

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6326655号  
(P6326655)

(45) 発行日 平成30年5月23日 (2018.5.23)

(24) 登録日 平成30年4月27日 (2018.4.27)

(51) Int. Cl.	F 1					
<b>B 2 5 J</b>	<b>11/00</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>B 2 5 J</b>	<b>11/00</b>	<b>Z</b>	
<b>A 6 1 H</b>	<b>3/00</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>A 6 1 H</b>	<b>3/00</b>	<b>B</b>	
<b>A 6 1 F</b>	<b>2/68</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>A 6 1 F</b>	<b>2/68</b>		

請求項の数 5 (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2013-217708 (P2013-217708)	(73) 特許権者	504145283
(22) 出願日	平成25年10月18日 (2013.10.18)		国立大学法人 和歌山大学
(65) 公開番号	特開2015-77354 (P2015-77354A)		和歌山県和歌山市栄谷930番地
(43) 公開日	平成27年4月23日 (2015.4.23)	(74) 代理人	100075557
審査請求日	平成28年9月2日 (2016.9.2)		弁理士 西教 圭一郎
(出願人による申告) 平成25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条の適用を受ける特許出願		(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	藤井 浩介

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】

装着者の腰部または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2つの回転駆動部と、

装着者の胸部および腰部に装着され、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フレームと、

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、

前記上体フレームは、

前記2つの回転駆動部を両端部でそれぞれ保持し、前記2つの回転駆動部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腰部フレームと、

前記腰部フレームに、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上体アシストアームとを含み、

前記上体アシストアームは、

装着者の胸部に装着され、前記2つの回転駆動部の駆動力を該装着者の胸部に伝達する、可撓性を有する胸当て片と、

腰部背面を通る直線部分を有し、装着者の胸部の一側方から装着者の胸部の他側方まで延設されるU字状のサイドフレームと、

前記サイドフレームの端部に取り付けられる、ベルト通し穴が形成された一对のベル

トホルダと、

前記サイドフレームの前記端部と前記胸当て片とを連結する一对の第1ベルトと、  
前記一对の第1ベルトに設けられる、ベルト長を調整するための伸縮調整機構とを含  
み、

前記一对の第1ベルトは、一方の第1ベルトが、一方のベルトホルダのベルト通し穴に  
挿通された状態で、一端部および他端部が、前記胸当て片の横方向の一方側の2つの隅部  
に固定され、他方の第1ベルトが、他方のベルトホルダのベルト通し穴に挿通された状態  
で、一端部および他端部が、前記胸当て片の横方向の他方側の2つの隅部に固定されるこ  
とを特徴とするパワーアシストロボット装置。

【請求項2】

前記上体アシストアームは、  
前記胸当て片の上側に配置される2つの隅部から、装着者の肩を通して背中へ向かい  
、前記胸当て片を前記サイドフレームの直線部分に連結する一对の第2ベルトと、  
前記胸当て片の下側に配置される2つの隅部を腰部フレームの端部に連結する一对の  
第3ベルトと、

前記第2ベルトおよび前記第3ベルトに設けられる、ベルト長を調整するための伸縮  
調整機構とを含んでいる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  
。

【請求項3】

前記胸当て片は、左右に分離可能に構成さ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。

【請求項4】

前記胸当て片は、皮革材料によって形成されていることを特徴とする請求項1～3のい  
ずれか1つに記載のパワーアシストロボット装置。

【請求項5】

前記胸当て片は、略矩形形状に形成され、その上端部および下端部の少なくとも一方は、  
略円弧状に切欠かれていることを特徴とする請求項1～4のいずれか1つに記載のパワー  
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

10

20

30

40

50

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、パ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。

10

【0007】

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付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。

20

【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】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

パ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。

40

【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、駆動源の駆動力を装着者の身体に作

50

用させることでパワーアシストを実現するものであるが、駆動源から装着者の身体への駆動力の伝達を確実にしつつ、駆動力の伝達の際に、装着者の身体へできるだけ負担を与え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、装着者の身体への負担を低減することができる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、装着者の腰部または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2つの回転駆動部と、

装着者の胸部および腰部に装着され、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フレームと、

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、

前記上体フレームは、

前記2つの回転駆動部を両端部でそれぞれ保持し、前記2つの回転駆動部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腰部フレームと、

前記腰部フレームに、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上体アシストアームとを含み、

前記上体アシストアームは、

装着者の胸部に装着され、前記2つの回転駆動部の駆動力を該装着者の胸部に伝達する、可撓性を有する胸当て片と、

腰部背面を通る直線部分を有し、装着者の胸部の一方から装着者の胸部の他側方まで延設されるU字状のサイドフレームと、

前記サイドフレームの端部に取り付けられる、ベルト通し穴が形成された一对のベルトホルダと、

前記サイドフレームの前記端部と前記胸当て片とを連結する一对の第1ベルトと、

前記一对の第1ベルトに設けられる、ベルト長を調整するための伸縮調整機構とを含み、

前記一对の第1ベルトは、一方の第1ベルトが、一方のベルトホルダのベルト通し穴に挿通された状態で、一端部および他端部が、前記胸当て片の横方向の一方側の2つの隅部に固定され、他方の第1ベルトが、他方のベルトホルダのベルト通し穴に挿通された状態で、一端部および他端部が、前記胸当て片の横方向の他方側の2つの隅部に固定され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、

前記胸当て片の上側に配置される2つの隅部から、装着者の肩を通して背中へ向かい、前記胸当て片を前記サイドフレームの直線部分に連結する一对の第2ベルトと、

前記胸当て片の下側に配置される2つの隅部を腰部フレームの端部に連結する一对の第3ベルトと、

前記第2ベルトおよび前記第3ベルトに設けられる、ベルト長を調整するための伸縮調整機構とを含んでいることを特徴とする

また本発明は、前記胸当て片は、左右に分離可能に構成されていることを特徴とする。

また本発明は、前記胸当て片は、皮革材料によって形成されていることを特徴とする。

【0016】

また本発明は、前記胸当て片は、略矩形状に形成され、その上端部および下端部の少なくとも一方は、略円弧状に切欠かれていることを特徴とする。

【発明の効果】

## 【0018】

本発明によれば、2つの回転駆動部は、装着者の腰部または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。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、上体フレームは、装着者の胸部に装着され、2つの回転駆動部の駆動力を該装着者の胸部に伝達する胸当て片を含み、胸当て片は、可撓性を有している。したがって、パワーアシストロボット装置は、少ない駆動源、すなわち腰部両側に設けられる2つの回転駆動部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とともに、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で、装着者との親和性を向上させることができる。

10

上体フレームは、2つの回転駆動部を両端部でそれぞれ保持し、前記2つの回転駆動部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腰部フレームと、前記腰部フレームに、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上体アシストアームとを含む。上体アシストアームは、装着者の胸部に装着され、前記2つの回転駆動部の駆動力を該装着者の胸部に伝達する、可撓性を有する胸当て片と、腰部背面を通る直線部分を有し、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字状のサイドフレームと、サイド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第1ベルトとを含む。したがって、第1ベルトが腋の下を通るように、サイドフレームの各端部と胸当て片とを連結することで、装着者の腕が、サイドフレームに干渉することなく、スムーズに動かすことができるようになる。

20

上体アシストアームは、さらに、前記端部に取り付けられ、前記一対の第1ベルトが挿通されるベルト通し穴が形成されたベルトホルダと、前記一対の第1ベルトに設けられる、ベルト長を調整するための伸縮調整機構とを含み、前記一対の第1ベルトは、一方の第1ベルトが、一方のベルトホルダのベルト通し穴に挿通された状態で、一端部および他端部が、前記胸当て片の横方向の一方側の2つの隅部に固定され、他方の第1ベルトが、他方のベルトホルダのベルト通し穴に挿通された状態で、一端部および他端部が、前記胸当て片の横方向の他方側の2つの隅部に固定される。したがって、伸縮調整機構を手動操作して、ベルト長を装着者の体格にあわせることができる。

30

前記上体アシストアームは、前記胸当て片の上側に配置される2つの隅部から、装着者の肩を通して背中へ向かい、前記胸当て片を前記サイドフレームの直線部分に連結する一対の第2ベルトと、前記胸当て片の下側に配置される2つの隅部を腰部フレームの端部に連結する一対の第3ベルトと、前記第2ベルトおよび前記第3ベルトに設けられる、ベルト長を調整するための伸縮調整機構と、を含んでいるので、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、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。

## 【0019】

また本発明によれば、胸当て片は、左右に分離可能に構成されているので、パワーアシストロボット装置を容易に装着することができる。

40

## 【0020】

また本発明によれば、胸当て片は、皮革材料によって形成されているので、装置全体の重量を軽量化することができ、装着時の身体への負担を軽減することができる。

## 【0022】

また本発明によれば、胸当て片は、略矩形状に形成され、その上端部および下端部の少なくとも一方は、略円弧状に切欠かれているので、装着者が上体を曲げた姿勢を取ったときに、首元と胸部ガイドとが、あるいは、みぞおちと胸部ガイドとが干渉してしまうことを防止することができる。

## 【0023】

50

また本発明によれば、2つの回転駆動部は、装着者の腰部または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。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、大腿部フレームは、装着者大腿部に装着され、2つの回転駆動部の駆動力を該装着者の大腿部に伝達する腿当て片を含み、腿当て片は、可撓性を有している。したがって、パワーアシストロボット装置は、少ない駆動源、すなわち腰部両側に設けられる2つの回転駆動部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とともに、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で、装着者との親和性を向上させることができる。

10

【0024】

また本発明によれば、腿当て片は、皮革材料によって形成されているので、装置全体の重量を軽量化することができ、装着時の身体への負担を軽減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【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。

20

【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に含まれる制御機器の構成を示す図である。

【図5】回転トルクTの算出を説明するための図である。

【図6】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7】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8】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9】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。

30

【図10】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11】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12】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13】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14】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15】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16】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17】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】

40

【0026】

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。

【0027】

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, 7~10, 20~22と、受動

50

回転軸 6, 11 ~ 13, 24, 35 と、受け部 14 と、ベルト 15, 18, 26 ~ 28, 32 と、ベルトホルダ 16, 17, 25, 30 と、コネクタ 23 と、胸部ガイド 29 と、クッション 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 とを含んで構成される。

【0028】

なお、図 1 に示すように、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, 7 ~ 10、受動回転軸 6, 11 ~ 13、受け部 14、ベルト 15, 18, 26 ~ 28, 32、ベルトホルダ 16, 17, 25, 30、コネクタ 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。

10

【0029】

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。

【0030】

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、装着者の股関節と同程度の高さ位置に、その回転軸が左右軸線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。

20

【0031】

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、このメインフレームにおける各フレーム 2 の下端部に対してそれぞれ固定されている。

【0032】

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。フレーム 2 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、その下端部には、前記のようにパワーアシスト用電動モータ 1 の回転軸が固定され、その上端部には、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するための受動回転軸 6 を介して、フレーム 3 の下端部が連結されている。すなわち、フレーム 2 の上端部とフレーム 3 の下端部とは、前後軸線まわりに回転自在に連結されている。

30

【0033】

フレーム 3 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、その下端部には、前記のようにフレーム 2 が連結され、その上端部には、腰フレーム 4 の一端部が締結固定されている。

40

【0034】

腰フレーム 4 は、フレーム 3 が固定される前記一端部から該一端部とは反対側の他端部にわたって湾曲しながら延び、大略的に L 字状に形成されている。腰フレーム 4 は、フレーム 3 の延在方向に対して直角に延びるように、その一端部が、装着者の第 3 ~ 第 5 腰椎付近の高さ位置でフレーム 3 に連結され、腰フレーム 4 の他端部は、背面フレーム 5 の下端部に対して固定されている。

【0035】

腰フレーム 4 の他端部には、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 の他端部と背面フレーム 5 の下端部とが連結されるよう

50

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、メインフレームの左右方向の幅を装着者の体型に合わせること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。

【0036】

また、背面フレーム5の上端部には、その左右の両側に、ベルトホルダ16がそれぞれ取付けられており、また、各腰フレーム4の前記一端部にも、ベルトホルダ17がそれぞれ取付けられている。すなわち、図1に示すように、ベルトホルダ16は、ベルトホルダ17よりも上方の位置に設けられている。

10

【0037】

そして、左側のベルトホルダ16と右側のベルトホルダ17とにわたって一方のベルト18が取付けられ、右側のベルトホルダ16と左側のベルトホルダ17とにわたって他方のベルト18が取付けられている。すなわち、2本のベルト18は、装着者の腹部でクロスするように、襷掛け状に設けられている。このように、2本のベルト18を、装着者の腹部に巻き付けて締め付けることによって、メインフレームが、装着者の腰部に装着される。また、各腰フレーム4の前記一端部には、その上方側に配置されるように、ベルトホルダ30がそれぞれ取り付けられている。ベルトホルダ30については、後述する。

【0038】

なお、図2に示すように、背面フレーム5における装着者に臨む側の面には、クッション19が取付けられており、装着状態において、背面フレーム5が装着者の腰部に直接接触しないようになっている。メインフレームは、このクッション19を介して、装着者の腰部に密着して取り付けられることができるようになっている。また、背面フレーム5において、クッション19が取付けられる側とは反対側の面には、後述する制御ユニット110と電池ユニット160とが収容されるコントロールボックス33が取り付けられている。

20

【0039】

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フレーム2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7~10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7の上端部に対してそれぞれ固定されている。

30

【0040】

フレーム7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、その上端部には、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、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するための受動回転軸11を介して、フレーム8の上端部が連結されている。すなわち、フレーム7の下端部とフレーム8の上端部とは、前後軸線まわりに回転自在に連結されている。

【0041】

フレーム8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、その上端部には、前記のようにフレーム7が連結され、その下端部には、後述するモータドライバユニット120が収容されたドライバ収容ボックス34が外方に突出するように取り付けられるとともに、フレーム9の上端部が固定される。

40

【0042】

また、このフレーム8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り、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。

【0043】

50



フレーム 9 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、その上端部には、前記のようにフレーム 8 が固定され、その下端部には、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するための受動回転軸 12 を介して、フレーム 10 が固定されている。すなわち、フレーム 9 の下端部とフレーム 10 とは、前後軸線まわりに回転自在に連結されている。

【 0 0 4 4 】

このフレーム 10 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。

10

【 0 0 4 5 】

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。

【 0 0 4 6 】

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、故に、装着時の身体への負担を軽減することができる。

20

【 0 0 4 7 】

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 70 mm 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。

30

【 0 0 4 8 】

ここで、フレーム 8 の下端部には、その長手方向に沿って複数の調整穴が設けられ、同様に、フレーム 9 の上端部にも、その長手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、フレーム 8 とフレーム 9 とが連結されるように構成されている。すなわち、下肢アシストアームは、フレーム 8 およびフレーム 9 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、上下方向の寸法が調整可能であり、これにより、受け部 14 が大腿部の適当な位置に配置されるように、下肢アシストアームの全長を装着者の体型に合わせることができるようになっている。フレーム 8 およびフレーム 9 に設けられた調整穴による調整機構は、大腿部調整機構である。

40

【 0 0 4 9 】

上記のように、本実施形態では、パワーアシスト用電動モータ 1 の上下の位置に、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するための受動回転軸 6, 11 を設けているので、下肢アシストアームを装着者の体型に確実に沿わせることができ、また、装着者が開脚したときやしゃがみ込んだときにも、下肢アシストアームを装着者の体型に沿わせることができる。

【 0 0 5 0 】

50

また、本実施形態では、複数の調整穴による調整機構によって、下肢アシストアームの全長を装着者の体型に合わせるような構造を採用しており、これによって、装置全体の重量を軽量化し、装着時の身体への負担を軽減することができる。

【0051】

また、本実施形態では、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ため、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する

10

【0052】

メインフレームにおける背面フレーム5の上端部には、上体の上下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35を介して、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、フレーム20と、フレーム21とを含んで構成される部分であり、背面フレーム5の上端部は、受動回転軸35を介して、この上下連結ユニットにおけるフレーム20に連結されている。

20

【0053】

フレーム21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24を介して、フレーム20に連結されている。受動回転軸24および受動回転軸35は、上体連結部である。このような受動回転軸24、35を設けることによって、重作業用アシストスーツ100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。

【0054】

また、フレーム20とフレーム21とは、一对の横倒れ防止スプリング36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36は、受動回転軸24を介してフレーム20に連結されている部分、具体的には、フレーム21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24の軸線まわりに容易に

30

【0055】

上下連結ユニットにおけるフレーム21には、上体アシストアームが連結されている。上体アシストアームは、フレーム22と、コネクタ23と、ベルトホルダ25と、ベルト26~28と、胸部ガイド29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21には、上体アシストアームにおけるフレーム22が連結されている。

40

【0056】

フレーム22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、面对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。

【0057】

上下連結ユニットにおけるフレーム21には、フレーム22における第1直線部分の中

50

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21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37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。

【0058】

これにより、重作業用アシストスーツ100を装着しようとする者は、この角度調整機構37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、装着時にお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。

【0059】

フレーム22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、その長手方向の長さは、図2に示すように、装着状態において、湾曲部分に連なる側とは反対側の各端部が、人体の中心線を含み、前後方向に垂直な仮想平面J上に配置されるように設定される。そして、その各端部には、コネクタ23を介して、ベルトホルダ25がそれぞれ着脱可能に取り付けられる。

【0060】

胸当て片である胸部ガイド29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29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29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170mm、横方向寸法（左右方向寸法）が200mmに設定されている。

【0061】

なお、本実施形態では、胸部ガイド29および前記受け部14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0.5mm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、胸部の凹凸に充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。

【0062】

この胸部ガイド29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27を介してフレーム22に連結される。詳細には、胸部ガイド29における横方向の一方側の2つの隅部に、ベルトホルダ25に形成されたベルト通し孔を挿通された一方のベルト27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27についても、胸部ガイド29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27は、胸部ガイド29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25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29の他の隅部まで延設されることとなる。

【0063】

また、胸部ガイド29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26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26の各他端部は、フレーム22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図示しないベルト固定部に、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26は、胸部ガイド29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22の前記ベルト固定部まで延設されることとなる。

【0064】

さらに、胸部ガイド29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、一对のベルト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。一对のベ

10

20

30

40

50

ルト26の各他端部は、各腰フレーム4の一端部に設けられたベルトホルダ30に取り付けられる。

【0065】

これら一对のベルト26～28にはそれぞれ、そ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おり、その伸縮調整機構を手動操作することにより、装着者の体型に合わせてベルト長を調整できるように構成されている。

【0066】

このように、本実施形態では、一对のベルト26と、胸部ガイド29と、一对のベルト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、一对のベルト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。

【0067】

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。

【0068】

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。

【0069】

なお、胸部ガイド29には、パワーアシスト用電動モータ1によって発生された、上体の動きを補助するための補助力となる駆動トルクを確実に伝達する必要がある。そのために、本実施形態では、前記のように、フレーム22における第2直線部分の長さを、その端部が仮想平面J上に配置されるように設定している。

【0070】

フレーム22を、第2直線部分の端部が仮想平面Jよりも背中側に配置されるように構成した場合には、該端部と胸部ガイド29との距離が長くなってしまい、換言すればベルト27の長さが長くなってしまい、上体の動きを補助するための駆動トルクを胸部ガイド29に確実に伝達することができなくなるという不具合が生じる。

【0071】

また、フレーム22を、第2直線部分の端部が仮想平面Jよりも胸側に配置されるように構成した場合には、第2直線部分が脇の下まで延びてしまうこととなり、第2直線部分が装着者の腕の動きの邪魔になってしまうという不具合が生じる。

【0072】

すなわち、本実施形態のように、フレーム22における第2直線部分の長さを、その端部が仮想平面J上に配置されるように設定し、フレーム22と胸部ガイド29とをベルト27で連結することによって、上体の動きを補助するための駆動トルクを胸部ガイド29に確実に伝達することを可能としつつ、脇の下のスペースには細いベルト27のみとなるので装着者が腕をスムーズに動かすことができるようになる。

【0073】

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、一对のベルト26～28と、胸部ガ

10

20

30

40

50

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。

#### 【0074】

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29a, 29bが設けられている。このような切欠部29a, 29b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29aは、たとえば半径65mm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29bは、たとえば半径75mm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。

#### 【0075】

図4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、電池ユニット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。

#### 【0076】

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。

#### 【0077】

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、電池ユニット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。

#### 【0078】

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。

#### 【0079】

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

10

20

30

40

50

」ともいう) 133 および踵 SW 134 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 SW 133 および踵 SW 134 に電力を供給する。無線通信部 131 は、爪先 SW 133 および踵 SW 134 の状態、すなわち、爪先 SW 133 および踵 SW 134 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。

【0080】

爪先 SW 133 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 SW 134 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。

10

【0081】

左足底ユニット 40 は、無線通信部 141、電池 142、爪先 SW 143 および踵 SW 144 を含んで構成される。無線通信部 141、電池 142、爪先 SW 143 および踵 SW 144 は、それぞれ無線通信部 131、電池 132、爪先 SW 133 および踵 SW 134 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 SW 133、踵 SW 134、爪先 SW 143 および踵 SW 144 は、床反力検出部である。

【0082】

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 SW 173 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。

20

【0083】

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。

【0084】

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。電池ユニット 160 は、電池 161 を含んで構成される。電池 161 は、充電可能な蓄電池である。電池ユニット 160 は、電池 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。

30

【0085】

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。

【0086】

本実施形態では、図 4 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。

40

【0087】

図 5 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

50

である。

【 0 0 8 8 】

中央制御部 1 1 3 は、まず股関節角度  $\theta_{11}$  を取得する。股関節角度  $\theta_{11}$  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 1 1 3 は、各モータドライバ 1 2 1 , 1 2 2 から、左右の股関節角度  $\theta_{11}$  を取得する。

【 0 0 8 9 】

脚部の質量を  $m_F$  [ k g ]、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 1 3 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「  $T_F = L_F \cdot m_F \cdot g \cdot \sin(\theta_{11})$  」によって計算することができる。

10

【 0 0 9 0 】

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 1 1 3 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 1 5 0 を使用して設定することができる。

【 0 0 9 1 】

このように、本実施形態に係る重作業用アシストスーツ 1 0 0 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弱な表面筋電位信号を用いることなく、股関節角度  $\theta_{11}$  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。

20

【 0 0 9 2 】

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 3 】

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。

30

【 0 0 9 4 】

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。

【 0 0 9 5 】

40

【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

## 【 0 0 9 6 】

図 6 は、重作業用アシストスーツ 1 0 0 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 1 1 3 は、重作業用アシストスーツ 1 0 0 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 A 1 1 に移る。

## 【 0 0 9 7 】

ステップ A 1 1 では、中央制御部 1 1 3 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 1 1 3 は、ハンディ端末 1 5 0 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 1 1 3 は、アシストに必要なパラメータの受

10

20

30

40

50



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。

【0098】

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150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150が無くても電源起動を可能としている。

【0099】

ステップA12では、中央制御部113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150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A12～A14によって形成される処理手順のループである。

【0100】

ステップA13では、中央制御部113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。

【0101】

ステップA14では、中央制御部113は、股関節制御シーケンス処理を実行して、ステップA12に戻る。股関節制御シーケンス処理は、ステップA13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。

【0102】

中央制御部113は、メインループを20ms間隔で実行しており、重作業用アシストスーツ100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113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100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。

【0103】

図7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113は、図6に示したステップA12が実行されると、ステップB11に移る。

【0104】

ステップB11では、中央制御部113は、ハンディ端末150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113は、ティーチングモードであるとき、ステップB12に進み、ティーチングモードでないとき、ステップB15に進む。

【0105】

ステップB12では、中央制御部113は、アシストをオフする。中央制御部113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6に示したステップA13の姿勢情報入力シーケンス処理およびステップA14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A12に戻る。

【0106】

ステップB13では、中央制御部113は、各モータドライバ121, 122から送られてくる左右の股関節角度、右足底ユニット130から送られてくる爪先SW133および踵SW134による検出結果、および左足底ユニット140から送られてくる爪先SW143および踵SW144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

10

20

30

40

50

タのパラメータNo「41」～「45」は、この動作解析によって得られる。

【0107】

ステップB14では、中央制御部113は、生成したパラメータをハンディ端末150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150に送信されたパラメータは、ハンディ端末150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150に再送信することによって有効になる。

【0108】

ステップB15では、中央制御部113は、ハンディ端末150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B16では、中央制御部113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。

10

【0109】

図8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113は、図6に示したステップA13が実行されると、ステップC11に移る。

【0110】

ステップC11では、中央制御部113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130の爪先SW133および踵SW134、ならびに、左足底ユニット140の爪先SW143および踵SW144である。具体的には、中央制御部113は、爪先SW133および踵SW134の検出結果を右足底ユニット130から受信し、爪先SW143および踵SW144の検出結果を左足底ユニット140から受信する。

20

【0111】

ステップC12では、中央制御部113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113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121, 122を介して読み込む。ステップC13では、中央制御部113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。

【0112】

30

図9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D11, D12は、歩行動作に対する処理である。ステップD13, D14は、上体動作に対する処理である。ステップD15, D16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113は、図6に示したステップA14が実行されると、ステップD11, D13, D15に移る。

【0113】

ステップD11では、中央制御部113は、歩行判断を行う。具体的には、中央制御部113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D12では、中央制御部113は、歩行制御を行う。具体的には、中央制御部113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。

40

【0114】

ステップD13では、中央制御部113は、上体判断を行う。具体的には、中央制御部113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D14では、中央制御部113は、上体制御を行う。具体的には、中央制御部113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。

50

## 【 0 1 1 5 】

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 1 1 3 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 D 1 6 では、中央制御部 1 1 3 は、中腰制御を行う。具体的には、中央制御部 1 1 3 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 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。ステップ D 1 1 ~ D 1 6 は、算出ステップである。

## 【 0 1 1 6 】

ステップ D 1 7 では、中央制御部 1 1 3 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 D 1 8 で、中央制御部 1 1 3 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 1 2 1 , 1 2 2 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。

## 【 0 1 1 7 】

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。

## 【 0 1 1 8 】

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 1 1 3 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。

## 【 0 1 1 9 】

図 1 0 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 E 1 1 ~ E 2 0 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 1 1 3 は、図 9 に示したステップ D 1 1 が実行されると、ステップ E 1 1 , E 1 5 に移る。

## 【 0 1 2 0 】

ステップ E 1 1 では、中央制御部 1 1 3 は、股関節角度 を微分する。ステップ E 1 2 では、中央制御部 1 1 3 は、その角速度を計算する。つまり、中央制御部 1 1 3 は、ステップ E 1 1 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 E 1 3 では、中央制御部 1 1 3 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 E 1 4 では、中央制御部 1 1 3 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 4 1 を越えた点を「屈曲開始点」、「伸展側」のパラメータ 4 2 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。

## 【 0 1 2 1 】

また、ステップ E 1 5 では、中央制御部 1 1 3 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 E 1 6 では、中央制御部 1 1 3 は、接地状態の変化点を求め、ステップ E 1 7 では、中央制御部 1 1 3 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。

## 【 0 1 2 2 】

ステップ E 1 8 では、中央制御部 1 1 3 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 1 1 3 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

10

20

30

40

50

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ることはないことになる。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。

【0123】

ステップ E19 では、中央制御部 113 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 113 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 E20 では、中央制御部 113 は、歩行判断割合を計算して、歩行判断処理を終了する。

【0124】

歩行割合(%)は、前記一定値をパラメータ No「43」の「一定時間」とし、積算値の上限をパラメータ No「44」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。

【0125】

(数1)

$$\text{歩行割合}(\%) = (\text{時間積算タイマの積算値}) \div (\text{「増加」}44) \times 100$$

歩行割合(%)は、パラメータ No「44」の「増加」の時間で0%から100%へ変化することになる。

【0126】

歩行ポイントの無い状態が続くと、積算値がパラメータ No「43」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 No「45」の「減少」の時間で100%から0%へ変化することになる。

【0127】

図11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 113 は、図9に示したステップ D12 が実行されると、ステップ F11 に移る。

【0128】

ステップ F11 では、中央制御部 113 は、アシスト開始を検出する。具体的には、中央制御部 113 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 F12 では、中央制御部 113 は、遊脚側のアシストトルクを計算する。ステップ F13 では、中央制御部 113 は、保持脚側のアシストトルクを計算する。ステップ F14 では、中央制御部 113 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。

【0129】

図12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 113 は、図11に示したステップ F12 が実行されると、ステップ F21 に移る。

【0130】

ステップ F21 では、中央制御部 113 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 F22 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。

【0131】

踵 SW 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 No「01」の「保持最大」トルクが、ステップ F23 にて振上側にパラメータ No「03」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 No「01」の「保持最大」・パラメータ No「02」の「比例範囲」を基に、

10

20

30

40

50

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No「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「0 4」の「戻り角度」・パラメータNo「0 5」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F 2 5)。ただし、パラメータNo「1 3」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F 2 6にてパラメータNo「0 7」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 3 2】

図1 3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1 1 3は、図1 1に示したステップF 1 3が実行されると、ステップF 3 1に移る。

10

【0 1 3 3】

ステップF 3 1では、中央制御部1 1 3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F 3 2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。

【0 1 3 4】

ステップF 3 2で、中央制御部1 1 3は、股関節角度 を読み込み、ステップF 3 3で、中央制御部1 1 3は、パラメータNo「1 1」の「保持最大」・パラメータNo「1 2」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「1 3」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F 3 4にてパラメータNo「0 7」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

【0 1 3 5】

図1 4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1 1 3は、図9に示したステップD 1 3が実行されると、ステップG 1 1に移る。

【0 1 3 6】

ステップG 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G 1 2で、中央制御部1 1 3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G 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、その位置を上体曲げ動作開始ポイントとする。ステップG 1 3で、中央制御部1 1 3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「2 4」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G 1 4~G 1 6)。

30

【0 1 3 7】

図1 5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1 1 3は、図9に示したステップD 1 4が実行されると、ステップH 1 1に移る。ステップH 1 1では、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している。上体制御開始直後のパラメータNo「2 3」の「加速時間」内では、パラメータNo「2 1」の「保持最大」・パラメータNo「2 2」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H 1 2)、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H 1 3)。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H 1 4でパラメータNo「2 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。

40

【0 1 3 8】

図1 6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1 1 3は、図9に示した

50

ステップD15が実行されると、ステップK11に移る。

【0139】

ステップK11で、中央制御部113は、股関節角速度を読み込む。ステップK12で、中央制御部113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K11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、その位置を中腰動作開始ポイントとする。パラメータNo「33」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「34」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K13～K15）。

【0140】

図17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113は、図9に示したステップD16が実行されると、ステップL11に移る。ステップL11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

【0141】

中腰開始後は、パラメータNo「31」の「保持最大」・パラメータNo「32」の「比例範囲」を基に、ステップL11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L12でパラメータNo「35」の「増加割合」によって出力トルクの出方を加減している。

【0142】

重作業用アシストスーツ100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、バックドライブブルとするため、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1/100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

【0143】

このように、重作業用アシストスーツ100は、使用しているパワーアシスト用電動モータ1をバックドライブブルとするため、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1/100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ため、装着者の安全を確保することができる。

30

【0144】

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6, 11～13, 24, 35、すなわち駆動機器を取り付けていない回転軸を、対象とする装着者の関節の外側周囲に配置している。

【0145】

このように、重作業用アシストスーツ100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6, 11～13, 24, 35を、対象とする装着者の関節の外側周囲に配置しているため、装着者の動作を拘束することがない。

40

【0146】

また、重作業用アシストスーツ100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100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100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。

【0147】

また、重作業用アシストスーツ100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

50

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100は、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。

【0148】

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。

【0149】

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。

【0150】

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。

【0151】

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、受動回転軸24および受動回転軸35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、受動回転軸24および受動回転軸35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箇所で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。

【0152】

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】

【0153】

- 1 パワーアシスト用電動モータ
- 2, 3, 7~10, 20~22 フレーム
- 4 腰フレーム
- 5 背面フレーム
- 6, 11~13, 24, 35 受動回転軸
- 14 受け部
- 15, 18, 26~28, 32 ベルト
- 16, 17, 25, 30 ベルトホルダ
- 19 クッション
- 23 コネクタ

10

20

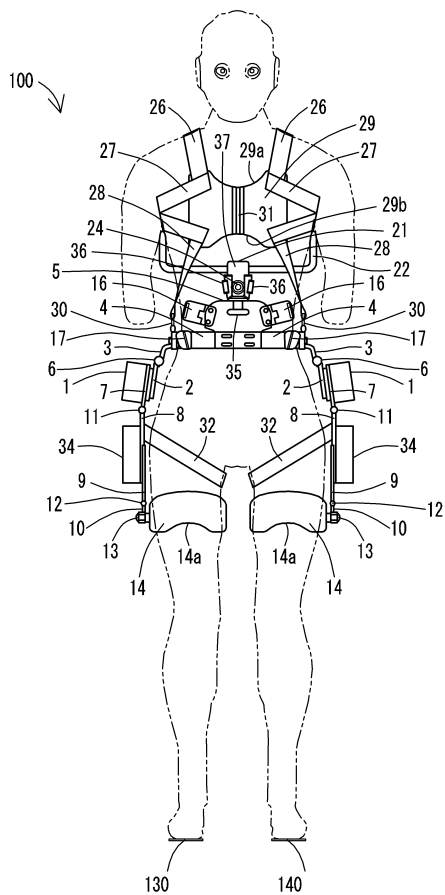
30

40

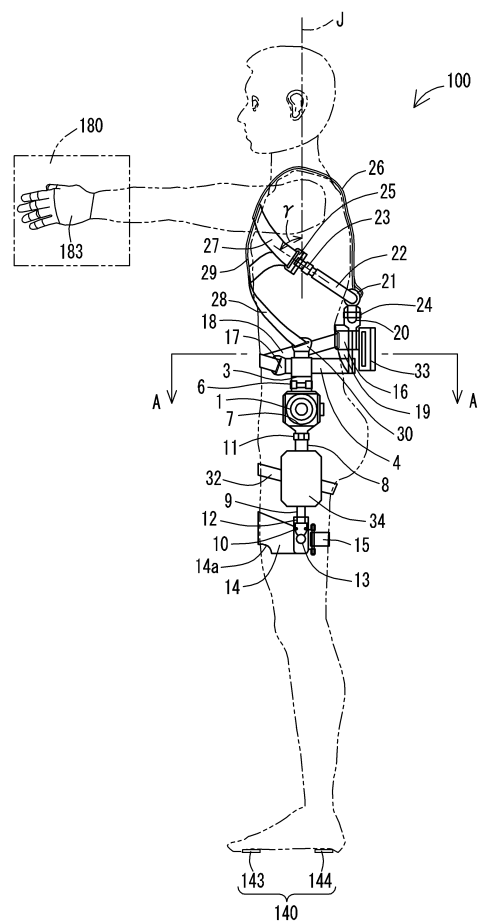
50

- 2 9 胸部ガイド
- 3 1 ファスナ
- 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

【図1】

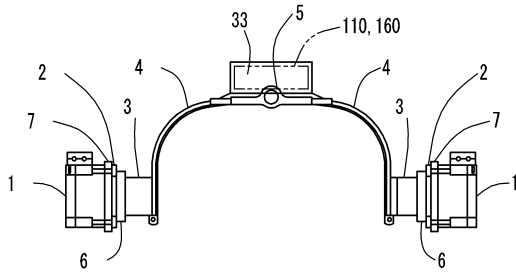


【図2】

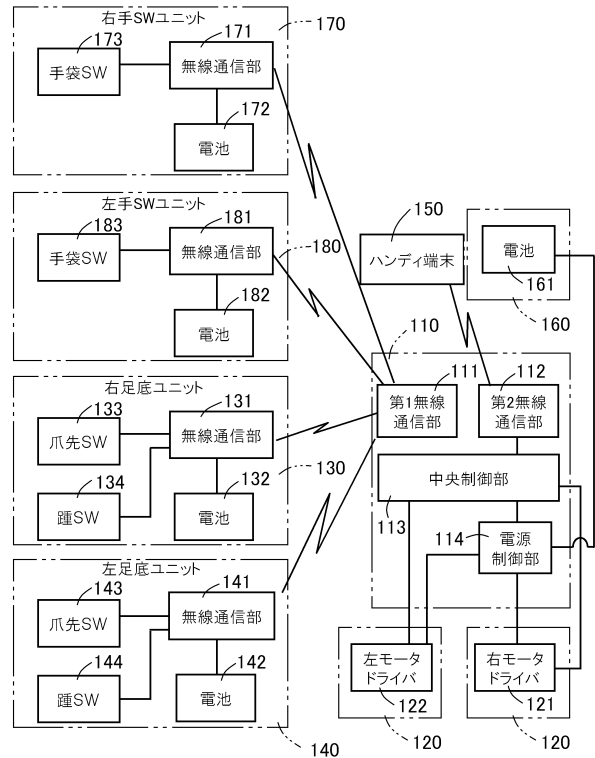




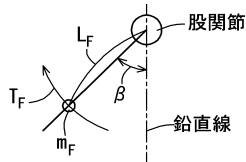
【図3】



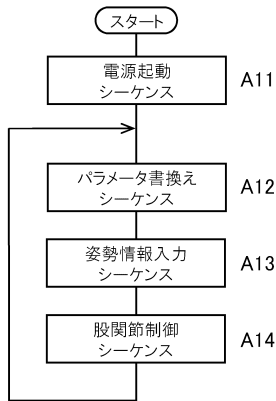
【図4】



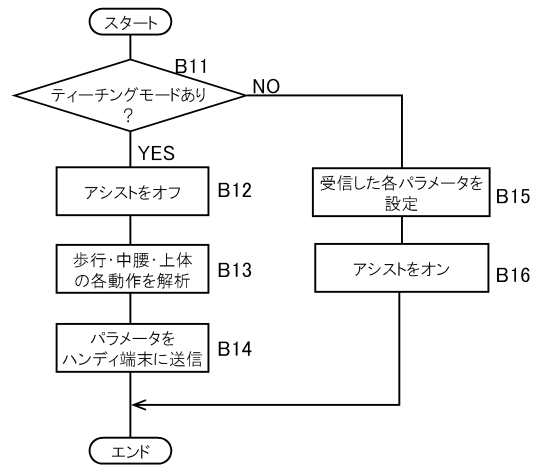
【図5】



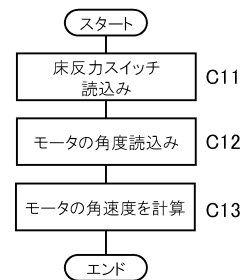
【図6】



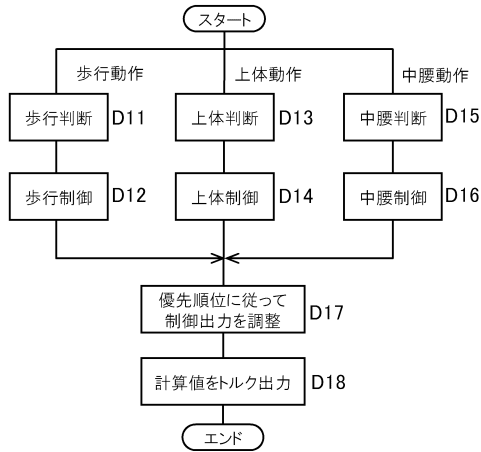
【図7】



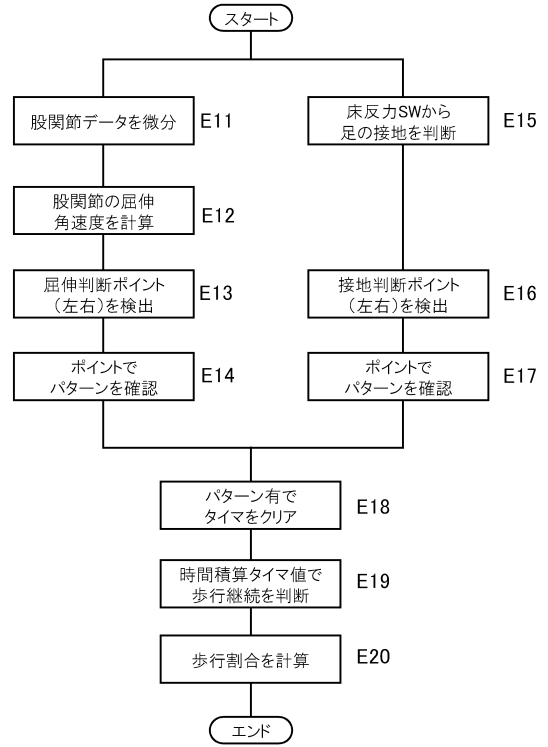
【図8】



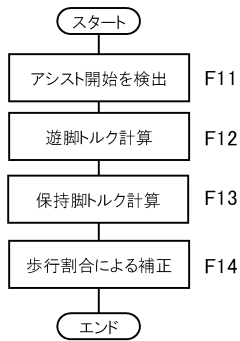
【図9】



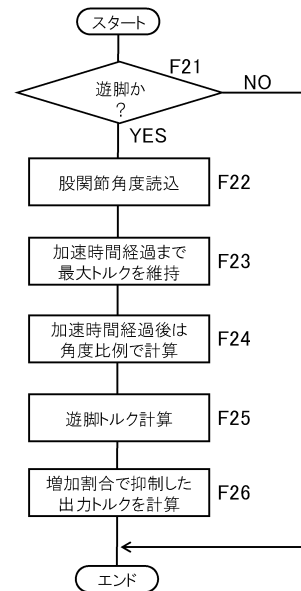
【図10】



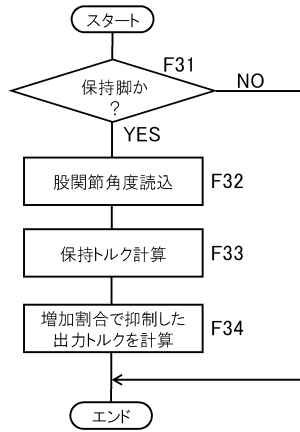
【図11】



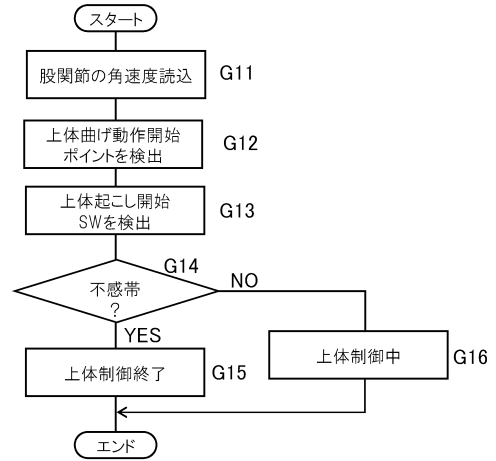
【図12】



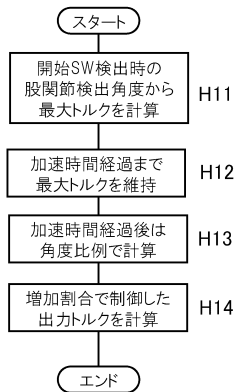
【図13】



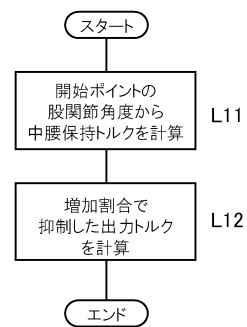
【図14】



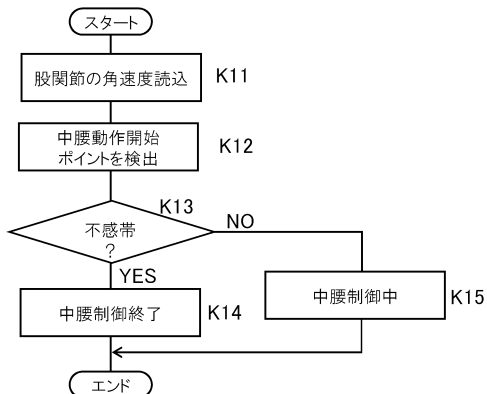
【図15】



【図17】



【図16】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2013-138848(JP,A)  
特開2004-089373(JP,A)  
特開平07-163607(JP,A)  
特開2010-269059(JP,A)  
特開2013-173190(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B25J 1/00 - 21/02  
A61H 1/00 - 5/00; 99/00  
A61F 2/68