

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016 年 9 月 9 日(09.09.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/140362 A1

- (51) 国際特許分類:
A61F 2/68 (2006.01) B25J 11/00 (2006.01)
A61H 1/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/056888
- (22) 国際出願日: 2016 年 3 月 4 日(04.03.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-043926 2015 年 3 月 5 日(05.03.2015) JP
- (71) 出願人: ナブテスコ株式会社 (NABTESCO CORPORATION) [JP/JP]; 〒1020093 東京都千代田区平河町二丁目 7 番 9 号 Tokyo (JP). 学校法人 中央大学(CHUO UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒1920393 東京都八王子市東中野 7 4 2-1 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 菊谷 功(KIKUTANI Isao); 〒1020093 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 Tokyo (JP). 今村 洋弥(IMAMURA Hiroya); 〒1020093 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 Tokyo (JP). 横山和也(YOKOYAMA Kazuya); 〒1020093 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 Tokyo (JP). 中村 太郎(NAKAMURA Taro); 〒1128551 東京都文京区春日 1 丁目 1 3 番 2 7 号中央大学後楽園キャンパス内 Tokyo (JP). 猪瀬 洸樹(INOSE Hiroki); 〒1128551 東京都文京区春日 1 丁目 1 3 番 2 7 号中央大学後楽園キャンパス内 Tokyo (JP).

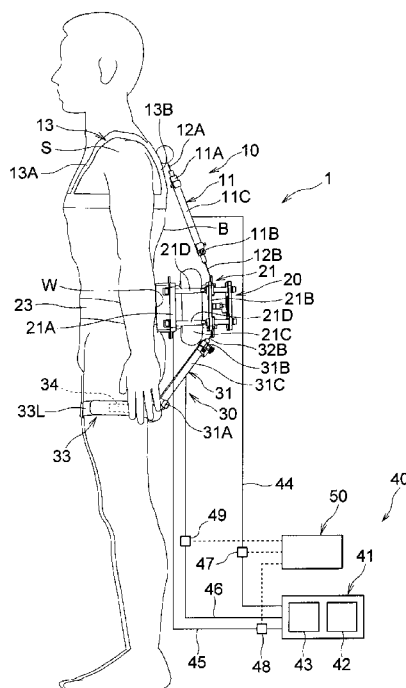
(74) 代理人: 永井 浩之, 外(NAGAI Hiroshi et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内 1 丁目 6 番 6 号日本生命丸の内ビル 協和特許法律事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: MUSCULAR STRENGTH ASSISTANCE DEVICE

(54) 発明の名称: 筋力補助装置



(57) Abstract: [Problem] To provide a muscular strength assistance device with which it is possible to effectively assist an operation wherein a person returns from a forward bending posture and leg bending posture. [Solution] This muscular strength assistance device 1 is provided with: a first assistance unit 10 that has a first actuator 11 that is capable of changing the distance between a first body-side disposition part 11A, which is attached to the upper body, and a first outer-side disposition part 11B, which is capable of approaching and separating from the first body-side disposition part 11A and is attached to the waist W; and a third assistance unit 30 that has a third actuator 31 that is capable of changing the distance between a third body-side disposition part 31A, which is attached to the lower body, and a third outer-side disposition part 31B, which is capable of approaching and separating from the third body-side disposition part 31A and is mounted to the waist W. When a person assumes a forward bending posture and leg bending posture, the actuator 11 of the first assistance unit 10 operates in advance of the operation of the actuator 31 of the third assistance unit 30.

(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、効果的に補助することができる筋力補助装置を提供する。【解決手段】筋力補助装置 1 は、上半身に取り付けられる第 1 身体側配置部 11A と、第 1 身体側配置部 11A に対して離接可能であり、腰部 W に取り付けられる第 1 外側配置部 11B との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、を有する第 1 補助ユニット 10 と、下半身に取り付けられる第 3 身体側配置部 31A と、第 3 身体側配置部 31A に対して離接可能であり、腰部 W に取り付けられる第 3 外側配置部 31B との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、を有する第 3 補助ユニット 30 と、を備える。人が前屈姿勢および脚部の屈曲

姿勢をとったときに、第 3 補助ユニット 30 のアクチュエータ 31 の動作よりも先に、第 1 補助ユニット 10 のアクチュエータ 11 が動作する。

WO 2016/140362 A1



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：筋力補助装置

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、J P 2 0 0 8 - 6 7 7 6 2 A 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。

[0003] この J P 2 0 0 8 - 6 7 7 6 2 A 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。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、上述の J P 2 0 0 8 - 6 7 7 6 2 A 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。

[0005] しかしながら、JP2008-67762A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。

[0006] 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る筋力補助装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明は、上半身に取り付けられる上半身側配置部と、前記上半身側配置部に対して離接可能であり、腰部に取り付けられる下側配置部とを含み、前記上半身側配置部および前記下側配置部間の距離を変化させることが可能なアクチュエータ、を有し、身体の背部側において、前記上半身側配置部を上半身に取り付けられ、且つ前記下側配置部を腰部に取り付けられる上半身側補助手段と、下半身に取り付けられる下半身側配置部と、前記下半身側配置部に対して離接可能であり、腰部に取り付けられる上側配置部とを含み、前記下半身側配置部および前記上側配置部間の距離を変化させることが可能なアクチュエータを有し、身体の背部側において、前記下半身側配置部を下半身に取り付けられ、且つ前記上側配置部を腰部に取り付けられる下半身側補助手段と、人が前屈姿勢および脚部の屈曲姿勢をとったときに、前記上半身側補助手段の前記アクチュエータを、前記上半身側配置部および前記下側配置部間の距離が短くなるように動作させ、且つ、前記下半身側補助手段の前記アクチュエータを、前記下半身側配置部および前記上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制御装置と、を備え、前記制御装置は、前記下半身側補助手段の前記アクチュエータの動作よりも先に、前記上半身側補助手段の前記アクチュエータを動作させる、筋力補助装置、である。

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、アクチュエータの上半身側配置部が、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、アクチュエータの上半身側配置部が、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。

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。

[0008] また、本発明の筋力補助装置においては、前記下半身側補助手段の前記アクチュエータの前記下半身側配置部は、下半身のうちの大腿部に取り付けられ、前記制御装置は、前記下半身側補助手段の前記アクチュエータを、前記下半身側配置部および前記上側配置部間の距離が短くなるように動作させてもよい。

[0009] また、本発明の筋力補助装置においては、前記上半身側補助手段の前記アクチュエータの前記上半身側配置部は、上半身のうちの肩部に取り付けられてもよい。

発明の効果

[0010] 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る。とりわけ、下半身側補助手段のアクチュエータの動作よりも先に、上半身側補助手段の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。

図面の簡単な説明

[0011] [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。

[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。

[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。

[図21]図1の筋力補助装置の変形例を説明する図である。

[図22]図1の筋力補助装置の変形例を説明する図である。

[図23]図1の筋力補助装置の変形例を説明する図である。

[図24]図1の筋力補助装置の変形例を説明する図である。

[図25A]図1の筋力補助装置の変形例を説明する図である。

[図25B]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

[0012] 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。

[0013] 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。

[0014] (第1補助ユニット)

第1補助ユニット10は、上半身のうちの肩部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に対して離接可能であり、後述の第2補助ユニット20を介して腰部Wに取り付けられる第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。なお、この第1補助ユニット10は、本発明でいう上半身側補助手段に対応するものである。また、上述の第1身体側配置部11Aは、本発明でいう上半身側配置部に対応し、第1外側配置部11Bは、本発明でいう下側配置部に対応する。

[0015] 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 1 1 C を弾性変形させることにより、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ることが可能となっている。上述の筒状部 1 1 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、制御ユニット 4 0 における空気供給部 4 1（図 1 参照）から供給される。

[0016] 図示のように、第 1 身体側配置部 1 1 A は、ワイヤ 1 2 A 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 1 3 に接続されている。これにより、第 1 補助ユニット 1 0 では、第 1 アクチュエータ 1 1 の第 1 身体側配置部 1 1 A が、人の肩部 S に間接的に取り付けられている。ワイヤ 1 2 A 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 1 3 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 1 3 A と、肩掛け部 1 3 A に人の背部 B 側で連結される連結部 1 3 B と、を有している。このうち、連結部 1 3 B に、ワイヤ 1 2 A が接続されている。本実施の形態においては、ワイヤ 1 2 A の端部が、連結部 1 3 B 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 1 3 B に設けられたリング状の部材に、ワイヤ 1 2 A 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 T L、T R、下腿部、足部等）を意味する。

[0017] 本実施の形態においては、上述の連結部 1 3 B に、胴体姿勢検出センサ 1 4（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 1 4 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 4 0 に出力する。胴体姿勢検出センサ 1 4 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

。

[0018] 一方、第1外側配置部11Bは、ワイヤ12Bを介して、腰部Wに取り付けられた第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、且つ腰部W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。

[0019] 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。

[0020] 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。

[0021] 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。

[0022] 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。

[0023] (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アクチュエータ21は、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 2 1 C と、を有している。

[0024] 第 2 アクチュエータ 2 1 は、内部に流体の流入空間が形成されたベローズ部 2 1 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ベローズ部 2 1 C を伸縮させることにより、第 2 身体側配置部 2 1 A および第 2 外側配置部 2 1 B 間の距離を変化させることが可能となっている。上述のベローズ部 2 1 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 1 1 C の場合と同様に、制御ユニット 4 0 における空気供給部 4 1（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 2 1 A および第 2 外側配置部 2 1 B が板状に形成されており、第 2 身体側配置部 2 1 A の外周部分に、ベローズ部 2 1 C の伸縮方向に沿って延びる棒状の複数のガイド部材 2 1 D が設けられている。これらガイド部材 2 1 D に、第 2 外側配置部 2 1 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 2 1 A と第 2 外側配置部 2 1 B との相対移動が安定する。

[0025] 図示のように、第 2 身体側配置部 2 1 A は、人の腰部 W に装着された腰部装着具 2 3 に接続されている。これにより、第 2 補助ユニット 2 0 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 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 2 3 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 2 1 B は、第 1 補助ユニット 1 0 のワイヤ 1 2 B に接続されている。これにより、第 2 補助ユニット 2 0 では、第 2 アクチュエータ 2 1 の第 2 外側配置部 2 1 B 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 外側配置部 1 1 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 1 0 のワイヤ 1 2 B の端部が、第 2 補助ユニット 2 0 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 1 2 B の端部が、第 2 補助ユニット 2 0 の第 2 外側配置部 2 1 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 2 1 B に設けられたリング状

の部材に、ワイヤ 12B 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。

[0026] 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 21A および第 2 外側配置部 21B 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 11A および第 1 外側配置部 11B 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。

[0027] また、上述のように、第 1 補助ユニット 10 のワイヤ 12B の端部が、第 2 補助ユニット 20 の第 2 外側配置部 21B 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 11B が、ワイヤ 12B 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 11B を間接的に腰部 W に取り付けるための取付部材として機能する。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。

[0028] 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

上述のベローズ部 2 1 C に制御ユニット 4 0 における空気供給部 4 1 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 2 1 A と第 2 外側配置部 2 1 B 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ベローズ部 2 1 C の内部に空気が流入された際に、ベローズ部 2 1 C が伸長する。これにより、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、上述のベローズ部 2 1 C の内部に流入された空気が排出された際には、ベローズ部 2 1 C 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 2 1 A と第 2 外側配置部 2 1 B との間の距離が基準長さに復帰するようになっている。

[0029] また、本実施の形態において、第 2 アクチュエータ 2 1 は、上述のベローズ部 2 1 C の内部に空気が流入されてベローズ部 2 1 C が伸長された際に、例えば、ベローズ部 2 1 C 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 2 0 は、第 2 アクチュエータ 2 1 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 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。

[0030] (第 3 補助ユニット)

第 3 補助ユニット 3 0 は、下半身のうちの大腿部 T L, T R に取り付けられる第 3 身体側配置部 3 1 A と、この第 3 身体側配置部 3 1 A に対して離接可能であり、上述の第 2 補助ユニット 2 0 を介して腰部 W に取り付けられる第 3 外側配置部 3 1 B とを含み、これら第 3 身体側配置部 3 1 A および第 3 外側配置部 3 1 B 間の距離を変化させることが可能な第 3 アクチュエータ 3 1、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 3 0 を有しており、左右の第 3 補助ユニット 3 0 の各々が、第 3 アクチュエータ 3 1 を有している。第 3 アクチュエータ 3 1 の各々は、第 3 身体側配置部 3 1 A と、第 3 外側配置部 3 1 B と、これら第 3 身体側配置部 3 1 A と第 3 外側配置部 3 1 B とを連結する弾性体からなる筒状部 3 1 C と、を有している。なお、この第 3 補助ユニット 3 0 は、本

発明でいう下半身側補助手段に対応するものである。また、上述の第3身体側配置部31Aは、本発明でいう下半身側配置部に対応し、第3外側配置部31Bは、本発明でいう上側配置部に対応する。

[0031] 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。

[0032] 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。

[0033] 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32

A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。

[0034] 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。

[0035] 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、且つ腰部W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。

[0036] 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。

[0037] 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アクチュエータ31の第3外側配置部31Bを間接的に腰部Wに取り付けるための取付部材として機能する。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3アクチュエータ31の第3外側配置部31Bとをワイヤ32Bを介して接続して、第3アクチュエータ31の第3外側配置部31Bを腰部Wに間接的に取り付けられている。

[0038] このような第3補助ユニット30の各々では、第3アクチュエータ31における上述の筒状部31C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3身体側配置部31Aと第3外側配置部31B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 31C の内部に空気が流入された際に、筒状部 31C 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 31C の軸方向の長さが収縮する。これにより、第 3 身体側配置部 31A と第 3 外側配置部 31B との間の距離が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 3 補助ユニット 30 の全体の長さとは、左右大腿部装着具 33L, 33R と、左右のワイヤ 32B 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。

[0039] 一方、上述の筒状部 31C の内部に流入された空気が排出された際には、筒状部 31C の径方向に向けた膨張が解除されることにより筒状部 31C 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 3 身体側配置部 31A と第 3 外側配置部 31B との間の距離が基準長さに復帰することで、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復帰するようになっている。

[0040] また、本実施の形態においても、第 3 アクチュエータ 31 の各々は、上述の筒状部 31C の内部に空気が流入されて筒状部 31C の軸方向の長さが収縮された際に、例えば、筒状部 31C 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 3 補助ユニット 30 では、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、第 3 補助ユニット 30 は、その全体の長さを、第 3 アクチュエータ 31 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。

[0041] また、図示省略するが、ワイヤ 32A と大腿部装着具 33 との間には、ワイヤ 32A の長さ調整機構が設けられる。これにより、ワイヤ 32A の第 3 アクチュエータ 31 の第 3 身体側配置部 31A と大腿部装着具 33 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 3 2 A 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 3 2 A の長さが調整された場合には、ワイヤ 3 2 A 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 3 2 A は、第 3 アクチュエータ 3 1 の第 3 身体側配置部 3 1 A 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 3 2 B において設けられていてもよい。

[0042] (制御ユニット)

次に、図 1 には、制御ユニット 4 0 が示されている。なお、説明の便宜上、図 2 乃至図 4 においては、制御ユニット 4 0 の図示が省略されている。また、図 5 は、制御ユニット 4 0 と、各補助ユニット 1 0, 2 0, 3 0 との電氣的または機械的な接続態様を示すシステム構成の概略図である。図 1 および図 5 に示すように、本実施の形態の制御ユニット 4 0 は、上述した空気供給部 4 1 と、コントローラ 5 0 と、を有している。

[0043] 図 1 および図 5 に示すように、空気供給部 4 1 は、空気源 4 2 と、空気源 4 2 に接続された減圧弁 4 3 と、減圧弁 4 3 および第 1 アクチュエータ 1 1 の間を接続する第 1 配管 4 4 と、減圧弁 4 3 および第 2 アクチュエータ 2 1 の間を接続する第 2 配管 4 5 と、減圧弁 4 3 および 2 つの第 3 アクチュエータ 3 1 の間を接続する 2 つの第 3 配管 4 6 と、を有している。第 1 配管 4 4 には、第 1 供給排気切換弁 4 7 が設けられている。第 2 配管 4 5 には、第 2 供給排気切換弁 4 8 が設けられている。2 つの第 3 配管 4 6 の各々には、第 3 供給排気切換弁 4 9 が設けられている。2 つの第 3 配管 4 6 のうちの一方は、左の第 3 アクチュエータ 3 1 に接続され、他方は、右の第 3 アクチュエータ 3 1 に接続される。第 3 配管 4 6 および第 3 供給排気切換弁 4 9 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 4 6 および第 3 供給排気切換弁 4 9 の一方のみが示されている。

[0044] 空気供給部 4 1 では、圧縮空気を充填したタンク等からなる空気源 4 2 の圧縮空気を、減圧弁 4 3 が、所定の圧力に減圧して、第 1 配管 4 4、第 2 配管 4 5 および第 3 配管 4 6 に供給する。減圧弁 4 3 では、空気源 4 2 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 4 4 ~ 4 6 を介して空気が供給される各アクチュエータ 1 1, 2 1, 3 1 の動作速度を調整することが可能となっている。

[0045] 第 1 配管 4 4 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 4 7 は、コントローラ 5 0 に電氣的に接続されている。第 1 供給排気切換弁 4 7 は、コントローラ 5 0 の指令に応じて、減圧弁 4 3 からの空気を第 1 アクチュエータ 1 1 の筒状部 1 1 C の内部に流入させるか、筒状部 1 1 C 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。

[0046] 第 1 供給排気切換弁 4 7 としては、例えば、減圧弁 4 3 に第 1 配管 4 4 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 1 1 に第 1 配管 4 4 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 4 7 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 4 3 からの空気を第 1 アクチュエータ 1 1 の筒状部 1 1 C 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 1 1 C 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 1 1 C 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 1 1 の動作を停止させることができ、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 間の距離を所定の長さに維持することもできる。

[0047] 同様に、第 2 配管 4 5 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 4 8 は、コントローラ 5 0 に電氣的に接続されている。第 2 供給排気切換弁 4 8 は、コントローラ 5 0 の指令に応じて、減圧弁 4 3 からの空気を第 2 アクチュエータ 2 1 のペローズ部 2 1 C の内部に流入させるか、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か等、を切り換える。

[0048] 第 2 供給排気切換弁 4 8 としては、例えば、減圧弁 4 3 に第 2 配管 4 5 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 2 1 に第 2 配管 4 5 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のベローズ部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、ベローズ部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、ベローズ部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。

[0049] 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。

[0050] 第３供給排気切換弁４９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。

[0051] 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。

[0052] 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。

[0053] (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。

[0054] 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。

[0055] 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。

[0056] 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。

[0057] 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に指令を出力し、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、ベローズ部21Cに空気が流入される前の基準長さに対して長くなる。

[0058] 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、ベローズ部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。

[0059] 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。

[0060] 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に指令を出力し、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。

[0061] 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 α 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。

[0062] 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。

[0063] 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。

[0064] 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。

[0065] 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 β 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。

[0066] 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A4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。

[0067] 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。

[0068] 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 供給排気切換弁 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。

[0069] 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11および第3アクチュエータ31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21が動かされた後に、第3アクチュエータ31よりも先に、第1アクチュエータ11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21が伸びている途中で、第1アクチュエータ11が縮み始め、第1アクチュエータ11が縮んでいる途中で、第3アクチュエータ31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。

[0070] (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は、上半身（肩部S）に取り付けられる第1身体側配置部11A（上半身側配置部）と、これに対して離接可能であり、腰部Wに取り付けられる第1外側配置部11B（下側配置部）とを含み、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、を有し、身体の背部B側において、第1身体側配置部11Aを肩部Sに取り付けられ、且つ第1外側配置部11Bを腰部Wに取り付けられる上半身側補助手段に対応する第1補助ユニット10と、下半身（大腿部TL, TR）に取り付けられる第3身体側配置部31A（下半身側配置部）と、これに対して離接可能であり、腰部Wに取り付けられる第3外側配置部31B（上側配置部）とを含み、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を有し、身体の背部B側において、第3身体側配置部31Aを大腿部TL, TRに取り付けられ、且つ第3外側配置部31Bを腰部Wに取り付けられる下半身側補助手段に対応する第3補助ユニット30と、人が前屈姿勢および脚部の屈曲姿勢をとったときに、

第1補助ユニット10の第1アクチュエータ11を、その第1身体側配置部11Aおよび第1外側配置部11B間の距離が短くなるように動作させ、且つ、第3補助ユニット30の第3アクチュエータ31を、その第3身体側配置部31Aおよび第3外側配置部31B間の距離が短くなるように動作させる制御装置に対応するコントローラ50と、を備える。そして、このコントローラ50は、第3補助ユニット30の第3記アクチュエータ31の動作よりも先に、第1補助ユニット10の第1アクチュエータ11を動作させる。これにより、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。とりわけ、第3補助ユニット30の第3アクチュエータ31の動作よりも先に、第1補助ユニット10の第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。

[0071] 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。

[0072] 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。

[0073] 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。

[0074] 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。例えば、上述の実施の形態においては、第1アクチュエータ11の第1外側配置部11Bおよび第3アクチュエータ31の第3外側配置部31Bが、第2補助ユニット20の第2アクチュエータ21の第2外側配置部21Bによって間接的に人の腰部Wに取り付けられ、第2アクチュエータ21によって動かされる。しかしながら、第1アクチュエータ11の第1外側配置部11Bおよび第3アクチュエータ31の第3外側配置

部 3 1 B は、第 2 アクチュエータ 2 1 のような部材を有せずに腰部 W に取り付けられる取付部材によって腰部 W に間接的に取り付けられてもよい。また、以下、上述の一実施の形態の変形例について、図 1 2 乃至図 2 5 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。

[0075] (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 2 1 が、第 2 身体側配置部 2 1 A と、第 2 外側配置部 2 1 B と、これら第 2 身体側配置部 2 1 A と第 2 外側配置部 2 1 B とを連結する弾性体からなるベローズ部 2 1 C と、を有し、ベローズ部 2 1 C の内部に対する流体の流入および排出を切り換えてベローズ部 2 1 C を伸縮させることにより、第 2 身体側配置部 2 1 A および第 2 外側配置部 2 1 B 間の距離を変化させる構成を説明した。図 1 2 乃至図 2 2 には、第 2 アクチュエータ 2 1 の各種変形例が示されている。

[0076] 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 とを連結するベローズ部 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。ベローズ部 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、ベローズ部 1 2 0 の展開状態が示されている。ベローズ部 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 の適所に取り付けられればよい。

[0077] 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。

[0078] 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。

[0079] 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。

[0080] 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 160 が回転してカム山が第 2 外側配置部 21B を押すことにより、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。カム 160 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。

[0081] 図 17 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、伸縮可能なリンク部材 170 が設けられている。この構成では、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。

[0082] 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。

[0083] 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。

[0084] 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。

[0085] 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21

1 Bのうちの第2辺部2 1 1 Bの先端に、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2 1 1 Aが後方に向けて延び且つ第2辺部2 1 1 B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2 1 Bが回転軸2 1 0を中心に回転され、第2辺部2 1 1 Bが上方に回転移動することにより、第2外側配置部2 1 Bのうちの第2辺部2 1 1 Bの先端が第2身体側配置部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。

[0086] 図22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。

[0087] （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23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。

[0088] 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。

- [0089] また、図24のフローチャートに示すように、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とを連結するベローズ部21C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52によって監視してもよい。この場合、状態監視部52は、第2アクチュエータ21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。
- [0090] このようにベローズ部21C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11を動かすタイミングを決定する場合には、ベローズ部21Cの内部の圧力が過剰にならずにすむ。
- [0091] なお、ステップS103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S104において、第1アクチュエータ11が動かされてもよい。
- [0092] 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21が動かされ、次に、第1アクチュエータ11が動かされ、次に、第3アクチュエータ31が動かされる。このタイミングは、例えば、図25Aに示すように変更されてもよい。すなわち、図25Aの例では、第1アクチュエータ11および第2アクチュエータ21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31が動かされている。また、参考として、図25Bに示すように、第1アクチュエータ11、第2アクチュエータ21および第3アクチュエータ31が全て同じタイミングで動かされてもよい。
- [0093] 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14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34の例として、筋電センサ、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

- [0094] １ 筋力補助装置
- 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
 - 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

請求の範囲

[請求項1]

上半身に取り付けられる上半身側配置部と、前記上半身側配置部に対して離接可能であり、腰部に取り付けられる下側配置部とを含み、前記上半身側配置部および前記下側配置部間の距離を変化させることが可能なアクチュエータ、を有し、身体の背部側において、前記上半身側配置部を上半身に取り付けられ、且つ前記下側配置部を腰部に取り付けられる上半身側補助手段と、

下半身に取り付けられる下半身側配置部と、前記下半身側配置部に対して離接可能であり、腰部に取り付けられる上側配置部とを含み、前記下半身側配置部および前記上側配置部間の距離を変化させることが可能なアクチュエータを有し、身体の背部側において、前記下半身側配置部を下半身に取り付けられ、且つ前記上側配置部を腰部に取り付けられる下半身側補助手段と、

人が前屈姿勢および脚部の屈曲姿勢をとったときに、前記上半身側補助手段の前記アクチュエータを、前記上半身側配置部および前記下側配置部間の距離が短くなるように動作させ、且つ、前記下半身側補助手段の前記アクチュエータを、前記下半身側配置部および前記上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制御装置と、を備え、

前記制御装置は、前記下半身側補助手段の前記アクチュエータの動作よりも先に、前記上半身側補助手段の前記アクチュエータを動作させる、筋力補助装置。

[請求項2]

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

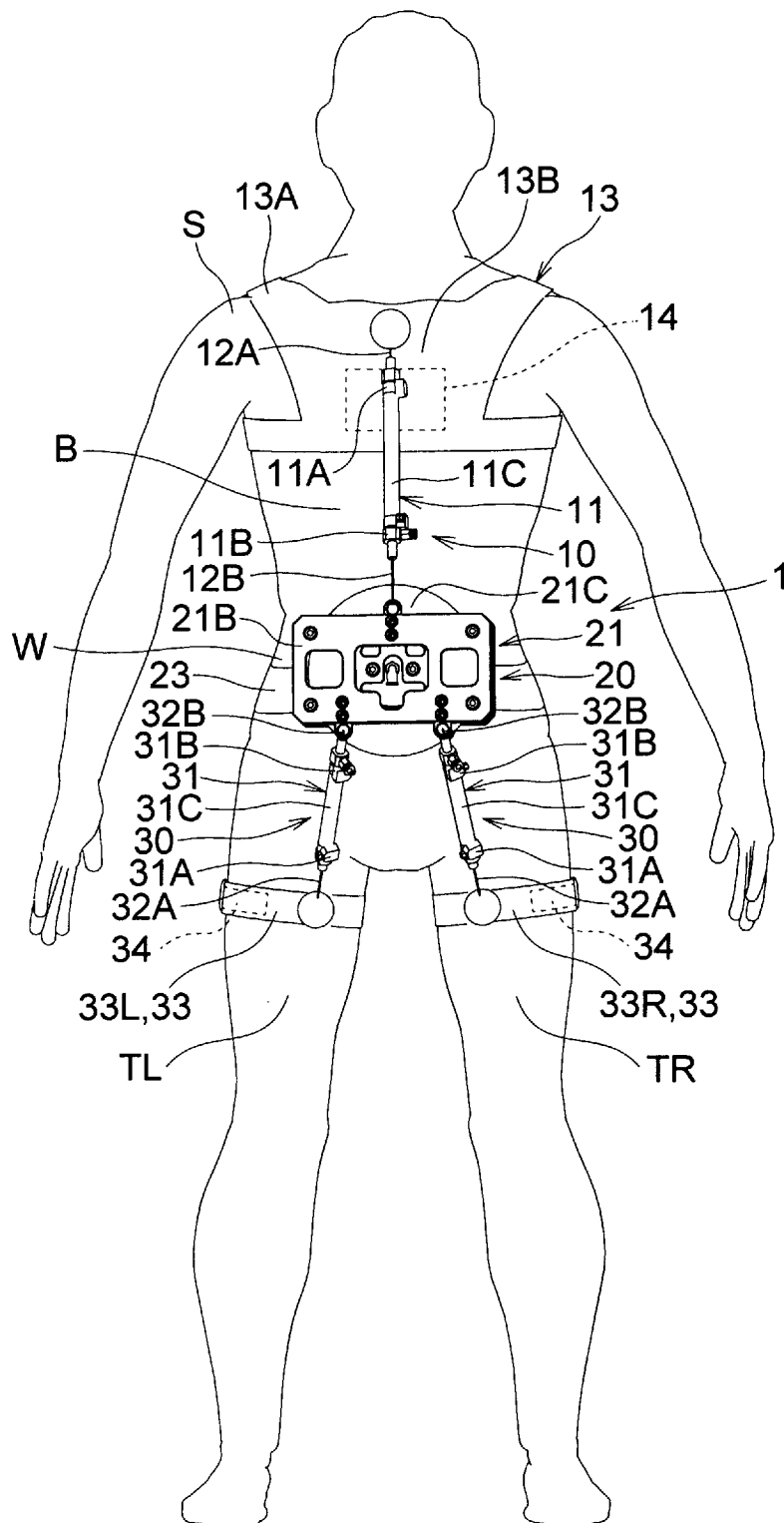
前記制御装置は、前記下半身側補助手段の前記アクチュエータを、前記下半身側配置部および前記上側配置部間の距離が短くなるように動作させる、請求項1に記載の筋力補助装置。

[請求項3]

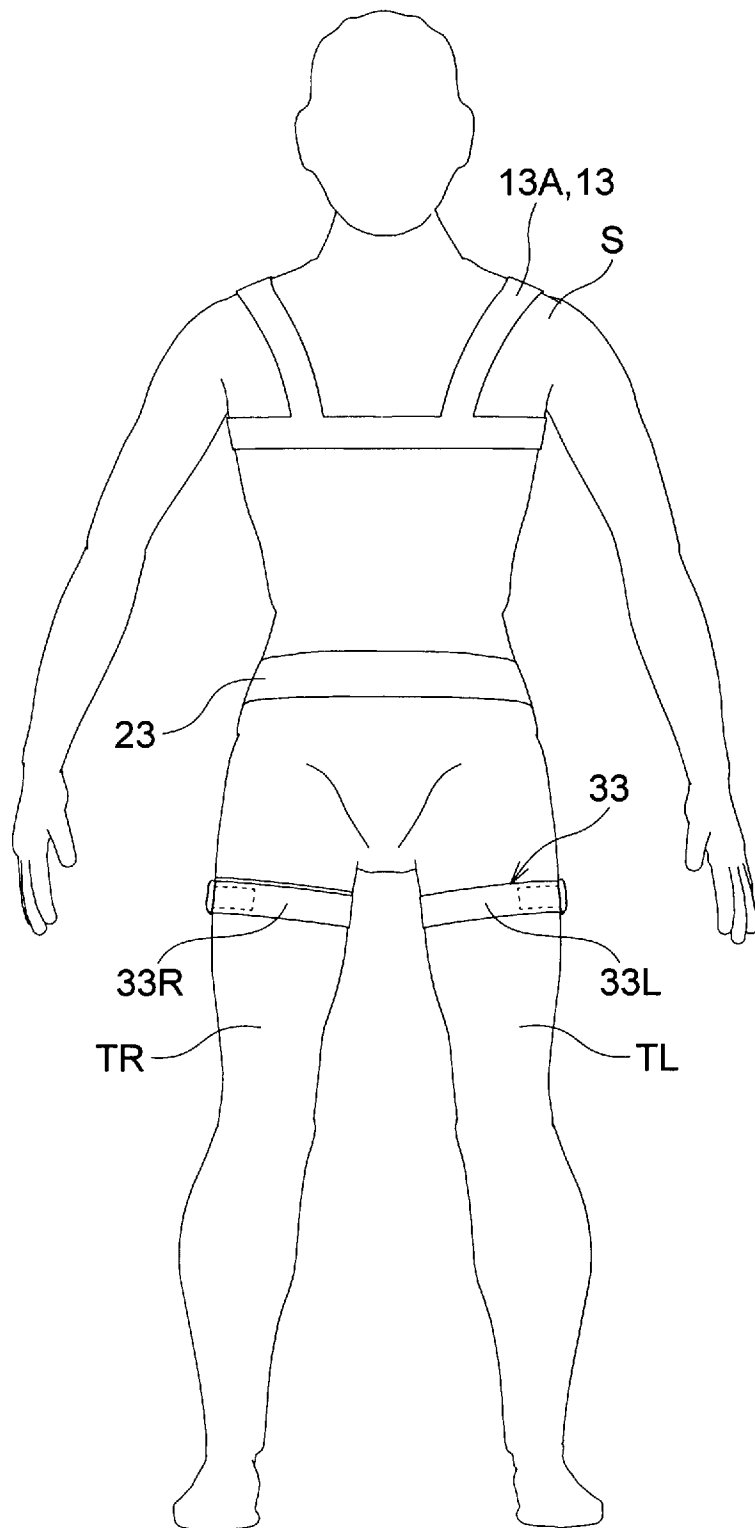
前記上半身側補助手段の前記アクチュエータの前記上半身側配置部

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。

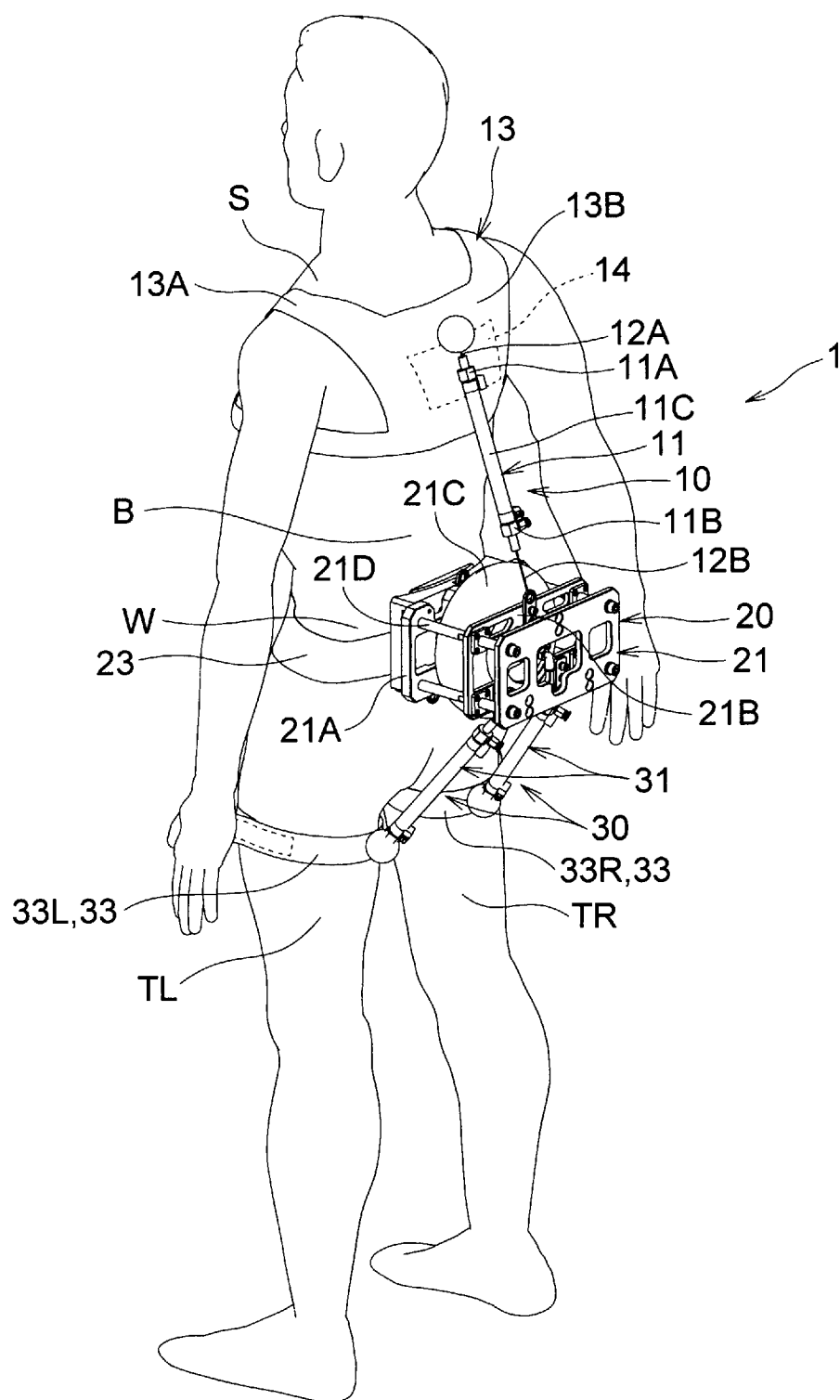
[図2]



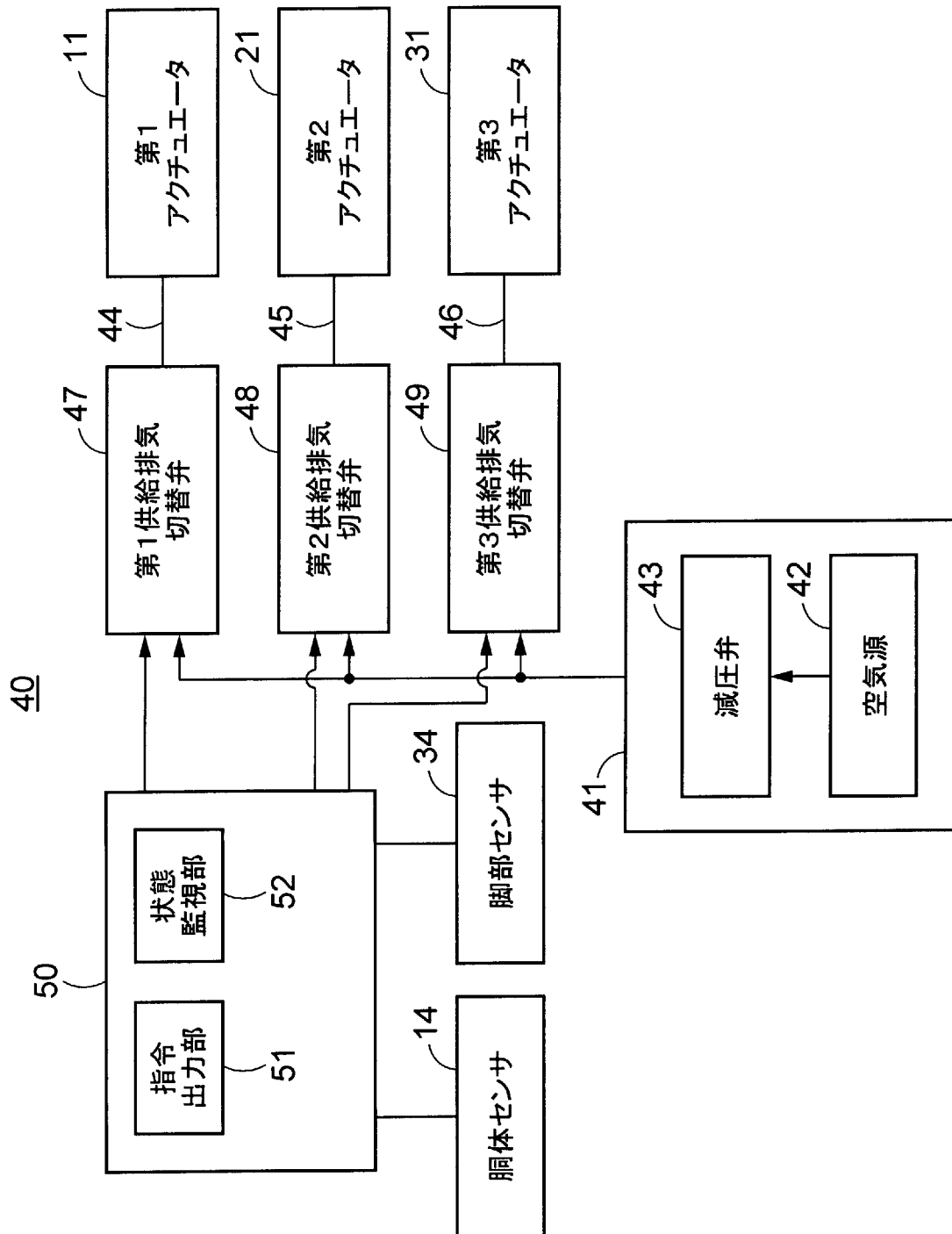
[図3]



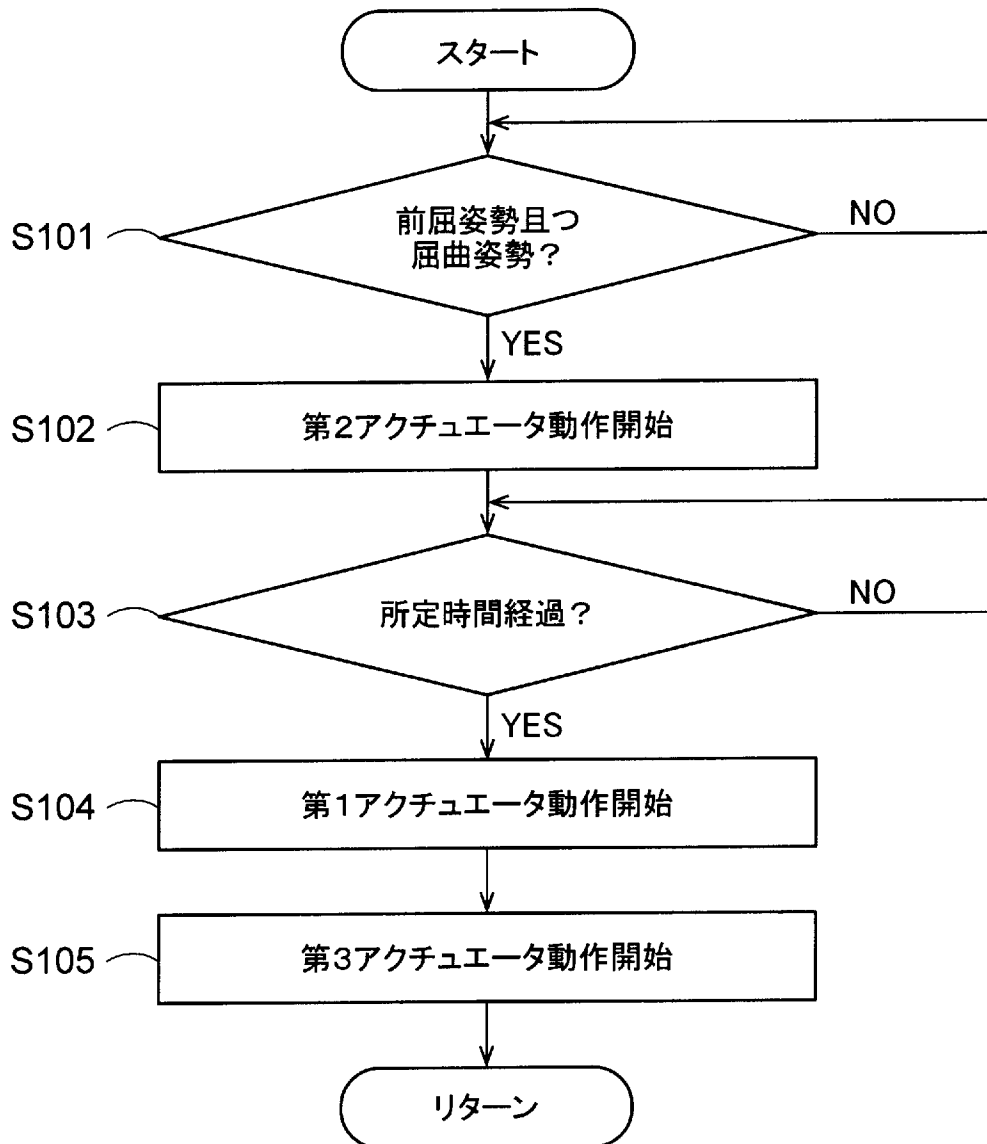
[図4]



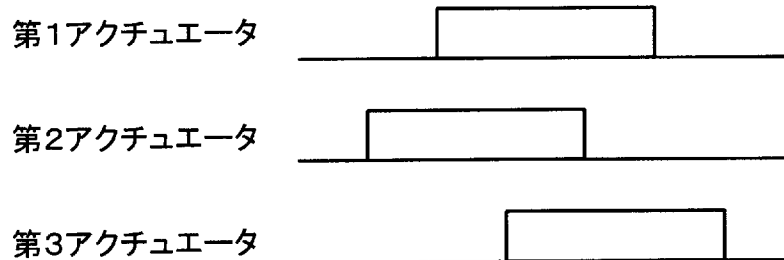
[図5]



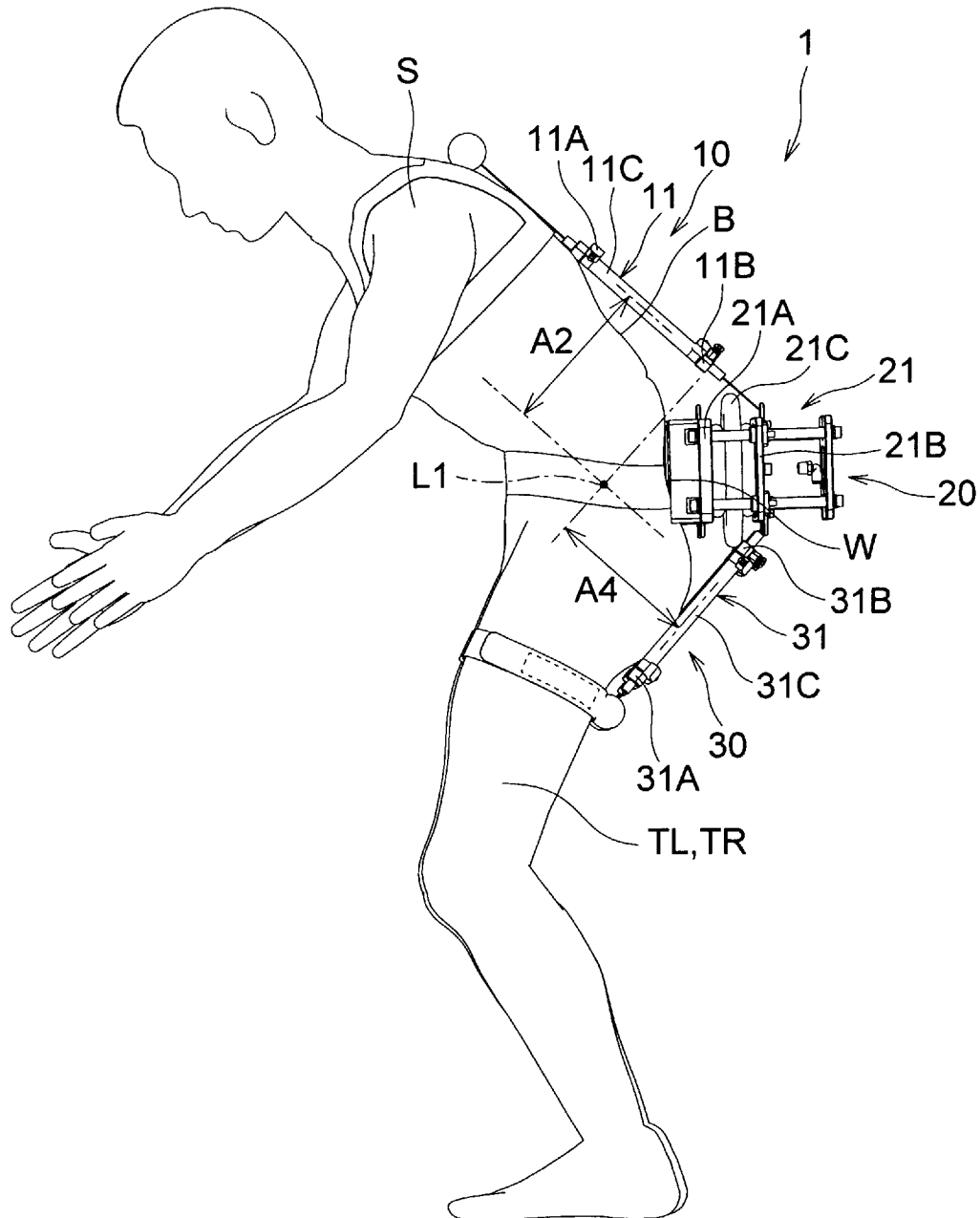
[図6]



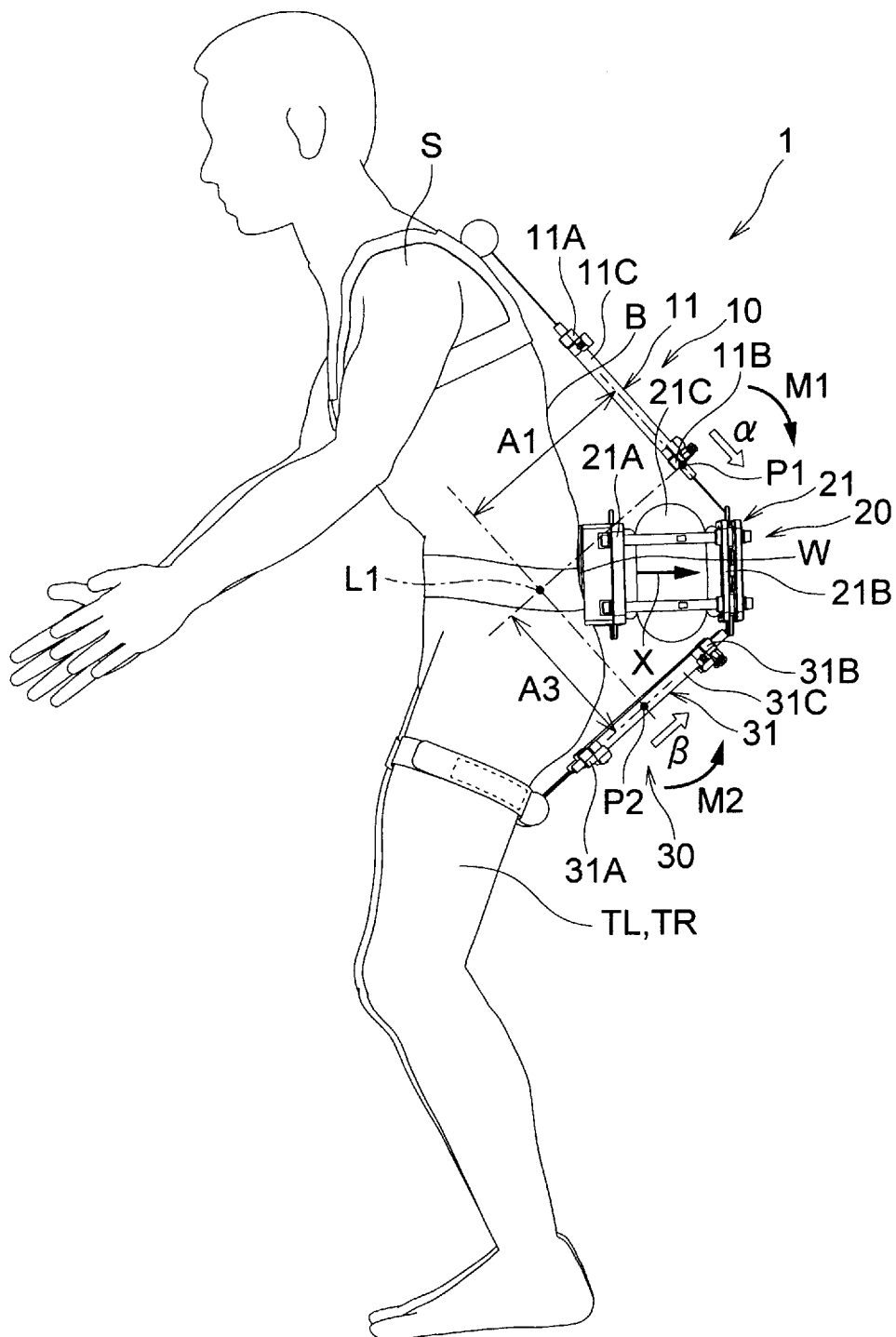
[図7]



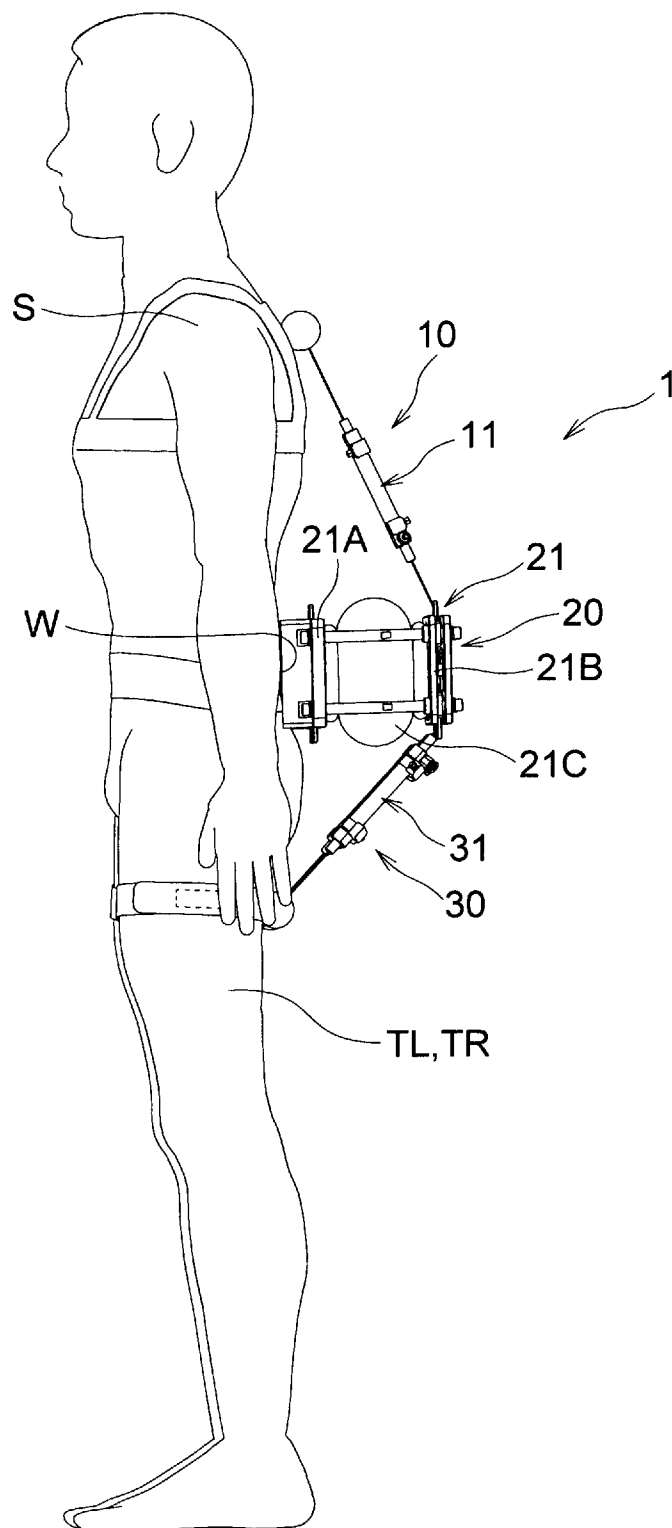
[図8]



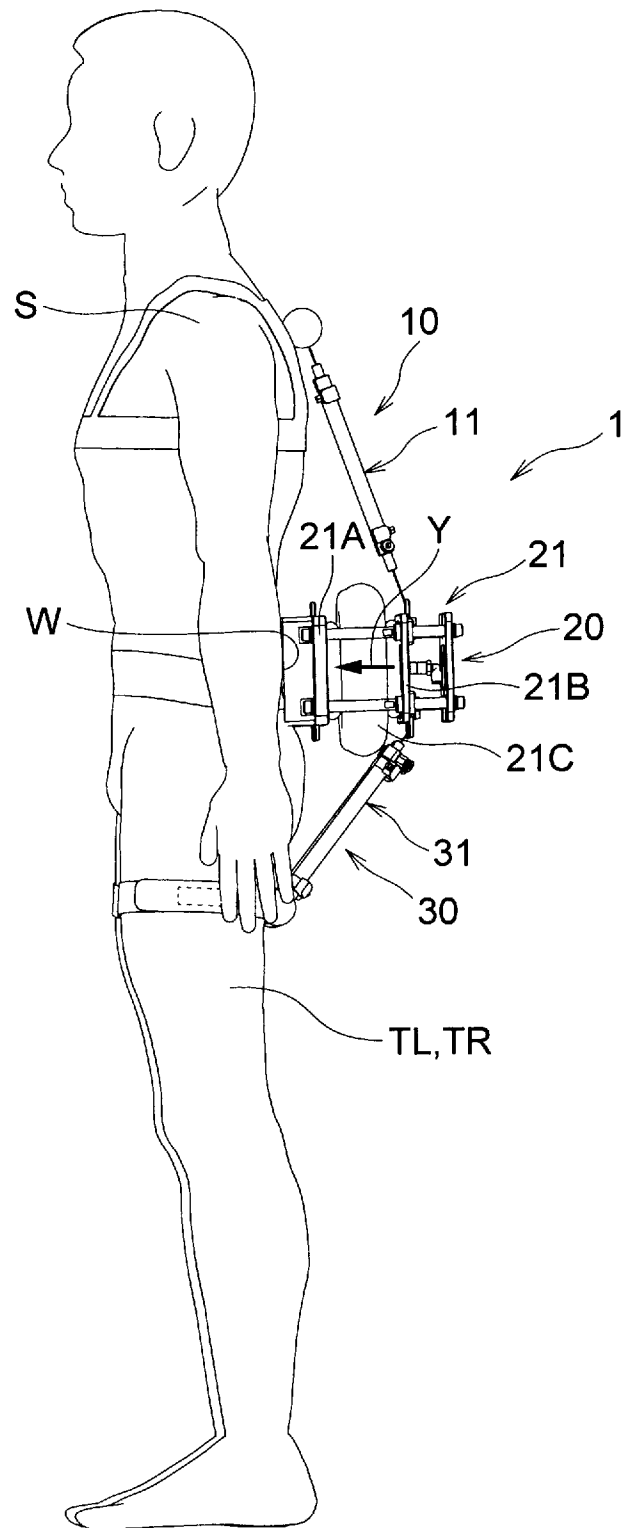
[図9]



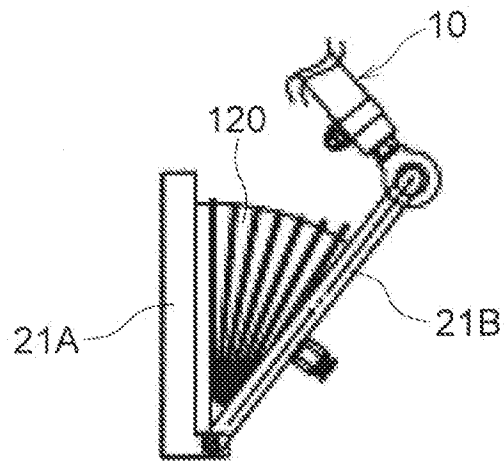
[図10]



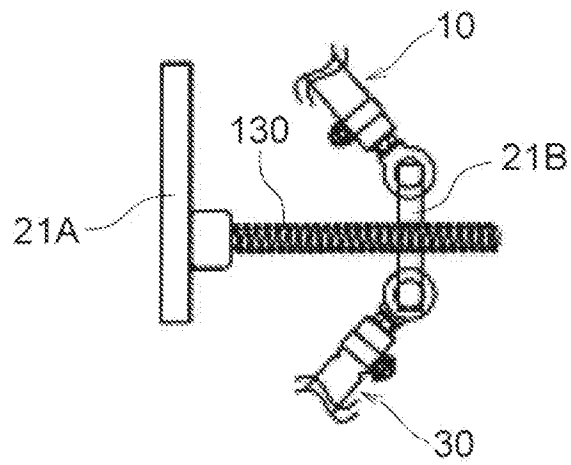
[図11]



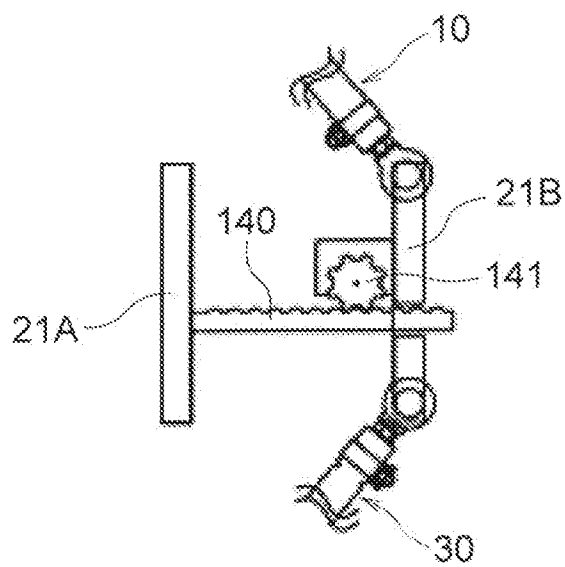
[図12]



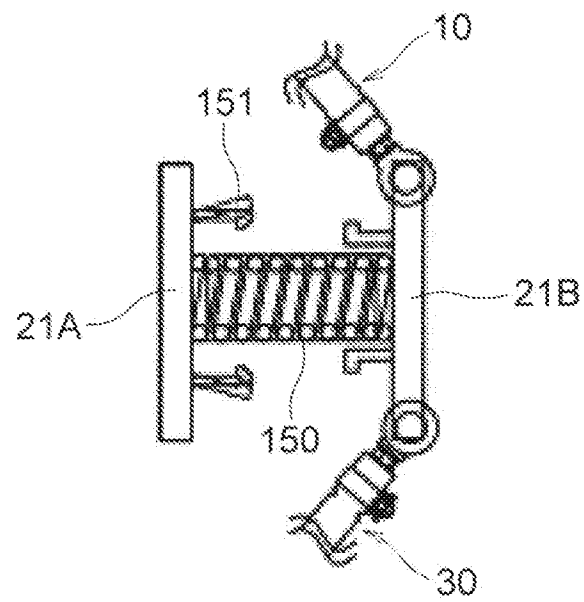
[図13]



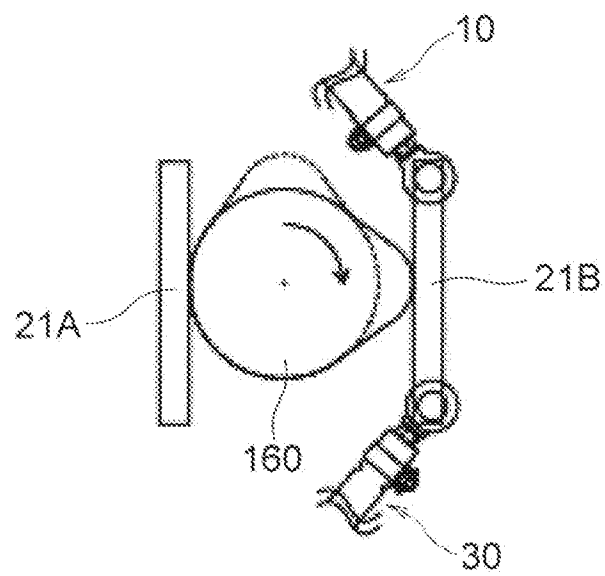
[図14]



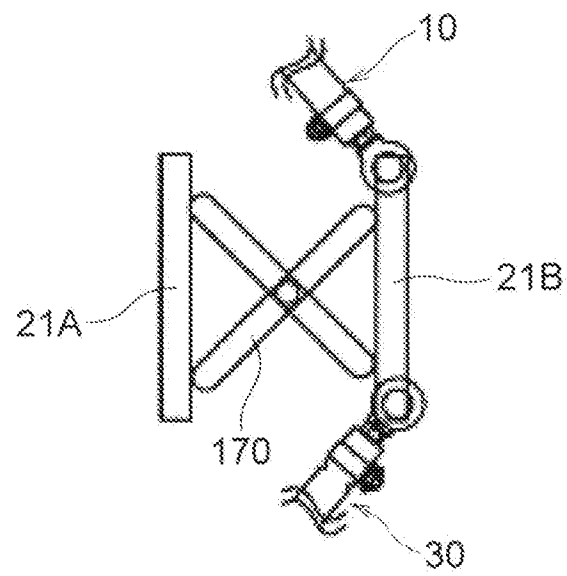
[図15]



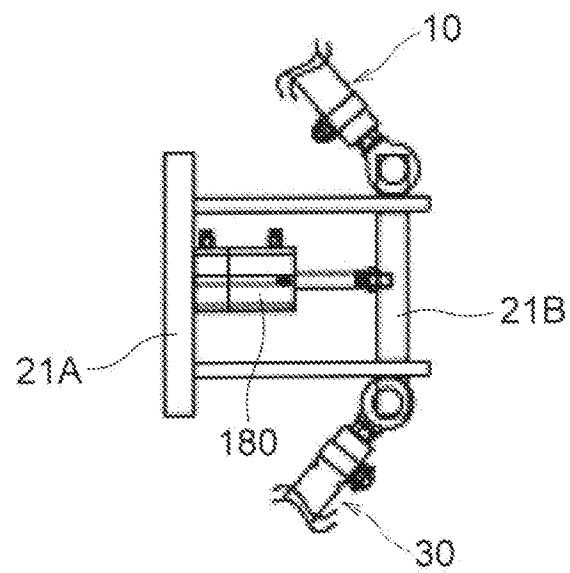
[図16]



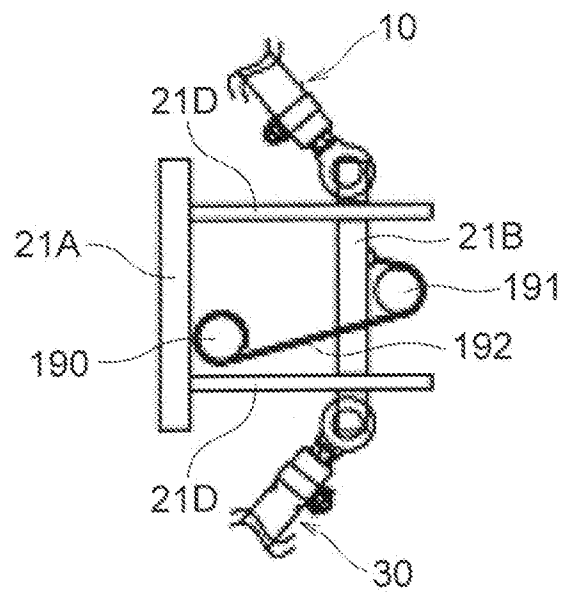
[図17]



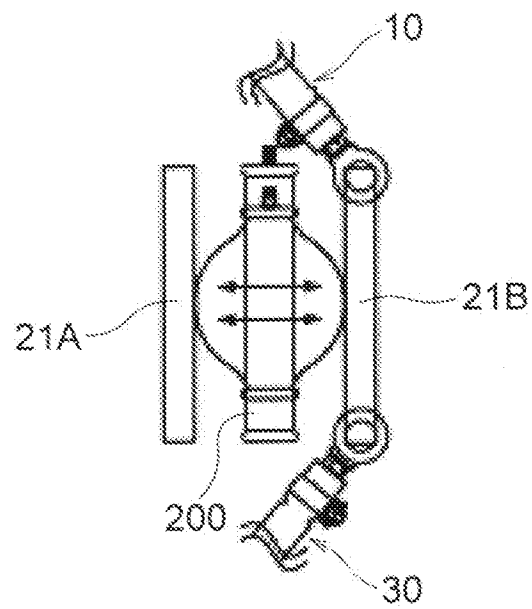
[図18]



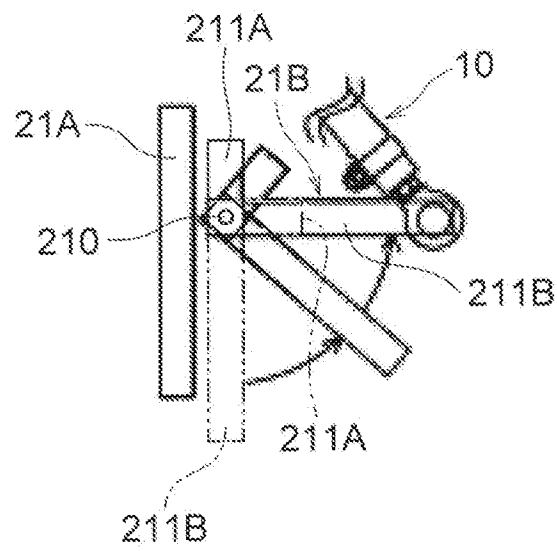
[図19]



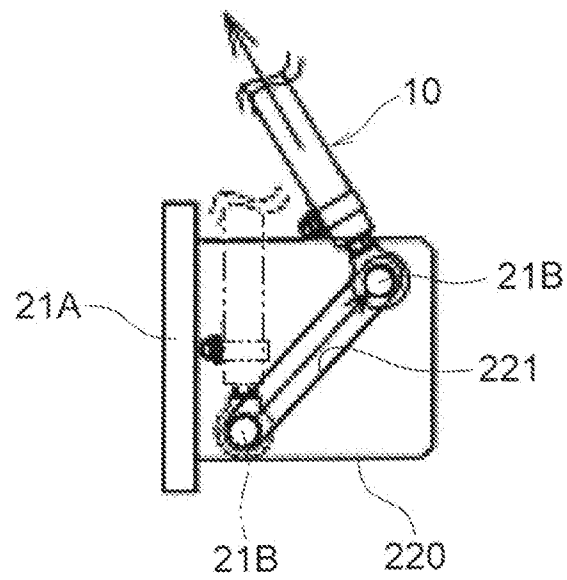
[図20]



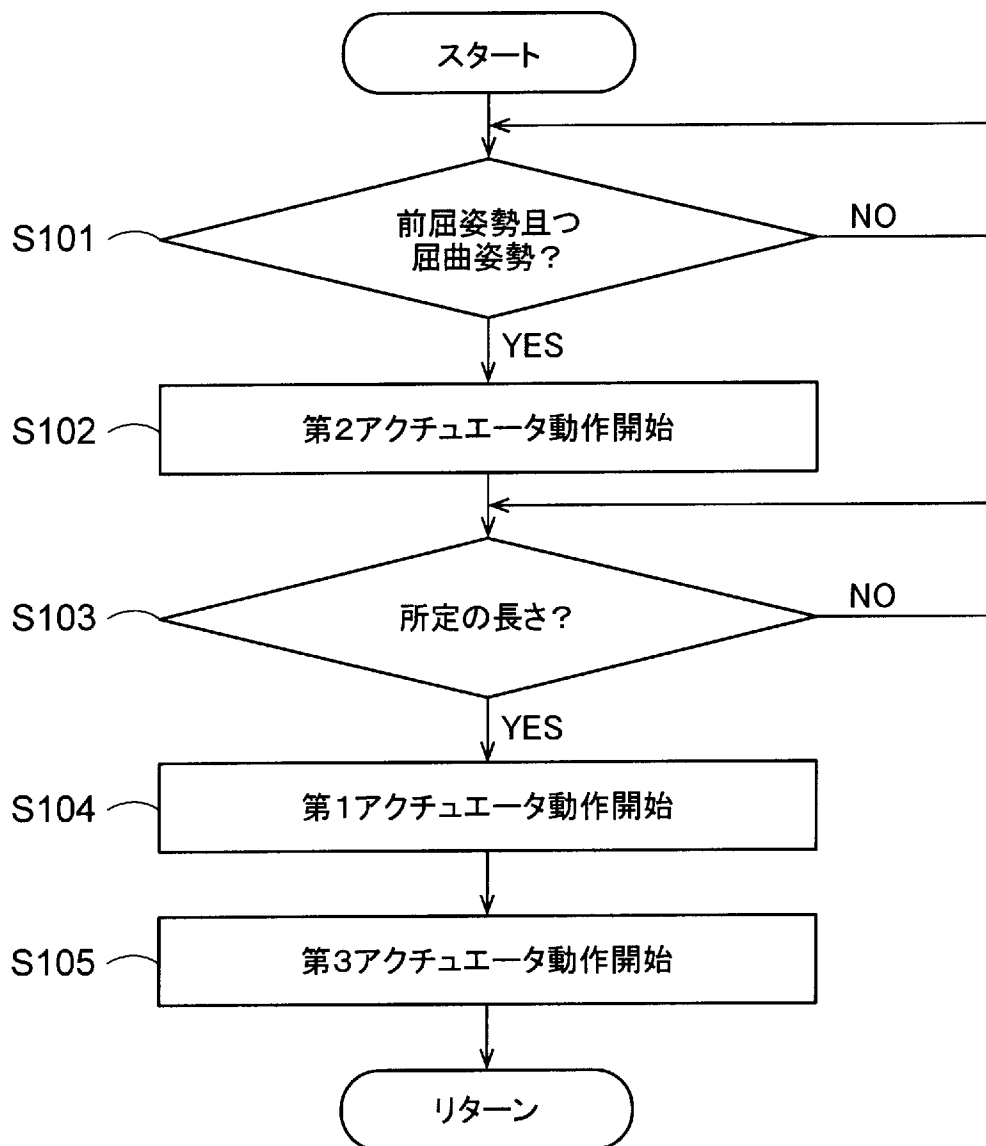
[図21]



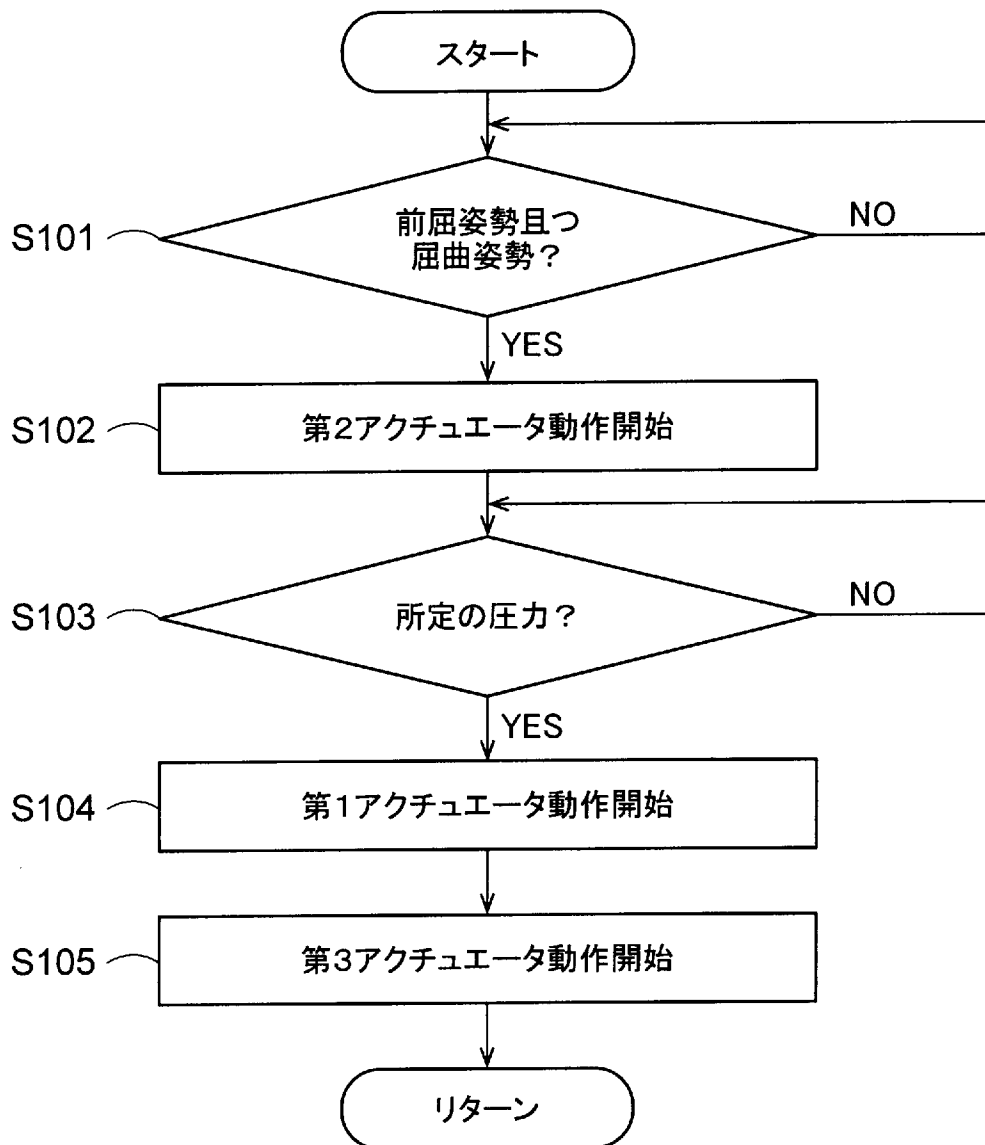
[図22]



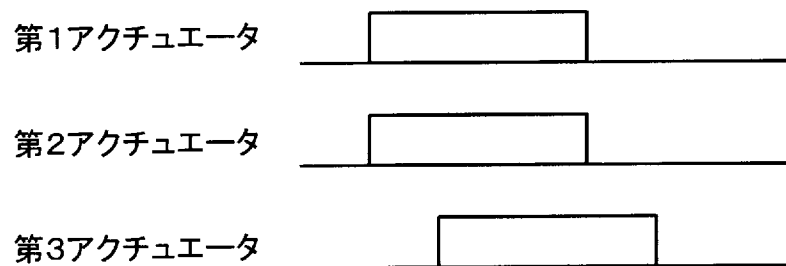
[図23]



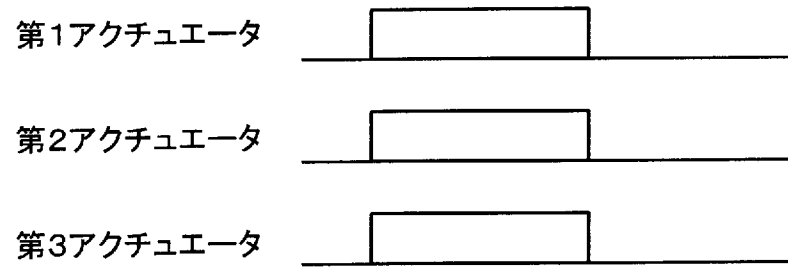
[図24]



[図25A]



[図25B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/056888

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61F2/68(2006.01)i, A61H1/02(2006.01)i, B25J11/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61F2/68, A61H1/02, B25J11/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2011/036906 A1 (Tokyo University of Science), 31 March 2011 (31.03.2011), paragraphs [0030] to [0063]; fig. 1 to 10D & US 2012/0184881 A1 paragraphs [0062] to [0095]; fig. 1 to 10D & EP 2484317 A1 & CN 102548514 A & KR 10-2012-0084300 A	1-3
Y	JP 2003-265548 A (Yugen Kaisha Denki Kosakugyo no Suzuki), 24 September 2003 (24.09.2003), paragraphs [0007] to [0019]; fig. 1 to 8 (Family: none)	1-3

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
27 April 2016 (27.04.16)

Date of mailing of the international search report
17 May 2016 (17.05.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/056888

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2014/034145 A1 (Nikon Corp.), 06 March 2014 (06.03.2014), entire text; all drawings & TW 201417790 A	1-3

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. A61F2/68(2006.01)i, A61H1/02(2006.01)i, B25J11/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. A61F2/68, A61H1/02, B25J11/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	WO 2011/036906 A1（学校法人東京理科大学）2011.03.31, 段落 [0030]-[0063], [図1]-[図10D] & US 2012/0184881 A1, 段落[0062]-[0095], [図1]-[図10D] & EP 2484317 A1 & CN 102548514 A & KR 10-2012-0084300 A	1-3
Y	JP 2003-265548 A（有限会社電気工作業の鈴木）2003.09.24, 段落 [0007]-[0019], [図1]-[図8]（ファミリーなし）	1-3

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

27.04.2016

国際調査報告の発送日

17.05.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

藤島 孝太郎

3U

5367

電話番号 03-3581-1101 内線 3364

C（続き）． 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2014/034145 A1（株式会社ニコン） 2014.03.06, 全文, 全図 & TW 201417790 A	1-3