

(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2016-159109

(P2016-159109A)

(43) 公開日 平成28年9月5日(2016.9.5)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 F 2/68 (2006.01)	A 6 1 F 2/68	3 C 7 0 7
B 2 5 J 11/00 (2006.01)	B 2 5 J 11/00	4 C 0 9 7

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2015-43898 (P2015-43898)
 (22) 出願日 平成27年3月5日 (2015.3.5)

(71) 出願人 503405689
 ナブテスコ株式会社
 東京都千代田区平河町二丁目7番9号
 (71) 出願人 599011687
 学校法人 中央大学
 東京都八王子市東中野742-1
 (74) 代理人 100117787
 弁理士 勝沼 宏仁
 (74) 代理人 100127465
 弁理士 堀田 幸裕
 (74) 代理人 100164688
 弁理士 金川 良樹
 (72) 発明者 菊 谷 功
 東京都千代田区平河町二丁目7番9号 ナ
 ブテスコ株式会社内

最終頁に続く

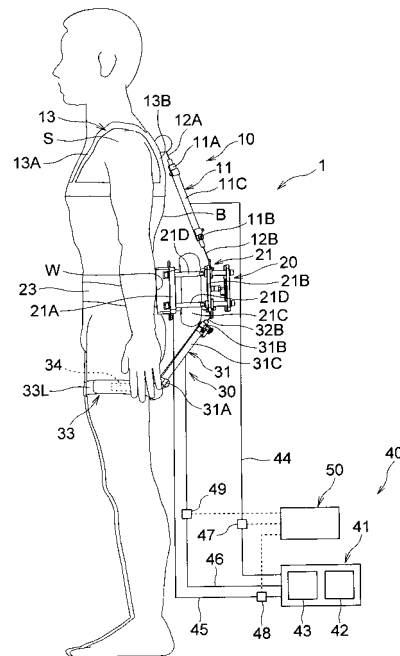
(54) 【発明の名称】 筋力補助装置

(57) 【要約】

【課題】人が前屈姿勢および脚部の屈曲姿勢から復帰する際の動作を、効果的に補助する。

【解決手段】筋力補助装置1は、第1アクチュエータ11の第1身体側配置部11Aを肩部に取り付けられる第1補助ユニット10と、第2アクチュエータ21の第2身体側配置部21Aを腰部に取り付けられ第2外側配置部21Bを第1アクチュエータ11の第1外側配置部11Bに取り付けられる第2補助ユニット20と、第3アクチュエータ31の第3身体側配置部31Aを大腿部に取り付けられ第3外側配置部31Bを第2アクチュエータ21の第2外側配置部21Bに取り付けられる第3補助ユニット30と、アクチュエータ11, 31の動作前に第2アクチュエータ21の第2外側配置部21Bが腰部から離れるように動作させるコントローラ50と、を備える。コントローラ50は、第2アクチュエータ21が所定の状態となったときにアクチュエータ11, 31を動作させる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

上半身に取り付けられる第 1 身体側配置部と前記第 1 身体側配置部に対して離接可能な第 1 外側配置部とを含み、前記第 1 身体側配置部および前記第 1 外側配置部間の距離を変化させることが可能な第 1 アクチュエータ、を有する第 1 補助手段と、

腰部に取り付けられる第 2 身体側配置部と前記第 2 身体側配置部に対して離接可能な第 2 外側配置部とを含み、前記第 2 身体側配置部および前記第 2 外側配置部間の距離を変化させることが可能な第 2 アクチュエータ、を有し、且つ前記第 2 外側配置部を前記第 1 外側配置部に取り付けられる第 2 補助手段と、

下半身に取り付けられる第 3 身体側配置部と前記第 3 身体側配置部に対して離接可能な第 3 外側配置部とを含み、前記第 3 身体側配置部および前記第 3 外側配置部間の距離を変化させることが可能な第 3 アクチュエータ、を有し、且つ前記第 3 外側配置部を前記第 2 外側配置部に取り付けられる第 3 補助手段と、

前記第 1 アクチュエータおよび第 3 アクチュエータの動作前に、前記第 2 アクチュエータの前記第 2 外側配置部が前記腰部から離れるように前記第 2 アクチュエータを動作させる制御装置と、を備え、

前記第 2 アクチュエータの前記第 2 身体側配置部および前記第 2 外側配置部間を結ぶ方向が前記第 1 アクチュエータの前記第 1 身体側配置部および前記第 1 外側配置部間を結ぶ方向と非平行となるように、身体の背部側において、前記第 1 補助手段が上半身に取り付けられ、且つ前記第 2 補助手段が腰部に取り付けられ、

前記第 2 アクチュエータの前記第 2 身体側配置部および前記第 2 外側配置部間を結ぶ方向が前記第 3 アクチュエータの前記第 3 身体側配置部および前記第 3 外側配置部間を結ぶ方向と非平行となるように、身体の背部側において、前記第 3 補助手段が下半身に取り付けられ、

前記制御装置は、状態監視手段を有し、当該状態監視手段によって前記第 2 アクチュエータの前記第 2 外側配置部が前記腰部から離れて所定の状態となったことを検出したときに、前記第 1 アクチュエータを、前記第 1 身体側配置部および前記第 1 外側配置部間の距離が短くなるように動作させ、その後、前記第 3 アクチュエータを、前記第 3 身体側配置部および前記第 3 外側配置部間の距離が短くまたは長くなるように動作させる、筋力補助装置。

【請求項 2】

前記第 3 補助手段の前記第 3 アクチュエータの前記第 3 身体側配置部は、下半身のうちの大腿部に取り付けられ、

前記制御装置は、前記第 3 アクチュエータを、前記第 3 身体側配置部および前記第 3 外側配置部間の距離が短くなるように動作させる、請求項 1 に記載の筋力補助装置。

【請求項 3】

前記第 1 補助手段の前記第 1 アクチュエータの前記第 1 身体側配置部は、上半身のうちの肩部に取り付けられる、請求項 1 または 2 に記載の筋力補助装置。

【請求項 4】

前記状態監視手段は、計時手段であり、前記第 2 アクチュエータの動作の開始から所定時間が経過したか否かを監視し、

前記制御装置は、前記状態監視手段によって前記所定時間の経過を検出したときに、前記第 1 アクチュエータを動作させ、その後、前記第 3 アクチュエータを動作させる、請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の筋力補助装置。

【請求項 5】

前記状態監視手段は、前記第 2 アクチュエータの前記第 2 身体側配置部および前記第 2 外側配置部間の距離が所定の長さとなったか否かを監視し、

前記制御装置は、前記状態監視手段によって前記所定の長さとなったことを検出したときに、前記第 1 アクチュエータを動作させ、その後、前記第 3 アクチュエータを動作させる、請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の筋力補助装置。

10

20

30

40

50

【請求項 6】

前記第 2 アクチュエータは、前記第 2 身体側配置部と、前記第 2 外側配置部と、前記第 2 身体側配置部と前記第 2 外側配置部とを連結し、内部に流体の流入空間が形成された弾性体と、を有し、前記弾性体の内部に対する流体の注入および排出を切り換えて前記第 2 身体側配置部および前記第 2 外側配置部間の距離を変化させることが可能となっており、

前記状態監視手段は、前記第 2 アクチュエータの前記弾性体の内部の圧力が所定の圧力となったか否かを監視し、

前記制御装置は、前記状態監視手段によって前記所定の圧力となったことを検出したときに、前記第 1 アクチュエータを動作させ、その後、前記第 3 アクチュエータを動作させる、請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の筋力補助装置。

10

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、筋力補助装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

筋力補助装置は、人体に装着され人間の動作を補助する。例えば、特許文献 1 には、一端部が肩部に装着されるとともに他端部が下半身に装着されることにより背部に沿って延在する弾性体と、この弾性体を長手方向に伸長させる電動式ワイヤ巻取装置（以下、巻取装置と略す。）と、を有する筋力補助装置が開示されている。

20

【0003】

この特許文献 1 の筋力補助装置は、人が前屈姿勢をとった際に巻取装置によって弾性体を巻き取り、弾性体を伸長させる。これにより、弾性体に弾性力が生じ、この弾性力によって前屈姿勢維持のための腰部の筋負担を軽減させることができる。また、この筋力補助装置によれば、この際に生じた弾性力が、人が直立姿勢に戻る際の動作を補助するように作用することで、直立姿勢への復帰時の腰部への筋負担も軽減させることができる。さらに、人が前屈姿勢から直立姿勢に戻った際には、巻取装置によって弾性体が繰り出されることにより、弾性体の弾性力が消滅する。これにより、直立姿勢時に、弾性体の弾性力によって不所望に筋負担が生じることを防止することもできる。

30

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【特許文献 1】特開 2008 - 67762 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

ところで、上述の特許文献 1 の筋力補助装置では、巻取装置が人の腰部に設けられ、弾性体の一端部が肩部に装着され、弾性体の他端部が腰部の後方で前記巻取装置に接続される。巻取装置は、人が前屈姿勢をとった際に弾性体を巻き取ることにより弾性体を伸長させ、この伸長による弾性体の弾性力が、人が直立姿勢に戻る際の動作を補助するように作用する。ここで、この弾性力は、腰部と背部との連結点を回転軸としたモーメントを生じさせることにより、人が直立姿勢に戻る際の動作を補助する。これにより、直立姿勢への復帰時の腰部への筋負担が軽減する。

40

【0006】

しかしながら、特許文献 1 の筋力補助装置では、弾性体の他端部と巻取装置とが、腰部から比較的近い位置で接続されているため、腰部と背部との連結点を回転軸としたモーメントのモーメントアームが比較小さい。したがって、人が前屈姿勢から直立姿勢に戻る際の動作を十分に補助するための所望のモーメントを確保するには、弾性体を大きく伸長させて、弾性体の弾性力を大きくする必要が生じ得る。そのため、巻取装置の出力を大きくする必要が生じ得る。これにより、巻取装置が大型化することで、装置全体が大型化する

50

とともに、装置全体の重量が増加してしまう虞がある。

【0007】

また、特許文献1の筋力補助装置は、上半身を腰部に対して前下方に屈曲させた前屈姿勢からの直立姿勢への復帰の動作を補助するが、下半身(脚部)の屈曲姿勢を伸び姿勢に復帰させる動作を補助することは考慮していない。そのため、脚部の動作は補助されない。作業現場等においては、人が前屈姿勢をとる際に、脚部も屈曲させて重量物を持ち上げる等の動作が頻繁に行われるため、脚部の動作に関しても補助されることが望ましい。

【0008】

本発明は、上記実情を考慮してなされたものであって、人が前屈姿勢および脚部の屈曲姿勢から復帰する際の動作を、効果的に補助することができ、この動作を補助するための所望のモーメントを、当該モーメントの作用点における力を生じさせるアクチュエータの出力を小さく抑えながらも確保できることにより、装置全体の大型化及び重量増加を抑制することができる筋力補助装置を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は、上半身に取り付けられる第1身体側配置部と前記第1身体側配置部に対して離接可能な第1外側配置部とを含み、前記第1身体側配置部および前記第1外側配置部間の距離を変化させることが可能な第1アクチュエータ、を有する第1補助手段と、腰部に取り付けられる第2身体側配置部と前記第2身体側配置部に対して離接可能な第2外側配置部とを含み、前記第2身体側配置部および前記第2外側配置部間の距離を変化させることが可能な第2アクチュエータ、を有し、且つ前記第2外側配置部を前記第1外側配置部に取り付けられる第2補助手段と、下半身に取り付けられる第3身体側配置部と前記第3身体側配置部に対して離接可能な第3外側配置部とを含み、前記第3身体側配置部および前記第3外側配置部間の距離を変化させることが可能な第3アクチュエータ、を有し、且つ前記第3外側配置部を前記第2外側配置部に取り付けられる第3補助手段と、前記第1アクチュエータおよび第3アクチュエータの動作前に、前記第2アクチュエータの前記第2外側配置部が前記腰部から離れるように前記第2アクチュエータを動作させる制御装置と、を備え、前記第2アクチュエータの前記第2身体側配置部および前記第2外側配置部間を結ぶ方向が前記第1アクチュエータの前記第1身体側配置部および前記第1外側配置部間を結ぶ方向と非平行となるように、身体の背部側において、前記第1補助手段が上半身に取り付けられ、且つ前記第2補助手段が腰部に取り付けられ、前記第2アクチュエータの前記第2身体側配置部および前記第2外側配置部間を結ぶ方向が前記第3アクチュエータの前記第3身体側配置部および前記第3外側配置部間を結ぶ方向と非平行となるように、身体の背部側において、前記第3補助手段が下半身に取り付けられ、前記制御装置は、状態監視手段を有し、当該状態監視手段によって前記第2アクチュエータの前記第2外側配置部が前記腰部から離れて所定の状態となったことを検出したときに、前記第1アクチュエータを、前記第1身体側配置部および前記第1外側配置部間の距離が短くなるように動作させ、その後、前記第3アクチュエータを、前記第3身体側配置部および前記第3外側配置部間の距離が短くまたは長くなるように動作させる、筋力補助装置、である。

20

30

なお、上記内容における「上半身に取り付けられる」という記載は、上半身に直接的に取り付けられること、または、上半身に間接的に取り付けられることを意味する。具体的には、上半身に直接的に取り付けられるとは、例えば、第1アクチュエータの第1身体側配置部が、人の骨格に取り付けられること等を意味する。また、上半身に間接的に取り付けられるとは、例えば、第1アクチュエータの第1身体側配置部が、人の上半身の一部に装着される装着具を介して上半身の一部に取り付けられることや、上半身の一部に装着される装着具およびこれに接続されるワイヤ等を介して上半身の一部に取り付けられることを意味する。

40

なお、上記内容における「腰部に取り付けられる」や「下半身に取り付けられる」という記載も、上述と同様に、腰部または下半身に直接的に取り付けられること、または、腰部または下半身に間接的に取り付けられることを意味する。

50

【0010】

本発明によれば、第2補助手段の第2アクチュエータの第2身体側配置部および第2外側配置部間を結ぶ方向が第1補助手段の第1アクチュエータの第1身体側配置部および第1外側配置部間を結ぶ方向と非平行となるように、身体の背部側において、第1補助手段が上半身に取り付けられ、且つ第2補助手段が腰部に取り付けられる。この状態において、第1アクチュエータが、第1身体側配置部および第1外側配置部間の距離を変化させた際に、第1アクチュエータで生じる力が作用点となって、上半身と腰部とを相対移動させる動作を補助するためのモーメントを生じさせることができる。これにより、人が前屈姿勢から復帰する際の動作を補助することができる。そして、この際に、第2アクチュエータが、第2身体側配置部および第2外側配置部間の距離を長くなるように増大させることで、モーメントのモーメントアームを増大させることができる。これにより、モーメントアームを増大させた後の状態においては、第1補助手段の第1アクチュエータの出力を、モーメントアームを増大させる前の状態で所望のモーメントを得るために必要となる第1アクチュエータの出力よりも小さく抑えた場合であっても、上述の所望のモーメントと同等のモーメントを確保することができる。これにより、本発明によれば、上半身と腰部を相対移動させる動作を補助するための所望のモーメントを、当該モーメントの作用点における力を生じさせるアクチュエータの出力を小さく抑えながらも確保できることにより、装置全体の大型化及び重量増加を抑制することができる。

10

また、第2補助手段の第2アクチュエータの第2身体側配置部および第2外側配置部間を結ぶ方向が第3補助手段の第3アクチュエータの第3身体側配置部および第3外側配置部間を結ぶ方向と非平行となるように、身体の背部側において、第3補助手段が下半身に取り付けられる。この状態において、第3アクチュエータが、その第3身体側配置部および第3外側配置部間の距離を変化させた際に、第3アクチュエータで生じる力が作用点となって、下半身と腰部とを相対移動させる動作を補助するためのモーメントを生じさせることができる。これにより、人が屈曲姿勢から復帰する際の動作を補助することができる。そして、この際に、第2アクチュエータが、その第2身体側配置部および第2外側配置部間の距離を長くなるように増大させることで、モーメントのモーメントアームを増大させることができる。これにより、モーメントアームを増大させた後の状態においては、第3補助手段の第3アクチュエータの出力を、モーメントアームを増大させる前の状態で所望のモーメントを得るために必要となる第3アクチュエータの出力よりも小さく抑えた場合であっても、上述の所望のモーメントと同等のモーメントを確保することができる。これにより、本発明によれば、下半身と腰部を相対移動させる動作を補助するための所望のモーメントを、当該モーメントの作用点における力を生じさせるアクチュエータの出力を小さく抑えながらも確保できることにより、装置全体の大型化及び重量増加を抑制することができる。

20

30

しかも、制御装置は、状態監視手段によって第2アクチュエータの第2外側配置部が腰部から離れて所定の状態となったことを検出したときに、第1アクチュエータを、第1身体側配置部および第1外側配置部間の距離が短くなるように動作させ、その後、第3アクチュエータを、第3身体側配置部および第3外側配置部間の距離が短くまたは長くなるように動作させるため、第1アクチュエータおよび第3アクチュエータを動作させる際に、確実に増大されたモーメントアームを確保できる。さらには、第3アクチュエータの動作よりも先に、第1アクチュエータを動作させることにより、人の腰部への負担を効果的に軽減することができる。

40

【0011】

また、本発明の筋力補助装置においては、前記第3補助手段の前記第3アクチュエータの前記第3身体側配置部は、下半身のうちの大腿部に取り付けられ、前記制御装置は、前記第3アクチュエータを、前記第3身体側配置部および前記第3外側配置部間の距離が短くなるように動作させてもよい。

【0012】

また、本発明の筋力補助装置においては、前記第1補助手段の前記第1アクチュエータ

50

の前記第 1 身体側配置部は、上半身のうちの肩部に取り付けられてもよい。

【0013】

また、本発明の筋力補助装置において、前記状態監視手段は、計時手段であり、前記第 2 アクチュエータの動作の開始から所定時間が経過したか否かを監視し、前記制御装置は、前記状態監視手段によって前記所定時間の経過を検出したときに、前記第 1 アクチュエータを動作させ、その後、前記第 3 アクチュエータを動作させてもよい。

【0014】

また、本発明の筋力補助装置においては、前記状態監視手段は、前記第 2 アクチュエータの前記第 2 身体側配置部および前記第 2 外側配置部間の距離が所定の長さとなったか否かを監視し、前記制御装置は、前記状態監視手段によって前記所定の長さとなったことを検出したときに、前記第 1 アクチュエータを動作させ、その後、前記第 3 アクチュエータを動作させてもよい。

10

【0015】

また、本発明の筋力補助装置において、前記第 2 アクチュエータは、前記第 2 身体側配置部と、前記第 2 外側配置部と、前記第 2 身体側配置部と前記第 2 外側配置部とを連結し、内部に流体の流入空間が形成された弾性体と、を有し、前記弾性体の内部に対する流体の流入および排出を切り換えて前記第 2 身体側配置部および前記第 2 外側配置部間の距離を変化させることが可能となってもよい。そして、前記状態監視手段は、前記第 2 アクチュエータの前記弾性体の内部の圧力が所定の圧力となったか否かを監視し、前記制御装置は、前記状態監視手段によって前記所定の圧力となったことを検出したときに、前記第 1 アクチュエータを動作させ、その後、前記第 3 アクチュエータを動作させてもよい。

20

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、人が前屈姿勢および脚部の屈曲姿勢から復帰する際の動作を、効果的に補助することができ、この動作を補助するための所望のモーメントを、当該モーメントの作用点における力を生じさせるアクチュエータの出力を小さく抑えながらも確保できることにより、装置全体の大型化及び重量増加を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図 1】本発明の一実施の形態による筋力補助装置が人の身体に装着された状態の側面図である。

30

【図 2】図 1 の筋力補助装置が人の身体に装着された状態の後面図である。

【図 3】図 1 の筋力補助装置が人の身体に装着された状態の前面図である。

【図 4】図 1 の筋力補助装置が人の身体に装着された状態の斜視図である。

【図 5】図 1 の筋力補助装置のシステム構成の概略図である。

【図 6】図 1 の筋力補助装置の動作の一例を説明するフローチャートである。

【図 7】図 1 の筋力補助装置の動作の一例を説明するタイミングチャートである。

【図 8】図 6 のフローチャートに従って動作する筋力補助装置の様子を示す図である。

【図 9】図 6 のフローチャートに従って動作する筋力補助装置の様子を示す図である。

【図 10】図 6 のフローチャートに従って動作する筋力補助装置の様子を示す図である。

40

【図 11】図 6 のフローチャートに従って動作する筋力補助装置の様子を示す図である。

【図 12】図 1 の筋力補助装置の変形例を説明する図である。

【図 13】図 1 の筋力補助装置の変形例を説明する図である。

【図 14】図 1 の筋力補助装置の変形例を説明する図である。

【図 15】図 1 の筋力補助装置の変形例を説明する図である。

【図 16】図 1 の筋力補助装置の変形例を説明する図である。

【図 17】図 1 の筋力補助装置の変形例を説明する図である。

【図 18】図 1 の筋力補助装置の変形例を説明する図である。

【図 19】図 1 の筋力補助装置の変形例を説明する図である。

【図 20】図 1 の筋力補助装置の変形例を説明する図である。

50

【図 2 1】図 1 の筋力補助装置の変形例を説明する図である。

【図 2 2】図 1 の筋力補助装置の変形例を説明する図である。

【図 2 3】図 1 の筋力補助装置の変形例を説明する図である。

【図 2 4】図 1 の筋力補助装置の変形例を説明する図である。

【図 2 5】図 1 の筋力補助装置の変形例を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、図面を参照しながら本発明の一実施の形態について説明する。

【0019】

図 1 乃至図 4 には、本発明の一実施の形態にかかる筋力補助装置 1 が人の身体に装着された状態が示されている。この筋力補助装置 1 は、第 1 補助ユニット 10 と、第 2 補助ユニット 20 と、第 3 補助ユニット 30 と、これら各補助ユニット 10, 20, 30 の動作を制御する制御ユニット 40 と、を備えている。

10

【0020】

(第 1 補助ユニット)

第 1 補助ユニット 10 は、身体の一部（本実施の形態では肩部 S）に取り付けられる第 1 身体側配置部 11A とこの第 1 身体側配置部 11A に対して離接可能な第 1 外側配置部 11B とを含み、これら第 1 身体側配置部 11A および第 1 外側配置部 11B 間の距離を変化させることが可能な第 1 アクチュエータ 11、を有する。本実施の形態における第 1 アクチュエータ 11 は、第 1 身体側配置部 11A と、第 1 外側配置部 11B と、これら第 1 身体側配置部 11A と第 1 外側配置部 11B とを連結する弾性体からなる筒状部 11C と、を有している。

20

【0021】

第 1 アクチュエータ 11 は、流体注入型アクチュエータ（いわゆる人工筋肉型アクチュエータ）であり、筒状部 11C の内部に対する流体の流入および排出を切り換えて筒状部 11C を弾性変形させることにより、第 1 身体側配置部 11A および第 1 外側配置部 11B 間の距離を変化させることが可能となっている。上述の筒状部 11C の内部に流入させる流体としては、本実施の形態では空気が用いられる。当該空気は、制御ユニット 40 における空気供給部 41（図 1 参照）から供給される。

【0022】

図示のように、第 1 身体側配置部 11A は、ワイヤ 12A を介して、人の上半身のうちの肩部 S に装着された肩部装着具 13 に接続されている。これにより、第 1 補助ユニット 10 では、第 1 アクチュエータ 11 の第 1 身体側配置部 11A が、人の肩部 S に間接的に取り付けられている。ワイヤ 12A は、金属製のワイヤ等であり、弾性係数が高い材料からなる。肩部装着具 13 は、例えば布製であり、人の肩部 S に巻き掛けられる肩掛け部 13A と、肩掛け部 13A に人の背部 B 側で連結される連結部 13B と、を有している。このうち、連結部 13B に、ワイヤ 12A が接続されている。本実施の形態においては、ワイヤ 12A の端部が、連結部 13B に対し、上下方向および左右方向に揺動可能に接続されている。このような接続態様を実現する手段としては、例えば、連結部 13B に設けられたリング状の部材に、ワイヤ 12A の端部に設けられた開閉式のフック（カラビナ等）を取り付ける等の態様が挙げられる。なお、本実施の形態でいう上半身とは、人の身体の中の腰部 W よりも上方の部分（肩部 S、背部 B 等）を意味し、下半身とは、人の身体の中の腰部 W よりも下方の部分（大腿部 TL, TR、下腿部、足部等）を意味する。

30

40

【0023】

本実施の形態においては、上述の連結部 13B に、胴体姿勢検出センサ 14（図 2 または図 4 参照）が設けられ、この胴体姿勢検出センサ 14 は、人が直立姿勢から前屈姿勢に移行する際の前屈姿勢の程度を示す信号を、制御ユニット 40 に出力する。胴体姿勢検出センサ 14 としては、例えば、筋電センサ、角度センサ、加速度センサ、歪みゲージ等が用いられ得る。なお、本実施の形態において、「直立姿勢」とは、腰部 W に対して背部 B が前方に屈曲しておらず、腰部 W の真っ直ぐ上方に肩部 S が位置する姿勢を意味する。

50

【0024】

一方、第1外側配置部11Bは、ワイヤ12Bを介して、第2補助ユニット20に取り付けられている。これにより、第1補助ユニット10では、第1アクチュエータ11の第1外側配置部11Bが、第2補助ユニット20に間接的に取り付けられている。ワイヤ12Bは、ワイヤ12Aと同様に、金属製のワイヤ等であり、弾性係数が高い材料からなる。ワイヤ12Bの端部も、第2補助ユニット20に対し、上下方向および左右方向に揺動可能に接続されている。この接続態様については、後述の第2補助ユニット20の説明において、詳述する。

【0025】

このような第1補助ユニット10では、第1アクチュエータ11における上述の筒状部11Cに制御ユニット40における空気供給部41からの空気が流入される前の状態において、第1身体側配置部11Aと第1外側配置部11Bとの間の距離が基準長さとなっている。この基準長さの状態から筒状部11Cの内部に空気が流入された際に、筒状部11Cが径方向に膨張するように弾性変形することにより筒状部11Cの軸方向の長さが収縮する。これにより、第1身体側配置部11Aと第1外側配置部11Bとの間の距離が基準長さに対して短くなることで、第1補助ユニット10の全体の長さが、筒状部11Cに空気を流入する前の全体の長さに対して短くなるようになっている。なお、第1補助ユニット10の全体の長さとは、肩部装着具13と、ワイヤ12Bのうちの第2補助ユニット20に接続される側の端部との間の長さを意味する。

10

【0026】

一方、上述の筒状部11Cの内部に流入された空気が排出された際には、筒状部11Cの径方向に向けた膨張が解除されることにより筒状部11Cの軸方向の長さが膨張前の状態に復元する。これにより、第1身体側配置部11Aと第1外側配置部11Bとの間の距離が基準長さに復帰することで、第1補助ユニット10の全体の長さが、筒状部11Cに空気を流入する前の全体の長さに復帰するようになっている。

20

【0027】

また、本実施の形態において、第1アクチュエータ11は、上述の筒状部11Cの内部に空気が流入されて筒状部11Cの軸方向の長さが収縮された際に、例えば、筒状部11Cに対する空気の流入および排出が制限されることにより、その動作を停止することが可能となっている。これにより、第1補助ユニット10では、第1アクチュエータ11の動作を停止した状態で、当該第1アクチュエータ11の第1身体側配置部11Aおよび第1外側配置部11B間の距離を所定の長さに維持することが可能となっている。これにより、第1補助ユニット10は、その全体の長さを、第1アクチュエータ11の動作を停止した状態において一定に保持することが可能となっている。

30

【0028】

また、図示省略するが、ワイヤ12Aと肩部装着具13の連結部13Bとの間には、ワイヤ12Aの長さ調整機構が設けられる。これにより、ワイヤ12Aの第1アクチュエータ11の第1身体側配置部11Aと肩部装着具13との間の長さを調整することが可能となっており、人の身体の大きさに応じて、ワイヤ12Aを適切な長さに調整することが可能となっている。この長さ調整機構によってワイヤ12Aの長さが調整された場合には、ワイヤ12Aは、調整された長さに維持されるようになっている。これにより、ワイヤ12Aは、第1アクチュエータ11の第1身体側配置部11Aによって引っ張られた場合であっても、調整された長さから変化することが防止される。このような長さ調整機構は、ワイヤ12Bにおいて設けられていてもよい。

40

【0029】

(第2補助ユニット)

第2補助ユニット20は、身体の一部(本実施の形態では腰部W)に取り付けられる第2身体側配置部21Aとこの第2身体側配置部21Aに対して離接可能な第2外側配置部21Bとを含み、これら第2身体側配置部21Aおよび第2外側配置部21B間の距離を変化させることが可能な第2アクチュエータ21、を有する。本実施の形態における第2

50

アクチュエータ 21 は、第 2 身体側配置部 21 A と、第 2 外側配置部 21 B と、これら第 2 身体側配置部 21 A と第 2 外側配置部 21 B とを連結する弾性体からなるペローズ部 21 C と、を有している。

【0030】

第 2 アクチュエータ 21 は、内部に流体の流入空間が形成されたペローズ部 21 C (蛇腹部) の内部に対する流体の流入および排出を切り換えてペローズ部 21 C を伸縮させることにより、第 2 身体側配置部 21 A および第 2 外側配置部 21 B 間の距離を変化させることが可能となっている。上述のペローズ部 21 C の内部に流入させる流体としては、本実施の形態では空気が用いられる。当該空気は、上述の筒状部 11 C の場合と同様に、制御ユニット 40 における空気供給部 41 (図 1 参照) から供給される。また、本実施の形態においては、第 2 身体側配置部 21 A および第 2 外側配置部 21 B が板状に形成されており、第 2 身体側配置部 21 A の外周部分に、ペローズ部 21 C の伸縮方向に沿って延びる棒状の複数のガイド部材 21 D が設けられている。これらガイド部材 21 D に、第 2 外側配置部 21 B の外周部分が摺動可能に挿入されることにより、第 2 身体側配置部 21 A と第 2 外側配置部 21 B との相対移動が安定する。

10

【0031】

図示のように、第 2 身体側配置部 21 A は、人の腰部 W に装着された腰部装着具 23 に接続されている。これにより、第 2 補助ユニット 20 では、第 2 アクチュエータ 21 の第 2 身体側配置部 21 A が、人の腰部 W に間接的に取り付けられている。腰部装着具 23 は、例えば布製であり、人の腹部から腰部 W に巻き掛けられている。一方、第 2 外側配置部 21 B は、第 1 補助ユニット 10 のワイヤ 12 B に接続されている。これにより、第 2 補助ユニット 20 では、第 2 アクチュエータ 21 の第 2 外側配置部 21 B が、第 1 補助ユニット 10 の第 1 アクチュエータ 11 の第 1 外側配置部 11 B に間接的に取り付けられている。上述したが、本実施の形態においては、第 1 補助ユニット 10 のワイヤ 12 B の端部が、第 2 補助ユニット 20 に対し、上下方向および左右方向に揺動可能に接続されている。具体的には、ワイヤ 12 B の端部が、第 2 補助ユニット 20 の第 2 外側配置部 21 B の上部に対し、上下方向および左右方向に揺動可能に接続されている。このような接続態様を実現する手段としては、例えば、第 2 外側配置部 21 B に設けられたリング状の部材に、ワイヤ 12 B の端部に設けられた開閉式のフック (カラビナ等) を取り付ける等の態様が挙げられる。

20

30

【0032】

また、図 1 に示すように、本実施の形態では、第 2 補助ユニット 20 が、第 2 アクチュエータ 21 の伸縮方向を前後方向に沿わせた状態で腰部 W から後方に突出するように、腰部装着具 23 によって人の腰部 W に取り付けられている。この状態では、第 1 補助ユニット 10 が、人の背部 B 側において、第 2 補助ユニット 20 から人の背部 B に沿って肩部 S まで延びる状態となっている。すなわち、本実施の形態では、第 2 補助ユニット 20 の第 2 アクチュエータ 21 の第 2 身体側配置部 21 A および第 2 外側配置部 21 B 間を結ぶ方向が第 1 補助ユニット 10 の第 1 アクチュエータ 11 の第 1 身体側配置部 11 A および第 1 外側配置部 11 B 間を結ぶ方向と非平行となるように、第 1 補助ユニット 10 が肩部 S に取り付けられ、且つ第 2 補助ユニット 20 が腰部 W に取り付けられる。なお、この取付状態においては、筋力補助装置 1 を装着した人が直立姿勢である場合に、第 1 補助ユニット 10 が弛んだ状態で第 2 補助ユニット 20 から人の肩部 S まで延びるように調整されることが好ましい。この場合には、人が前屈姿勢を無理なくとることができる。

40

【0033】

また、上述のように、第 1 補助ユニット 10 のワイヤ 12 B の端部が、第 2 補助ユニット 20 の第 2 外側配置部 21 B の上部に対し接続された状態においては、第 1 補助ユニット 10 の第 1 アクチュエータ 11 の第 1 外側配置部 11 B が、ワイヤ 12 B および腰部 W に取り付けられた第 2 補助ユニット 20 を介して、人の腰部 W に間接的に取り付けられた状態ともいえる。すなわち、第 2 補助ユニット 20 は、第 1 補助ユニット 10 の第 1 アクチュエータ 11 の第 1 外側配置部 11 B を間接的に腰部 W に取り付けるための取付部材と

50

して機能する。取付部材として機能する第2補助ユニット20は、腰部Wの後方の位置で、その第2外側配置部21Bと第1アクチュエータ11の第1外側配置部11Bとをワイヤ12Bを介して接続して、第1アクチュエータ11の第1外側配置部11Bを腰部Wに間接的に取り付けている。

【0034】

このような第2補助ユニット20では、第2アクチュエータ21における上述のペローズ部21Cに制御ユニット40における空気供給部41からの空気が流入される前の状態において、第2身体側配置部21Aと第2外側配置部21Bとの間の距離が基準長さとなっている。この基準長さの状態からペローズ部21Cの内部に空気が流入された際に、ペローズ部21Cが伸長する。これにより、第2身体側配置部21Aと第2外側配置部21Bとの間の距離が基準長さに対して長くなるようになっている。一方、上述のペローズ部21Cの内部に流入された空気が排出された際には、ペローズ部21Cが伸長前の状態に収縮する。これにより、第2身体側配置部21Aと第2外側配置部21Bとの間の距離が基準長さに復帰するようになっている。

10

【0035】

また、本実施の形態において、第2アクチュエータ21は、上述のペローズ部21Cの内部に空気が流入されてペローズ部21Cが伸長された際に、例えば、ペローズ部21Cに対する空気の流入および排出が制限されることにより、その動作を停止することが可能となっている。これにより、第2補助ユニット20は、第2アクチュエータ21の動作を停止した状態において、当該第2アクチュエータ21の第2身体側配置部21Aおよび第2外側配置部21B間の距離を所定の長さに維持することが可能となっている。

20

【0036】

(第3補助ユニット)

第3補助ユニット30は、身体の一部(本実施の形態では大腿部TL, TR)に取り付けられる第3身体側配置部31Aとこの第3身体側配置部31Aに対して離接可能な第3外側配置部31Bとを含み、これら第3身体側配置部31Aおよび第3外側配置部31B間の距離を変化させることが可能な第3アクチュエータ31、を有する。本実施の形態においては、筋力補助装置1が、左右に配置される2つの第3補助ユニット30を有しており、左右の第3補助ユニット30の各々が、第3アクチュエータ31を有している。第3アクチュエータ31の各々は、第3身体側配置部31Aと、第3外側配置部31Bと、これら第3身体側配置部31Aと第3外側配置部31Bとを連結する弾性体からなる筒状部31Cと、を有している。

30

【0037】

第3アクチュエータ31は、流体注入型アクチュエータ(いわゆる人工筋肉型アクチュエータ)であり、上述した第1アクチュエータ11と同様の構成を有している。すなわち、第3アクチュエータ31は、筒状部31Cの内部に対する流体の流入および排出を切り換えて筒状部31Cを弾性変形させることにより、第3身体側配置部31Aおよび第3外側配置部31B間の距離を変化させることが可能となっている。上述の筒状部31Cの内部に流入させる流体としては、第1アクチュエータ11および第2アクチュエータ21の場合と同様に、空気が用いられ、当該空気は、制御ユニット40における空気供給部41から供給される。

40

【0038】

図示のように、2つの第3アクチュエータ31の各々の第3身体側配置部31Aは、大腿部装着具33に接続されている。大腿部装着具33は、人の左大腿部TLに装着された左大腿部装着具33Lと、人の右大腿部TRに装着された右大腿部装着具33R(図2等参照)と、を有している。左に配置された第3補助ユニット30の第3アクチュエータ31の第3身体側配置部31Aは、ワイヤ32A(図2参照)を介して左大腿部装着具33Lに接続されている。右に配置された第3補助ユニット30の第3アクチュエータ31の第3身体側配置部31Aは、ワイヤ32A(図2参照)を介して右大腿部装着具33Rに接続されている。これにより、第3補助ユニット30では、第3アクチュエータ31の各

50

々の第3身体側配置部31Aが、人の下半身のうちの大腿部TL, TRに間接的に取り付けられている。なお、ワイヤ32Aは、金属製のワイヤ等であり、弾性係数が高い材料からなる。また、左大腿部装着具33Lおよび右大腿部装着具33Rは、例えば布製であり、大腿部TL, TRの各々に巻き掛けられている。

【0039】

本実施の形態においては、左のワイヤ32Aの端部が左大腿部装着具33Lに対し、上下方向および左右方向に揺動可能に接続され、右のワイヤ32Aの端部が右大腿部装着具33Rに対し、上下方向および左右方向に揺動可能に接続されている。このような接続態様を実現する手段としては、例えば、左大腿部装着具33Lおよび右大腿部装着具33Rの各々に設けられたリング状の部材に、左右のワイヤ32Aの端部に設けられた開閉式のフック(カラビナ等)の各々を取り付ける等の態様が挙げられる。

10

【0040】

また、本実施の形態においては、上述の左大腿部装着具33Lおよび右大腿部装着具33Rの各々に、脚部姿勢検出センサ34が設けられ、この脚部姿勢検出センサ34は、人が脚部を伸ばした姿勢(伸び姿勢)から屈曲姿勢に移行する際の屈曲姿勢の程度を示す信号を、制御ユニット40に出力する。脚部姿勢検出センサ34としては、例えば、筋電センサ、角度センサ、加速度センサ、歪みゲージ等が用いられ得る。

【0041】

一方、2つの第3アクチュエータ31の各々の第3外側配置部31Bは、ワイヤ32B(図1または図2参照)を介して、第2補助ユニット20に取り付けられている。詳しくは、第3外側配置部31Bの各々は、ワイヤ32Bを介して第2補助ユニット20の第2アクチュエータ21における第2外側配置部21Bに接続されている。これにより、第3補助ユニット30では、第3アクチュエータ31の第3外側配置部31Bの各々が、第2補助ユニット20に間接的に取り付けられている。ワイヤ32Bは、ワイヤ32Aと同様に、金属製のワイヤ等であり、弾性係数が高い材料からなる。また、本実施の形態においては、第3補助ユニット30のワイヤ32Bの端部の各々が、第2補助ユニット20の第2外側配置部21Bの下部に対し、上下方向および左右方向に揺動可能に接続されている。このような接続態様を実現する手段としては、例えば、第2外側配置部21Bに設けられたリング状の部材に、ワイヤ32Bの端部の各々に設けられた開閉式のフック(カラビナ等)を取り付ける等の態様が挙げられる。

20

30

【0042】

また、本実施の形態において、左の第3アクチュエータ31の第3身体側配置部31Aが左大腿部装着具33Lを介して左大腿部TLに接続され、右の第3アクチュエータ31の第3身体側配置部31Aが右大腿部装着具33Rを介して右大腿部TRに接続された状態では、人の背部B側において、2つの第3補助ユニット30が、第2補助ユニット20から臀部の後方を通して人の左右の大腿部TL, TRまで延びる状態となっている。すなわち、本実施の形態では、第2補助ユニット20の第2アクチュエータ21の第2身体側配置部21Aおよび第2外側配置部21B間を結ぶ方向が第3補助ユニット30の第3アクチュエータ31の第3身体側配置部31Aおよび第3外側配置部31B間を結ぶ方向と非平行となるように、第3補助ユニット30が左右の大腿部TL, TRに取り付けられる。なお、この取付状態においては、筋力補助装置1を装着した人が脚部を伸ばした姿勢である場合に、第3補助ユニット30が弛んだ状態で第2補助ユニット20から人の左右の大腿部TL, TRまで延びるように調整されることが好ましい。この場合には、人が屈曲姿勢を無理なくとることができる。

40

【0043】

また、上述のように、第3補助ユニット30のワイヤ32Bの端部が、第2補助ユニット20の第2外側配置部21Bの下部に対し接続された状態においては、第3補助ユニット30の第3アクチュエータ31の第3外側配置部31Bが、ワイヤ32Bおよび腰部Wに取り付けられた第2補助ユニット20を介して、人の腰部Wに間接的に取り付けられた状態ともいえる。すなわち、第2補助ユニット20は、第3補助ユニット30の第3アク

50

れた減圧弁43と、減圧弁43および第1アクチュエータ11の間を接続する第1配管44と、減圧弁43および第2アクチュエータ21の間を接続する第2配管45と、減圧弁43および2つの第3アクチュエータ31の間を接続する2つの第3配管46と、を有している。第1配管44には、第1供給排気切換弁47が設けられている。第2配管45には、第2供給排気切換弁48が設けられている。2つの第3配管46の各々には、第3供給排気切換弁49が設けられている。2つの第3配管46のうち的一方は、左の第3アクチュエータ31に接続され、他方は、右の第3アクチュエータ31に接続される。第3配管46および第3供給排気切換弁49の構成は左右で同一であるため、図1および図5には、2つの第3配管46および第3供給排気切換弁49の一方のみが示されている。

【0050】

空気供給部41では、圧縮空気を充填したタンク等からなる空気源42の圧縮空気を、減圧弁43が、所定の圧力に減圧して、第1配管44、第2配管45および第3配管46に供給する。減圧弁43では、空気源42の圧力を所望の値に調整することが可能となっている。これにより、各配管44～46を介して空気が供給される各アクチュエータ11, 21, 31の動作速度を調整することが可能となっている。

【0051】

第1配管44は、可撓性を有するチューブ等からなり、第1供給排気切換弁47は、コントローラ50に電氣的に接続されている。第1供給排気切換弁47は、コントローラ50の指令に応じて、減圧弁43からの空気を第1アクチュエータ11の筒状部11Cの内部に流入させるか、筒状部11Cの内部に流入させた空気を排出させるか等、を切り換える。

【0052】

第1供給排気切換弁47としては、例えば、減圧弁43に第1配管44の上流側を介して接続される接続ポートと、第1アクチュエータ11に第1配管44の下流側を介して接続される供給ポートと、大気に開放する排出ポートと、を有する3ポート弁が用いられる。この場合、第1供給排気切換弁47において、接続ポートと供給ポートとが連通されることにより、減圧弁43からの空気を第1アクチュエータ11の筒状部11Cの内部に流入させることができる。また、供給ポートと排出ポートとが連通されることにより、筒状部11Cの内部に流入させた空気を排出させることができる。また、筒状部11Cの内部に空気を流入させた後、全てのポートを遮断することにより、第1アクチュエータ11の動作を停止させることができ、第1アクチュエータ11の第1身体側配置部11Aおよび第1外側配置部11B間の距離を所定の長さに維持することもできる。

【0053】

同様に、第2配管45は、可撓性を有するチューブ等からなり、第2供給排気切換弁48は、コントローラ50に電氣的に接続されている。第2供給排気切換弁48は、コントローラ50の指令に応じて、減圧弁43からの空気を第2アクチュエータ21のペローズ部21Cの内部に流入させるか、ペローズ部21Cの内部に流入させた空気を排出させるか等、を切り換える。

【0054】

第2供給排気切換弁48としては、例えば、減圧弁43に第2配管45の上流側を介して接続される接続ポートと、第2アクチュエータ21に第2配管45の下流側を介して接続される供給ポートと、大気に開放する排出ポートと、を有する3ポート弁が用いられる。この場合、第2供給排気切換弁48において、接続ポートと供給ポートとが連通されることにより、減圧弁43からの空気を第2アクチュエータ21のペローズ部21Cの内部に流入させることができる。また、供給ポートと排出ポートとが連通されることにより、ペローズ部21Cの内部に流入させた空気を排出させることができる。また、ペローズ部21Cの内部に空気を流入させた後、全てのポートを遮断することにより、第2アクチュエータ21の動作を停止させることができ、第2アクチュエータ21の第2身体側配置部21Aおよび第2外側配置部21B間の距離を所定の長さに維持することもできる。

【0055】

10

20

30

40

50

同様に、第3配管46は、可撓性を有するチューブ等からなり、第3供給排気切換弁49は、コントローラ50に電氣的に接続されている。第3供給排気切換弁49は、コントローラ50の指令に応じて、減圧弁43からの空気を第3アクチュエータ31の筒状部31Cの内部に流入させるか、筒状部31Cの内部に流入させた空気を排出させるか等、を切り換える。

【0056】

第3供給排気切換弁48としては、例えば、減圧弁43に第3配管46の上流側を介して接続される接続ポートと、第3アクチュエータ31に第3配管46の下流側を介して接続される供給ポートと、大気に開放する排出ポートと、を有する3ポート弁が用いられる。この場合、第3供給排気切換弁49において、接続ポートと供給ポートとが連通されることにより、減圧弁43からの空気を第3アクチュエータ31の筒状部31Cの内部に流入させることができる。また、供給ポートと排出ポートとが連通されることにより、筒状部31Cの内部に流入させた空気を排出させることができる。また、筒状部31Cの内部に空気を流入させた後、全てのポートを遮断することにより、第3アクチュエータ31の動作を停止させることができ、第3アクチュエータ31の第3身体側配置部31Aおよび第3外側配置部31B間の距離を所定の長さに維持することもできる。

10

【0057】

一方、コントローラ50は、上述の供給排気切換弁47～49に電氣的に接続されるとともに、上述の胴体姿勢検出センサ14および脚部姿勢検出センサ34に電氣的に接続されている。本実施の形態においては、コントローラ50が、胴体姿勢検出センサ14および脚部姿勢検出センサ34からの信号に基づいて、人が前屈姿勢および脚部の屈曲姿勢をとったことを検出した際に、供給排気切換弁47～49に指令を出力することにより、各補助ユニット10, 20, 30の動作を制御する。

20

【0058】

図5に示すように、本実施の形態のコントローラ50は、供給排気切換弁47～49に指令を出力する指令出力部51と、状態監視部52と、を有している。本実施の形態の状態監視部52は、計時手段であり、指令出力部51の指令の出力からの時間の経過等を監視するものである。また、本実施の形態において、コントローラ50は、左右の第3アクチュエータ31に対応する2つの第3供給排気切換弁49に対しては、同一のタイミングで同様の指令を出力する。このようなコントローラ50は、CPU, ROMおよびRAM等から構成されてもよいし、複数の論理回路を有して構成されてもよい。

30

【0059】

(筋力補助装置の動作)

次に、以上のような構成を備える本実施の形態の筋力補助装置1の動作の一例を説明する。

【0060】

図6には、本実施の形態における筋力補助装置1の動作の一例を説明するフローチャートが示されている。図7には、図6に説明される動作に対応するタイミングチャートが示されている。また、図8乃至図11には、図6のフローチャートに従って動作する筋力補助装置1の各補助ユニット10, 20, 30の様子が示されている。概略として、本実施の形態の筋力補助装置1は、図8に示すように、人が前屈姿勢および脚部の屈曲姿勢をとった後の直立姿勢および脚部の伸び姿勢に復帰する動作を補助するように、各補助ユニット10, 20, 30を制御する。以下、図6乃至図11を用いて、筋力補助装置1の動作の一例を説明する。

40

【0061】

本実施の形態にかかる筋力補助装置1は、人に装着された後に、図示省略する起動スイッチが操作されることにより、起動状態となる。この際、まず、図6のステップS101に示すように、コントローラ50が、胴体姿勢検出センサ14および脚部姿勢検出センサ34からの信号に基づいて、人が前屈姿勢および脚部の屈曲姿勢をとったか否かを監視する。胴体姿勢検出センサ14および脚部姿勢検出センサ34に基づき、図8に示すような

50

前屈姿勢および脚部の屈曲姿勢をとったことが判定された場合（YESの場合）には、処理がステップS102に進められる。一方、前屈姿勢および脚部の屈曲姿勢をとったことが判定されない場合（NOの場合）には、ステップS101において、監視が継続される。

【0062】

なお、図8に示すように、本実施の形態にかかる筋力補助装置1では、人が前屈姿勢および脚部の屈曲姿勢をとった際に、第1補助ユニット10および第3補助ユニット30が前方に引っ張られる。この場合、直立姿勢において、第1補助ユニット10が弛んだ状態で第2補助ユニット20から人の肩部Sまで延びるように調整されている際には、第1補助ユニット10の弛みがとれる。このとき、第1補助ユニット10が、第2補助ユニット20と肩部Sとの間で完全に弛みがとられた場合には、第2アクチュエータ21のペローズ部21Cが圧縮される。また、脚部の伸び姿勢において、第3補助ユニット30が弛んだ状態で第2補助ユニット20から人の大腿部TL, TRまで延びるように調整されている際には、第3補助ユニット30の弛みがとれる。このとき、第3補助ユニット30が、第2補助ユニット20と大腿部TL, TRとの間で完全に弛みがとられた場合には、第2アクチュエータ21のペローズ部21Cが圧縮される。図8に示すように、この例では、ペローズ部21Cが圧縮された状態となっている。

10

【0063】

前屈姿勢および脚部の屈曲姿勢がとられたことが判定された後のステップS102においては、コントローラ50が、所定のタイミング（例えば、判定から数秒後、または人からの入力のタイミング）で、指令出力部51によって第2供給排気切換弁48に指令を出し、減圧弁43からの空気を第2アクチュエータ21のペローズ部21Cの内部に流入させる状態にする。これにより、図9に示すように、第2アクチュエータ21が動かされ、図中の矢印Xに示すように第2アクチュエータ21の第2身体側配置部21Aと第2外側配置部21Bとの距離が、ペローズ部21Cに空気が流入される前の基準長さに対して長くなる。

20

【0064】

図9に示すように、第2アクチュエータ21の第2身体側配置部21Aと第2外側配置部21Bとの距離が長くなった状態では、第1補助ユニット10および第3補助ユニット30が後方に引っ張られる。これにより、人は、当初の前屈姿勢から肩部Sが起き上がるとともに、当初の脚部の屈曲姿勢から大腿部TL, TRが起き上がる。ここで、この例では、コントローラ50が、ペローズ部21Cの内部に空気を所定量だけ流入させた後に、第2アクチュエータ21の動作を停止させ、第2アクチュエータ21の第2身体側配置部21Aおよび第2外側配置部21B間の距離を所定の長さに維持するようになっている。

30

【0065】

次に、ステップS103において、コントローラ50は、第2アクチュエータ21の動作の開始から所定時間が経過したか否かを監視する。所定時間の経過を検出した場合（YESの場合）には、ステップS104に処理が進められ、所定時間の経過前である場合（NOの場合）には、ステップS103において、監視が継続される。

【0066】

そして、ステップS104においては、コントローラ50が、指令出力部51によって第1供給排気切換弁47に指令を出し、減圧弁43からの空気を第1アクチュエータ11の筒状部11Cの内部に流入させる状態にする。これにより、第1アクチュエータ11が動かされ、第1アクチュエータ11の第1身体側配置部11Aと第1外側配置部11Bとの距離が、筒状部11Cに空気が流入される前の基準長さに対して短くなることで、第1補助ユニット10の全体の長さが、筒状部11Cに流体を流入する前の全体の長さに対して短くなる。

40

【0067】

このとき、筋力補助装置1では、第1アクチュエータ11で生じる図9の矢印で示す後斜め下方に向かう力が作用点となって、肩部Sと腰部Wとを相対移動させる動作を補助

50

するためのモーメントM1が生じる。このモーメントM1は、正確には、腰部Wと、腰部Wおよび肩部Sの間に位置する背部Bとの連結点を回転軸L1としたモーメントである。このモーメントM1では、回転軸L1と、この回転軸L1から延びて第1アクチュエータ11の第1身体側配置部11Aおよび第1外側配置部11B間を結ぶ方向に直交する直線の第1アクチュエータ11との交点P1と、の間に、モーメントアームA1が設定される。肩部Sは、背部Bを介して腰部Wに回動可能または屈曲可能に連結されているため、このようなモーメントM1が肩部Sに作用した場合には、人が前屈姿勢から直立姿勢に復帰する動作が補助される。これにより、この筋力補助装置1によれば、図10に示すように、人の姿勢を、容易に、前屈姿勢から直立姿勢に復帰させることができる。

【0068】

また、上述のモーメントアームA1は、第2アクチュエータ21がその第2身体側配置部21Aおよび第2外側配置部21B間の距離を長くなるように増大させる前の図8に示すモーメントアームA2よりも大きい。これにより、本実施の形態では、モーメントアームA2からモーメントアームA1に増大させた後の状態においては、第1アクチュエータ11の出力を、モーメントアームA2の状態です望のモーメントを得るために必要となる第1アクチュエータ11の出力よりも小さく抑えた場合であっても、上述の所望のモーメントと同等のモーメントM1を確保することができる。これにより、本実施の形態によれば、第1アクチュエータ11の小型化を図ることができる。

【0069】

また、この例では、コントローラ50が、筒状部11Cの内部に空気を所定量だけ流入させた後に、第1アクチュエータ11の動作を停止させ、第1アクチュエータ11の第1身体側配置部11Aおよび第1外側配置部11B間の距離を所定の長さに維持するようになっている。この場合、人が、例えば、重量物を支えた状態で前屈姿勢から直立姿勢に復帰した際に、重量物の影響で前屈姿勢側に身体が動いてしまうことが防止され、人を安定した状態で直立姿勢に復帰させることができる。また、上述のステップS103における状態監視部52による所定時間の監視は、第1アクチュエータ11を動かすタイミングを決定する処理であるが、本実施の形態のように第2アクチュエータ21の動作の開始から所定時間が経過したか否かを監視する構成である場合には、第1アクチュエータ11を動かすタイミングを特別なセンサを用いずに決定することができるため、有益である。

【0070】

また、次のステップS105においては、コントローラ50が、指令出力部51によって第3供給排気切換弁49に指令を出力し、減圧弁43からの空気を第3アクチュエータ31の筒状部31Cの内部に流入させる状態にする。これにより、第3アクチュエータ31が動かされ、第3アクチュエータ31の第3身体側配置部31Aと第3外側配置部31Bとの距離が、筒状部31Cに空気が流入される前の基準長さに対して短くなることで、第3補助ユニット30の全体の長さが、筒状部31Cに流体を流入する前の全体の長さに対して短くなる。

【0071】

このとき、筋力補助装置1では、第3アクチュエータ31で生じる図9の矢印で示す後斜め上方に向かう力が作用点となって、大腿部TL, TRと腰部Wとを相対移動させる動作を補助するためのモーメントM2が生じる。このモーメントM2は、正確には、腰部Wと、大腿部TL, TRとの連結点を回転軸L1としたモーメントである。このモーメントM2では、回転軸L1と、この回転軸L1から延びて第3アクチュエータ31の第3身体側配置部31Aおよび第3外側配置部31B間を結ぶ方向に直交する直線の第3アクチュエータ31との交点P2と、の間に、モーメントアームA3が設定される。このようなモーメントM2が大腿部TL, TRに作用した場合には、人が脚部の屈曲姿勢から伸び姿勢に復帰する動作が補助される。これにより、この筋力補助装置1によれば、図10に示すように、人の姿勢を、容易に、屈曲姿勢から伸び姿勢に復帰させることができる。

【0072】

また、上述のモーメントアームA3は、第2アクチュエータ21がその第2身体側配置

10

20

30

40

50

部 2 1 A および第 2 外側配置部 2 1 B 間の距離を長くなるように増大させる前の図 8 に示すモーメントアーム A 4 よりも大きい。これにより、本実施の形態では、モーメントアーム A 4 からモーメントアーム A 3 に増大させた後の状態においては、第 3 アクチュエータ 3 1 の出力を、モーメントアーム A 4 の状態で所望のモーメントを得るために必要となる第 3 アクチュエータ 3 1 の出力よりも小さく抑えた場合であっても、上述の所望のモーメントと同等のモーメント M 2 を確保することができる。これにより、本実施の形態によれば、第 3 アクチュエータ 3 1 の小型化を図ることができる。

【 0 0 7 3 】

また、この例では、コントローラ 5 0 が、筒状部 3 1 C の内部に空気を所定量だけ流入させた後に、第 3 アクチュエータ 3 1 の動作を停止させ、第 3 アクチュエータ 3 1 の第 3 身体側配置部 3 1 A および第 3 外側配置部 3 1 B 間の距離を所定の長さに維持するようになっている。この場合、人が、例えば、重量物を支えた状態で屈曲姿勢から伸び姿勢に復帰した際に、重量物の影響で屈曲姿勢側に身体が動いてしまうことが防止され、人を安定した状態で伸び姿勢に復帰させることができる。

10

【 0 0 7 4 】

その後、本実施の形態では、図 1 0 および図 1 1 を対比して明らかなように、第 2 アクチュエータ 2 1 の第 2 身体側配置部 2 1 A と第 2 外側配置部 2 1 B との距離が、図 1 1 の矢印 Y に示すように、ペローズ部 2 1 C に空気が流入される前の基準長さに復帰される。すなわち、コントローラ 5 0 は、第 2 供給排気切替弁 4 8 に指令を出力し、ペローズ部 2 1 C の内部に流入させた空気を排出させる状態にする。これにより、第 2 アクチュエータ 2 1 によって、人に不所望に負担がかかることが抑制される。また、この際には、第 1 補助ユニット 1 0 および第 3 補助ユニット 3 0 の全体の長さも、上述の筒状部 1 1 C または 3 1 C の内部に流入された空気が排出されて、伸びた状態となる。これにより、第 1 アクチュエータ 1 1 および第 3 アクチュエータ 3 1 によって、人に不所望に負担がかかることが抑制される。

20

【 0 0 7 5 】

上述のように、本実施の形態では、人が前屈姿勢および脚部の屈曲姿勢をとった際に、まず、第 2 アクチュエータ 2 1 が動かされ、次に、第 1 アクチュエータ 1 1 が動かされ、次に、第 3 アクチュエータ 3 1 が動かされる。これにより、本実施の形態では、第 1 アクチュエータ 1 1 および第 3 アクチュエータ 3 1 を動かして身体の動作を補助するためのモーメントを生じさせる際に、確実に増大されたモーメントアームが確保される。また、第 2 アクチュエータ 2 1 が動かされた後に、第 3 アクチュエータ 3 1 よりも先に、第 1 アクチュエータ 1 1 が動かされることにより、人の腰部 W への負担を効果的に軽減することができる。すなわち、前屈姿勢の状態が長い場合には、腰部 W への負担が大きくなる。また、図 7 に示すように、本実施の形態では、第 2 アクチュエータ 2 1 が伸びている途中で、第 1 アクチュエータ 1 1 が縮み始め、第 1 アクチュエータ 1 1 が縮んでいる途中で、第 3 アクチュエータ 3 1 が縮み始めている。本実施の形態では、このように動作のタイミングを重複させることにより、前屈姿勢および脚部の屈曲姿勢をとった後の、直立姿勢および脚部の伸び姿勢への復帰の時間を、好適に短縮することができる。

30

【 0 0 7 6 】

(効果)

以上に説明した本実施の形態にかかる筋力補助装置 1 では、第 2 補助ユニット 2 0 の第 2 アクチュエータ 2 1 の第 2 身体側配置部 2 1 A および第 2 外側配置部 2 1 B 間を結ぶ方向が第 1 補助ユニット 1 0 の第 1 アクチュエータ 1 1 の第 1 身体側配置部 1 1 A および第 1 外側配置部 1 1 B 間を結ぶ方向と非平行となるように、身体の背部 B 側において、第 1 補助ユニット 1 0 が上半身 (肩部 S) に取り付けられ、且つ第 2 補助ユニット 2 0 が腰部 W に取り付けられる。この状態において、第 1 アクチュエータ 1 1 が、第 1 身体側配置部 1 1 A および第 1 外側配置部 1 1 B 間の距離を変化させた際に、第 1 アクチュエータ 1 1 で生じる力が作用点となって、肩部 S と腰部 W とを相対移動させる動作を補助するためのモーメントを生じさせることができる。これにより、人が前屈姿勢から復帰する際の動作

40

50

を補助することができる。そして、この際に、第2アクチュエータ21が、その第2身体側配置部21Aおよび第2外側配置部21B間の距離を長くなるように増大させることで、モーメントのモーメントアームを増大させることができる。これにより、モーメントアームを増大させた後の状態においては、第1補助ユニット10の第1アクチュエータ11の出力を、モーメントアームを増大させる前の状態で所望のモーメントを得るために必要となる第1アクチュエータ11の出力よりも小さく抑えた場合であっても、上述の所望のモーメントと同等のモーメントを確保することができる。これにより、本実施の形態の筋力補助装置1によれば、肩部Sと腰部Wを相対移動させる動作を補助するための所望のモーメントを、当該モーメントの作用点における力を生じさせる第1アクチュエータ11の出力を小さく抑えながらも確保できることにより、装置全体の大型化及び重量増加を抑制することができる。

10

また、第2補助ユニット20の第2アクチュエータ21の第2身体側配置部21Aおよび第2外側配置部21B間を結ぶ方向が第3補助ユニット30の第3アクチュエータ31の第3身体側配置部31Aおよび第3外側配置部31B間を結ぶ方向と非平行となるように、身体の背部B側において、第3補助ユニット30が下半身(大腿部TL, TR)に取り付けられる。この状態において、第3アクチュエータ31が、第3身体側配置部31Aおよび第3外側配置部31B間の距離を変化させた際に、第3アクチュエータ31で生じる力が作用点となって、大腿部TL, TRと腰部Wとを相対移動させる動作を補助するためのモーメントを生じさせることができる。これにより、人が屈曲姿勢から復帰する際の動作を補助することができる。そして、この際に、第2アクチュエータ31が、その第2身体側配置部21Aおよび第2外側配置部21B間の距離を長くなるように増大させることで、モーメントのモーメントアームを増大させることができる。これにより、モーメントアームを増大させた後の状態においては、第3補助ユニット30の第3アクチュエータ31の出力を、モーメントアームを増大させる前の状態で所望のモーメントを得るために必要となる第3アクチュエータ31の出力よりも小さく抑えた場合であっても、上述の所望のモーメントと同等のモーメントを確保することができる。これにより、本実施の形態の筋力補助装置1によれば、大腿部TL, TRと腰部Wを相対移動させる動作を補助するための所望のモーメントを、当該モーメントの作用点における力を生じさせる第3アクチュエータ31の出力を小さく抑えながらも確保できることにより、装置全体の大型化及び重量増加を抑制することができる。

20

30

しかも、本実施の形態では、制御装置であるコントローラ50が、状態監視部52によって第2アクチュエータ21の第2外側配置部21Bが腰部Wから離れて所定の状態となったことを検出したときに、第1アクチュエータ11を、第1身体側配置部11Aおよび第1外側配置部11B間の距離が短くなるように動作させ、その後、第3アクチュエータ31を、第3身体側配置部31Aおよび第3外側配置部31B間の距離が短くなるように動作させるため、第1アクチュエータ11および第3アクチュエータ31を動作させる際に、確実に増大されたモーメントアームを確保できる。さらには、第3アクチュエータ31の動作よりも先に、第1アクチュエータ11を動作させることにより、人の腰部Wへの負担を効果的に軽減することができる。

【0077】

したがって、人が前屈姿勢および脚部の屈曲姿勢から復帰する際の動作を、効果的に補助することができる。この動作を補助するための所望のモーメントを、当該モーメントの作用点における力を生じさせるアクチュエータの出力を小さく抑えながらも確保できることにより、装置全体の大型化及び重量増加を抑制することができる。

40

【0078】

また、本実施の形態では、第2補助ユニット20が、第2アクチュエータ21の動作を停止した状態で、当該第2アクチュエータ21の第2身体側配置部21Aおよび第2外側配置部21B間の距離を所定の長さに維持することが可能となっている。これにより、モーメントアームの確保のために、その第2身体側配置部21Aおよび第2外側配置部21B間の距離を長くなるように増大させた際に、モーメントアームが増大した状態を維持す

50

ることが可能なため、安定した状態で人の動作を補助することができる。

【0079】

また、本実施の形態では、第1補助ユニット10が、第1アクチュエータ11の動作を停止した状態で、当該第1アクチュエータ11の第1身体側配置部11Aおよび第1外側配置部11B間の距離を所定の長さに維持することが可能となっている。これにより、モーメントを生じさせた後に、第1アクチュエータ11の動作を停止させて第1アクチュエータ11の第1身体側配置部11Aおよび第1外側配置部11B間の距離を所定の長さに維持することができる。これにより、例えば、人が重量物を支えた状態で前屈姿勢から直立姿勢に復帰した際に、重量物の影響で前屈姿勢側に身体が動いてしまうことが防止され、人を安定した状態で直立姿勢に復帰させることができる。また、その後も、第1アクチュエータ11の第1身体側配置部11Aおよび第1外側配置部11B間の距離が所定の長さに維持されることにより、直立姿勢維持のための補助が可能となる。また、重量物を人が床面等に置く際には、徐々に第1アクチュエータ11の第1身体側配置部11Aおよび第1外側配置部11B間の距離が長くなるように、筒状部11Cから空気が排出されるように制御すれば、人の腰部Wへの負担を軽減できる。

10

【0080】

また、第3補助ユニット30が、第3アクチュエータ31の動作を停止した状態で、当該第3アクチュエータ31の第3身体側配置部31Aおよび第3外側配置部31B間の距離を所定の長さに維持することが可能となっている。これにより、モーメントを生じさせた後に、第3アクチュエータ31の動作を停止させ、第3アクチュエータ31の第3身体側配置部31Aおよび第3外側配置部31B間の距離を所定の長さに維持することができる。これにより、例えば、人が重量物を支えた状態で屈曲姿勢から伸び姿勢に復帰した際に、重量物の影響で屈曲姿勢側に身体が動いてしまうことが防止され、人を安定した状態で伸び姿勢に復帰させることができる。また、その後も、第3アクチュエータ31の第3身体側配置部31Aおよび第3外側配置部31B間の距離が所定の長さに維持されることにより、脚部の伸び姿勢維持のための補助が可能となる。また、重量物を人が床面等に置く際には、徐々に第3アクチュエータ31の第3身体側配置部31Aおよび第3外側配置部31B間の距離が長くなるように、筒状部31Cから空気が排出されるように制御すれば、人の腰部Wへの負担を軽減できる。

20

【0081】

また、本実施の形態では、コントローラ50が、第1アクチュエータ11および第3アクチュエータ31の動作前に、第2アクチュエータ21の第2外側配置部21Bが腰部Wから離れるように第2アクチュエータ21を動作させる。これにより、確実に、増大されたモーメントアームが確保されるため、第1アクチュエータ11の出力時および第3アクチュエータ31の出力時に、確実に、増大されたモーメントアームでのモーメントを生じさせることができる。

30

【0082】

以上、本発明の一実施の形態を説明したが、本発明は上述の実施の形態に限定されるものではない。以下、上述の一実施の形態の変形例について、図12乃至図25を用いて説明する。以下に説明する変形例において、上述の実施の形態と共通する部分には、同一の符号が示されている。

40

【0083】

(第2アクチュエータの変形例)

上述の実施の形態においては、第2アクチュエータ21が、第2身体側配置部21Aと、第2外側配置部21Bと、これら第2身体側配置部21Aと第2外側配置部21Bとを連結する弾性体からなるペローズ部21Cと、を有し、ペローズ部21Cの内部に対する流体の流入および排出を切り換えてペローズ部21Cを伸縮させることにより、第2身体側配置部21Aおよび第2外側配置部21B間の距離を変化させる構成を説明した。図12乃至図22には、第2アクチュエータ21の各種変形例が示されている。

【0084】

50

図 1 2 に示す変形例では、第 2 アクチュエータ 2 1 の第 2 身体側配置部 2 1 A と第 2 外側配置部 2 1 B とを連結するペローズ部 1 2 0 が、矩形の板状の状態から一辺を回転軸として周方向に展開する構成となっている。ペローズ部 1 2 0 に連結された第 2 外側配置部 2 1 B は、上記の回転軸を軸中心として周方向に移動して、第 2 身体側配置部 2 1 A から離れるようになっている。なお、図 1 2 においては、ペローズ部 1 2 0 の展開状態が示されている。ペローズ部 1 2 0 は、空気供給部 4 1 の圧縮空気によって駆動されてもよい。また、この例では、第 1 補助ユニット 1 0 における第 1 アクチュエータ 1 1 の第 1 外側配置部 1 1 B が、ワイヤ等を介さずに第 2 外側配置部 2 1 B に取り付けられている。また、第 3 補助ユニット 3 0 の図示は省略しているが、第 2 外側配置部 2 1 B の適所に取り付ければよい。

10

【 0 0 8 5 】

図 1 3 に示す変形例では、第 2 アクチュエータ 2 1 の第 2 身体側配置部 2 1 A にネジ 1 3 0 が設けられ、ネジ 1 3 0 に第 2 外側配置部 2 1 B が螺合されている。この構成では、ネジ 1 3 0 が回転することで、第 2 外側配置部 2 1 B が第 2 身体側配置部 2 1 A に対して移動する。ネジ 1 3 0 は、空気供給部 4 1 の圧縮空気によって回転するエアモータ等で回転されてもよい。また、この例では、第 1 補助ユニット 1 0 における第 1 アクチュエータ 1 1 の第 1 外側配置部 1 1 B および第 3 補助ユニット 3 0 における第 3 アクチュエータ 3 1 の第 3 外側配置部 3 1 B が、ワイヤ等を介さずに第 2 外側配置部 2 1 B に取り付けられている。

20

【 0 0 8 6 】

図 1 4 に示す変形例では、第 2 アクチュエータ 2 1 の第 2 身体側配置部 2 1 A にラック 1 4 0 が設けられ、第 2 外側配置部 2 1 B には、ラック 1 4 0 に噛み合うピニオンギヤ 1 4 1 が設けられている。この構成では、ピニオンギヤ 1 4 1 が回転することで、第 2 外側配置部 2 1 B が第 2 身体側配置部 2 1 A に対して移動する。ピニオンギヤ 1 4 1 は、空気供給部 4 1 の圧縮空気によって回転するエアモータ等で回転されてもよい。また、この例では、第 1 補助ユニット 1 0 における第 1 アクチュエータ 1 1 の第 1 外側配置部 1 1 B および第 3 補助ユニット 3 0 における第 3 アクチュエータ 3 1 の第 3 外側配置部 3 1 B が、ワイヤ等を介さずに第 2 外側配置部 2 1 B に取り付けられている。

【 0 0 8 7 】

図 1 5 に示す変形例では、第 2 アクチュエータ 2 1 の第 2 身体側配置部 2 1 A と第 2 外側配置部 2 1 B との間に、スプリング 1 5 0 が設けられている。第 2 身体側配置部 2 1 A には、スプリング 1 5 0 を圧縮状態で保持するようにスプリング 1 5 0 を係止する爪体を有する電磁ロック 1 5 1 が設けられている。この構成では、電磁ロック 1 5 1 によって圧縮状態で保持されたスプリング 1 5 0 を保持状態から解除することにより、第 2 外側配置部 2 1 B が第 2 身体側配置部 2 1 A に対して移動する。また、この例では、第 1 補助ユニット 1 0 における第 1 アクチュエータ 1 1 の第 1 外側配置部 1 1 B および第 3 補助ユニット 3 0 における第 3 アクチュエータ 3 1 の第 3 外側配置部 3 1 B が、ワイヤ等を介さずに第 2 外側配置部 2 1 B に取り付けられている。

30

【 0 0 8 8 】

図 1 6 に示す変形例では、第 2 アクチュエータ 2 1 の第 2 身体側配置部 2 1 A と第 2 外側配置部 2 1 B との間に、カム 1 6 0 が回転可能に設けられている。この構成では、カム 1 6 0 が回転してカム山が第 2 外側配置部 2 1 B を押すことにより、第 2 外側配置部 2 1 B が第 2 身体側配置部 2 1 A に対して移動する。カム 1 6 0 は、空気供給部 4 1 の圧縮空気によって回転するエアモータ等で回転されてもよい。また、この例では、第 1 補助ユニット 1 0 における第 1 アクチュエータ 1 1 の第 1 外側配置部 1 1 B および第 3 補助ユニット 3 0 における第 3 アクチュエータ 3 1 の第 3 外側配置部 3 1 B が、ワイヤ等を介さずに第 2 外側配置部 2 1 B に取り付けられている。

40

【 0 0 8 9 】

図 1 7 に示す変形例では、第 2 アクチュエータ 2 1 の第 2 身体側配置部 2 1 A と第 2 外側配置部 2 1 B との間に、伸縮可能なリンク部材 1 7 0 が設けられている。この構成では

50

、リンク部材 170 が伸縮することにより、第 2 外側配置部 21B が第 2 身体側配置部 21A に対して移動する。リンク部材 170 は、空気供給部 41 の圧縮空気によって回転するエアモータ等で駆動されてもよい。また、この例では、第 1 補助ユニット 10 における第 1 アクチュエータ 11 の第 1 外側配置部 11B および第 3 補助ユニット 30 における第 3 アクチュエータ 31 の第 3 外側配置部 31B が、ワイヤ等を介さずに第 2 外側配置部 21B に取り付けられている。

【0090】

図 18 に示す変形例では、第 2 アクチュエータ 21 の第 2 身体側配置部 21A と第 2 外側配置部 21B との間に、エアシリンダ 180 が設けられている。この構成では、エアシリンダ 180 のロッドが伸縮することにより、第 2 外側配置部 21B が第 2 身体側配置部 21A に対して移動する。エアシリンダ 180 は、空気供給部 41 の圧縮空気によって駆動されてもよい。また、この例では、第 1 補助ユニット 10 における第 1 アクチュエータ 11 の第 1 外側配置部 11B および第 3 補助ユニット 30 における第 3 アクチュエータ 31 の第 3 外側配置部 31B が、ワイヤ等を介さずに第 2 外側配置部 21B に取り付けられている。

10

【0091】

図 19 に示す変形例では、第 2 身体側配置部 21A の外周部分に、棒状の複数のガイド部材 21D が設けられ、これらガイド部材 21D に、第 2 外側配置部 21B の外周部分が摺動可能に挿入されている。第 2 アクチュエータ 21 の第 2 身体側配置部 21A に第 1 プーリー 190 が設けられ、第 2 外側配置部 21B に第 2 プーリー 191 が設けられ、プーリー 190、191 には、チェーン 192 が巻き掛けられている。この構成では、プーリー 190、191 のいずれか一方を選択的に回転させることで、いずれかのプーリーでチェーン 192 を巻き取ることにより、第 2 外側配置部 21B が第 2 身体側配置部 21A に対して移動する。プーリー 190、191 は、空気供給部 41 の圧縮空気によって回転するエアモータ等で回転されてもよい。また、この例では、第 1 補助ユニット 10 における第 1 アクチュエータ 11 の第 1 外側配置部 11B および第 3 補助ユニット 30 における第 3 アクチュエータ 31 の第 3 外側配置部 31B が、ワイヤ等を介さずに第 2 外側配置部 21B に取り付けられている。

20

【0092】

図 20 に示す変形例では、第 2 アクチュエータ 21 の第 2 身体側配置部 21A と第 2 外側配置部 21B との間に、流体注入型アクチュエータ部 200 (いわゆる人工筋肉型アクチュエータ) が設けられている。この構成では、流体注入型アクチュエータ部 200 に流体を流入させてその筒状部分を径方向に膨張させることにより、第 2 外側配置部 21B が第 2 身体側配置部 21A に対して移動する。流体注入型アクチュエータ部 200 は、空気供給部 41 の圧縮空気によって駆動されてもよい。また、この例では、第 1 補助ユニット 10 における第 1 アクチュエータ 11 の第 1 外側配置部 11B および第 3 補助ユニット 30 における第 3 アクチュエータ 31 の第 3 外側配置部 31B が、ワイヤ等を介さずに第 2 外側配置部 21B に取り付けられている。

30

【0093】

図 21 に示す変形例では、第 2 アクチュエータ 21 の第 2 身体側配置部 21A に回転軸 210 が設けられ、この回転軸 210 に第 2 外側配置部 21B が回転可能に支持されている。第 2 外側配置部 21B は、第 1 辺部 211A と第 2 辺部 211B とを有し、これら第 1 辺部 211A と第 2 辺部 211B とは、L 字型 (クランク形状) をなすように結合されている。第 2 外側配置部 21B は、第 1 辺部 211A と第 2 辺部 211B との結合部分を回転軸 210 に支持されている。この例では、第 1 辺部 211A および第 2 辺部 211B のうちの第 2 辺部 211B の先端に、第 1 アクチュエータ 11 の第 1 外側配置部 11B が、ワイヤを介さずに取り付けられている。そして、この構成では、第 1 辺部 211A が後方に向けて延び且つ第 2 辺部 211B が下方に延びる状態 (二点鎖線で示す状態) から、第 2 外側配置部 21B が回転軸 210 を中心に回転され、第 2 辺部 211B が上方に回転移動することにより、第 2 外側配置部 21B のうちの第 2 辺部 211B の先端が第 2 身体

40

50

側配置部 2 1 A から離れるように移動する。第 2 外側配置部 2 1 B は、空気供給部 4 1 の圧縮空気によって回転するエアモータ等で回転されてもよい。

【 0 0 9 4 】

図 2 2 に示す変形例では、第 2 アクチュエータ 2 1 の第 2 身体側配置部 2 1 A に、後方に延びる案内部材 2 2 0 が設けられ、案内部材 2 2 0 に、後斜め上方に延びる案内溝 2 2 1 が形成されている。そして、第 2 外側配置部 2 1 B は、軸部材であり、案内溝 2 2 1 に挿入されている。この構成では、第 2 外側配置部 2 1 B が案内溝 2 2 1 に沿って後斜め上方に移動することにより、第 2 外側配置部 2 1 B が第 2 身体側配置部 2 1 A に対して移動する。

【 0 0 9 5 】

(動作の変形例)

上述の実施の形態では、図 6 に示したステップ S 1 0 3 において、コントローラ 5 0 が第 2 アクチュエータ 2 1 の動作の開始から所定時間が経過したか否かを状態監視部 5 2 によって監視し、所定時間が経過した場合に、ステップ S 1 0 4 において、第 1 アクチュエータ 1 1 が動かされる。これに代えて、図 2 3 のフローチャートに示すように、第 2 アクチュエータ 2 1 の第 2 身体側配置部 2 1 A と第 2 外側配置部 2 1 B との間の距離が、所定の長さになったか否かを状態監視部 5 2 によって監視してもよい。この場合、状態監視部 5 2 は、第 2 アクチュエータ 2 1 に設けられた位置センサに電氣的に接続して、長さ(距離)を検出するようにしてもよい。

【 0 0 9 6 】

このように第 2 アクチュエータ 2 1 の第 2 身体側配置部 2 1 A と第 2 外側配置部 2 1 B との間の距離が、所定の長さになったか否かを監視し、第 1 アクチュエータ 1 1 を動かすタイミングを決定する場合には、所望のモーメントアームを確実に確保することができる。

【 0 0 9 7 】

また、図 2 4 のフローチャートに示すように、第 2 アクチュエータ 2 1 の第 2 身体側配置部 2 1 A と第 2 外側配置部 2 1 B とを連結するベローズ部 2 1 C の内部の圧力が、所定の圧力になったか否かを状態監視部 5 2 によって監視してもよい。この場合、状態監視部 5 2 は、第 2 アクチュエータ 2 1 に設けられた圧力センサに電氣的に接続して、圧力を検出するようにしてもよい。

【 0 0 9 8 】

このようにベローズ部 2 1 C の内部の圧力が、所定の圧力になったか否かを監視し、第 1 アクチュエータ 1 1 を動かすタイミングを決定する場合には、ベローズ部 2 1 C の内部の圧力が過剰にならずにすむ。

【 0 0 9 9 】

なお、ステップ S 1 0 3 においては、時間、長さ、圧力を全て監視して、全ての条件が充足された際に、ステップ S 1 0 4 において、第 1 アクチュエータ 1 1 が動かされてもよい。

【 0 1 0 0 】

また、上述の本実施の形態では、人が前屈姿勢および脚部の屈曲姿勢をとった際に、第 2 アクチュエータ 2 1 が動かされ、次に、第 1 アクチュエータ 1 1 が動かされ、次に、第 3 アクチュエータ 3 1 が動かされる。このタイミングは、例えば、図 2 5 (A) に示すように変更されてもよい。すなわち、図 2 5 (A) の例では、第 1 アクチュエータ 1 1 および第 2 アクチュエータ 2 1 が同じタイミングで動かされ、その後、第 3 アクチュエータ 3 1 が動かされている。また、参考として、図 2 5 (B) に示すように、第 1 アクチュエータ 1 1、第 2 アクチュエータ 2 1 および第 3 アクチュエータ 3 1 が全て同じタイミングで動かされてもよい。

【 0 1 0 1 】

また、上述の実施の形態においては、人の前屈姿勢を検出する胴体姿勢検出センサ 1 4 および人の脚部の屈曲姿勢を検出する脚部姿勢検出センサ 3 4 の例として、筋電センサ、

10

20

30

40

50

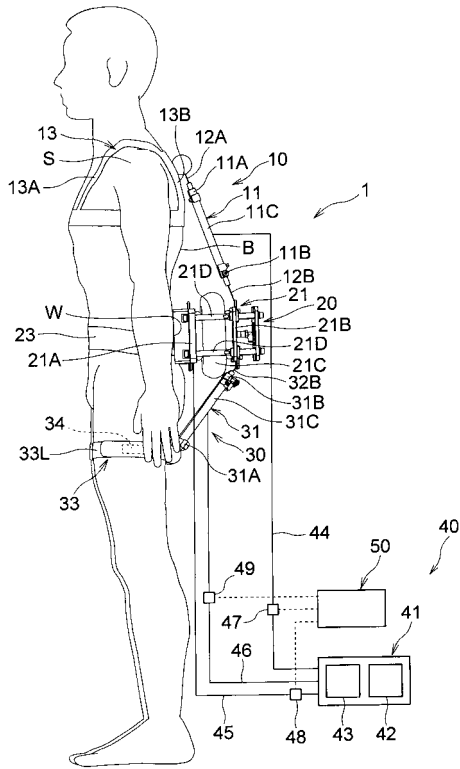
角度センサ、加速度センサ、歪みゲージ等を説明した。しかしながら、これらの他にも、手袋に設ける圧力センサや、足の圧力を検出する圧力センサ等も、人の姿勢を検出するセンサとして用いられ得る。圧力センサを用いた場合には、検出された圧力値から、補助ユニット10～30の補助のための力が十分であるか否かが検出され得るため、圧力値に基づき、各補助ユニット10～30に供給する空気量等を追加で供給したりすることにより、効果的な補助が実行され得る。また、筋電センサや加速度センサ等によっても、補助ユニット10～30の補助のための力が十分であるか否かが検出され得る。

【符号の説明】

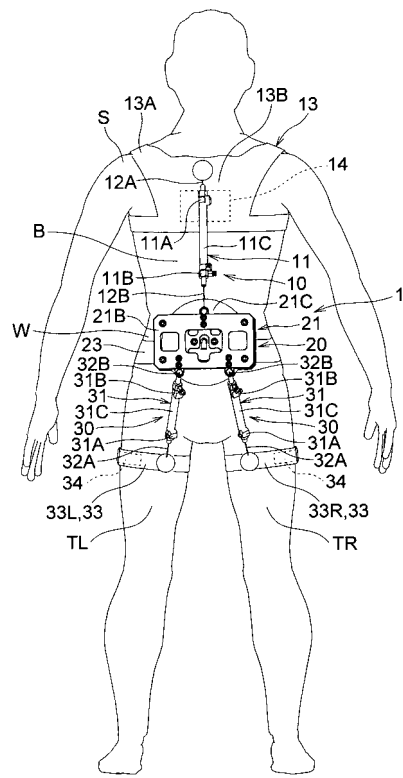
【0102】

- | | | |
|-----|-----------|----|
| 1 | 筋力補助装置 | 10 |
| 10 | 第1補助ユニット | |
| 11 | 第1アクチュエータ | |
| 11A | 第1身体側配置部 | |
| 11B | 第1外側配置部 | |
| 14 | 胴体姿勢検出センサ | |
| 20 | 第2補助ユニット | |
| 21 | 第2アクチュエータ | |
| 21A | 第2身体側配置部 | |
| 21B | 第2外側配置部 | |
| 30 | 第3補助ユニット | 20 |
| 31 | 第3アクチュエータ | |
| 31A | 第3身体側配置部 | |
| 31B | 第3外側配置部 | |
| 34 | 脚部姿勢検出センサ | |
| 40 | 制御ユニット | |
| 50 | コントローラ | |

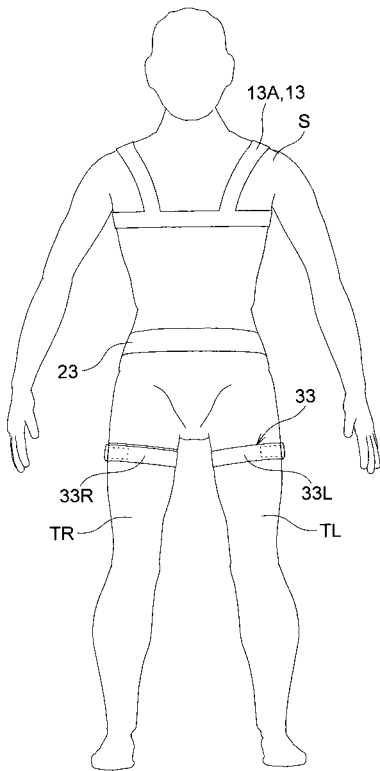
【 図 1 】



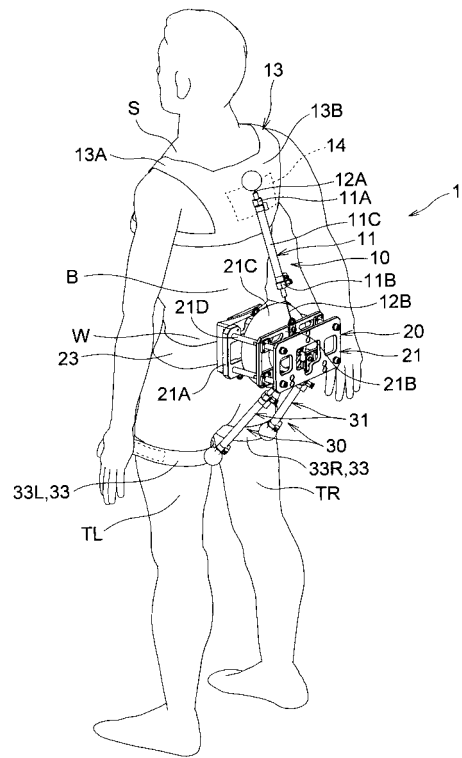
【 図 2 】



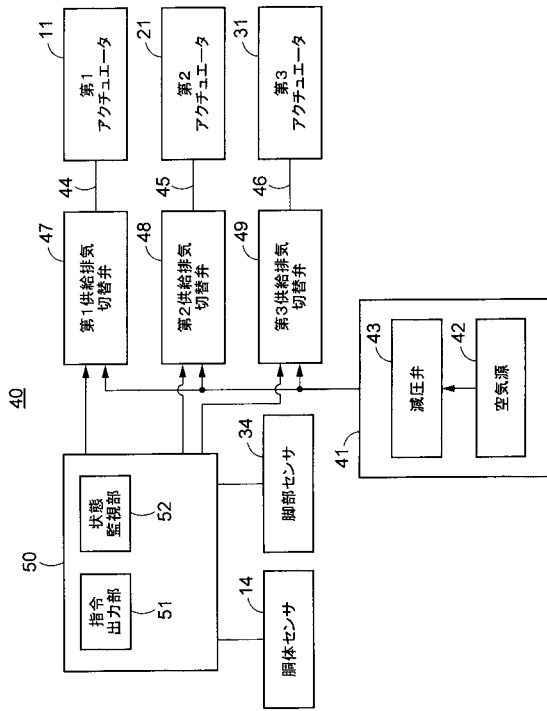
【 図 3 】



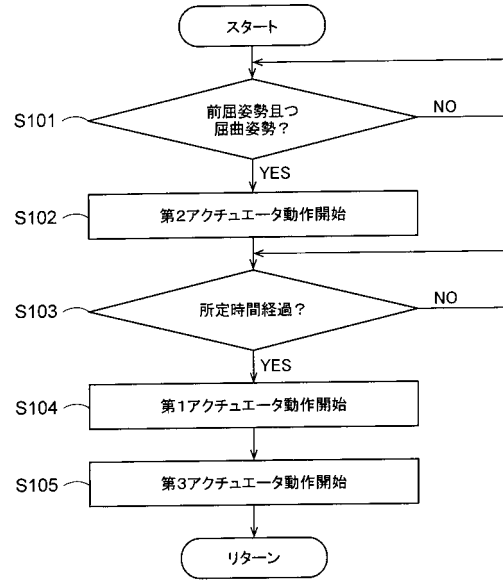
【 図 4 】



【 図 5 】



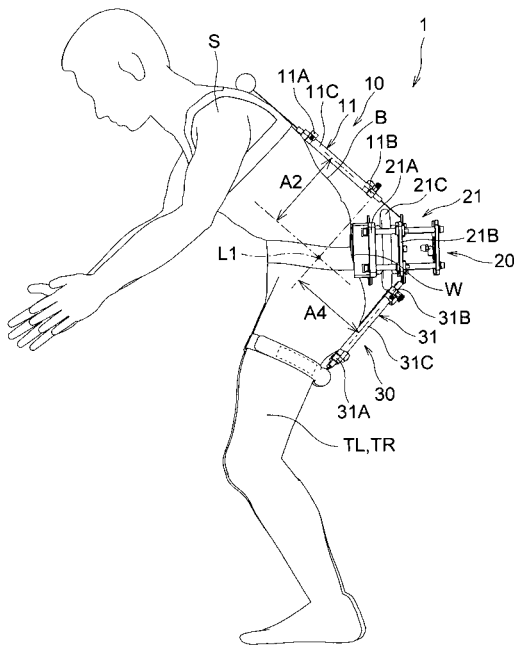
【 図 6 】



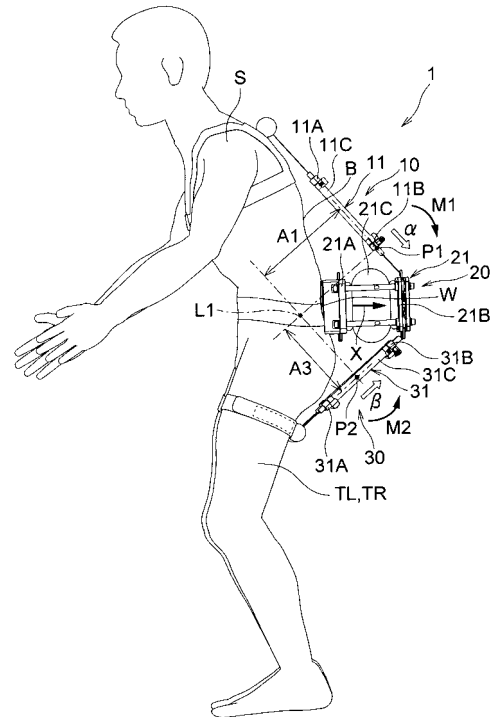
【 図 7 】



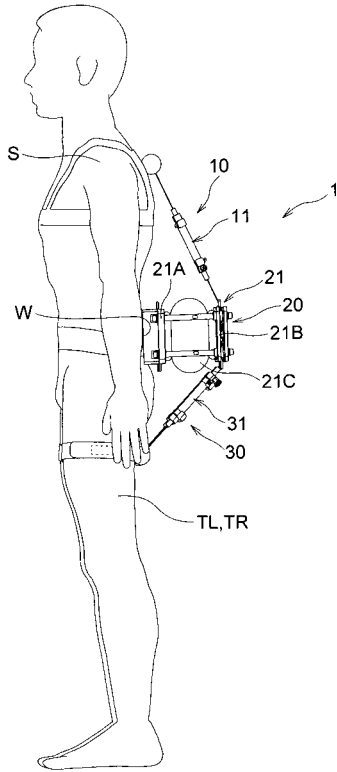
【 図 8 】



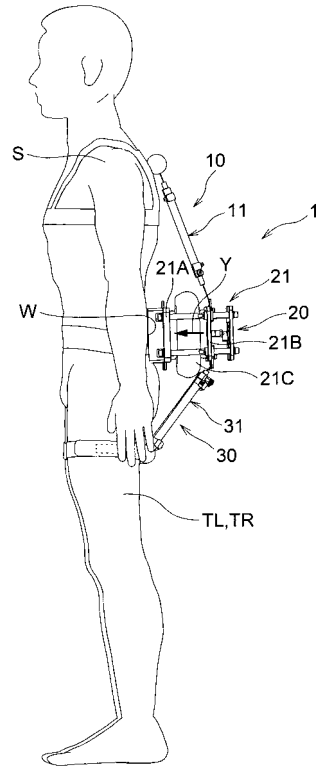
【 図 9 】



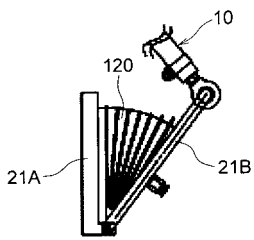
【図 10】



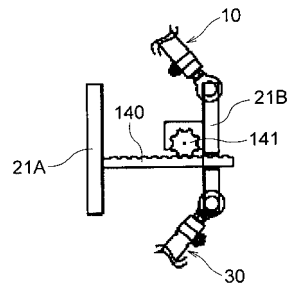
【図 11】



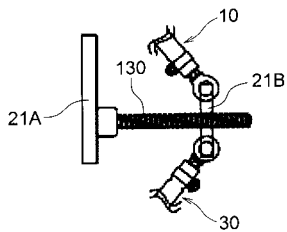
【図 12】



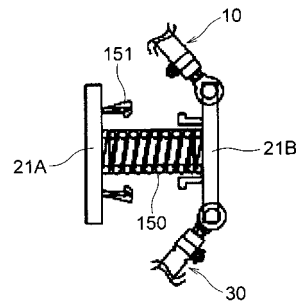
【図 14】



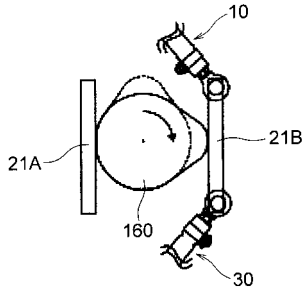
【図 13】



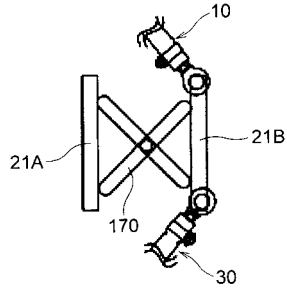
【図 15】



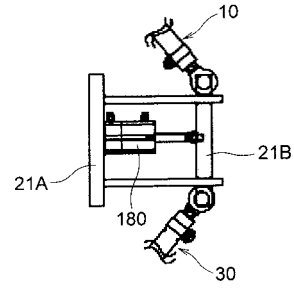
【 図 1 6 】



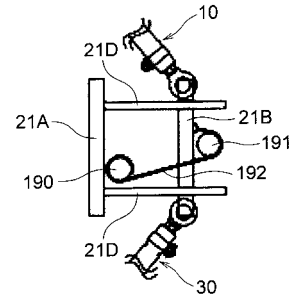
【 図 1 7 】



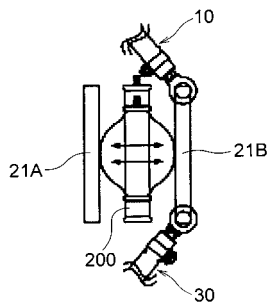
【 図 1 8 】



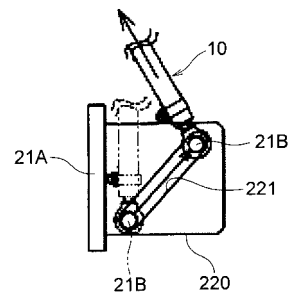
【 図 1 9 】



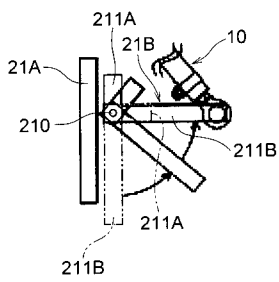
【 図 2 0 】



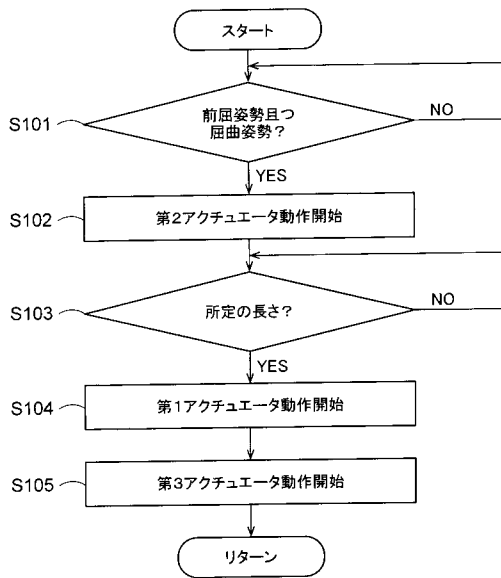
【 図 2 2 】



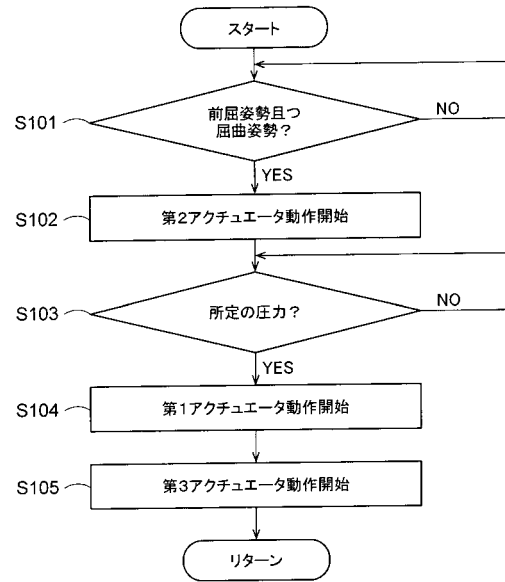
【 図 2 1 】



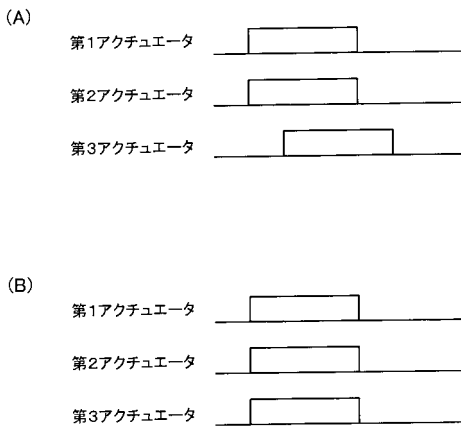
【 図 2 3 】



【 図 2 4 】



【 図 2 5 】



フロントページの続き

(72)発明者 今村 洋 弥
東京都千代田区平河町二丁目7番9号 ナブテスコ株式会社内

(72)発明者 横山 和也
東京都千代田区平河町二丁目7番9号 ナブテスコ株式会社内

(72)発明者 中村 太郎
東京都文京区春日1丁目13番27号 中央大学後楽園キャンパス内

(72)発明者 猪瀬 洸 樹
東京都文京区春日1丁目13番27号 中央大学後楽園キャンパス内

Fターム(参考) 3C707 AS38 HS21 HT04 KS04 KX11 XK06 XK16 XK24 XK42 XK72
XK86
4C097 AA03 AA10 AA20 BB02 BB06 BB08 CC08 CC15 CC18 CC19
TA10 TB03