

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
11. März 2004 (11.03.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2004/019834 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **A61F 5/00**,  
A61H 1/02, A61F 5/055
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/002763
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
19. August 2003 (19.08.2003)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
102 38 256.5 21. August 2002 (21.08.2002) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): **TECHNISCHE UNIVERSITÄT BERLIN**  
[DE/DE]; Strasse des 17. Juni 135, 10623 Berlin (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **KONDAK, Kon-**  
**stantin** [DE/DE]; Uhlandstrasse 3, 10623 Berlin (DE).  
**HOMMEL, Günter** [DE/DE]; Friedbergstrasse 3, 14057  
Berlin (DE).
- (74) Anwälte: **BITTNER, Thomas, L.** usw.; Boehmert &  
Boehmert, Hollerallee 32, 28209 Bremen (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (*national*): AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,  
CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GM,  
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,  
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,  
MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,  
SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,  
VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO-Patent (GH,  
GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),  
eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,  
TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,  
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL,  
PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG,  
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.



**WO 2004/019834 A1**

(54) Title: DEVICE FOR INFLUENCING MOVEMENT WITH A PARALLEL MECHANISM

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR BEWEGUNGSBEEINFLUSSUNG MIT EINEM PARALLELMECHANISMUS

(57) Abstract: The invention relates to a device for influencing a movement of body parts of a living being, comprising a base for placing on a body part of a living being and a platform for placing on another body part of the living being, whereby the base and the platform can be moved relative to one another. The base and the platform are connected to one another by means of a number of actuators whereby forming a parallel mechanism.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf eine Erfindung zum Beeinflussen einer Bewegung von Körperteilen eines Lebewesens, mit einer Basis zum Anordnen an einem Körperteil eines Lebewesens und einer Plattform zum Anordnen an einem anderen Körperteil des Lebewesens, wobei die Basis und die Plattform relativ zu einander bewegbar sind. Die Basis und die Plattform sind mit Hilfe mehrerer Aktuatoren miteinander verbunden, so daß ein Parallelmechanismus gebildet ist.

### **Vorrichtung zur Bewegungsbeeinflussung mit einem Parallelmechanismus**

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Beeinflussen einer Relativbewegung von wenigstens zwei Körperteilen des Lebewesens, mit einer Basis zum Anordnen an einem Körperteil eines Lebewesens und einer Plattform zum Anordnen an einem anderen Körperteil des Lebewesens, wobei die Basis und die Plattform relativ zueinander bewegbar sind.

Vorrichtungen dieser Art werden genutzt, um Bewegungen von Körperteilen eines Lebewesens zu unterstützen und/oder diesen entgegen zu wirken. Beispielsweise kann es sich bei einer solchen Vorrichtung um eine Orthese handeln, die zur Rehabilitation bei Menschen nach Unfällen oder Verletzungen infolge anderer Ereignisse genutzt wird. Derartige Orthesen werden in diesem Zusammenhang am Körper eines Menschen angebracht, um Bewegungen von Körperteilen des Menschen zu beeinflussen. Die Orthese kann in diesem Fall einerseits dazu dienen, bestimmte Bewegungen der Körperteile einzuschränken, beispielsweise kann vorgesehen sein, daß das Kniegelenk nach einer Verletzung nur bis zu einem bestimmten Winkel gebeugt werden soll. Andererseits kann die Orthese Mittel aufweisen, um eine Bewegung der Körperteile zu unterstützen. Dieses ist zum Beispiel dann der Fall, wenn nach einer Verletzung die vollständige Funktionalität eines Gelenks wieder hergestellt werden soll. Die Orthese fördert hierbei die Bewegung der Körperteile, wenn die vom Menschen selbst aufgebrachte Kraft noch nicht ausreichend ist, um das Gelenk mit seiner vollen Funktionalität wieder zu nutzen.

Ein orthopädisches Gerät, welches einen Teil der oben genannten Bewegungsbeeinflussungen zur Verfügung stellt, ist beispielsweise in der Druckschrift DE 692 27 882 offenbart. Die bekannte Vorrichtung ist für ein Körpergelenk eines Patienten oder Teile des Körpers des Patienten, die durch ein derartiges Gelenk miteinander verbunden sind, vorgesehen. Bei der orthopädischen Vorrichtung sind zwei Stützteile mit Hilfe von Scharniergelenk-Elementen verbunden, die eine teilweise Nutzung der Funktionalität des Körpergelenks erlauben.

Orthesen werden nicht nur beim Menschen zur Rehabilitation verwendet, sondern sind in geringerem Umfang auch im Zusammenhang mit der Rehabilitation bei Tieren bekannt.

Grundsätzlich besteht Bedarf für die Beeinflussung der Bewegung von Körperteilen bei Lebewesen, insbesondere bei Menschen jedoch nicht nur in Verbindung mit der Rehabilitation nach Unfällen oder anderen Verletzungen. Es sind Situationen bekannt, in denen es wünschenswert ist, die Bewegungen von Körperteilen des Menschen zu unterstützen, da die vom Menschen aufgebrauchte Kraft nicht ausreichend ist, um die Bewegung der Körperteile im gewünschten Ausmaß oder mit der notwendigen Präzision auszuführen. Ein Beispiel hierfür ist das Ausführen von Arbeiten in Tauchanzügen, insbesondere bei der Verwendung von Tauchanzügen für industrielle Anwendungen. Die Taucher müssen in diesem Zusammenhang häufig unter Wasser Arbeitsgeräte bedienen, was mit einem großen Kraftaufwand verbunden ist. Es wäre hierbei wünschenswert, wenn die Bewegungen des Tauchers unterstützt würden, so daß der mit einer einzelnen Bewegung verbundene Kraftaufwand des Tauchers vermindert ist. In ähnlicher Weise wäre es vorteilhaft, wenn die Bewegung von Menschen in Raumfahrtanzügen mit Hilfe einer geeigneten Vorrichtung unterstützt werden könnten.

Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, eine verbesserte Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, welche eine möglichst große Freiheit bei der Bewegung der Körperteile des Lebewesens zur Verfügung stellt und für verschiedene Anwendungen flexibel einsetzbar ist.

Diese Aufgabe wird bei einer Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Basis und die Plattform mit Hilfe mehrerer Aktuatoren miteinander verbunden sind, so daß ein Parallelmechanismus gebildet ist.

Die Erfindung umfaßt den Gedanken, zwei starre Körper, nämlich die Basis und die Plattform, welche jeweils an einem Körperteil eines Lebewesens befestigt sind, mittels mehrerer Aktuatoren so zu verbinden, daß ein Parallelmechanismus gebildet ist, um eine möglichst große Bewegungsfreiheit der beiden starren Körper und somit der beiden gelenkig verbundenen Körperteile des Lebewesens zueinander zu gewährleisten. Mit Hilfe des Parallelmechanismus können beliebig komplexe Bewegungen der Körperteile des Lebewesens relativ zueinander beeinflußt werden. Der Parallelmechanismus ermöglicht eine individuelle Anpassung an die Eigenschaften der relativen Bewegungen der Körperteile.

Der Begriff Parallelmechanismus in der hier verwendeten Bedeutung umfaßt beliebige Anordnungen, bei denen eine Basis und ein Plattform über mehrere unabhängige kinematische Ketten so verbunden sind, daß zumindest eine geschlossene kinematische Kette gebildet ist.

Als kinematische Kette wird eine Anzahl von Festkörpern bezeichnet, die miteinander durch Gelenke verbunden sind. Verbindungsgrad eines Festkörpers in einer kinematischen Kette ist die Anzahl von anderen Festkörpern, die mit diesem Festkörper durch Gelenke verbunden sind. Eine geschlossene kinematische Kette ist eine kinematische Ketten mit mindestens einem beweglichen Festkörper mit dem Verbindungsgrad  $\geq 3$ , der in einer Schleife, gebildet durch die Festkörper dieser kinematischen Kette, enthalten ist. Zur Beeinflussung der Relativbewegung von Plattform zur Basis in dem gebildeten Parallelmechanismus weisen unabhängige kinematische Ketten ein oder mehrere Aktuatoren auf. Ein Aktuator ist ein Gelenk, dessen Bewegung gesteuert werden kann. Aktive Aktuatoren sind Aktuator, durch welche die mechanische Energie der kinematischen Kette gezielt vergrößert und/oder verkleinert werden kann. Passive Aktuatoren sind Aktuatoren durch welche die mechanische Energie der kinematischen Kette gezielt verkleinert werden kann.

Bei der Nutzung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Beeinflussen der Bewegung von Körperteilen eines Lebewesens werden Basis und Plattform jeweils an einem der Körperteile befestigt, so daß die gelenkig verbundenen Körperteile Basis und Plattform des Parallelmechanismus bilden. Die Körperteile können über ein oder mehrere Gelenke bzw. Gelenkkombinationen miteinander verbunden sein. Mit dem Parallelmechanismus können komplexe Relativbewegungen der Körperteile zueinander nachgebildet werden.

Eine zweckmäßige Weiterbildung der Erfindung sieht vor, daß zumindest ein Teil der mehreren Aktuatoren lineare Aktuatoren sind. Lineare Aktuatoren sind mit Hilfe einfacher konstruktiver Mittel ausbildbar und in verschiedensten Anwendungen flexibel nutzbar.

Um komplexe Relativbewegungen von Körperteilen nachbilden zu können, kann bei einer zweckmäßigen Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen sein, daß zumindest ein Teil der mehreren Aktuatoren Drehaktuatoren sind. Hierdurch kann die Vorrichtung zum Beeinflussen einer Bewegung von Körperteilen flexibel an verschiedene Anwendungen angepaßt werden.

Eine Ausgestaltung der Erfindung kann vorsehen, daß die mehreren Aktuatoren ausgebildet sind, um einer Bewegung des einen oder des anderen Körperteils entgegenzuwirken. Auf diese Weise ist die Vorrichtung für Anwendungen geeignet, bei denen die Bewegung der Körperteile gehemmt oder sogar in einem bestimmten Umfang verhindert werden soll.

Um die Vorrichtung zum Beeinflussen der Relativbewegung der Körperteile für Anwendungen auszugestalten, bei denen eine Bewegung der Körperteile erleichtert werden soll, so daß das Lebewesen Kraft nur in einem verminderten Umfang aufwenden muß, kann bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung vorgesehen sein, daß die mehreren Aktuatoren ausgebildet sind, um eine Relativbewegung des einen und des anderen Körperteils zu unterstützen.

Um eine exakte Betätigung der mehreren Aktuatoren mit Hilfe möglichst einfacher Mittel realisieren zu können, sieht eine vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung vor, daß an zumindest einem Teil der Aktuatoren elektrische Antriebsmittel vorgesehen sind.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, daß an zumindest einem Teil der mehreren Aktuatoren hydraulische Antriebsmittel vorgesehen sind. Derartige Antriebsmittel, die insbesondere für lineare Aktuatoren geeignet sind, weisen ein geringes Gewicht auf und verfügen über ein sehr gutes dynamisches Verhalten. Alternativ oder ergänzend können pneumatische oder chemische Aktuatoren verwendet werden. Pneumatische Aktuatoren haben den Vorteil, daß bei ihnen Luft als Medium verwendet wird. Mit Hilfe chemischer Aktuatoren kann eine hohe Energiedichte erreicht werden. Grundsätzlich können beliebige Arten von Aktuatoren verwendet werden, die der Fachmann in Abhängigkeit vom Anwendungsfall auswählt.

Eine bevorzugte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, daß zumindest ein Teil der mehreren Aktuatoren passive Aktuatoren sind, wodurch mobile Vorrichtungen zur Bewegungsbeeinflussung geschaffen werden können, die unabhängig von äußerer Energiezuführung arbeiten.

Zweckmäßig kann vorgesehen sein, daß an zumindest einem Teil der mehreren Aktuatoren Sensormittel zum Erfassen wenigstens eines kinematischen Parameters der Relativbewegung des einen und des anderen Körperteils angeordnet sind. Auf diese Weise können zur gezielten Steuerung der Vorrichtung für die Bewegungsbeeinflussung Informationen über die Relativbewegung der Körperteile gewonnen werden.

Um auch dynamische Parameter der Relativbewegung der Körperteile, wie Kräfte und Momente, auswerten zu können, beispielsweise für die Diagnostik, kann bei einer zweckmäßigen Fortbildung der Erfindung vorgesehen sein, daß an zumindest einem Teil der mehreren Ak-

tuatoren weitere Sensormittel zum Erfassen wenigstens eines dynamischen Parameters der Relativbewegung des einen und des anderen Körperteils angeordnet sind.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, daß die Sensormittel und/oder die weiteren Sensormittel mit einer Steuereinrichtung zum Erfassen und zum Verarbeiten der kinematischen und/oder der dynamischen Parameter verbunden sind. Auf diese Weise ist es möglich, die mit Hilfe der Sensormittel/weiteren Sensormittel erfaßten Parameter automatisch auszuwerten und für eine Steuerung der Antriebsmittel der mehreren Aktuatoren zur Verfügung zu stellen, sofern dieses gewünscht ist.

Um komplexe Bewegungsmöglichkeiten im Rahmen von Relativbewegungen von Körperteilen nachbilden zu können, ist bei einer Fortbildung der Erfindung vorgesehen, daß der Parallelmechanismus zur Vergrößerung eines Bewegungsraums mit mindestens einem weiteren Gelenk seriell verbunden ist.

Zweckmäßig kann es sich bei dem weiteren Gelenk um ein Drehgelenk handeln. Dieses ist beispielsweise dann von Vorteil, wenn die Vorrichtung in Verbindung mit einem Kniegelenk genutzt wird.

Eine Verwendung der Vorrichtung im Rahmen der Rehabilitation nach Unfällen oder anderen Verletzungen ist bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung dadurch erreicht, daß eine Rehabilitationsvorrichtung gebildet ist.

Eine Ausgestaltung der Vorrichtung zum Beeinflussen der Relativbewegung der Körperteile als Unterstützungsvorrichtung zum Unterstützen einer Relativbewegung ermöglicht die Verwendung der Vorrichtung in einem Taucheranzug oder einem Raumfahrtanzug, so daß die Person in dem Taucher-/Raumfahrtanzug beim Bewegen der Körperteile einen geringeren Kraftaufwand leisten muß und die Bewegungen mit hoher Präzision ausführen kann. Diese erleichtert es der Person sich unter den Bedingungen eines Tauchgangs oder bei einer Raumfahrt für längere Zeit zu bewegen. Ergänzend oder alternativ kann in Verbindung mit dem Raumfahrtanzug vorgesehen sein, daß die Vorrichtung zum Beeinflussen der Relativbewegung der Bewegung der Körperteile entgegenwirkt, so daß die Nachteile des Bewegens in Schwerelosigkeit und der hiermit verbundene Abbau von Muskulatur beim Menschen vermindert werden.

Die Erfindung wird im folgenden Anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf eine Zeichnung näher erläutert. Hierbei zeigen:

Figur 1A und 1B eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zum Beeinflussen einer Relativbewegung von Körperteilen mit linearen Aktuatoren von vorn bzw. von der Seite;

Figur 2 eine schematische Darstellung eines Drehaktuators;

Figuren 3A bis 3C eine schematische Darstellung einer Person mit einer Vorrichtung zum Beeinflussen einer Bewegung eines Oberschenkels von vorn, von der Seite und von hinten;

Figuren 4A und 4B eine schematische Darstellung einer Person mit einer Vorrichtung zur Beeinflussung einer Bewegung eines Unterschenkels von vorn und von der Seite;

Figur 5 eine schematische Darstellung einer Person mit einer Vorrichtung zum Beeinflussen einer Bewegung eines Oberkörpers;

Figur 6 eine schematische Darstellung einer Person mit einer Vorrichtung zum Beeinflussen einer Bewegung des Kopfes; und

Figur 7 eine schematische Darstellung eines Aktuators mit zugehörigem Steuerungssystem.

Figur 1A zeigt eine schematische Darstellung einer Vorrichtung, die genutzt wird, um die Bewegung von zwei oder drei Körperteilen eines Lebewesens, beispielsweise die Relativbewegung eines Ober- und eines Unterschenkels einer Person, zu beeinflussen. Die Vorrichtung umfaßt eine Basis 1, eine Plattform 2, die über mehrere lineare Aktuatoren 3 mit der Basis 1 verbunden ist, so daß die Plattform 2 relativ zur Basis 1 bewegt werden kann. Die Basis 1 und die Plattform 2 können jeweils als eine Orthese ausgebildet sein, so daß die Vorrichtung von einem Lebewesen getragen werden kann. Figur 1A zeigt die Vorrichtung in Vorderansicht,

wohingegen in Figur 1B eine Seitenansicht der von einer Person getragenen Vorrichtung dargestellt ist. Die Basis 1 ist über insgesamt sechs lineare Aktuatoren 3, von denen in den Figuren 1A und 1B jeweils nur ein Teil gezeigt ist, mit der Plattform 2 verbunden, so daß für die Relativbewegung der Plattform 2 zu der Basis 1 sechs Freiheitsgrade zur Verfügung stehen. Grundsätzlich kann die Anzahl linearer Aktuatoren 3 jedoch in Abhängigkeit vom Anwendungsfall gewählt werden, so daß die gewünschte Anzahl von Freiheitsgraden zur Verfügung gestellt wird. Die Basis 1 und die Plattform 2 sind mit Hilfe der linearen Aktuatoren 3 so miteinander verbunden, daß wenigstens eine geschlossene kinematische Kette gebildet ist, wodurch die Basis 1, die Plattform 2 und die linearen Aktuatoren 3 einen Parallelmechanismus bilden.

Die mehreren linearen Aktuatoren 3 können von beliebiger Art sein und entweder mit elektrischen oder hydraulischen Antriebsmitteln versehen sein. Elektrische Antriebsmittel haben den Vorteil, daß sie mit geringem Aufwand exakt steuerbar sind. Hydraulische Antriebsmittel eignen sich insbesondere für lineare Aktuatoren, da sie ein geringes Gewicht und ein sehr gutes dynamisches Verhalten aufweisen. Für die Ausbildung des Parallelmechanismus kann der Fachmann in Abhängigkeit von dem Anwendungsfall Aktuatoren mit elektrischen, hydraulischen, pneumatischen und/oder chemischen Antriebsmitteln aussuchen.

Zur gleichzeitigen Beeinflussung der Bewegung des Unterschenkels ist bei der in den Figuren 1A und 1B dargestellten Vorrichtung die Plattform 2 über ein Drehgelenk 4 mit einer am Unterschenkel der Person zu befestigenden weiteren Plattform 5 verbunden. Auf diese Weise ist die Vorrichtung mit Hilfe der Basis 1 an der Hüfte, mit Hilfe der Plattform 2 am Oberschenkel und mittels der weiteren Plattform 5 am Unterschenkel einer Person befestigbar.

Figur 2 zeigt einen Aktuator mit Rotationsgelenk bzw. Drehaktor 10. In diesem Fall werden Teile 11, 12 des Drehaktors 10 relativ zueinander um die Achse in einem Punkt 13 gedreht. Die Drehung wird durch den Block 14, bestehend aus einem Motor, einem Getriebe und einem Bewegungssensor, z.B. einem optischen Inkrementalgeber, veranlaßt. Die Belastung des Aktors 10 kann in dieser Realisierung mit einem Momentensensor 15 gemessen werden. Zur Integration des Drehaktors 10 in einen Parallelmechanismus werden Endabschnitte 16, 17 jeweils mit einer Basis bzw. einer Plattform verbunden. Geeignete Drehaktoren stehen dem Fachmann zur Auswahl für die jeweilige Anwendung in verschiedenen Typen zur Verfügung. Die Art und Weise der Realisierung jedes einzelnen Aktors berührt den



Gegenstand der Erfindung nicht und wird durch die Anforderungen der jeweiligen Anwendung bestimmt.

In Abhängigkeit vom konkreten Anwendungsfall können zum Ausbilden des Parallelmechanismus auch lineare Aktuatoren und Drehaktuatoren kombiniert werden. Auf diese Weise können beliebige Bewegungsmöglichkeiten von Körperteilen nachgebildet werden. Die linearen Aktuatoren können ihre Länge ändern, um Freiheitsgrade der Bewegung zu gewährleisten. Befestigungspunkte für die linearen Aktuatoren werden in den verschiedenen Anwendungsfällen unter Berücksichtigung der folgenden Anforderungen bestimmt: es muß ein ausreichender Bewegungsraum der Körperteile zur Verfügung gestellt werden, welche den Arbeitsraum des mit Hilfe der Aktuatoren gebildeten Parallelmechanismus darstellt. Es sollten singuläre Konfigurationen im Arbeitsraum des Parallelmechanismus vermieden werden. Darüber hinaus sind Anforderungen zu beachten, die sich aus der Praxis ergeben, wie zum Beispiel die Möglichkeit zum Hinsetzen für die Person.

Die Figuren 3A bis 3C zeigen schematische Darstellungen einer Person mit einer Vorrichtung zum Beeinflussen einer Relativbewegung eines Oberschenkels 30 und eine Hüfte 31 von vorn, von der Seite bzw. von hinten. Zwei Orthesen 32, 33, welche die Basis bzw. die Plattform der Vorrichtung bilden, sind an der Hüfte 31 bzw. dem Oberschenkel 30 der Person angeordnet. Die beiden Orthesen 32, 33 sind über mehrere lineare Aktuatoren 34 so miteinander verbunden, daß ein Parallelmechanismus gebildet ist. Wenn eine beliebige Relativbewegung der Hüfte 31 zu dem Oberschenkel 30 gewünscht ist, sind insgesamt so viele lineare Aktuatoren vorgesehen, daß sechs Freiheitsgrade für die Relativbewegung gewährleistet werden. Die mehreren linearen Aktuatoren 34 können so gebildet sein, daß sie die Relativbewegung des Oberschenkels 30 zur Hüfte 31 unterstützen, d. h. die mehreren linearen Aktuatoren 34 werden mit Hilfe der jeweiligen Antriebsmittel (nicht dargestellt) so betätigt, daß die von der Person gewünschte Bewegung gefördert wird. Alternativ kann auch vorgesehen sein, daß die mehreren linearen Aktuatoren 34 die von der Person gewünschte Relativbewegung des Oberschenkels 30 zur Hüfte 31 hemmen, d. h. die mehreren linearen Aktuatoren 34 werden mit Hilfe der jeweiligen Antriebsmittel so betätigt, daß der von der Person gewünschten Bewegung eine Kraft entgegengesetzt wird. Es kann auch vorgesehen sein, daß die mehreren linearen Aktuatoren 34 bestimmte Bewegungen unterstützen und andere Bewegungen hemmen.

Die Figuren 4A und 4B zeigen eine schematische Darstellung einer Person mit einer Vorrichtung zum Beeinflussen einer Bewegung eines Kniegelenks 40. Die Vorrichtung umfaßt als Basis eine Orthese 41, die an einem Oberschenkel 42 befestigt ist. Die Orthese 41 ist zur Bildung eines Parallelmechanismus 43 mit einem Ring 44 verbunden, wobei der Parallelmechanismus 43 mehrere lineare Aktuatoren 45 umfaßt. Zwischen der Orthese 41 und dem Ring 44 ist ein Raum 55 gebildet, der kleinere Bewegungen des Rings 44 relativ zur Orthese 41 erlaubt. Der Ring 44 ist seinerseits über eine Halterung 46 mit einem Rotationsgelenk 47 verbunden. Mit Hilfe des Rotationsgelenks 47 wird einem Unterschenkel 48 ein großer Bewegungsraum zur Verfügung gestellt. Darüber hinaus wird auf diese Weise eine Bewegung des Rings 44 zur Anpassung der Vorrichtung an eine Verschiebung von Drehachsen des Kniegelenks 40 gewährleistet, die bei einer Beugung des Knies 40 auftritt. Das Rotationsgelenk 47 ist über eine weitere Halterung 49 mit einer unteren Orthese 50 verbunden. Die untere Orthese 50 ist an dem Unterschenkel 48 befestigt. Mit Hilfe der seriellen Integration des Rotationsgelenks 47 ist der Arbeitsraum des Parallelmechanismus 43 vergrößert.

Figur 5 zeigt eine schematische Darstellung einer Person mit einer Vorrichtung, welche eine obere und eine untere Orthese 60, 61 umfaßt, welche die Basis und die Plattform bilden. Die obere und die untere Orthese 60, 61 sind zum Bilden eines Parallelmechanismus mit Hilfe mehrerer linearer Aktuatoren 62 verbunden. Die obere Orthese 60 ist am Oberkörper 63 der Person befestigt, wohingegen die untere Orthese 61 im Bereich der Hüfte 64 der Person befestigt ist.

Figur 6 zeigt eine Vorrichtung mit einer oberen und einer unteren Orthese 70, 71 zum Beeinflussen einer Bewegung des Kopfes 72 der Person relativ zum Oberkörper 73. Wiederum sind die obere und die untere Orthese 70, 71 über mehrere lineare Aktuatoren 74 miteinander verbunden, so daß ein Parallelmechanismus gebildet ist.

Bei allen in den Figuren 1 bis 6 gezeigten Ausführungsformen kann in den linearen Aktuatoren bzw. den Drehaktuatoren ein Kraftmeßsensor vorgesehen sein, der die Kraftbelastung des jeweiligen Aktuators mißt. Auf diese Weise können Parameter der Relativbewegung der Körperteile gemessen werden. Aus sechs Kraftmessungen läßt sich die gesamte Belastung des Körperteils, berechnen, d. h. drei Kräfte und drei Momente. Weiterhin kann jeder lineare Aktuator mit einem Positionsgeber versehen sein. Dieses erlaubt die Bestimmung der Position und der Geschwindigkeit der Relativbewegung. Auf diese Weise lassen sich mit Hilfe einfa-

cher Messungen die kinematischen und/oder die dynamischen Parameter der Relativbewegung der Körperteile bestimmen. Die auf diese Weise gewonnenen Parameter können von den Sensoren an den Aktuatoren an eine zentrale Steuereinrichtung übermittelt oder von dieser überhaupt berechnet werden. Die Parameter können verwendet werden, wenn die Vorrichtungen mit dem Parallelmechanismus beispielsweise im Bereich der Rehabilitation oder Diagnostik verwendet werden.

Wenn die in den Figuren 1 bis 6 dargestellten Vorrichtungen für eine Bewegungsunterstützung im täglichen Leben verwendet werden, so wird vorzugsweise ein passive Unterstützung genutzt. Bei der aktiven Unterstützung wird die von den Aktuatoren erzeugte Energie für die Unterstützung der Bewegung verwendet. Im Falle der passiven Bewegungsunterstützung leisten die Aktuatoren nur einen Widerstand bezüglich der von dem Lebewesen initiierten Bewegung. Die Energie für die Bewegung wird hier vom Lebewesen aufgebracht, wohingegen in der Vorrichtung zur Bewegungsunterstützung nur geringfügig Energie für die Steuerung aufgebracht werden muß. In diesem Fall wird eine stationäre Energieversorgung nicht benötigt, so daß der Bau leichter tragbarer Vorrichtungen ermöglicht wird. Alternativ kann auch eine mobile Energieversorgung vorgesehen sein, beispielsweise mit Hilfe von Batterien.

Figur 7 zeigt beispielhaft den prinzipiellen Aufbau eines einzelnen Aktuators 80 und eines zugehörigen Steuerungssystems. Der Aktuator 80 umfaßt zwei Teilen 81, 82 die relativ zueinander bewegt werden können. Diese Bewegung wird entweder mittels Leistungszufuhr von dem Steuerungssystem oder vom Menschen verursacht. Im Beispiel nach Figur 7 werden die Teile 81, 82 des Aktuators 80 linear zueinander bewegt. Die Teile 81, 82 sind mit Halterungen 83 bzw. 84 zur Befestigung des Aktuators 80 an Orthesen fest verbunden. Die Halterungen 83, 84 erlauben eine Drehung der Teile 81, 82 relativ zu den Orthesen (nicht dargestellt) und unterbinden eine Verschiebung. Die Halterungen 83, 84 umfassen übliche Rotations- und/oder Kugelgelenke. Im einfachsten Fall weisen die Halterungen 83, 84 einfache Kugelgelenke auf, die eine Rotation der Teils 81 bzw. 82 relativ zu den mit den Halterungen 83, 84 verbundenen Orthesen um drei sich in einem Punkt schneidenden Achsen erlauben. Die relative Bewegung der Teile 81, 82 des Aktuators 80 wird mit einem Positionsmesssensor 85 detektiert. Darüber hinaus wird die Belastung des Aktuators 80 in einer Richtung mit einem Kraftensor 86 gemessen. Der Positionsmesssensor 85 und der Kraftensor 86 sind an eine jeweilige Signalverarbeitungsvorrichtung 87 bzw. 88 gekoppelt, um die mit Hilfe der Sensoren erfaßten Meßsignale zu verarbeiten. Eine Steuerungseinrichtung 89 berechnet Steuersignale

für den Aktuator 80 ausgehend von den Vorgaben für die gewünschte Bewegung und/oder Belastung sowie aus den über die Signalverarbeitungsvorrichtungen 87, 88 erhaltenen, gemessenen Daten über momentane Bewegung und Belastung des Systems. Die berechneten Signale werden von einem Leistungsverstärker 90 in Leistungssignale umgewandelt, welche dann die gewünschte Bewegung des Aktuators 80 erzwingen.

Die beschriebenen Vorrichtungen sind als Basiselemente für Exoskelette geeignet. Mit Hilfe der wahlweisen Kombination der Vorrichtungen in einer der offenbarten Ausführungsformen können die Bewegungen von mehreren Körperteilen eines Lebewesens beeinflußt werden, wobei sowohl die Unterstützung als auch die Hemmung der von dem Lebewesen initiierten Bewegungen vorgesehen sein kann. Ausführungsformen der beschriebenen Vorrichtung zum Beeinflussen der Relativbewegung von Körperteilen können einzeln oder in Kombination für Taucher- oder Raumfahrtanzüge verwendet werden. In ähnlicher Weise können Vorrichtungen mit nur einer Basis und einer Plattform, die über einen Parallelmechanismus verbunden sind, oder Kombinationen hiervon in Verbindung mit Orthesen für Rehabilitationsgeräte genutzt werden, wobei zur Unterstützung der Rehabilitation dynamische und/oder kinematische Parameter der Bewegungen erfaßt werden können, beispielsweise zum Zweck der Diagnostik oder zur rückgekoppelten Steuerung der Aktuatoren des Parallelmechanismus mit Hilfe einer zentralen Steuereinrichtung.

Die in der vorstehenden Beschreibung, den Ansprüchen und der Zeichnung offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausführungsformen von Bedeutung sein.

### Ansprüche

1. Vorrichtung zum Beeinflussen einer Relativbewegung von wenigstens zwei Körperteilen eines Lebewesens, mit einer Basis (31) zum Anordnen an einem Körperteil eines Lebewesens und einer Plattform (32) zum Anordnen an einem anderen Körperteil des Lebewesens, wobei die Basis (31) und die Plattform (32) relative zueinander bewegbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Basis (31) und die Plattform (32) mit Hilfe mehrerer Aktuatoren (34) miteinander verbunden sind, so daß ein Parallelmechanismus gebildet ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Teil der mehreren Aktuatoren lineare Aktuatoren (34) sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Teil der mehreren Aktuatoren Drehaktuatoren (10) sind.
4. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die mehreren Aktuatoren (34) ausgebildet sind, um eine Relativbewegung des einen und des anderen Körperteils entgegenzuwirken.
5. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die mehreren Aktuatoren (34) ausgebildet sind, um eine Relativbewegung des einen und des anderen Körperteils zu unterstützen.
6. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß an zumindest einem Teil der mehreren Aktuatoren (34) elektrische Antriebsmittel vorgesehen sind.
7. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß an zumindest einem Teil der mehreren Aktuatoren (34) hydraulische Antriebsmittel vorgesehen sind.
8. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest einem Teil der mehreren Aktuatoren passive Aktuatoren sind.

9. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß an zumindest ein Teil der mehreren Aktuatoren (34) Sensormittel zum Erfassen wenigstens eines kinematischen Parameters der Relativbewegung des einen und des anderen Körperteils angeordnet sind.
10. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß an zumindest einem Teil der mehreren Aktuatoren weitere Sensormittel zum Erfassen wenigstens eines dynamischen Parameters der Relativbewegung des einen und des anderen Körperteils angeordnet sind.
11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensormittel und/oder die weiteren Sensormittel mit einer Steuerungseinrichtung zum Erfassen und zum Verarbeiten der kinematischen und/oder der dynamischen Parameter verbunden sind.
12. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Parallelmechanismus zur Vergrößerung eines Bewegungsraums mit mindestens einem weiteren Gelenk seriell verbunden ist.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das mindestens eine weitere Gelenk ein Drehgelenk ist.
14. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Rehabilitationsvorrichtung gebildet ist.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche, 1 bis 13 dadurch gekennzeichnet, daß eine Unterstützungsvorrichtung zum Unterstützen einer Bewegungen gebildet ist.
16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine Unterstützungsvorrichtung in einem Taucheranzug angeordnet ist.
17. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine Unterstützungsvorrichtung in einem Raumfahrtanzug angeordnet ist.

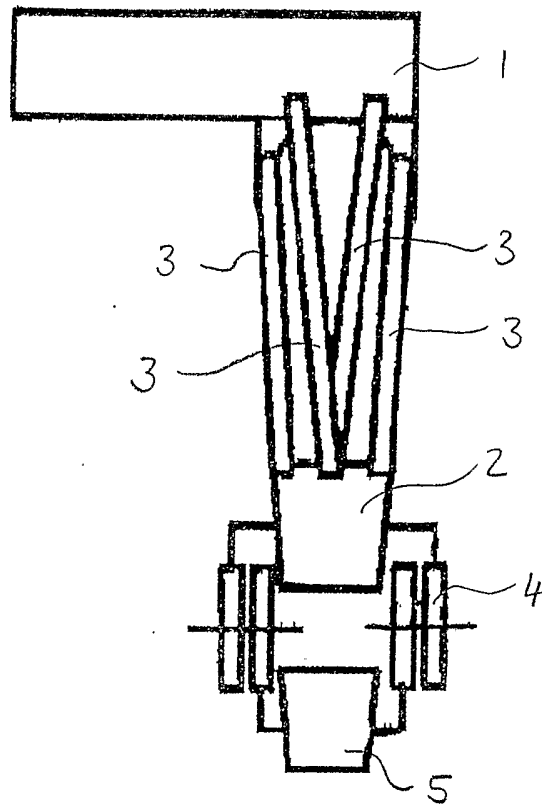


Fig. 1A

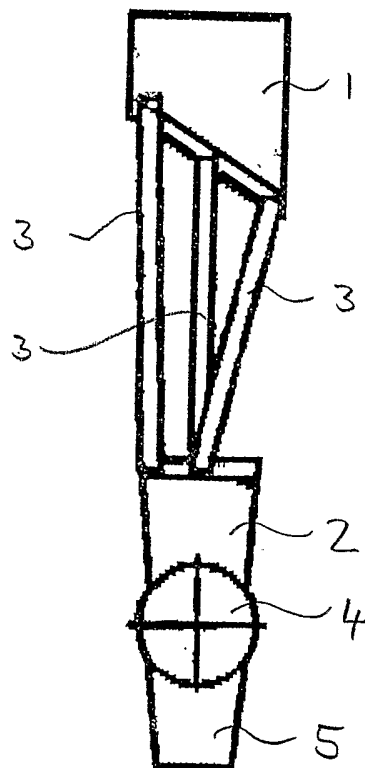


Fig. 1B

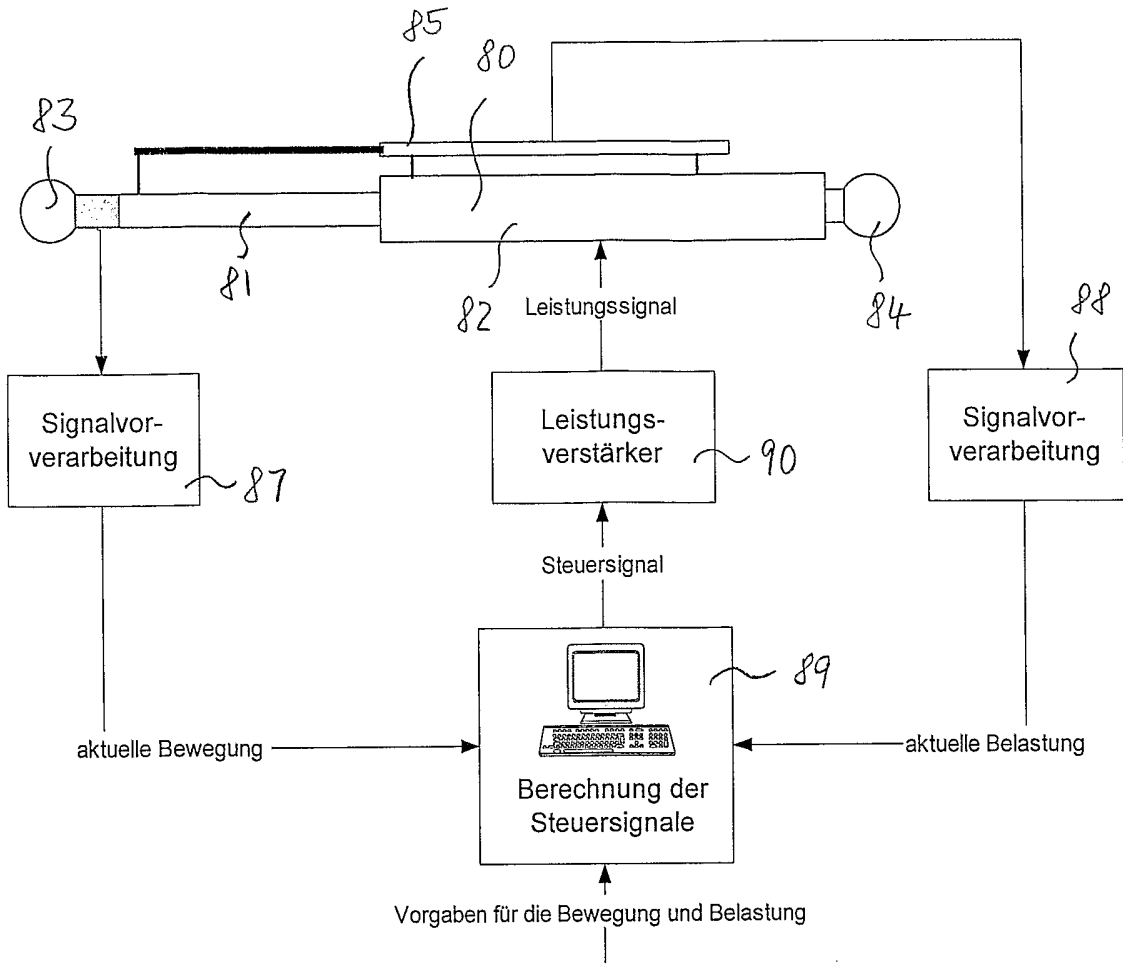


Fig. 7

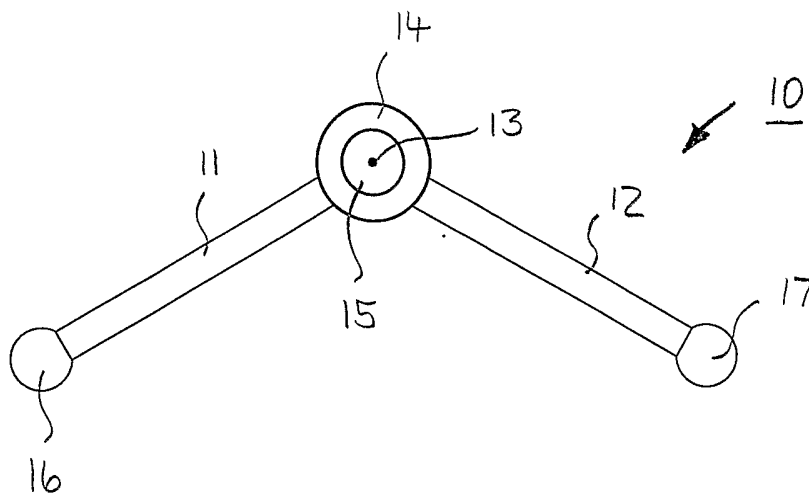


Fig. 2



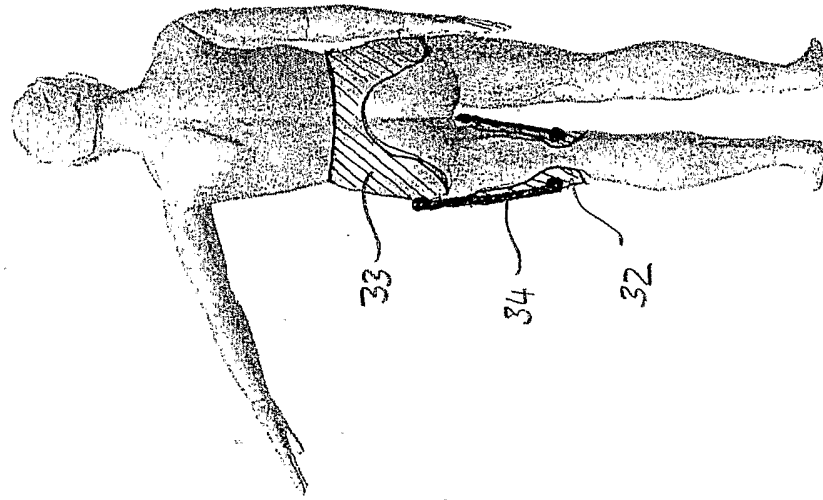


Fig. 3C

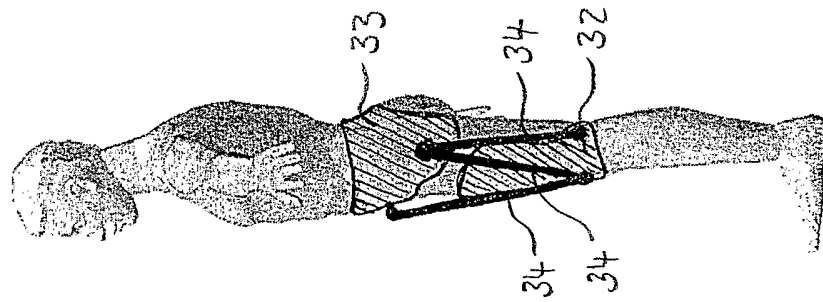


Fig. 3B

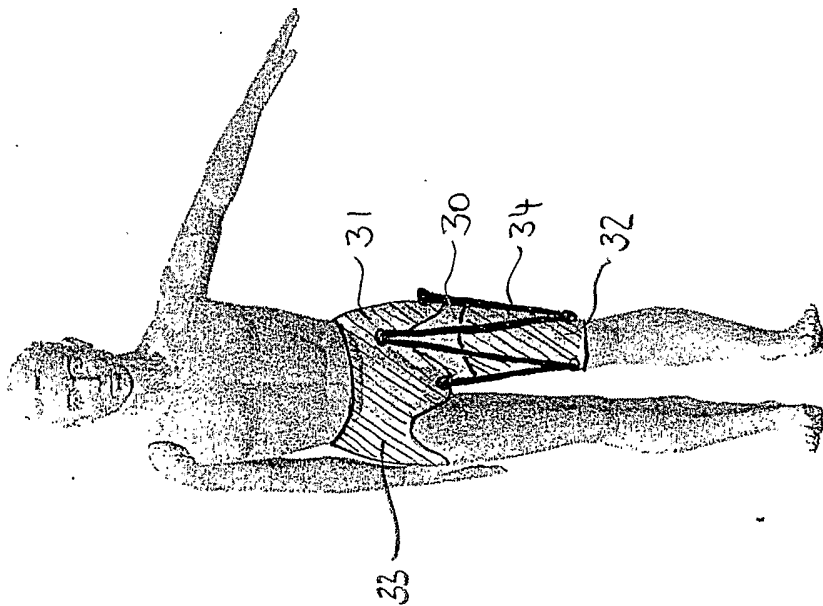
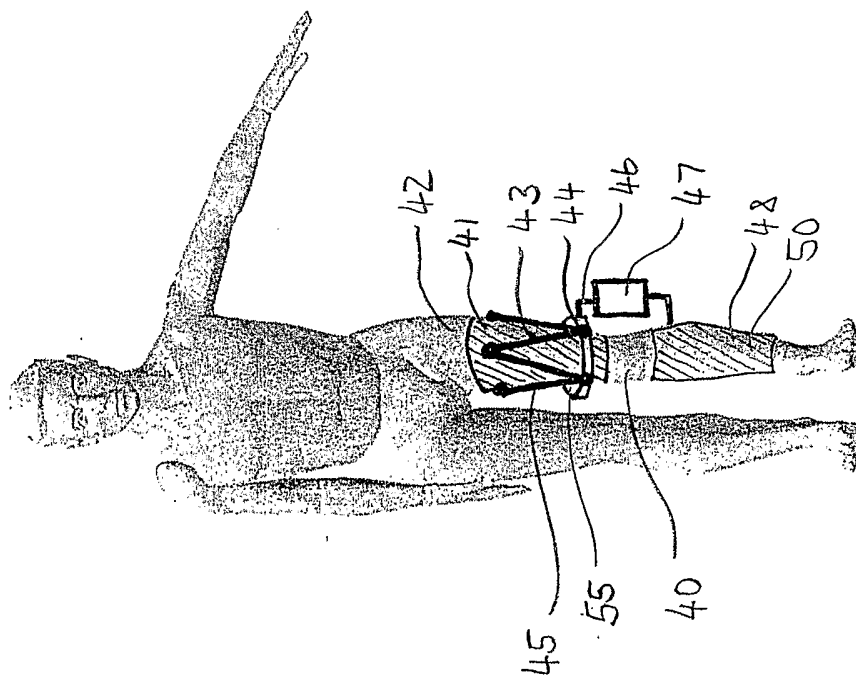
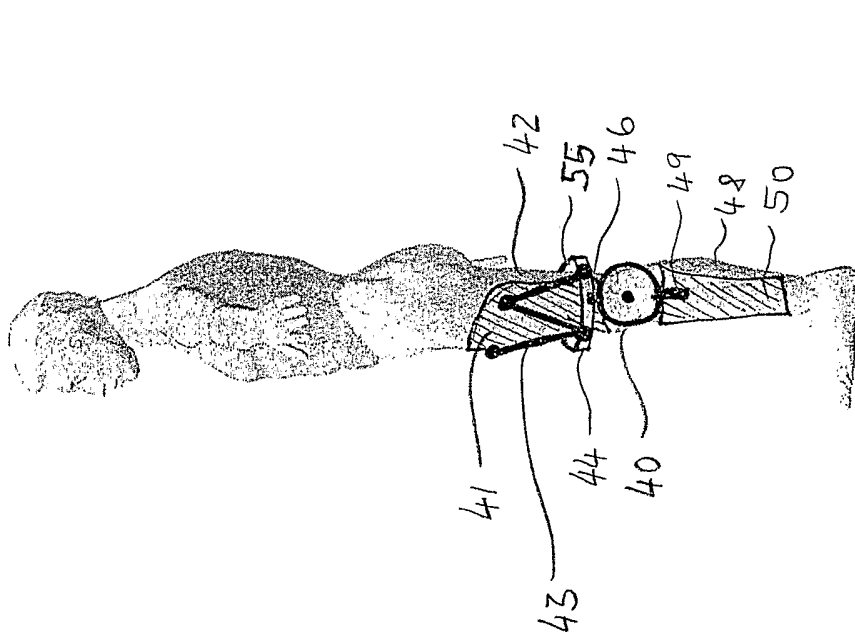


Fig. 3A



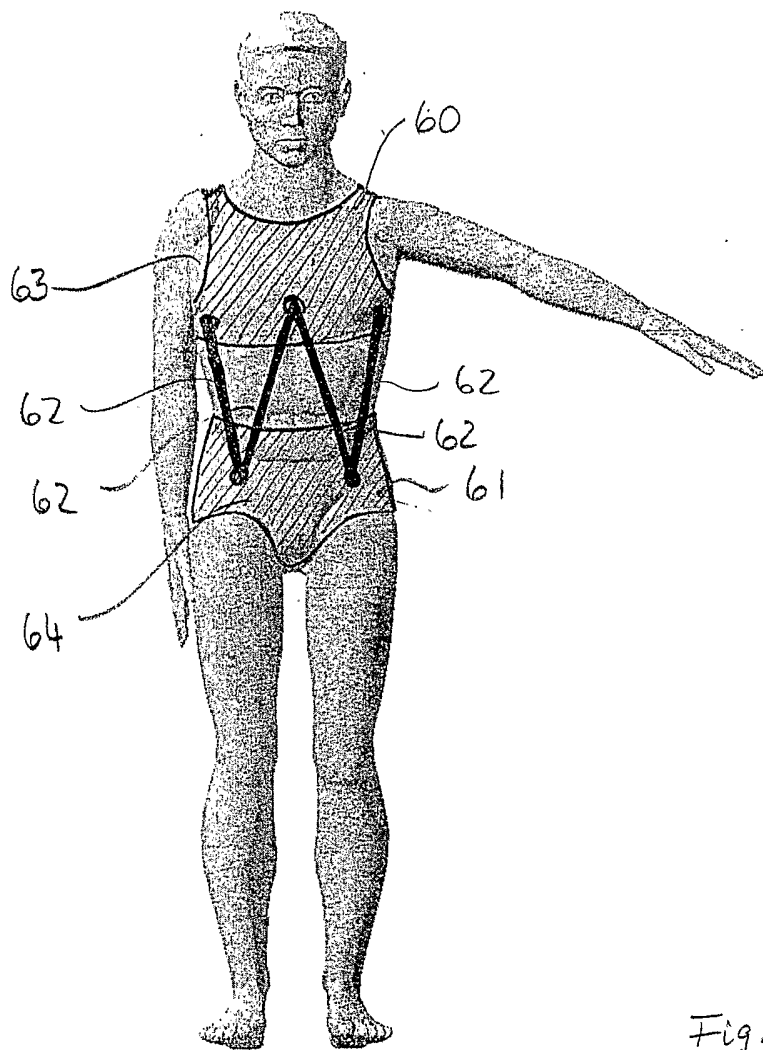


Fig. 5

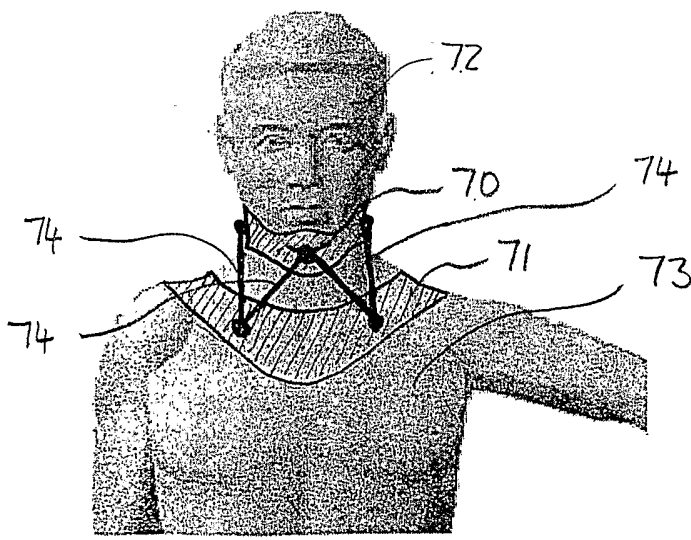


Fig. 6

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE 03/02763

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 A61F5/00 A61H1/02 A61F5/055

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 A61F A61H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 138 286 A (SEIKO EPSON CORP) 4 October 2001 (2001-10-04)	1, 2, 4-7, 9-17
Y	the whole document	3, 8
X	US 5 865 770 A (SCHECTMAN LEONARD A) 2 February 1999 (1999-02-02) abstract; figure 1	1-6
Y	US 6 001 075 A (CLEMENS LEONARD M ET AL) 14 December 1999 (1999-12-14) abstract; figures	3, 8
A	US 3 631 542 A (POTTER ALLAN G) 4 January 1972 (1972-01-04)	
A	US 5 282 460 A (BOLDT KENNETH) 1 February 1994 (1994-02-01)	

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 January 2004

Date of mailing of the international search report

16/01/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Sánchez y Sánchez, J

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No PCT/DE 03/02763
---

Patent document cited in search report	A	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1138286	A	04-10-2001	JP 2001276100 A	09-10-2001
			JP 2001276101 A	09-10-2001
			JP 2001286519 A	16-10-2001
			CN 1319381 A	31-10-2001
			EP 1138286 A2	04-10-2001
			US 2001029343 A1	11-10-2001
US 5865770	A	02-02-1999	NONE	
US 6001075	A	14-12-1999	NONE	
US 3631542	A	04-01-1972	NONE	
US 5282460	A	01-02-1994	NONE	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationale Patentzeichen

PCT/DE 03/02763

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
 IPK 7 A61F5/00 A61H1/02 A61F5/055

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 IPK 7 A61F A61H

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 138 286 A (SEIKO EPSON CORP) 4. Oktober 2001 (2001-10-04)	1, 2, 4-7, 9-17
Y	das ganze Dokument ---	3, 8
X	US 5 865 770 A (SCHECTMAN LEONARD A) 2. Februar 1999 (1999-02-02) Zusammenfassung; Abbildung 1 ---	1-6
Y	US 6 001 075 A (CLEMENS LEONARD M ET AL) 14. Dezember 1999 (1999-12-14) Zusammenfassung; Abbildungen ---	3, 8
A	US 3 631 542 A (POTTER ALLAN G) 4. Januar 1972 (1972-01-04) ---	
A	US 5 282 460 A (BOLDT KENNETH) 1. Februar 1994 (1994-02-01) -----	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

9. Januar 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

16/01/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Sánchez y Sánchez, J

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zu derselben Patentfamilie gehören

Internationales Patentzeichen

PCT/DE 03/02763

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
EP 1138286	A	04-10-2001	JP 2001276100 A	09-10-2001
			JP 2001276101 A	09-10-2001
			JP 2001286519 A	16-10-2001
			CN 1319381 A	31-10-2001
			EP 1138286 A2	04-10-2001
			US 2001029343 A1	11-10-2001
-----				
US 5865770	A	02-02-1999	KEINE	
-----				
US 6001075	A	14-12-1999	KEINE	
-----				
US 3631542	A	04-01-1972	KEINE	
-----				
US 5282460	A	01-02-1994	KEINE	
-----				