

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5703037号  
(P5703037)

(45) 発行日 平成27年4月15日(2015.4.15)

(24) 登録日 平成27年2月27日(2015.2.27)

(51) Int.Cl. F 1  
A 6 1 H 3/00 (2006.01) A 6 1 H 3/00 B

請求項の数 1 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2011-8897 (P2011-8897)	(73) 特許権者	000005821
(22) 出願日	平成23年1月19日(2011.1.19)		パナソニック株式会社
(65) 公開番号	特開2012-147944 (P2012-147944A)		大阪府門真市大字門真1006番地
(43) 公開日	平成24年8月9日(2012.8.9)	(74) 代理人	100081422
審査請求日	平成25年9月3日(2013.9.3)		弁理士 田中 光雄
		(74) 代理人	100100158
			弁理士 鮫島 睦
		(74) 代理人	100091524
			弁理士 和田 充夫
		(74) 代理人	100125874
			弁理士 川端 純市
		(74) 代理人	100113170
			弁理士 稲葉 和久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 下肢動作支援装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

利用者が着座するサドル部を備え、前記利用者の体幹に装着される体装着部と、  
前記利用者の大腿、膝関節及び下腿に沿って延伸し、前記大腿、膝関節及び下腿に対して非拘束状態となるように前記体装着部に連結され、大腿リンク部と下腿リンク部とが膝関節部を介して連結された脚リンク部と、

前記脚リンク部と連結され、前記利用者の足を載置固定する足載置部と、

前記大腿リンク部に設けられ、前記脚リンク部の延伸方向を軸として回転する旋回関節部と、

前記体装着部と前記下腿リンク部に接続され、前記大腿リンク部に沿って配置されたスプリングを有し、前記大腿リンク部及び下腿リンク部が伸展する方向に付勢する付勢部材と、

を備え、

前記大腿リンク部は、上部大腿部と下部大腿部とが部分的に挿入された前記旋回関節部を有し、

前記旋回関節部は、前記上部大腿部に外装して設けられ前記下部大腿部内に挿入される滑り部材と、前記上部大腿部の周囲に移動可能に設けられ前記下部大腿部の上端に当接するブッシュ部と、を備えることを特徴とする下肢動作支援装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

20

## 【0001】

本発明は、アクチュエータを用いて、人体の下肢の動作を支援する下肢動作支援装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、利用者に対して歩行動作などの脚部の運動を支援するために動作の推進力を外的に付与する動作支援装置が知られている。動作支援装置は、脚の筋力が落ちた人や脚を怪我した人など、自力歩行が困難な人の歩行を助けるためのほか、自らの許容を超える力がかかった場合など、自己の能力以上の脚力を与えることができるため、将来的には、工事現場などにおいての利用が期待されている。

10

## 【0003】

このような動作支援装置として、利用者の体幹に装着される体装着部と、装着状態において利用者的大腿、膝関節および下腿に対して非拘束状態に構成されるリンク部と、を備え、膝関節部駆動用アクチュエータにより利用者の体重の一部を支持する力を付与する肢体アシスト装置が知られている（例えば、特許文献1及び2参照。）。

## 【0004】

これらの肢体アシスト装置は、利用者が自力で立位状態を維持したまま体装着部を臀部に取り付け、先端の靴部に足を入れるように装着し、リンク部は、利用者の足に対して非拘束状態となっている。そして、利用者の下肢の動きを検出して、当該利用者の動きに合わせて膝関節、足首関節などをアクチュエータにより屈曲させる。

20

## 【0005】

しかしながら、特許文献1及び特許文献2に記載の装置は、膝関節の屈曲動作及びそれに付随する股関節の前後屈曲動作には追従できるが、股関節全体の動きには追従することができなかった。

## 【0006】

また、体装着部とリンク部との連結に弾性変形する部材を用い、利用者の股関節の外転及び内転に追従することができる動作支援装置が知られている（例えば、特許文献3参照。）。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

30

## 【0007】

【特許文献1】特開2005-220856号公報

【特許文献2】特開2006-334200号公報

【特許文献3】特開2010-75548号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0008】

しかし、特許文献3に記載の装置は、股関節の動きの自由度を与えているが、十分な自由度を与えるには至らなかった。すなわち、股関節は球関節であり、前後屈曲や内外転の他に、内外旋の動作が可能であるが、本装置はこの動作には追従できるように構成されていなかった。

40

## 【0009】

上記特許文献1から3の装置はいずれも、利用者の脚の側方に沿ってリンク部が取り付けられるため、装置の内外旋の動作が利用者の動作と対応しないという問題がある。すなわち、体幹部とリンク部との接続部分で内外旋できるように装置を構成すると、利用者の股関節との回転軸の位置にずれが存在するため、利用者の自由な動きが阻害されるという問題がある。

## 【0010】

本発明の目的は、これらの課題に鑑みてなされたもので、利用者の股関節の動きに対する自由度を高め、股関節の旋回動作にも追従可能な下肢動作支援装置を提供することであ

50

る。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明は、上記技術的課題を解決するために、以下の構成の下肢動作支援装置を提供する。

【0012】

本発明の第1態様の下肢動作支援装置によれば、利用者が着座するサドル部を備え、前記利用者の体幹に装着される体装着部と、

前記利用者の大腿、膝関節及び下腿に沿って延伸し、前記大腿、膝関節及び下腿に対して非拘束状態となるように前記体装着部に連結され、大腿リンク部と下腿リンク部とが膝関節部を介して連結された脚リンク部と、

前記脚リンク部と連結され、前記利用者の足を載置固定する足載置部と、

前記大腿リンク部又は前記下腿リンク部に設けられ、前記脚リンク部の延伸方向を軸として回転する旋回関節部と、

を備えることを特徴とする。

【0013】

本発明の第2態様の下肢動作支援装置によれば、上記第1態様の下肢動作支援装置において、さらに、前記体装着部と前記下腿リンク部に接続され、前記大腿リンク部に沿って配置されたスプリングを有し、前記大腿リンク部及び下腿リンク部が伸展する方向に付勢する付勢部材を備え、

前記旋回関節部は、前記大腿リンク部に設けられていることを特徴とする。

【0014】

本発明の第3態様の下肢動作支援装置によれば、上記第2態様の下肢動作支援装置において、前記大腿リンク部は、上部大腿部と下部大腿部とが前記旋回関節部を挟んで連結されて構成されており、前記上部大腿部は、前記下部大腿部内に部分的に挿入可能であって前記旋回関節部は、

前記上部大腿部に外装して設けられ、前記下部大腿部内に挿入される滑り部材と、

前記上部大腿部の周囲に設けられ、前記下部大腿部の上端に当接するブッシュ部と、を備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0015】

本発明の第1態様の下肢動作支援装置は、体装着部と足載置部が利用者に固定されているが、その一方で、脚リンク部及び膝関節部の部分は利用者と非拘束状態となっているため、旋回関節部を挟んだ両側の脚リンク部を回転させやすい。また、本発明によれば、脚リンク部に旋回関節部を設けることにより、利用者の股関節の旋回動作に追従して脚リンク部を動かすことができる。すなわち、脚リンク部を回転させるための機構を体装着部との連結部分ではなく脚リンク部の中間位置に設けることで、旋回動作を取りやすくすることができる。

【0016】

また、本発明の第2態様の下肢動作支援装置によれば、大腿リンク部に旋回関節部を設けることにより、膝関節部が下腿リンク部と共に回転する。このため、利用者の股関節の旋回による膝関節の屈曲の方向と膝関節部の屈曲の方向が変化することがなく、利用者の動作に追従させることができる。また、大腿リンク部に沿って設けられる付勢部材を構成するスプリングにより、旋回関節部の回転範囲が制限され、利用者の希望しない脚リンク部の旋回を防止することができる。

【0017】

本発明の第3態様の下肢動作支援装置によれば、ブッシュ部の位置を調整することで上部大腿部の下部大腿部内への挿入長さを調整することにより、大腿リンク部全体の長さ調整を行うことができ、利用者の体格に対応させることができる。

【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 1 8 】

【図 1】本発明の第 1 実施形態に係る下肢動作支援装置の構成を示す正面図である。

【図 2】図 1 の下肢動作支援装置の側面図である。

【図 3】図 1 の下肢動作支援装置の平面図である。

【図 4】屈曲状態にある図 1 の下肢動作支援装置の側面図である。

【図 5】図 1 の下肢動作支援装置の部分拡大側面断面図である。

【図 6】図 1 の下肢動作支援装置の部分拡大正面断面図である。

【図 7】図 1 の下肢動作支援装置の部分拡大側面図である。

【図 8】図 1 の下肢動作支援装置の力センサの構成を示す模式図である。

【図 9】図 1 の下肢動作支援装置の駆動制御部の機能ブロック図である。

10

【発明を実施するための形態】

## 【 0 0 1 9 】

以下、本発明の一実施形態に係る下肢動作支援装置について、図面を参照しながら説明する。なお、位置、方向などに関する表現については、利用者の前後方向に X 軸、左右方向に Y 軸、上下方向に Z 軸をとる。また、脚リンク部など、左右一対となるように設けられた部材において、左右の部材を区別する場合には利用者 P を基準として符号の末尾に L (左), R (右) を付し、左右の区別をしない場合には、L, R を付さずに説明する。

## 【 0 0 2 0 】

図 1 から図 4 は、本発明の実施形態に係る下肢動作支援装置の構成を示す図であり、図 1 は正面図、図 2 は側面図、図 3 は平面図、図 4 は屈曲状態にある側面図である。

20

## 【 0 0 2 1 】

図 1 に示す下肢動作支援装置 1 は、体装着部 10、脚リンク部 20L, 20R、足載置部 50L, 50R およびバックパック BP を備えている。

## 【 0 0 2 2 】

(体装着部 10)

図 1 から図 4 に示すように、体装着部 10 は、利用者 P の体幹に装着される部分である。体幹とは、利用者の肩、胸、背中、腹、腰および臀部を含む胴体部分を意味する。図に示すように、体装着部 10 は、本体部 11、サドル部 12、サドル取り付け部 13、大腿関節部としてのアクチュエータ取付部 14L, 14R、固定ベルト部 15, 16L, 16R を備えている。

30

## 【 0 0 2 3 】

本体部 11 は、利用者 P の背後から側方まで腰まわりに沿って装着される U 字形の部材であり、中央部分にサドル取り付け部 13 を介してサドル部 12 が設けられる。サドル部 12 は、本体部の下方に設けられ、利用者 P が座った状態で本体部 11 が利用者 P の背後に位置するように、サドル取り付け部 13 によって取り付け位置を調整することができるようになっている。

## 【 0 0 2 4 】

本体部 11 の左右両端には、脚リンク部 20L, 20R を接続するための部材であるアクチュエータ取付部 14L, 14R が設けられている。アクチュエータ取付部 14L, 14R は、後述する股関節アクチュエータユニット 60L, 60R (図 3 参照) が設けられる。

40

## 【 0 0 2 5 】

アクチュエータ取付部 14L, 14R と本体部 11 は、X 軸方向に沿った第 1 股関節軸 18L, 18R を介して接続されている。したがって、アクチュエータ取付部 14L, 14R は X 軸周りに回転することができる。

## 【 0 0 2 6 】

固定ベルト部 15, 16L, 16R は、体装着部 10 を利用者 P に固定するための部材であり、利用者 P の腹部に位置するバックル部 17 に取り付けることで体装着部 10 を固定する。固定ベルト部 15 はサドル部 12 の先端に接続され、固定ベルト部 16L, 16R は本体部 11 の左右方向に接続され、サドル部 12 に座った利用者を 3 方向から固定す

50

る。

【0027】

(脚リンク部20L, 20R)

図1乃至図7に示すように、脚リンク部20L, 20Rは、体装着部10と足載置部50L, 50Rとを複数の関節部を介して連結しており、利用者Pの脚(肢体)の外側に沿うように設けられている。

【0028】

本実施形態において、脚リンク部20L, 20Rは、アルミ製材料で構成されており、軽量で、利用者Pの体重及び装置自体の自重を支えることができる十分な強度を有する。なお、アルミ製材料の他に、軽量かつ十分な強度を有する材料、例えばカーボン材料などの他の材料から形成されていてもよい。

10

【0029】

脚リンク部20L, 20Rは、大腿リンク部30L, 30R、下腿リンク部40L, 40Rを備えている。大腿リンク部30L, 30Rの上端は、アクチュエータ取付部14L, 14Rと接続されており、股関節部31L, 31Rを構成する。また、大腿リンク部30L, 30Rの下端は、下腿リンク部40L, 40Rと接続されており、膝関節部32L, 32Rを構成する。

【0030】

また、大腿リンク部30L, 30Rの中間位置には、旋回関節部36L, 36Rが設けられており、旋回関節部36L, 36Rを挟んで上方に設けられている上部大腿部37L, 37Rと、下方に設けられている下部大腿部38L, 38Rとに分断されている。旋回関節部36L, 36Rは、上部大腿部37L, 37Rと下部大腿部38L, 38Rとの相対位置を、大腿リンク部30L, 30Rの延在方向に沿った軸(Z軸方向)を中心として回転させるための関節である。下部大腿部38L, 38Rは、下腿リンク部40L, 40Rに連結されており、旋回関節部36L, 36Rが回転することで膝関節部32L, 32Rを含む下部大腿部38L, 38Rより下の部分が一体として回転する。

20

【0031】

股関節部31L, 31Rは、利用者Pの股関節の外側に位置している。股関節部31L, 31Rは、第2股関節軸19L, 19Rを介して、X軸まわりに回動可能に連結している。

30

【0032】

大腿リンク部30L, 30Rは、利用者Pの大腿の外側に沿って伸びるリンクである。上記の通り、大腿リンク部30L, 30Rの上端は、アクチュエータ取付部14L, 14Rに連結されている。また、大腿リンク部30L, 30Rの下端は、膝関節部32L, 32Rを構成する。

【0033】

大腿リンク部30L, 30Rの上端には、股関節駆動ギア33L, 33Rが設けられている。股関節駆動ギア33L, 33Rは、第2股関節軸19L, 19Rを介してアクチュエータ取付部14L, 14Rに連結され、第2股関節軸19L, 19Rを中心として回転可能となっている。

40

【0034】

また、股関節駆動ギア33L, 33Rと股関節アクチュエータユニット60L, 60Rの出力軸は、無端ベルト33aL, 33aRで連動可能に構成されており、後述のように股関節アクチュエータユニット60L, 60Rが動作することで、大腿リンク部30L, 30RがY軸を中心として回転する。

【0035】

膝関節部32L, 32Rは、利用者Pの膝関節の外側に位置し、大腿リンク部30L, 30Rと下腿リンク40L, 40RとをY軸周りに回動可能に連結している。

【0036】

旋回関節部36L, 36Rは、図5に示すように、上部大腿部37L, 37Rの下端部

50

分を、筒状の下部大腿部 3 8 L , 3 8 R 内に部分的に挿入し、その軸方向に自由に回転可能に構成されている。旋回関節部 3 6 L , 3 6 R は、アクチュエータによる駆動関節ではなく、利用者の脚の動きに応じて適宜変形するように構成されている。

【 0 0 3 7 】

旋回関節部 3 6 L , 3 6 R は、上部大腿部 3 7 L , 3 7 R の下端部分に外装される滑り部材 8 1 と滑り部材 8 1 の脱落を防止する固定部材 8 2 とを備えた状態で、下部大腿部 3 8 L , 3 8 R 内に挿入される。

【 0 0 3 8 】

また、下部大腿部 3 8 L , 3 8 R には、上部大腿部 3 7 L , 3 7 R が抜けるのを防止するための抜け防止部材 8 3 が設けられている。抜け防止部材 8 3 は、上部大腿部 3 7 L , 3 7 R の外径とほぼ同様の挿通孔 8 3 a が設けられており、上部大腿部 3 7 L , 3 7 R に外装される滑り部材 8 1 の上端を係止して上部大腿部 3 7 L , 3 7 R が抜けるのを防止する。

10

【 0 0 3 9 】

下部大腿部 3 8 L , 3 8 R には、下部大腿部 3 8 L , 3 8 R が下がりすぎないようにブッシュ部 8 4 が設けられている。また、ブッシュ部 8 4 と抜け防止部材 8 3 との接触面には、クッション部材 8 5 が設けられている。

【 0 0 4 0 】

図 5 に示す構成の旋回関節部 3 6 L , 3 6 R は、ブッシュ部 8 4 の取り付け位置を調整して、上部大腿部 3 7 L , 3 7 R と下部大腿部 3 8 L , 3 8 R との挿入幅を適宜調整することで、利用者の体格に応じた脚リンク部 2 0 L , 2 0 R の長さ調整を行うことができる。また、滑り部材 8 1 を設けることで、上部大腿部 3 7 L , 3 7 R と下部大腿部 3 8 L , 3 8 R との回転摩擦を少なくすることができ、利用者の股関節の旋回運動を阻害することがない。

20

【 0 0 4 1 】

なお、図 5 に示すように、滑り部材 8 1 は、上部大腿部 3 7 L , 3 7 R の挿入長さと同じか挿入長さよりも短く構成されている。滑り部材 8 1 を挿入長さよりも短く構成することで、大腿リンク部 3 0 L , 3 0 R の長さを変化させることができる。すなわち、大腿リンク部 3 0 L , 3 0 R は、後述する付勢機構のスプリングにより、通常時はブッシュ部 8 4 が抜け防止部材 8 3 の上面に当接しているが、引っ張り応力が働くと滑り部材 8 1 の上端が抜け防止部材 8 3 に当接するまで伸張可能である。このように大腿リンク部 3 0 L , 3 0 R を伸張可能に構成することで、後述する膝関節の伸展動作をよりスムーズに行う事ができる。

30

【 0 0 4 2 】

下腿リンク部 4 0 L , 4 0 R は、利用者 P の下腿の外側部に沿って延びるリンクである。下腿リンク部 4 0 L , 4 0 R の上端は、膝関節部 3 2 L , 3 2 R に連結されている。また、下腿リンク部 4 0 L , 4 0 R の下端は、足首関節部 4 1 L , 4 1 R を構成する。

【 0 0 4 3 】

大腿リンク部 3 0 L , 3 0 R の下端には、膝関節部 3 2 L , 3 2 R を構成する部材の一つである膝関節駆動ギア 4 2 L , 4 2 R が設けられている。また、下腿リンク部 4 0 L , 4 0 R の上端には、後述する付勢機構を構成する膝関節プーリ 4 3 L , 4 3 R が固定されている。膝関節駆動ギア 4 2 L , 4 2 R は、膝関節プーリ 4 3 L , 4 3 R の中心位置に設けられている膝関節駆動軸に挿通されており、当該膝関節駆動軸を中心として大腿リンク部 3 0 L , 3 0 R が駆動する。また、下腿リンク部 4 0 L , 4 0 R の上端には、後述する膝関節アクチュエータユニット 6 1 L , 6 1 R ( 図 2 参照 ) が設けられている。

40

【 0 0 4 4 】

膝関節駆動ギア 4 2 L , 4 2 R は、後述する膝関節アクチュエータユニット 6 1 L , 6 1 R ( 図 2 参照 ) の出力軸と無端ベルト 4 2 a L , 4 2 a R で連動可能に構成されており、後述のように股関節アクチュエータユニット 6 0 L , 6 0 R が動作することで、大腿リンク部 3 0 L , 3 0 R が Y 軸を中心として回転する。

50

## 【 0 0 4 5 】

上記の通り、下腿リンク部 4 0 L , 4 0 R に接続されている股関節アクチュエータユニット 6 0 L , 6 0 R が動作することで膝関節駆動ギア 4 2 L , 4 2 R が回転し、結果として大腿リンク部 3 0 L , 3 0 R が回転する。すなわち、股関節アクチュエータユニット 6 0 L , 6 0 R を動作させることで、大腿リンク部 3 0 L , 3 0 R と下腿リンク部 4 0 L , 4 0 R がなす角度が変化する。

## 【 0 0 4 6 】

膝関節プーリ 4 3 L , 4 3 R は、後述する付勢機構のスプリング 3 4 L , 3 4 R に設けられているワイヤ 4 3 a L , 4 3 a R を案内するためのものである。後述する大腿リンク部 3 0 L , 3 0 R と下腿リンク部 4 0 L , 4 0 R との相対的な屈曲角度の変更時にワイヤ 4 3 a L , 4 3 a R を巻き取ってスプリング 3 4 L , 3 4 R を牽引することができるように構成されていればよく、膝関節プーリ 4 3 L , 4 3 R の形状は、円板形状でなくてもよい。

10

## 【 0 0 4 7 】

(付勢機構)

本実施形態に係る下肢動作支援装置は、膝関節によって連結された大腿リンク部 3 0 L , 3 0 R と下腿リンク部 4 0 L , 4 0 R が伸展する方向に付勢する付勢機構を備えている。付勢機構を構成する部材として、スプリング 3 4 L , 3 4 R が設けられている。スプリング 3 4 L , 3 4 R は、大腿リンク部 3 0 L , 3 0 R の前方側に略平行に設けられている。スプリング 3 4 L , 3 4 R の上端は、大腿リンク部 3 0 L , 3 0 R の上端のスプリング固定部 3 5 L , 3 5 R に設けられる。なお、付勢機構を構成する部材は、上記スプリング 3 4 L , 3 4 R に限定されるものではなく、例えば、ワイヤ等によって付勢機構を構成してもよい。

20

## 【 0 0 4 8 】

スプリング固定部 3 5 L , 3 5 R とスプリング 3 4 L , 3 4 R とは、自在継手により連結されており、旋回関節部 3 6 L , 3 6 R による大腿リンク部 3 0 L , 3 0 R の旋回時には、当該継手により膝関節部 3 2 L , 3 2 R の旋回に応じてスプリング 3 4 L , 3 4 R が傾き、旋回動作の支障とならないように構成されている。また、継手の可動範囲、すなわちスプリング 3 4 L , 3 4 R の傾斜の程度を制限することで、大腿リンク部 3 0 L , 3 0 R の旋回の角度を制限することができる。

30

## 【 0 0 4 9 】

また、スプリング 3 4 L , 3 4 R の下端には、ワイヤ 4 3 a L , 4 3 a R が接続されており、当該ワイヤ 4 3 a L , 4 3 a R は膝関節プーリ 4 3 L , 4 3 R に前方側から巻き回され固定されている。

## 【 0 0 5 0 】

大腿リンク部 3 0 L , 3 0 R と下腿リンク部 4 0 L , 4 0 R が屈曲するように回転すると、下腿リンク部 4 0 L , 4 0 R と共に一体として回転駆動する膝関節プーリ 4 3 L , 4 3 R にワイヤ 4 3 a L , 4 3 a R が巻き取られる。その結果として、スプリング 3 4 L , 3 4 R が延伸する。したがって、スプリング 3 4 L , 3 4 R による復元力により、大腿リンク部 3 0 L , 3 0 R と下腿リンク部 4 0 L , 4 0 R は伸長する方向に付勢される。

40

## 【 0 0 5 1 】

(足載置部 5 0 L , 5 0 R )

図 1 ないし図 4 に示すように、足載置部 5 0 L , 5 0 R は、利用者 P の足 ( 肢端 ) に装着される部分である。図 2 に示すように、足載置部 5 0 L , 5 0 R は、利用者が履いた専用の靴を固定する靴固定部 5 1 L , 5 1 R と地面に接地する接地部 5 2 L , 5 2 R を備えている。また、接地部 5 2 L , 5 2 R と靴固定部 5 1 L , 5 1 R とは、力センサ 5 3 L , 5 3 R を介して接続されており、利用者の下肢の動作によって靴固定部 5 1 L , 5 1 R に加えられた力を検知する。

## 【 0 0 5 2 】

力センサ 5 3 L , 5 3 R は、図 8 に示すような互いに直交する X、Y、Z の 3 軸方向の

50

力とそれぞれの3軸方向のねじれ、を一つのセンサで同時に計測するセンサである。力センサ53L, 53Rとしては、たとえば、ミネベア株式会社の6軸力センサ「OPFTシリーズ」などを使用することができる。力センサ53L, 53Rは、基準部54L, 54Rに対して作動部55L, 55Rが連結した構成である。基準部54L, 54Rは接地部52L, 52Rに固定され、作動部55L, 55Rには靴固定部51L, 51Rが固定されているため、利用者の動作が直接的に作動部55L, 55Rに基準部54L, 54Rに対するX、Y、Zの3軸方向の少なくとも1つの力及び、の3軸方向沿いのねじれを計測し、出力端子56L, 56Rを通じて出力する。なお、力センサ53L, 53Rに対するX、Y、Zの3軸及び、の3軸方向沿いのねじれの座標軸は絶対的なものであり、センサの向きに応じて外部からみた軸の方向は変動する。

10

## 【0053】

接地部52L, 52Rには、利用者Pの靴の外側に補強プレート57L, 57Rが、設けられており、利用者Pの足の接地時に、接地部52L, 52Rが受ける床反力を脚リンク部20L, 20Rに伝達可能な構造となっている。補強プレート57L, 57Rの先端には、足首関節部41L, 41Rを構成する足首関節ギア58L, 58Rが設けられており、足載置部50L, 50Rが一体として足首関節部41L, 41Rを介して下腿リンク部40L, 40Rに対する回転運動が可能な構成となっている。

## 【0054】

足首関節部41L, 41Rは、下腿リンク部40L, 40Rと足載置部50L, 50RとをY軸まわりに回転可能に連結している。この足首関節部41L, 41Rは、下腿リンク部40L, 40Rの下端に後方に突出して設けられたアクチュエータ取付部44L, 44Rに設けられた足首関節アクチュエータユニット62L, 62Rを備える。足首関節アクチュエータユニット62L, 62Rの出力軸と足首関節ギア58L, 58Rは、無端ベルト58aL, 58aRを介して連動可能に構成されており、足首関節アクチュエータユニット62L, 62Rが動作することで、足載置部50L, 50RがY軸を中心として回転する。

20

## 【0055】

(アクチュエータユニット)

図1ないし図4に示すように、本実施形態に係る下肢動作支援装置は、アクチュエータユニットとして、股関節アクチュエータユニット60L, 60R、膝関節アクチュエータユニット61L, 61R、足首関節アクチュエータユニット62L, 62Rを備えている。

30

## 【0056】

それぞれのアクチュエータユニットは、電動モータおよび減速機を備え、電動モータの出力を減速機によって減速し、動作対象となる各部材間の相対姿勢を変位させる。すなわち、アクチュエータユニットが、各関節部に回転トルクを付与し、駆動するためのアクチュエータである。

## 【0057】

股関節アクチュエータユニット60L, 60Rの基部は、アクチュエータ取付部14L, 14Rに固定されており、股関節アクチュエータユニット60L, 60Rの出力軸は、股関節駆動ギア33L, 33Rの対向位置に配置されて、両者が無端ベルトで接続されている。すなわち、本実施形態に係る股関節アクチュエータユニット60L, 60Rは、アクチュエータ取付部14L, 14Rと一体であり、その出力軸がY軸まわりに回転することによって、大腿リンク部30L, 30Rが体装着部10に対してアクチュエータ取付部14L, 14Rの第2股関節軸19L, 19Rを軸としてY軸まわりに回転する。股関節アクチュエータユニット60L, 60Rがトルクを発生していない状態では、アクチュエータ取付部14L, 14Rの第2股関節軸19L, 19Rは、その回転抵抗は非常に小さく、回転可能な状態となり、装着者Pの脚の振り出しに支障を来たさないようになっている。

40

## 【0058】

50



なお、アクチュエータ取付部 14 L, 14 R の第 1 股関節軸 18 L, 18 R は、アクチュエータによる動作は行なわれず、利用者 P の自由に下肢の動作に応じて自由に回転することができる。したがって、利用者は、脚を X 軸方向に開閉する動作については、束縛されることなく行なうことができる。

【0059】

なお、股関節アクチュエータユニット 60 L, 60 R の取付関係は、前記したものに限定されない。また、第 1 股関節軸 18 L, 18 R を中心としてアクチュエータ取付部 14 L, 14 R を回転させるためのアクチュエータユニットをさらに備えていてもよい。

【0060】

股関節アクチュエータユニット 60 L, 60 R には、エンコーダ（ロータリーエンコーダ、図 9 参照）74 L, 74 R が設けられている。このエンコーダ 74 L, 74 R は、脚リンク部 20 L, 20 R のアクチュエータ取付部 14 L, 14 R に対する相対位置に関するデータとして、股関節アクチュエータユニット 60 L, 60 R の回転角度を検出する。検出された回転角度は、制御部 70 に出力される。

10

【0061】

膝関節アクチュエータユニット 61 L, 61 R は、下腿リンク部 40 L, 40 R に設けられており、電動モータおよび減速機を備え、電動モータの出力を減速機によって減速し、大腿リンク部 30 L, 30 R と下腿リンク部 40 L, 40 R との相対姿勢を変位させる。すなわち、この膝関節アクチュエータユニット 61 L, 61 R は、膝関節部 32 L, 32 R を構成する膝関節駆動ギア 42 L, 42 R に回転トルクを付与し、駆動するためのアクチュエータである。膝関節アクチュエータユニット 61 L, 61 R の出力軸は、大腿リンク部 30 L, 30 R 下端に設けられている膝関節駆動ギア 42 L, 42 R と無端ベルト 42 a L, 42 a R を介して接続されている。

20

【0062】

膝関節アクチュエータユニット 61 L, 61 R には、図示しないエンコーダ（ロータリーエンコーダ、図 9 参照）が設けられている。このエンコーダは、脚リンク部 20 L, 20 R の挙動に関するデータとして、膝関節アクチュエータユニット 61 L, 61 R の回転角度を検出する。検出された回転角度は、制御部 70 に出力される。

【0063】

足首関節アクチュエータユニット 62 L, 62 R は、下腿リンク部 40 L, 40 R の下端に後方に突出して設けられたアクチュエータ取付部 44 L, 44 R に設けられており、電動モータおよび減速機を備え、電動モータの出力を減速機によって減速し、下腿リンク部 40 L, 40 R と足載置部 50 L, 50 R の相対姿勢を変位させる。すなわち、この足首関節アクチュエータユニット 62 L, 62 R が、足首関節部を構成する足首関節ギア 58 L, 58 R に回転トルクを付与し、駆動するためのアクチュエータである。足首関節アクチュエータユニット 62 L, 62 R の出力軸は、足載置部 50 L, 50 R の上端に設けられている足首関節ギア 58 L, 58 R と無端ベルト 58 a L, 58 a R を介して接続されている。

30

【0064】

足首関節アクチュエータユニット 62 L, 62 R には、図示しないエンコーダ（ロータリーエンコーダ、図 9 参照）が設けられている。このエンコーダ 74 L, 74 R は、下腿リンク部 40 L, 40 R と足載置部 50 L, 50 R との相対位置の挙動に関するデータとして、足首関節アクチュエータユニット 62 L, 62 R の回転角度を検出する。検出された回転角度は、制御部 70 に出力される。

40

【0065】

（バックパック B P）

バックパック B P は、利用者 P が背負うものであり、制御部 70（図 9 参照）、制御プログラムなどを記録した記憶装置 71 などおよびバッテリー（図示せず）などを収納している。

【0066】

50

バッテリーは、力センサ 5 3 L , 5 3 R、股関節アクチュエータユニット 6 0 L , 6 0 R、膝関節アクチュエータユニット 6 1 L , 6 1 R、足首関節アクチュエータユニット 6 2 L , 6 2 R および制御部 7 0 に電力を供給する。バッテリーによる電力供給は、制御部 7 0 によって制御される。

【 0 0 6 7 】

( 駆動制御部 )

図 9 に、本実施形態に係る下肢動作支援装置の駆動制御部の機能ブロック図を示す。図 9 に示すように、駆動制御部は、左右の脚リンク部 2 0 L , 2 0 R に設けられた力センサ 5 3 L , 5 3 R からの出力信号及び各アクチュエータユニットに設けられているエンコーダからの位置情報を受けて、上述の 3 種類のアクチュエータユニットを動作させる。駆動制御部は、それぞれ左右の脚リンク部 2 0 L , 2 0 R を独立して動作制御を行なう。すなわち、右側の力センサ 5 3 R から構成される右側操作部 7 2 R から出力された情報は、右側のアクチュエータユニットから構成される右側駆動機構 7 3 R を動作させるための信号として用いられる。

【 0 0 6 8 】

なお、左右の力センサ 5 3 L , 5 3 R からの出力信号は、利用者 P の左右の脚がどのような状態になっているかの予測は、左右の出力信号の双方に基づいて行なうようにしてもよい。例えば、連続した歩行動作において、右脚の動作を時系列的に分析して、同様に左足を動作させるように制御することも可能である。

【 0 0 6 9 】

図 9 に示すように、本実施形態に係る下肢動作支援装置 1 の動作制御は、CPU などから構成される制御部 7 0 と協働する制御プログラム 7 1 a によって司られる。制御部 7 0 及び制御プログラム 7 1 a には、たとえば IC チップなどを使用することができ、これらに力センサ 5 3 L , 5 3 R からの検出が入力されることによって、駆動機構 7 3 L , 7 3 R を駆動制御する。駆動機構 7 3 L , 7 3 R に内包される各アクチュエータは、それぞれドライバを通じて制御部 7 0 と接続され、制御部 7 0 からの動作信号に基づいて動作する。

【 0 0 7 0 】

操作部 7 2 L , 7 2 R に設けられている力センサ 5 3 L , 5 3 R は、上記のとおり X , Y , Z の 3 軸方向について正負方向の力と , , 軸周りのねじりねじり力について検出し出力する。また、上記の通り、各アクチュエータユニットに設けられているエンコーダは、現在のアクチュエータユニットのモータの位置情報、すなわち、左右の脚リンク部 2 0 L , 2 0 R の形状に関する情報を出力する。

【 0 0 7 1 】

力センサ 5 3 L , 5 3 R から出力された 6 つのベクトル検出信号  $S_x$  ,  $S_y$  ,  $S_z$  ,  $S_{\theta_x}$  ,  $S_{\theta_y}$  ,  $S_{\theta_z}$  及びエンコーダからの位置情報  $S_p$  は、制御部 7 0 に入力され、それぞれ駆動機構に設けられている各アクチュエータを駆動する。

【 0 0 7 2 】

力センサ 5 3 L , 5 3 R の X 軸に沿った方向の付勢力を検出したベクトル信号  $S_x$  は、足載置部 5 0 L , 5 0 R を X 軸方向に移動させるように必要なアクチュエータユニットを特定し、必要な動作を行なわせる。

【 0 0 7 3 】

力センサ 5 3 L , 5 3 R の Y 軸に沿った方向の付勢力を検出したベクトル信号  $S_y$  は、足載置部 5 0 L , 5 0 R を Y 軸方向に移動させるように必要なアクチュエータユニットを特定し、必要な動作を行なわせる。ただし、本実施形態においては、Y 軸中心に回転する脚リンク部 2 0 L , 2 0 R の各関節の駆動軸は存在しないため、ベクトル信号  $S_y$  が入力することによる動作は実質的には行なわれない。

【 0 0 7 4 】

力センサ 5 3 L , 5 3 R の Z 軸に沿った方向の付勢力を検出したベクトル信号  $S_z$  は、足載置部 5 0 L , 5 0 R を Z 軸方向へ移動させるように必要なアクチュエータユニットを

10

20

30

40

50

特定し、必要な動作を行なわせる。

【0075】

力センサ53L, 53RのY軸中心のねじり方向の付勢力を検出したベクトル信号Sは、足載置部50L, 50RをY軸中心に回転させるために、足首関節アクチュエータユニット62L, 62Rを駆動させ、必要な動作を行なわせる。

【0076】

本実施形態において、力センサ53L, 53Rからの信号を受けて、どのアクチュエータユニットをどのように動作させるかについては、現在の脚リンク部20L, 20Rの相對位置に基づいて決定される。例えば、大腿リンク部30L, 30Rと下腿リンク部40L, 40Rが、ほぼ伸張している状態において、X方向正の向きの力が入力された場合は、股関節アクチュエータユニット60L, 60Rを動作させると共に他のアクチュエータを停止させて、脚リンク部20L, 20Rを全体として前方に移動させる。

10

【0077】

また、大腿リンク部30L, 30Rと下腿リンク部40L, 40Rが屈曲し、大腿リンク部30L, 30Rが上がった状態(腿を上げた姿勢)においては、X方向正の向きの力が入力された場合、膝関節アクチュエータユニット61L, 61Rを動作させて膝関節を伸張させる方向に移動させると共に股関節アクチュエータユニット60L, 60Rを動作させて、大腿リンク部30L, 30Rを下げるように動作させる。

【0078】

力センサの各XYZ軸を中心とするねじり方向の付勢力を検出したベクトル信号S、S、Sは、各アクチュエータを直接的に動作させる他に、利用者Pの下肢の状態がどのような状態であるかを検出するための補助的な信号としても用いられる。例えば、通常人間の下肢の足平は若干外側を向いているため、利用者が地面を踏み出す初期のタイミングにおいて、Z軸方向のねじりが強く検出される。また、利用者の足平が地面を踏み出した直後においては、Y軸方向のねじりが強く検出される。

20

【0079】

また、例えば、Z軸方向の力を検出している最中に、X軸方向に足首がねじれるような方向に力が加わった場合、当該脚リンク20L, 20Rは接地していることを予測することができる。

【0080】

このように、各ねじり方向の信号は、利用者Pの脚の状態(すなわち、動作経過や接地の有無)を予測に用いることができる。そして、これらの予測結果に基づいて、各軸方向の出力信号及びエンコーダの出力信号Spと共に、どのアクチュエータを動作させるかの決定を行なうことができる。すなわち、利用者の脚の状態を各ねじり方向の信号S、S、Sにより予測すると共に、エンコーダからの出力信号Spにより、装置自体の位置情報を予測する。このように、本実施形態の下肢動作支援装置においては、利用者Pの下肢と装置が脚先でのみの固定であり、大腿リンク部30L, 30Rと下腿リンク部40L, 40Rにかけて、利用者Pの大腿、膝関節及び下腿に対して非拘束の状態であるため、これらの2種類の情報を用いることでより適切な制御動作を実現することができる。

30

【0081】

次に本実施形態に係る下肢動作支援装置の使用方法について説明する。本実施形態に係る下肢動作支援装置1を利用者に装着する場合には、利用者が専用靴を履いた状態でサドル部12に腰掛け、足載置部50L, 50Rの靴固定部51L, 51Rに専用靴を固定する。専用靴の靴裏には、靴固定部51L, 51Rに固定するための図示しない突状部が設けられており、これを靴固定部51L, 51Rにはめ込むことで、専用靴と靴固定部51L, 51Rを固定させる。これらの突状部は、例えば、競輪などで、競輪用のシューズとペダルとを固定する機構として使用されており、この機構を用いることができる。

40

【0082】

その後、体装着部の固定ベルト部15, 16L, 16Rを締め、体装着部10を利用者に固定する。したがって、利用者は、足裏と体幹部分が下肢動作支援装置1に固定されて

50

いるが、脚は、非拘束の状態となっている。

【0083】

この状態では、利用者は、足載置部50L, 50R上に乗り、サドル部12に下側から支えられた状態となっている。このとき、利用者の体重は、体装着部10から大腿リンク部30L, 30Rを下側に押下し、膝関節を屈曲する方向に加わる。

【0084】

このとき、膝関節が屈曲すると、付勢機構のスプリング34L, 34Rが伸び、その弾性力と体重による下方向の力が釣り合った状態となる。このように、付勢機構のスプリング34L, 34Rによる弾性力により、膝関節の屈曲を防止するように力が働いているため、膝関節アクチュエータユニット61L, 61Rにより、利用者Pの静止立位状態において、駆動トルクを付与することなく、体重を支えることができる。したがって、常時のアクチュエータによるトルク管理を必要とせず、動作制御を簡略化することができる。

10

【0085】

利用者が、脚を動作させようとする、足載置部50L, 50Rのセンサからその動作に応じた信号が出力され、上記のように各アクチュエータユニットの選択及び動作態様が演算される。その後、当該演算結果に基づいて上記の通り各アクチュエータユニットが作動し、利用者の動作に応じて下肢動作支援装置が動くことで利用者の動作をアシストする。

【0086】

なお、膝関節を屈曲した状態から伸展させる場合には、大腿リンク部30L, 30Rに引っ張り応力が働くため、旋回関節部36L, 36Rが伸展することで、アクチュエータユニットの動作遅延が生じた場合でも自然な動作を行なうことができる。

20

【0087】

アクチュエータによる駆動を行なわない、利用者の股関節の内外転及び旋回動作については、利用者の下肢の動きに応じて各関節（第1股関節軸18L, 18R及び旋回関節36L, 36R）がそれぞれ動作する。

【0088】

股関節の内外転動作は、利用者が下肢を外内転させると、脚リンク部20L, 20Rは、X軸方向に沿った第1股関節軸18L, 18Rを中心として回転移動する。第1股関節軸18L, 18Rは、利用者の股関節部位であるサドル部12よりも上方外側に設けられており、利用者の内外転動作において干渉しないように構成されている。

30

【0089】

股関節の旋回動作は、利用者が下肢（つま先）を旋回させると、旋回関節部36L, 36Rより下側の脚リンク部20L, 20Rが旋回する。すなわち、大腿リンク部30L, 30Rと体装着部10との相対位置は変化しないため、利用者の股関節と大腿関節部としてのアクチュエータ取付部14L, 14Rとの位置の相違による旋回動作の障害の原因を防止することができる。

【0090】

以上述べたように、本発明の実施の形態における下肢動作支援装置においては、センサから出力される信号を検知して、制御部が使用者の動作を予測判定し、その判定結果にもとづいて、アクチュエータユニットを動作させるので、利用者の動作を確実にアシストすることができる。また、利用者は、自然な立位状態において、人体の股関節の自由度に沿った動きを実現できるため、違和感なく動くことができる。

40

【産業上の利用可能性】

【0091】

以上述べたように、本発明によれば、使用者の望む方向および力で下肢の動作支援を行うことができるという格別な効果を奏することができる。

【符号の説明】

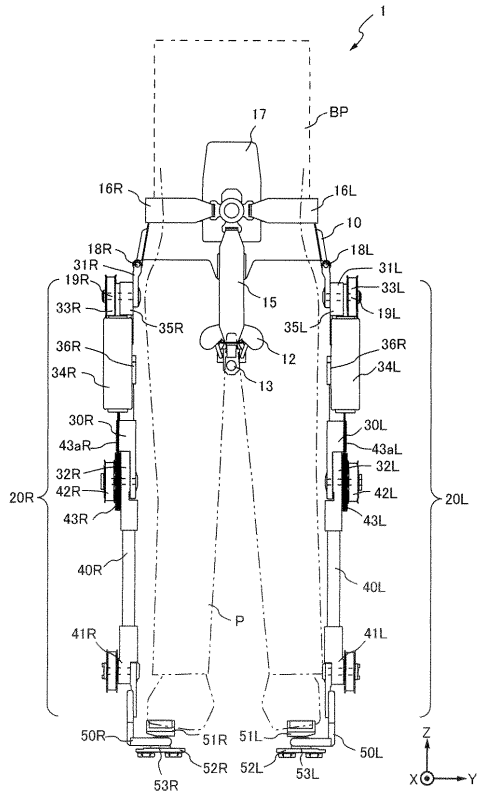
【0092】

1 下肢動作支援装置

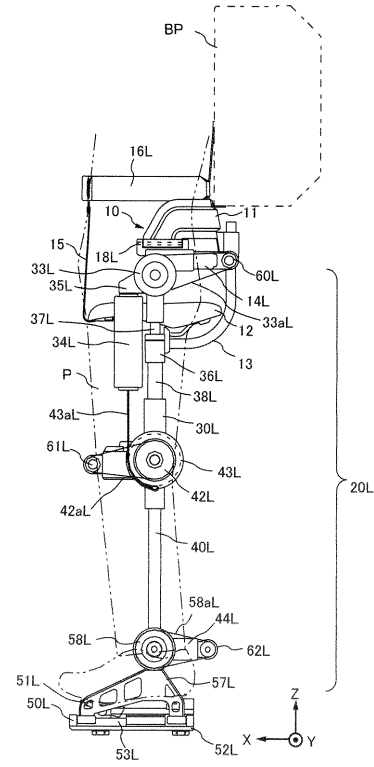
50

1 0	体装着部	
1 1	本体部	
1 2	サドル部	
1 3	サドル取り付け部	
1 4 L , 1 4 R	アクチュエータ取付部	
1 5 , 1 6 L , 1 6 R	固定ベルト部	
1 8 L , 1 8 R	第 1 股関節軸	
1 9 L , 1 9 R	第 2 股関節軸	
2 0 L , 2 0 R	脚リンク部	
3 0 L , 3 0 R	大腿リンク部	10
3 1 L , 3 1 R	股関節部	
3 2 L , 3 2 R	膝関節部	
3 3 a L , 3 3 a R	無端ベルト	
3 4 L , 3 4 R	スプリング	
3 5 L , 3 5 R	スプリング固定部	
3 6 L , 3 6 R	旋回関節部	
3 7 L , 3 7 R	上部大腿部	
3 8 L , 3 8 R	下部大腿部	
4 0 L , 4 0 R	下腿リンク部	
4 1 L , 4 1 R	足首関節部	20
4 2 L , 4 2 R	膝関節駆動ギア	
4 3 L , 4 3 R	膝関節プーリ	
4 3 a L , 4 3 a R	ワイヤ	
4 4 L , 4 4 R	アクチュエータ取付部	
5 0 L , 5 0 R	足載置部	
5 1 L , 5 1 R	靴固定部	
5 2 L , 5 2 R	接地部	
5 3 L , 5 3 R	力センサ	
5 8 L , 5 8 R	足首関節ギア	
6 0 L , 6 0 R	股関節アクチュエータユニット	30
6 1 L , 6 1 R	膝関節アクチュエータユニット	
6 2 L , 6 2 R	足首関節アクチュエータユニット	
7 0	制御部	
8 1	滑り部材	
8 2	固定部材	
8 3	抜け防止部材	
8 4	プッシュ部	
8 5	クッション部材	

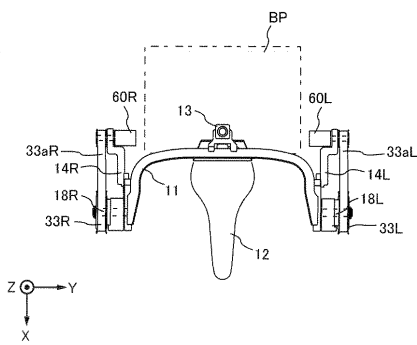
【図1】



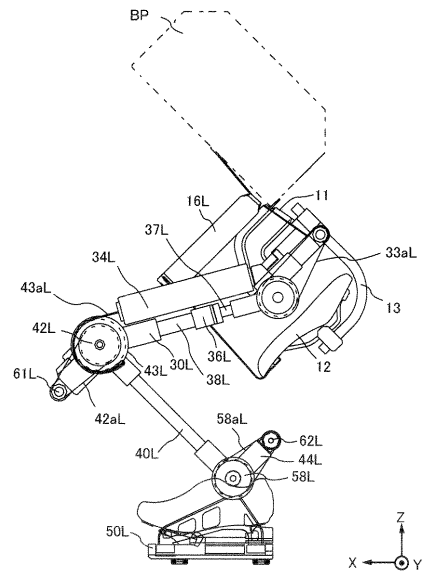
【図2】



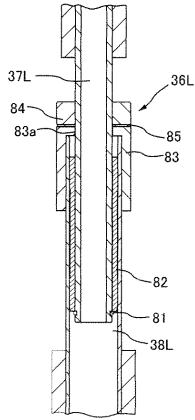
【図3】



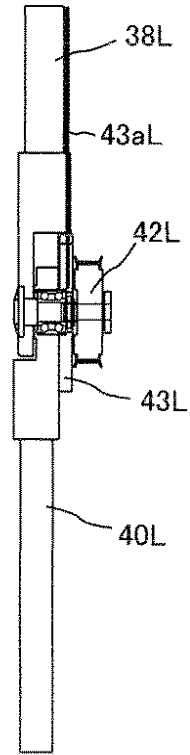
【図4】



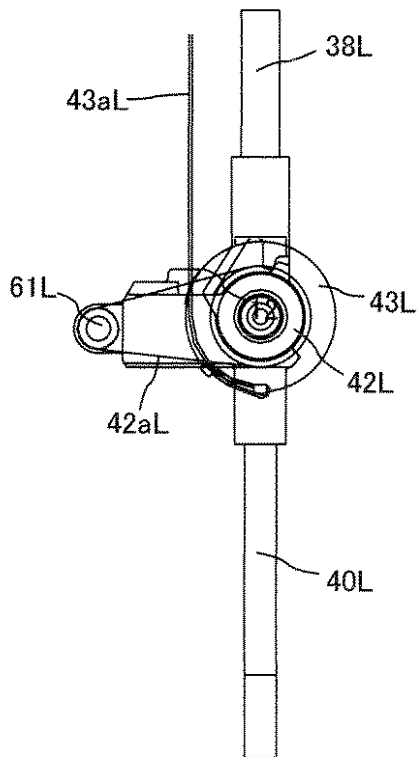
【図5】



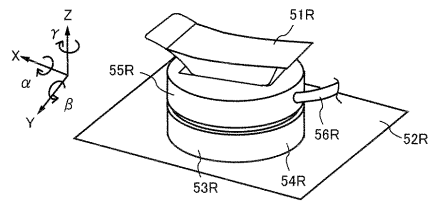
【図6】



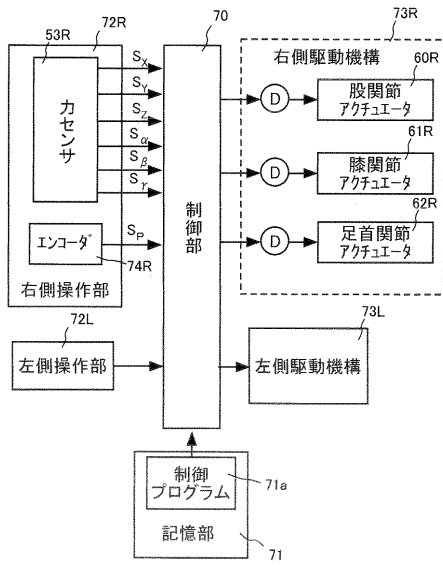
【図7】



【図8】



【図9】





---

フロントページの続き

- (72)発明者 城垣内 剛  
京都府相楽郡精華町光台3丁目4番地 アクティブリンク株式会社内
- (72)発明者 藤本 弘道  
京都府相楽郡精華町光台3丁目4番地 アクティブリンク株式会社内
- (72)発明者 松尾 幾代  
京都府相楽郡精華町光台3丁目4番地 アクティブリンク株式会社内

審査官 久郷 明義

- (56)参考文献 特開2007-319940(JP,A)  
特開2010-142353(JP,A)  
特開昭62-261360(JP,A)  
特開2010-142351(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
A61H 3/00