

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-246636

(P2010-246636A)

(43) 公開日 平成22年11月4日(2010.11.4)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 3 B 69/00 (2006.01)	A 6 3 B 69/00 C	
A 6 3 B 71/06 (2006.01)	A 6 3 B 71/06 F	
	A 6 3 B 71/06 Z	

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 37 頁)

(21) 出願番号 特願2009-96920 (P2009-96920)  
 (22) 出願日 平成21年4月13日 (2009. 4. 13)

(71) 出願人 000005821  
 パナソニック株式会社  
 大阪府門真市大字門真1006番地  
 (74) 代理人 100098545  
 弁理士 阿部 伸一  
 (74) 代理人 100087745  
 弁理士 清水 善廣  
 (74) 代理人 100106611  
 弁理士 辻田 幸史  
 (72) 発明者 川上 崇  
 愛媛県東温市南方2131番地1 パナソニック四国エレクトロニクス株式会社内  
 (72) 発明者 澤田 剛  
 愛媛県東温市南方2131番地1 パナソニック四国エレクトロニクス株式会社内

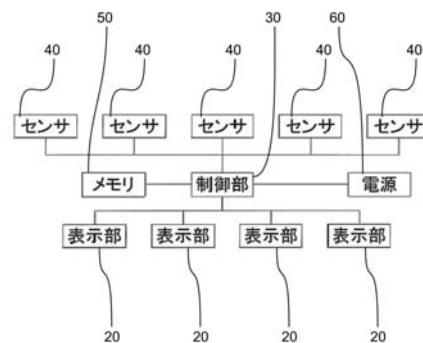
(54) 【発明の名称】 動作表示装置

(57) 【要約】

【課題】 体の傾き、姿勢、又は筋肉の状態を、体の各部において表示することにより、動作状態や筋肉状態の確認を確実にでき、正しい状態に修正できる動作表示装置を提供すること。

【解決手段】 本発明の動作表示装置は、使用者の体の少なくとも一部に装着される装具10と、体を動作させる駆動部70と、装具10に装着されて体の曲げや姿勢を検知するセンサ40と、センサ40によって検知した体の曲げ角度や姿勢の状態を表示する表示部20とを備え、表示部20を装具10に設け、体を動作させる筋肉に対応する位置に表示部20を配置したことを特徴とする。

【選択図】 図4



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

使用者の体の少なくとも一部に装着される装具と、前記体を動作させる駆動部と、前記装具に装着されて前記体の曲げや姿勢を検知するセンサと、前記センサによって検知した前記体の曲げ角度や姿勢の状態を表示する表示部とを備えた動作表示装置であって、前記表示部を前記装具に設け、前記体を動作させる筋肉に対応する位置に前記表示部を配置したことを特徴とする動作表示装置。

**【請求項 2】**

使用者の体の少なくとも一部に装着される装具と、前記体を動作させる駆動部と、前記使用者の動作による負荷が無い場合と前記使用者の動作による負荷がある場合の差を検知するセンサと、前記センサによって検知した前記使用者による動作による負荷だけを表示する表示部とを備えた動作表示装置であって、前記表示部を前記装具に設け、前記体を動作させる筋肉に対応する位置に前記表示部を配置したことを特徴とする動作表示装置。

10

**【請求項 3】**

使用者の体の少なくとも一部に装着される装具と、前記装具に装着されて前記体の曲げや姿勢を検知するセンサと、前記センサによって検知した前記体の曲げ角度や姿勢の状態及び理想的な前記体の曲げ角度や姿勢の状態を表示する表示部とを備えた動作表示装置であって、前記表示部を前記装具に設け、動作させる前記体に対応する位置に前記表示部を配置したことを特徴とする動作表示装置。

20

**【請求項 4】**

使用者の体の少なくとも一部に装着される装具と、前記体の筋肉の状態を検知するセンサと、前記センサによって検知した前記筋肉の状態及び理想的な前記筋肉の状態を表示する表示部とを備えた動作表示装置であって、前記表示部を前記装具に設け、前記体を動作させる前記筋肉に対応する位置に前記表示部を配置したことを特徴とする動作表示装置。

**【請求項 5】**

前記センサとして加速度センサ及び角速度センサの少なくとも一方を用い、前記加速度センサ及び角速度センサをプレートを介して前記装具に装着することを特徴とする請求項 3 に記載の動作表示装置。

30

**【請求項 6】**

前記表示部では、揮部若しくは輝度の増減、模様若しくは色彩の変更、点滅速度の増減、又は文字若しくは数値の変更を用いて表示内容を表示することを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の動作表示装置。

**【請求項 7】**

前記センサとして、対象とする前記筋肉への力の入り具合を測定する筋電位センサを用いたことを特徴とする請求項 2 又は請求項 4 に記載の動作表示装置。

**【請求項 8】**

前記センサとして、対象とする前記筋肉の膨張度合いを測定する歪みセンサ又は圧力センサを用いたことを特徴とする請求項 2 又は請求項 4 に記載の動作表示装置。

40

**【請求項 9】**

前記センサに代えて、対象とする前記筋肉に対して動作を行わせる前記駆動部の出力情報を用いたことを特徴とする請求項 2 に記載の動作表示装置。

**【請求項 10】**

前記センサとして、対象とする前記筋肉が前記装具を押圧する力を測定する圧力センサを用いたことを特徴とする請求項 2 又は請求項 4 に記載の動作表示装置。

**【請求項 11】**

前記センサとして、前記装具に生じる圧力、歪み、トルク、加速度、及び角速度の少なくとも一つを測定するセンサを用い、前記使用者が装着しない状態での前記装具に生じる

50

圧力、歪み、トルク、加速度、及び角速度を初期設定値として検出することを特徴とする請求項 1 又は請求項 3 に記載の動作表示装置。

【請求項 1 2】

前記表示部を、複数の揮部を一方向に並べ、対象とする前記状態の変化に応じて発光させる前記揮部の数を増減させることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の動作表示装置。

【請求項 1 3】

前記揮部の発光数の増減を、端部に配置した前記揮部を基準に行うことを特徴とする請求項 1 2 に記載の動作表示装置。

【請求項 1 4】

前記揮部の発光数の増減を、中央に配置した前記揮部を基準に行うことを特徴とする請求項 1 2 に記載の動作表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、動作の確認を確実にでき、正しい状態に修正できる動作表示装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

リハビリ用装置又は訓練用装置において、表示部を備えたものが既に提案されている。

例えば、特許文献 1 では、装具の動作を指示するために表示部を利用している。すなわち、表示部には下肢が表示され、動かしたい方向を表示部から選択する。このとき該当する筋の色を画面上で変化させることで、訓練者が動作させるために必要な筋を認識することができる。

また、特許文献 2 では、人体の筋肉活動により生じる電位を検出する筋電位検出手段を有し、この筋電位検出手段で検出した情報を表示部に表示する。

また、特許文献 3 では、筋肉に対応させて筋電位センサを設け、筋電位センサに対応させたインジケータを表示し、人型アイコンとして表示する。

また、特許文献 4 では、あらかじめ設定した正しいデータと、検出によって得られる筋電位信号とを比較して正しい状態からのずれを音声によって知らせる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2008 - 281926 号公報

【特許文献 2】特開平 8 - 229015 号公報

【特許文献 3】特開 2003 - 339908 号公報

【特許文献 4】特開平 7 - 67982 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、特許文献 1 の装置では、動作を行う上で、どの筋肉を使うべきかを把握することはできるが、動作が正しく行われているか、実際に筋肉を使っているのかについては把握することができない。

特許文献 2 の装置では、筋電位情報を表示することで、患者自身の動作によって身体を動かしたか否かを判断することはできるが、身体の動作状態を正確に把握し、身体の状態を修正することまではできない。

特許文献 3 の装置では、人体の動作にあわせて筋電位信号の強弱が表示されるため、各部の筋肉の状態を把握することができるが、例えば、肩や肘の垂れ下がりや屈曲動作状態などの身体の動作状態を正確に把握しにくく、動作中に身体の状態を修正することが容易ではない。

10

20

30

40

50

特許文献4の装置では、例えばゴルフスイングのインパクトの瞬間など、タイミングを把握して正しい状態に合わせることは適しているが、身体の微妙な動作状態を正確に把握することはできない。

身体各部の正確な動作を把握する上では、身体とは別の位置にあるモニターでの表示内容を見るだけでは、身体の微妙な動作との関係がわかりにくい。

実際の現場では、理学療法士によって機能のレベルが判断されるが、主観の入る余地も少なくなく、回復のための訓練が長期間に及ぶこともある。

一般に、リハビリや筋力トレーニングにおいて、動作対象となる筋肉に意識を集中させ、この筋肉の動き、あるいは肘や腕などの身体の状態を正確に把握して、正しい状態に常に修正をする意識を持つことが有効であると言われている。

10

#### 【0005】

そこで、本発明は、体の傾き、姿勢、又は筋肉の状態を、体の各部において表示することにより、動作状態や筋肉状態の確認を確実にでき、正しい状態に修正できる動作表示装置を提供することを目的とする。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0006】

請求項1記載の本発明の動作表示装置は、使用者の体の少なくとも一部に装着される装具と、前記体を動作させる駆動部と、前記装具に装着されて前記体の曲げや姿勢を検知するセンサと、前記センサによって検知した前記体の曲げ角度や姿勢の状態を表示する表示部とを備えた動作表示装置であって、前記表示部を前記装具に設け、前記体を動作させる筋肉に対応する位置に前記表示部を配置したことを特徴とする。

20

請求項2記載の本発明の動作表示装置は、使用者の体の少なくとも一部に装着される装具と、前記体を動作させる駆動部と、前記使用者の動作による負荷が無い場合と前記使用者の動作による負荷がある場合の差を検知するセンサと、前記センサによって検知した前記使用者による動作による負荷だけを表示する表示部とを備えた動作表示装置であって、前記表示部を前記装具に設け、前記体を動作させる筋肉に対応する位置に前記表示部を配置したことを特徴とする。

請求項3記載の本発明の動作表示装置は、使用者の体の少なくとも一部に装着される装具と、前記装具に装着されて前記体の曲げや姿勢を検知するセンサと、前記センサによって検知した前記体の曲げ角度や姿勢の状態及び理想的な前記体の曲げ角度や姿勢の状態を表示する表示部とを備えた動作表示装置であって、前記表示部を前記装具に設け、動作させる前記体に対応する位置に前記表示部を配置したことを特徴とする。

30

請求項4記載の本発明の動作表示装置は、使用者の体の少なくとも一部に装着される装具と、前記体の筋肉の状態を検知するセンサと、前記センサによって検知した前記筋肉の状態及び理想的な前記筋肉の状態を表示する表示部とを備えた動作表示装置であって、前記表示部を前記装具に設け、前記体を動作させる前記筋肉に対応する位置に前記表示部を配置したことを特徴とする。

請求項5記載の本発明は、請求項3に記載の動作表示装置において、前記センサとして加速度センサ及び角速度センサの少なくとも一方を用い、前記加速度センサ及び角速度センサをプレートを介して前記装具に装着することを特徴とする。

40

請求項6記載の本発明は、請求項1から請求項4のいずれかに記載の動作表示装置において、前記表示部では、揮部若しくは輝度の増減、模様若しくは色彩の変更、点滅速度の増減、又は文字若しくは数値の変更を用いて表示内容を表示することを特徴とする。

請求項7記載の本発明は、請求項2又は請求項4に記載の動作表示装置において、前記センサとして、対象とする前記筋肉への力の入り具合を測定する筋電位センサを用いたことを特徴とする。

請求項8記載の本発明は、請求項2又は請求項4に記載の動作表示装置において、前記センサとして、対象とする前記筋肉の膨張度合いを測定する歪みセンサ又は圧力センサを用いたことを特徴とする。

請求項9記載の本発明は、請求項2に記載の動作表示装置において、前記センサに代え

50

て、対象とする前記筋肉に対して動作を行わせる前記駆動部の出力情報を用いたことを特徴とする。

請求項 10 記載の本発明は、請求項 2 又は請求項 4 に記載の動作表示装置において、前記センサとして、対象とする前記筋肉が前記装具を押圧する力を測定する圧力センサを用いたことを特徴とする。

請求項 11 記載の本発明は、請求項 1 又は請求項 3 に記載の動作表示装置において、前記センサとして、前記装具に生じる圧力、歪み、トルク、加速度、及び角速度の少なくとも一つを測定するセンサを用い、前記使用者が装着しない状態での前記装具に生じる圧力、歪み、トルク、加速度、及び角速度を初期設定値として検出することを特徴とする。

請求項 12 記載の本発明は、請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の動作表示装置において、前記表示部を、複数の揮部を一方向に並べ、対象とする前記状態の変化に応じて発光させる前記揮部の数を増減させることを特徴とする。

請求項 13 記載の本発明は、請求項 12 に記載の動作表示装置において、前記揮部の発光数の増減を、端部に配置した前記揮部を基準に行うことを特徴とする。

請求項 14 記載の本発明は、請求項 12 に記載の動作表示装置において、前記揮部の発光数の増減を、中央に配置した前記揮部を基準に行うことを特徴とする。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、体の傾き、姿勢、又は筋肉の状態を、体の各部において表示することにより、動作状態や筋肉状態の確認を確実にでき、正しい状態に修正できる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図 1】本発明の一実施例における動作表示装置の表示部の配置を示す斜視図

【図 2】同表示部の配置を示す上面構成図

【図 3】同表示部の配置を示す側面構成図

【図 4】同装置の機能実現手段を示すブロック図

【図 5】同装置の他の実施例の機能実現手段を示すブロック図

【図 6】同装置の更に他の実施例の機能実現手段を示すブロック図

【図 7】同装置の更に他の実施例の機能実現手段を示すブロック図

【図 8】同装置の他の実施例の表示部の配置を示す上面構成図

【図 9】同装置の他の実施例の表示部の構成を示す説明図

【図 10】同装置の他の実施例の表示部の構成を示す説明図

【図 11】同装置の他の実施例の表示部の構成を示す説明図

【図 12】同装置の他の実施例の表示部の構成を示す説明図

【図 13】同装置の他の実施例の表示部の構成を示す説明図

【図 14】同装置の他の実施例の表示部の構成を示す説明図

【図 15】同装置の他の実施例の表示部の構成を示す説明図

【図 16】同装置の他の実施例の表示部の構成を示す説明図

【図 17】同装置の他の実施例の表示部の構成を示す説明図

【図 18】同装置の他の実施例の表示部の構成を示す説明図

【図 19】本実施例によるセンサの装着位置を示す説明図

【図 20】肘屈曲状態におけるセンサの装着位置を示す説明図

【図 21】肘伸展状態におけるセンサの装着位置を示す説明図

【図 22】ステップ 1 の静止状態、ステップ 1 からステップ 2 への動作状態、ステップ 2 の静止状態における各センサの検出内容を示す説明図

【図 23】ステップ 2 の状態において上腕が水平から角度 下がった状態を示す説明図

【図 24】ステップ 2 の状態において前腕が水平から角度 下がった状態を示す説明図

【図 25】ステップ 2 の状態において手首が外側に回る動作（回外動作）が行われた状態を示す説明図

【図 26】本実施例による肘屈曲状態における表示部の装着位置を示す説明図

10

20

30

40

50

【図 2 7】本実施例による肘伸展状態における表示部の装着位置を示す説明図

【図 2 8】本実施例に用いる第 1 のセンサを示す斜視図

【発明を実施するための形態】

【0009】

本発明の第 1 の実施の形態による動作表示装置は、表示部を装具に設け、体を動作させる筋肉に対応する位置に表示部を配置したものである。本実施の形態によれば、動作させるべき筋肉を認識でき、正しい筋肉の使い方を直感的に判断でき効果的な動作を行うことをサポートすることができる。特に、その動作に必要な主な筋肉の付近に表示部を設け、動作に応じた筋肉の使い方を表示することで、正しい筋肉の使い方を直感的に意識付け、効果的なりハビリをサポートする。

10

本発明の第 2 の実施の形態による動作表示装置は、表示部を装具に設け、体を動作させる筋肉に対応する位置に表示部を配置したものである。本実施の形態によれば、動作させるべき筋肉を認識でき、正しい筋肉の使い方を直感的に判断でき効果的な動作を行うことをサポートすることができる。特に、その動作に必要な主な筋肉の付近に表示部を設け、使用者による動作を表示することで、駆動部で補助動作させられながらも、改善の効果を確認できる。

本発明の第 3 の実施の形態による動作表示装置は、表示部を装具に設け、動作させる体に対応する位置に表示部を配置したものである。本実施の形態によれば、体の各部に設けた表示部に、体の傾きや姿勢を表示することで、動作を直感的に捉え易くなる。正しい動作が行えているか確認しながらトレーニングすることで、効果的なトレーニングが行える。

20

本発明の第 4 の実施の形態による動作表示装置は、表示部を装具に設け、体を動作させる筋肉に対応する位置に表示部を配置したものである。本実施の形態によれば、動作させるべき筋肉を認識でき、正しい筋肉の使い方を直感的に判断でき効果的な動作を行うことをサポートすることができる。特に、スポーツやリハビリ等の動作をセンサで検出し、理想的な動作のデータと比較を行い、動作の判定と改善の提案が行える。また、体の各部に設けた表示部に筋肉の状態を表示することで、筋肉の使い方を直感的に捉え易くなる。

本発明の第 5 の実施の形態は、第 3 の実施の形態による動作表示装置において、センサとして加速度センサ及び角速度センサの少なくとも一方を用い、加速度センサ及び角速度センサをプレートを通じて装具に装着するものである。本実施の形態によれば、プレート

30

を介在させることで平面を明確にすることができ、姿勢や傾きを精密に検知することができる。本発明の第 6 の実施の形態は、第 1 から第 4 のいずれかの実施の形態による動作表示装置において、表示部では、揮部若しくは輝度の増減、模様若しくは色彩の変更、点滅速度の増減、又は文字若しくは数値の変更を用いて表示内容を表示するものである。本実施の形態によれば、対象とする筋肉の膨張度合いに関する情報を、揮部若しくは輝度の増減、模様若しくは色彩の変更、点滅速度の増減、又は文字若しくは数値の変更を用いて表示することで、リハビリの動作、機能回復の度合いを使用者が正確に把握でき、リハビリに対する意欲の向上を図ることができる。

本発明の第 7 の実施の形態は、第 2 又は第 4 の実施の形態による動作表示装置において、センサとして、対象とする筋肉への力の入り具合を測定する筋電位センサを用いたものである。本実施の形態によれば、対象とする筋肉への力を直接測定することで、効率的な機能回復を図ることができる。

40

本発明の第 8 の実施の形態は、第 2 又は第 4 の実施の形態による動作表示装置において、入力部として、対象とする筋肉の膨張度合いを測定する歪みセンサ又は圧力センサを用いたものである。本実施の形態によれば、対象とする筋肉の膨張度合いを直接測定することで、効率的な機能回復を図ることができる。

本発明の第 9 の実施の形態は、第 2 の実施の形態による動作表示装置において、センサに代えて、対象とする筋肉に対して動作を行わせる駆動部の出力情報を用いたものである。本実施の形態によれば、駆動部による力の加わり方を把握することでリハビリ効果を高

50

めることができる。

本発明の第10の実施の形態は、第2又は第4の実施の形態による動作表示装置において、センサとして、対象とする筋肉が装具を押圧する力を測定する圧力センサを用いたものである。本実施の形態によれば、使用者の人体に直接センサを設けることなく、リハビリの動作、機能回復の度合いを使用者が正確に把握できる。

本発明の第11の実施の形態は、第1又は第3の実施の形態による動作表示装置において、センサとして、装具に生じる圧力、歪み、トルク、加速度、及び角速度の少なくとも一つを測定するセンサを用い、使用者が装着しない状態での装具に生じる圧力、歪み、トルク、加速度、及び角速度を初期設定値として検出するものである。本実施の形態によれば、使用者の人体に直接センサを設けることなく、リハビリの動作、機能回復の度合いを使用者が正確に把握できる。

10

本発明の第12の実施の形態は、第1から第4のいずれかの実施の形態による動作表示装置において、表示部を、複数の揮部を一方向に並べ、対象とする筋肉の状態変化に応じて発光させる揮部の数を増減させるものである。本実施の形態によれば、筋肉の状態変化を把握しやすく、リハビリ効果を高めることができる。

本発明の第13の実施の形態は、第12の実施の形態による動作表示装置において、揮部の発光数の増減を、端部に配置した揮部を基準に行うものである。本実施の形態によれば、筋肉の状態変化を大きな変化で表示することができる。

本発明の第14の実施の形態は、第12の実施の形態による動作表示装置において、揮部の発光数の増減を、中央に配置した揮部を基準に行うものである。本実施の形態によれば、左右の力の加わり方や傾きなどのバランスを表示することができる。

20

#### 【実施例】

#### 【0010】

以下に、本発明の動作表示装置の一実施例について説明する。

図1は本発明の一実施例における動作表示装置の表示部の配置を示す斜視図、図2は同表示部の配置を示す上面構成図、図3は同表示部の配置を示す側面構成図、図4は同装置の機能実現手段を示すブロック図、図5は同装置の他の実施例の機能実現手段を示すブロック図、図6は同装置の更に他の実施例の機能実現手段を示すブロック図、図7は同装置の更に他の実施例の機能実現手段を示すブロック図、図8は同装置の他の実施例の表示部の配置を示す上面構成図、図9から図18はそれぞれ同装置の他の実施例の表示部の構成を示す説明図である。

30

#### 【0011】

図1に示すように、使用者が装着する装具10には、リハビリの動作で使用する主な筋肉の近傍に表示部が配置される。図中、領域Aは、表示部の配置される位置を示している。

図2及び図3では、上腕装具11と前腕装具12とを示している。図示はしないが、上腕装具11と前腕装具12には駆動部が設けられ、この駆動部によって上腕に対して前腕を屈曲、伸展動作させることができる。そして、上腕装具11には、上腕筋用として、表示部21D、21Eが上腕筋近傍の両側に設けられ、上腕二頭筋用の表示部21Aが上腕腹側に設けられ、上腕三頭筋用の表示部21B、21Cが目視可能な上腕側の下側両側に設けられている。

40

このように、それぞれの表示部21A、21B、21C、21D、21Eは、リハビリの動作で使用する主な筋肉の近傍に配置する。すなわち、それぞれの表示部21A、21B、21C、21D、21Eは、体を動作させる筋肉に対応する位置に配置する。なお、表示部21A、21B、21C、21D、21Eは、使用者の視野範囲に設けることが好ましいが、鏡などを利用することで使用者の視野範囲とすることもできる。

#### 【0012】

図4に示すように、本実施例における動作表示装置は、筋肉の状態変化を表示する表示部20と、表示部20に対して表示情報を出力する制御部30と、制御部30に対して制御情報を出力するセンサ40と、初期設定値としての表示情報や蓄積された表示情報を記

50

憶するメモリ50と、制御部30を駆動する電源60とを備えている。センサ40は、制御部30に対して、対象とする筋肉の膨張度合いに関する情報を制御情報として出力する。制御部30は、表示部20に対して、筋肉の膨張度合いに応じた表示情報を、揮部若しくは輝度の増減、模様若しくは色彩の変更、点滅速度の増減、又は文字若しくは数値の変更を用いて出力する。

動作を検知するセンサ40におけるパラメータは、曲げの角度、ねじれ、姿勢などが挙げられる。そして、それぞれを検知するセンサ40としては、曲げの量(角度)を検出する曲げセンサ、ねじれを検出するひずみセンサ、姿勢や動作の加速度を検出する3次元加速度センサ、動作の角速度を検出する角速度センサを用いることが有効である。

#### 【0013】

駆動部により安定した動作を行わせることが可能であれば、センサを省略し、駆動部の駆動条件に応じた表示を行ってもよい。図5にセンサを省略した場合を示す。図5では、入力部としてセンサの代わりに、対象とする筋肉に対して動作を行わせる駆動部70の出力情報を用いている。本実施例によれば、駆動部70による力の加わり方を把握することでリハビリ効果を高めることができる。

使用者本人による動きを検出する方法としては、下記のような各種センサを使用することが有効である。

使用者による動作を直接的に測定するセンサ40としては、電極を使用して、筋電位を測定し、力の入り具合を測定する筋電位センサ、筋肉、筋肉の膨張度合いを測定するひずみセンサ又は圧力センサ、使用者の体がりハビリ器具の内部を押す力を測定する圧力センサを用いることができる。

使用者による動作を間接的に測定するセンサ40としては、リハビリ器具に発生する力を測定する圧力センサ又は歪みセンサ、リハビリ器具に発生するトルクを測定するトルクセンサ、リハビリ器具に発生する加速度を測定する加速度センサ、リハビリ器具に発生する角速度を測定する角速度センサ又は3次元加速度センサを用いることができる。使用者による動作を間接的に測定する場合には、使用者が装着していない状態でのデフォルト値と使用者が装着した状態での値との差を検出することが好ましい。なお、ある一定の時期の状態を初期値として持たせることも有効である。

#### 【0014】

例えば、筋肉の膨張をひずみセンサで測定する場合には、筋肉の膨張が大きいほど大きな力を発生しているとして、歪みセンサで検出されるひずみ量に応じて表示部20の表示内容を変化させる。リハビリ効果が上がると、正しい筋肉を、より大きな力で動かすことが可能となり、表示部20で確認を行うことができる。リハビリの効果、機能改善の度合いを可視化することができれば、使用者の満足度にもつながり、意欲の向上、ついでに改善度の向上にもつながる。継続的な検出データをメモリ50に蓄積し、継続データとしてデータ内容を表示部20にて表示させることにより、効果の確認を行うことができる。

ひずみセンサの取り付けは、例えば肘の屈曲/伸展の場合、上腕筋の検知のためには上腕の肘側の側面2箇所、上腕二頭筋の検知のためには上腕の腹側の1箇所に、上腕三頭筋の検知のためには上腕の背中側の2箇所とする。

また、より細かく、肩の動きと連動した動作を表示させたい場合、上腕二頭筋の2箇所、上腕三頭筋の3箇所の筋頭付近にもセンサ40を追加することが有効である。

また、肘の屈曲にあわせて前腕の回内/回外も行う場合には、円回内筋、方形回内筋、回外筋にもセンサ40を配置することが有効である。

#### 【0015】

図6に示す動作表示装置は、装具10に、対象とする筋肉に対して動作を行わせる駆動部70を備えている。なお、上記実施例と同一構成には同一符号を付して説明を省略する。本実施例では、入力部として、筋肉の状態変化を測定するセンサ40とともに、対象とする筋肉に対して動作を行わせる駆動部70の出力情報を用いている。

制御部31では、駆動部70とともに、対象とする筋肉の膨張度合いに関する情報を制御情報として出力する制御部30を制御している。表示部22では、駆動部70の出力情

10

20

30

40

50



報を表示する。なお、表示部 2 2 に、各種のセンサ 4 0 に基づく表示部 2 0 での表示内容を表示させてもよい。

表示部 2 0 では、駆動部 7 0 による制御情報と、各種のセンサ 4 0 による制御情報とを表示することが好ましい。本実施例によれば、駆動部 7 0 による強制的な動きと、使用者自身の力による動きとを区別して把握することができるため、リハビリ効果を高めることができる。

#### 【 0 0 1 6 】

図 7 に示す動作表示装置は、ゲーム機やスポーツ用練習機への展開を示すものである。リハビリを目的としない場合は、表示部 2 0 を装具 1 0 に設けなくてもよい。装具 1 0 の所定の部位には、例えばセンサ 4 0 を設け、装具 1 0 と信号線で接続された判定装置 1 5 には、表示部 2 0、制御部 3 0、メモリ 5 0 を電源 6 0 とともに設ける。この判定装置 1 5 では、センサ 4 0 によって検出された動きを表示する他、あらかじめメモリ 5 0 に記憶している理想的な動きとの差を表示することが好ましく、その差を判定し、判定結果を表示することが好ましい。例えば、ゴルフのスイングをセンサ 4 0 にて測定し、測定した動きに関するデータを解析し、人体モデルで動きを表示することもできる。表示部 2 0 では、検出する実際の動作状態を表示するほか、理想的なスイングとの差、その差による問題点、正しいスイングとの比較、この比較結果に基づく点数、過去の測定データとの比較、他人との測定データの比較を行い、それらの情報を表示部 2 0 にて表示する。ただし、この場合には、センサ 4 0 を、使用者に装着する他に、使用する器具（クラブ）にも、設置することが好ましい。この種の装置では、より高い実力を目指すため、又はスランプに陥ったときのチェックとして利用できる。

10

20

#### 【 0 0 1 7 】

図 8 に示す動作表示装置は、前腕装具 1 2 に表示部 2 1 F、2 1 G、2 1 H を設けた場合を示している。本実施例では、表示部 2 1 F は回内外や平行度を表示し、表示部 2 1 G は曲げ角度や平行度を表示し、表示部 2 1 H は面方向や回転方向を表示する。

#### 【 0 0 1 8 】

図 9 から図 1 3 に、長手形状とした表示部を示す。

本実施例のように、表示部を長手形状とすることで、筋肉を意識させることができる。

図 9 及び図 1 0 に示す表示部 2 3 は、複数の揮部を一方向に並べ、対象とする筋肉の状態変化に応じて発光させる揮部の数を増減させるものである。本実施例によれば、筋肉の状態変化を把握しやすく、リハビリ効果を高めることができる。

30

図 9 に示す表示部 2 3 は、揮部の発光数の増減を、端部に配置した揮部を基準に行うものであり、筋肉の状態変化に応じて、表示部 2 3 A から表示部 2 3 B に、そして表示部 2 3 C のように順に揮部の発光数を増加させている。このように、揮部の発光数の増減を、端部に配置した揮部を基準に行うことで、大きな変化で表示することができる。

図 1 0 に示す表示部 2 3 は、揮部の発光数の増減を、中央に配置した揮部を基準に行うものであり、筋肉の状態変化に応じて、表示部 2 3 A から表示部 2 3 B に、そして表示部 2 3 C のように順に揮部の発光数を増加させている。なお、図では左右均等に増減している様子を示しているが、左右の力の加わり方や傾きなどのバランスに応じて、左右の発光数を変化させることもできる。

40

#### 【 0 0 1 9 】

図 1 1 に示す表示部 2 4 は、単一の揮部を長手形状に構成したものであり、対象とする筋肉の状態変化に応じて色変化させるものであり、筋肉の状態変化に応じて、表示部 2 4 A から表示部 2 4 B に、そして表示部 2 4 C のように、それぞれの発光色を変化させている。

図 1 2 に示す表示部 2 5 は、複数の揮部を一方向に並べ、対象とする筋肉の状態変化に応じて発光させる揮部の数を増減させるものである。図 9 及び図 1 0 では、それぞれの揮部を長方形で構成しているが、図 1 2 に示す表示部 2 5 は円形で構成している。本実施例によれば、筋肉の状態変化を把握しやすく、リハビリ効果を高めることができる。表示部 2 5 は、揮部の発光数の増減を、端部に配置した揮部を基準に行うものであり、筋肉の状

50

態変化に応じて、表示部 2 5 A から表示部 2 5 B に、そして表示部 2 5 C のように順に揮部の発光数を増加させている。このように、揮部の発光数の増減を、端部に配置した揮部を基準に行うことで、大きな変化で表示することができる。

図 1 3 に示す表示部 2 6 は、長手方向を長辺とする複数の揮部を平行に配置することで長手形状に構成したものである。表示部 2 6 は、揮部の発光数の増減を、筋肉の状態変化に応じて、表示部 2 6 A から表示部 2 6 B に、そして表示部 2 6 C のように順に揮部の発光数を増加させている。

#### 【 0 0 2 0 】

図 1 4 から図 1 6 に、円形内の表示を記号とした表示部を示す。

図 1 4 に示すような矢印の方向を変化させる表示部 2 7 A、図 1 5 に示すような円弧の位置を変化させる表示部 2 7 B、図 1 6 に示すようなドットの位置を変化させる表示部 2 7 C であってもよい。このような表示方法によって、力の加わる方向や、バランス、移動方向を表示することができる。

図 1 7 では、円形内に扇部を表示させ、この扇部の面積を変化させ、又は扇部の位置を変化させる表示部 2 8 を示している。

図 1 8 では、数値を表示する表示部 2 9 を示しており、筋肉の状態変化に応じて、表示部 2 9 A から表示部 2 9 B に、そして表示部 2 9 C のように順に表示数字を増加させている。

#### 【 0 0 2 1 】

なお、表示部 2 0 では、その他の方法として、輝度の変化、点滅のスピード変化によって行うこともできる。

また、上記実施例では、上腕及び前腕を例に説明したが、リハビリの部位に関しては特にこれらに限定するものではない。

また、リハビリの初期段階では、単に動作の大きさを表示することも有効となるが、動作の実態を表示するためには、実際に曲がっている角度を表示することが重要であり、姿勢を検知し、その変位の大きさを表示することが望ましい。

また別の手段として、リハビリによる改善の度合いを表示することができれば、さらに効果的なリハビリを行うことが期待できる。この場合、装具 1 0 による動きと、使用者による動きを分離し、使用者による動きだけを表示することが好ましい。

既に説明した表示部 2 0 の配置は、確認を行いたいリハビリ動作において、使用する主な筋肉の配置付近とすることが、使用している筋肉をイメージしやすく効果的である。また、表示部 2 0 の配置では、使用者が動作を確認し、リハビリ効果を把握することが目的であるため、リハビリを行いながら目視できる場所とすることが重要である。表示部 2 0 の配置は、筋肉の配置と同じでなくとも、筋肉の近傍の目視可能な位置で、筋肉の動きをイメージしやすい場所が適切である。

#### 【 0 0 2 2 】

センサ 4 0 によって検出された動作の強度によって、対応する表示部 2 0 を変化させることで、リハビリの動作を行いながらも、動作、改善度の確認ができる。使用者は、表示部 2 0 を確認しながらリハビリを行うことで、正しい動作を確認することができ、また効果的な動作方法を学習することができる。また、正しい動作からのズレ量だけを表示部 2 0 で表示することも有効である。センサ 4 0 での測定値又は表示経歴をメモリ 5 0 に記憶させ、表示部 2 0、2 2 に経歴、改善度合いを表示することも、継続的な機能回復には有効である。リハビリを行うに当たっては、トレーニングのはじめに、それぞれの動作に適切な筋肉の動かし方を表示部 2 0 に表示させ、実際にリハビリを行う際、その表示を指すことも、正しい動作を行うための手助けとなる。

また、リハビリの種類ごとにプログラムを作成し、個々の動作だけではなく、機能ごとに改善の度合いを判断したり、複数のリハビリプログラムを通して、機能改善の度合いを判定できるようにすることも有効である。

#### 【 0 0 2 3 】

また、駆動部 7 0 による駆動力を発生させず、使用者自身の動きによってのみ動作させ

10

20

30

40

50

る場合には、さらに正確な機能回復を図る装置として使用することができる。この場合、駆動力以上に、曲げ角度の大きさや姿勢の正しさが重要である。このような場合には、3次元加速度センサを使用することにより、各部位の相対的な位置、角度などを測定することができる。

#### 【0024】

図19から図28に、3次元加速度センサを用いた肘屈曲伸展動作表示装置を示す。

図19は本実施例によるセンサの装着位置を示す説明図、図20は肘屈曲状態におけるセンサの装着位置を示す説明図、図21は肘伸展状態におけるセンサの装着位置を示す説明図である。

図19から図21に示すように、背骨に沿った位置で体幹基準とする第1のセンサ41、肩甲骨の位置に第2のセンサ42、上腕外側肩側位置に第3のセンサ43、上腕外側肘側位置に第4のセンサ44、前腕外側肘側位置に第5のセンサ45、前腕外側手首側位置に第6のセンサ46がそれぞれ装着されている。なお、各センサの装着位置を示すために、図19から図21では装具を省略して人体モデルを用いて示しているが、各センサは装具に装着される。

図22は、ステップ1の静止状態、ステップ1からステップ2への動作状態、ステップ2の静止状態における各センサの検出内容を示す説明図である。なお、図20に示す肘屈曲状態をステップ1、図21に示す肘伸展状態をステップ2とし、図22では理想的な状態での検出内容を示している。

図22に示すように、理想的な状態では、第1のセンサ41及び第2のセンサ42では、常にY軸のマイナス方向に重力Gが発生し、X軸方向及びZ軸方向の検出値はゼロとなる。また、第3のセンサ43及び第4のセンサ44では、常にZ軸のマイナス方向に重力Gが発生し、X軸方向及びY軸方向の検出値はゼロとなる。また、第5のセンサ45及び第6のセンサ46では、常にX軸のマイナス方向に重力Gが発生し、Y軸方向の検出値はゼロとなる。ここで、ステップ1からステップ2への動作状態においては、第5のセンサ45はZ軸方向にaの加速度を検出し、第6のセンサ46はZ軸方向にbの加速度を検出する。

#### 【0025】

図23から図25は目的外の状態における各センサの検出内容を示す説明図である。

図23は、ステップ2の状態において、上腕が水平から角度 $\theta$ 下がった状態を示している。ステップ1からステップ2への動作時には、第3のセンサ43はY軸方向に重力G以外の加速度c、Z軸方向に重力G以外の加速度eを、第4のセンサ44は、Y軸方向に重力G以外の加速度d、Z軸方向に重力G以外の加速度fを、第5のセンサ45は、X軸方向に重力G以外の加速度g、Y軸方向に重力G以外の加速度iを、第6のセンサ46は、X軸方向に重力G以外の加速度h、Y軸方向に重力G以外の加速度jを検出する。また、ステップ2の静止状態には、第3のセンサ43はY軸方向に $-G \sin \theta$ 、Z軸方向に $-G \cos \theta$ を、第4のセンサ44はY軸方向に $-G \sin \theta$ 、Z軸方向に $-G \cos \theta$ を、第5のセンサ45はX方向に $-G \cos \theta$ 、Y方向に $-G \sin \theta$ を、第6のセンサ46はX方向に $-G \cos \theta$ 、Y方向に $-G \sin \theta$ を、検出する。

図24は、ステップ1の状態において、前腕が水平から角度 $\theta$ 下がった状態を示している。第4のセンサ44はX軸方向に $G \sin \theta$ 、Z軸方向に $-G \cos \theta$ を、第5のセンサ45はX軸方向に $-G \cos \theta$ 、Y軸方向に $-G \sin \theta$ を、第6のセンサ46はX軸方向に $-G \cos \theta$ 、Y軸方向に $-G \sin \theta$ を検出する。

図25は、ステップ2の状態において、手首が内側に回る動作(回内動作)が行われ、第5のセンサ位置の傾斜角が $\alpha$ 、第6のセンサ位置の傾斜角が $\beta$ である状態を示している。

なお、回内動作は、掌が下を向く動作である。ステップ1からステップ2への動作時には、第5のセンサ45はX軸方向に重力G以外の加速度q、Z軸方向にステップ2への動作による加速度aに加えて加速度sを、第6のセンサ46はX軸方向に重力G以外の加速度r、Z軸方向にステップ2への動作による加速度bに加えて加速度tを検出する。また

、ステップ 2 の静止状態には、第 5 のセンサ 4 5 は X 軸方向に  $-G \sin$ 、Z 軸方向に  $-G \cos$  を、第 6 のセンサ 4 6 は X 軸方向に  $-G \sin$ 、Z 軸方向に  $-G \cos$  を検出する。

【 0 0 2 6 】

図 2 6、図 2 7 は本実施例による表示部の装着位置を示す説明図であり、図 2 6 は肘屈曲状態における表示部の表示状態を示す説明図、図 2 7 は肘伸展状態における表示部の表示状態を示す説明図である。

図 2 6、図 2 7 に示すように、上腕の中間位置に上腕の垂れ下がりを表示する第 1 の表示部 1 2 1、上腕の肘関節側位置に肩先の水平屈曲動作を表示する第 2 の表示部 1 2 2、前腕の中間位置に前腕の垂れ下がりを表示する第 3 の表示部 1 2 3、前腕の手首関節側位置に肘先の屈曲動作を表示する第 4 の表示部 1 2 4、手首の近傍に手首の回内外動作を表示する第 5 の表示部 1 2 5 がそれぞれ装着されている。なお、各センサの装着位置を示すために、図 2 6、図 2 7 では装具を省略して人体モデルを用いて示しているが、各表示部は装具の外表面側に装着される。

【 0 0 2 7 】

第 1 の表示部 1 2 1 は、複数の揮部を一方向に並べて構成されたもので、骨の長手方向に沿って装着されている。中心に位置する基準揮部 1 2 1 A は第 1 の発光色で表示することで水平状態を示している。また、現在の状態に対応する位置にある動作揮部 1 2 1 B は第 2 の発光色で表示している。基準揮部 1 2 1 A と動作揮部 1 2 1 B が一致すれば正しい姿勢が保たれており、基準揮部 1 2 1 A に対して動作揮部 1 2 1 B が離れると、その距離だけ正しい姿勢からずれを生じていることになる。

第 1 の表示部 1 2 1 で表示される上腕の垂れ下がり、図 2 3 の説明の通り、第 3 のセンサ 4 3 と第 4 のセンサ 4 4 とによって検出される。

【 0 0 2 8 】

第 2 の表示部 1 2 2 は、複数の揮部をリング状に配置したものである。基準揮部 1 2 2 A は第 1 の発光色で表示することで体幹に対する上腕の方向を示している。また、現在の状態に対応する位置にある動作揮部 1 2 2 B は第 2 の発光色で表示している。基準揮部 1 2 2 A と動作揮部 1 2 2 B が一致すれば正しい姿勢が保たれており、基準揮部 1 2 2 A に対して動作揮部 1 2 2 B が離れると、その距離だけ正しい姿勢からずれを生じていることになる。

第 2 の表示部 1 2 2 で表示される肩先の水平屈曲動作は、第 1 のセンサ 4 1、第 2 のセンサ 4 2、第 3 のセンサ 4 3、及び第 4 のセンサ 4 4 によって検出される。第 1 のセンサ 4 1 と第 2 のセンサ 4 2 によって肩甲骨の位置を検出するとともに、第 3 のセンサ 4 3 と第 4 のセンサ 4 4 によって上腕水平屈曲動作を検出する。

【 0 0 2 9 】

第 3 の表示部 1 2 3 は、複数の揮部を一方向に並べて構成されたもので、骨の長手方向に沿って装着されている。中心に位置する基準揮部 1 2 3 A は第 1 の発光色で表示することで水平状態を示している。また、現在の状態に対応する位置にある動作揮部 1 2 3 B は第 2 の発光色で表示している。基準揮部 1 2 3 A と動作揮部 1 2 3 B が一致すれば正しい姿勢が保たれており、基準揮部 1 2 3 A に対して動作揮部 1 2 3 B が離れると、その距離だけ正しい姿勢からずれを生じていることになる。

第 3 の表示部 1 2 3 で表示される前腕の垂れ下がり、図 2 4 の説明の通り、第 5 のセンサ 4 5 と第 6 のセンサ 4 6 とによって検出される。

【 0 0 3 0 】

第 4 の表示部 1 2 4 は、複数の揮部をリング状に配置したものである。基準揮部 1 2 4 A は第 1 の発光色で表示することで水平状態を示している。また、現在の状態に対応する位置にある動作揮部 1 2 4 B は第 2 の発光色で表示している。基準揮部 1 2 4 A と動作揮部 1 2 4 B が一致すれば正しい姿勢が保たれており、基準揮部 1 2 4 A に対して動作揮部 1 2 4 B が離れると、その距離だけ正しい姿勢からずれを生じていることになる。

第 4 の表示部 1 2 4 で表示される肘先の水平屈曲動作は、第 4 のセンサ 4 4、第 5 のセ

10

20

30

40

50

ンサ 4 5、第 6 のセンサ 4 6 によって検出される。

【 0 0 3 1 】

第 5 の表示部 1 2 5 は、複数の揮部をリング状に配置したものである。基準揮部 1 2 5 A は第 1 の発光色で表示することで水平状態を示している。また、現在の状態に対応する位置にある動作揮部 1 2 5 B は第 2 の発光色で表示している。基準揮部 1 2 5 A と動作揮部 1 2 5 B が一致すれば正しい姿勢が保たれており、基準揮部 1 2 5 A に対して動作揮部 1 2 5 B が離れると、その距離だけ正しい姿勢からずれを生じていることになる。

第 5 の表示部 1 2 5 で表示される手首の回内外動作は、図 2 5 の説明の通り、第 4 のセンサ 4 4、第 5 のセンサ 4 5、第 6 のセンサ 4 6 によって検出される。

【 0 0 3 2 】

以上のように本実施例では、リハビリ器具の各部位に 3 次元加速度センサを取り付け、動作を行ったときの測定値と数値化された正しい動作との差を求め、動作の正確さを表示部 2 0 にて表示して確認できることが好ましい。この確認ができることによって、正しい動作を常に確認しながらリハビリを行うことができ、より高度なりハビリを行うことができる。

なお、本実施例で説明した 3 次元加速度センサは、プレートを通じて装具に装着される。

本実施例では、姿勢・動作検出のセンサに 3 次元加速度センサを用いた例を示したが、正確な曲げ角度や姿勢を検出するためには、それぞれのセンサについて被装着者の関節からの位置を事前に規定しておき、計算に用いることが有効である。加速度変化の 2 重積分値から移動距離を導き、移動の支点となる関節からの距離が明確であることで、変位を角度に変換することが可能である。また、加速度センサを用いた場合には、重力加速度 G を常に検出するため、重力加速度 G を基準にしてセンサの位置情報を確認することで、更に正確な測定を行うことが可能である。

また、本実施例では加速度センサを用いた例を示したが、角速度センサを用いても同様に動作の検出が可能である。角速度センサを用いた実施例では、角速度を積分することで角度の変化を直接的に導くことができる。この場合、被装着者の関節からの距離を規定することなく、姿勢の変化を正確に測定することが可能で、体格差の影響を受けにくい動作表示装置を実現することができる。

加速度センサ、角速度センサを用いた姿勢・動作の検出機構では、被装着者の動きを検出することは可能であるが、加速度センサで重力加速度の方向を検出できるほかは、静的な状態やそれぞれのセンサの位置関係を検出することはできない。

このため、加速度センサ、角速度センサのいずれを用いた場合でも、それぞれのセンサを体のどの部分に装着するかという情報は、メモリ部に記憶させておき、同様に記憶させておいた計算のプロトコルによって、センサの検出値とセンサの位置情報から被装着者の姿勢や動作を計算する。

また、初期状態を規定するため、装置を装着した状態、もしくは模擬的に作成した装着模擬状態で所定の姿勢をとらせ、初期状態を検出するキャリブレーションプロセスが必須となる。

これによって、汎用的な加速度センサや角速度センサを使用しながら、容易に被装着者の姿勢や動作を正確に測定することができる。

ここでは、姿勢・動作の検出に加速度センサ、角速度センサを例示したが、それぞれを組み合わせた構成であってもかまわない。また、曲げセンサや傾斜センサを組み合わせた構成でも、同様の動作を検出することが可能である。

【 0 0 3 3 】

図 2 8 は本実施例に用いる第 1 のセンサ 4 1 を示している。第 1 のセンサ 4 1 は、プレート 4 1 A に取り付けられている。プレート 4 1 A を取り付けの装具は、密着性を高めるために伸縮性のある素材を用いることが好ましい。プレート 4 1 A を介在させることで平面を明確にすることができ、姿勢や傾きを精密に検知することができる。なお、第 2 のセンサ 4 2 から第 6 のセンサ 4 6 においても第 1 のセンサ 4 1 と同一構成であるため説明を

10

20

30

40

50

省略する。また、図 20 及び図 21 で示した X 軸、Y 軸、Z 軸は、図 28 に示す X 軸、Y 軸、Z 軸が対応する。

【0034】

以上のように本発明によれば、動作させるべき筋肉を認識でき、正しい筋肉の使い方を直感的に判断でき、効果的な動作を行うことをサポートすることができる。特に、その動作に必要な主な筋肉の付近に表示部を設け、動作に応じた筋肉の使い方を表示することで、正しい筋肉の使い方を直感的に意識付け、効果的なりハビリをサポートする。

また本発明によれば、体の各部に設けた表示部に、体の傾きや姿勢を表示することで、動作を直感的に捉え易くなる。正しい動作が行われているか確認しながらトレーニングすることで、効果的なトレーニングが行える。

また本発明によれば、スポーツやリハビリ等の動作をセンサで検出し、理想的な動作のデータと比較を行い、動作の判定と改善の提案が行える。

【産業上の利用可能性】

【0035】

本発明は、機能回復訓練用の動作表示装置の他、ゲーム機やスポーツ用練習機として利用できる。

【符号の説明】

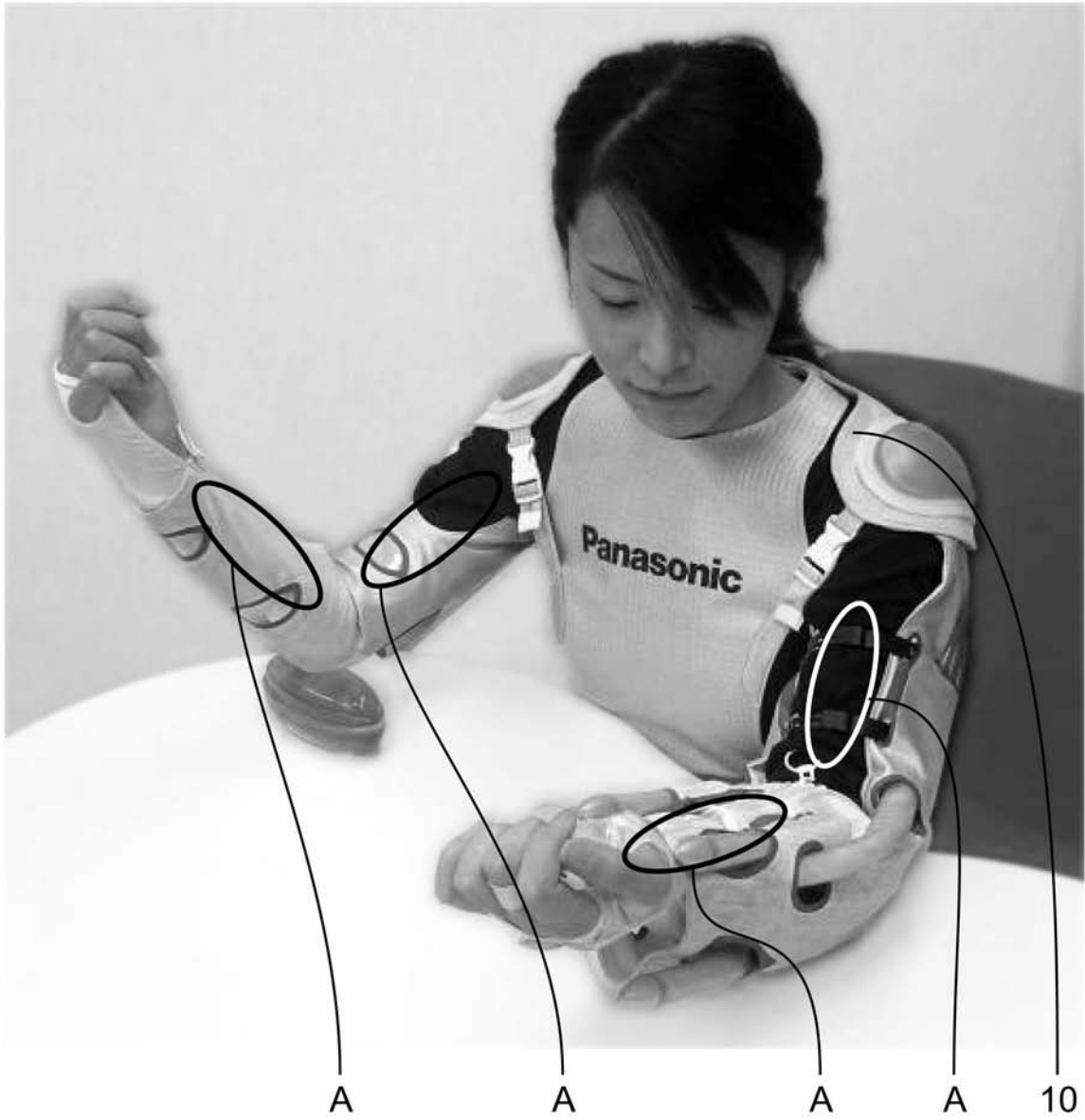
【0036】

- 10 装具
- 20 表示部
- 30 制御部
- 40 センサ
- 50 メモリ
- 60 電源
- 70 駆動部

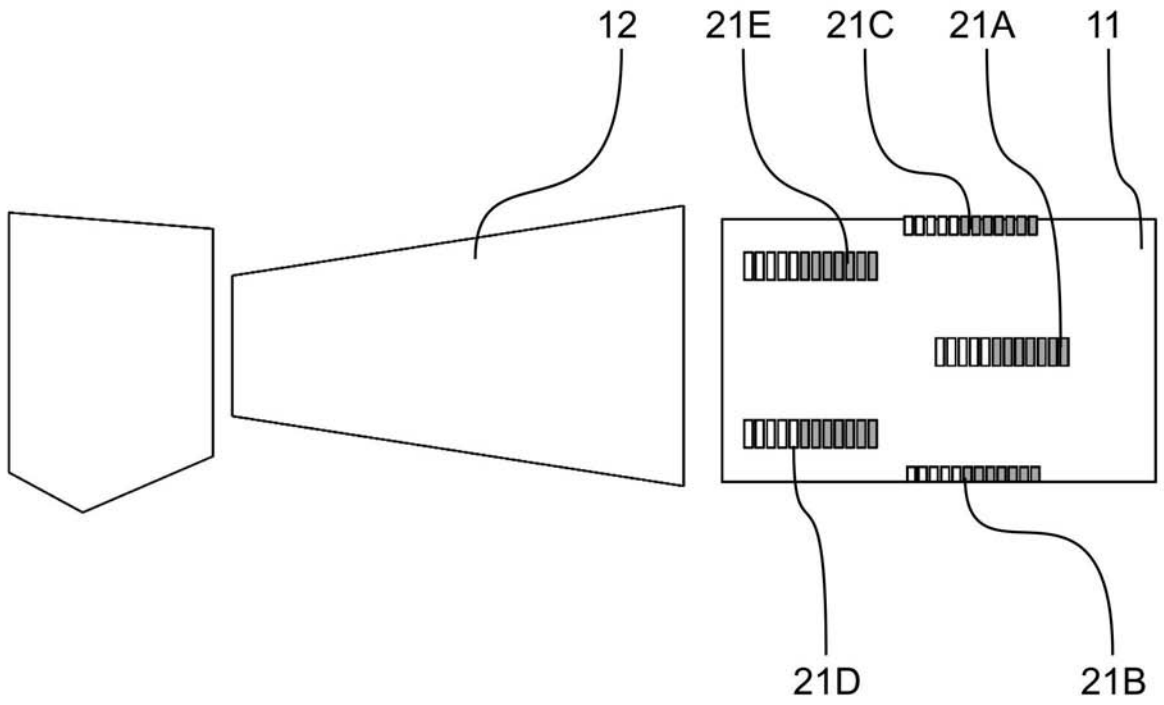
10

20

【 図 1 】

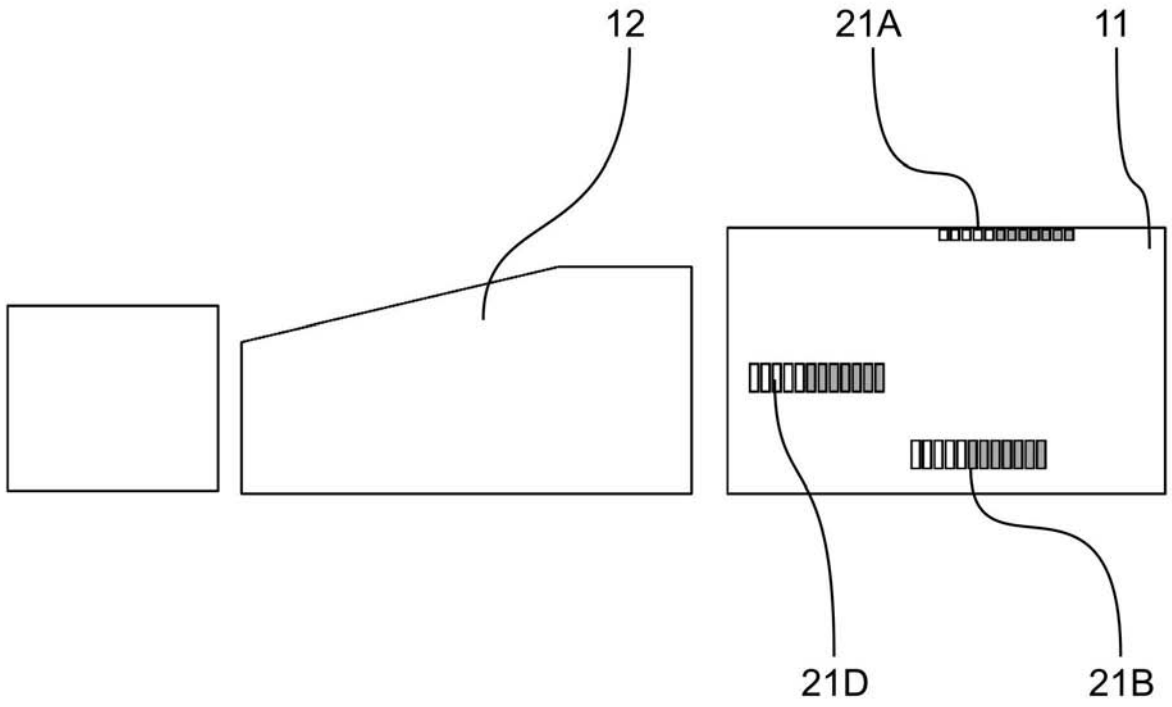


【 図 2 】

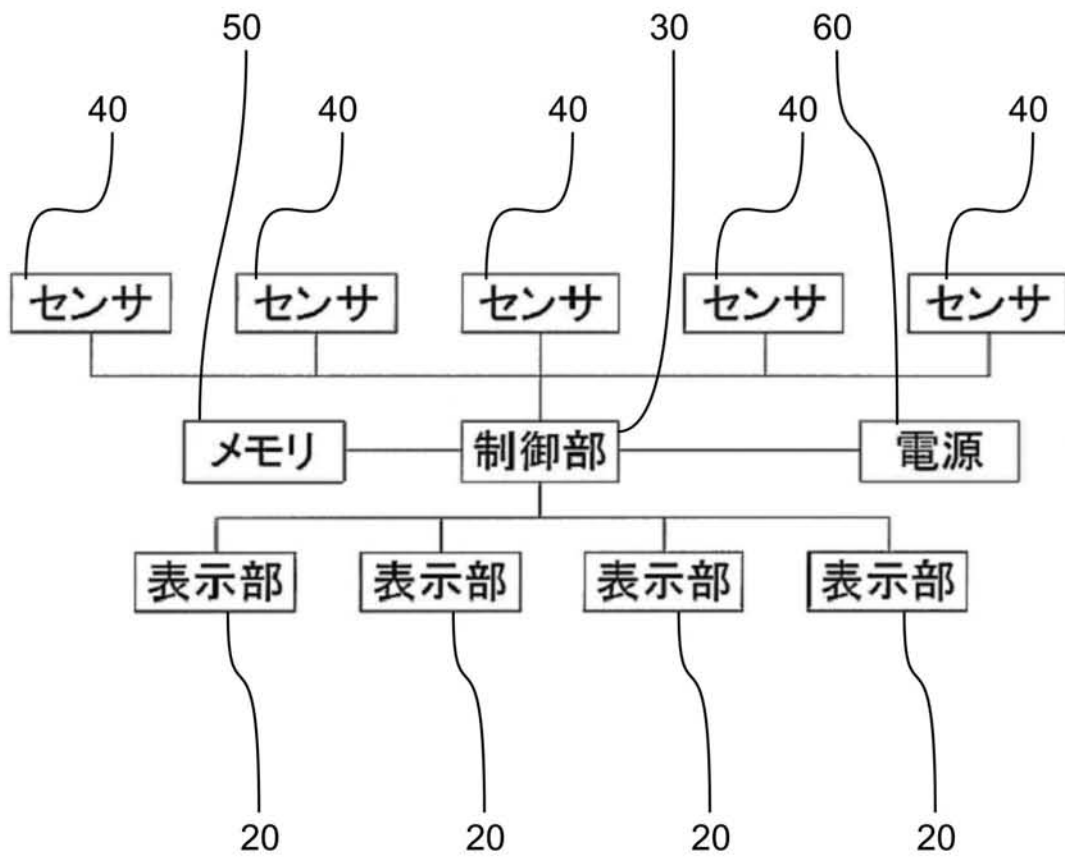




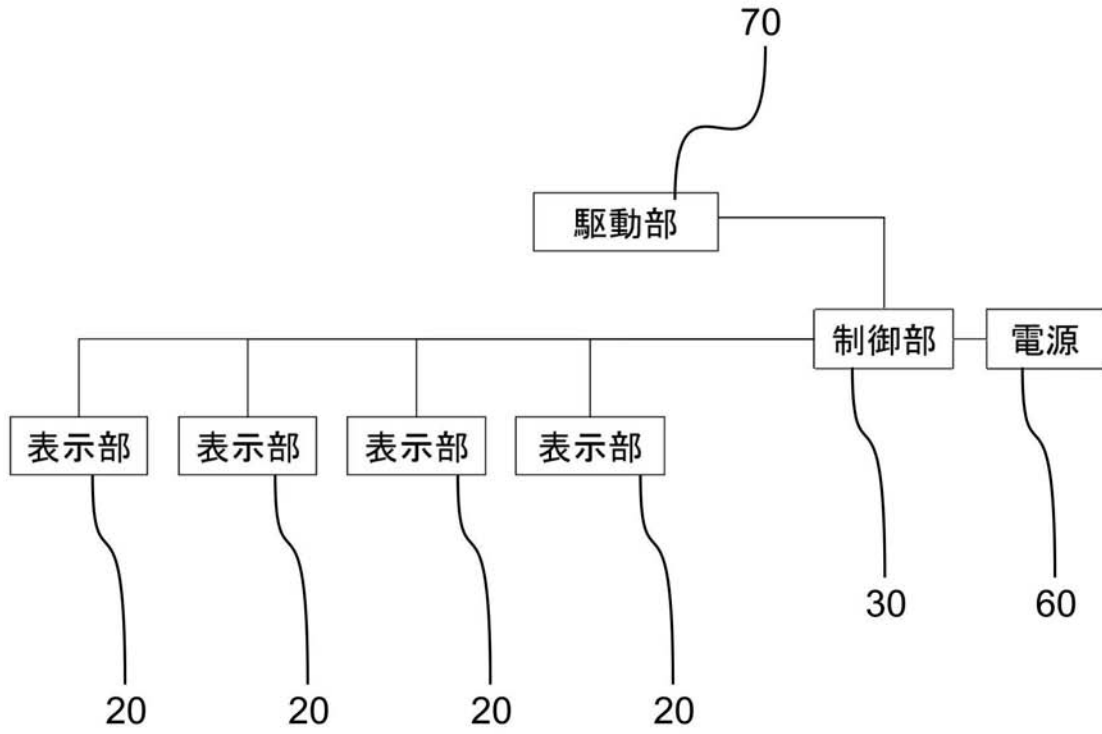
【 図 3 】



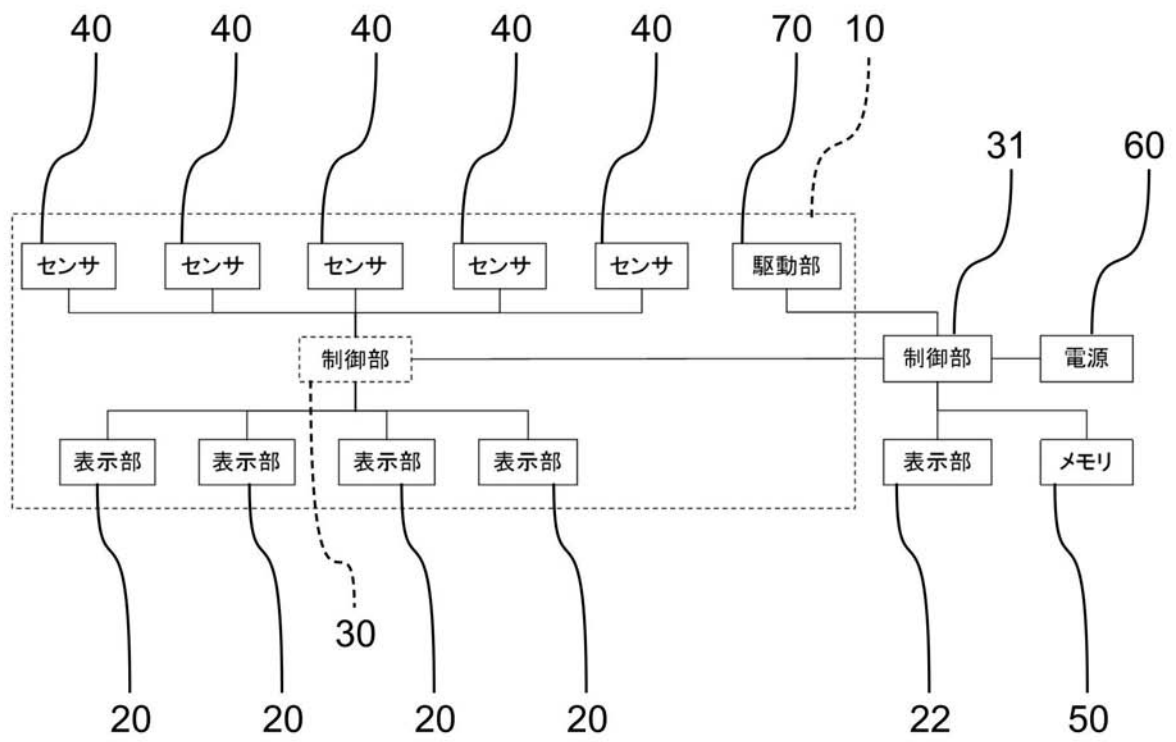
【 図 4 】



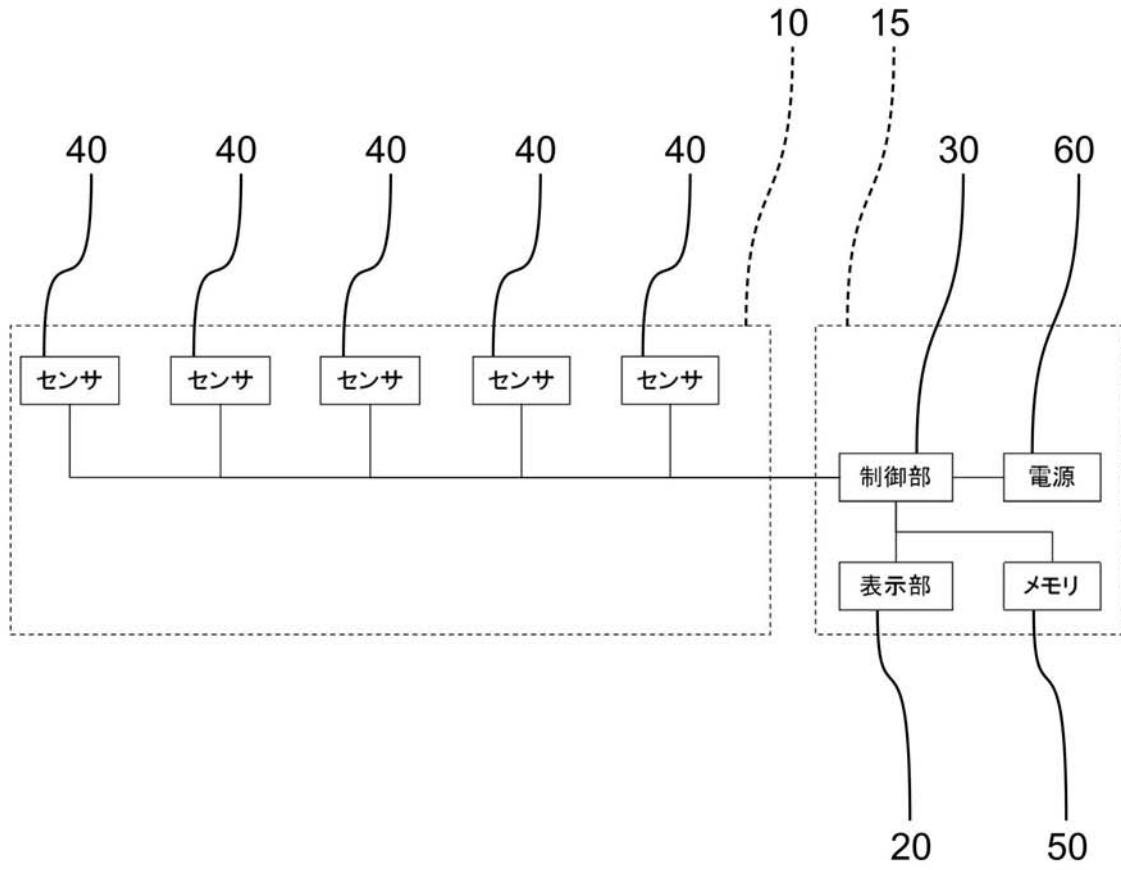
【 図 5 】



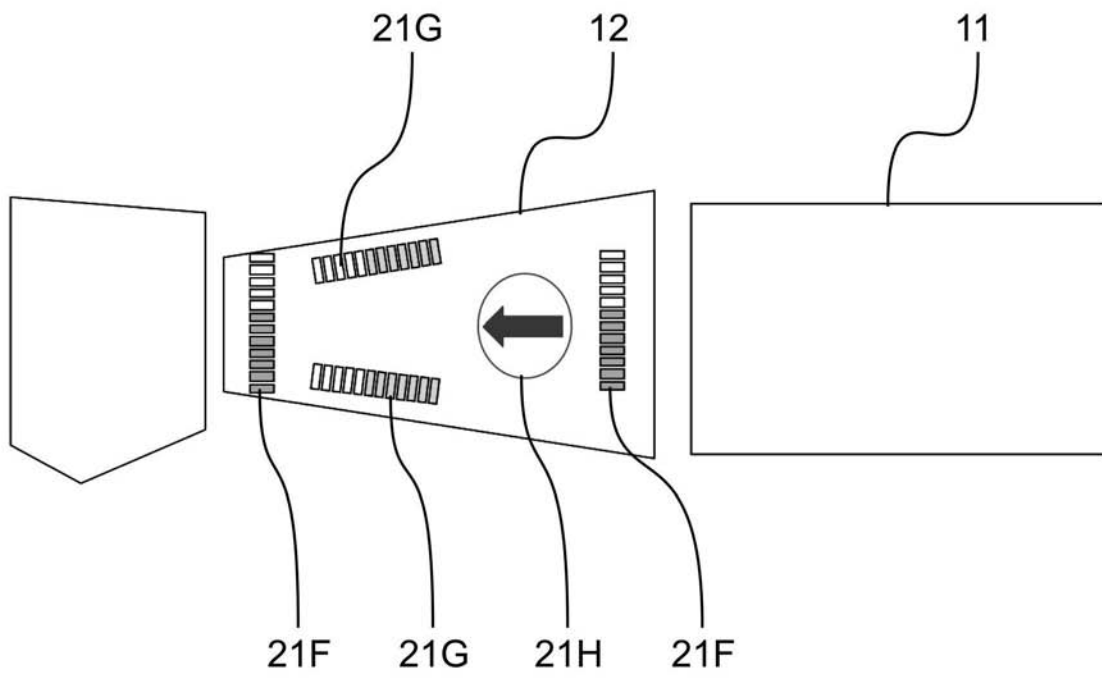
【図6】



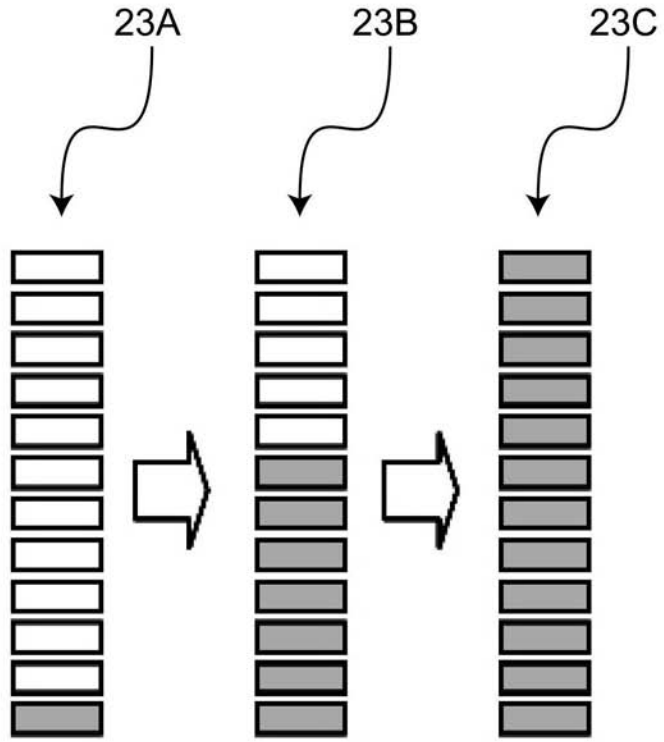
【 図 7 】



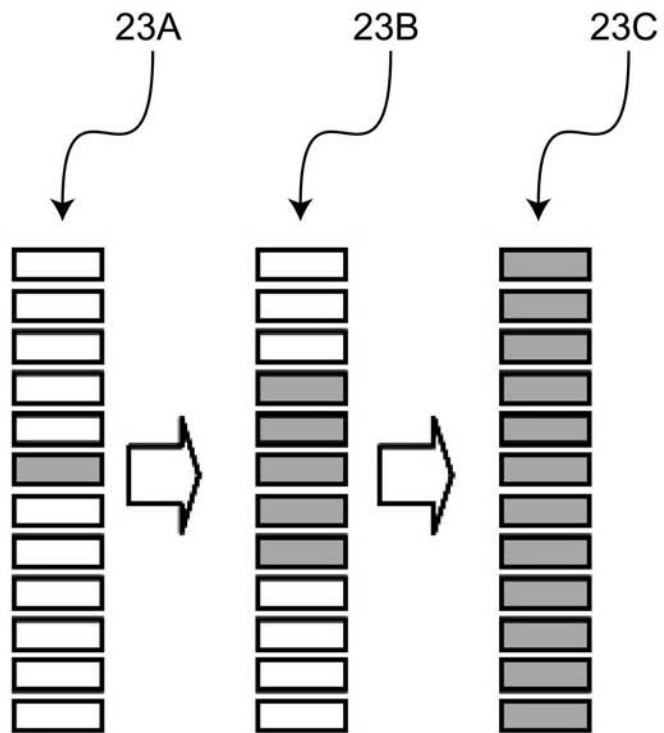
【 図 8 】



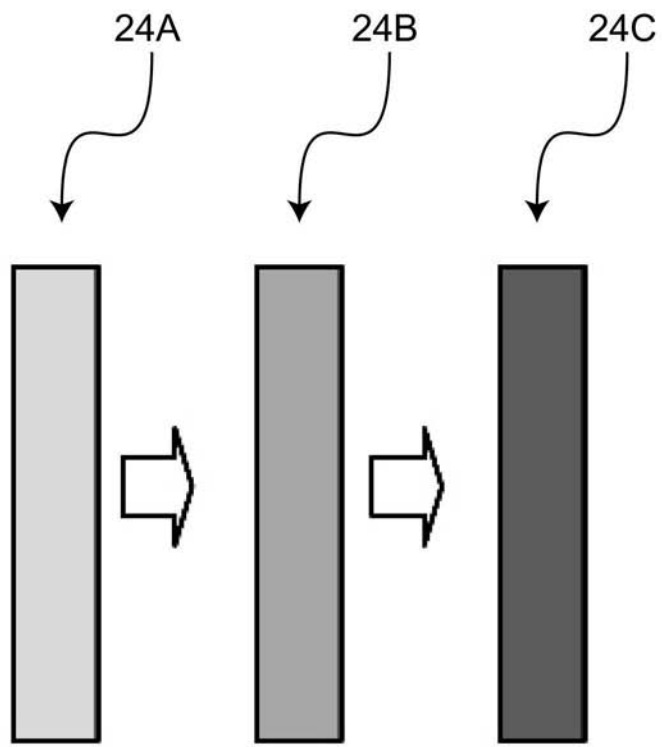
【 図 9 】



【 図 10 】

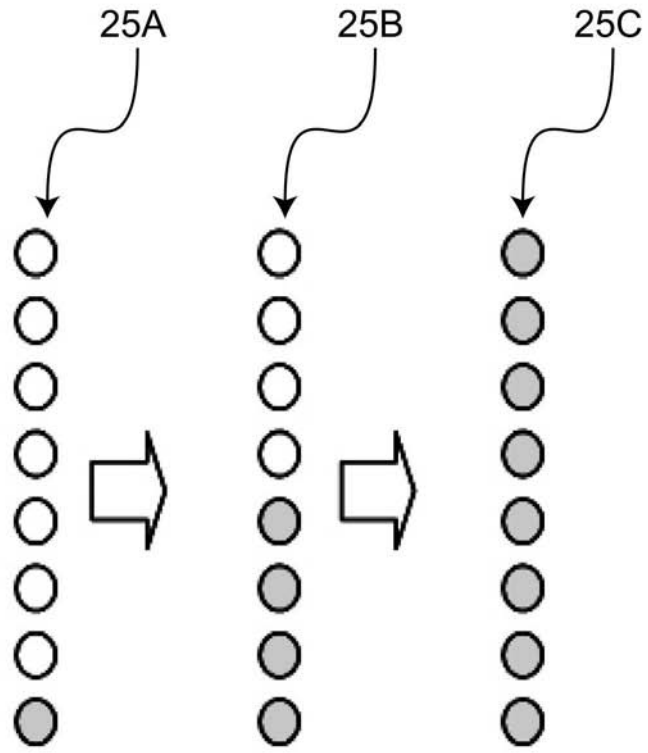


【 図 1 1 】

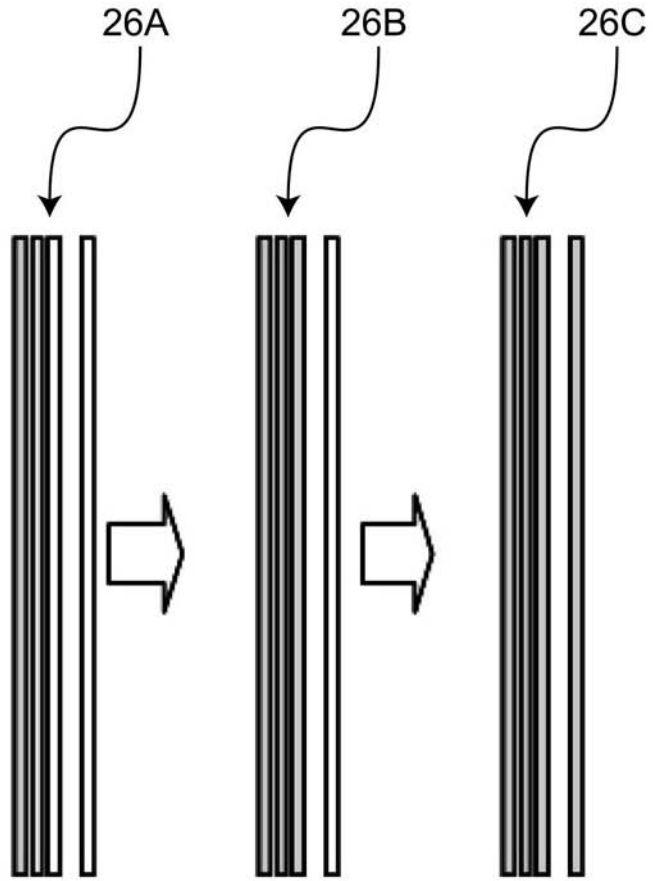




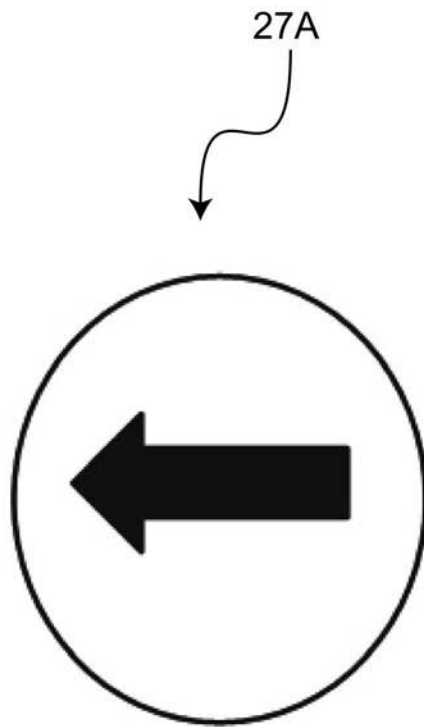
【 図 1 2 】



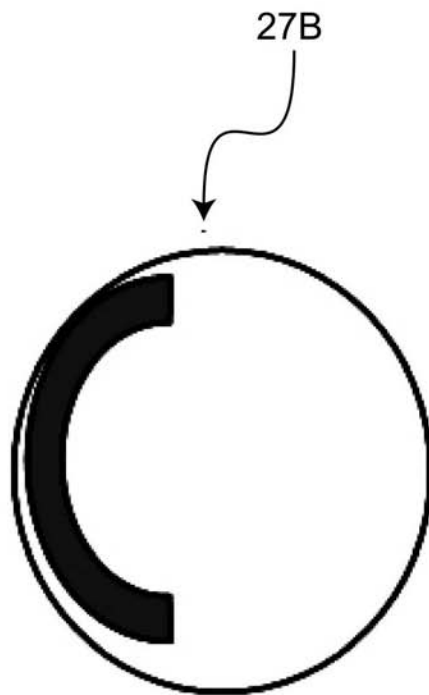
【 図 1 3 】



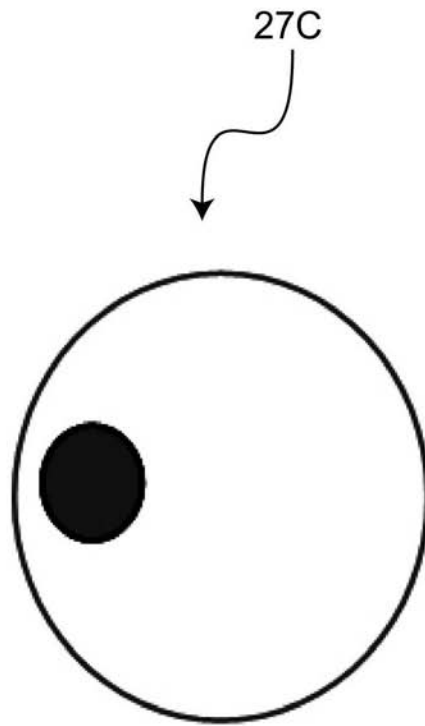
【 図 1 4 】



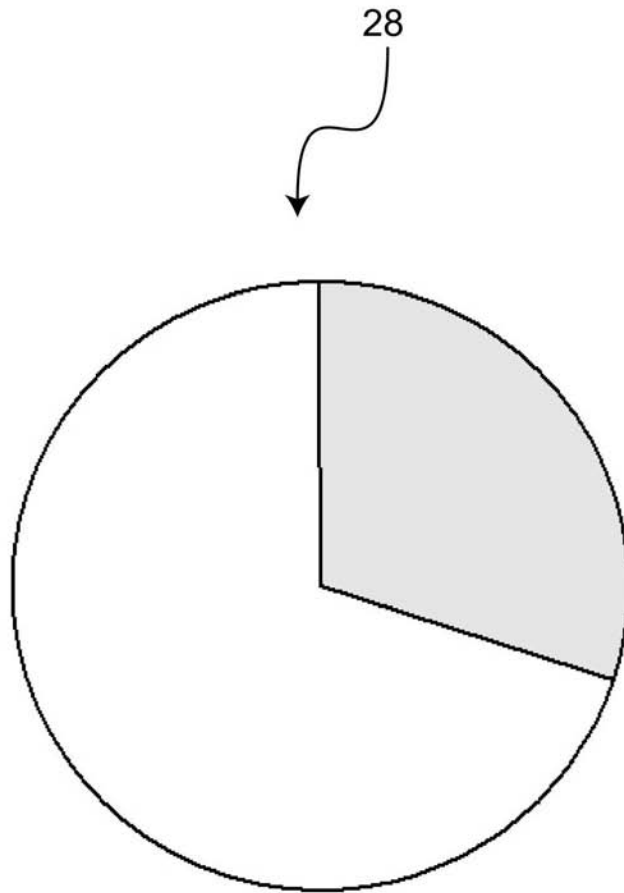
【 図 1 5 】



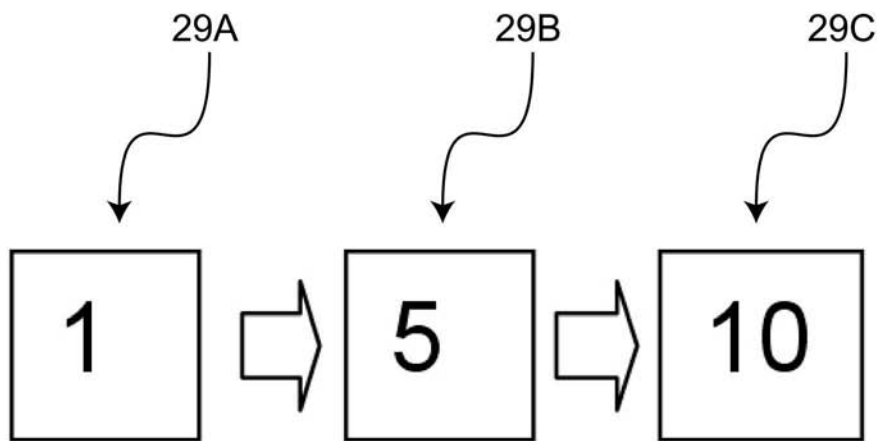
【 図 1 6 】



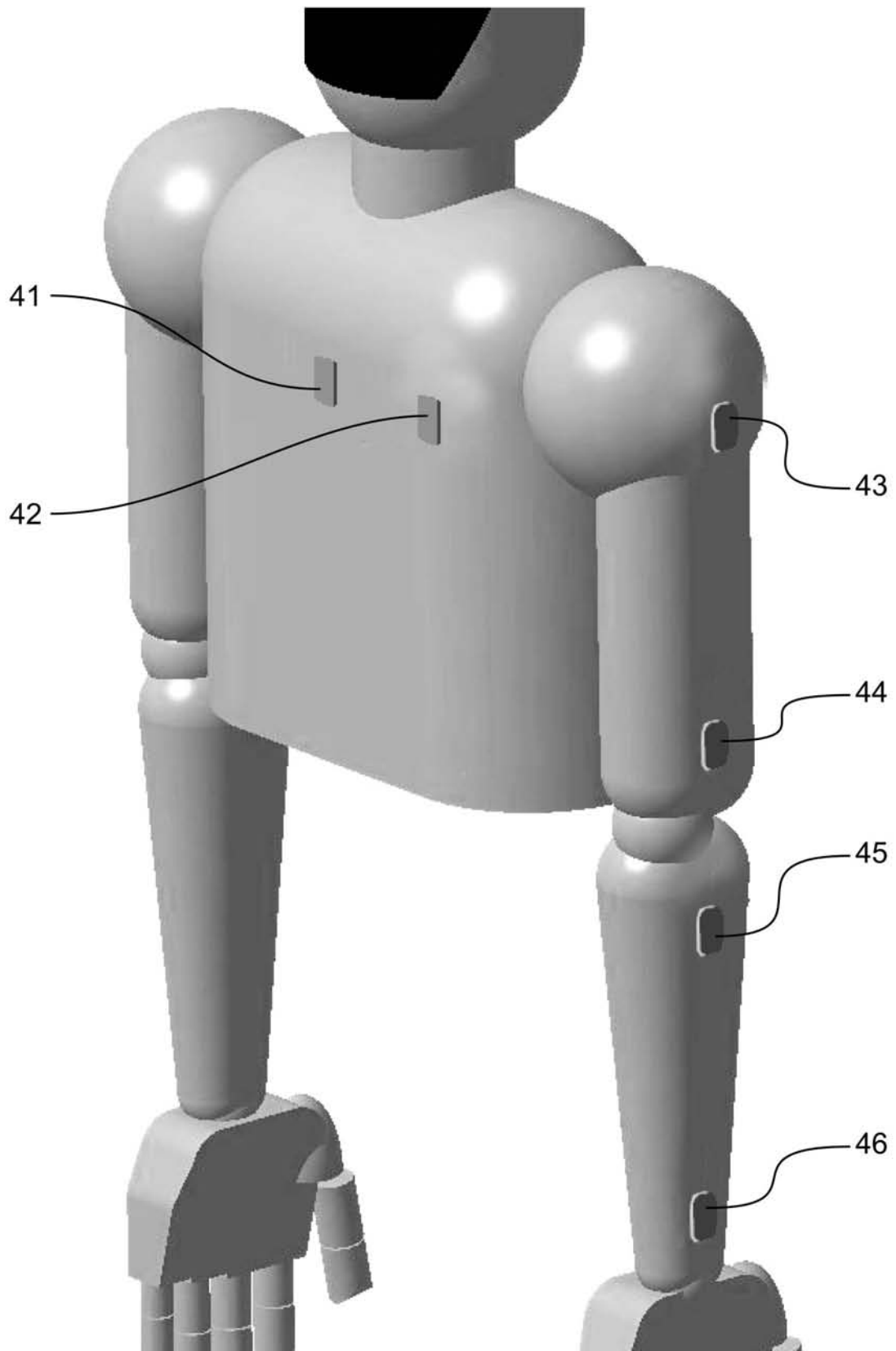
【 図 1 7 】



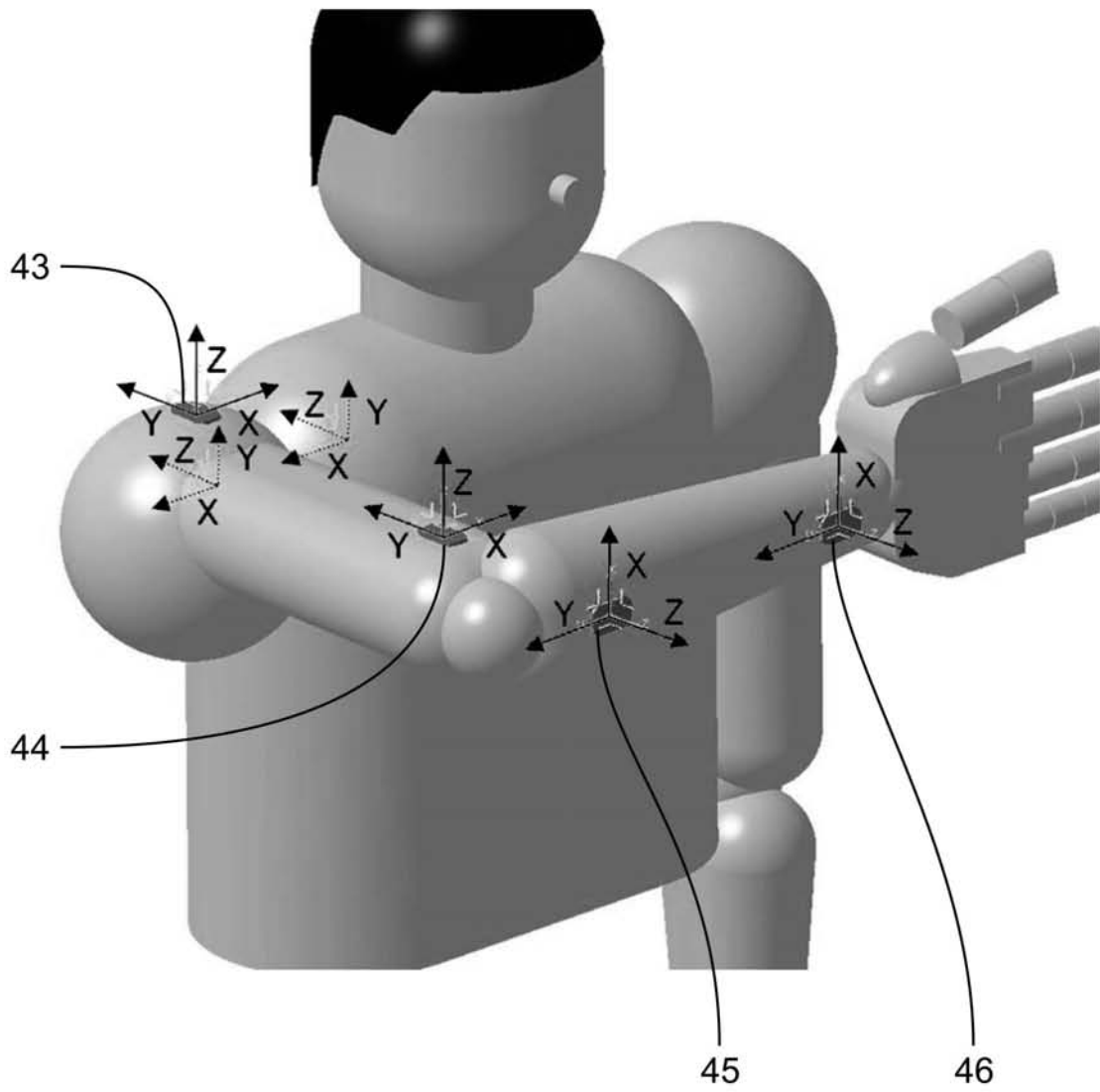
【 図 1 8 】



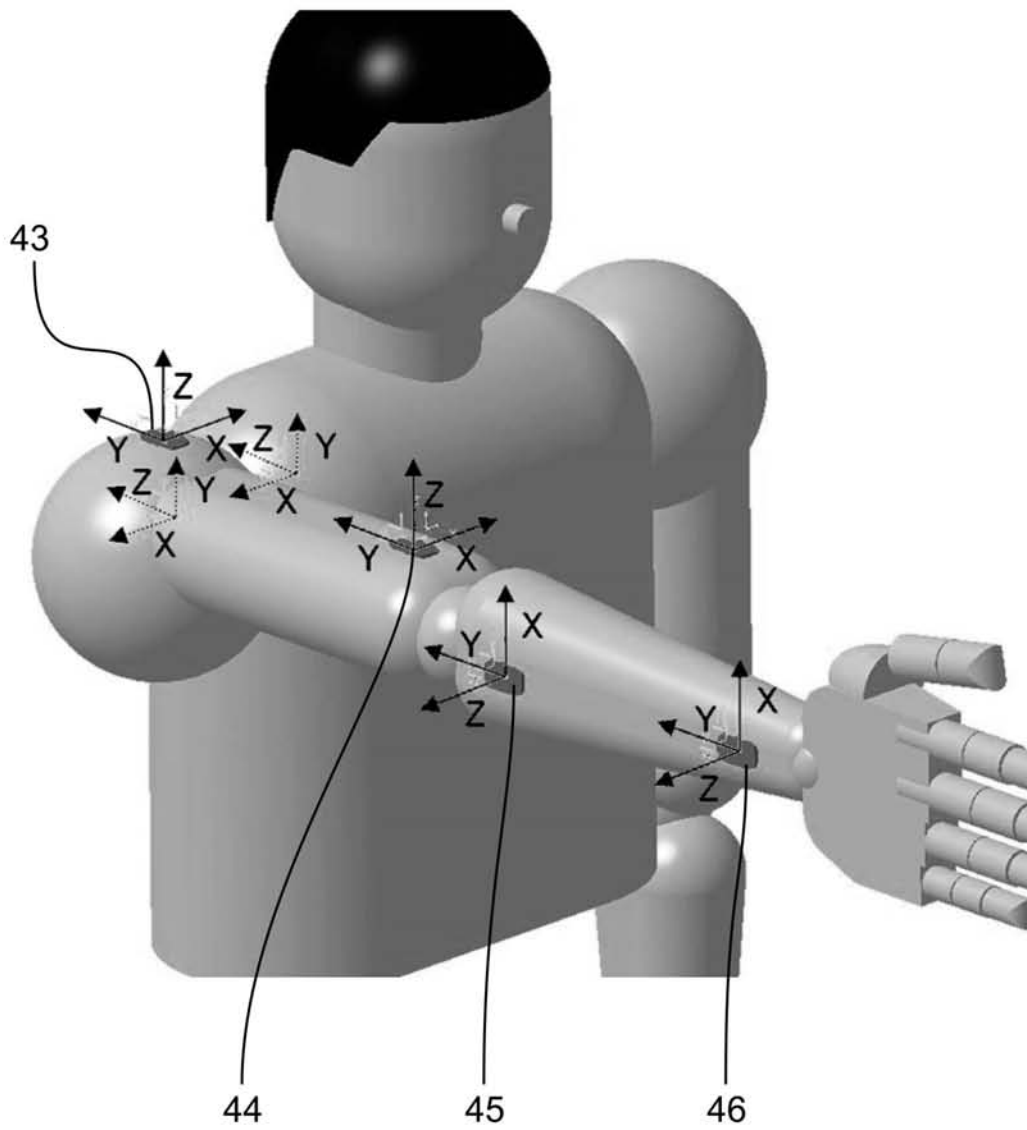
【図 19】



【 図 20 】



【 図 2 1 】





【図 2 2】

自重をGとする センサー軸にて	ステップ1(静姿勢)			ステップ1⇒ステップ2			ステップ2(静姿勢)		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
第1のセンサ 41	0	-G	0	0	-G	0	0	-G	0
第2のセンサ 42	0	-G	0	0	-G	0	0	-G	0
第3のセンサ 43	0	0	-G	0	0	-G	0	0	-G
第4のセンサ 44	0	0	-G	0	0	-G	0	0	-G
第5のセンサ 45	-G	0	0	-G	0	a	-G	0	0
第6のセンサ 46	-G	0	0	-G	0	b	-G	0	0

【図 2 3】

自重をGとする センサー軸にて	ステップ1(静姿勢)			ステップ1⇒ステップ2			ステップ2(静姿勢)		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
第1のセンサ 41	0	-G	0	0	-G	0	0	-G	0
第2のセンサ 42	0	-G	0	0	-G	0	0	-G	0
第3のセンサ 43	0	0	-G	0	c	-G+e	0	-Gsin $\theta$	-Gcos $\theta$
第4のセンサ 44	0	0	-G	0	d	-G+f	0	-Gsin $\theta$	-Gcos $\theta$
第5のセンサ 45	-G	0	0	-G+g	i	a	-Gcos $\theta$	-Gsin $\theta$	0
第6のセンサ 46	-G	0	0	-G+h	i	b	-Gcos $\theta$	-Gsin $\theta$	0

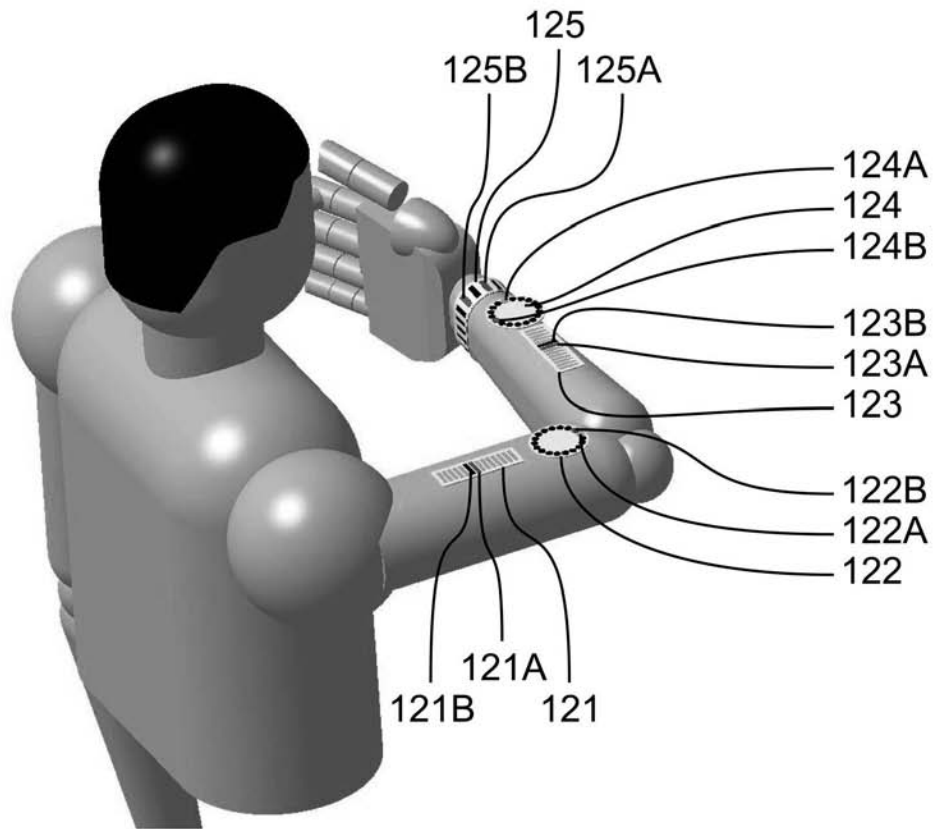
【 図 2 4 】

自重をGとする センサー軸にて	ステップ1(静姿勢)		
	X	Y	Z
第1のセンサ 41	0	-G	0
第2のセンサ 42	0	-G	0
第3のセンサ 43	0	0	-G
第4のセンサ 44	$G\sin\theta$	0	$-G\cos\theta$
第5のセンサ 45	$-G\cos\theta$	$-G\sin\theta$	0
第6のセンサ 46	$-G\cos\theta$	$-G\sin\theta$	0

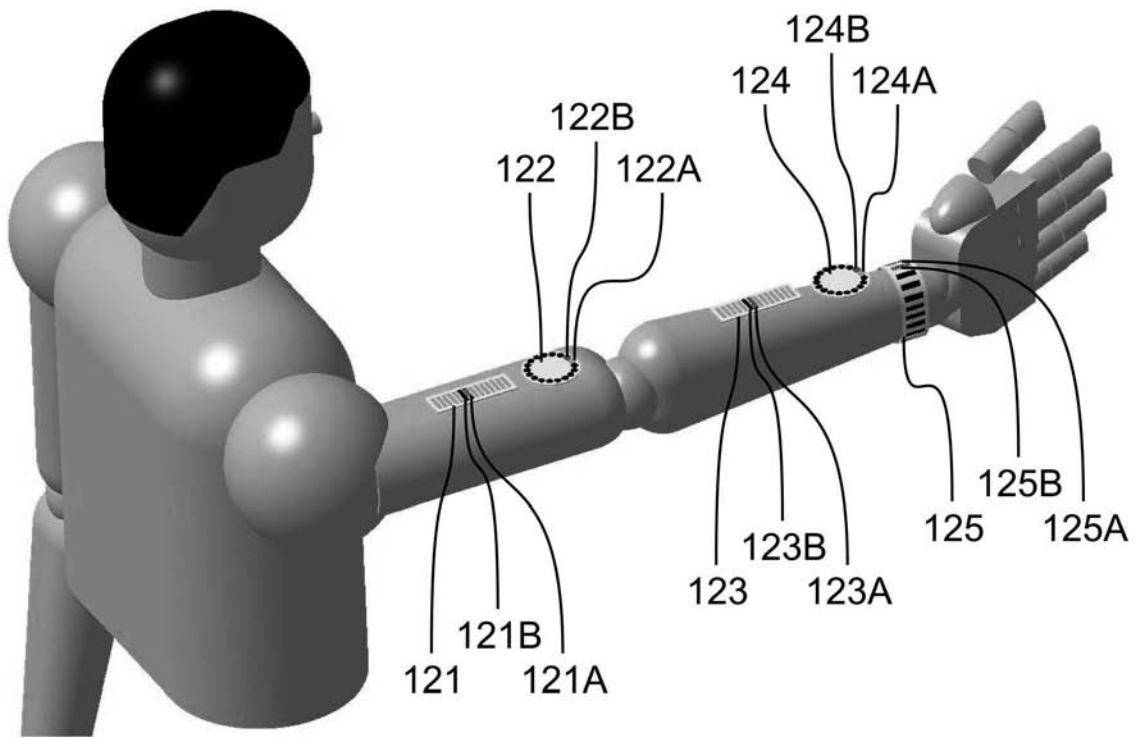
【 図 2 5 】

自重をGとする センサー軸にて	ステップ1(静姿勢)				ステップ1⇒ステップ2				ステップ2(静姿勢)		
	X	Y	Z		X	Y	Z		X	Y	Z
第1のセンサ 41	0	-G	0		0	-G	0		0	-G	0
第2のセンサ 42	0	-G	0		0	-G	0		0	-G	0
第3のセンサ 43	0	0	-G		0	0	-G		0	0	-G
第4のセンサ 44	0	0	-G		0	0	-G		0	0	-G
第5のセンサ 45	-G	0	0		$-G+q$	0	$a+s$		$-G\sin\psi$	0	$-G\cos\psi$
第6のセンサ 46	-G	0	0		$-G+r$	0	$b+t$		$-G\sin\omega$	0	$-G\cos\omega$

【 図 2 6 】



【 図 27 】



【 図 2 8 】

