

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6569848号
(P6569848)

(45) 発行日 令和1年9月4日(2019.9.4)

(24) 登録日 令和1年8月16日(2019.8.16)

(51) Int. Cl.	F 1
B 2 5 J 11/00 (2006.01)	B 2 5 J 11/00 Z
A 6 1 H 3/00 (2006.01)	A 6 1 H 3/00 B
A 6 1 G 7/10 (2006.01)	A 6 1 G 7/10

請求項の数 3 (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2015-30085 (P2015-30085)	(73) 特許権者	504145283
(22) 出願日	平成27年2月18日 (2015.2.18)		国立大学法人 和歌山大学
(65) 公開番号	特開2016-150420 (P2016-150420A)		和歌山県和歌山市栄谷930番地
(43) 公開日	平成28年8月22日 (2016.8.22)	(74) 代理人	100075557
審査請求日	平成29年12月20日 (2017.12.20)		弁理士 西教 圭一郎
(出願人による申告) 平成26年度、農林水産省、農業用アシストスーツの開発委託研究、産業技術力強化法第19条に係る特許出願		(72) 発明者	八木 栄一
			和歌山県和歌山市向259番地
		(72) 発明者	佐藤 元伸
			和歌山県和歌山市寺内420-1-11-205
		(72) 発明者	佐野 和男
			和歌山県和歌山市西庄296-24
		審査官	田村 耕作

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パワーアシストロボット装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

装着者の腰部の左右方向両側近傍にそれぞれ配置され、装着者の上体および大腿部の動きに追従する方向に、上体および大腿部の動きを補助するための駆動トルクを発生する2つの回転駆動部と、

装着者の胸部に装着される上体アシストアームと、

装着者の腰部に装着される腰部フレームであって、装着者の腰部の背面に沿って延び、その両端部に、前記2つの回転駆動部の回転軸および固定端側のうちのいずれか一方がそれぞれ固定される腰部フレームと、

上体アシストアームと腰部フレームとを前後軸線および上下軸線まわりに回転自在に連結する上体連結部と、

一端部が回転駆動部の回転軸および固定端側のうちのいずれか他方に固定され、他端部が大腿部の側部に装着される、2つの大腿部フレームとを含み、

前記上体連結部は、

上下軸線まわりに回転自在に腰部フレームに連結される第1連結片と、

上体アシストアームに連結されるとともに、前後軸線まわりに回転自在に第1連結片に連結される第2連結片とを含み、

第1連結片と第2連結片との連結部が、腰部フレームと第1連結片との連結部よりも装着者からより離れた位置に設けられるように構成され、

各大腿部フレームは、前後軸線まわりの回転自由度を有する複数の受動関節と、複数の

10

20

フレーム片とが交互に連結された多関節体からなることを特徴とするパワーアシストロボット装置。

【請求項 2】

前記上部アシストアームは、
装着者の胸部に装着される胸当て片と、
装着者の胸部の一方から腰部背面を通して胸部の他側方まで延設される U 字状の上部フレームと、

上部フレームの各端部と胸当て片とをそれぞれ連結する一対のベルトと、
各ベルトにそれぞれ取り付けられる一対のベルトホルダと、
上部フレームの各端部と各ベルトホルダとをそれぞれ連結する一対のユニバーサルジョイントとを含むことを特徴とする請求項 1 に記載のパワーアシストロボット装置。 10

【請求項 3】

前記腰部フレームの内側に、該腰部フレームに沿って延びる芯材と、該芯材を全体的に包囲するクッション材とを有するサポートベルトが設けられていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のパワーアシストロボット装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、装着者が行う力作業を支援するパワーアシストロボット装置に関する。

【背景技術】

【0002】

日本の農業において、少子高齢化が進んでいる。すなわち、全国の農業従事者の数が減少しつつある中で、60歳以上の農業従事者が220万人まで増加している。また、食料自給率向上が叫ばれており、農作業支援の必要性が高まっている。このような状況の中で、従来の米国型の大型の農業機械化ではなく、狭い日本の農地に適し、さらに山間部農業の活性化や地域再生化に役立つ農作業支援機器として、パワーアシストスーツなどのパワーアシストロボット装置が利用される。

【0003】

パワーアシストスーツには、軽作業用パワーアシストスーツと重作業用パワーアシストスーツとがある。軽作業用パワーアシストスーツは、軽作業支援として、果物、たとえば桃、柿、みかん、ぶどうおよびキュウイなどの受粉、摘花、摘果、袋掛けおよび収穫などの上向き作業、および、いちごなどの収穫時の中腰作業など、10kg程度以下の軽量物の持ち上げ、持ち下ろしおよび運搬などの作業支援、さらに、平地や傾斜地および階段での歩行や走行支援に用いられる。

【0004】

重作業用パワーアシストスーツは、重作業支援として、大根やキャベツなど大型野菜の中腰姿勢での収穫作業、ならびに、米袋・収穫物コンテナなど30kg程度の重量物の持ち上げ、積み込み、積み下ろしおよび運搬作業の支援に用いられる。

【0005】

また、パワーアシストスーツは、農業用以外に工場用として、重量物の運搬作業や長時間継続する一定姿勢での作業などに使用される。さらに、パワーアシストスーツは、介護用として、ベッドから車椅子への人の移乗作業などに使用され、また、リハビリ用として、歩行リハビリ支援用などにも使用することができる。

【0006】

パワーアシストスーツを駆動する駆動方式には、パッシブ方式およびアクティブ方式がある。パッシブ方式には、バネ式およびゴム式などの方式がある。アクティブ方式には、電動モータ方式、空気圧駆動方式および油圧駆動方式などの方式がある。空気圧駆動方式には、空気圧ゴム人工筋肉、空気圧シリンダ、および空気圧ロータリアクチュエータを用いる方式（たとえば特許文献1, 2参照）がある。

【0007】

20

30

40

50

また、パワーアシストスーツを制御するアシスト制御方式には、音声入力やスイッチ入力による動作パターン再生方式、表面筋電位信号より筋肉が出そうとするトルクを推定する方式（たとえば特許文献3参照）、表面筋電位信号をトリガ信号として動作パターンを再生する動作パターン再生方式（たとえば特許文献4参照）、パワーアシストスーツを取りつけている装着者の手首部や足首部に作用する力を、センサを用いて計測してフィードバック制御することによって、装着者の動きにパワーアシストスーツを追従させるマスタスレーブ制御方式（たとえば特許文献2, 5, 6参照）などがある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特許第3771056号公報

【特許文献2】特開2007-97636号公報

【特許文献3】特許第4200492号公報

【特許文献4】特許第4178185号公報

【特許文献5】特開2007-130234号公報

【特許文献6】特開2006-75456号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

バネ式やゴム式のパッシブ方式は、一方向にしかパワーアシストすることができない。高減速比の減速機付き電動モータ方式は、安全性に問題がある。空気圧方式は、空気圧縮用コンプレッサを搭載すると重くなる。油圧方式でも同様に重くなる。動作パターン再生方式は、再生することができるパターンに限界があり、動作の切り換わり時に不連続になる恐れがある。表面筋電位からトルクを推定する方式は、事前の学習時間を必要とする。マスタスレーブ制御は、装着者が動いてからフィードバックがかかるので遅れが生じ、どうしても、装着者がパワーアシストロボット装置を引っ張っているという感覚を覚えてしまう。

【0010】

また、上述した従来技術は、重量物を持ち上げて運搬する作業などにおいて、腰痛を防ぐための腰椎のパワーアシストと、歩行のための股関節のパワーアシストとを、同時に実現することができていない。腰補助用のパワーアシストとして、空気圧式人工筋肉を用いて、所定の動作、たとえば腰曲げを補助するものもあるが、腰曲げの動作を再現して補助するだけで、上体の回転や左右方向への動きが拘束され、また、歩行動作と連動して補助することはできない。また、駆動源は、腰椎のパワーアシスト用と、股関節のパワーアシスト用とをそれぞれ設ける必要がある。

【0011】

また、このようなパワーアシストロボット装置は、装着者の動作を妨げないようにする必要がある。

【0012】

本発明の目的は、少ない駆動源で重量物の持ち上げ動作および歩行動作を補助することができ、装着者の動作を妨げないパワーアシストロボット装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明は、装着者の腰部の左右方向両側近傍にそれぞれ配置され、装着者の上体および大腿部の動きに追従する方向に、上体および大腿部の動きを補助するための駆動トルクを発生する2つの回転駆動部と、

装着者の胸部に装着される上体アシストアームと、

装着者の腰部に装着される腰部フレームであって、装着者の腰部の背面に沿って延び、その両端部に、前記2つの回転駆動部の回転軸および固定端側のうちのいずれか一方がそれぞれ固定される腰部フレームと、

10

20

30

40

50

上体アシストアームと腰部フレームとを前後軸線および上下軸線まわりに回転自在に連結する上体連結部と、

一端部が回転駆動部の回転軸および固定端側のうちのいずれか他方に固定され、他端部が大腿部の側部に装着される、2つの大腿部フレームとを含み、

前記上体連結部は、

上下軸線まわりに回転自在に腰部フレームに連結される第1連結片と、

上体アシストアームに連結されるとともに、前後軸線まわりに回転自在に第1連結片に連結される第2連結片とを含み、

第1連結片と第2連結片との連結部が、腰部フレームと第1連結片との連結部よりも装着者からより離れた位置に設けられるように構成され、

各大腿部フレームは、前後軸線まわりの回転自由度を有する複数の受動関節と、複数のフレーム片とが交互に連結された多関節体からなることを特徴とするパワーアシストロボット装置である。

【0014】

また本発明は、前記上体アシストアームは、

装着者の胸部に装着される胸当て片と、

装着者の胸部の一方から腰部背面を通過して胸部の他側方まで延設されるU字状の上体フレームと、

上体フレームの各端部と胸当て片とをそれぞれ連結する一对のベルトと、

各ベルトにそれぞれ取り付けられる一对のベルトホルダと、

上体フレームの各端部と各ベルトホルダとをそれぞれ連結する一对のユニバーサルジョイントとを含むことを特徴とする。

【0016】

また本発明は、前記腰部フレームの内側に、該腰部フレームに沿って延びる芯材と、該芯材を全体的に包囲するクッション材とを有するサポートベルトが設けられていることを特徴とする。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、2つの回転駆動部は、装着者の腰部の左右方向両側近傍にそれぞれ配置され、装着者の上体および大腿部の動きに追従する方向に、上体および大腿部の動きを補助するための駆動トルクを発生する。上体アシストアームは、装着者の胸部に装着され、腰部フレームは、装着者の胸部に装着される。腰部フレームは、装着者の腰部の背面に沿って延び、その両端部に、前記2つの回転駆動部の回転軸および固定端側のうちのいずれか一方が固定される。上体アシストアームと腰部フレームとは、上体連結部によって前後軸線および上下軸線まわりに回転自在に連結される。2つの大腿部フレームは、一端部が回転駆動部の回転軸および固定端側のうちのいずれか他方に固定され、他端部が大腿部の側部に装着される。そして、各大腿部フレームは、前後軸線まわりの回転自由度を有する複数の受動関節と、複数のフレーム片とが交互に連結された多関節体からなる。したがって、パワーアシストロボット装置の装着者が開脚動作を行った場合に、装着者の開脚動作が阻害されることを防止することができる。

【0018】

また上体連結部が、上下軸線まわりに回転自在に腰部フレームに連結される第1連結片と、上体アシストアームに連結されるとともに、前後軸線まわりに回転自在に第1連結片に連結される第2連結片とを含み、第1連結片と第2連結片との連結部が、腰部フレームと第1連結片との連結部よりも装着者からより離れた位置に設けられるように構成されているので、パワーアシストロボット装置を装着して作業を行う際に、第1連結片と第2連結片との連結部が、装着者の背中に当たってしまうことを確実に防止することができる。

【0019】

また本発明によれば、上体フレームの各端部と各ベルトホルダとが、ユニバーサルジョイントとによってそれぞれ連結されているので、ベルトを、装着者の胸部に沿って隙間な

くフィットさせることができる。

【 0 0 2 0 】

また本発明によれば、腰部フレームの内側に、該腰部フレームに沿って延びる芯材と、該芯材を全体的に包囲するクッション材とを有するサポートベルトが設けられているので、腰部フレームを装着者の腰部に装着したときに、クッション材が装着者の腰部にフィットすることで、サポートベルトと装着者の腰部とが広い範囲で密着し、腰部フレームを装着者の腰部に確実に固定することができる。これにより、パワーアシストロボット装置を装着して作業を行う際に、パワーアシストロボット装置が装着者の腰部からずり落ちることによって、装着者の肩付近に配置されるベルトにより肩付近が圧迫されることを防止することができる。また、腰部フレームと装着者との間にサポートベルトが存在することにより、装着者の腰部と腰部フレームとが直接接触することがなくなり、パワーアシストロボット装置を装着したときの違和感を軽減させることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 1 】

【図 1】本発明の実施形態である重作業用アシストスーツ 100 の外観を示す正面図である。

【図 2】本発明の実施形態である重作業用アシストスーツ 100 の外観を示す側面図である。

【図 3】パワーアシスト用電動モータ 1 が取り付けられたメインフレームの断面図である。

【図 4】重作業用アシストスーツ 100 の装着者による開脚動作時の下肢アシストアームの作動状態を示す図である。

【図 5】重作業用アシストスーツ 100 に含まれる制御機器の構成を示す図である。

【図 6】回転トルク T の算出を説明するための図である。

【図 7】重作業用アシストスーツ 100 で実行されるアシストスーツ制御処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図 8】パラメータ書換えシーケンス処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図 9】姿勢情報入力シーケンス処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図 10】股関節制御シーケンス処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図 11】歩行判断処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図 12】歩行制御処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図 13】遊脚側のアシストトルクの計算処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図 14】保持脚側のアシストトルクの計算処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図 15】上体判断処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図 16】上体制御処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図 17】中腰判断処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図 18】中腰制御処理の処理手順を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 2 】

図 1 は、本発明の実施形態である重作業用アシストスーツ 100 の外観を示す正面図であり、図 2 は、重作業用アシストスーツ 100 の外観を示す側面図である。図 1 および図 2 では、装着者によって装着された状態を図示している。図 3 は、パワーアシスト用電動モータ 1 が取り付けられたメインフレームの断面図であり、図 2 における切断面線 A - A から見た断面を示している。なお、図 1 では、ベルト 18 を省略して図示している。

【 0 0 2 3 】

パワーアシストロボット装置である重作業用アシストスーツ 100 は、重作業用のアシストスーツである。重作業用アシストスーツ 100 は、パワーアシスト用電動モータ 1 と、腰フレーム 4 と、背面フレーム 5 と、フレーム 2, 3, 6 ~ 9, 20 ~ 22 と、バックプレート 16 と、受動回転軸 10 ~ 13, 24, 35 と、受け部 14 と、ベルト 15, 1

8, 26~28, 32と、ベルトホルダ17, 25, 30と、ユニバーサルジョイント23と、胸部ガイド29と、腰サポートベルト19と、コントロールボックス33と、ドライバ収容ボックス34と、横倒れ防止スプリング36と、角度調整機構37と、バッテリー収容ボックス38と、クッション39とを含んで構成される。

【0024】

なお、パワーアシスト用電動モータ1、腰フレーム4、フレーム2, 3, 6~9、受動回転軸10~13、受け部14、ベルト15, 18, 26~28, 32、ベルトホルダ17, 25, 30、ユニバーサルジョイント23、横倒れ防止スプリング36、および、ドライバ収容ボックス34は、装着者の左右両側にそれぞれ1つずつ設けられている。

【0025】

回転駆動部であるパワーアシスト用電動モータ1は、たとえば電動サーボモータによって構成される。パワーアシスト用電動モータ1は、上体および大腿部のパワーアシスト用、つまり上体および大腿部の動きを補助するための動力源として用いられる電動モータである。換言すると、パワーアシスト用電動モータ1は、股関節付近を支点とする上体および大腿部の回転をアシストするための動力を発生する。

【0026】

2つのパワーアシスト用電動モータ1は、装着者の左右両側であって、装着者の第3~第5腰椎付近の高さ位置に、その回転軸が、装着者の左右方向に延びる軸線(以下、「左右軸線」と称する)まわりに回転するように、次のようにしてそれぞれ取り付けられている。なお、重作業用アシストスーツ100の各部位と装着者との位置関係は、装着者が重作業用アシストスーツ100を装着したときの装着者に対する位置である。

【0027】

パワーアシスト用電動モータ1の回転軸は、腰部フレームであるメインフレームに対して、受動関節軸などを介することなく直接連結されている。ここで、メインフレームとは、腰椎周囲の背部である腰部における左右方向の中央部分を覆うように設けられる1つの背面フレーム5と、装着者における左右の両側部にそれぞれ設けられるフレーム2、フレーム3、および腰フレーム4とを含んで構成される部分であり、各パワーアシスト用電動モータ1の回転軸は、フレーム2, 3を介して、腰フレーム4の後述する他端部に対してそれぞれ固定されている。

【0028】

メインフレームは左右対称に構成されるため、以下では、一方側についてのみ説明することとする。腰フレーム4は、その一端部から他端部にわたって湾曲しながら、大略的にL字状を成すように延びる長尺の板状部材であり、その一端部が、装着者の第3~第5腰椎付近の高さ位置で、背面フレーム5の下端部に連結され、このとき、他端部が、装着者の腰部の側方に配置されるように形成されている。

【0029】

腰フレーム4の一端部には、その長手方向に沿って複数の調整穴が設けられ、同様に、背面フレーム5の下端部にも、左右方向に沿って複数の調整穴が設けられており、これらの調整穴を介して、腰フレーム4の一端部と背面フレーム5の下端部とが連結されるように構成されている。すなわち、メインフレームは、腰フレーム4および背面フレーム5それぞれに設けられた複数の調整穴による調整機構によって、左右方向の幅が調整可能であり、これにより、左右方向におけるメインフレームの幅を装着者の体型に合わせるができるようになっている。腰フレーム4および背面フレーム5に設けられた調整穴による調整機構は、腰部調整機構である。

【0030】

本実施形態では、腰フレーム4は、図1に示すように、背面フレーム5の下端部から上側へ傾斜して延びるように、背面フレーム5の下端部に取り付けられている。腰フレーム4の延在方向の水平方向に対する傾斜角度は、たとえば5度程度に設定されている。このように傾斜させることによって、メインフレームを装着者の腰部に装着させたときに、腰フレーム4を、装着者の骨盤の形状に沿うように設けることができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 1 】

上記のように腰フレーム 4 を傾斜させた場合、装着者の腰部の側方に配置される腰フレーム 4 の他端部では、その外側の表面が、下端よりも上端が内側、すなわち装着者側に位置するように、上下方向に対して傾斜した状態となる。したがって、腰フレーム 4 の他端部に対して、パワーアシスト用電動モータ 1 の回転軸を直接取り付けられた場合、その回転軸は、腰フレーム 4 の他端部の外側の表面に対して垂直な方向に延びるため、水平方向に対して傾斜してしまうこととなる。

【 0 0 3 2 】

そこで、本実施形態では、腰フレーム 4 の他端部の外側の表面に、楔状に形成されたフレーム 2 を取り付けられている。このフレーム 2 は、腰フレーム 4 の他端部に取り付けられたときに、腰フレーム 4 の他端部の外側の表面と面接触する傾斜面とは反対側の表面が、水平方向に対して垂直となるように形成されている。

【 0 0 3 3 】

そして、パワーアシスト用電動モータ 1 の回転軸は、腰フレーム 4 の他端部との間にフレーム 2 を挟むようにして、フレーム 2 に固定された平板状のフレーム 3 に対して固定されている。これにより、パワーアシスト用電動モータ 1 を、その回転軸が左右方向に沿って延びる姿勢で、腰フレーム 4 の他端部に対して取り付けることができる。

【 0 0 3 4 】

なお、各フレーム 2 の上端部には、ベルトホルダ 3 0 がそれぞれ取り付けられている。また、各腰フレーム 4 の他端部には、ベルトホルダ 1 7 がそれぞれ取り付けられ、各ベルトホルダ 1 7 には、ベルト 1 8 がそれぞれ取り付けられている。各ベルト 1 8 には、プラスチックバックルを構成する係脱可能な一対のバックル部の一方または他方が連結されており、さらに、各ベルト 1 8 は、ベルトホルダ 1 7 とバックル部との間のベルト長を調節可能に構成されている。

【 0 0 3 5 】

メインフレームは、適当なベルト長に調節された各ベルト 1 8 のバックル部同士を腹部の前方で係合させることによって、装着者の腰部に装着される。

【 0 0 3 6 】

本実施形態では、上記の構成を有するメインフレームの内側に、腰サポートベルト 1 9 が取り付けられている。腰サポートベルト 1 9 は、メインフレームの長手方向の寸法、すなわち一方の腰フレーム 4 の他端部から他方の腰フレーム 4 の他端部までの寸法よりも若干長尺に形成された、腰フレーム 4 よりも幅広の帯状の部材であり、メインフレームに沿って延びるように湾曲して形成された例えば樹脂材料から成る板状の芯材を、ウレタンフォーム等から成るクッション材で全体的に包囲することによって構成されている。

【 0 0 3 7 】

このような腰サポートベルト 1 9 が設けられることにより、各ベルト 1 8 のバックル部同士を係合させてメインフレームを装着者の腰部に装着したときに、クッション材が装着者の腰部にフィットすることで、腰サポートベルト 1 9 と装着者の腰部とが広い範囲で密着し、メインフレームを装着者の腰部に確実に固定することができる。これにより、重作業用アシストスーツ 1 0 0 を装着して作業を行う際に、重作業用アシストスーツ 1 0 0 が装着者の腰部からずり落ちることによって、装着者の肩付近に配置されるベルト 2 6 により肩付近が圧迫されることを防止することができる。

【 0 0 3 8 】

また、メインフレームと装着者との間に腰サポートベルト 1 9 が存在することにより、装着者の腰部とメインフレームとが直接接触することがなくなり、重作業用アシストスーツ 1 0 0 を装着したときの違和感を軽減させることができる。

【 0 0 3 9 】

なお、腰サポートベルト 1 9 における装着者側の表面部には、メッシュ材を設けることが好ましい。これにより、通気性が良好となり、汗を素早く蒸発させることができるので、発汗による不快感を軽減させることができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 0 】

図 2 に示すように、背面フレーム 5 の外側の表面には、後述する制御ユニット 1 1 0 が収容されるコントロールボックス 3 3 が取り付けられている。また、背面フレーム 5 の下端部には、その下端部から下方に延びるようにバックプレート 1 6 が取り付けられている。このバックプレート 1 6 の下部の外側の表面には、電源を供給するバッテリーユニット 1 6 0 が収容されるバッテリー収容ボックス 3 8 が取り付けられている。一方、バックプレート 1 6 の下部の内側の表面には、クッション 3 9 が取り付けられ、これにより、バックプレート 1 6 と装着者の臀部付近とが直接接触することを防止している。

【 0 0 4 1 】

また、バックプレート 1 6 の下部は、背面フレーム 5 の下端部に連結される上部に対して、装着者から離反する側へ屈曲して設けられ、これにより、バックプレート 1 6 が、上体を反らせる動作を阻害することを防止している。バックプレート 1 6 の屈曲角度は、たとえば 2 0 度程度に設定される。

【 0 0 4 2 】

各パワーアシスト用電動モータ 1 は、上記のように、その回転軸がメインフレームにおける各腰フレーム 4 の他端部に固定されているのに対し、その回転軸を軸線まわりに回転させるモータ本体が設けられる固定端側には、大腿部フレームである下肢アシストアームがそれぞれ連結されている。ここで、下肢アシストアームは、フレーム 6 ~ 9 および受動回転軸 1 0 ~ 1 2 を含んで構成される部分であり、各パワーアシスト用電動モータ 1 の固定端側は、この下肢アシストアームにおける各フレーム 6 の上部に対してそれぞれ固定されている。

【 0 0 4 3 】

フレーム 6 は、装着者の側部に沿って上下方向に延びるように設けられ、その上部には、前記のようにパワーアシスト用電動モータ 1 の固定端側が締結固定され、その下端部には、受動回転軸 1 0 を介して、短尺のフレーム 7 の上端部が装着者の前後方向に延びる軸線（以下、「前後軸線」と称する）まわりに回転自在に連結されている。また、フレーム 7 の下端部には、受動回転軸 1 1 を介して、短尺のフレーム 8 の上端部が前後軸線まわりに回転自在に連結され、さらに、フレーム 8 の下端部には、受動回転軸 1 2 を介して、フレーム 9 の上端部が前後軸線まわりに回転自在に連結されている。

【 0 0 4 4 】

すなわち、下肢アシストアームは、前後軸線まわりの回転自由度を有する 3 つの受動関節と 4 つのフレーム 6 ~ 9 とが交互に連結された多関節体から成っており、このような構成によって、装着者の股関節における下肢の前後軸線まわりの回転の自由度に対応している。

【 0 0 4 5 】

図 4 は、重作業用アシストスーツ 1 0 0 の装着者による開脚動作時の下肢アシストアームの作動状態を示す図である。図 4 に示すように、重作業用アシストスーツ 1 0 0 の装着者が開脚動作を行った場合、下肢アシストアームにおいて、フレーム 7 ~ 9 により構成される部分が、受動回転軸 1 0 を中心に、装着者の大腿部へ沿うようにフレーム 6 に対して回転する。このとき、その回転に伴ってフレーム 6 の下端部とフレーム 9 の上端部との間の距離が短縮する分を吸収するように、フレーム 8 が、受動回転軸 1 1 を中心にフレーム 7 に対して回転する。これにより、装着者の開脚動作が阻害されることを防止することができる。

【 0 0 4 6 】

なお、本実施形態では、下肢アシストアームとして、3 つの受動関節と 4 つのフレームとが交互に連結された多関節体を用いているが、このような構成に限らず、4 つ以上の受動関節を有する多関節体を用いてもよい。

【 0 0 4 7 】

下肢アシストアームにおいて最も下方に配置されるフレーム 9 の中央部には、後述するモータドライバユニット 1 2 0 が収容されたドライバ収容ボックス 3 4 が外方に突出する

ように取り付けられる。

【0048】

また、フレーム9の上部には、装着者の大腿部の付け根辺りに巻き付けるためのベルト32が取り付けられている。このベルト32を、装着者の大腿部の付け根辺りに巻き付けて締め付けることによって、装着者が開脚動作を行った際に、下肢アシストアームが装着者の大腿部から離れてしまうことによって、アシスト効果が減少してしまうことを防止することができる。

【0049】

さらに、フレーム9の下部には、装着者の大腿部を前方から部分的に覆う半円筒状の受け面を有する受け部14が、左右軸線まわりの回転の自由度に対応するための受動回転軸13を介して取り付けられている。大腿部連結部である受動回転軸13によって、腿当て片である受け部14が左右軸線まわりに回転動作することによって、装着者の大腿部の動作に対応して、適切な受け部14の角度を与えることができる。また、受け部14には、その両端部間にわたって、ベルト15が取り付けられており、このベルト15を大腿部の背部に巻き付けて締め付けることによって、受け部14を装着者の大腿部に固定するようになっている。

【0050】

この受け部14は、可撓性を有するように構成されている。ここで、可撓性とは、物体が柔軟であり、折り曲げることが可能である性質のことであり、伸縮性能を殆ど有していないものとする。本実施形態では、このような受け部14として、天然皮革および人工皮革を含む皮革材料によって形成されたものが用いられている。

【0051】

このように、受け部14を、可撓性を有するように構成することで、装着時における受け部14の、装着者の大腿部への密着性を高めることができ、これにより、装着感が良くなり、また、大腿部の動きを補助するための補助力を大腿部に面で作用させることができるので、重作業用アシストスーツ100と装着者との親和性を向上させることができる。また、受け部14を皮革材料で構成することにより、装置全体の重量を軽量化することができる。故に、装着時の身体への負担を軽減することができる。

【0052】

また、本実施形態では、受け部14における下端部に、円弧状に切り欠かれた切欠部14aが設けられている。このような切欠部14aを設けることによって、装着者が膝を曲げたときに、膝と受け部14とが干渉してしまうことを防止することができる。したがって、装着者は、違和感や不快感を感じることなく、膝を曲げ伸ばしすることができる。また、そのような干渉による密着性の低下を防止することができる。このような切欠部14aは、たとえば半径70mm程度の円弧で、受け部14における下端部を切欠くことによって形成される。

【0053】

また、本実施形態では、上記のように、モータドライバユニット120を、コントロールボックス33ではなく、ドライバ収容ボックス34に収容して下肢アシストアームに設けるように構成しているので、メインフレームに取り付けられるコントロールボックス33のサイズを小さくすることができ、コントロールボックス33のメインフレームから背面側への突出量を低減することができる。これにより、重作業用アシストスーツ100を装着したまま椅子などに腰をかける場合に、コントロールボックス33が外部の物体と接触しにくくことができ、装着者は、コントロールボックス33の存在を気にすることなく腰をかけることができる。また、外部の物体との接触によるコントロールボックス33の損傷を防止することができる。

【0054】

メインフレームにおける背面フレーム5の上端部には、上体連結部である上下連結ユニットが連結されている。ここで、上下連結ユニットは、第1連結片であるフレーム20と、第2連結片であるフレーム21とを含んで構成される部分である。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 5 】

フレーム 2 0 は、装着者の上下方向に延びる軸線（以下、「上下軸線」と称する）まわりの上体の回転の自由度に対応するための受動回転軸 3 5 を介して、背面フレーム 5 の上端部に連結されている。すなわち、フレーム 2 0 は、受動回転軸 3 5 によって、上下軸線まわりに回転自在に、背面フレーム 5 の上端部に連結されている。

【 0 0 5 6 】

フレーム 2 1 は、上体の前後軸線まわりの回転の自由度に対応するための受動回転軸 2 4 を介して、フレーム 2 0 に連結されている。すなわち、フレーム 2 1 は、受動回転軸 2 4 によって、前後軸線まわりに回転自在に、フレーム 2 1 に連結されている。

【 0 0 5 7 】

このような受動回転軸 2 4 , 3 5 を設けることによって、重作業用アシストスーツ 1 0 0 の装着者の上体の旋回運動と上体を左右方向に傾ける回転運動とが妨げられることを防止することができる。

【 0 0 5 8 】

また、フレーム 2 0 とフレーム 2 1 とは、一对の横倒れ防止スプリング 3 6 によって連結されている。この一对の横倒れ防止スプリング 3 6 は、受動回転軸 2 4 を介してフレーム 2 0 に連結されている部分、具体的には、フレーム 2 1 およびそれに連結される後述する上体アシストアームによって構成される部分が、受動回転軸 2 4 の軸線まわりに容易に回転してしまうことを防止する機能を有している。本実施形態では、このような一对の横倒れ防止スプリング 3 6 を設けることによって、装着者が単独で重作業用アシストスーツ 1 0 0 を装着する場合であっても、容易に装着できるようにしている。なお、この一对の横倒れ防止スプリング 3 6 は、重作業用アシストスーツ 1 0 0 の装着者によって行われる上体を左右方向に傾ける回転運動を妨げることがないように設計されている。

【 0 0 5 9 】

本実施形態では、上下連結ユニットは、フレーム 2 0 とフレーム 2 1 との連結部が、背面フレーム 5 の上端部とフレーム 2 0 との連結部よりも装着者からより離れた位置に設けられるように構成されている。これにより、重作業用アシストスーツ 1 0 0 を装着して作業を行う際に、フレーム 2 0 とフレーム 2 1 との連結部が、装着者の背中に当たってしまうことを確実に防止することができる。

【 0 0 6 0 】

上下連結ユニットにおけるフレーム 2 1 には、上体アシストアームが連結される。ここで、上体アシストアームは、フレーム 2 2 と、ユニバーサルジョイント 2 3 と、ベルトホルダ 2 5 と、ベルト 2 6 ~ 2 8 と、胸部ガイド 2 9 とを含んで構成される部分であり、上下連結ユニットにおけるフレーム 2 1 には、上体アシストアームにおけるフレーム 2 2 が連結されている。

【 0 0 6 1 】

上体フレームであるフレーム 2 2 は、円柱状の金属材料を略 U 字状と成るように曲げ加工して形成される部材であり、直線状に延びる第 1 直線部分と、第 1 直線部分における各端部に連なり、円弧状に湾曲しながら延びる一对の湾曲部分と、各湾曲部分において、第 1 直線部分に連なる側とは反対側の端部にそれぞれ連なり、互いに平行に、直線状に延びる一对の第 2 直線部分とを有し、第 1 直線部分の長手方向の中心を含み、その軸線に垂直な仮想平面に関して、面対称に形成されている。また、各湾曲部分は、第 1 直線部分の軸線と、第 2 直線部分の軸線とが略垂直に交わるように延設されている。

【 0 0 6 2 】

上下連結ユニットにおけるフレーム 2 1 には、フレーム 2 2 における第 1 直線部分の中心部が連結される。そして、この連結部には、第 1 直線部分をフレーム 2 1 に対して締結固定するためのクランプ機構を有する角度調整機構 3 7 が設けられている。なお、このクランプ機構は、手動操作可能に構成されている。

【 0 0 6 3 】

これにより、重作業用アシストスーツ 1 0 0 を装着しようとする者は、この角度調整機

10

20

30

40

50

構 3 7 を手動操作することによって、第 1 直線部分の軸線を回転中心として、装着時に
ける上体アシストアームの上下方向に対する傾斜角度（図 2 参照）を、自身の体型に合
わせて調整して固定できるようになっている。

【 0 0 6 4 】

フレーム 2 2 における一对の第 2 直線部分は、装着時に、装着者の胸部の側方において
、背中側から前方へ延設される部分であり、湾曲部分に連なる側とは反対側の各端部には
、ユニバーサルジョイント 2 3 を介して、ベルトホルダ 2 5 がそれぞれ取り付けられてい
る。

【 0 0 6 5 】

胸当て片である胸部ガイド 2 9 は、大略的に横長の矩形状に形成され、可撓性を有する
ように構成されている。ここで、可撓性とは、物体が柔軟であり、折り曲げることが可能
である性質のことであり、伸縮性能を殆ど有していないものとする。本実施形態では、こ
のような胸部ガイド 2 9 として、天然皮革および人工皮革を含む皮革材料によって形成さ
れたものが用いられている。胸部ガイド 2 9 のサイズは、標準的な体型の成人男性および
女性の体型に合わせるために、たとえば、縦方向寸法（上下方向寸法）が 1 7 0 mm、横
方向寸法（左右方向寸法）が 2 0 0 mm に設定されている。

【 0 0 6 6 】

なお、本実施形態では、胸部ガイド 2 9 および前記受け部 1 4 は、皮革材料によって形
成されているが、可撓性を有するように構成可能な材料であればよく、たとえば FRP や
0 . 5 mm 厚未満のアルミニウムあるいはステンレス等から成る金属薄板が用いられても
よい。しかしながら、FRP の場合には、割れてしまうおそれがあり、金属薄板の場合に
は、胸部の凹凸に十分に追従させることができないおそれがあることから、皮革材料を用
いるのが好ましい。

【 0 0 6 7 】

この胸部ガイド 2 9 は、装着状態において、装着者の胸部に取り付けられる部材であり
、図 1 および図 2 に示すように、一对のベルト 2 7 を介してフレーム 2 2 に連結される。
詳細には、胸部ガイド 2 9 における横方向の一方側の 2 つの隅部に、ベルトホルダ 2 5 に
形成されたベルト通し孔を挿通された一方のベルト 2 7 の一端部および他端部が、たと
えば縫着により、それぞれ固定される。他方のベルト 2 7 についても、胸部ガイド 2 9 にお
ける横方向の他方側の 2 つの隅部に、同様の方法で固定される。これにより、装着状態
において、各ベルト 2 7 は、胸部ガイド 2 9 の横方向の一方側あるいは他方側の一の隅部か
ら装着者の脇の下を通して延び、ベルトホルダ 2 5 で折り返されて、再び装着者の脇の下
を通して、胸部ガイド 2 9 の他の隅部まで延設されることとなる。なお、各ベルト 2 7 に
は、その一端部から他端部までのベルト長を調整するための図示しない伸縮調整機構が設
けられている。

【 0 0 6 8 】

本実施形態では、上記のように、ベルトホルダ 2 5 が、ユニバーサルジョイント 2 3 を
介して、フレーム 2 2 の端部に連結されているので、ベルト 2 7 を、適当なベルト長に調
節することによって、装着者の胸部に沿って隙間なくフィットさせることができる。

【 0 0 6 9 】

胸部ガイド 2 9 における 4 つの隅部のうちの上側に配置される 2 つの隅部には、一对の
ベルト 2 6 の各一端部が、たとえば縫着により、それぞれ固定される。一对のベルト 2 6
の各他端部は、フレーム 2 2 における第 1 の直線部分と各湾曲部分との接続部にそれぞれ
突設されたベルト固定部に、それぞれ固定される。これにより、装着状態において、各ベ
ルト 2 6 は、胸部ガイド 2 9 における上側の一方あるいは他方の隅部から装着者の肩を通
して背中側へ向かい、フレーム 2 2 の前記ベルト固定部まで延設されることとなる。なお
、各ベルト 2 6 は、その一端部とベルト固定部との間のベルト長を調整するための図示し
ない伸縮調整機構が設けられている。

【 0 0 7 0 】

また、胸部ガイド 2 9 における 4 つの隅部のうちの下側に配置される 2 つの隅部には、

一対のベルト 28 の各一端部が、たとえば縫着により、それぞれ固定される。一対のベルト 26 の各他端部は、各フレーム 2 の上端部に設けられたベルトホルダ 30 にそれぞれ取り付けられる。なお、各ベルト 28 は、その一端部とベルトホルダ 30 との間のベルト長を調整するための図示しない伸縮調整機構が設けられている。

【0071】

各ベルト 26 ~ 28 に設けられた伸縮調整機構を手動操作することによって、各ベルト 26 ~ 28 のベルト長を装着者の体型に合わせて調整することにより、胸部ガイド 29 を装着者の胸部における適所に密着させることができる。

【0072】

このように、本実施形態では、一対のベルト 26 と、胸部ガイド 29 と、一対のベルト 28 とによって、腰フレーム 4 の各一端部とフレーム 22 における各ベルト固定部との間にループがそれぞれ形成されることとなり、装着する際には、その各ループに両腕をそれぞれ通すことにより、一対のベルト 26 が両肩にそれぞれ掛けられる。これにより、装着状態では、重作業用アシストスーツ 100 は、装着者の肩に吊下げられた状態で保持されることとなる。すなわち、吊りベルトの構造を呈することとなる。本実施形態では、このような吊りベルトの構造を採用することにより、装着者が様々な動作を行った場合であっても、重作業用アシストスーツ 100 がずり落ちてしまわないようにされている。

【0073】

本実施形態によれば、胸部ガイド 29 を、可撓性を有するように構成することで、装着時における胸部ガイド 29 の、装着者の胸部への密着性を高めることができる。これにより、装着感が良くなり、また、上体の動きを補助するための補助力を胸部に面で作用させることができるので、重作業用アシストスーツ 100 と装着者との親和性を向上させることができる。また、胸部ガイド 29 を皮革材料で構成することにより、装置全体の重量を軽量化することができ、故に、装着時の身体への負担を軽減することができる。

【0074】

また、本実施形態では、胸部ガイド 29 の 4 つの隅部において、ベルト 26 ~ 28 が固定されているので、上体の動きを補助するための補助力を、胸部ガイド 29 を介して装着者の胸部に均等に付与させることができる。

【0075】

なお、本実施形態では、図 1 に示すように、胸部ガイド 29 は、その横方向の中央部に、縦方向に沿ってファスナ 31 が取り付けられ、左右に分離可能な構造になっている。したがって、このファスナ 31 を操作することにより、一対のベルト 26 ~ 28 と、胸部ガイド 29 とによって構成される部分が、左右に分割され、これにより、着脱性を向上させることができる。すなわち、前開きの衣類を着脱する場合と同様に、重作業用アシストスーツ 100 を容易に着脱することが可能となる。なお、胸部ガイド 29 を分離・結合するための部材としては、胸部ガイド 29 の可撓性を維持できるものであればよく、たとえば面ファスナが用いられてもよい。

【0076】

また、本実施形態では、図 1 に示すように、胸部ガイド 29 における上端部および下端部に、円弧状に切り欠かれた切欠部 29 a , 29 b が設けられている。このような切欠部 29 a , 29 b を設けることによって、装着者が上体を曲げた姿勢を取ったときに、首元と胸部ガイド 29 とが、および、みぞおちと胸部ガイド 29 とが干渉してしまうことを防止することができる。したがって、装着者は、違和感や不快感を感じることなく、上体を曲げ伸ばしすることができる。また、そのような干渉による密着性の低下を防止することができる。このような切欠部 29 a は、たとえば半径 65 mm 程度の円弧で、胸部ガイド 29 における上端部を切欠くことによって形成され、切欠部 29 b は、たとえば半径 75 mm 程度の円弧で、胸部ガイド 29 における下端部を切欠くことによって形成される。

【0077】

図 5 は、重作業用アシストスーツ 100 に含まれる制御機器の構成を示す図である。重作業用アシストスーツ 100 に含まれる制御機器は、制御ユニット 110 と、2 つのモーター

タドライバユニット120と、右足底ユニット130と、左足底ユニット140と、ハンディ端末装置（以下「ハンディ端末」という）150と、バッテリーユニット160と、右手スイッチユニット170と、左手スイッチユニット180とを含んで構成される。

【0078】

右足底ユニット130は、装着者の右側の靴底に装着され、左足底ユニット140は、装着者の左側の靴底に装着される。パラメータ入力部であるハンディ端末150は、携帯型の端末装置であり、装着者の右手あるいは左手によって保持されて操作される。ハンディ端末150は、たとえばスマートフォンによって実現される。右手スイッチユニット170は、手袋型に構成され、装着者の右手に装着される。また、左手スイッチユニット180は、手袋型に構成され、装着者の左手に装着される。

10

【0079】

制御ユニット110は、第1無線通信部111と、第2無線通信部112と、中央制御部113と、電源制御部114とを含んで構成される。第1無線通信部111は、無線による通信によって、右足底ユニット130、左足底ユニット140、右手スイッチユニット170、および左手スイッチユニット180と通信可能に構成され、これらのユニットと中央制御部113との情報の中継を行っている。第2無線通信部112は、無線による通信によって、ハンディ端末150と通信可能に構成され、ハンディ端末150と中央制御部113との情報の中継を行っている。中央制御部113は、有線による通信によって、各モータドライバユニット120と通信するように構成されている。電源制御部114は、バッテリーユニット160を制御する。なお、中央制御部113および電源制御部114は、CPUを含むコンピュータによって実現される。

20

【0080】

一方のモータドライバユニット120は、装着者の右側に装着されるパワーアシスト用電動モータ1を制御する右モータドライバ121を含んで構成され、他方のモータドライバユニット120は、装着者の左側に装着されるパワーアシスト用電動モータ1を制御する右モータドライバ122を含んで構成される。各モータドライバ121、122は、有線による通信によって、中央制御部113と通信し、中央制御部113からアシストに必要な出力トルク指令などの指令を受けるとともに、モータの位置情報などの情報を中央制御部113へ送っている。モータの位置情報は、パワーアシスト用電動モータ1の回転軸の回転角度を表す情報である。

30

【0081】

右足底ユニット130は、無線通信部131、電池132、爪先スイッチ（以下「SW」ともいう）133および踵SW134を含んで構成される。電池132は、充電可能な蓄電池であり、無線通信部131、爪先SW133および踵SW134に電力を供給する。無線通信部131は、爪先SW133および踵SW134の状態、すなわち、爪先SW133および踵SW134によって検出された検出結果を、第1無線通信部111を介して中央制御部113に送っている。

【0082】

爪先SW133は、装着者が装着する右側の靴の靴底部における爪先部分に配置され、予め定める値以上の荷重が爪先部に作用しているか否かを検出する。踵SW134は、装着者が装着する右側の靴の靴底部における踵部分に配置され、予め定める値以上の荷重が踵部に作用しているか否かを検出する。

40

【0083】

左足底ユニット40は、無線通信部141、電池142、爪先SW143および踵SW144を含んで構成される。無線通信部141、電池142、爪先SW143および踵SW144は、それぞれ無線通信部131、電池132、爪先SW133および踵SW134と同じ構成であり、重複を避けるために説明は省略する。爪先SW133、踵SW134、爪先SW143および踵SW144は、床反力検出部である。

【0084】

右手スイッチユニット170は、無線通信部171、電池172および手袋SW173

50

を含んで構成される。電池 172 は、充電可能な蓄電池であり、無線通信部 171 および手袋 SW 173 に電力を供給する。無線通信部 171 は、手袋 SW 173 の状態、すなわち、手袋 SW 173 によって検出された検出結果を、第 1 無線通信部 111 を介して中央制御部 113 に送っている。手袋 SW 173 は、装着者が装着する右側の手袋の指の掌側の部分に配置され、予め定める値以上の荷重がその部分に作用しているか否かを検出する。

【 0085 】

左手スイッチユニット 180 は、無線通信部 181、電池 182 および手袋 SW 183 を含んで構成される。無線通信部 181、電池 182 および手袋 SW 183 は、それぞれ無線通信部 171、電池 172 および手袋 SW 173 と同じ構成であり、重複を避けるために説明は省略する。手袋 SW 173 および手袋 SW 183 は、手指反力検出部である。

【 0086 】

ハンディ端末 150 は、重作業用アシストスーツ 100 の動作に必要な後述するパラメータを設定するために使用される。バッテリーユニット 160 は、バッテリー 161 を含んで構成される。バッテリーユニット 160 は、バッテリー 161 からの電力を制御ユニット 110 および各モータドライバユニット 120 に供給している。

【 0087 】

駆動制御部である中央制御部 113 は、第 1 無線通信部 111 から与えられる各スイッチの情報と、各モータドライバ 121、122 から与えられるモータの位置情報とに基づいて、アシストに必要な駆動トルクを計算し、各モータドライバ 121、122 へ出力トルク指令を送る。

【 0088 】

本実施形態では、図 5 に示すように、制御ユニット 110 に、2 つの無線通信部、すなわち、右足底ユニット 130、左足底ユニット 140、右手スイッチユニット 170、および左手スイッチユニット 180 と通信を行う第 1 無線通信部 111 と、ハンディ端末 150 と通信を行う第 2 無線通信部 112 とを備えることにより、通信速度が向上され、並列処理を行うことができる。

【 0089 】

図 6 は、回転トルク T の算出を説明するための図である。中央制御部 113 は、装着者の様々な作業姿勢にて体を動かすのに必要な回転トルク T を、パワーアシスト用電動モータ 1 の回転軸の回転角度を用いて力学的に算出することによって、アシストトルクを算出する。アシストトルクは、パワーアシスト用電動モータ 1 によって生成される駆動トルクである。

【 0090 】

中央制御部 113 は、まず股関節角度 θ を取得する。股関節角度 θ は、大腿部の回転角度、すなわち、鉛直線を基準とする角度である。中央制御部 113 は、各モータドライバ 121、122 から、左右の股関節角度 θ を取得する。

【 0091 】

脚部の質量を m_F [kg]、パワーアシスト用電動モータ 1 の回転軸から受動回転軸 13 までの距離を L_F [m] とすると、質量 m_F の脚部を動作させるのに必要な回転トルク T_F [N · m] は、計算式「 $T_F = L_F \cdot m_F \cdot g \cdot \sin(\theta)$ 」によって計算することができる。

【 0092 】

ただし、 g は、重力加速度である。 L_F および m_F は、比例定数であり、装着者によって決まる固定値である。中央制御部 113 は、これらの値をパラメータとして予め設定しておくことによって、アシストトルクを算出している。パラメータは、ハンディ端末 150 を使用して設定することができる。

【 0093 】

このように、本実施形態に係る重作業用アシストスーツ 100 は、装着者の様々な作業姿勢で体を動かすのに必要な回転トルク T を、筋肉を動かそうとした時に筋肉に流れる微

10

20

30

40

50

弱な表面筋電位信号を用いることなく、股関節角度 から力学的に算出することによってアシストトルクを算出するので、表面筋電位センサを装着する煩わしさをなくすることができる。

【 0 0 9 4 】

また、重作業用アシストスーツ 1 0 0 は、予め設定された動作パターンの再生方式ではなく、装着者の様々な作業姿勢で体を動かすのに必要な回転トルク T を力学的に算出し、アシストする比率を乗じてアシストトルクを算出するので、動作の切り替わり時に不連続になることがない。

【 0 0 9 5 】

ここで、ハンディ端末 1 5 0 を使用して設定されるパラメータを下記の表 1 に示す。パラメータ No 「 0 1 」 ~ 「 0 7 」 は、遊脚側の歩行制御パラメータであり、パラメータ No 「 1 1 」 ~ 「 1 3 」 は、保持脚側の歩行制御パラメータである。遊脚は、地に着いていない方の脚であり、保持脚は、地に着いている方の脚である。歩行制御パラメータは、歩行動作をアシストするためのパラメータである。 10

【 0 0 9 6 】

パラメータ No 「 2 1 」 ~ 「 2 5 」 は、上体制御パラメータである。上体制御パラメータは、上体の動作をアシストするためのパラメータである。パラメータ No 「 3 1 」 ~ 「 3 5 」 は、中腰制御パラメータである。中腰制御パラメータは、中腰の動作をアシストするためのパラメータである。パラメータ No 「 4 1 」 ~ 「 4 5 」 は、ティーチングパラメータである。ハンディ端末 1 5 0 は、これらのパラメータを記憶する記憶領域を有している。 20

【 0 0 9 7 】

【表 1】

No	パラメータ名	初期値	値の範囲
歩行（遊脚）制御パラメータ			
01	保持最大[%]	70	1～100
02	比例範囲[°]	50	1～90
03	加速時間[0.1sec]	10	1～20
04	戻り角度[°]	40	1～90
05	戻り出力[%]	30	1～100
06	不感帯[°]	5	1～50
07	増加割合[%/0.1s]	10	1～50
歩行（保持脚）制御パラメータ			
11	保持最大[%]	50	1～100
12	比例範囲[°]	30	1～90
13	不感帯[°]	5	1～50
上体制御パラメータ			
21	保持最大[%]	70	1～100
22	比例範囲[°]	70	1～90
23	加速時間[0.1sec]	10	1～20
24	不感帯[°]	10	1～50
25	増加割合[%/0.1s]	10	1～50
中腰制御パラメータ			
31	保持最大[%]	50	1～100
32	比例範囲[°]	60	1～90
33	待ち時間[0.1sec]	10	1～20
34	不感帯[°]	10	1～50
35	増加割合[%/0.1s]	10	1～50
ティーチングパラメータ			
41	屈曲側[° /0.1s]	10	1～36
42	伸展側[° /0.1s]	10	1～36
43	一定時間[0.1s]	15	1～20
44	増加[0.1s]	15	1～100
45	減少[0.1s]	5	1～100

【0098】

図7は、重作業用アシストスーツ100で実行されるアシストスーツ制御処理の処理手順を示すフローチャートである。アシストスーツ制御処理は、電源起動シーケンス処理、パラメータ書換えシーケンス処理、姿勢情報入力シーケンス処理および股関節制御シーケンス処理の4つの処理で構成されている。中央制御部113は、重作業用アシストスーツ100の電源が投入されてパワーアシスト用電動モータ1を除く部位への電力の供給が開始され、動作可能状態になると、ステップA11に移る。

40

【0099】

ステップA11では、中央制御部113は、電源起動シーケンス処理を実行する。具体的には、中央制御部113は、ハンディ端末150から送信されるアシストに必要なパラメータの受信完了を待っている。中央制御部113は、アシストに必要なパラメータの受信完了後、装着者が直立している直立状態での各大腿部の回転角度の初期化を行い、パワーアシスト用電動モータ1用の電源をオンする。

50

【 0 1 0 0 】

ただし、アシストに必要なパラメータが既に受信されている場合は、ハンディ端末 1 5 0 からの送信を待たずに、一定時間経過後受信済みのパラメータを使って装着者が直立している直立状態での各大腿部の回転角度の初期化を行い、パワーアシスト用電動モータ 1 用の電源をオンする。このことにより、ハンディ端末 1 5 0 が無くても電源起動を可能としている。

【 0 1 0 1 】

ステップ A 1 2 では、中央制御部 1 1 3 は、パラメータ書換えシーケンス処理を実行する。アシストに必要なパラメータは、装着者の持っているハンディ端末 1 5 0 から適宜送られてくる。アシストスーツ制御処理は、このパラメータの更新を常時実行できるようにするために、パラメータ書換えシーケンス処理をメインループ内で行っている。メインループは、ステップ A 1 2 ~ A 1 4 によって形成される処理手順のループである。

【 0 1 0 2 】

ステップ A 1 3 では、中央制御部 1 1 3 は、姿勢情報入力シーケンス処理を実行する。姿勢情報入力シーケンス処理は、装着者の姿勢に関するデータを取得する処理である。

【 0 1 0 3 】

ステップ A 1 4 では、中央制御部 1 1 3 は、股関節制御シーケンス処理を実行して、ステップ A 1 2 に戻る。股関節制御シーケンス処理は、ステップ A 1 3 で取得されたデータに基づいて、歩行動作、上体動作および中腰動作の各動作に対するパワーアシスト用電動モータ 1 による駆動に必要なアシストトルクを計算して出力する処理である。

【 0 1 0 4 】

中央制御部 1 1 3 は、メインループを 2 0 m S 間隔で実行しており、重作業用アシストスーツ 1 0 0 は、装着者へのスムーズなアシストを実現している。中央制御部 1 1 3 は、アシストを開始する前、数秒間で装着者の動作を判断し、判断後アシストトルクを出力する。重作業用アシストスーツ 1 0 0 は、健常者のアシストを目的としており、動作の開始時に数秒間アシストがなくても、実用上支障はない。

【 0 1 0 5 】

図 8 は、パラメータ書換えシーケンス処理の処理手順を示すフローチャートである。パラメータの更新には、手動での入力による更新と、ティーチングモードでの入力による更新とがある。中央制御部 1 1 3 は、図 7 に示したステップ A 1 2 が実行されると、ステップ B 1 1 に移る。

【 0 1 0 6 】

ステップ B 1 1 では、中央制御部 1 1 3 は、ハンディ端末 1 5 0 から受信した情報に基づいてティーチングモードであるか否かを判定している。中央制御部 1 1 3 は、ティーチングモードであるとき、ステップ B 1 2 に進み、ティーチングモードでないとき、ステップ B 1 5 に進む。

【 0 1 0 7 】

ステップ B 1 2 では、中央制御部 1 1 3 は、アシストをオフする。中央制御部 1 1 3 は、アシストがオフの間、パワーアシスト用電動モータ 1 によるアシストを停止し、図 7 に示したステップ A 1 3 の姿勢情報入力シーケンス処理およびステップ A 1 4 の股関節制御シーケンス処理を実行することなく、ステップ A 1 2 に戻る。

【 0 1 0 8 】

ステップ B 1 3 では、中央制御部 1 1 3 は、各モータドライバ 1 2 1 , 1 2 2 から送られてくる左右の股関節角度、右足底ユニット 1 3 0 から送られてくる爪先 S W 1 3 3 および踵 S W 1 3 4 による検出結果、および左足底ユニット 1 4 0 から送られてくる爪先 S W 1 4 3 および踵 S W 1 4 4 による検出結果に基づいて、装着者による歩行動作、上体動作および中腰動作の各動作を解析することによって、装着者が意図する動作を判断するために必要なパラメータを生成する。生成されたパラメータのうち、ティーチングパラメータのパラメータ No 「 4 1 」 ~ 「 4 5 」 は、この動作解析によって得られる。

【 0 1 0 9 】

10

20

30

40

50

ステップ B 1 4 では、中央制御部 1 1 3 は、生成したパラメータをハンディ端末 1 5 0 に送信して、パラメータ書換えシーケンス処理を終了する。ハンディ端末 1 5 0 に送信されたパラメータは、ハンディ端末 1 5 0 で装着者によって確認される。確認されたパラメータは、ハンディ端末 1 5 0 に再送信することによって有効になる。

【 0 1 1 0 】

ステップ B 1 5 では、中央制御部 1 1 3 は、ハンディ端末 1 5 0 からパラメータを受信し、受信したパラメータを設定する。ステップ B 1 6 では、中央制御部 1 1 3 は、アシストをオンして、パラメータ書換えシーケンス処理を終了する。パラメータを更新した後にアシストをオンしているのは、装着者の安全を確保するためである。

【 0 1 1 1 】

図 9 は、姿勢情報入力シーケンス処理の処理手順を示すフローチャートである。中央制御部 1 1 3 は、図 7 に示したステップ A 1 3 が実行されると、ステップ C 1 1 に移る。

【 0 1 1 2 】

ステップ C 1 1 では、中央制御部 1 1 3 は、床反力スイッチを読み込み、床反力の有無を検出する。床反力スイッチは、右足底ユニット 1 3 0 の爪先 S W 1 3 3 および踵 S W 1 3 4、ならびに、左足底ユニット 1 4 0 の爪先 S W 1 4 3 および踵 S W 1 4 4 である。具体的には、中央制御部 1 1 3 は、爪先 S W 1 3 3 および踵 S W 1 3 4 の検出結果を右足底ユニット 1 3 0 から受信し、爪先 S W 1 4 3 および踵 S W 1 4 4 の検出結果を左足底ユニット 1 4 0 から受信する。

【 0 1 1 3 】

ステップ C 1 2 では、中央制御部 1 1 3 は、モータエンコーダの角度を読み込む。具体的には、中央制御部 1 1 3 は、パワーアシスト用電動モータ 1 に含まれるエンコーダから、パワーアシスト用電動モータ 1 の回転軸の回転角度、つまり股関節角度 を、各モータドライバ 1 2 1 , 1 2 2 を介して読み込む。ステップ C 1 3 では、中央制御部 1 1 3 は、股関節角速度、つまりパワーアシスト用電動モータ 1 の回転軸の回転角度の角速度を計算して、姿勢情報入力シーケンス処理を終了する。パワーアシスト用電動モータ 1 に含まれるエンコーダは、角度検出部である。

【 0 1 1 4 】

図 1 0 は、股関節制御シーケンス処理の処理手順を示すフローチャートである。ステップ D 1 1 , D 1 2 は、歩行動作に対する処理である。ステップ D 1 3 , D 1 4 は、上体動作に対する処理である。ステップ D 1 5 , D 1 6 は、中腰動作に対する処理である。歩行動作に対する処理、上体動作に対する処理および中腰動作に対する処理は、並列に処理される。中央制御部 1 1 3 は、図 7 に示したステップ A 1 4 が実行されると、ステップ D 1 1 , D 1 3 , D 1 5 に移る。

【 0 1 1 5 】

ステップ D 1 1 では、中央制御部 1 1 3 は、歩行判断を行う。具体的には、中央制御部 1 1 3 は、股関節角度 および床反力に基づいて、歩行動作を行っているか否かを判断する。ステップ D 1 2 では、中央制御部 1 1 3 は、歩行制御を行う。具体的には、中央制御部 1 1 3 は、歩行動作を行っているとき、時々刻々変化する股関節角度 および床反力に基づいて、歩行動作をアシストするための遊脚側のアシストトルクおよび保持脚側のアシストトルクを計算する。

【 0 1 1 6 】

ステップ D 1 3 では、中央制御部 1 1 3 は、上体判断を行う。具体的には、中央制御部 1 1 3 は、股関節角度 および床反力に基づいて、上体動作を行っているか否かを判断する。上体動作は、上体を曲げ、次に上体を起こす動作である。ステップ D 1 4 では、中央制御部 1 1 3 は、上体制御を行う。具体的には、中央制御部 1 1 3 は、上体動作を行っているとき、上体動作をアシストするためのアシストトルクを計算する。中央制御部 1 1 3 は、両脚に必要な、股関節角度 に比例したアシストトルクを算出する。

【 0 1 1 7 】

ステップ D 1 5 では、中央制御部 1 1 3 は、中腰判断を行う。具体的には、中央制御部

10

20

30

40

50

113は、股関節角度 および床反力に基づいて、中腰動作を行っているか否かを判断する。中腰動作は、中腰姿勢での動作である。ステップD16では、中央制御部113は、中腰制御を行う。具体的には、中央制御部113は、中腰動作を行っているとき、中腰動作をアシストするためのアシストトルクを計算する。中央制御部113は、両脚に必要な、股関節角度 に比例したアシストトルクを算出する。ステップD11～D16は、算出ステップである。

【0118】

ステップD17では、中央制御部113は、歩行制御、上体制御および中腰制御に関して予め設定された優先順位に従って判定を行い、駆動ステップであるステップD18で、中央制御部113は、前記優先順位に従って、算出したアシストトルクを出力するように、各モータドライバ121, 122を制御して、パワーアシスト用電動モータ1を駆動させて、股関節制御シーケンス処理を終了する。

【0119】

なお、本実施形態では、上体制御の優先度が最も高く、中腰制御の優先度がそれに続き、歩行制御の優先度が最も低くなるように予め設定されている。この優先順位は、特に農作業をアシストするために定められたものであるが、歩行制御、上体制御および中腰制御の優先順位は、必要に応じて、適宜設定変更することができる。

【0120】

このように、本実施形態では、歩行制御、上体制御および中腰制御に関して優先順位を予め設定しておくことにより、装着者側ではなく、中央制御部113において動作を推定して、歩行制御、上体制御および中腰制御が混ざらないように明確に切り分けられている。

【0121】

図11は、歩行判断処理の処理手順を示すフローチャートである。歩行判断処理では、ステップE11～E20の手順によって、装着者の姿勢情報のうち、股関節角度 と床反力スイッチの変化に基づいて、停止状態から歩行への移行割合を算出している。中央制御部113は、図10に示したステップD11が実行されると、ステップE11, E15に移る。

【0122】

ステップE11では、中央制御部113は、股関節角度 を微分する。ステップE12では、中央制御部113は、その角速度を計算する。つまり、中央制御部113は、ステップE11で股関節角度 を微分した値を股関節角速度とする。ステップE13では、中央制御部113は、歩行判断ポイントを左右の足について検出し、ステップE14では、中央制御部113は、股関節角速度が歩行状態になっているか否かを判断し、股関節角速度が歩行状態になっているとき、その股関節角速度の発生点を歩行判断ポイントとする。具体的には、股関節角速度が、「屈曲側」のパラメータ41を越えた点を「屈曲開始点」、「伸展側」のパラメータ42を越えた点を「伸展開始点」とし、越えた時点で歩行状態になったと判断している。

【0123】

また、ステップE15では、中央制御部113は、装着者の床反力データに基づいて足の接地状態を計算し、ステップE16では、中央制御部113は、接地状態の変化点を求め、ステップE17では、中央制御部113は、接地状態が歩行状態になっているかを判断し、接地判断ポイントとしている。屈曲判断ポイントと接地判断ポイントを合わせて歩行判断ポイントとする。

【0124】

ステップE18では、中央制御部113は、歩行判断ポイントで時間積算タイマをクリアする。時間積算タイマは、中央制御部113に内蔵されるタイマであり、電源オンから、クリアされるまで積算を続けるタイマである。時間積算タイマは、歩行判断ポイントでクリアされるので、時間積算タイマの積算値は一定値以上に大きくならないことになる。したがって、中央制御部113は、時間積算タイマの積算値に基づいて、歩行しているか

否かの判断が可能となる。

【 0 1 2 5 】

ステップ E 1 9 では、中央制御部 1 1 3 は、時間積算タイマ値、つまり時間積算タイマの積算値に基づいて歩行継続を判断する。すなわち、中央制御部 1 1 3 は、歩行判断ポイントから再び歩行判断ポイントに戻るまでの時間積算タイマ値によって、歩行が継続しているか否かを判断する。ステップ E 2 0 では、中央制御部 1 1 3 は、歩行判断割合を計算して、歩行判断処理を終了する。

【 0 1 2 6 】

歩行割合（％）は、前記一定値をパラメータ N o 「 4 3 」の「一定時間」とし、積算値の上限をパラメータ N o 「 4 4 」の「増加」とすると、式（ 1 ）によって、歩行判断の度合いを「歩行割合」として求めることができる。

【 0 1 2 7 】

（数 1 ）

歩行割合（％）＝（時間積算タイマの積算値）÷（「増加」 4 4 ）× 1 0 0
歩行割合（％）は、パラメータ N o 「 4 4 」の「増加」の時間で 0 ％から 1 0 0 ％へ変化することになる。

【 0 1 2 8 】

歩行ポイントの無い状態が続くと、積算値がパラメータ N o 「 4 3 」の「一定時間」以上になる。このときは、歩行していないと判断することができる。このときは「歩行割合」を減少させて、歩行の判断度合いを 0 ％に移行させる。パラメータ N o 「 4 5 」の「減少」の時間で 1 0 0 ％から 0 ％へ変化することになる。

【 0 1 2 9 】

図 1 2 は、歩行制御処理の処理手順を示すフローチャートである。歩行制御処理では、装着者の姿勢情報の内、時々刻々変化する股関節角度 と床反力の有無を基に、歩行時に必要とされる遊脚側トルクと保持脚側トルクを計算している。中央制御部 1 1 3 は、図 1 0 に示したステップ D 1 2 が実行されると、ステップ F 1 1 に移る。

【 0 1 3 0 】

ステップ F 1 1 では、中央制御部 1 1 3 は、アシスト開始を検出する。具体的には、中央制御部 1 1 3 は、遊脚側の脚が歩行判断ポイントに位置付いたことを検出する。ステップ F 1 2 では、中央制御部 1 1 3 は、遊脚側のアシストトルクを計算する。ステップ F 1 3 では、中央制御部 1 1 3 は、保持脚側のアシストトルクを計算する。ステップ F 1 4 では、中央制御部 1 1 3 は、歩行割合による補正を行うことで、歩行アシストトルクを算出する。

【 0 1 3 1 】

図 1 3 は、遊脚側のアシストトルクの計算処理の処理手順を示すフローチャートである。中央制御部 1 1 3 は、図 1 2 に示したステップ F 1 2 が実行されると、ステップ F 2 1 に移る。

【 0 1 3 2 】

ステップ F 2 1 では、中央制御部 1 1 3 は、遊脚であるか否かを判断し、遊脚であると判断された場合には、ステップ F 2 2 に進み、股関節角度 を読み込む。遊脚でないと判断された場合には、当該計算処理を終了する。遊脚であると判断された場合には、歩行シーケンスが、「振上開始」「振上中」「振下開始」「振下中」と順次実行され、振下完了で終了する。

【 0 1 3 3 】

踵 S W が足の浮きを検出すると足の「振上開始」と判断され、パラメータ N o 「 0 1 」の「保持最大」トルクが、ステップ F 2 3 にて振上側にパラメータ N o 「 0 3 」の「加速時間」出力される。加速時間経過後も振上げ動作が続く場合は「振上中」と判断され、パラメータ N o 「 0 1 」の「保持最大」・パラメータ N o 「 0 2 」の「比例範囲」を基に、ステップ F 2 2 にて読み込んだ股関節角度 に比例した振上側へのアシストトルクが出力される（ステップ F 2 4 ）。股関節角度 がパラメータ N o 「 0 4 」の「戻り角度」以上

に到達すると「振下開始」と判断され、「振下中」も含めて、振下方向にパラメータNo「04」の「戻り角度」・パラメータNo「05」の「戻り出力」を基に、股関節角度に比例したアシストトルクが出力される（ステップF25）。ただし、パラメータNo「13」の「不感帯」内ではトルクを切っている。また、急激なトルク変化が装着者の負担とならないよう、ステップF26にてパラメータNo「07」の「増加割合」によって出力トルクの出方を加減している。

【0134】

図14は、保持脚側のアシストトルクの計算処理の処理手順を示すフローチャートである。中央制御部113は、図12に示したステップF13が実行されると、ステップF31に移る。

10

【0135】

ステップF31では、中央制御部113は、保持脚であるか否かを判断し、保持脚であると判断された場合には、ステップF32に進み、保持脚でないと判断された場合には、当該計算処理を終了する。保持脚であると判断された場合には、直立姿勢を保持するためのトルクを出力する。

【0136】

ステップF32で、中央制御部113は、股関節角度を読み込み、ステップF33で、中央制御部113は、パラメータNo「11」の「保持最大」・パラメータNo「12」の「比例範囲」を基に、股関節角度に比例した保持トルクを計算する。ただし、パラメータNo「13」の「不感帯」内ではトルクを切っている。また、急激なトルク変化が装着者の負担とならないよう、ステップF34にてパラメータNo「07」の「増加割合」によるトルクの加減を行って出力している。

20

【0137】

図15は、上体判断処理の処理手順を示すフローチャートである。上体判断処理では、装着者の姿勢情報を使って、股関節を曲げ、次に上体を起こそうとしているかどうかを判断している。中央制御部113は、図10に示したステップD13が実行されると、ステップG11に移る。

【0138】

ステップG11で、中央制御部113は、股関節角速度を読込む。ステップG12で、中央制御部113は、上体曲げ動作開始ポイントを検出する。具体的には、ステップG11で計算した股関節角速度がパラメータNo「41」の「屈曲側」を越えた位置を検出し、その位置を上体曲げ動作開始ポイントとする。ステップG13で、中央制御部113は、開始スイッチの検出を待ち、スイッチのONが検出されると上体制御出力を開始し、パラメータNo「24」の「不感帯」内に戻った段階で上体制御を終了している（ステップG14～G16）。

30

【0139】

図16は、上体制御処理の処理手順を示すフローチャートである。中央制御部113は、図10に示したステップD14が実行されると、ステップH11に移る。ステップH11では、中央制御部113は、両脚に必要な、股関節角度に比例したアシストトルクを算出している。上体制御開始直後のパラメータNo「23」の「加速時間」内では、パラメータNo「21」の「保持最大」・パラメータNo「22」の「比例範囲」を基に、開始時の股関節角度に比例した最大トルクを出力し（ステップH12）、加速時間後は股関節角度に応じたトルクを設定している（ステップH13）。ただし、急激なトルク変化が装着者の負担とならないよう、ステップH14でパラメータNo「25」の「増加割合」によって出力トルクの出方を加減している。

40

【0140】

図17は、中腰判断処理の処理手順を示すフローチャートである。中腰判断処理では、装着者の姿勢情報を使って中腰姿勢を判断している。中央制御部113は、図10に示したステップD15が実行されると、ステップK11に移る。

【0141】

50

ステップK 1 1で、中央制御部 1 1 3は、股関節角速度を読み込む。ステップK 1 2で、中央制御部 1 1 3は、中腰動作開始ポイントを検出する。具体的には、ステップK 1 1で計算した股関節角速度がパラメータNo「4 1」の「屈曲側」を越えた位置を検出し、その位置を中腰動作開始ポイントとする。パラメータNo「3 3」の「待ち時間」経過後も「上体制御」が始まらない場合を中腰制御開始と判断し、パラメータNo「3 4」の「不感帯」が検出されるまで、中腰制御をおこなっている（ステップK 1 3～K 1 5）。

【0 1 4 2】

図1 8は、中腰制御処理の処理手順を示すフローチャートである。中央制御部 1 1 3は、図1 0に示したステップD 1 6が実行されると、ステップL 1 1に移る。ステップL 1 1では、両脚に必要な、股関節角度 に比例したアシストトルクを算出している。

10

【0 1 4 3】

中腰開始後は、パラメータNo「3 1」の「保持最大」・パラメータNo「3 2」の「比例範囲」を基に、ステップL 1 1で開始時の股関節角度 から中腰保持に必要なトルクを計算している。ただし、急激なトルク変化が装着者の負担とならないよう、ステップL 1 2でパラメータNo「3 5」の「増加割合」によって出力トルクの出方を加減している。

【0 1 4 4】

重作業用アシストスーツ1 0 0は、腰椎についてパワーアシストするために、パワーアシスト用電動モータ1を股関節の左右両サイドに配置されている。パワーアシスト用電動モータ1は、バックドライアブルとするため、すなわち、装着者側から駆動機器を動かすことができるようにするため、パワーアシスト用電動モータ1に付加される減速機の減速比を1 / 1 0 0程度の減速比にして、装着者が出せる以上の力を出せないようにパワーアシスト用電動モータ1の出力を制限し、抗重力方向に十分なアシスト力を確保している。

20

【0 1 4 5】

このように、重作業用アシストスーツ1 0 0は、使用しているパワーアシスト用電動モータ1をバックドライアブルとするため、パワーアシスト用電動モータ1に付加する減速機の減速比を1 / 1 0 0程度の低減速比にして、装着者が出せる以上の力を出せないようにパワーアシスト用電動モータ1の出力を制限しているのので、装着者の安全を確保することができる。

【0 1 4 6】

重作業用アシストスーツ1 0 0は、パワーアシスト用電動モータ1を取り付けているアシスト機構として、アシスト方向以外の装着者の動作を妨げないように受動回転軸1 0 ~ 1 3 , 2 4 , 3 5、すなわち駆動機器を取りつけない回転軸を、対象とする装着者の関節の外側周囲に配置している。

30

【0 1 4 7】

このように、重作業用アシストスーツ1 0 0は、アシスト方向以外の装着者の動作を妨げないように受動回転軸1 0 ~ 1 3 , 2 4 , 3 5を、対象とする装着者の関節の外側周囲に配置しているのので、装着者の動作を拘束することがない。

【0 1 4 8】

また、重作業用アシストスーツ1 0 0は、重量物を持ち上げて運搬する作業において、腰椎と股関節とを同時にパワーアシストすることができる機構および制御となっている。重作業用アシストスーツ1 0 0は、腰痛を防ぐために、腰椎をパワーアシストし、かつ歩行を補助するために、股関節をパワーアシストする。このように、重作業用アシストスーツ1 0 0は、腰痛を防ぎつつ歩行を補助するために、腰椎と股関節とを同時にパワーアシストすることができる。

40

【0 1 4 9】

また、重作業用アシストスーツ1 0 0は、筋肉を動かそうとしたときに筋肉に流れる微弱な表面筋電位信号を用いずに、装着者の様々な作業姿勢で体を動かすのに必要な回転トルクなどを力学的に算出することによって、アシストトルクを算出するので、表面筋電位センサを装着するという煩わしさが無い。このように、重作業用アシストスーツ1 0 0は

50

、表面筋電位センサを装着するという煩わしさがなく、実用的である。

【0150】

また、重作業用アシストスーツ100は、動作パターンの再生方式ではなく、装着者の様々な作業姿勢で体を動かすのに必要なトルクなどを力学的に算出することによって、アシストトルクを算出するので、動作の切り換わり時に不連続になることがない。このように、重作業用アシストスーツ100は、数多くの動作パターンをデータベース化しておく必要がなく、動作の切り換わり時に不連続になることがない。

【0151】

また、バネ式やゴム式のパッシブ方式では、一方向にしかパワーアシストできないが、重作業用アシストスーツ100は、パワーアシスト用電動モータ1を用いたアクティブ方式であるので、双方向にアシストすることができる。

【0152】

このように、2つのパワーアシスト用電動モータ1は、装着者の股関節の左右方向両側近傍にそれぞれ配置され、装着者の上体および大腿部の動きに追従する方向に、上体および大腿部の動きを補助するための駆動トルクを発生する。上体フレームは、装着者の胸部および腰部に装着され、前記2つのパワーアシスト用電動モータ1を保持する。そして、2つの下肢アシストアームは、一端部がパワーアシスト用電動モータ1の固定側に固定され、他端部が大腿部の側部に装着される。したがって、重作業用アシストスーツ100は、少ない駆動源、すなわち腰部両側に設けられる2つのパワーアシスト用電動モータ1で重量物の持ち上げ動作および歩行動作を補助することができる。

【0153】

さらに、前記上体フレームは、上体アシストアームと、メインフレームと、上下連結ユニットとを含む。上体アシストアームは、装着者の胸部に装着される。メインフレームは、前記2つのパワーアシスト用電動モータ1を両端部でそれぞれ保持し、前記2つのパワーアシスト用電動モータ1間を装着者の腰部の背面に沿って延び、装着者の腰部に装着される。そして、上下連結ユニットは、上体アシストアームとメインフレームとを前後軸線および上下軸線まわりに回転自在に連結する。したがって、重作業用アシストスーツ100は、上体アシストアームとメインフレームとをそれぞれの端部の2箇所連結する場合よりも、上体の左右方向の動作および上体の回転動作を拘束することなく、重量物の持ち上げ動作および歩行動作を補助することができる。

【0154】

さらに、中央制御部113は、前記算出した駆動トルクを、装着者が前記2つのパワーアシスト用電動モータ1を逆方向に駆動することができる減速比以下の減速比に減少させて、前記2つのパワーアシスト用電動モータ1に発生させる。したがって、重作業用アシストスーツ100は、装着者の安全を確保することができる。

【符号の説明】

【0155】

- 1 パワーアシスト用電動モータ
- 2, 3, 6~9, 20~22 フレーム
- 4 腰フレーム
- 5 背面フレーム
- 10~13, 24, 35 受動回転軸
- 14 受け部
- 15, 18, 26~28, 32 ベルト
- 16 バックプレート
- 17, 25, 30 ベルトホルダ
- 19 腰サポートベルト
- 23 ユニバーサルジョイント
- 29 胸部ガイド
- 31 ファスナ

10

20

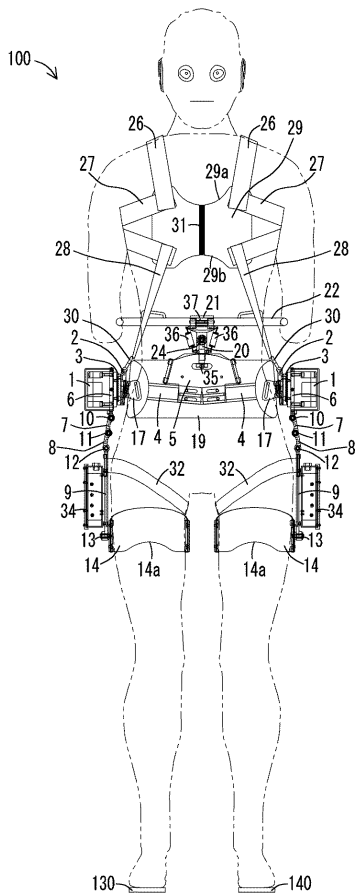
30

40

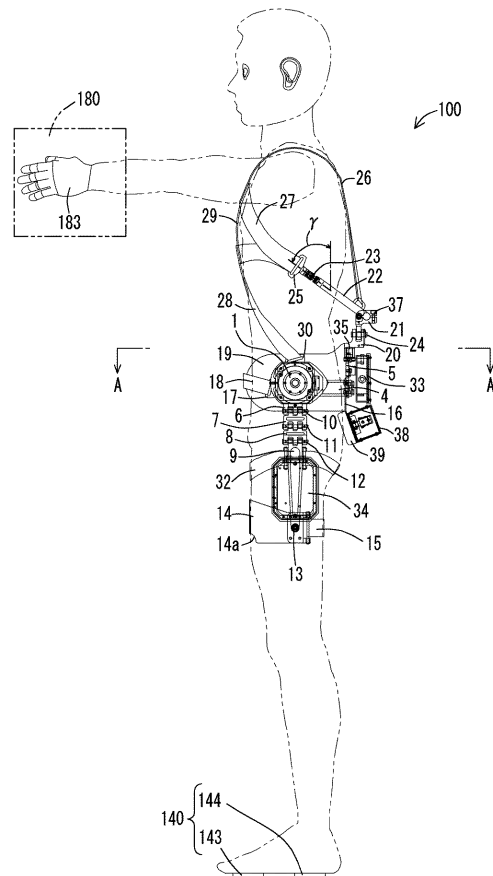
50

- 3 3 コントロールボックス
- 3 4 ドライバ収容ボックス
- 3 6 横倒れ防止スプリング
- 3 7 角度調整機構
- 3 8 バッテリー収容ボックス
- 3 9 クッション
- 1 0 0 重作業用アシストスーツ

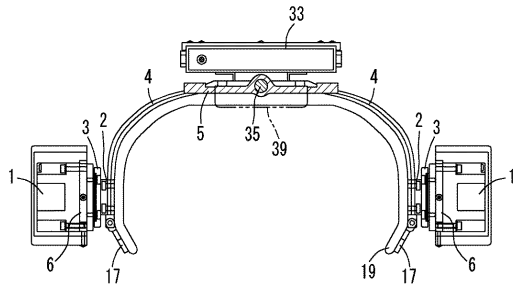
【 図 1 】



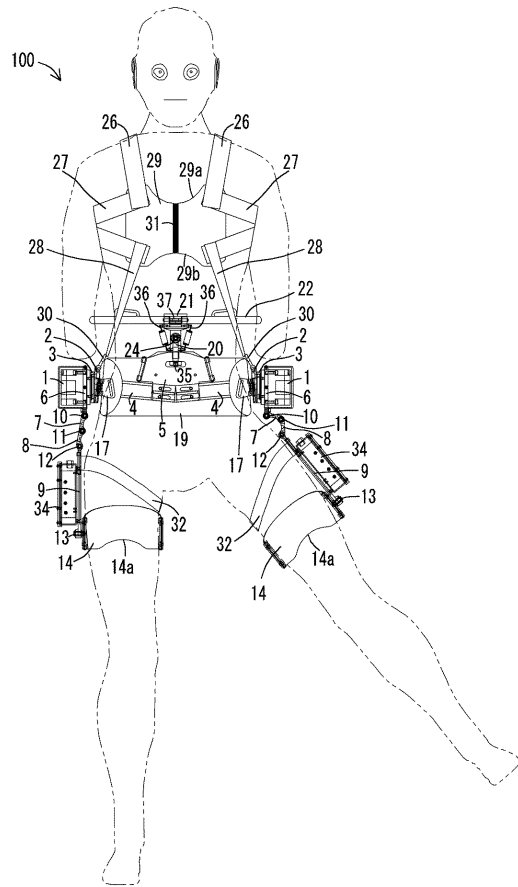
【 図 2 】



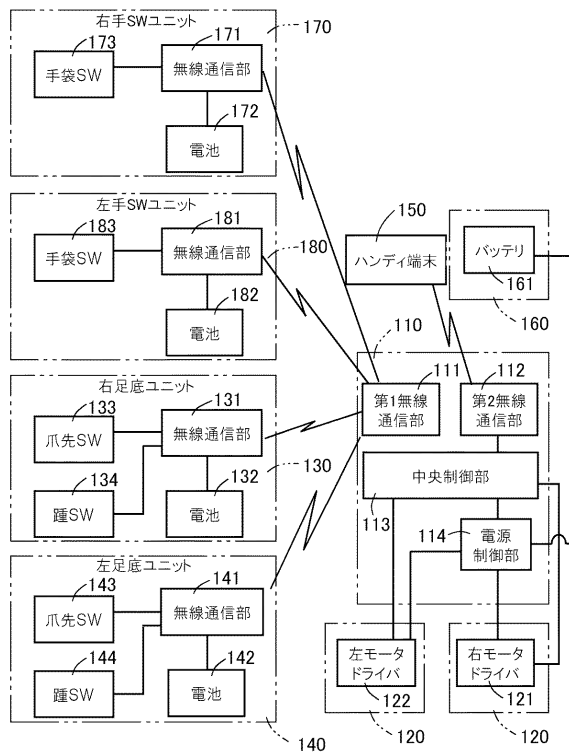
【図3】



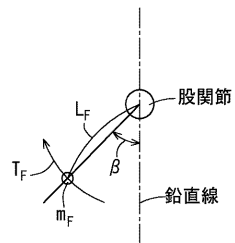
【図4】



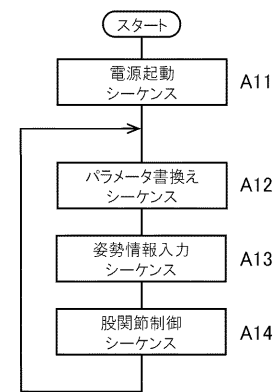
【図5】



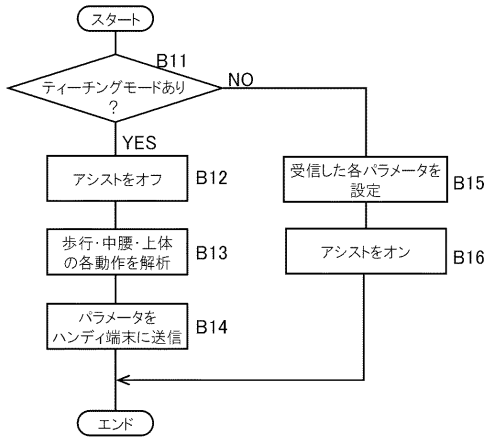
【図6】



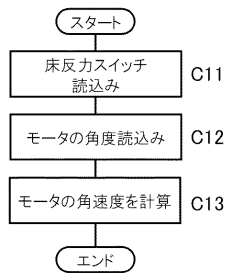
【図7】



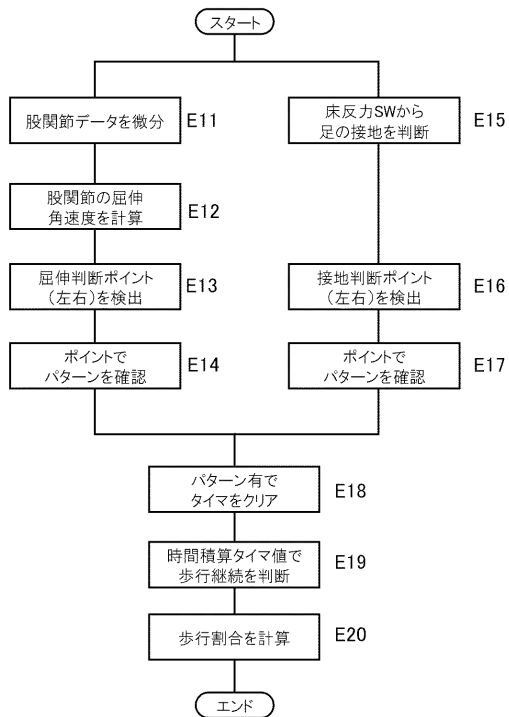
【図 8】



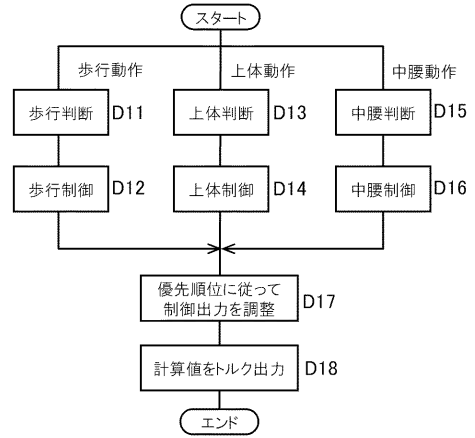
【図 9】



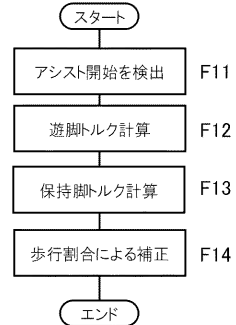
【図 11】



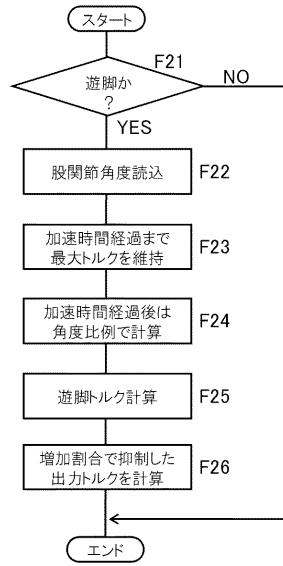
【図 10】



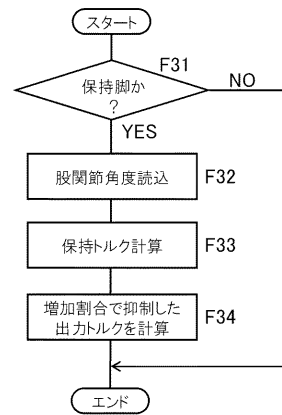
【図 12】



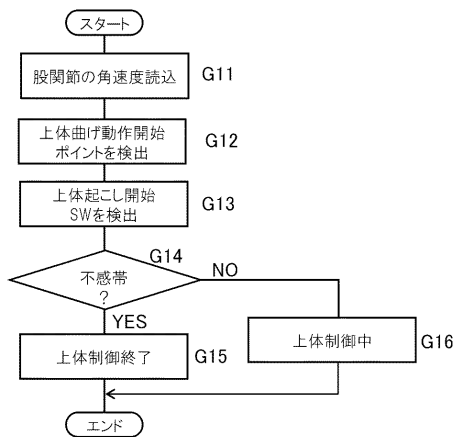
【 図 1 3 】



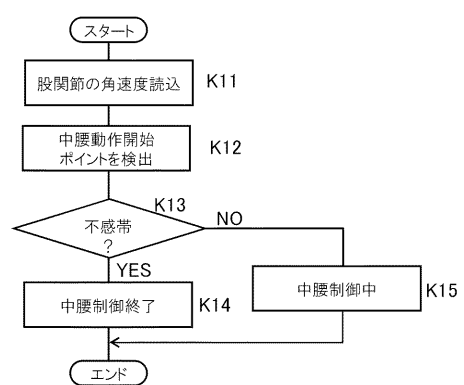
【 図 1 4 】



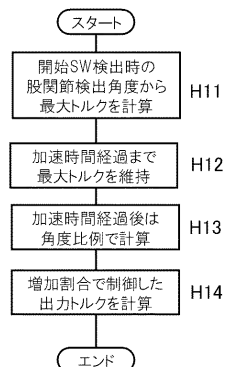
【 図 1 5 】



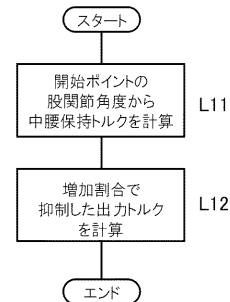
【 図 1 7 】



【 図 1 6 】



【 図 1 8 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2013-138848(JP,A)
特開2013-075078(JP,A)
国際公開第2006/022057(WO,A1)
特開2003-265548(JP,A)
特開2012-210478(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B25J	11/00
A61G	7/10
A61H	3/00