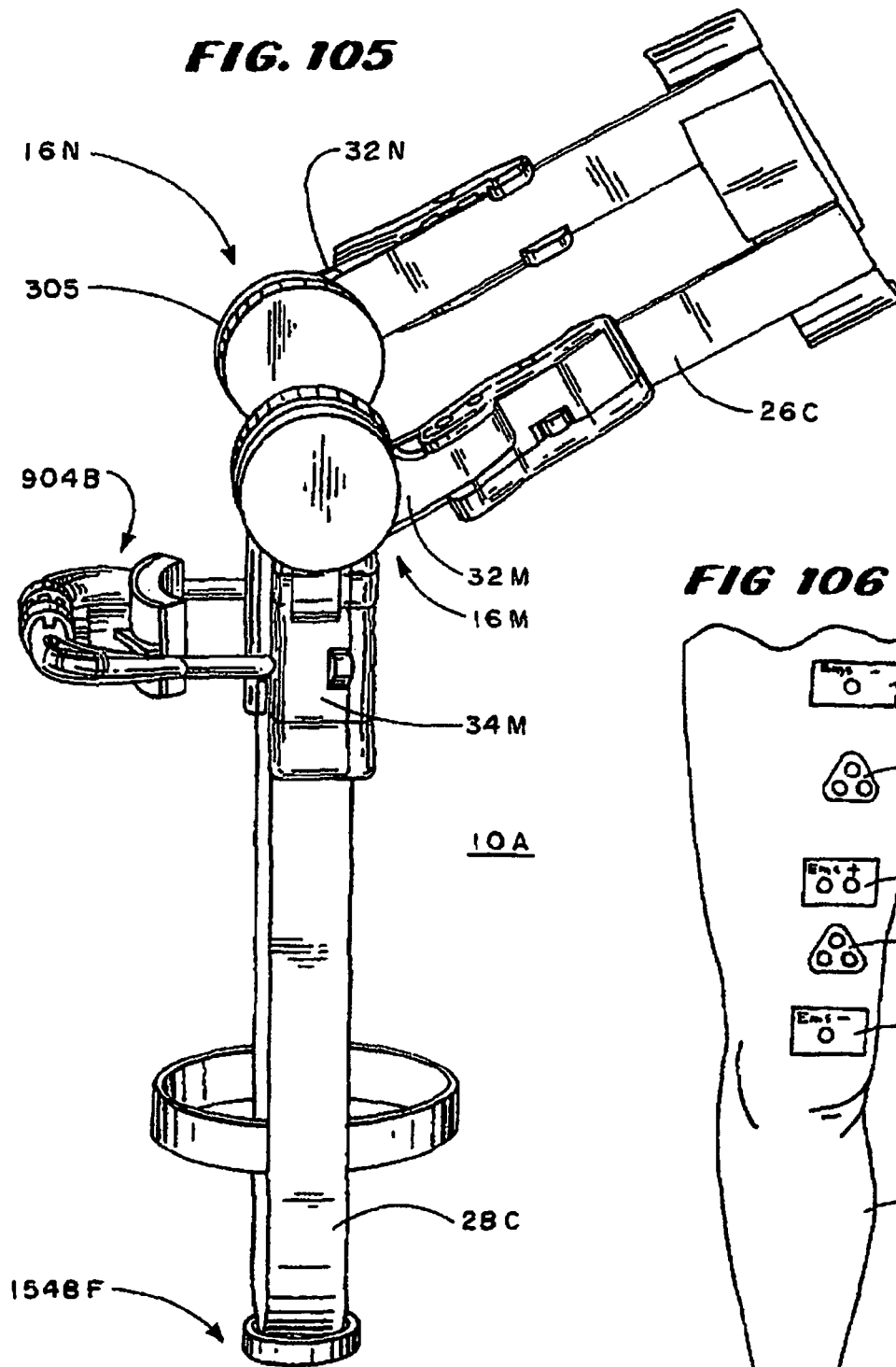


FIG 106

