

(19) **日本国特許庁(JP)**

(12) **公開特許公報(A)**

(11) 特許出願公開番号

特開2018-61663

(P2018-61663A)

(43) 公開日 平成30年4月19日(2018.4.19)

(51) Int.Cl.
A61H 3/00

F 1
A 6 1 H 3/00

テーマコード (参考)
4C046

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2016-201124 (P2016-201124)
(22) 出願日 平成28年10月12日 (2016.10.12)

(71) 出願人 000134981
株式会社ニッカリ
岡山県岡山市東区西大寺川口465番地1

(74) 代理人 100074354
弁理士 豊栖 康弘

(74) 代理人 100104949
弁理士 豊栖 康司

(72) 発明者 佐藤 元伸
岡山県岡山市東区西大寺川口465の1
株式会社ニッカリ内

(72) 発明者 木村 陽介
岡山県岡山市東区西大寺川口465の1
株式会社ニッカリ内

[最終頁に続く](#)

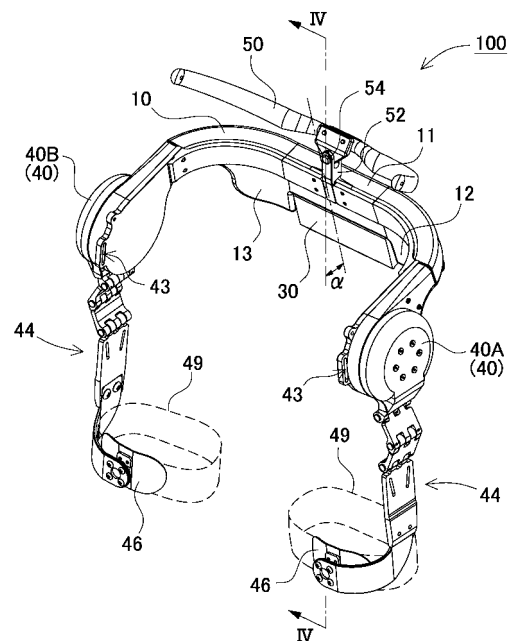
(54) 【発明の名称】 パワーアシストロボット装置

(57) 【要約】

【課題】足のセンサを省略して利便性を向上させる。

【解決手段】装着者の大腿部に沿うように２つの回転駆動部４０からそれぞれ延長されて、アシスト動作時には回転駆動部４０で発生された駆動トルクを装着者の大腿部に伝達するための回転軸を有する２つの大腿部フレーム４４と、各回転駆動部４０Ａ、４０Ｂに設けられた、回転軸の回転角度に関する情報を検出するための回転検出部４２Ａ、４２Ｂと、各回転駆動部４０Ａ、４０Ｂの駆動電力を供給するための本体電源部３０と、装着者の動作を検出するための３軸加速度センサと３軸ジャイロセンサを有する６軸センサ７０と、回転検出部４２Ａ、４２Ｂで検出された回転角度情報に基づき得られた各回転駆動部４０Ａ、４０Ｂの回転角度と、６軸センサ７０で検出された装着者の動作に基づいて、回転駆動部４０で発生させる駆動トルクの大きさを決定し、回転駆動部４０を制御するための本体制御部２１とを備える。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

装着者の動作を補助するアシスト動作を提供するためのパワーアシストロボット装置であって、

装着者の腰部の左右方向両側近傍にそれぞれ配置され、装着者の上体及び大腿部の動きに従い、上体及び大腿部の動きを補助する駆動トルクを発生するための 2 つの回転駆動部と、

装着時に装着者の大腿部に沿うように前記 2 つの回転駆動部からそれぞれ延長されて、アシスト動作時には前記回転駆動部で発生された駆動トルクを装着者の大腿部に伝達するための回転軸を有する 2 つの大腿部フレームと、

各回転駆動部に設けられた、回転軸の回転角度に関する情報を検出するための回転検出部と、

各回転駆動部の駆動電力を供給するための本体電源部と、

装着者の動作を検出するための 3 軸加速度センサと 3 軸ジャイロセンサを有する 6 軸センサと、

前記回転検出部で検出された回転角度情報に基づき得られた各回転駆動部の回転角度と、前記 6 軸センサで検出された装着者の動作に基づいて、前記回転駆動部で発生させる駆動トルクの大きさを決定し、該回転駆動部を制御するための本体制御部と、
を備えるパワーアシストロボット装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のパワーアシストロボット装置であって、さらに、

前記 6 軸センサを収納する制御ユニットと、

前記 2 つの回転駆動部を接続する腰部フレームと、

前記腰部フレームと接続された、装着者の腰部に装着するための腰サポートベルトとを備え、前記腰部フレーム上の前記回転駆動部と離間された位置に前記制御ユニットを設けてなるパワーアシストロボット装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載のパワーアシストロボット装置であって、さらに、

パワーアシストロボット装置を装着者に装着した際、装着者の上体背面に接触する上体フレームと、

前記上体フレームと腰部フレームとを連結するための、一方向に延長された連結フレームとを備え、

装着時の側面視において、前記上体フレームが、前記連結フレームの延長方向に対して傾斜角度 α

$$0 < \alpha < 30^\circ$$

にて傾斜して固定されてなるパワーアシストロボット装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載のパワーアシストロボット装置であって、

装着時の正面視において、前記腰フレームの側面が鉛直方向に対して傾斜角度 β

$$0 < \beta < 10^\circ$$

となるよう、傾斜して固定されてなるパワーアシストロボット装置。

【請求項 5】

請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載のパワーアシストロボット装置であって、さらに、装着者が求めるアシスト動作の入力を受け付けるための動作種別入力部を備え、

前記動作種別入力部から入力されたアシスト動作の動作種別に基づいて、前記本体制御部が該動作種別に応じたアシスト動作を行うよう、前記回転駆動部を制御してなるパワーアシストロボット装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載のパワーアシストロボット装置であって、

前記動作種別入力部が、アシスト動作として、装着者の歩行、持上げ、中腰姿勢、急激な姿勢の変化に対向する抗力を生じさせて該変化を緩衝させるダンパー動作のいずれかを選択可能に構成してなるパワーアシストロボット装置。

【請求項 7】

請求項 1～6 のいずれか一項に記載のパワーアシストロボット装置であって、さらに、アシスト動作に関する動作パラメータを保持するための本体側メモリ部を備え、前記本体側メモリ部が、一の装着者に対する一のアシスト動作を構成する複数の動作パラメータの組みをパラメータセットとして、複数のパラメータセットを保持可能に構成してなるパワーアシストロボット装置。

【請求項 8】

請求項 7 に記載のパワーアシストロボット装置であって、前記本体側メモリ部に保持された動作パラメータを更新する際に、パラメータセットを構成する動作パラメータを一ずつ更新するよう構成してなるパワーアシストロボット装置。

【請求項 9】

請求項 1～8 のいずれか一項に記載のパワーアシストロボット装置であって、前記本体制御部が、所定の時間以上、予め定められた動作又は姿勢を装着者が継続していることを検出した場合に、アシスト動作の提供を停止するよう構成してなるパワーアシストロボット装置。

【請求項 10】

請求項 1～9 のいずれか一項に記載のパワーアシストロボット装置であって、さらに、前記本体電源部の電源電流を検出するための電流検出部を備えており、前記電流検出部で検出された電源電流が所定の電流値以上になったことを検出すると、前記本体制御部が、アシスト動作の制限又は停止を行うよう制御してなるパワーアシストロボット装置。

【請求項 11】

請求項 1～10 のいずれか一項に記載のパワーアシストロボット装置であって、さらに、前記本体制御部の温度に関する情報を検出するための温度検出部を備えており、前記温度検出部で検出された温度情報に基づいて得られた前記本体制御部の温度が所定値以上になったことを検出すると、前記本体制御部が、アシスト動作の制限又は停止を行うよう制御してなるパワーアシストロボット装置。

【請求項 12】

請求項 1～11 のいずれか一項に記載のパワーアシストロボット装置であって、さらに、装着者の一方の手に装着可能な手ユニットと、前記手ユニットと無線通信するための本体無線通信部とを備え、前記手ユニットは、装着者の一方の手の指で操作可能な指センサ部と、前記指センサ部で検出した検出信号を、前記本体無線通信部に対して無線で送信するための指側無線送信部と、前記指センサ部及び指側無線送信部の駆動電力を供給するための指電源部と、を備え、前記指側無線送信部は、本体無線通信部に対して、検出信号を送出すべきタイミングで、周波数ホッピング方式にて検出信号を送出するよう構成してなるパワーアシストロボット装置。

【請求項 13】

請求項 12 に記載のパワーアシストロボット装置であって、前記指側無線送信部は、本体無線通信部に対して、Bluetooth（商品名）Low Energyに準拠した無線通信方式にて検出信号を送出するよう構成してなるパワーアシストロボット

10

20

30

40

50

装置。

【請求項 14】

請求項 1～13 のいずれか一項に記載のパワーアシストロボット装置であって、

前記大腿部フレームは、装着者の足に装着されて前記回転駆動部のアシスト力を足に伝達するための足受け部を備え、

前記足受け部は、硬質の部材で構成され、

さらに前記足受け部は、前記大腿部フレームと、足受け部揺動軸を介して揺動自在に固定されてなる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】

10

【0001】

本発明は、パワーアシストロボット装置に関する。

【背景技術】

【0002】

農作業や医療、介護の分野、あるいは建築、土木作業や流通分野等において、パワーアシストロボット装置の研究開発が進められている。パワーアシストロボット装置は、パワーアシストスーツ等とも呼ばれ、装着者の労力軽減のため、特に高齢者社会を前に切望されている。そこで本発明者らは、パワーアシストロボット装置の研究を継続的に行い、少ない駆動源で重量物の持ち上げ動作や歩行動作を補助しつつ、装着者の動作を妨げないパワーアシストロボット装置の研究開発を行ってきた（例えば特許文献 1 参照）。

20

【0003】

特許文献 1 に示すパワーアシストロボット装置を、図 20 の側面図と図 21 のブロック図に、それぞれ示す。これらの図に示すパワーアシストロボット装置は、電動モータ 101 と、上体アシストアームと、下肢アシストアームとを備える。

【0004】

電動モータ 101 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、上体及び大腿部の動きを補助するための駆動トルクを発生させる。各下肢アシストアームは、一端部が電動モータ 101 の回転軸に固定され、他端部が大腿部の側部に装着される。装着者の胸部に装着される上体アシストアームと、2つの電動モータ 101 を両端部でそれぞれ保持し、装着者の腰部に装着されるメインフレームとは、上下軸線まわりに回転自在な受動回転軸 135 及び前後軸線まわりに回転自在な受動回転軸 124 によって連結される。上体アシストアームは、装着者の胸部に装着され、2つの電動モータ 101 の駆動力を装着者の胸部に伝達する胸部ガイド 129 を含み、胸部ガイド 129 は、可撓性を有する。

30

【0005】

図 21 に重作業用アシストスーツ 1000 に含まれる制御機器の構成を示す。重作業用アシストスーツ 1000 に含まれる制御機器は、本体ユニット 1100 と、2つのモータドライバユニット 1201、1202 と、右足底ユニット 1300 と、左足底ユニット 1400 と、ハンディ端末装置（以下「ハンディ端末」という）1500 と、バッテリーユニット 1600 と、右手スイッチユニット 1700 と、左手スイッチユニット 1800 とを含む。右足底ユニット 1300 は、装着者の右側の靴底に装着され、左足底ユニット 1400 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 1500 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 1500 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 1700 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 1800 は、手袋型に構成され、装着者の左手に装着される。

40

【0006】

また両足のつま先側と踵側にそれぞれ、床反力を検出するための爪先スイッチ 143 及び踵スイッチ 144 を備えている。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や、右足底ユニット 1300 から送られてくる爪先スイッチ 133 及び踵スイッチ 134 による検出結果、及び左足底ユニット 1400 から送られてくる爪先スイ

50

ッチ 1 4 3 及び踵スイッチ 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、上体動作及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。これら、足の裏側に設けられた 4 つのスイッチからの情報は、第一無線通信部 1 1 1 0 を介して無線通信により中央制御部 1 1 3 0 に送出される。

【0007】

しかしながら、複数のセンサスイッチを手足に装着するのは手間がかかる。特に足の裏にセットするスイッチは、各足の先端と踵の 2 箇所、両足で 4 箇所もある上、これらを本体ユニット 1 1 0 0 と常時通信させる必要がある。また、同じ作業場で複数の装着者がパワーアシストロボット装置を使用しようとするれば、通信が混線しないよう、各装着者のパワーアシストロボット装置間でも周波数を異ならせねばならず、複数台のパワーアシストロボット装置を同時に使用することが困難であるという問題もあった。

10

【0008】

また、センサスイッチは靴の中敷きの底にセットされる構造であるため、スイッチが常時押圧されるため耐久性の問題もある。またセンサスイッチ付きの中敷きを複数人数で共用することが想定され、衛生面でも問題もある。さらには装着者の足のサイズが異なるため、正確に指先と踵に配置するよう、位置決めを行う必要がある。いいかえると、左右の足を逆にすることができず、右用、左用に専用の靴となる上、装着者毎に足のサイズや形状に応じて最適位置が異なるため、共通の足スイッチを複数の装着者で共有することもできなかった。加えて、スイッチ類を駆動するための電力は電池で供給されるところ、足のスイッチは装着者の状態を把握するため、常時無線で信号を本体側に送出する必要がある、電池の消耗が激しい。よって頻繁に二次電池の充電や交換といった作業が必要となり、利便性が悪いという問題があった。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献 1】特開 2 0 1 6 - 1 5 0 4 2 0 号公報

【非特許文献】

【0010】

【非特許文献 1】佐野和男「健常者の歩行と持ち上げ動作支援のための電動式パワーアシストの機構と制御に関する研究」和歌山大学<<http://repository.center.wakayama-u.ac.jp/detail/196720160121143908>>

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

本発明はこのような背景に鑑みてなされたものであり、その目的の一は、足のセンサを省略して装着者の利便性を向上させたパワーアシストロボット装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段及び発明の効果】

【0012】

本発明の第 1 の形態に係るパワーアシストロボット装置によれば、装着者の動作を補助するアシスト動作を提供するためのパワーアシストロボット装置であって、装着者の腰部の左右方向両側近傍にそれぞれ配置され、装着者の上体及び大腿部の動きに従い、上体及び大腿部の動きを補助する駆動トルクを発生するための 2 つの回転駆動部と、装着時に装着者の大腿部に沿うように前記 2 つの回転駆動部からそれぞれ延長されて、アシスト動作時には前記回転駆動部で発生された駆動トルクを装着者の大腿部に伝達するための回転軸を有する 2 つの大腿部フレームと、各回転駆動部に設けられた回転軸の回転角度に関する情報を検出するための回転検出部と、各回転駆動部の駆動電力を供給するための本体電源部と、装着者の動作を検出するための 3 軸加速度センサと 3 軸ジャイロセンサを有する 6 軸センサと、前記回転検出部で検出された回転角度情報に基づき得られた各回転駆動部の

40

50

回転角度と、前記 6 軸センサで検出された装着者の動作に基づいて、前記回転駆動部で発生させる駆動トルクの大きさを決定し、該回転駆動部を制御するための本体制御部とを備えることができる。上記構成により、従来必要とされていた床反力を検出するための足底に設けるセンサスイッチを無くしても、6 軸センサで装着者の動作を検出することにより適切なアシスト動作を行うことが可能となる。また、足底のセンサスイッチを不要としたことで、個人差を低減でき、従来は困難であった、複数の装着者が共通のパワーアシストロボット装置を使用可能とする環境を提供できる。さらに従来必要であった足底のセンサスイッチと本体制御部との無線通信も不要とできるので、各センサスイッチを常時駆動させるための電力を供給するための電池を不要にでき、構成の簡素化や軽量化、低コスト化に資する。

10

【0013】

また、第 2 の形態に係るパワーアシストロボット装置によれば、さらに前記 6 軸センサを収納する制御ユニットと、前記 2 つの回転駆動部を接続する腰部フレームと、前記腰部フレームと接続された、装着者の腰部に装着するための腰サポートベルトとを備え、前記腰部フレーム上の前記回転駆動部と離間された位置に前記制御ユニットを設けることができる。上記構成により、6 軸センサを装着者の腰部に腰サポートベルトでもって密着させることができる。これにより、従来は腰部の左右に配置されたモータの回転軸に設けられたロータリーエンコーダで検出された回転角度のみで装着者の姿勢や足の動きを把握していたところ、モータの回転軸と装着者との追従性が悪く、足の角度によっては足とモータとの間の遊びによって検出角度に誤差が生じていた問題を、腰部フレーム上に配置した 6 軸センサを併用することで、足の動きによらず安定的に装着者の姿勢を検出できるようになり、精度を向上させることが可能となる。

20

【0014】

さらに、第 3 の形態に係るパワーアシストロボット装置によれば、さらにパワーアシストロボット装置を装着者に装着した際、装着者の上体背面に接触する上体フレームと、前記上体フレームと腰部フレームとを連結するための、一方向に延長された連結フレームとを備え、装着時の側面視において、前記上体フレームが、前記連結フレームの延長方向に対して傾斜角度 α ($0 < \alpha < 30^\circ$) にて傾斜して固定することができる。上記構成により、装着者の体型に沿うような、くの字状のフレームとして、パワーアシストロボット装置を装着者に密着させて追従性を向上させることができる。

30

【0015】

さらにまた、第 4 の形態に係るパワーアシストロボット装置によれば、装着時の正面視において、前記腰フレームの側面が鉛直方向に対して傾斜角度 β ($0 < \beta < 10^\circ$) となるよう、傾斜して固定できる。上記構成により、正面視において装着者の人体の体型に沿うようにハの字状に腰部フレームを固定することで、装着者と腰部フレームとの親和性を向上させることができる。

【0016】

さらにまた、第 5 の形態に係るパワーアシストロボット装置によれば、さらに装着者が求めるアシスト動作の入力を受け付けるための動作種別入力部を備え、前記動作種別入力部から入力されたアシスト動作の動作種別に基づいて、前記本体制御部が該動作種別に応じたアシスト動作を行うよう、前記回転駆動部を制御できる。上記構成により、装着者が必要とするアシスト動作が明示的に示される結果、従来のように装着者の動作から必要なアシスト動作の種別を推測して、必要な機能を切り分ける処理を不要とでき、パワーアシストロボット装置側の処理を簡素化できる上、誤動作も排除できる利点を得られる。また、不要なアシスト動作を OFF することで、安全性も高めることができる。

40

【0017】

さらにまた、第 6 の形態に係るパワーアシストロボット装置によれば、前記動作種別入力部が、アシスト動作として、装着者の歩行、荷揚げ、中腰姿勢、急激な姿勢の変化に対向する抗力を生じさせて該変化を緩衝させるダンパー動作のいずれかを選択可能に構成できる。上記構成により、装着者が必要とするアシスト動作を選択式とすることで、必要な

50

アシスト動作を簡便に呼び出すことが可能となり、操作性や使い勝手が向上する。

【0018】

さらにまた、第7の形態に係るパワーアシストロボット装置によれば、さらにアシスト動作に関する動作パラメータを保持するための本体側メモリ部を備え、前記本体側メモリ部が、一の装着者に対する一のアシスト動作を構成する複数の動作パラメータの組みをパラメータセットとして、複数のパラメータセットを保持可能に構成できる。上記構成により、共通のパワーアシストロボット装置で複数の装着者のアシスト動作に対応することが可能となる。また、同じ装着者であっても、異なるアシスト動作に対して使用可能とできる。

【0019】

さらにまた、第8の形態に係るパワーアシストロボット装置によれば、前記本体側メモリ部に保持された動作パラメータを更新する際に、パラメータセットを構成する動作パラメータを一ずつ更新するよう構成できる。上記構成により、動作パラメータの一斉更新を行わないことで、一の動作パラメータを変化させた後のアシスト動作の様子を確認しながら更新するようにしたことで、リアルタイムで動作パラメータの変化を把握して、試行錯誤により動作の最適化や動作不良の原因の特定もしやすくなり、安全性を向上できる。

【0020】

さらにまた、第9の形態に係るパワーアシストロボット装置によれば、前記本体制御部が、所定の時間以上、予め定められた動作又は姿勢を装着者が継続していることを検出した場合に、アシスト動作の提供を停止するよう構成できる。上記構成により、通常の使用用途では起こり難い動作や姿勢を検出した場合にアシスト動作の停止させることで、安全性を高めることができる。例えばパワーアシストロボット装置を装着したまま車の運転をするといった事態を避けたり、着座したらアシスト動作は不要と判断して電源をOFFにするといった制御が可能となる。

【0021】

さらにまた、第10の形態に係るパワーアシストロボット装置によれば、さらに前記本体電源部の電源電流を検出するための電流検出部を備えており、前記電流検出部で検出された電源電流が所定の電流値以上になったことを検出すると、前記本体制御部が、アシスト動作の制限又は停止を行うよう制御できる。上記構成により、電流値をモニタすることで本体電源部の異常を検出し、緊急停止する等の安全機構を実現できる。

【0022】

さらにまた、第11の形態に係るパワーアシストロボット装置によれば、さらに前記本体制御部の温度に関する情報を検出するための温度検出部を備えており、前記温度検出部で検出された温度情報に基づいて得られた前記本体制御部の温度が所定値以上になったことを検出すると、前記本体制御部が、アシスト動作の制限又は停止を行うよう制御できる。上記構成により、本体制御部の温度をモニタすることで本体制御部の異常を検出したり、非常時に緊急停止する等の安全機構を実現できる。

【0023】

さらにまた、第12の形態に係るパワーアシストロボット装置によれば、さらに装着者の一方の手に装着可能な手ユニットと、前記手ユニットと無線通信するための本体無線通信部とを備え、前記手ユニットは、装着者の一方の手の指で操作可能な指センサ部と、前記指センサ部で検出した検出信号を、前記本体無線通信部に対して無線で送信するための指側無線送信部と、前記指センサ部及び指側無線送信部の駆動電力を供給するための指電源部とを備え、前記指側無線送信部は、本体無線通信部に対して、検出信号を送出すべきタイミングで、周波数ホッピング方式にて検出信号を送出するよう構成できる。上記構成により、装着者の手で得た情報を、常時通信させるのではなく必要なタイミングで送出的ることにより、電力消費量を低減できる。また周波数ホッピング方式を利用することで、従来のように無線通信毎に異なる周波数を割り当てる手間を省き、同じ作業領域内に複数台の手ユニットやパワーアシストロボット装置の混在を許容することが可能となる。

【0024】

さらにまた、第 13 の形態に係るパワーアシストロボット装置によれば、前記指側無線送信部は、本体無線通信部に対して、Bluetooth（商品名）Low Energyに準拠した無線通信方式にて検出信号を送出するよう構成できる。上記構成により、BLEに準拠した無線通信方式により低消費電力で安定したデータ送信を行うことが可能となる。

【0025】

さらにまた、第 14 の形態に係るパワーアシストロボット装置によれば、前記大腿部フレームは、装着者の足に装着されて前記回転駆動部のアシスト力を足に伝達するための足受け部を備え、前記足受け部は、硬質の部材で構成され、さらに前記足受け部を、前記大腿部フレームと、足受け部揺動軸を介して揺動自在に固定することができる。上記構成により、回転駆動部の回転軸と、装着者の股関節とが一致しないことにより大腿部フレームが装着者の足に十分に追従しない角度となっても、装着者の足に触れる部分である足受け部と大腿部フレームとを一定の姿勢で固定せず、揺動自在としたことで、足受け部は広い面積で足を受けることが可能となる。この結果、足受け部の端縁が立ち上がって応力が足の一部に集中する事態を解消乃至軽減でき、足への負荷の少ないパワーアシストを実現できる。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図 1】本発明の一実施形態に係るパワーアシストロボット装置を示す斜視図である。

【図 2】図 1 のパワーアシストロボット装置の背面側斜め下方から見た斜視図である。

【図 3】図 1 のパワーアシストロボット装置の側面図である。

【図 4】図 1 のパワーアシストロボット装置の I V - I V 線における断面図である。

【図 5】図 1 のパワーアシストロボット装置の正面図である。

【図 6】図 1 のパワーアシストロボット装置の平面図である。

【図 7】図 1 のパワーアシストロボット装置を装着者が装着した状態を示す正面図である。

。

【図 8】図 1 のパワーアシストロボット装置を装着者が装着した状態を示す側面図である。

。

【図 9】図 1 のパワーアシストロボット装置を装着者が装着した状態を示す斜視図である。

。

【図 10】図 9 の状態から、パワーアシストロボット装置が装着者の左足を持ち上げるアシスト動作を行った状態を示す斜視図である。

【図 11】図 11 A は図 1 のパワーアシストロボット装置を装着した装着者が右足を持ち上げた状態を示す右側面図、図 11 B は図 11 A の状態からさらに右足を持ち上げた状態を示す右側面図である。

【図 12】図 12 A は足受け部揺動軸を有しないパワーアシストロボット装置を装着した装着者が左足を持ち上げた状態を示す右側面図、図 12 B は図 12 A の状態からさらに左足を持ち上げた状態を示す右側面図である。

【図 13】パワーアシストロボット装置を装着した装着者が膝曲げの姿勢を取った状態を示す側面図である。

【図 14】パワーアシストロボット装置を装着した装着者が腰曲げの姿勢を取った状態を示す側面図である。

【図 15】図 15 A は x y z 方向の 3 軸の合成値から移動平均を引いた加速度信号を示すグラフであり、図 15 B は装着者の実際の歩行状態において加速度信号を計測したグラフである。

【図 16】図 1 のパワーアシストロボット装置のブロック図である。

【図 17】パワーアシストロボット装置を装着した装着者にダンパー機能を働かせる状態を示す側面図である。

【図 18】変形例に係るパワーアシストロボット装置のブロック図である。

【図 19】動作種別毎の制御を示すフローチャートである。

【図 20】本発明者らが先に開発したパワーアシストロボット装置を示す側面図である。

10

20

30

40

50

【図 2 1】本発明者らが先に開発したパワーアシストロボット装置のブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。ただし、以下に示す実施の形態は、本発明の技術思想を具体化するための例示であって、本発明は以下のものに特定されない。また、本明細書は特許請求の範囲に示される部材を、実施の形態の部材に特定するものではない。特に実施の形態に記載されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的配置等は特に特定の記載がない限りは、本発明の範囲をそのみに限定する趣旨ではなく、単なる説明例にすぎない。なお、各図面が示す部材の大きさや位置関係等は、説明を明確にするため誇張していることがある。さらに以下の説明において、同一の名称、符号については同一もしくは同質の部材を示しており、詳細説明を適宜省略する。さらに、本発明を構成する各要素は、複数の要素を同一の部材で構成して一の部材で複数の要素を兼用する態様としてもよいし、逆に一の部材の機能を複数の部材で分担して実現することもできる。

【0028】

本発明の一実施形態に係るパワーアシストロボット装置 100 を図 1 ～ 図 10 に示す。これらの図において、図 1 は本発明の一実施形態に係るパワーアシストロボット装置 100 を示す斜視図を、図 2 は図 1 のパワーアシストロボット装置 100 の背面側斜め下方から見た斜視図を、図 3 は図 1 のパワーアシストロボット装置 100 の側面図を、図 4 は図 1 のパワーアシストロボット装置の I V - I V 線における断面図を、図 5 は図 1 のパワーアシストロボット装置 100 の正面図を、図 6 は図 1 のパワーアシストロボット装置 100 の平面図を、図 7 は図 1 のパワーアシストロボット装置 100 を装着者が装着した状態を示す正面図を、図 8 は図 1 のパワーアシストロボット装置 100 を装着者が装着した状態を示す側面図を、図 9 は図 1 のパワーアシストロボット装置 100 を装着者が装着した状態を示す斜視図を、図 10 は図 9 の状態から、パワーアシストロボット装置 100 が装着者の左足を持ち上げるアシスト動作を行った状態を示す斜視図を、それぞれ示している。

【0029】

本発明のパワーアシストロボット装置 100 は、重量物の持ち上げ・落下ろし及び運搬作業、一定姿勢を長時間継続する作業および平地・傾斜地・階段での歩行に対して、モータの力をフレームを介して人体に伝達し、作業支援を行うものである。そのため本発明の適応分野は広く、例えば農業における収穫作業、建築・土木における現場作業および介護施設でのリハビリ支援や補助、介助作業等に使用することが可能である。さらに災害救助の分野においても、震災や耐放射線防護支援といった用途にも適用可能である。なおパワーアシストロボット装置が補助するアシスト力は、用途に応じて調整できる。例えば回転駆動部であるモータの定格出力の選定、電源容量の設定、各部材の強度等を、アシスト力に応じて調整する。ここでは一例として、20 kg ～ 30 kg 程度の重量物の持ち上げ等に対して 10 kg ～ 15 kg 分のアシスト力を提供するパワーアシストロボット装置について説明する。ただし、より軽量の重量物や、より重い重量物の持ち上げ等に対応させることもかのであることはいうまでもない。

(パワーアシストロボット装置 100)

【0030】

これらの図に示すパワーアシストロボット装置 100 は、装着者の動作を補助するアシスト動作を提供する。具体的には、パワーアシストロボット装置 100 は、図 1 及び図 2 に示すように装着者の腰に配置される平面視 U 字状の腰部フレーム 10 と、腰部フレーム 10 の端部にそれぞれ設けられた回転駆動部 40 (40 A、40 B) と、各回転駆動部 40 A、40 B から装着者の大腿部に沿うように延長された大腿部フレーム 44 を備える。腰部フレーム 10 上には、本体電源部 30 が設けられている。また腰部フレーム 10 内には、制御ユニット 20 とモータドライバユニット 41 が内蔵される (詳細は後述)。このため腰部フレーム 10 には、内部に制御ユニット 20 とモータドライバユニット 41 の各

部材を内蔵するための収納空間 11、12、13を設けている。さらに腰部フレーム 10の上方には、連結フレーム 52を介して上体フレーム 50が配置されている。さらに図 1においては図示を省略しているが、図 7及び図 8に示すようにパワーアシストロボット装置 100を装着者に装着した際、腰部フレーム 10を装着者の腰の定位置に保持するよう、各種のベルト類がパワーアシストロボット装置 100に付加される。具体的には、腰サポートベルト 60を腰部フレーム 10の U 字状の先端に接続し、また装着者の胸部には胸部ガイド 62を配置し、肩ベルト 64で胸部ガイド 62と上体フレーム 50とを繋ぎ、装着者の両肩に肩ベルト 64をかけてパワーアシストロボット装置 100を懸吊するようにしている。これらのベルト類を装着するため、パワーアシストロボット装置 100にはベルトの連結機構を設けている。例えば一部にスリットを開口させて、ベルトを挿通して連結するようにしている。

10

(腰部フレーム 10)

【0031】

腰部フレーム 10は、装着者の概ね腰の位置に配置される。図 1～図 2の斜視図及び図 6の平面図に示すように、外形は、平面視 U 字状として、腰の後ろ側の約半分を覆うようにしている。また腰の前側の約半分は、図 9～図 10の斜視図に示すように腰サポートベルト 60で巻き付けるように、腰部フレーム 10の端縁、回転駆動部 40の側面に、腰サポートベルト 60を通す腰ベルト用スリット 43を形成している。

【0032】

腰サポートベルト 60は、パワーアシストロボット装置 100を装着者の腰部に装着するための部材であり、腰部フレーム 10の U 字状の端縁に設けられた腰ベルト用スリット 43に挿入されている。

20

【0033】

さらに腰部フレーム 10の両端には、2つの回転駆動部 40を接続している。この腰部フレーム 10は、十分な強度を発揮しつつ、軽量であることが求められる。よってアルミニウムやステンレス等の金属製あるいは FRP や CFRP 等の樹脂製とする。

【0034】

さらにまた腰部フレーム 10には、内部に各部材を収納するための収納空間 11、12、13を設けている。収納空間 11、12、13には、後述する制御ユニット 20とモータドライバユニット 41をいずれかの収納空間に纏めて、あるいは分散して配置している。図 1～図 10の例では、収納空間 11に制御ユニット 20、収納空間 12に左モータドライバユニット 41A、収納空間 13に右モータドライバユニット 41Bを含めている。なおこの例では、収納空間 11、12、13を腰部フレーム 10と一体的に構成しているが、これらを別部材で構成しても良い。また収納空間の数や大きさは、許容される内部空間の大きさや収納すべき部材の数、大きさ等に応じて設計され、例えば収納空間の数を 2以下、あるいは 4以上としてもよい。

30

(本体電源部 30)

【0035】

さらに腰部フレーム 10には、本体電源部 30が設けられている。本体電源部 30は、後述する回転駆動部 40や本体無線通信部等の部材に駆動電力を供給するための部材である。本体電源部 30は、充電可能な二次電池を備えている。例えば円筒型や角型のリチウムイオン二次電池、ポリマー電池等が利用できる。好ましくは、本体電源部 30は着脱式の電池パックとして、残容量が少なくなった電池パックを取り外して充電器にセットしたり、あるいは充電済みの予備の電池パックと交換できるようにする。図 1の例では、本体電源部 30は装着者の背面で中央の位置に設けているが、この位置に限らず、左右寄りの位置等、任意の位置に設けることができる。また図 1の例では、本体電源部 30を腰部フレーム 10と個別の部材としているが、これらを一体的に構成しても良い。例えば本体電源部 30を収納空間 11、12、13に含めることもできる。

40

(回転駆動部 40)

【0036】

50

回転駆動部 40 は、腰部フレームの両端にそれぞれ設けられ、パワーアシストロボット装置 100 の装着時に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る。各回転駆動部 40 A、40 B は、装着者の上体及び大腿部の動きに従い、上体及び大腿部の動きを補助する駆動トルクを発生する回転軸を有する。この回転駆動部 40 には、モータが利用できる。

(回転検出部 42)

【0037】

また各回転駆動部 40 A、40 B には、回転軸の回転角度に関する情報を検出するための回転検出部 42 (42 A、42 B) が設けられている。回転検出部 42 は、回転軸に設けられた光学式や磁気式のロータリーエンコーダが好適に利用できる。左右の回転検出部 42 A、42 B で検出されたエンコーダ値を、後述する本体制御部 21 で演算して回転角度を演算する。なお回転駆動部 40 に AC サーボモータやブラシレス DC モータ等のサーボモータを用いる場合は、モータ自体にインクリメンタルエンコーダやアブソリュートエンコーダ等の検出器が備えられているため、回転検出部を別途用意する必要がない。このように回転検出器が回転駆動部に予め組み込まれている態様も、本発明に包含する。

(大腿部フレーム 44)

【0038】

大腿部フレーム 44 は、パワーアシストロボット装置 100 の装着時には、装着者の大腿部に沿うように 2 つの回転駆動部 40 からそれぞれ延長されている。また図 4、図 11 A、図 11 B 等に示すように、各大腿フレーム 44 の下端には、足受け部揺動軸 47 を介して、足受け部 46 が設けられ、装着者の大腿部を前方から部分的に覆うように構成されている。

(足受け部 46)

【0039】

足受け部 46 は、大腿部と接する面を、大腿部に沿うように曲面状に形成される。図 20 に示す従来の重作業用アシストスーツ 1000 では、本発明の足受け部 46 と同じ機能を持つ、柔軟な素材で形成されたベルト状の受け部 114 を備える。しかし、この受け部 114 は電動モータ 101 からアシスト力を伝達された時に大きく変形するため、アシスト力が逃げてしまうことや、変形の度合いによってはベルト状の受け部 114 が装着者の大腿部を締め上げる状態となって、痛みを生じさせる問題があった。これに対して本実施形態に係る足受け部 46 は、硬質の部材で構成されており、回転駆動部から伝達されるアシスト力を、変形による伝達ロスが無いように正確に大腿部に伝達することができる。このような足受け部 46 は、十分な強度を有する硬質の部材、例えば金属や樹脂で構成される。

【0040】

さらに足受け部 46 には、大腿部ベルト 49 が設けられ、装着者の大腿部に巻き付けて足受け部 46 を密着させる。これにより、回転駆動部 40 でもって大腿部フレーム 44 を回転させた際、足受け部 46 と大腿部ベルト 49 でもって、歩行時に装着者の足を持ち上げたり、図 13 に示すような膝曲げ姿勢、あるいは図 14 に示すような中腰姿勢の際に大腿部を保持したり、押し下げたりすることができる。

【0041】

加えて、図 9～図 10 の斜視図に示すように、大腿部フレーム 44 の中間に装着された股ベルト 48 及び大腿部ベルト 49 でもって、装着者の大腿部に固定されている。また大腿部フレーム 44 の中間には、メタルベルト状の多関節体を有しており、正面視における左右方向への足の開閉や、股ベルト 48 の固定位置から回転駆動部 40 までの距離の伸縮といった、股関節の動きに対する追従性を高めている。このようにして大腿部フレーム 44 は、アシスト動作時には回転駆動部 40 で発生された駆動トルクを装着者の大腿部に伝達する。逆に非アシスト時には、装着者自身による大腿部の動作を回転駆動部 40 の回転検出部 42 でもって検出する。

(足受け部揺動軸 47)

【0042】

足受け部46は、足受け部揺動軸47により、揺動運動が可能である。これにより、装着者が大腿部を上下に動作させた際に、足受け部46を大腿部に追従させることができる。この様子を、本実施形態に係るパワーアシストロボット装置を示す図11A、図11B、及び比較のため足受け部揺動軸を有しないパワーアシストロボット装置を示す図12A、図12Bに基づいて説明する。ここでは装着者の左足について説明するが、右足についても同様である。装着者にパワーアシストロボット装置を装着した状態では、装着者の股関節と回転駆動部の回転軸とを完全に一致させることは困難である。図12A、図12Bの例では、パワーアシストロボット装置を装着者の腰の位置に装着しているため、回転駆動部の回転軸が股関節よりも上方に位置している。この状態でも、図8に示すように装着者が直立状態では、足受け部で大腿部を受ける面を大腿部に一致させることができる。しかし、図12A、図12Bに示すように、装着者が足を上げていくと、いいかえると回転駆動部を回転させるほど、大腿部の表面に対して足受け部で受ける面の角度差が大きくなっていく。図12Bに示す状態では、破線で囲まれた円形の領域で示すように足受け部の下方の端縁が大腿部に食い込む状態となって、装着者に不快感を与える。

10

【0043】

これに対して、足受け部46を、大腿部フレーム44に対して足受け部揺動軸47を介して揺動自在とすることで、図11Aや図11Bに示すように、足を持ち上げて大腿部の表面と足受け部で受ける面との角度差が大きくなっても、大腿部フレーム44に対する足受け部46の角度を調整自在とすることで、この角度差を吸収して、足受け部の広い面積で大腿部に接触させて、応力の集中を防ぎ、装着者に痛みを与えることなくアシスト力を提供することが可能となる。

20

【0044】

なお図4等の例では、足受け部揺動軸47は回転駆動部40の回転軸とほぼ平行になるように構成しているが、本発明はこの構成に限らず、例えば足受け部揺動軸をユニバーサルジョイントとして足受け部と大腿部フレームとを接続してもよい。これにより、操作者が股を開く方向に大腿部を動かしても、足受け部の角度を大腿部に応じて変化させることができ、より快適な装着感が実現される。

【0045】

また上記の例では、足受け部46を大腿部の前面側に配置する構成を示したが、本発明はこれに限らず、別の位置、例えば大腿部の背面側（膝裏側）に配置するように構成してもよい。これにより、大腿部の背面側から足を持ち上げるアシスト力が付与されるため、例えば角度の立った傾斜地で、足を大きく高く振り上げる歩行を強いられる場合に、効果の高いアシスト力を装着者に提供することが可能となる。

30

（上体フレーム50）

【0046】

上体フレーム50は、パワーアシストロボット装置100を装着者に装着した際、装着者の上体背面に接触する部材である。上体フレーム50は、U字状に形成して装着者の上体背面を斜め上方向に把持する姿勢とし、肩ベルト64等のベルト類を連結してパワーアシストロボット装置100を懸吊する。上体フレーム50は、強度を発揮するため、樹脂製あるいは金属製とする。なおベルト類は、装着者の体格に合わせて長さを調整可能としている。例えばバックルや面ファスナ等を用いることで、ベルトの長さの調整機構を実現できる。またベルト類の材質には、ポリプロピレンやナイロン、皮革などの柔軟性を持つ素材が好適に利用できる。

40

（連結フレーム52）

【0047】

連結フレーム52は一方向に延長され、上体フレーム50と腰部フレーム10とを連結するための部材である。図1及び図3に示す例では、腰部フレーム10を水平でなく若干先端側、すなわち回転駆動部40が低い位置となるように、連結フレーム52を腰部フレーム10に対して傾斜して固定している。また上体の左右の揺動運動に対応するよう、正

50

面視において上体フレーム 50 を揺動させるための揺動軸 54 を備えている。このように連結フレーム 52 と上体フレーム 50 を揺動軸 54 でもって連結したことで、装着者が上体を揺動させてもパワーアシストロボット装置 100 を追従させることができる。

(6 軸センサ 70)

【0048】

制御ユニット 20 は、6 軸センサ 70 や本体制御部 21 を含む。6 軸センサ 70 は、装着者の動作を検出するための 3 軸加速度センサと 3 軸ジャイロセンサを有する。3 軸加速度センサは、3 次元加速度センサ等とも呼ばれ、センサを装着した被検出体が移動する方向、すなわち x 軸、y 軸、z 軸の 3 軸における加速度を検出する。一方 3 軸ジャイロセンサは、3 軸角速度センサや 3 次元ジャイロセンサ等とも呼ばれ、3 軸の角速度を検出する。6 軸センサ 70 はこれらのセンサの組み合わせから、3 軸の加速度と 3 軸の角速度を検出でき、6 軸センサ 70 を装着した装着者の上体の絶対的な動きを補足できる。

【0049】

また、6 軸センサ 70 を収納する制御ユニット 20 を装着者の腰部に腰部フレーム 10 及び腰サポートベルト 60 でもって密着させることで、6 軸センサ 70 の密着性を向上させ、もって装着者の上体の姿勢を正確に把握できるようになる。従来は腰部の左右に配置されたモータの回転軸に設けられたロータリーエンコーダで検出された回転角度でもって装着者の姿勢や足の動きを把握していたところ、モータの回転軸と装着者との追従性が悪く、足の角度によっては足とモータとの間の遊びによって検出角度に誤差が生じていた。これに対して 腰部フレーム 10 と腰サポートベルト 60 でもって 6 軸センサ 70 を装着者の体の、股関節の近傍に位置する回転軸とは異なる位置に配置したことで、足の動きによらず安定的に装着者の上体姿勢を検出できるようになり、装着者の上体姿勢の検出精度を向上させることが可能となる。

【0050】

なお、本実施形態においては、3 軸加速度センサと 3 軸ジャイロセンサを一体的に構成した 6 軸センサを用いているが、必ずしも一体的なセンサを用いる必要はなく、別体で構成された 3 軸加速度センサと 3 軸ジャイロセンサを用いても良い。本明細書においては、このように別体に構成した 3 軸加速度センサと 3 軸ジャイロセンサの組み合わせも、6 軸センサに含める。さらに、必要に応じて追加のセンサ、例えば 3 軸方位センサを付加してもよい。

【0051】

このパワーアシストロボット装置 100 は、従来必要とされていた床反力を検出するための足底に設けるセンサスイッチを無くしても、6 軸センサ 70 で装着者の動作を検出することにより適切なアシスト動作を行うことが可能となる。また、足底のセンサスイッチを不要としたことで、個人差を低減でき、従来は困難であった、複数の装着者が共通のパワーアシストロボット装置を使用可能とする環境を提供できる。さらに従来必要であった足底のセンサスイッチと本体制御部との無線通信も不要とできるので、各センサスイッチを常時駆動させるための電力を供給するための電池を不要にでき、構成の簡素化や軽量化、低コスト化に資する。

(装着者の動作に対する追従性の向上)

【0052】

また、6 軸センサ 70 を腰の位置で、回転駆動部 40 とは離間した位置に設けたことで、装着者の動作への追従性を高め、装着者の動作を検出する精度を高めることができる。すなわち従来のパワーアシストロボット装置では、左右の回転駆動部における回転軸の回転角度を回転検出部でもって検出していたため、装着者の姿勢によっては回転角度が同じとなって判別ができない動作が存在していた。例えば図 13 に示すような膝曲げの姿勢と、図 14 に示すような腰曲げ、すなわち中腰の姿勢では、回転軸の回転角度（いずれも、体軸の方向すなわち直立姿勢を基準に角度 θ ）としては同じになるため、これらを区別することができなかった。

【0053】

また装着者の腰とパワーアシストロボット装置との間には遊びがあり、装着者の足の動きが完全に回転角度に伝達される訳ではない。本発明者らが行った試験によれば、腰の角度測定の誤差が 10° 前後あることが判明した。ここで腰の動きの検出精度を向上させようとするれば、一般には角度センサの分解能を向上させる等、ハードウェアの精度向上を図ろうとするところ、パワーアシストロボット装置を装着者に装着するという構成においては、装着者の体表面と装置との間に遊びが存在し、これを無くすることが困難である以上は、この方法では対処できない。

【0054】

そこで本実施形態においては、6軸センサ70を装着者の腰の、回転駆動部40と離間させた位置に設けることで、腰の絶対角度を測定可能としている。6軸センサ70は三次元加速度センサと三次元ジャイロセンサの両方を備えていることから、3軸の角加速度と3軸の加速度を把握でき、腰の絶対的な動きを補足できる。これにより、従来は回転軸の回転角度に頼っていた腰の動きの検出精度を大幅に向上させることが可能となる。この結果、誤差を低減した正確なアシスト動作の制御が実現される。

【0055】

また腰の角度から装着者の上体の姿勢を把握できるようになり、従来は判別が困難であった、図13に示す膝曲げの姿勢と、図14に示す中腰の姿勢を区別できるようになった。この結果、中腰のみに反応するアシスト動作も正確に判別して実行することが可能となる。

(足底のセンサスイッチの省略)

【0056】

さらに、従来の足底のセンサスイッチを有するパワーアシストロボット装置と比べ、足底のセンサスイッチを省略しながらも、歩行速度の検出範囲を拡張することができ、さらに床や地面の状態によらず、歩行状態を把握すること可能となる。これは、従来のパワーアシストロボット装置では、左右の足底のつま先と踵に設けたセンサスイッチで検出した床反力でもって歩行の状態を把握していたからである。例えば左足を前に出したとき、まず左足の踵が床乃至地面と接地し(ON)、次に左足のつま先が接地する(OFF)。また左足を上げる際には、まず左足の踵が床から離れ(OFF)、さらに左足のつま先が離れる(OFF)。これに右足の動作が同様に加わって、これを組み合わせて歩行動作が成立する。すなわち、左足を前に出し、次いで右足を前に出す動作を考えると、左足の踵が接地し(ON)、左足のつま先が接地し(ON)、左足の踵が離れ(OFF)、右足の踵が接地し(ON)、右足のつま先が接地し(ON)、左足のつま先が離れ(OFF)、右足の踵が離れ(OFF)、左足の踵が接地し(ON)、以下同様の動作を繰り返す。このような順で、足底のセンサスイッチがそれぞれON/OFFするパターンを把握することで、歩行の動作を検出していた。

【0057】

これに対して本実施形態に係るパワーアシストロボット装置100では、足底のセンサスイッチで床反力を検出する機構を排し、従来の足底センサスイッチによる歩行判断シーケンスに代えて、6軸センサ70による歩行判断シーケンスを採用したことで、歩行動作を検出可能な範囲を広げること成功したものである。具体的には、6軸センサ70を構成する3軸加速度センサの信号から歩行タイミングを計算すると共に、6軸センサ70を構成する3軸ジャイロセンサでもって腰の姿勢すなわち上体の角度を把握し、さらに回転検出部42で検出、演算された回転駆動部40の回転軸の回転角度を股関節角度として取得することで、これらの情報に基づいて本体制御部21が装着者の歩行状態を推測する。例えば足接地の衝撃を3軸加速度センサで検出すれば、動作判断のタイミングを得ることができる。そのタイミングで、6軸センサ70すなわち3軸ジャイロセンサ及び3軸加速度センサでもって上体の角度を検出し、股関節角度を回転検出部42で検出し、これらから歩行の体勢かどうかを重ねて、装着者が歩行中であることを本体制御部21が検出すれば、歩行アシストを開始できる。例えば、3軸ジャイロセンサで検出した角速度を積分して得られた角度と、3軸加速度センサで検出された角度を合成して、上体の角度を求める

。この方法であれば、短時間で正確な上体の角度を検出することができる。

【0058】

なお、歩行の有無を判定する技術としては、歩数計が存在する。従来の歩数計では、3軸加速度センサを用いて歩数すなわち歩行を、歩行検出アルゴリズムで判定している。歩数計では、歩数の計数ができれば足りるので、判定結果を得るまで処理時間がかかっても問題とならない。これに対してパワーアシストロボット装置では、装着者の歩行タイミングに従ってアシスト力を提供する必要がある、短時間で正確に歩行タイミングを検出することが求められる。いいかえると、歩数計で用いられている歩行検出アルゴリズムをそのままパワーアシストロボット装置に適用しても、応答速度の面では対応が困難となる。そこで本実施の形態においては、3軸ジャイロセンサを組み合わせることで、歩行タイミングを検出する精度を向上させ、さらに判定処理時間を短縮化している。一般に、加速度センサで角度を検出しようとする、静止時の角度は求まるものの、移動中には加速度によって正確な角度が求められない。一方で傾きを検出するジャイロセンサで検出された角速度を積分した角度を用いる場合は、積分誤差が蓄積されるため、角度がオフセットしていく。よって、これらを合成することで、短時間で正確な角度を得ることが可能となる。例えば、ジャイロセンサで得られた角速度を積分した角度をハイパスフィルタに、加速度センサで得られた角度をローパスフィルタに通して合成することで、角度のオフセット分を除去した正確な値を得ることが可能となる。加えて、近年ではスマートフォン等の携帯端末に内蔵された加速度センサ等を用いて歩数計を実現するアプリケーションが知られている。しかしながらこの歩数計は、スマートフォンの姿勢、例えば使用者のポケット内にどのような姿勢でスマートフォンが収まっているかが判らないため、正確な検出ができないという問題があった。これに対して本実施形態に係るパワーアシストロボット装置では、装着者に実装されている方向が概ね規定される。さらに股関節の角度もリアルタイムで取得できるので、これらの情報も利用することで、短い処理時間でも正確な角度検出すなわち上体姿勢の特定が可能となる。

【0059】

さらに、従来のパワーアシストロボット装置における歩行パターンの検出方法と本実施形態に係るパワーアシストロボット装置における方法とを比較する。例えば非特許文献1では、装着者の足底に設けたセンサスイッチを用いて歩行パターンから歩行判断を開始していたため、歩行パターンに合わない場合は歩行判断が開始されなかった。これに対して今回の手法では、着地時の衝撃のみで歩行判断開始のトリガを得ることができるため、歩行判断に対する制約が緩くなっている。その分、広い範囲の歩行に対応できるようになる。ここで6軸センサ70による歩行判断シーケンスの一例を、図15A及び図15Bに基づいて説明する。まず、3軸の加速度の合成値である3軸合成値(RSS)を検出する。3軸合成値とは、測定点における加速度のベクトル量を、x軸、y軸、z軸それぞれの方向の加速度を合成して表現したものであり、次式で表現できる。

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$$

a：周波数補正振動加速度実効値の3軸合成値 (m/s²)

a_x, a_y, a_z：3軸それぞれの周波数補正振動加速度実効値 (m/s²)

【0060】

実際には、3軸分の加速度信号のRSS値を計算し、さらに移動平均(RMS)を計算して、RSS値から移動平均を減算した値を加速度信号(AccRMS)として利用する。図15に、3軸加速度センサで検出した3軸分の合成実行値例グラフを示す。3軸の合成値は、静止状態では3軸加速度センサの実装角度に関係なく、3軸分を合成すると重力によって重力加速度1Gとなる。そして歩行すると1G以上となる。よって静止状態である1Gからの変化分が、歩行によって発生したものとなり、図15のグラフは、この変化分を示している。図15においてPAの部分を検出することで、歩行タイミングを検出できる。図15Bに、実施形態に係るパワーアシストロボット装置で実測した3軸分の合成

実行値（加速度信号 $A_{cc}RMS$ ）のグラフを示す。この図に示すように、得られた合成実効値の大半が、足を振り下ろしたときの衝撃で検出される。この値を用いて、変化分から歩行のタイミングを生成する。さらに、この歩行タイミングに同期して、装着者の左右の足に設けた回転駆動部 40 に対して、必要なアシスト力を与えるよう制御する。回転駆動部で発生すべきトルクの決定方法は、既知の方法（例えば非特許文献 1）で決定される。本体制御部 21 は、決定されたトルクで回転駆動部を歩行タイミングに同期させて回転させるよう、指示を送る。

【0061】

この方法によれば、従来の足底センサスイッチで検出された歩行パターンから歩行開始タイミングを得る方法と比べ、検出可能な歩行の範囲を拡大できる。すなわち、従来の方法では、歩行パターンに合致しない場合は、歩行パターンが検出されず、歩行アシストが開始されなかった。これに対して本実施の形態に係るパワーアシストロボット装置では、3 軸加速度センサを用いて足の着地時の衝撃のみで歩行タイミングを捕捉しているため、歩行パターンが異なっても歩行タイミングを検出でき、歩行パターンに制約されないため歩き方に対する制約が緩くなっている分、様々な歩行パターン、すなわち広い範囲の歩行に対応できる。

【0062】

またこの方法であれば、足底センサスイッチで得られた床反力に頼ることなく、装着者の上体や腰の絶対的な動きに基づいて歩行状態を把握できるので、把握可能な歩行速度の範囲を拡大して、ゆっくり歩く場合や速く歩く場合も含めた装着者の動作の検出が可能となる。

【0063】

さらに本実施形態に係るパワーアシストロボット装置 100 では、足の接地時における振動を 6 軸センサ 70 の 3 軸加速度センサで検出することで、接地のタイミングを検出している。このタイミングに基づいて、足の動作の把握が可能となる。さらに 6 軸センサ 70 に加えて、回転検出部 42 で検出された回転駆動部 40 の回転軸の回転角度も利用することで、左右の足の動きを把握できる。いいかえると、左右どちらの足が接地しているのかをパワーアシストロボット装置 100 側で把握することが可能となる。また上体の傾きを 6 軸センサ 70 の 3 軸ジャイロセンサで検出してこれを利用することで、左右の足のいずれが接地しているかの判断を行ってもよい。このように、足底センサスイッチがなくとも、足の動作を 6 軸センサ 70 や回転検出部 42 でもって把握することが可能となる。

【0064】

一方で、従来の足底センサスイッチを用いる構成においては、センサでの検出結果を本体側に送出するため、常時無線通信を行う必要があり、電力消費が大きく電池の充電や交換を頻繁に行わねばならず、またパワーアシストロボット装置毎に変化させる必要があり、管理が大変となる等の問題があった。さらに足裏のセンサスイッチは常時装着者の体重が印加されているため、高い耐久性が求められる上、定期的な点検や交換も必要となる。さらに装着者の足のサイズに応じて足底センサスイッチの位置を調整したり、歩行動作のティーチング等も必要であり、またこのような装着者毎のカスタマイズが必要な性質上、複数の装着者で一のパワーアシストロボット装置を共用することができなかった。これに対して本実施形態に係るパワーアシストロボット装置によれば、足底センサスイッチを省略したことで、このような不便を解消して装置の構成を簡素化し、低コスト化が図られ、また事前のティーチング等の調整作業を不要とすることができる。

【0065】

さらに本実施形態に係るパワーアシストロボット装置は、装着者の動作時にも人体にできるだけ沿うように、その形状を工夫している。具体的には、図 3 の側面図に示すように、装着時の側面視において、上体フレーム 50 が、連結フレーム 52 の延長方向に対して傾斜角度 α ($0 < \alpha < 30^\circ$) に傾斜して固定されている。これにより、人体の S 字状の体型に沿うような、くの字状のフレームとして、パワーアシストロボット装置 100 を装着者に密着させて追随性を向上させることができる。

10

20

30

40

50

【0066】

また図5の正面図に示すように、装着時の正面視において、腰フレームの側面が鉛直方向（腰部フレームの中心線）に対して傾斜角度 β （ $0 < \beta < 10^\circ$ ）となるよう、傾斜して固定している。これにより、正面視において装着者の人体の体型に沿うようにハの字状に腰部フレームを形成することで、装着者の腰部フレームの親和性を向上させることができる。

（ブロック図）

【0067】

次に、パワーアシストロボット装置100のブロック図を図16に示す。この図に示すパワーアシストロボット装置100は、制御ユニット20と、2つのモータドライバユニット41A、41Bと、回転駆動部40A、40Bと、本体電源部30と、操作部80を備える。

10

【0068】

制御ユニット20は、本体制御部21と、電源制御部22と、本体側メモリ部23と電流検出部72を有する。本体制御部21は、各モータドライバユニット41A、41Bに含まれるモータドライバ45A、45Bを駆動する。具体的には、本体制御部21は電源制御部22を制御し、モータドライバ45A、45Bを介して、本体電源部30からの回転駆動部40A、40Bに供給される電力を制御する。なお、本体制御部21や電源制御部22は、CPUやASIC等で実現される。例えば本体制御部と電源制御部とを一のICに統合してもよい。

20

（本体制御部21）

【0069】

本体制御部21は、回転検出部42A、42Bを用いて検出された各回転駆動部40A、40Bの回転角度と、6軸センサ70で検出された装着者の動作に基づいて、回転駆動部40で発生させる駆動トルクの大きさを決定し、回転駆動部40を制御するための部材である。駆動トルクの大きさは、動作種別とそれぞれの動作でのアシストシーケンスによって決定される。詳細は非特許文献1等を参照されたい。

【0070】

本体側メモリ部23は、必要な設定情報を保持するための部材である。例えば半導体記憶素子やハードディスク等が利用できる。また、可搬メディアを本体側メモリ部23として利用すれば、可搬メディアを抜き取って容易に外部で閲覧、更新等も行えるようになる。

30

【0071】

モータドライバユニット41を構成する左モータドライバユニット41A、右モータドライバユニット41Bはそれぞれ、左モータドライバ45A、右モータドライバ45Bを備える。各モータドライバ45A、45Bは、回転駆動部40を構成するパワーアシスト用電動モータと接続される。またパワーアシスト用電動モータには、回転角度を検出するための回転検出部42A、42Bが設けられている。ここでは、右足用のモータドライバユニット41Bは、右モータドライバ45Bを備える。右モータドライバ45Bは、装着者の右側に装着される回転駆動部40Bとその回転検出部42Bに接続される。また左足用のモータドライバユニット41Aは、左モータドライバ45Aを備える。左モータドライバ45Aは、装着者の左側に装着される回転駆動部40Aとその回転検出部42Aに接続される。各モータドライバ45A、45Bは、有線による通信によって、本体制御部21と通信し、本体制御部21からアシスト動作に必要な出力トルク指令等の指令を受ける。一方で各モータドライバ45A、45Bは、モータの位置情報すなわち回転駆動部40の回転軸の回転角度を表す情報を、本体制御部21へ送っている。

40

【0072】

パワーアシストロボット装置100の運用時において、本体制御部21は、回転検出部42を用いて回転角度を検出する。具体的には、本体制御部21は、回転駆動部40に含まれるロータリーエンコーダから、パワーアシスト用電動モータの回転軸の回転角度、つ

50

まり股関節角度を、各モータドライバ４５Ａ、４５Ｂを介して読込んだエンコーダ値より計算して求める。そして本体制御部２１は、股関節角速度、つまりパワーアシスト用電動モータの回転軸の回転角度と角速度を計算する。

【００７３】

本体電源部３０は、バッテリー１６１を含んで構成される。本体電源部３０は、バッテリー１６１からの電力を制御ユニット２０及び各モータドライバ４５Ａ、４５Ｂ並びに回転駆動部４０Ａ、４０Ｂに供給している。

（電流検出部７２）

【００７４】

電流検出部７２は、回転駆動部４０に供給される駆動電流を検出するための部材である。電流検出部７２で検出された駆動電流に関する情報は、本体制御部２１に送出され、電流量が監視される。そして駆動電流が所定の電流値以上になったことを検出すると、本体制御部２１が、アシスト動作の制限や停止を行うことで、安全性を高めることができる。また、本体電源部３０の放電が適切に行われていることを監視することもでき、バッテリーの保護も図ることができる。このように電池の電流値をモニタすることで、バッテリーの異常を検出したり、非常時に緊急停止する等の安全機構を実現でき、パワーアシストロボット装置１００の信頼性を高めることができる。

（温度検出部７４）

【００７５】

さらに必要に応じて、本体電源部３０の温度を検出するための温度検出部７４を設けてもよい。温度検出部７４は、本体制御部２１に接するように、あるいは近接して設けられ、本体制御部２１の温度に関する情報を検出するための部材である。温度検出部７４で検出された温度情報に基づいて、本体制御部２１の温度を演算する。これによって、本体制御部２１の熱による誤動作や熱暴走を回避する。例えば、本体制御部２１の温度が、所定の閾値温度を超えないように監視して、閾値温度を超えると、温度異常アラームを出したり、アシスト動作を停止させる等の所定の安全動作を行う。

（操作部８０）

【００７６】

操作部８０は、装着者やパワーアシストロボット装置１００の設定を行う作業者が、必要な情報を設定、更新する等の入力操作を行うための部材である。操作部８０はパワーアシストロボット装置１００に装着された本体操作パネルとしたり、又はパワーアシストロボット装置１００とは別個の部材、例えば専用のコンソール等としてもよい。あるいは、汎用のスマートフォンやタブレットに専用のアプリケーションをインストールして操作部の機能を実現することもできる。また別個の操作部とする場合は、パワーアシストロボット装置１００との間でデータ通信するための通信インターフェースを設ける。例えば後述する図１８に示す本体側無線通信部でもって操作部８０とデータ通信するようにしてもよいし、あるいはパワーアシストロボット装置に操作部とデータ通信を行うための専用の無線通信部を別途設けてもよい。また操作部８０で行われた設定内容は、パワーアシストロボット装置１００の本体側メモリ部２３に保持される。なお操作部８０を別部材として、データ通信によりパワーアシストロボット装置１００の設定を書き換える場合、パワーアシストロボット装置１００の本体側メモリ部２３に設定内容を保存しておくことができる。

【００７７】

操作部８０には必要に応じて設定項目を表示させるための表示部を設けてもよい。表示部は、ＬＥＤ等の発光部材で構成される。あるいは、表示部を液晶ディスプレイや有機ＥＬパネル等としてもよい。またタッチパネルとすることで、操作部と表示部を兼用させてもよい。

（動作種別入力部８１）

【００７８】

この操作部８０は、装着者が求めるアシスト動作の入力を受け付けるための動作種別入

10

20

30

40

50

力部 8 1 の機能を果たす。動作種別入力部 8 1 から入力されたアシスト動作の動作種別は、本体制御部 2 1 に送出され、本体制御部 2 1 は入力された動作種別に応じたアシスト動作を行うよう、回転駆動部 4 0 を制御する。このような構成により、装着者が必要とするアシスト動作が明示的に示される結果、従来のように装着者の動作から必要なアシスト動作の種別を推測して、必要な機能を切り分ける処理を不要とでき、パワーアシストロボット装置 1 0 0 側の処理を簡素化できる上、誤動作も排除できる利点を得られる。また、不要なアシスト動作を OFF することで、安全性も高めることができる。なお動作種別入力部 8 1 は、図 1 8 の例では操作部 8 0 に組み込まれているが、この構成に限らず、例えば動作種別入力部の機能を制御ユニット 2 0 に実装することもできる。これにより作業中に操作部 8 0 を取り出して操作する手間が省け、動作種別の変更動作を更に簡易とできる。

10

【0079】

好ましくは、動作種別入力部 8 1 を、予め用意された複数のアシスト動作の選択肢の中から、ユーザに所望のアシスト動作を選択させるモード切替スイッチとする。これにより、装着者が必要とするアシスト動作を選択式とすることで、必要なアシスト動作を簡便に呼び出すことが可能となり、操作性や使い勝手が向上する。

(アシスト動作)

【0080】

選択可能なアシスト動作としては、装着者の歩行、荷物等の持上げ対象物の持上げ、中腰姿勢、ダンパー動作等が挙げられる。ダンパー動作とは、急激な姿勢の変化に対向する抗力を生じさせて該変化を緩衝させる機能である。ダンパー動作以外については、装着者の大腿部の動きを検出し、これに沿うようにアシストするトルクを加える。一方ダンパー動作はこれとは逆に、装着者の急激な姿勢の変化を検出して、これに対向するようにトルクを抗力として加える。例えば、図 1 7 に示すように、重い荷物を持ったときなど急に前屈みになる方向に腰が落ち込む場合、このような急激な変化を 6 軸センサ 7 0 や回転検出部 4 2 でもって検出して、腰を落ち込まないように抗力を生じさせる、あるいは体を支えて動かないようにするアシスト動作を行うことで、装着者の腰を守ることができる。これにより、従来は重い荷物の持ち上げ時その重さにより腰が急に落ちるような事態から装着者を保護することが可能となる。このようなダンパー動作も、装着者の動作を検出してアシストするアシスト動作に含める。なおダンパー動作における体の支持は、一定時間（例えば 1 0 秒間）継続するように設定してもよいし、装着者から明示の解除指示があるまで継続するように構成してもよい。

20

30

(動作パラメータ入力部)

【0081】

また、パワーアシストロボット装置 1 0 0 に動作種別パラメータ入力部を付加してもよい。動作パラメータ入力部は、上述した操作部 8 0 と兼用してもよいし、また別の部材としてパワーアシストロボット装置 1 0 0 に付加してもよい。図 1 6 の例では、動作パラメータ入力部を操作部 8 0 と兼用する例について説明する。装着者は手で動作パラメータ入力部を操作する。

【0082】

動作パラメータ入力部は、動作パラメータを指定するための部材である。動作パラメータとは、パワーアシストロボット装置 1 0 0 の動作に必要な変数（パラメータ）である。これらの動作パラメータの組みは、本体側メモリ部 2 3 に保持される。動作パラメータの組みは、好ましくは装着者のアシスト動作と関連付けて保存される。すなわち、パワーアシストロボット装置 1 0 0 の運用前の設定時において、一の装着者に対する一のアシスト動作を構成する複数の動作パラメータの組みをパラメータセットとして本体側メモリ部 2 3 に保持する。そしてパワーアシストロボット装置 1 0 0 の運用時において、本体制御部 2 1 は、動作種別入力部 8 1 で選択された動作種別に応じたパラメータセットを本体側メモリ部 2 3 から読み込み、パラメータセットに含まれる各動作パラメータに従い、アシスト動作を行う。

40

【0083】

50

また一の動作種別と対応するパラメータセットは、必ずしも1:1とする必要はなく、一の動作種別に対して複数のパラメータセットを登録しておくように構成することも可能である。例えば動作種別として「持上げ」を選択する場合、荷重に応じて、アシスト動作で提供されるトルクの量を、大、中、小のそれぞれに対してパラメータセットを用意しておき、実際の荷揚げの量や当日の装着者の体調等に応じて選択するよう構成してもよい。あるいは、複数のパラメータセットを登録することなく、一のパラメータセットのみを登録しつつ、これを中心に、アシスト動作で提供されるトルクの量を若干（例えば10%）増やしたパラメータセットを「サポート強め」、若干減らしたパラメータセットを「サポート弱め」として、装着者がサポート量の強、中、弱を選択可能としてもよい。この方法であればパラメータセットの設定作業を簡素化できる。

10

【0084】

なお、各パラメータセットを、アシスト動作のみならず、装着者とも関連付けておくことが好ましい。これにより、一のパワーアシストロボット装置100を複数の装着者で共用する場合、操作部80で装着者を選択した上で、動作種別を指定することで、選択された装着者に関連付けて保存された、動作種別のパラメータセットが読み出されて、これに従いアシスト動作が実行される。これにより、従来は困難であった複数人によるパワーアシストロボット装置100の共用化が実現される。装着者は予め氏名やコード名等で本体側メモリ部23に登録しておくことが好ましい。

【0085】

さらに、登録されたパラメータセットを構成する各動作パラメータは、適宜変更することが可能である。この場合は、装着者が実際にパワーアシストロボット装置100を操作しながら、動作パラメータを試行錯誤で変化させながら、最適な値に調整していく。この際、パラメータセットを構成する動作パラメータを一斉に更新するのではなく、一つずつ更新するようにすることが好ましい。複数の動作パラメータを同時に書き換えると、予想外の動作をすることがあり、またそのような変化の原因がどの動作パラメータに起因するかを特定することも容易でないことがある。そこで、動作パラメータの一斉更新を禁止し、更新は一つずつとすることで、一の動作パラメータを変化させた後のアシスト動作の様子を確認しながら更新するようにして、装着者の安全を図ると共に、リアルタイムで動作パラメータの変化を把握できるようにし、動作の最適化や動作不良の原因の特定もし易くできる。

20

30

（安全機能）

【0086】

さらに、所定の時間以上、予め定められた動作又は姿勢を装着者が継続していないかを監視し、これを検出した場合には本体制御部21がアシスト動作の提供を停止するように設定してもよい。これにより、通常の使用用途では起こり難い動作や姿勢を検出してアシスト動作の停止させることで、意図しない危険を回避して安全性を高めることができる。例えばパワーアシストロボット装置100を装着したまま車の運転をするといった事態を避けたり、着座したらアシスト動作は不要と判断して電源をOFFにするといった制御が可能となる。

（変形例）

40

【0087】

さらにパワーアシストロボット装置100に、装着者の手に装着する手スイッチユニットを付加してもよい。このような例を変形例として、図18に示す。この図に示すパワーアシストロボット装置200は、手スイッチユニット90を付加している。手スイッチユニット90は、手袋型に構成され、装着者の何れかの手に装着される。

（手スイッチユニット90）

【0088】

手スイッチユニット90は、指センサ部91と、指側無線送信部92と、指電源部93を備える。また制御ユニット20は、図16の構成に加えて、本体側無線通信部24を備える。本体側無線通信部24は、手スイッチユニット90の指側無線送信部92からの情

50

報を無線で受信するための通信インターフェースである。

【0089】

指電源部93は、指側無線送信部92及び指センサ部91に電力を供給する。指電源部93は、小型の一次電池や充電可能な蓄電池等が利用できる。特にボタン電池は、安価で入手でき小型であることから、装置の小型軽量化に資し、好ましい。指センサ部91は装着者の指で触れた反力を検出する手指反力検出部である。また指センサ部91を使って、アシスト機能のON/OFFの切り替えを行うように構成してもよい。例えば荷揚げの際に指センサ部91が荷物に触れるとアシスト機能がONされ、指センサ部91を荷物から離すとアシスト機能をOFFするように構成してもよい。

【0090】

指側無線送信部92は、指センサ部91の状態、すなわち指センサ部91によって検出された検出結果を、本体側無線通信部24を介して本体制御部21に送っている。指センサ部91は、装着者が装着する手の、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。

【0091】

指側無線送信部92は、装着者の手で得た情報を、常時通信させるのではなく必要なタイミングで送出することにより、電力消費量を低減できる。また指側無線送信部92は、本体無線通信部に対して、検出信号を送出すべきタイミングで、周波数ホッピング方式にて検出信号を送出するよう構成してもよい。これにより、従来のように無線通信毎に異なる周波数を割り当てる手間を省き、同じ作業領域内に複数台の手ユニットやパワーアシストロボット装置の混在を許容することが可能となる。通信方式は、専用の通信方式としてもよいが、好ましくは規格化された通信方式やこれに準拠した通信方式、例えばBluetooth（商品名）Low Energy（BLE）や、BLE準拠とする。これにより、低消費電力で安定した無線通信が安価に実現できる。

【0092】

次に、パワーアシストロボット装置100の運用時における股関節制御シーケンス処理の処理手順を図19のフローチャートに示す。まずステップS191において、動作種別の入力を促す。ここでは装着者に対し、動作種別入力部81から所望のアシスト動作を選択させる。装着者は、提示された選択肢である歩行、持上げ動作、中腰姿勢、ダンパー動作の4つから、所望の動作種別を一つ選択する。

【0093】

ステップS191において、歩行が選択された場合はステップS192-1に進み、歩行状態の判断を行う。具体的には、本体制御部21は、股関節角度及び6軸センサ70で検出された加速度、角速度に基づいて、歩行動作が行われているか否かを判断する。歩行動作が検出されない場合は、検出されるまでループしてステップS192-1の処理を繰り返す。検出されると、ステップS193-1に進み、歩行判断結果に従い歩行制御を行う。具体的には、本体制御部21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加速度、角速度に基づいて、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。

【0094】

一方、ステップS191において持上げ動作が選択された場合は、ステップS192-2において、上体の判断を行う。具体的には、本体制御部21は、股関節角度及び6軸センサ70で検出された加速度、角速度に基づいて、体動作を行っているか否かを判断する。持上げ動作は、上体を曲げ、次に上体を起こす動作である。持上げ動作が検出されない場合は、検出されるまでループしてステップS192-2の処理を繰り返す。検出されるとステップS193-2に進み、持上げ制御を行う。具体的には、本体制御部21は、持上げ動作を行っているとき、持上げ動作をアシストするためのアシストトルクを計算する。本体制御部21は、両脚に必要な、股関節角度に応じたアシストトルクを算出する。

【0095】

また、ステップS191において中腰姿勢が選択された場合は、ステップS192-3

10

20

30

40

50

において、中腰判断を行う。具体的には、本体制御部 21 は、股関節角度及び 6 軸センサ 70 で検出された加速度、角速度に基づいて、中腰角度に到達したか否かを判断する。中腰動作は、中腰姿勢での動作である。中腰姿勢が検出されない場合は、検出されるまでループしてステップ S 192-3 の処理を繰り返す。検出されるとステップ S 193-3 に進み、中腰制御を行う。具体的には、本体制御部 21 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。本体制御部 21 は、両脚に必要な、股関節角度に応じたアシストトルクを算出する。

【0096】

さらに、ステップ S 191 においてダンパー動作が選択された場合は、ステップ S 192-4 において、ダンパーが必要な動作変化が生じているか否かの判断を行う。ここでダンパーが必要な動作変化とは、急激な上体の変化を伴う腰の曲げ動作などである。具体的には、本体制御部 21 は、股関節角度及び 6 軸センサ 70 で検出された加速度、角速度に基づいて、急激な姿勢の変化が生じているか否かを判定する。変化がない場合は、変化を検出するまでループしてステップ S 192-4 の処理を繰り返す。変化が検出された場合は、ステップ S 194-4 に進み、ダンパー動作を行う。具体的には、本体制御部 21 は、ダンパー動作が必要な姿勢の急激な変化が生じたとき、姿勢の変化を生じさせないようにアシストするためのアシストトルクを計算する。本体制御部 21 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。

【0097】

ステップ S 194 では、本体制御部 21 は、歩行制御、持上げ制御、中腰制御、ダンパー制御に関して、本体側メモリ部 23 に予め保持されたパラメータセットを読み込み、制御出力を調整する。そしてステップ S 195 で、算出したアシストトルクを出力するように、各モータドライバユニット 41A、41B を制御して、パワーアシスト用電動モータを駆動させて、股関節制御シーケンス処理を終了する。

【0098】

動作種別の判定やアシスト動作に関して、優先度を設定してもよい。例えば持上げ制御の優先度が最も高く、中腰制御の優先度、歩行制御の優先度がそれに続き、ダンパー動作が最も低くなるように予め設定しておくことができる。このように、動作種別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、本体制御部 21 において動作を推定して切り分けることが可能となる。なお、上記の優先順位は、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、持上げ制御及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。

【産業上の利用可能性】

【0099】

本発明のパワーアシストロボット装置は、重作業用、軽作業用のパワーアシストスーツに適用できる。例えば農作業用、工場用、介護用、リハビリ用、災害救助用等の分野で好適に利用できる。

【符号の説明】

【0100】

100、200…パワーアシストロボット装置
 10…腰部フレーム
 11、12、13…収納空間
 20…制御ユニット
 21…本体制御部
 22…電源制御部
 23…本体側メモリ部
 24…本体側無線通信部
 30…本体電源部
 40、40A、40B…回転駆動部
 41…モータドライバユニット

10

20

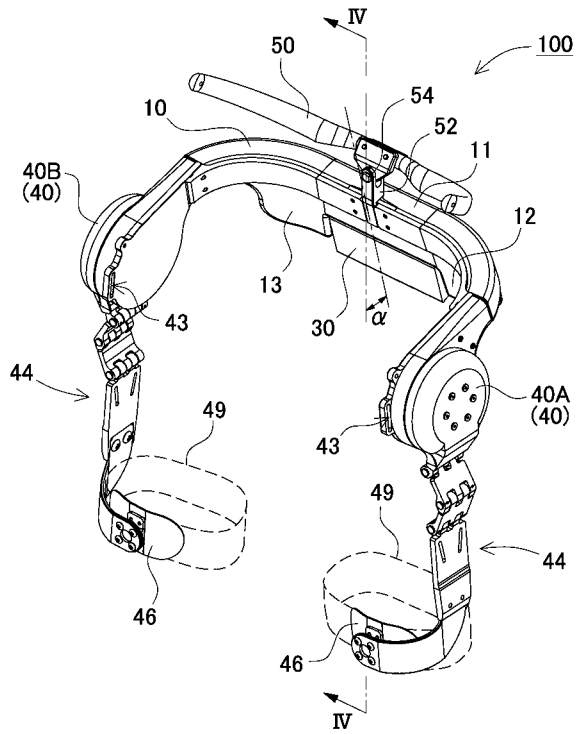
30

40

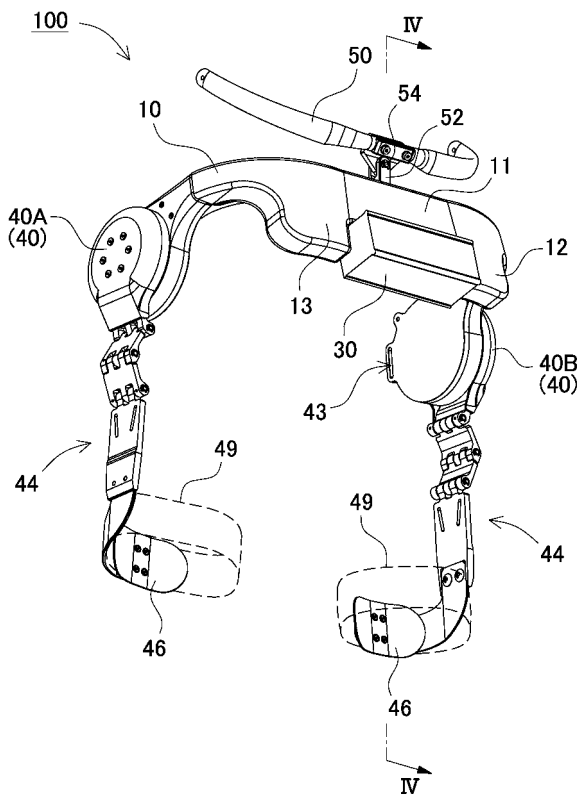
50

4 1 A…左モータドライバユニット；4 1 B…右モータドライバユニット	
4 2、4 2 A、4 2 B…回転検出部	
4 3…腰ベルト用スリット	
4 4…大腿部フレーム	
4 5 A…左モータドライバ；4 5 B…右モータドライバ	
4 6…足受け部	
4 7…足受け部揺動軸	
4 8…股ベルト	
5 0…上体フレーム	
5 2…連結フレーム	10
5 4…揺動軸	
6 0…腰サポートベルト	
6 2…胸部ガイド	
6 4…肩ベルト	
7 0…6 軸センサ	
7 2…電流検出部	
7 4…温度検出部	
8 0…操作部	
8 1…動作種別入力部	
9 0…手スイッチユニット	20
9 1…指センサ部	
9 2…指側無線送信部	
9 3…指電源部	
1 0 0 0…重作業用アシストスーツ	
1 0 1…電動モータ	
1 1 4…受け部	
1 1 0 0…本体ユニット	
1 1 1 0…第一無線通信部	
1 1 3 0…中央制御部	
1 2 0 1、1 2 0 2…モータドライバユニット	30
1 2 1、1 2 2…モータドライバ	
1 2 4…受動回転軸	
1 2 9…胸部ガイド	
1 3 0 0…右足底ユニット	
1 3 3…爪先スイッチ	
1 3 4…踵スイッチ	
1 3 5…受動回転軸	
1 4 0 0…左足底ユニット	
1 4 3…爪先スイッチ	
1 4 4…踵スイッチ	40
1 5 0 0…ハンディ端末	
1 6 0 0…バッテリーユニット	
1 7 0 0…右手スイッチユニット	
1 8 0 0…左手スイッチユニット	

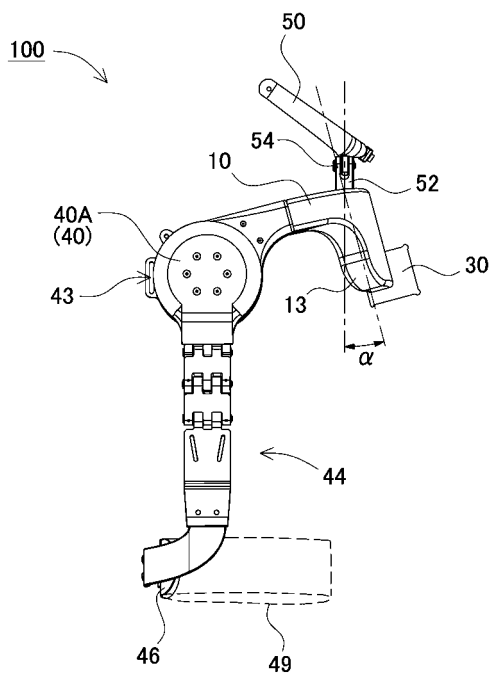
【図 1】



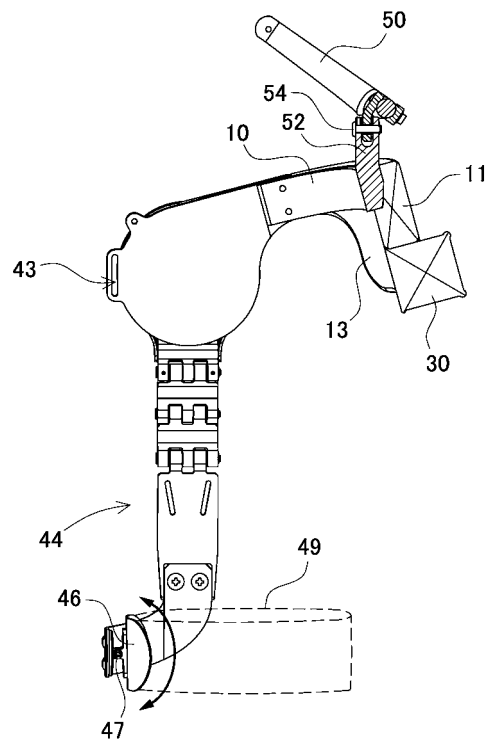
【図 2】



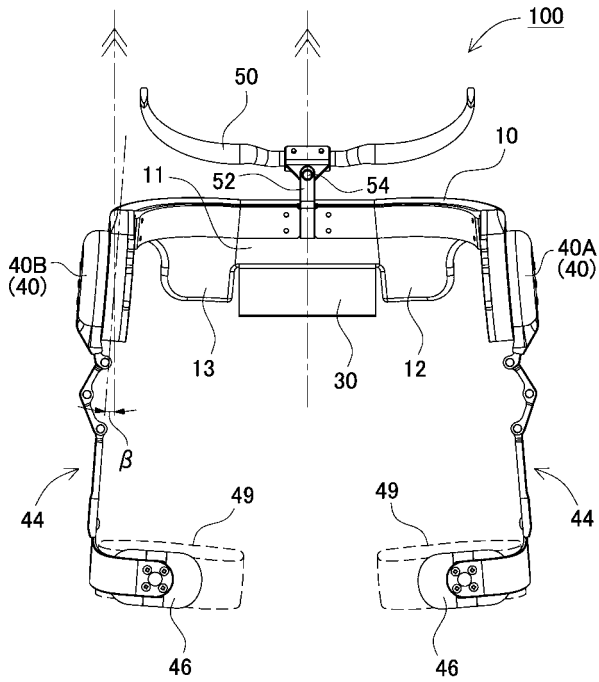
【図 3】



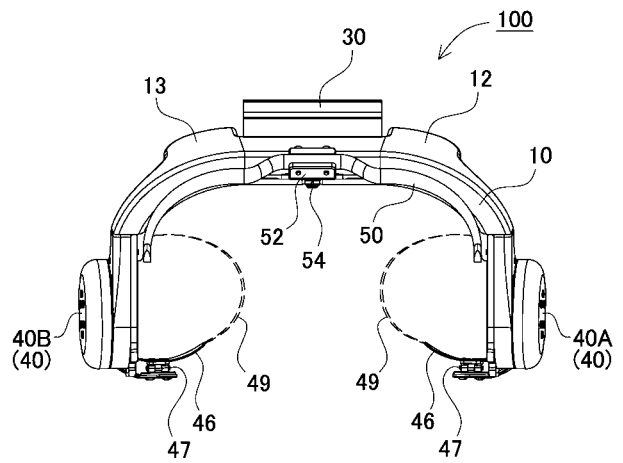
【図 4】



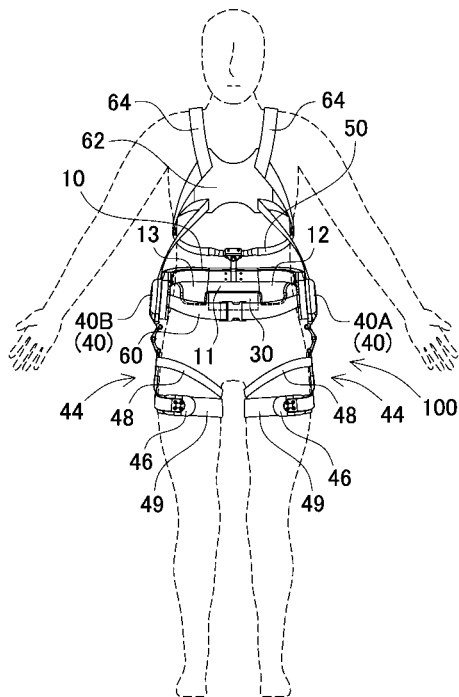
【図 5】



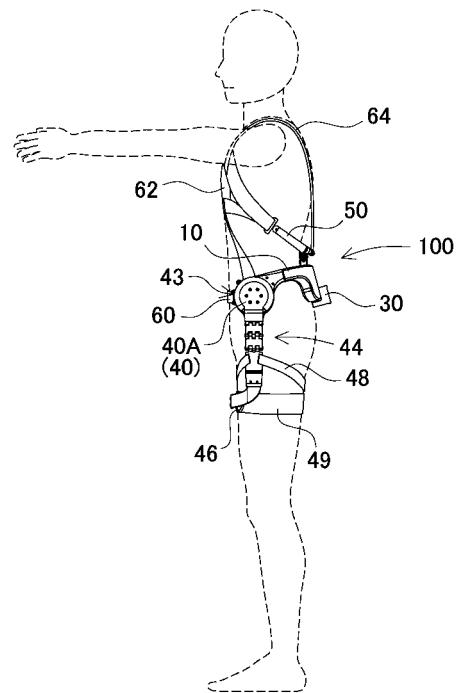
【図 6】



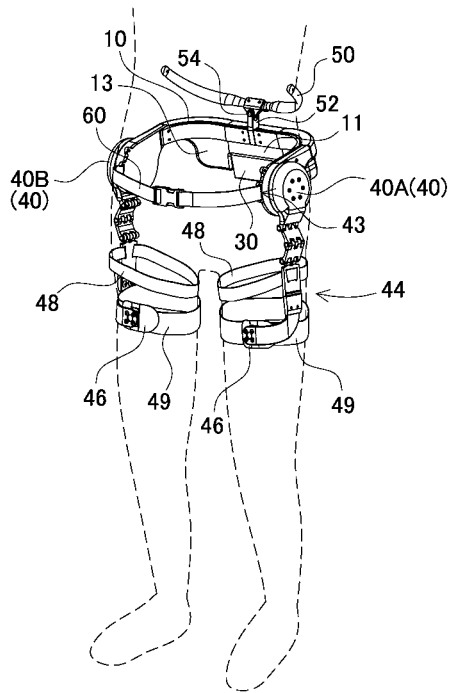
【図 7】



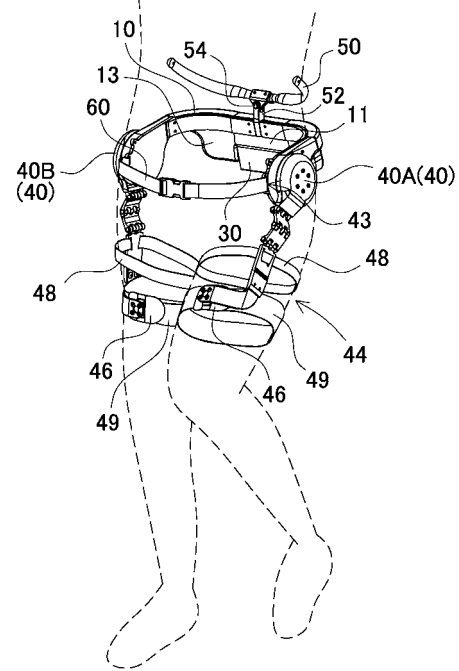
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【図 11】

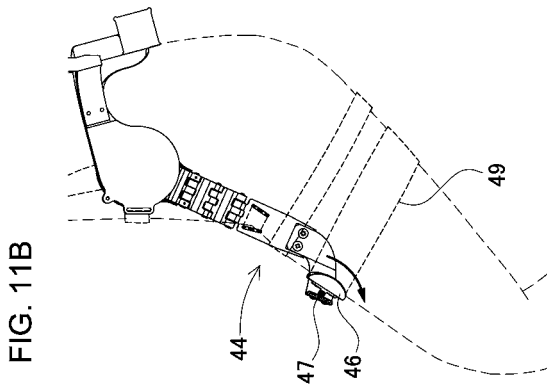


FIG. 11B

【図 12】

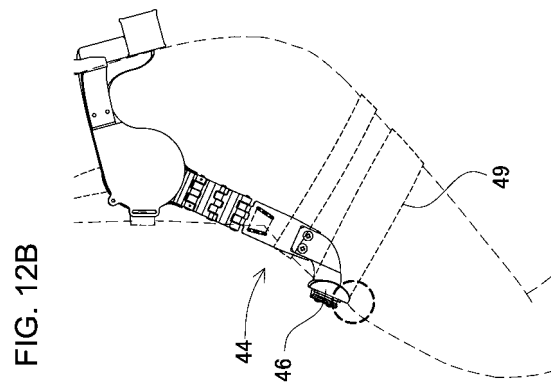


FIG. 12B

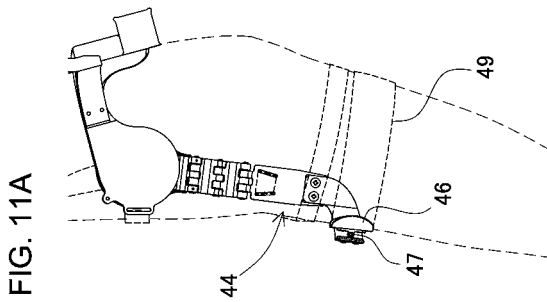


FIG. 11A

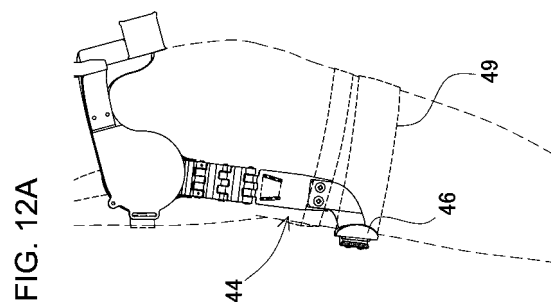
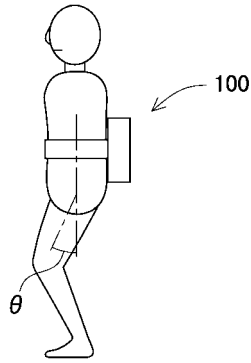
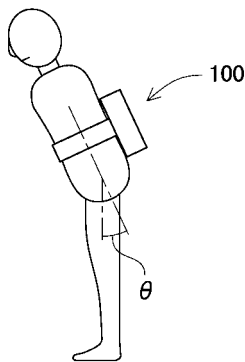


FIG. 12A

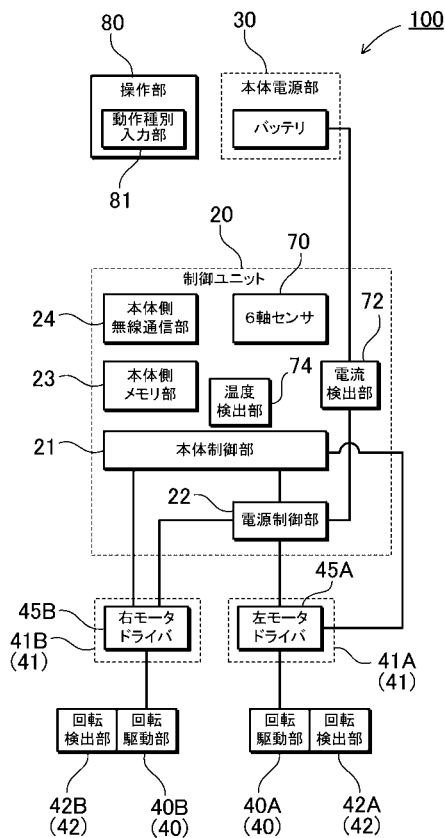
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 1 6】



【図 1 5】

FIG. 15A

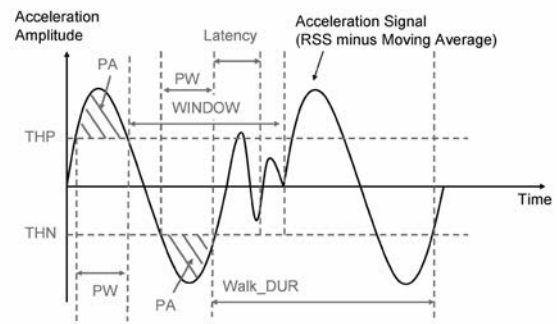
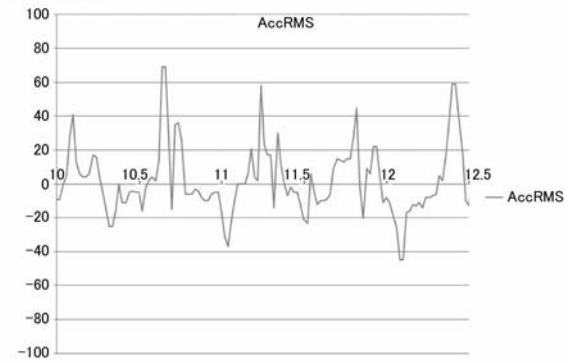
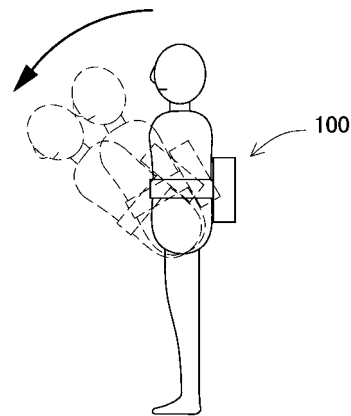


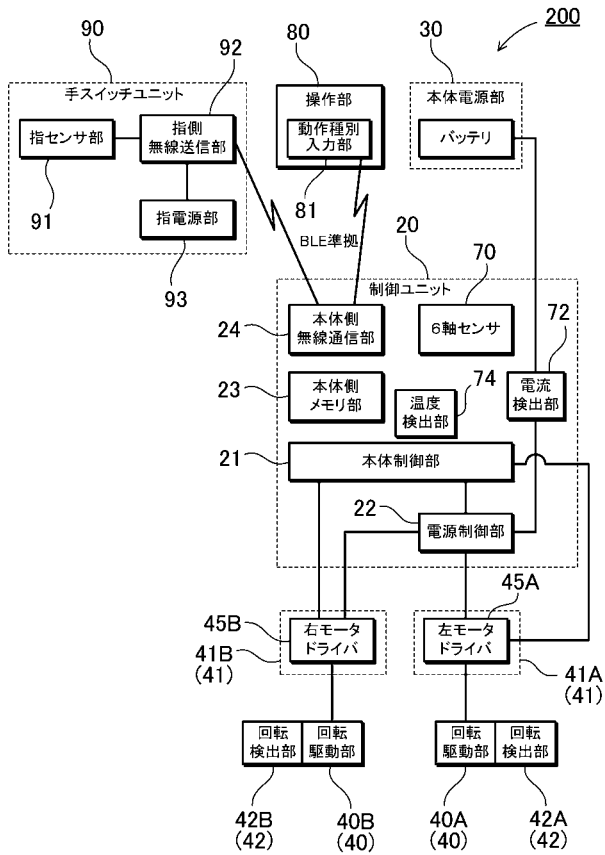
FIG. 15B



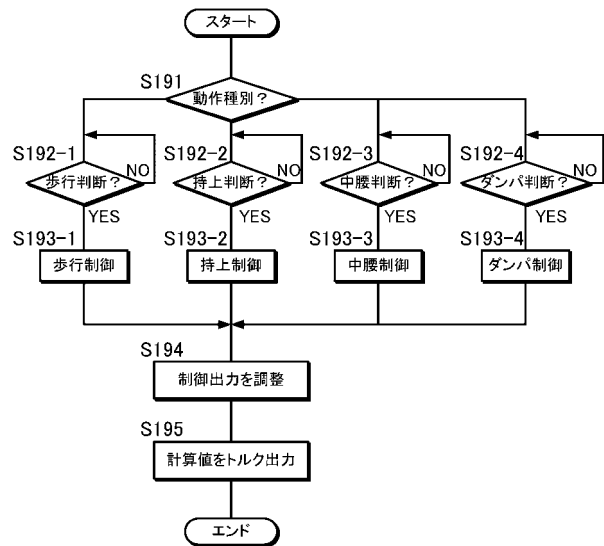
【図 1 7】



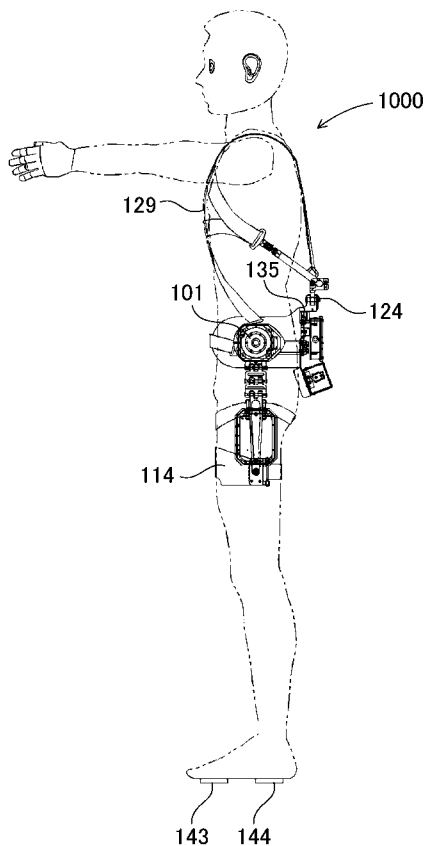
【 図 1 8 】



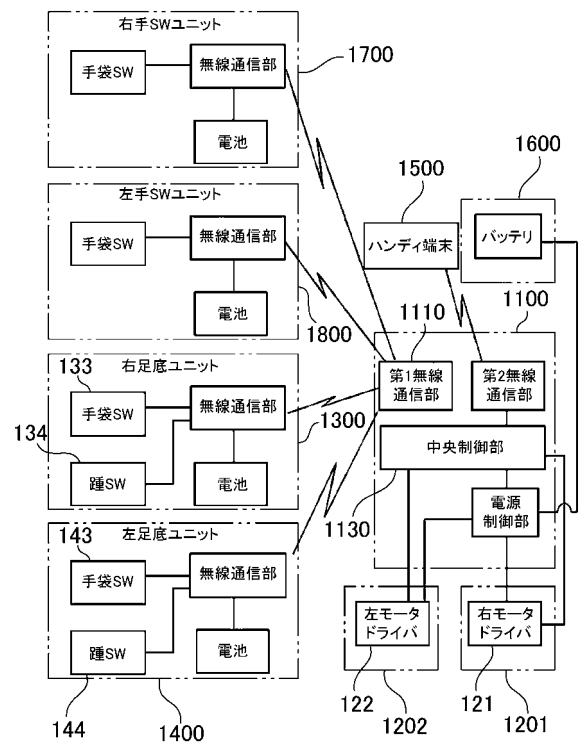
【 図 1 9 】



【图 20】



【图 2 1】



フロントページの続き

(72)発明者 佐野 和男

岡山県岡山市東区西大寺川口４６５の１ 株式会社ニッカリ内

Fターム(参考) 4C046 AA25 AA42 BB07 CC01 DD02 DD38 DD39 DD41 DD45 EE02
EE04 EE09 EE17 EE32 EE37 FF02 FF12 FF25