

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6382754号
(P6382754)

(45) 発行日 平成30年8月29日 (2018. 8. 29)

(24) 登録日 平成30年8月10日 (2018. 8. 10)

(51) Int. Cl.		F I			
A 6 1 H	3/00	(2006. 01)	A 6 1 H	3/00	B
A 6 1 H	1/02	(2006. 01)	A 6 1 H	1/02	N
B 2 5 J	11/00	(2006. 01)	B 2 5 J	11/00	Z

請求項の数 8 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2015-48703 (P2015-48703)	(73) 特許権者	000003078
(22) 出願日	平成27年3月11日 (2015. 3. 11)		株式会社東芝
(65) 公開番号	特開2016-168122 (P2016-168122A)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(43) 公開日	平成28年9月23日 (2016. 9. 23)	(73) 特許権者	598076591
審査請求日	平成29年9月15日 (2017. 9. 15)		東芝インフラシステムズ株式会社
			神奈川県川崎市幸区堀川町72番地34
		(74) 代理人	100108855
			弁理士 蔵田 昌俊
		(74) 代理人	100103034
			弁理士 野河 信久
		(74) 代理人	100075672
			弁理士 峰 隆司
		(74) 代理人	100153051
			弁理士 河野 直樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 動作支援装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

動作を支援する動作支援装置であって、

腰部に固定される上装具と、

第1の脚の大腿部に固定され、上端を前記上装具に回動可能に連結された第1上フレームと、

第2の脚の大腿部に固定され、上端を前記上装具に回動可能に連結された第2上フレームと、

前記第1の脚の下腿部に固定され、前記第1上フレームの下端と回動可能に連結された第1下フレームと、

前記第2の脚の下腿部に固定され、前記第2上フレームの下端と回動可能に連結された第2下フレームと、

前記第1上フレームと前記第1下フレームとの連結部にトルクを印加する第1駆動部と

、

前記第2上フレームと前記第2下フレームとの連結部にトルクを印加する第2駆動部と

、

前記上装具と前記第1上フレームとの角度を検出する第1腰角度検出部と、

前記上装具と前記第2上フレームとの角度を検出する第2腰角度検出部と、

前記第1上フレームと前記第1下フレームとの連結部の角度を検出する第1膝角度検出部と、

前記第 2 上フレームと前記第 2 下フレームとの連結部の角度を検出する第 2 膝角度検出部と、

補助力を示す補助力ベクトルを設定する設定部と、

前記第 1 腰角度検出部が検出した角度、前記第 1 膝角度検出部が検出した角度、前記第 1 上フレームの長さ、及び、前記第 1 下フレームの長さに基づいて、前記補助力ベクトルが前記第 1 の脚の接地部に印加されるように、前記第 1 駆動部を用いて前記第 1 上フレームと前記第 1 下フレームとの連結部にトルクを印加し、前記第 2 腰角度検出部が検出した角度、前記第 2 膝角度検出部が検出した角度、前記第 2 上フレームの長さ、及び、前記第 2 下フレームの長さに基づいて、前記補助力ベクトルが前記第 2 の脚の接地部に印加されるように、前記第 2 駆動部を用いて前記第 2 上フレームと前記第 2 下フレームとの連結部にトルクを印加する駆動制御部と、
を備える動作支援装置。

10

【請求項 2】

前記腰部の傾斜を検出する傾斜検出部を備え、

前記駆動制御部は、さらに前記傾斜に基づいて、前記第 1 上フレームと前記第 1 下フレームとの連結部にトルクを印加し、さらに前記傾斜に基づいて、前記第 2 上フレームと前記第 2 下フレームとの連結部にトルクを印加する、
前記請求項 1 に記載の動作支援装置。

【請求項 3】

前記駆動制御部は、前記傾斜に基づいて前記上装具に固定された座標系に前記補助力ベクトルを座標変換し、座標変換された前記補助力ベクトルが前記第 1 の脚の接地部に印加されるように前記第 1 上フレームと前記第 1 下フレームとの連結部にトルクを印加し、座標変換された前記補助力ベクトルが前記第 2 の脚の接地部に印加されるように前記第 2 上フレームと前記第 2 下フレームとの連結部にトルクを印加する、
前記請求項 2 に記載の動作支援装置。

20

【請求項 4】

前記傾斜検出部は、前記第 1 上フレームと前記上装具との連結部と前記第 2 上フレームと前記上装具との連結部との間の方向の軸の軸まわりの傾斜を検出する、
前記請求項 2 又は 3 に記載の動作支援装置。

【請求項 5】

前記傾斜検出部は、前記第 1 上フレームと前記上装具との連結部と前記第 2 上フレームと前記上装具との連結部との間の方向の軸と、水平面上で直交する方向の軸の軸まわりの傾斜を検出する、
前記請求項 2 乃至 4 の何れか 1 項に記載の動作支援装置。

30

【請求項 6】

前記設定部が設定する補助力ベクトルは、鉛直上向きである、
前記請求項 1 乃至 5 の何れか 1 項に記載の動作支援装置。

【請求項 7】

前記設定部は、支援動作中において、一定の補助力ベクトルを設定する、
前記請求項 1 乃至 6 の何れか 1 項に記載の動作支援装置。

40

【請求項 8】

前記駆動制御部は、立ち上がり動作を支援する場合、前記第 1 上フレームと前記第 1 下フレームとの連結部に印加するトルクと、前記第 2 上フレームと前記第 2 下フレームとの連結部に印加するトルクとを、前記腰部が上昇するにつれて減少させる、
前記請求項 1 乃至 7 の何れか 1 項に記載の動作支援装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、動作支援装置に関する。

【背景技術】

50

【 0 0 0 2 】

動作支援装置には、立ち上がり動作などの脚の動作を支援するものがある。そのような動作支援装置において、右脚に印加される補助力と左脚に印加される補助力とは、互いに異なることがある。そのため、従来、動作支援装置は、左右の脚に印加される補助力が異なることによって装着者に違和感を生じるという課題がある。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 3 】

【 特許文献 1 】 国際公開第 2 0 1 1 / 1 6 1 7 5 0 号

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 7 - 3 3 0 2 9 9 号公報

10

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 4 】

上記の課題を解決するために、適切に補助力を発生する動作支援装置を提供する。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 5 】

実施形態によれば、動作支援装置は、上装具と、第 1 及び第 2 上フレームと、第 1 及び第 2 下フレームと、第 1 及び第 2 駆動部と、第 1 及び第 2 腰角度検出部と、第 1 及び第 2 膝角度検出部と、設定部と、駆動制御部とを備える。設定部は、補助力ベクトルを設定する。駆動制御部は、第 1 腰角度検出部の角度、第 1 膝角度検出部の角度、第 1 上フレームの長さ及び第 1 下フレームの長さに基づいて補助力ベクトルが第 1 の脚の接地部に印加されるように第 1 駆動部を用いて第 1 上フレームと第 1 下フレームとの連結部にトルクを印加し、第 2 腰角度検出部の角度、第 2 膝角度検出部の角度、第 2 上フレームの長さ及び第 2 下フレームの長さに基づいて前記補助力ベクトルが第 2 の脚の接地部に印加されるように第 2 駆動部を用いて第 2 上フレームと第 2 下フレームとの連結部にトルクを印加する。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 6 】

【 図 1 】 図 1 は、実施形態に係る動作支援装置の正面図の例である。

【 図 2 】 図 2 は、実施形態に係る動作支援装置の側面図の例である。

【 図 3 】 図 3 は、実施形態に係る動作支援装置の構成例を示すブロックである。

30

【 図 4 】 図 4 は、実施形態に係る動作支援装置の装置座標系の例を示す。

【 図 5 】 図 5 は、実施形態に係る動作支援装置の装置座標系の他の例を示す。

【 図 6 】 図 6 は、実施形態に係る動作支援装置の座標系における構成例を示す図である。

【 図 7 】 図 7 は、実施形態に係る動作支援装置の動作例を示すフローチャートである。

【 図 8 】 図 8 は、実施形態に係る動作支援装置が発生するトルクの例を示す図である。

【 図 9 】 図 9 は、実施形態に係る動作支援装置が発生するトルクの他の例を示す図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 0 7 】

以下、図面を参照しながら実施形態について説明する。

40

【 0 0 0 8 】

図 1 は、動作支援装置 1 0 0 の正面図である。また、図 2 は、動作支援装置 1 0 0 を装着者 P の右側から見た側面図である。

【 0 0 0 9 】

動作支援装置 1 0 0 は、左右対称の構成を有する。動作支援装置 1 0 0 は、右脚側の構成として、上連結部 3 a、上フレーム 4 a、回動支持部 5 a、下フレーム 6 a、下連結部 7 a、下装具 8 a、駆動部 1 0 a、腰角度センサ 1 5 a、膝角度センサ 1 6 a、及び、保持具 1 9 aなどを備える。また、動作支援装置 1 0 0 は、左脚側の構成として、上連結部 3 b、上フレーム 4 b、回動支持部 5 b、下フレーム 6 b、下連結部 7 b、下装具 8 b、駆動部 1 0 b、腰角度センサ 1 5 b、膝角度センサ 1 6 b、及び、保持具 1 9 bなどを備

50

える。また、動作支援装置 100 は、上連結部 3 a 並びに 3 b 上に上装具 2、及び、上装具 2 上に傾斜センサ 13 を備える。

【0010】

動作支援装置 100 の右脚側の各構成と左脚側の各構成とは、同様であるため、右脚側の各構成を説明し、左脚側の構成の説明を省略する。また、以下の説明では、真っ直ぐに立った状態の装着者 P から見て、前後方向を X 軸方向、左右方向を Y 軸方向、上下方向を Z 軸方向とする。X 軸は、上連結部 3 a と上連結部 3 b との間の方向の軸である。Y 軸は、水平面上で X 軸と直交する方向の軸である。Z 軸は、水平面と鉛直な方向の軸である。

【0011】

上装具 2 は、装着者 P の腰部に固定される。上装具 2 は、装着者 P に動作支援装置 100 を固定するために用いられる。上装具 2 は、装着者 P の腰に巻き付けて固定されるベルトなどを含む。上フレーム 4 a は、装着者 P の大腿部の外側に沿って Z 軸方向に延設される。上フレーム 4 a は、装着者 P の大腿部に固定される。ここでは、上フレーム 4 a の長さは、L1 であるものとする。下フレーム 6 a は、装着者 P の下腿部の外側に沿って Z 方向に延設される。下フレーム 6 a は、装着者 P の下腿部に固定される。ここでは、下フレーム 6 a の長さは、L2 であるものとする。

【0012】

上フレーム 4 a および下フレーム 6 a は、樹脂や軽金属などの軽量で十分な強度を有する材料で形成された棒状または板状の部材である。樹脂であれば、例えば、CFRP や GFRP を用いることができる。また、軽金属であれば、例えば、Al 合金や Mg 合金、Ti 合金などを用いることができる。本実施形態では、上フレーム 4 a を 1 本の棒材により形成したが、その長さを伸縮自在にするスライド機構を設けても良い。

【0013】

上連結部 3 a は、上フレーム 4 a の上端を上装具 2 に対して 3 自由度の回動が可能な状態で連結する。ここで言う 3 自由度の回動とは、例えば、X 軸を中心とした回動、Y 軸を中心とした回動、および Z 軸を中心とした回動を含み、全ての方向に回動可能であることを指す。具体的には、上連結部 3 a は、例えば、ボールジョイントや自在継手などのフリージョイントである。

【0014】

上連結部 3 a には、腰角度センサ 15 a が設けられる。腰角度センサ 15 a は、上連結部 3 a の角度を検出する。即ち、腰角度センサ 15 a は、上装具 2 と上フレーム 4 a とがなす角度 1 (腰角度) を検出する。たとえば、腰角度センサ 15 a は、Y 軸まわりの角度を検出する。角度 1 は、装着者 P の股関節の角度である。腰角度センサ 15 a は、たとえば、ロータリーエンコーダ又はポテンシオメータなどから構成される。下連結部 7 a は、下フレーム 6 a の下端を下装具 8 a に対して 3 自由度の回動が可能な状態で連結する。下連結部 7 a は、上連結部 3 a と同様の構成である。

【0015】

回動支持部 5 a は、上フレーム 4 a の下端を下フレーム 6 a の上端に対して 1 自由度の回動可能な状態で連結する。回動支持部 5 a は、1 自由度として、膝関節が動く方向、すなわち Y 軸を中心とした自由度の回動を許容する。即ち、回動支持部 5 a は、膝関節が回動する方向以外 (X 軸を中心とした回動や Z 軸を中心とした回動) への下フレーム 6 a の上フレーム 4 a に対する回動を許容しない。つまり、動作支援装置 100 は、全体として、7 自由度の回動を許容する。

【0016】

装着者 P が膝関節を屈伸させる場合、回動支持部 5 a が膝関節の動作に合わせて回動するとともに、上連結部 3 a および下連結部 7 a も僅かに回動する。つまり、屈伸動作時には、膝関節が僅かに外側に開くとともに、膝関節が単純な 1 軸を中心とした回動にはならないため、上連結部 3 a および下連結部 7 a がそれぞれ 3 自由度の回動を許容することで、膝関節の複雑な動きを可能にしている。

【0017】

10

20

30

40

50

回動支持部 5 a には、駆動部 1 0 a が同軸に取り付けられている。駆動部 1 0 a は、当該動作支援装置 1 0 0 を装着した装着者 P の屈伸動作をアシストする方向の駆動力を回動支持部 5 に与える。即ち、駆動部 1 0 a は、回動支持部 5 a にトルクを印加する。たとえば、駆動部 1 0 a は、膝を伸ばす方向に回動支持部 5 a に駆動力を与える。また、駆動部 1 0 a は、膝を曲げる方向に回動支持部 5 a に駆動力を与える。

【 0 0 1 8 】

駆動部 1 0 a は、たとえば、サーボモータ 1 2 a、及び、電磁クラッチ 1 4 a などを有する。

サーボモータ 1 2 a は、駆動力を回動支持部 5 a に与える。サーボモータ 1 2 a は、図示しない電力供給部からの電力を受けて回転する。

10

【 0 0 1 9 】

電磁クラッチ 1 4 a は、サーボモータ 1 2 a の回動力を回動支持部 5 a に選択的に伝える。電磁クラッチ 1 4 a を切った状態では、サーボモータ 1 2 の回動力は回動支持部 5 a に伝えられない。本実施形態では、サーボモータ 1 2 a および電磁クラッチ 1 4 a を回動支持部 5 a と同軸に配置したが、例えば、かさ歯車やタイミングベルト、チェーンを介して回動力を回動支持部 5 a に伝える構成を採用しても良い。

【 0 0 2 0 】

サーボモータ 1 2 a には、回動支持部 5 a の回動角度を検出するための膝角度センサ 1 6 a が設けられている。膝角度センサ 1 6 a は、回動支持部 5 a の角度を検出する。たとえば、膝角度センサ 1 6 a は、サーボモータ 1 2 a の回転角度を測定して、上フレーム 4 a と下フレーム 6 a がなす角度 2 (膝角度) を検出する。角度 2 は、装着者 P の膝関節の角度である。膝角度センサ 1 6 a は、たとえば、ロータリーエンコーダ又はポテンシオメータなどから構成される。なお、膝角度センサ 1 6 a は、サーボモータ 1 2 a に内蔵されるエンコーダであってもよいし、別のセンサであってもよい。

20

【 0 0 2 1 】

下装具 8 a は、下フレーム 6 a の下端近くで足に装着されて固定される。下装具 8 a は、例えば、板金を形状加工して折り曲げて形成され、足の裏を乗せる部分を有する。

保持具 1 9 a は、上フレーム 4 a の下端近くに設けられる。保持具 1 9 a は、動作時に動作支援装置 1 0 0 が装着者 P から離れないように動作支援装置 1 0 0 の一部を装着者 P (大腿部) に拘束する。

30

傾斜センサ 2 0 は、上装具 2 に取り付けられる。傾斜センサ 2 0 は、上装具 2 の傾斜 (たとえば、Y 軸まわり) を検出する。即ち、傾斜センサ 2 0 は、装着者 P の腰部 (胴体部) の傾斜を検出する。傾斜センサ 2 0 は、たとえば、加速度センサ又はジャイロセンサなどから構成される。

なお、動作支援装置 1 0 0 は、装着者 P の動作を検出するため加速度センサなどを備えてもよい。

【 0 0 2 2 】

次に、動作支援装置 1 0 0 の制御系について説明する。

図 3 は、動作支援装置 1 0 0 の制御系の構成例を示すブロック図である。

図 3 が示すように、動作支援装置 1 0 0 は、腰角度センサ 1 5 a 並びに 1 5 b、膝角度センサ 1 6 a 並びに 1 6 b、駆動部 1 0 a 並びに 1 0 b、傾斜センサ 2 0、及び、制御部 3 0 などを備える。駆動部 1 0 a 及び 1 0 b は、それぞれサーボモータ 1 2 a 並びに 1 2 b 及び電磁クラッチ 1 4 a 並びに 1 4 b などを備える。動作支援装置 1 0 0 は、通信バスなどを通じて、制御部 3 0 と、腰角度センサ 1 5 a 並びに 1 5 b、膝角度センサ 1 6 a 並びに 1 6 b、駆動部 1 0 a 並びに 1 0 b、及び、傾斜センサ 2 0 と電氣的に接続する。

40

【 0 0 2 3 】

腰角度センサ 1 5 a 並びに 1 5 b、膝角度センサ 1 6 a 並びに 1 6 b、駆動部 1 0 a 並びに 1 0 b、傾斜センサ 2 0 は、前述したとおりである。以下の説明では、a 又は b の符号がないものは、a 及び b の両者を指すものとする。

【 0 0 2 4 】

50

制御部 30 は、動作支援装置 100 全体の動作を制御する。たとえば、制御部 30 は、腰角度センサ 15、膝角度センサ 16、及び、傾斜センサ 20 から取得した情報に基づいて駆動部 10 を作動させる。制御部 30 は、たとえば、プロセッサ、RAM、ROM 及び NVM などから構成される。

【0025】

プロセッサは、制御部 30 全体の動作を制御する機能を有する。プロセッサは、内部キャッシュおよび各種のインターフェースなどを備えても良い。プロセッサは、内部メモリ、ROM あるいは NVM に予め記憶したプログラムを実行することにより種々の処理を実現する。プロセッサは、たとえば、CPU などである。

【0026】

なお、プロセッサがプログラムを実行することにより実現する各種の機能のうちの一部は、ハードウェア回路により実現されるものであっても良い。この場合、プロセッサは、ハードウェア回路により実行される機能を制御する。

【0027】

ROM は、予め制御用のプログラム及び制御データなどが記憶された不揮発性のメモリである。ROM に記憶される制御プログラム及び制御データは、予め動作支援装置 100 の仕様に応じて組み込まれる。ROM は、たとえば、制御部 30 の回路基板を制御するプログラム（例えば、BIOS）などを格納している。

【0028】

RAM は、揮発性のメモリである。RAM は、プロセッサの処理中のデータなどを一時的に格納する。RAM は、プロセッサからの命令に基づき種々のアプリケーションプログラムを格納している。また、RAM は、アプリケーションプログラムの実行に必要なデータ及びアプリケーションプログラムの実行結果などを格納してもよい。

【0029】

NVM は、データの書き込み及び書き換えが可能な不揮発性のメモリである。NVM は、例えば EEPROM (Electric Erasable Programmable Read-Only Memory)、HDD (Hard Disc Drive)、あるいは SSD (Solid State Drive) などである。NVM は、動作支援装置 100 の運用用途に応じて制御プログラム、アプリケーション、及び種々のデータを格納する。また、NVM は、プロセッサが種々の処理を実行することで生成したデータを保存する。

【0030】

次に、制御部 30 が実現する機能について説明する。

制御部 30 は、装着者 P を補助する補助力を示す補助力ベクトルを設定する機能を有する（設定部）。即ち、制御部 30 は、装着者 P に対して印加する補助力の大きさと方向を設定する。また、制御部 30 は、支援動作中において一定の補助力ベクトルを設定する。また、制御部 30 は、空間に固定されたワールド座標系 Cw において補助力ベクトルを設定する。ワールド座標系 Cw は、たとえば、動作支援装置 100 の動作空間に固定される座標系である。即ち、ワールド座標系 Cw は、動作支援装置 100 の傾きなどによって変化しない座標系である。

【0031】

たとえば、制御部 30 は、立ち上がり動作を補助する場合などにおいて、鉛直上向き（Z 軸方向）の補助ベクトルを設定してもよい。また、制御部 30 は、予め入力された装着者 P の体重などに基づいて補助力ベクトルの大きさを設定してもよい。なお、制御部 30 が設定する補助力ベクトルの大きさ、方向及び設定方法は、特定の構成に限定されるものではない。

【0032】

また、制御部 30 は、動作支援装置 100 上に固定される装置座標系 Ca を設定する機能を有する。たとえば、制御部 30 は、上装具 2 に固定され上連結部 3（3a 又は 3b）を原点とする装置座標系 Ca を設定する。即ち、制御部 30 は、上装具 2 の傾斜に合わせて装置座標系 Ca を傾斜させる。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 3 】

図 4 は、制御部 3 0 が設定した装置座標系 C a の例を示す。図 4 が示す例において、上装具 2 は、地面に水平であるものとする。即ち、上装具 2 は、傾斜していないものとする。ここでは、制御部 3 0 は、上連結部 3 に原点を設定するものとする。図 4 が示す例では、制御部 3 0 は、ワールド座標系 C w の X 軸 (X w 軸)、Y 軸 (Y w 軸) 及び Z 軸 (Z w 軸) とそれぞれ平行に装置座標系 C a の X 軸 (X a 軸)、Y 軸 (Y a 軸) 及び Z 軸 (Z a 軸) を設定する。

【 0 0 3 4 】

図 5 は、制御部 3 0 が設定した装置座標系 C a の他の例を示す。図 5 が示す例において、上装具 2 は、Y 軸 (Y w 軸) を中心に所定の傾斜角で傾斜しているものとする。図 5 が示す例において、制御部 3 0 は、ワールド座標系 C w の Y 軸 (Y w 軸) と平行に装置座標系 C a の Y 軸 (Y a 軸) を設定する。また、制御部 3 0 は、ワールド座標系 C w の X 軸 (X w 軸) 及び Z 軸 (Z w 軸) とそれぞれ当該所定の傾斜角となるように装置座標系 C a の X 軸 (X a 軸) 及び Z 軸 (Z a 軸) を設定する。なお、制御部 3 0 は、上装具 2 が X 軸 (X w 軸) 又は Z 軸 (Z w 軸) を中心に傾斜している場合、各軸の傾斜に応じて装置座標系 C a を設定してもよい。また、制御部 3 0 は、上装具 2 が X 軸 (X w 軸)、Y 軸 (Y w 軸) 又は Z 軸 (Z w 軸) の 2 軸以上の軸まわりに傾斜している場合、各軸の傾斜に応じて装置座標系 C a を設定してもよい。

【 0 0 3 5 】

また、制御部 3 0 は、ワールド座標系 C w で設定した補助力ベクトルを装置座標系 C a に座標変換する機能を有する。即ち、制御部 3 0 は、ワールド座標系 C w で設定した補助力ベクトルを装置座標系 C a における補助力ベクトルに変換する。たとえば、制御部 3 0 は、装置座標系 C a の傾斜に応じて変換行列を設定し、設定された変換行列に基づいて補助力ベクトルを座標変換してもよい。制御部 3 0 が座標変換する方法は、特定の構成に限定されるものではない。ここでは、ワールド座標系 C w での補助力ベクトルを補助力ベクトル F とし、装置座標系 C a での補助力ベクトルを補助力ベクトル F ' とする。

【 0 0 3 6 】

また、制御部 3 0 は、補助力ベクトル F ' が下装具 8 (接地部) に印加されるように (即ち、補助力ベクトル F ' が上装具 2 に印加されるように) 駆動部 1 0 を駆動する機能を有する (駆動制御部)。即ち、制御部 3 0 は、補助力ベクトル F ' で装着者 P の動作を支援するように、回動支持部 5 にトルクを印加する。たとえば、制御部 3 0 は、腰角度センサ 1 5 が検出する角度 θ_1 、膝角度センサ 1 6 が検出する角度 θ_2 、上フレーム 4 の長さ L 1、下フレーム 6 の長さ L 2 及び傾斜センサ 2 0 が検出する傾斜などに基づいて、回動支持部 5 に印加するトルクを設定する。

【 0 0 3 7 】

たとえば、制御部 3 0 は、以下のようにトルクを設定する。ここでは、上装具 2 は、Y 軸 (Y w 軸) まわりに傾斜しているものとする。

図 6 は、装置座標系 C a (X a - Y z 平面) での動作支援装置 1 0 0 の構成例を示す図である。ここでは、装置座標系 C a での下装具 8 の位置を P (P x , P z) とする。また、補助力ベクトル F ' を F ' (f x ' , f z ') とする。

図 6 が示すように、上フレーム 4 と X a 軸との角度は θ_1 であり、上フレーム 4 の延長線と下フレーム 6 との間の角度は θ_2 である。

【 0 0 3 8 】

P (P x , P z) は、以下の式で表される。

【 0 0 3 9 】

【 数 1 】

$$P = \begin{pmatrix} x_f \\ z_f \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} L_1 \cos \theta_1 + L_2 \cos(\theta_1 + \theta_2) \\ L_1 \sin \theta_1 + L_2 \sin(\theta_1 + \theta_2) \end{pmatrix} \quad \dots \text{式 (1)}$$

【 0 0 4 0 】

式(1)を時間で微分して、仮想仕事の原理を用いると補助力ベクトル F' を生じるために必要なトルクは以下の式で表される。

【0041】

【数2】

$$\begin{pmatrix} \tau_1 \\ \tau_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -L_1 \sin \theta_1 - L_2 \sin(\theta_1 + \theta_2) & L_1 \cos \theta_1 - L_2 \cos(\theta_1 + \theta_2) \\ -L_2 \sin(\theta_1 + \theta_2) & L_2 \cos(\theta_1 + \theta_2) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} f_x' \\ f_z' \end{pmatrix} \dots \text{式(2)}$$

【0042】

ここで、1は、上連結部3に必要なトルクを示し、2は、回動支持部5に必要なトルクを示す。

制御部30は、2のトルクを回動支持部5に印加するトルクとして設定する。即ち、制御部30は、駆動部10を用いて2を回動支持部5に印加する。

【0043】

次に、動作支援装置100装着者Pの動作を支援する動作例について説明する。

図7は、動作支援装置100装着者Pの動作を支援する動作例について説明するためのフローチャートである。

まず、動作支援装置100の制御部30は、補助力ベクトル F を設定する(S11)。補助力ベクトル F を設定すると、制御部30は、腰角度センサ15a及び膝角度センサ16aを用いて右脚側の腰関節の角度1a及び膝関節の角度2aを検出する(S12)。右脚側の腰関節の角度1a及び膝関節の角度2aを検出すると、制御部30は、腰角度センサ15b及び膝角度センサ16bを用いて左脚側の腰関節の角度1b及び膝関節の角度2bを検出する(S13)。

【0044】

左脚側の腰関節の角度1b及び膝関節の角度2bを検出すると、制御部30は、傾斜センサ20を用いて上装具2の傾斜を検出する(S14)。上装具2の傾斜を検出すると、制御部30は、検出した傾斜に基づいて補助力ベクトル F を装置座標系Caでの補助力ベクトル F' に座標変換する(S15)。

【0045】

補助力ベクトル F' に座標変換すると、制御部30は、式(2)に従って補助力ベクトル F' が下装具8aに生じるように回動支持部5aに印加するトルク2aを算出する(S16)。トルク2aを算出すると、制御部30は、式(2)に従って補助力ベクトル F' が下装具8bに生じるように回動支持部5bに印加するトルク2bを算出する(S17)。

【0046】

トルク2bを算出すると、制御部30は、駆動部10aを用いて、算出したトルク2aを回動支持部5aに印加する(S18)。トルク2aを回動支持部5aに印加すると、制御部30は、駆動部10bを用いて、算出したトルク2bを回動支持部5bに印加する(S19)。

【0047】

トルク2bを回動支持部5bに印加すると、制御部30は、支援動作中であるか判定する(S20)。たとえば、制御部30は、支援動作をオフにするスイッチが押されていないか、又は、装着者Pが支援動作を終了する体勢になっているかを判定する。支援動作中であると判定すると(S20、YES)、制御部30は、S12に戻る。支援動作中ではないと判定すると(S20、NO)、制御部30は、動作を終了する。

【0048】

なお、制御部30は、S12並びにS13、S16並びにS17、及び、S18及びS19の順序を入れ替えて実行してもよし、同時に実行してもよい。また、制御部30は、S16の後にS18を実行してもよいし、S17の後にS19を実行してもよい。

【0049】

次に、トルクと時間 t との関係について説明する。

10

20

30

40

50

図 8 は、トルク の時間推移の例を示す図である。

図 8 が示す例は、装着者 P の右脚と左脚とが揃った状態である。また、動作支援装置 100 の制御部 30 は、鉛直上方向きの補助力ベクトル F を設定するものとする。また、図 8 が示す例では、動作支援装置 100 は、装着者 P がしゃがんだ状態から立ち上がるまでの動作を支援する。即ち、制御部 30 は、立ち上がり動作において、一定の補助力ベクトル F を設定する。

【 0050 】

図 8 が示すように、最初の時点 ($t = 0$) では、装着者 P は、しゃがんだ状態である。即ち、装着者 P の腰部は、低い位置にある。時間が経過するとともに、装着者 P は、徐々に立ち上がる。即ち、装着者 P の腰部は、徐々に高くなる。

10

【 0051 】

図 8 では、 $1a$ と $1b$ とは、同じ値であるので、 1 が両者の値を示す。同様に、 $2a$ と $2b$ とは、同じ値であるので、 2 が両者の値を示す。実線が 1 を示し、破線が 2 を示す。図 8 に示すように、 1 は、ほぼ 0 である。また、 2 は、装着者 P の腰部が上昇するにつれて、減少する。

【 0052 】

図 9 は、トルク の時間推移の他の例を示す図である。

図 9 が示す例では、装着者 P の右脚は、胴体よりも前にあり、高い場所に接地している。また、装着者 P の左脚は、胴体よりも後ろにあり、低い場所に接地している。また、動作支援装置 100 は、鉛直上方向きの補助ベクトル F を設定するものとする。また、図 9 が示す例では、動作支援装置 100 は、装着者 P がしゃがんだ状態から立ち上がるまでの動作を支援する。

20

【 0053 】

図 9 が示すように、最初の時点 ($t = 0$) では、装着者 P は、しゃがんだ状態である。時間が経過するとともに、装着者 P は、徐々に立ち上がる。図 9 では、実線が $1b$ を示し、破線が $2b$ を示す。また、一点鎖線が $1a$ を示し、二点鎖線が $2a$ を示す。図 9 に示すように、 $1a$ 及び $1b$ は、ほぼ同一で一定である。また、 $2a$ 及び $2b$ は、腰部が上昇するにつれて、減少する。

【 0054 】

なお、動作支援装置 100 は、装着者 P の股関節の動作を支援するために、上連結部 30 などに駆動部を設けてもよい。この場合、動作支援装置 100 は、股関節の動作を支援する駆動部を用いて、上連結部 30 などにトルク 1 を印加してもよい。また、動作支援装置 100 は、股関節の動作を支援するものであってもよい。

30

【 0055 】

以上のように構成された動作支援装置は、右脚及び左脚の下装具にほぼ一定の補助力を印加することができる。また、動作支援装置は、右脚及び左脚の下装具にほぼ同じ補助力を印加する。その結果、動作支援装置は、装着者に生じる違和感を緩和することができる。そのため、動作支援装置は、補助力を適切に発生することができる。

【 0056 】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

40

【 符号の説明 】

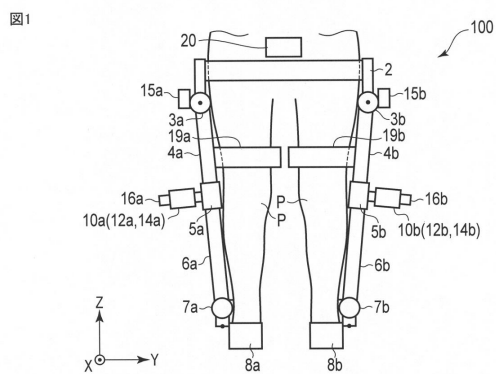
【 0057 】

2 ... 上装具、3a 及び 3b ... 上連結部、4a 及び 4b ... 上フレーム、5a 及び 5b ... 回動支持部、6a 及び 6b ... 下フレーム、7a 及び 7b ... 下連結部、10a 及び 10b ... 駆動部、12a 及び 12b ... サーボモータ、15a 及び 15b ... 腰角度センサ (腰角度検出

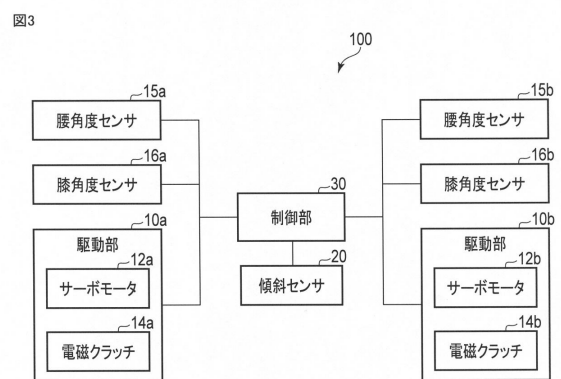
50

部)、16a及び16b...膝角度センサ(膝角度検出部)、20...傾斜センサ(傾斜検出部)、30...制御部、100...動作支援装置、P...装着者。

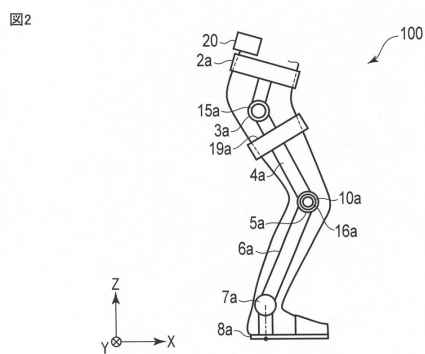
【図1】



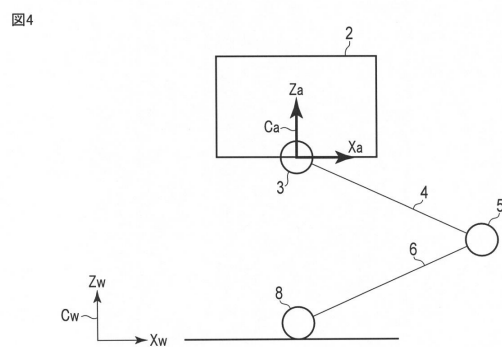
【図3】



【図2】

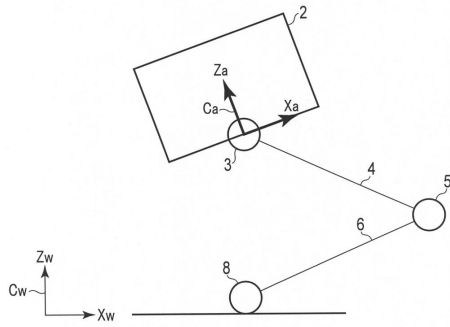


【図4】



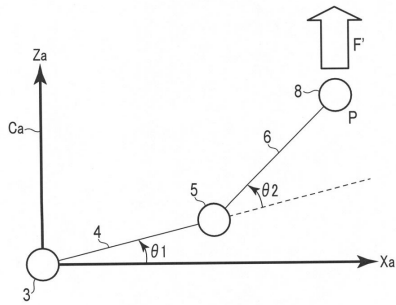
【図5】

図5



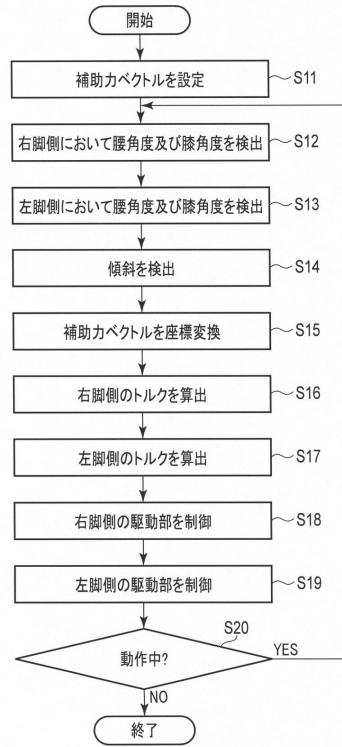
【図6】

図6



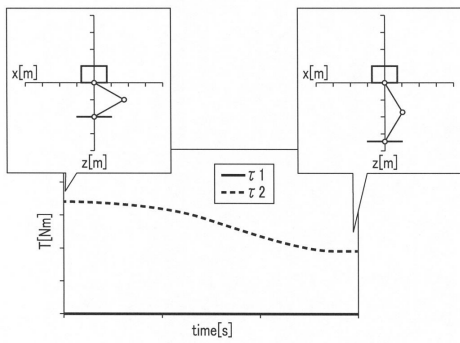
【図7】

図7



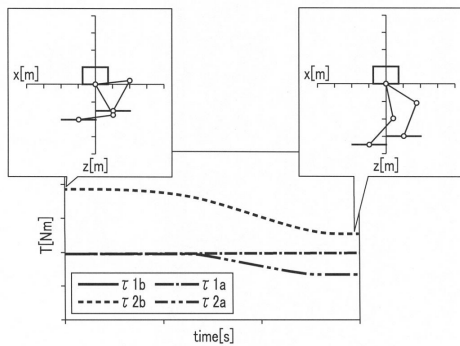
【図8】

図8



【図9】

図9



フロントページの続き

- (74)代理人 100189913
弁理士 鶴飼 健
- (72)発明者 三ツ谷 祐輔
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 成岡 良彦
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 浅利 幸生
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 平光 功明
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 藤原 弘章
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

審査官 増山 慎也

- (56)参考文献 特開2014-155666(JP,A)
特開2007-020672(JP,A)
特開2003-116893(JP,A)
特開2011-147556(JP,A)
特開2007-330299(JP,A)
特開2013-056041(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|---------|-----------|
| A 6 1 H | 3 / 0 0 |
| A 6 1 H | 1 / 0 2 |
| B 2 5 J | 1 1 / 0 0 |