

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6284878号
(P6284878)

(45) 発行日 平成30年2月28日 (2018. 2. 28)

(24) 登録日 平成30年2月9日 (2018. 2. 9)

(51) Int. Cl.

F 1

A 6 1 H 3/00 (2006. 01)

A 6 1 H 3/00

B

B 2 5 J 11/00 (2006. 01)

B 2 5 J 11/00

Z

請求項の数 9 (全 36 頁)

(21) 出願番号 特願2014-266596 (P2014-266596)
 (22) 出願日 平成26年12月26日 (2014. 12. 26)
 (65) 公開番号 特開2016-123618 (P2016-123618A)
 (43) 公開日 平成28年7月11日 (2016. 7. 11)
 審査請求日 平成28年11月29日 (2016. 11. 29)

(73) 特許権者 000005326
 本田技研工業株式会社
 東京都港区南青山二丁目1番1号
 (74) 代理人 110000800
 特許業務法人創成国際特許事務所
 (72) 発明者 池戸 洋介
 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
 社本田技術研究所内
 (72) 発明者 竹中 透
 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
 社本田技術研究所内
 (72) 発明者 五味 洋
 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
 社本田技術研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 関節動力操作装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1部材と第2部材とを相対変位可能に連結する関節機構に付与する力である関節動力を操作する関節動力操作装置であって、

前記関節機構の動作による前記第1部材及び第2部材の相対変位量の変化に応じて変位するように該関節機構に連結された関節連動変位部と、第1可撓性長尺部材及び第2可撓性長尺部材のそれぞれの走行に応じて変位するように該第1可撓性長尺部材及び第2可撓性長尺部材にそれぞれ係合された第1係合部及び第2係合部とを有し、前記関節連動変位部が前記第1係合部及び第2係合部の変位量に応じて規定される変位量で変位し、且つ、前記第1可撓性長尺部材及び第2可撓性長尺部材のそれぞれから前記第1係合部及び第2係合部にそれぞれ作用する力の合力と、前記関節機構から前記関節連動変位部に作用する力とが釣り合うように構成された動力伝達可動機構と、

前記第1可撓性長尺部材の前記第1係合部と反対側の端部に、該第1可撓性長尺部材の走行を制御し得るように接続された制御機構と、

前記第2可撓性長尺部材の走行に応じて弾性力を発生するように該第2可撓性長尺部材と係合された弾性構造体とを備えており、

前記動力伝達可動機構は、互いに対向して配置されると共に互いに同方向にスライド自在に設けられた第1ラック及び第2ラックと、該第1ラック及び第2ラックの間で該第1ラック及び第2ラックに噛合された歯車と、該歯車をその自転軸周りに回転自在に支承する軸受部とを備え、前記第1ラック及び第2ラックをそれぞれ前記第1係合部及び第2係

10

20

合部として有し、前記軸受部を前記関節連動変位部として有することを特徴とする関節動力操作装置。

【請求項 2】

第 1 部材と第 2 部材とを相対変位可能に連結する関節機構に付与する力である関節動力を操作する関節動力操作装置であって、

前記関節機構の動作による前記第 1 部材及び第 2 部材の相対変位量の変化に応じて変位するように該関節機構に連結された関節連動変位部と、第 1 可撓性長尺部材及び第 2 可撓性長尺部材のそれぞれの走行に応じて変位するように該第 1 可撓性長尺部材及び第 2 可撓性長尺部材にそれぞれ係合された第 1 係合部及び第 2 係合部とを有し、前記関節連動変位部が前記第 1 係合部及び第 2 係合部の変位量に応じて規定される変位量で変位し、且つ、
前記第 1 可撓性長尺部材及び第 2 可撓性長尺部材のそれぞれから前記第 1 係合部及び第 2 係合部にそれぞれ作用する力の合力と、前記関節機構から前記関節連動変位部に作用する力とが釣り合うように構成された動力伝達可動機構と、

前記第 1 可撓性長尺部材の前記第 1 係合部と反対側の端部に、該第 1 可撓性長尺部材の走行を制御し得るように接続された制御機構と、

前記第 2 可撓性長尺部材の走行に応じて弾性力を発生するように該第 2 可撓性長尺部材と係合された弾性構造体とを備えており、

前記制御機構は、少なくとも前記第 1 可撓性長尺部材の走行を阻止する状態と該阻止を解除する状態とに動作可能に構成されていることを特徴とする関節動力操作装置。

【請求項 3】

第 1 部材と第 2 部材とを相対変位可能に連結する関節機構に付与する力である関節動力を操作する関節動力操作装置であって、

前記関節機構の動作による前記第 1 部材及び第 2 部材の相対変位量の変化に応じて変位するように該関節機構に連結された関節連動変位部と、第 1 可撓性長尺部材及び第 2 可撓性長尺部材のそれぞれの走行に応じて変位するように該第 1 可撓性長尺部材及び第 2 可撓性長尺部材にそれぞれ係合された第 1 係合部及び第 2 係合部とを有し、前記関節連動変位部が前記第 1 係合部及び第 2 係合部の変位量に応じて規定される変位量で変位し、且つ、
前記第 1 可撓性長尺部材及び第 2 可撓性長尺部材のそれぞれから前記第 1 係合部及び第 2 係合部にそれぞれ作用する力の合力と、前記関節機構から前記関節連動変位部に作用する力とが釣り合うように構成された動力伝達可動機構と、

前記第 1 可撓性長尺部材の前記第 1 係合部と反対側の端部に、該第 1 可撓性長尺部材の走行を制御し得るように接続された制御機構と、

前記第 2 可撓性長尺部材の走行に応じて弾性力を発生するように該第 2 可撓性長尺部材と係合された弾性構造体とを備えており、

前記弾性構造体は、圧縮により体積が減少する 1 つ以上の密閉された気室をそれぞれ内蔵する複数の弾性体と該弾性体よりも高剛性の複数の仕切り板とを交互に重ね合わせてなる多層構造に形成されると共に当該重ね合わせ方向に延在する貫通穴が形成されており、当該重ね合わせ方向の全長が当該重ね合わせ方向と直交する方向での各弾性体の最小幅よりも長い弾性構造体であり、

前記第 2 可撓性長尺部材が、前記弾性構造体の貫通穴に貫挿されていることを特徴とする関節動力操作装置。

【請求項 4】

請求項 3 記載の関節動力操作装置において、

前記第 2 可撓性長尺部材の前記第 2 係合部と反対側の端部が、前記重ね合わせ方向における前記弾性構造体の一方の端部である第 1 端部と他方の端部である第 2 端部とのうちの第 2 端部から前記貫通穴に貫挿されて、該弾性構造体の第 1 端部に係止されており、

前記弾性構造体の第 2 端部は、前記第 2 可撓性長尺部材の配設経路の途中部との間における当該配設経路沿いの距離が一定に維持されるように設けられており、

前記弾性構造体は、前記第 1 端部と第 2 端部との間での弾性変形に応じた弾性力を発生するように構成されていることを特徴とする関節動力操作装置。

【請求項 5】

請求項 2 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の関節動力操作装置において、

前記動力伝達可動機構は、前記第 1 可撓性長尺部材及び第 2 可撓性長尺部材を一本に連接してなる単一の可撓性長尺部材が外周部に巻き掛けられた動滑車と、該動滑車をその自転軸周りに回転自在に支承する軸受部とを備え、前記動滑車の外周部のうち、前記単一の可撓性長尺部材との接触部分の両端部を前記第 1 係合部及び第 2 係合部として有し、前記軸受部を前記関節連動変位部として有することを特徴とする関節動力操作装置。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の関節動力操作装置において、

前記第 1 部材及び第 2 部材は、それぞれ、人の脚の大腿部、下腿部と一体に動くように該人に装着される部材であることを特徴とする関節動力操作装置。

10

【請求項 7】

請求項 6 載の関節動力操作装置において、

前記第 1 部材及び第 2 部材は、それぞれ、人の脚の大腿部、下腿部と一体に動くように該人に装着されるフレームにより構成され、

前記弾性構造体及び前記動力伝達可動機構は、前記第 1 部材を構成するフレームに搭載され、

前記制御機構は、前記人の上体に装着されることを特徴とする関節動力操作装置。

【請求項 8】

請求項 6 又は 7 記載の関節動力操作装置において、

20

前記関節機構は、前記第 1 部材及び第 2 部材のそれぞれに対してピッチ方向に相対回転し得るように、前記第 1 部材及び第 2 部材にそれぞれピッチ軸方向の関節軸 C 1 a , C 1 b を介して連結された第 1 リンクと、前記第 1 部材及び第 2 部材のそれぞれに対してピッチ方向に相対回転し得るように、前記第 1 部材及び第 2 部材にそれぞれピッチ軸方向の関節軸 C 2 a , C 2 b を介して連結された第 2 リンクとを備えており、

前記関節軸 C 1 a , C 1 b , C 2 a , C 2 b は、次の条件 (1) , (2) を満たすように配置されていることを特徴とする関節動力操作装置。

条件 (1) 関節軸 C 1 b は関節軸 C 2 b よりも前側に位置する。

条件 (2) 関節軸 C 1 a と関節軸 C 1 b との間隔を D 1 、関節軸 C 2 a と関節軸 C 2 b との間隔を D 2 、関節軸 C 1 a と関節軸 C 2 a との間隔を D a 、関節軸 C 1 b と関節軸 C 2 b との間隔を D b と表記したとき、 $D 1 > D a$ 、且つ、 $D 1 + D b > D 2 + D a$ である。

30

【請求項 9】

請求項 8 載の関節動力操作装置において、

前記動力伝達可動機構の関節連動変位部は、前記第 1 リンクの前記関節軸 C 1 a 側の部分の外周部に長尺部材を介して連結されていることを特徴とする関節動力操作装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、2つの部材を相対変位可能に連結する関節機構に付与する力（関節動力）を操作する関節動力操作装置に関する。

40

【背景技術】

【0002】

2つの部材を相対変位可能に連結する関節機構を備える装置として、例えば補助対象者（人）の脚に装着して、該脚の屈伸動作を補助する動力を発生するように構成された運動補助装置が従来より知られている。例えば、特許文献 1 には、補助対象者の脚の大腿部と下腿部とにそれぞれ装着される大腿部フレームと下腿部フレームと、ばねとを備え、ばねの弾性力によって、大腿部フレームと下腿部フレームとの間の関節機構に動力を作用させるようにすることで脚の運動を補助するように構成された運動補助装置が開示されている。

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2014-508010号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1に見られるごとき従来の運動補助装置では、ばねの弾性力だけで、大腿部フレームと下腿部フレームとの間の膝関節機構に動力が付与される。このため、該膝関節機構に比較的大きな動力を付与しようとする場合には、ばねの剛性を高くしなければなら

10

【0005】

また、特許文献1に見られるごとき構成の運動補助装置では、膝関節機構に動作による大腿部フレームと下腿部フレームとの間の屈伸動作時に、ばね（コイルばね）が、大腿部フレームの側方で変位しつつ伸縮することとなるため、該ばねの動作のための必要スペースが大きくなりやすい。

【0006】

このため、膝関節機構に動力を付与するための装置が大型化しやすいと共に、該装置の構成要素の配置構成が制約を受けやすい。

【0007】

20

本発明はかかる背景に鑑みてなされたものであり、2つの部材を連結する関節機構に、弾性構造体を使用して十分な大きさの動力を付与することができると共に、弾性構造体の配置スペース等の小型化を実現し得る関節動力操作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】

【0008】

本発明の関節動力操作装置は、かかる目的を達成するために、第1部材と第2部材とを相対変位可能に連結する関節機構に付与する力である関節動力を操作する関節動力操作装置であって、

前記関節機構の動作による前記第1部材及び第2部材の相対変位量の変化に応じて変位するように該関節機構に連結された関節連動変位部と、第1可撓性長尺部材及び第2可撓性長尺部材のそれぞれの走行に応じて変位するように該第1可撓性長尺部材及び第2可撓性長尺部材にそれぞれ係合された第1係合部及び第2係合部とを有し、前記関節連動変位部が前記第1係合部及び第2係合部の変位量に応じて規定される変位量で変位し、且つ、前記第1可撓性長尺部材及び第2可撓性長尺部材のそれぞれから前記第1係合部及び第2係合部にそれぞれ作用する力の合力と、前記関節機構から前記関節連動変位部に作用する力とが釣り合うように構成された動力伝達可動機構と、

30

前記第1可撓性長尺部材の前記第1係合部と反対側の端部に、該第1可撓性長尺部材の走行を制御し得るように接続された制御機構と、

前記第2可撓性長尺部材の走行に応じて弾性力を発生するように該第2可撓性長尺部材と係合された弾性構造体とを備えることを基本構成とする。

40

【0009】

かかる基本構成によれば、前記関節機構の動作による前記第1部材及び第2部材の相対変位量の変化に応じて、前記動力伝達可動機構の関節連動変位部が変位する。このとき、前記制御機構により、前記第1可撓性長尺部材の走行を制御する（例えば制動する）ことで、前記弾性構造体の弾性力が前記第2可撓性長尺部材を介して動力伝達可動機構の第2係合部に作用すると共に、前記制御機構により前記第1可撓性長尺部材に付与される張力が動力伝達可動機構の第1係合部に作用する。

【0010】

そして、このように第1係合部と第2係合部とに作用する力の合力が、関節連動変位部から前記関節機構に付与されることとなる。従って、前記弾性構造体の弾性力に、前記制

50

御機構により前記第1可撓性長尺部材に付与される力を合成した合力を、前記関節機構に付与することができることとなる。このため、弾性構造体が小型なものであっても、十分な大きさの関節動力を前記関節機構に付与することが可能となる。

【0011】

また、前記弾性構造体と関節機構との間に前記動力伝達可動機構が介在することで、前記弾性構造体を、所定の定位置で弾性変形させるように配置することができる。さらに、前記制御機構からの前記第1係合部への力の伝達と、前記弾性構造体からの前記第2係合部への力の伝達とは、それぞれ、前記第1可撓性長尺部材、第2可撓性長尺部材を介して行われるので、前記弾性構造体及び制御機構の配置の自由度が高い。

【0012】

よって、前記基本構成を有する本発明によれば、2つの部材を連結する関節機構に、弾性構造体を使用して十分な大きさの動力を付与できると共に、弾性構造体の配置スペース等の小型化を実現することができる。

【0013】

前記動力伝達可動機構は、種々様々な形態のものを採用できる。例えば、後述する第2～第4発明では、前記動力伝達可動機構は、前記第1可撓性長尺部材及び第2可撓性長尺部材を一本に接続してなる単一の可撓性長尺部材が外周部に巻き掛けられた動滑車と、該動滑車をその自転軸周りに回転自在に支承する軸受部とを備え、前記動滑車の外周部のうち、前記単一の可撓性長尺部材との接触部分の両端部を前記第1係合部及び第2係合部として有し、前記軸受部を前記関節連動変位部として有するという態様を採用し得る（第5発明）。

【0014】

あるいは、本発明のうちの第1発明では、前記動力伝達可動機構は、例えば、互いに対向して配置されると共に互いに同方向にスライド自在に設けられた第1ラック及び第2ラックと、該第1ラック及び第2ラックの間で該第1ラック及び第2ラックに噛合された歯車と、該歯車をその自転軸周りに回転自在に支承する軸受部とを備え、前記第1ラック及び第2ラックをそれぞれ前記第1係合部及び第2係合部として有し、前記軸受部を前記関節連動変位部として有することを特徴とする。なお、この第1発明における動力伝達可動機構は、換言すれば、差動機構を利用して構成されるものである。

【0015】

これらの第1発明又は第5発明によれば、動力伝達可動機構を簡易な構成のものとしてすることができる。

また、本発明のうちの第2発明では、前記基本構成において、前記制御機構は、例えば、少なくとも前記第1可撓性長尺部材の走行を阻止する状態と該阻止を解除する状態とに動作可能に構成されていることを特徴とする。

【0016】

これによれば、第1可撓性長尺部材の走行を阻止する状態では、前記関節機構に大きな関節動力を付与することが可能となる。また、当該阻止を解除した状態では、前記関節機構に付与される関節動力が十分に微小なものとなるか、もしくはほぼゼロとなる状態を実現できる。

【0019】

また、前記基本構成において、前記弾性構造体は、種々様々な態様のものを採用し得る。この場合、本発明のうちの第3発明では、前記弾性構造体は、圧縮により体積が減少する1つ以上の密閉された気室をそれぞれ内蔵する複数の弾性体と該弾性体よりも高剛性の複数の仕切り板とを交互に重ね合わせてなる多層構造に形成されると共に当該重ね合わせ方向に延在する貫通穴が形成されており、当該重ね合わせ方向の全長が当該重ね合わせ方向と直交する方向での各弾性体の最小幅よりも長い弾性構造体であり、前記第2可撓性長尺部材が、前記弾性構造体の貫通穴に貫挿されていることを特徴とする。

【0020】

また、上記第3発明では、前記第2可撓性長尺部材の前記第2係合部と反対側の端部が

10

20

30

40

50

、前記重ね合わせ方向における前記弾性構造体の一方の端部である第1端部と他方の端部である第2端部とのうちの第2端部から前記貫通穴に貫挿されて、該弾性構造体の第1端部に係止されており、前記弾性構造体の第2端部は、前記第2可撓性長尺部材の配設経路の途中部との間における当該配設経路沿いの距離が一定に維持されるように設けられており、前記弾性構造体は、前記第1端部と第2端部との間での弾性変形に応じた弾性力を発生するように構成されていることが好ましい（第4発明）。

【0021】

これらの第3発明又は第4発明によれば、前記弾性構造体は、小型なものであっても、その圧縮により感度よく比較的大きな弾性力を発生し得る。また、該弾性構造体は、前記気室を内蔵する弾性体を主要要素として構成されるものであるので、軽量に構成できる。

10

【0022】

また、前記弾性構造体は、上記の如く複数の弾性体及び仕切り板とから多層構造に構成されたものであると共に、該弾性構造体の貫通穴に、関節機構の動作時に張力が付与されることとなる前記第2可撓性長尺部材が貫挿されているので、該弾性構造体が圧縮時に、過剰に屈曲してしまう等の異常屈曲状態が生じ難い。

【0023】

従って、上記弾性構造体は、小型且つ軽量の構成で、圧縮による弾性力を安定に感度よく発生し得る。

【0024】

また、前記第4発明では、前記第2可撓性長尺部材の走行に応じて弾性構造体を圧縮することを簡易な構造で実現できる。さらに、前記第2可撓性長尺部材の走行に応じて弾性構造体の弾性変形を行わせて、弾性力を発生させることを簡易な構造で実現できる。

20

【0025】

上記第1～第5発明は、例えば次のような適用態様を採用し得る。すなわち、前記第1部材及び第2部材は、それぞれ、例えば、人の脚の大腿部、下腿部と一体に動くように該人に装着される部材として使用され得る（第6発明）。

【0026】

この場合、弾性構造体の配置スペース等の小型化を実現することができると共に、弾性構造体及び制御機構の配置の自由度が高いので、これらの弾性構造体及び制御機構を容易に、人に装着することが可能である。また、小型な弾性構造体を使用しつつ、人の脚の屈伸時に前記関節機構に十分に大きな関節動力を付与することが可能である。

30

【0027】

上記第6発明では、前記第1部材及び第2部材は、それぞれ、人の脚の大腿部、下腿部と一体に動くように該人に装着されるフレームにより構成され、前記弾性構造体及び前記動力伝達可動機構は、前記第1部材を構成するフレームに搭載され、前記制御機構は、前記人の上体に装着されることが好ましい（第7発明）。

【0028】

これによれば、弾性構造体及び制御機構を、人の脚の運動の邪魔にならないように配置することができる。

【0029】

40

また、上記第6発明又は第7発明では、前記関節機構は、前記第1部材及び第2部材のそれぞれに対してピッチ方向に相対回転し得るように、前記第1部材及び第2部材にそれぞれピッチ軸方向の関節軸C1a、C1bを介して連結された第1リンクと、前記第1部材及び第2部材のそれぞれに対してピッチ方向に相対回転し得るように、前記第1部材及び第2部材にそれぞれピッチ軸方向の関節軸C2a、C2bを介して連結された第2リンクとを備えており、前記関節軸C1a、C1b、C2a、C2bは、次の条件(1)、(2)を満たすように配置されていることが好ましい（第8発明）。

【0030】

条件(1) 関節軸C1bは関節軸C2bよりも前側に位置する。

【0031】

50

条件(2) 関節軸 C 1 a と関節軸 C 1 b との間の間隔を D 1、関節軸 C 2 a と関節軸 C 2 b との間の間隔を D 2、関節軸 C 1 a と関節軸 C 2 a との間の間隔を D a、関節軸 C 1 b と関節軸 C 2 b との間の間隔を D b と表記したとき、 $D 1 > D a$ 、且つ、 $D 1 + D b > D 2 + D a$ である。

【0032】

なお、本発明において、ピッチ方向は、第1部材及び第2部材を装着した人がほぼ直立姿勢で起立した状態での該人のピッチ軸周り方向を意味する。この場合、ピッチ軸方向は当該人の左右方向を意味する。

【0033】

上記第8発明によれば、前記関節機構の動作による第1部材及び第2部材の相対変位運動（人の脚の屈伸動作に相当する相対変位運動）を、人の大腿部と下腿部との間の屈伸運動とほぼ同じ形態で行うことが可能となる。

10

【0034】

このため、前記第1部材及び第2部材を装着した人の脚の屈伸動作時に、第1部材及び第2部材が、それぞれ人の脚の大腿部及び下腿部のそれぞれに対してほとんど相対変位しないように動くことが可能となる。

【0035】

この結果、人が自身の脚を伸展させた状態はもちろん、該脚を最大限に屈曲させた状態でも、前記関節機構が、人の膝の前側に突き出してしまうようなことを防止することが可能となる。

20

【0036】

また、第1部材及び第2部材のそれぞれの動きと、人の脚の大腿部及び下腿部のそれぞれの動きとの一体性が高まるために、該脚の屈伸動作時に、第1部材又は第2部材が、それぞれ、該脚の大腿部又は下腿部に対して擦れるようなことを防止又は抑制することが可能となる。

【0037】

上記第8発明では、前記動力伝達可動機構の関節連動変位部は、前記第1リンクの前記関節軸 C 1 a 側の部分の外周部に長尺部材を介して連結されていることが好ましい（第9発明）。

【0038】

30

なお、本発明において、「第1リンクの前記関節軸 C 1 a 側の部分の外周部」というのは、該1リンクのうち、関節軸 C 1 a と間隔を有する部分（換言すれば、関節軸 C 1 a に対してモーメントアーム長を有する部分）を意味する。

【0039】

ここで、上記第8発明における関節機構では、第1部材及び第2部材を装着した人の脚を伸展状態から最大限に屈曲させた場合における前記第1リンクの変位量（回転量）の変化量が比較的小さなもので済む。このため、該第1リンクの外周部に長尺部材を介して連結された前記動力伝達可動機構の関節連動変位部の必要変位量が比較的小さなもので済む。ひいては、動力伝達可動機の配置スペースを小型化することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

40

【0040】

【図1】本発明の一実施形態における運動補助装置の正面側からの斜視図。

【図2】実施形態における運動補助装置の背面側からの斜視図。

【図3】実施形態における運動補助装置の正面図。

【図4】実施形態における運動補助装置の膝関節機構の構成及び作動を示す図。

【図5】実施形態における運動補助装置の関節動力操作装置の構成を示す図。

【図6】図6Aは図5に示す関節動力発生装置に備えた弾性構造体の断面図、図6Bは該弾性構造体に備えた弾性体の一例を示す斜視図、図6Cは該弾性構造体に備えた仕切り板の一例を示す斜視図。

【図7】図5に示す関節動力操作装置に備えたアクチュエータ装置の構成を示す図。

50

【図 8】図 8 A ~ 図 8 C は、実施形態における運動補助装置を装着した人の屈伸時の作動を示す図。

【図 9】実施形態における運動補助装置で発生する補助力の変化特性の例を示すグラフ。

【図 10】関節動力操作装置の第 1 例の変形態様における構成を示す図。

【図 11】関節動力操作装置の第 2 例の変形態様における構成を示す図。

【図 12】図 12 A 及び図 12 B はそれぞれ、膝関節機構と長尺部材との連結構造の他の例を示す図。

【図 13】関節動力操作装置の第 3 例の変形態様における構成を示す図。

【図 14】運動補助装置の脚リンク機構の他の構造例の正面側からの斜視図。

【図 15】運動補助装置の脚リンク機構の他の構造例の背面側からの斜視図。

10

【発明を実施するための形態】

【0041】

本発明の実施形態を図 1 ~ 図 9 を参照して以下に説明する。

【0042】

図 1 ~ 図 3 を参照して、本実施形態で例示する関節動力操作装置 8 は、補助対象者 P (人) の歩行時等における脚の運動を補助するために該補助対象者 P に装着される運動補助装置 1 に備えられた装置である。

【0043】

運動補助装置 1 は、補助対象者 P の各脚毎に、大腿部フレーム 2、下腿部フレーム 3、及び足部フレーム 4 と、大腿部フレーム 2 及び下腿部フレーム 3 を相対変位可能に連結する一対の膝関節機構 5、5 と、下腿部フレーム 3 及び足部フレーム 4 を相対変位可能に連結する足首関節機構 6 とを含む脚リンク機構 7 と、該脚リンク機構 7 の膝関節機構 5、5 に付与する力である関節動力を操作する関節動力操作装置 8 とを備える。本実施形態では、大腿部フレーム 2 及び下腿部フレーム 3 はそれぞれ本発明における第 1 部材、第 2 部材に相当し、膝関節機構 5 が、本発明における関節機構に相当する。

20

【0044】

なお、図 1 ~ 図 3 では、便宜上、各膝関節機構 5 を模式的に箱状に記載し、該膝関節機構 5 の具体的な構成の図示を省略している。

【0045】

補助対象者 P の各脚毎の脚リンク機構 7 は、大腿部フレーム 2、下腿部フレーム 3 及び足部フレーム 4 のそれぞれが、該脚リンク機構 7 の装着対象の脚 (右脚又は左脚) の大腿部、下腿部及び足部のそれぞれと一体に動くように該脚に装着される。

30

【0046】

なお、大腿部フレーム 2 が脚の大腿部と「一体に動く」というのは、脚の大腿部に対する大腿部フレーム 2 の位置及び姿勢が一定もしくは概ね一定に保たれるように、大腿部フレーム 2 が脚の大腿部と共に動くことを意味する。この場合、脚の大腿部に対する大腿部フレーム 2 の位置又は姿勢が該脚の運動に伴い若干変化する (脚の大腿部に対して大腿部フレームが若干相対変位する) ことを許容し得る。このことは、下腿部フレーム 3 及び足部フレーム 4 のそれぞれが、下腿部及び足部のそれぞれと「一体に動く」ということについても同様である。

40

【0047】

各脚リンク機構 7 の一対の膝関節機構 5、5 は、脚リンク機構 7 を補助対象者 P の脚に装着した状態で、該補助対象者 P の脚の膝の左右方向 (ピッチ軸方向) の両側 (膝の外側及び内側) に各々配置される。

【0048】

以降の説明では、膝関節機構 5、5 のうち、膝の外側に配置される膝関節機構 5 を外側膝関節機構 5、膝の内側に配置される膝関節機構 5 を内側膝関節機構 5 ということがある。

【0049】

また、本実施形態の説明では、補助対象者 P の各脚の各部 (膝、大腿部等) の内側及び

50

外側は、それぞれ、該脚の左右方向の両側のうち、他方の脚に近い側（他方の脚に対向する側）、他方の脚から遠い側を意味する。すなわち、補助対象者 P の右脚の内側及び外側は、それぞれ右脚の左側、右側であり、左脚の内側及び外側は、それぞれ左脚の右側、左側である。

【 0 0 5 0 】

さらに、内側膝関節機構 5 に関連する要素と、外側膝関節機構 5 に関連する要素とを区別する場合に、それぞれの要素の名称に「内側」、「外側」という単語を付加する場合がある。

【 0 0 5 1 】

また、本実施形態の説明では、特にことわらない限り、左右方向（又はピッチ軸方向）、前後方向（又はロール軸方向）、及び上下方向（又はヨー軸方向）は、それぞれ、運動補助装置 1 を装着した補助対象者 P がほぼ直立姿勢で起立した状態での該補助対象者 P の左右方向、前後方向、上下方向を意味する。また、ピッチ方向、ロール方向、及びヨー方向は、それぞれ、ピッチ軸周り方向の回転方向、ロール軸周り方向の回転方向、ヨー軸回り方向の回転方向を意味する。

【 0 0 5 2 】

大腿部フレーム 2 は、その基体フレームとして、基部 1 1 から二股状に延設された第 1 要素フレーム 1 2 及び第 2 要素フレーム 1 3 を有する。これらの第 1 要素フレーム 1 2 及び第 2 要素フレーム 1 3 は、例えば比較的硬質な樹脂部材等により一体構造に構成される。

【 0 0 5 3 】

なお、第 1 要素フレーム 1 2 及び第 2 要素フレーム 1 3 は、複数の部材を相互に結合して一体化した構造体であってもよい。

【 0 0 5 4 】

第 1 要素フレーム 1 2 及び第 2 要素フレーム 1 3 の根元部たる基部 1 1 は、本実施形態では、補助対象者 P の脚の内側の付け根（両脚のそれぞれの内側面の交差部）の高さ以上の高さで、且つ、腰骨よりも低い高さで腰部の片側に配置される部位である。該基部 1 1 は、本実施形態では、大腿部フレーム 2 の上端部となっている。この場合、大腿部フレーム 2 の上下方向の長さを適切に設定しておくことで、基部 1 1（大腿部フレーム 2 の上端部）を上記の高さで配置することが可能である。

【 0 0 5 5 】

なお、「腰部の片側」というのは、補助対象者 P の右脚用の脚リンク機構 7 の大腿部フレーム 2 については、腰部の右側であり、左脚用の脚リンク機構 7 の大腿部フレーム 2 については、腰部の左側である。

【 0 0 5 6 】

第 1 要素フレーム 1 2 は、基部 1 1 を外側膝関節機構 5 に連結する要素フレームである。該第 1 要素フレーム 1 2 は、基部 1 1 から補助対象者 P の大腿部の外側面に沿って該大腿部の長手方向に延在して外側膝関節機構 5 に至るように構成されている。

【 0 0 5 7 】

第 2 要素フレーム 1 3 は、基部 1 1 を内側膝関節機構 5 に連結する要素フレームである。該第 2 要素フレーム 1 3 は、基部 1 1 から補助対象者 P の大腿部の前面側を通して（前面側に回り込んで）内側膝関節機構 5 に至るように構成されている。

【 0 0 5 8 】

さらに、第 2 要素フレーム 1 3 は、補助対象者 P の脚の大腿部の正面側から見たとき、基部 1 1 から概ね内側膝関節機構 5 に向かう方向で大腿部に対して斜行するように構成されている。換言すれば、第 2 要素フレーム 1 3 は、補助対象者 P の脚の大腿部の正面側から見たとき、基部 1 1 から斜め下向きに傾いて延在するように大腿部に対して斜行して内側膝関節機構 5 に至るように構成されている。

【 0 0 5 9 】

この場合、本実施形態の一例では、第 2 要素フレーム 1 3 は、基部 1 1 寄りの部分（上

10

20

30

40

50

部)及び内側膝関節機構5寄りの部分(下部)が、中間部分よりも、大腿部の長手方向に対する傾き(大腿部の正面側から見たときの傾き)がより小さくなり、且つ当該傾きが連続的に滑らかに変化するように形成されている。

【0060】

また、第2要素フレーム13は、大腿部の前面側の曲面に沿って滑らかに湾曲しつつ斜行するように湾曲形状に形成されている。

【0061】

また、本実施形態では、第1要素フレーム12及び第2要素フレーム13は、後述の弾性構造体31等を収容し得るように、中空に形成されている。

【0062】

さらに、第1要素フレーム12及び第2要素フレーム13は、それぞれの下端部に、膝関節機構5に連結する部分たる中空の関節連結部15を有する。該関節連結部15は、第1要素フレーム12及び第2要素フレーム13のそれぞれの上側部分(関節連結部15よりも上側の部分)に固定され、あるいは、該上側部分と一体に形成される。なお、第1要素フレーム12及び第2要素フレーム13のそれぞれの下端部の関節連結部15、15は、互いにほぼ同方向(大腿部の長手方向)に延在している。

【0063】

そして、第1要素フレーム12及び第2要素フレーム13のそれぞれは、その下端部の関節連結部15を介して外側膝関節機構5及び内側膝関節機構5のそれぞれに連結されている。本実施形態では、第1要素フレーム12及び第2要素フレーム13のそれぞれの下端部の関節連結部15は、後述する各動滑車51がそれぞれ搭載される部分である。

【0064】

以降の説明では、第1要素フレーム12の下端部の関節連結部15を外側関節連結部15、第2要素フレーム13の下端部の関節連結部15を内側関節連結部15ということがある。

【0065】

大腿部フレーム2はさらに、基部11と第2要素フレーム13の下部との間に架け渡された身体支持部材14を含む。この身体支持部材14は、補助対象者Pの大腿部をその背面側から支持する機能を有する部材である。該身体支持部材14は、第2要素フレーム13との間に、補助対象者Pの大腿部を挿入し得るように配設されている。

【0066】

具体的には、身体支持部材14は、補助対象者Pの大腿部の背面側から見たとき、基部11から第2要素フレーム13の下部に向かう方向で、斜め下向きに傾いて延在するように、大腿部に対して斜行すると共に、補助対象者Pの臀部の下部及び大腿部の背面側を該背面に沿って湾曲するように、基部11と第2要素フレーム13の下部との間に架け渡されている。そして、身体支持部材14の一端部は、基部11に結合され、他端部は、第2要素フレーム13の下部(図示例では内側関節連結部15よりも若干上側の部分)に結合されている。

【0067】

この場合、大腿部の長手方向に対する身体支持部材14の傾き(大腿部の正面側又は背面側から見たときの傾き)は、本実施形態では、第2要素フレーム13の傾きと概ね同じである。

【0068】

また、本実施形態では、身体支持部材14は、補助対象者Pの椅子への着座時等において大腿部あるいは臀部への異物の接触感覚をできるだけ低減し得るように、比較的薄い帯形状に形成されていると共に、第1要素フレーム12及び第2要素フレーム13よりも低剛性のものとされている。該身体支持部材14は、例えば第1要素フレーム12及び第2要素フレーム13よりも軟質の樹脂部材もしくは布部材等により構成される。

【0069】

下腿部フレーム3は、本実施形態では、補助対象者Pの下腿部の前面側で該下腿部の長

10

20

30

40

50

手方向に延在するように配置される基体部 3 a と、該基体部 3 a の上部から補助対象者 P の膝の両側（外側及び内側）に回り込むように該基体部 3 a と一体に形成された二股部 3 b とを有する。

【 0 0 7 0 】

そして、二股部 3 b の一对の先端部のうち、膝の内側の先端部が、内側膝関節機構 5 を介して大腿部フレーム 2 の第 2 要素フレーム 1 3 に連結され、膝の外側の先端部が、外側膝関節機構 5 を介して大腿部フレーム 2 の第 1 要素フレーム 1 2 に連結されている。

【 0 0 7 1 】

基体部 3 a の上部（二股部 3 b の根元部）は比較的広い面積を有し、下腿部の上部前面（詳しくは、脛骨粗面）を覆うように配置される。該基体部 3 a の上部は、補助対象者 P の脚の屈伸動作時等に、下腿部の脛骨粗面との間で接触力が作用する部分である。そこで、基体部 3 a の上部の内面には、図 3 に破線で示すように、緩衝部材により構成されたパッド 1 6 が固着されている。従って、基体部 3 a の上部は、パッド 1 6 を介して補助対象者 P の脛骨粗面に当接可能となっている。

【 0 0 7 2 】

足部フレーム 4 は、本実施形態では、補助対象者 P の足部を載せるように該足部の底面側に配置される底板部 4 a を有する板状のフレームである。底板部 4 a は、靴の中敷きと概ね同様の中敷き形状、あるいは、中敷き形状の一部を切り出した形状（例えば、中敷きの前部もしくは後部を除去した形状等）に形成されている。

【 0 0 7 3 】

また、足部フレーム 4 は、底板部 4 a の踵寄りの部分の両側から起立する起立部 4 b , 4 b を有し、該起立部 4 b , 4 b が足首関節機構 6 を介して介して下腿部フレーム 3 の下端部（基体部 3 a の下端部）に連結されている。起立部 4 b , 4 b は、補助対象者 P の足部を底板部 4 a に載せた状態で、該補助対象者 P の足首の踝の内側及び外側に位置するように配置されている。

【 0 0 7 4 】

足首関節機構 6 は、補助対象者 P の足首部の前側の周囲を囲むように配置される概略半円弧形状（又は概略 U 字形状）のリンク部材 1 7 を含む。このリンク部材 1 7 の中央部が、ロール軸方向の関節軸 1 7 a を介して下腿部フレーム 3 の下端部に連結されている。

【 0 0 7 5 】

そして、リンク部材 1 7 は、下腿部フレーム 3 に対して、関節軸 1 7 a の軸心周りでロール方向に相対回転し得るように軸支されている。

【 0 0 7 6 】

関節軸 1 7 a は、本実施形態では、補助対象者 P の足部を足部フレーム 4 の底板部 4 a に載せた状態で、補助対象者 P の足首部の距骨の下関節よりも上方の高さに位置するように配置されている。図示例では、関節軸 1 7 a は、補助対象者 P の下腿部の下端部の前側で、足部の甲の上側に位置するように配置される。

【 0 0 7 7 】

リンク部材 1 7 の両端部のそれぞれは、ピッチ軸方向の関節軸 1 7 b を介して足部フレーム 4 の起立部 4 b （詳しくは、補助対象者 P の踝の内側及び外側のうち、リンク部材 1 7 の各端部と同じ側の起立部 4 b ）に連結されている。この場合、補助対象者 P の踝の内側の関節軸 1 7 b と外側の関節軸 1 7 b とは同軸心に配置されている。そして、リンク部材 1 7 は、内側及び外側の関節軸 1 7 b , 1 7 b の軸心周りに（ピッチ方向に）足部フレーム 4 に対して相対回転し得るように軸支されている。

【 0 0 7 8 】

ここで、内側及び外側の関節軸 1 7 b , 1 7 b の軸心方向について補足すると、補助対象者 P の足首の底屈及び背屈の動作の回転軸は、一般に、脛骨の長軸方向（下腿部の長手方向）に直交する面に対して若干傾いている。

【 0 0 7 9 】

このため、本実施形態では、足首関節機構 6 の関節軸 1 7 b , 1 7 b の軸心は、補助対

10

20

30

40

50

象者 P の足首の底屈及び背屈の動作の回転軸に極力一致するように、補助対象者 P の脛骨の長軸方向（下腿部の長手方向）に直交する面に対して若干傾けられている。この場合、足首関節機構 6 の関節軸 17 b , 17 b の軸心は、足部フレーム 4 の底板部 4 a を水平面上に載置した状態（又は運動補助装置 1 を装着した補助対象者 P が水平面上に起立した状態）で、内側の関節軸 17 b よりも外側の関節軸 17 b の方が若干低くなるように傾けられている。

【 0 0 8 0 】

上記の如く足首関節機構 6 が構成されているので、補助対象者 P の足首の底屈又は背屈の動作時に、下腿部フレーム 3 及び足部フレーム 4 が、それぞれ補助対象者 P の下腿部、足部に対する相対変位を極力生じることなく該下腿部、足部と一体に動くようになっている。

10

【 0 0 8 1 】

また、足首関節機構 6 のロール軸方向の関節軸 17 a が、補助対象者 P の足部の甲の上側に配置されるので、足首の底屈動作時に、足部が関節軸 17 a に干渉するのが防止される。

【 0 0 8 2 】

なお、本実施形態では、足首関節機構 6 は、ヨー軸方向（上下方向）の関節軸を持たない。ただし、補助対象者 P の足部を下腿部に対してヨー方向に回転させた場合には、下腿部フレーム 3 の基体部 3 a が捩れるようになっている。これにより、足部フレーム 4 が下腿部フレーム 3 に対してヨー方向に相対回転可能となっている。このため、補助対象者 P は、支障なく、足部を下腿部に対して任意の姿勢に動かすことが可能となっている。

20

【 0 0 8 3 】

外側膝関節機構 5 及び内側膝関節機構 5 は、いずれも同じ構造の関節機構である。各膝関節機構 5 は、本実施形態では、一般的な人の膝関節の動きによる脚の屈伸動作（大腿部及び下端部の間の相対変位運動）と同様の動き方で、膝関節機構 5 , 5 の動きによる脚リンク機構 7 の屈伸動作（大腿部フレーム 2 及び下腿部フレーム 3 の間の相対変位運動）を実現し得るように構成されている。

【 0 0 8 4 】

以下に、図 4 を参照して、外側膝関節機構 5 及び内側膝関節機構 5 のうちの一方、例えば外側膝関節機構 5 の具体的な構成を代表的に説明する。なお、図 4 には、膝関節機構 5 の構成に加えて、脚リンク機構 7 を伸展状態から屈曲させていったときの膝関節機構 5 の状態変化の様子が示されている。

30

【 0 0 8 5 】

外側膝関節機構 5 は、大腿部フレーム 2（詳しくは、第 1 要素フレーム 1 2）と、下腿部フレーム 3（詳しくは、二股部 3 b の一对の先端部のうちの外側の先端部）とを連結する 2 つのリンクである第 1 リンク 2 1 及び第 2 リンク 2 2 を有する。

【 0 0 8 6 】

第 1 リンク 2 1 は、大腿部フレーム 2 の第 1 要素フレーム 1 2 の下端部の関節連結部 1 5 に関節軸 2 1 a を介して連結されていると共に、下腿部フレーム 3 の二股部 3 b の外側先端部に関節軸 2 1 b を介して連結されている。関節軸 2 1 a , 2 1 b は、ピッチ軸方向の互いに平行な軸心を有する。そして、第 1 リンク 2 1 は、大腿部フレーム 2 に対して、関節軸 2 1 a の軸心周りのピッチ方向に相対回転可能に軸支され、下腿部フレーム 3 に対して、関節軸 2 1 b の軸心周りのピッチ方向に相対回転可能に軸支されている。

40

【 0 0 8 7 】

第 2 リンク 2 2 は、大腿部フレーム 2 の第 1 要素フレーム 1 2 の下端部の関節連結部 1 5 に関節軸 2 2 a を介して連結されていると共に、下腿部フレーム 3 の二股部 3 b の外側先端部に関節軸 2 2 b を介して連結されている。関節軸 2 2 a , 2 2 b は、関節軸 2 1 a , 2 1 b の軸心と同方向（ピッチ軸方向）の互いに平行な軸心を有する。そして、第 2 リンク 2 2 は、大腿部フレーム 2 に対して、関節軸 2 2 a の軸心周りのピッチ方向に相対回転可能に軸支され、下腿部フレーム 3 に対して、関節軸 2 2 b の軸心周りのピッチ方向に

50

相対回転可能に軸支されている。

【 0 0 8 8 】

第 1 リンク 2 1 の下腿部フレーム 3 側の関節軸 2 1 b と、第 2 リンク 2 2 の下腿部フレーム 3 側の関節軸 2 2 b とは、関節軸 2 1 b よりも関節軸 2 2 b が後側に位置するように配置されている。

【 0 0 8 9 】

また、本実施形態では、大腿部フレーム 2 及び下腿部フレーム 3 の間の屈曲角度が 0 [deg] の状態 (脚リンク機構 7 の伸展状態) では、第 2 リンク 2 2 の大腿部フレーム 2 側の関節軸 2 2 a は、第 1 リンク 2 1 の大腿部フレーム 2 側の関節軸 2 1 a よりも若干後ろ側に位置するようになっている。

10

【 0 0 9 0 】

さらに、図 4 に示すように、第 1 リンク 2 1 及び第 2 リンク 2 2 の総計 4 つの関節軸 2 1 a , 2 1 b , 2 2 a , 2 2 b のうち、関節軸 2 1 a , 2 1 b の軸心間隔を D 1、関節軸 2 2 a , 2 2 b の軸心間隔を D 2、関節軸 2 1 a , 2 2 a の軸心間隔を D a、関節軸 2 1 b , 2 2 b の軸心間隔を D b と表記すると、これらの D 1 , D 2 , D a , D b は、次式 (1 a) ~ (1 c) の関係が成立するように設定されている。

【 0 0 9 1 】

$D 1 > D a \quad \dots\dots (1 a)$

$D 1 + D b > D 2 + D a \quad \dots\dots (1 b)$

$D a < D b \quad \dots\dots (1 c)$

20

なお、第 1 リンク 2 1 及び第 2 リンク 2 2 は、大腿部フレーム 2 及び下腿部フレーム 3 の間の屈伸動作時に相互に干渉することが無いように、左右方向 (図 4 の紙面に垂直な方向) での位置をずらして配置されている。

【 0 0 9 2 】

以上が外側膝関節機構 5 の詳細構造である。内側膝関節機構 5 も、外側膝関節機構 5 と同じ構成である。そして、内側膝関節機構 5 では、大腿部フレーム 2 の第 2 要素フレーム 1 3 の下端部の関節連結部 1 5 と、下腿部フレーム 3 の二股部 3 b の内側先端部とが、第 1 リンク 2 1 及び第 2 リンク 2 2 を介して連結される。

30

【 0 0 9 3 】

この場合、内側膝関節機構 5 の第 1 リンク 2 1 は、第 2 要素フレーム 1 3 の下端部の関節連結部 1 5 と、下腿部フレーム 3 の二股部 3 b の内側先端部とにそれぞれ関節軸 2 1 a , 2 1 b を介して相対回転可能に軸支される。

【 0 0 9 4 】

また、内側膝関節機構 5 の第 2 リンク 2 2 は、第 2 要素フレーム 1 3 の下端部の関節連結部 1 5 と、下腿部フレーム 3 の二股部 3 b の内側先端部とにそれぞれ関節軸 2 2 a , 2 2 b を介して相対回転可能に軸支される。

【 0 0 9 5 】

また、内側膝関節機構 5 における 4 つの関節軸 2 1 a , 2 1 b , 2 2 a , 2 2 b のそれぞれは、外側膝関節機構 5 における 4 つの関節軸 2 1 a , 2 1 b , 2 2 a , 2 2 b のそれぞれと同軸心に配置される。

40

【 0 0 9 6 】

ここで、各膝関節機構 5 における 4 つの関節軸 2 1 a , 2 1 b , 2 2 a , 2 2 b の軸心方向について補足すると、補助対象者 P の脚の屈伸時に、大腿部フレーム 2 及び下腿部フレーム 3 が、それぞれ補助対象者 P の大腿部、下腿部に対する相対変位を極力生じることなく該大腿部、下腿部と一体に動くようにするためには、各膝関節機構 5 の関節軸 2 1 a , 2 1 b , 2 2 a , 2 2 b の軸心が脛骨の長軸方向 (下腿部の長手方向) に直交する面に対して若干傾いていることが好ましい。

【 0 0 9 7 】

50

そこで、本実施形態では、各膝関節機構 5 の関節軸 2 1 a , 2 1 b , 2 2 a , 2 2 b の軸心方向は、下腿部の長手方向に直交する面に対して若干傾けられている。この場合、運動補助装置 1 を装着した補助対象者 P が水平面上に起立した状態で、内側膝関節機構 5 の関節軸 2 1 a , 2 1 b , 2 2 a , 2 2 b のそれぞれが、外側膝関節機構 5 の関節軸 2 1 a , 2 1 b , 2 2 a , 2 2 b のそれぞれよりも低くなるように当該軸心方向が傾けられている。

【 0 0 9 8 】

内側膝関節機構 5 及び外側膝関節機構 5 のそれぞれは、上記の如く構成されている。このため、これらの膝関節機構 5 での脚リンク機構 7 の屈伸動作を行った場合に、図 4 に示すように、大腿部フレーム 2 に対する下腿部フレーム 3 の屈曲度合（屈曲角度）の増加に伴い、各膝関節機構 5 の第 1 リンク 2 1 及び第 2 リンク 2 2 が動く。

10

【 0 0 9 9 】

この場合、大腿部フレーム 2 に対する下腿部フレーム 3 の屈曲角度が、脚リンク機構 7 の伸展状態での角度（0 [deg]）から増加していくとき、第 1 リンク 2 1 の上側の関節軸 2 1 a が、第 2 リンク 2 2 の関節軸 2 2 a , 2 2 b を結ぶ直線よりも前側に位置する状態から、当該直線上に位置する状態を経て、当該直線の後ろ側に移行するように、各膝関節機構 5 の第 1 リンク 2 1 及び第 2 リンク 2 2 が動く。

【 0 1 0 0 】

このような膝関節機構 5 の動作によって、脚リンク機構 7 の屈伸動作における大腿部フレーム 2 と下腿部フレーム 3 との間の相対変位運動を、補助対象者 P の脚の屈伸動作における大腿部と下腿部との間の相対変位運動とほぼ同じ形態で行うことができることとなる。

20

【 0 1 0 1 】

以上説明した構造の各脚リンク機構 7 は、図 1 及び図 2 に示す如く補助対象者 P に装着される。この場合、補助対象者 P の各脚の大腿部を該脚に対応する脚リンク機構 7 の大腿部フレーム 2 の第 2 要素フレーム 1 3 と身体支持部材 1 4 との間に挿入し、さらに、該脚の足首の踝が、足部フレーム 4 の一対の起立部 4 b , 4 b の間に位置させるようにして、該脚の足部を、足部フレーム 4 の底板部 4 a 上に載せることで、該脚リンク機構 7 が補助対象者 P に装着される。

【 0 1 0 2 】

このように、各脚リンク機構 7 を装着した補助対象者 P が、自身の脚の運動を行うと、該脚に装着された脚リンク機構 7 の大腿部フレーム 2、下腿部フレーム 3、及び足部フレーム 4 のそれぞれが、該脚の大腿部、下腿部、及び足部のそれぞれと一体に動くこととなる。

30

【 0 1 0 3 】

図 8 A ~ 図 8 C は、脚リンク機構 7 を補助対象者 P に装着した状態で、脚の屈伸動作を行った場合の脚リンク機構 7 の動作例を示している。図 8 A は、補助対象者 P が直立姿勢で起立した状態（脚を伸展させた状態）、図 8 C は、補助対象者 P がしゃがんだ状態（脚をほぼ最大限に屈曲させた状態）、図 8 B は、図 8 A の状態と図 8 C の状態との間の途中での脚の屈曲状態を示している。

40

【 0 1 0 4 】

本実施形態の脚リンク機構 7 では、前記した構造の各膝関節機構 5 の動作によって、脚リンク機構 7 の屈伸動作における大腿部フレーム 2 と下腿部フレーム 3 との間の相対変位運動を、補助対象者 P の脚の屈伸動作における大腿部と下腿部との間の相対変位運動とほぼ同じ形態で行うことができる。

【 0 1 0 5 】

このため、補助対象者 P の脚の屈伸動作時に、該脚の大腿部と下腿部とのそれぞれに対する大腿部フレーム 2 及び下腿部フレーム 3 のそれぞれの相対変位がほとんど生じないように、大腿部フレーム 2 と下腿部フレーム 3 との間の屈伸動作が行われることとなる。

【 0 1 0 6 】

50

その結果、図 8 A ~ 図 8 C を参照して判るように、補助対象者 P の脚の屈曲度合が小さい場合はもちろん、該屈曲度合を大きくした場合であっても、各膝関節機構 5 は、膝の内側又は外側の位置から膝の前側に突き出たりすることなく、当膝の内側又は外側の位置に保たれる。ひいては、補助対象者 P が膝まづくような場合であっても、各膝関節機構 5 が床にあたって邪魔になるようなことがない。

【 0 1 0 7 】

ここで、大腿部フレーム 2 と下腿部フレーム 3 との間の膝関節機構を、例えばピッチ軸方向の 1 軸周りの回転自由度を有する単軸構造の関節機構により構成することも可能である。

【 0 1 0 8 】

10

ただし、このようにした場合には、該膝関節機構の動作と、補助対象者 P の脚の膝関節の動作との不整合によって、補助対象者 P の脚を屈曲させたときに、大腿部フレーム 2 及び下腿部フレーム 3 のそれぞれが大腿部及び下腿部のそれぞれに対して相対変位を生じやすい。ひいては、補助対象者 P に、大腿部フレーム 2 及び下腿部フレーム 3 のそれぞれと、大腿部及び下腿部との間の擦れ感覚を及ぼしやすい。

【 0 1 0 9 】

また、大腿部フレーム 2 及び下腿部フレーム 3 のそれぞれが大腿部及び下腿部のそれぞれに対して相対変位することで、特に、補助対象者 P の脚を屈曲度合を大きくした場合に、膝関節機構が補助対象者 P の膝の前側に突き出るようになる。このため、補助対象者 P が膝まづこうとした場合に、膝関節機構が床にあたって、邪魔なものとなりやすい。本実施形態の膝関節機構 5 によれば、このような不都合を回避できる。

20

【 0 1 1 0 】

なお、補助対象者 P の足部に靴、スリッパ等の履物を履かせる場合には、例えば、補助対象者 P の足部に履物を履いた状態で、該履物と共に足部を足部フレーム 4 の底板部 4 a に載せるという態様を採用し得る。あるいは、補助対象者 P の足部を足部フレーム 4 の底板部 4 a に載せた状態で、該底板部 4 a 及び足部に履物を履かせるという態様を採用することも可能である。さらに、足部フレーム 4 を、履物に一体に組み付けておく（足部フレーム 4 を履物の一部として構成しておく）ことも可能である。

【 0 1 1 1 】

次に、前記関節動力操作装置 8 を詳細に説明する。運動補助装置 1 の各脚リンク機構 7 に対応する毎の関節動力操作装置 8 は、図 5 に示すように、圧縮によって弾性力を発生するようにそれぞれ構成された 2 つの弾性構造体 3 1 , 3 1 と、各弾性構造体 3 1 を貫通して配設される可撓性長尺部材 3 2 と、可撓性長尺部材 3 2 に可变的に張力を付与する張力付与機構 3 3 とを備える。

30

【 0 1 1 2 】

なお、図 5 では、外側膝関節機構 5 及び内側膝関節機構 5 は、それぞれの関節軸 2 1 a , 2 1 b , 2 2 a , 2 2 b を紙面に垂直な方向に向けた状態で、左右に並べて記載されている。

【 0 1 1 3 】

可撓性長尺部材 3 2 は、本実施形態ではワイヤ（線状部材）であり、以降、ワイヤ 3 2 という。このワイヤ 3 2 は、本発明における第 1 可撓性長尺部材と第 2 可撓性長尺部材とを一本に接続したものに相当する。

40

【 0 1 1 4 】

弾性構造体 3 1 , 3 1 の一方は外側膝関節機構 5 に付与する関節動力となる弾性力を発生する弾性構造体（以降、外側弾性構造体 3 1 ということがある）、他方は内側膝関節機構 5 に付与する関節動力となる弾性力を発生する弾性構造体（以降、内側弾性構造体 3 1 ということがある）である。これらの外側弾性構造体 3 1 及び内側弾性構造体 3 1 は同一構造のものである。その構造の一例を図 6 A、図 6 B 及び図 6 C を参照して説明する。

【 0 1 1 5 】

各弾性構造体 3 1 は、複数の弾性体 4 1 と複数の仕切り板 4 2 とを交互に重ね合わせて

50

なる多層構造のものである。そして、弾性体 4 1 と仕切り板 4 2 との重ね合わせ方向で該弾性構造体 3 1 を貫通する貫通穴 4 3 が該弾性構造体 3 1 の軸心部に形成されている。

【 0 1 1 6 】

各弾性体 4 1 は、本実施形態では、密閉された多数の気室（図示省略）を内蔵する弾性部材、例えば単泡性（独立気泡性）のゴムスポンジ等により、筒状に形成されている。この場合、各弾性体 4 1 の軸心方向が、弾性構造体 3 1 の重ね合わせ方向である。また、各弾性体 4 1 の貫通穴が、弾性構造体 3 1 の貫通穴 4 3 の一部を構成するものとなる。

【 0 1 1 7 】

そして、該弾性体 4 1 の最小幅（該弾性体 4 1 の軸心方向と直交する方向での該弾性体 4 1 の外形幅の最小値）は、弾性構造体 3 1 の重ね合わせ方向の全長よりも小さいものに設定されている。

10

【 0 1 1 8 】

一例として、各弾性体 4 1 は、図 6 B に例示するように、非圧縮状態（自然状態）において円筒形状となるように形成され得る。この場合には、弾性体 4 1 の外径（直径）は、該弾性体 4 1 の軸心方向に一定（もしくはほぼ一定）であるため、該弾性体 4 1 の外径が該弾性体 4 1 の最小幅と最大幅とに一致（もしくはほぼ一致）するものとなる。従って、この場合には、弾性体 4 1 の外径を、弾性構造体 3 1 の重ね合わせ方向の全長よりも小さい大きさに設定することで、該弾性体 4 1 の最小幅が、弾性構造体 3 1 の重ね合わせ方向の全長よりも小さいものとなる。

【 0 1 1 9 】

20

各仕切り板 4 2 は、弾性体 4 1 よりも十分に高剛性の部材、例えば金属もしくは硬質樹脂等により環状に形成されている。この場合、各仕切り板 4 2 の軸心方向（又は厚み方向）が、弾性構造体 3 1 の重ね合わせ方向である。また、各仕切り板 4 2 の貫通穴が、弾性構造体 3 1 の貫通穴 4 3 の一部を構成するものとなる。

【 0 1 2 0 】

各仕切り板 4 2 は、その軸心方向（厚み方向）で見た外形状と面積とが、弾性体 4 1 の軸心方向の端面の全体もしくはほぼ全体を、該仕切り板 4 2 の軸心方向の端面（弾性体 4 1 を重ね合わせる面）に接触させ得るように設定されている。

【 0 1 2 1 】

一例として、各仕切り板 4 2 は、図 6 C に例示するように、円環状に形成され得る。そして、該仕切り板 4 2 の外径（直径）は、図 6 A に示されるように、例えば円筒状の弾性体 4 1 の外径と一致もしくはほぼ一致する大きさに設定される。

30

【 0 1 2 2 】

また、本実施形態では、図 6 C に例示するように、各仕切り板 4 2 の貫通穴の周囲の内周寄りの部分 4 2 a は、該部分 4 2 a の周囲の部分（外周寄りの部分）よりも厚く形成されている。該部分 4 2 a（以降、肉厚部分 4 2 a という）は、仕切り板 4 2 の厚み方向（軸心方向）の両側に突出している。そして、各仕切り板 4 2 の肉厚部分 4 2 a は、該仕切り板 4 2 に重ね合わされる弾性体 4 1 の貫通穴の端部に挿入し得る形状及びサイズで形成されている。

【 0 1 2 3 】

40

例えば、弾性体 4 1 が円筒形状である場合、各仕切り板 4 2 の肉厚部分 4 2 a は、図 6 C に示すように、該仕切り板 4 2 の軸心方向で見た外形状が、弾性体 4 1 の貫通穴の横断面形状（該弾性体 4 1 の軸心方向と直交する横断面での形状）の内側に収まる形状（図示例では円形状）となるように形成され得る。この場合、該肉厚部分 4 2 a の最大幅（図示例では、直径）が、弾性体 4 1 の貫通穴の幅（内径）よりも若干小さな大きさに設定される。

【 0 1 2 4 】

さらに、本実施形態では、各仕切り板 4 2 の貫通穴の横断面積（該仕切り板 4 2 の軸心方向に直交する横断面での面積）の最小値は、弾性体 4 1 の貫通穴の横断面積（弾性体 4 1 の軸心方向に直交する横断面での面積）の最小値よりも小さい大きさに設定されている

50

。

【 0 1 2 5 】

ここで、本実施形態では、各仕切り板 4 2 の貫通穴の内周面は、図 6 C に例示するように、該貫通穴の横断面積が軸心方向で変化するように湾曲して形成されている。

【 0 1 2 6 】

具体的には、仕切り板 4 2 の肉厚部分 4 2 a の両端（軸心方向での両端）の間の中間位置（ほぼ中央位置）で、該仕切り板 4 2 の貫通穴の横断面積が最小となり、且つ、仕切り板 4 2 の肉厚部分 4 2 a の両端のそれぞれに近いほど、該仕切り板 4 2 の貫通穴の横断面積が大きくなるように、該仕切り板 4 2 の貫通穴の内周面が湾曲形成されている。換言すれば、仕切り板 4 2 の貫通穴の内周面は、軸心方向の中間位置で縊れた形状となるように湾曲形成されている。

10

【 0 1 2 7 】

また、弾性体 4 1 の貫通穴は、例えば、その横断面積が軸心方向で一定となるように形成され得る。この場合、仕切り板 4 2 の貫通穴の横断面積の最小値（仕切り板 4 2 の軸心方向の中間位置での横断面積）が、弾性体 4 1 の貫通穴の一定の横断面積よりも小さい大きさに設定される。

【 0 1 2 8 】

また、該仕切り板 4 2 の貫通穴の内周面と前記ワイヤ 3 2 との間の摩擦係数を低減するために、該内周面は摺動材により形成されている。該摺動材としては、フッソ樹脂、銅合金（リン青銅、真鍮等）、あるいは、オイル含浸メタル等を使用し得る。

20

【 0 1 2 9 】

以上の如く構成された弾性体 4 1 と仕切り板 4 2 とをほぼ同軸心に交互に重ね合わせることにより、弾性構造体 3 1 が構成されている。この場合、各仕切り板 4 2 の肉厚部分 4 2 a は、該仕切り板 4 2 に重なり合う弾性体 4 1 の貫通穴の端部に挿入される。そして、弾性構造体 3 1 の貫通穴 4 3 は、各弾性体 4 1 の貫通穴と各仕切り板 4 2 の貫通穴とが相互に連通してなる穴として形成される。

【 0 1 3 0 】

また、互いに重なり合う弾性体 4 1 と仕切り板 4 2 との接触面（詳しくは、弾性体 4 1 の端面と、仕切り板 4 2 の肉厚部分 4 2 a の周囲の外周寄り部分（肉厚部分 4 2 a よりも薄い部分）の厚み方向の端面）は、例えば接着剤により相互に固着されている。なお、互いに重なり合う仕切り板 4 2 と弾性体 4 1 との固着は接着以外の手法により行うこともできる。例えば、当該固着を、焼き付けにより行うこと、あるいは、仕切り板 4 2 と弾性体 4 1 との一体成形によって行うことも可能である。

30

【 0 1 3 1 】

本実施形態では、上記の如く構成された各弾性構造体 3 1 の貫通穴 4 3 にワイヤ 3 2 が貫挿され、該ワイヤ 3 2 に後述する如く張力が付与される。このように貫通穴 4 3 に貫挿されたワイヤ 3 2 に張力が付与された状態で、各弾性構造体 3 1 が、その重ね合わせ方向に圧縮される。その圧縮に応じて、該弾性構造体 3 1 が、伸長方向の弾性力を発生する。該弾性力は、弾性構造体 3 1 の圧縮度合の増加に伴い、大きくなる。

【 0 1 3 2 】

この場合、各弾性体 4 1 は、単泡性（独立気泡性）のゴムスポンジ等、密閉された多数の気室を有する構造のものであるので、弾性体 4 1 の素材による弾性力に加えて、弾性体 4 1 内の複数の気室の圧縮（体積の減少）による弾性力（詳しくは、各気室の体積の減少に応じて該気室内の気圧が増加することによって発生する弾性力）を発生する。従って、各弾性構造体 3 1 は、その軸心方向での圧縮によって、感度よく弾性力を増加させることができる。

40

【 0 1 3 3 】

また、本実施形態では、弾性構造体 3 1 が、複数の弾性体 4 1 及び仕切り板 4 2 により、多層構造に形成されていると共に、張力を付与されたワイヤ 3 2 が弾性構造体 3 1 の貫通穴 4 3 に貫挿されているので、弾性構造体 3 1 の圧縮時に、弾性構造体 3 1 の全体が過

50

剰に屈曲したり、あるいは、該弾性構造体 3 1 の重ね合わせ方向の局所毎に屈曲方向が異なるものとなるような異常屈曲状態が発生するのが防止される。

【 0 1 3 4 】

また、弾性構造体 3 1 の圧縮時には、ワイヤ 3 2 が貫通穴 4 3 の中心から偏心し易いものの、本実施形態では、各仕切り板 4 2 の貫通穴の横断面積の最小値は、各弾性体 4 1 の貫通穴の横断面積の最小値よりも小さい。このため、ワイヤ 3 2 が、各弾性体 4 1 の貫通穴の内周面に摺接するのが防止される。ひいては、該弾性体 4 1 の貫通穴の内周面とワイヤ 3 2 との間の摩擦が発生するのを防止できる。

【 0 1 3 5 】

加えて、仕切り板 4 2 の貫通穴の内周面は、摺動材により形成されているので、ワイヤ 3 2 が仕切り板 4 2 の貫通穴の内周面に摺接しても、該ワイヤ 3 2 と仕切り板 4 2 との間の摩擦力は小さなもので済む。

【 0 1 3 6 】

さらに、互いに重ね合わされる弾性体 4 1 と仕切り板 4 2 とは、それらの接触面で互いに固定されているので、弾性構造体 3 1 の弾性変形時に該接触面での摩擦が発生することが無い。

【 0 1 3 7 】

このため、弾性構造体 3 1 の圧縮により蓄積される弾性エネルギーが、摩擦による熱エネルギーとして消耗されてしまうのを極力防止できる。

【 0 1 3 8 】

また、各仕切り板 4 2 の貫通穴の周囲の内周寄り部分は肉厚部分 4 2 a となっていると共に、該肉厚部分 3 2 a の内側の貫通穴の内周面は、前記した如く湾曲されている。このため、弾性構造体 3 1 の圧縮時等に、ワイヤ 3 2 が仕切り板 4 2 の貫通穴の内周面に接触しても、その接触圧が該仕切り板 3 2 の貫通穴の長手方向に分散される。ひいては、ワイヤ 3 2 と仕切り板 4 2 との接触圧が該ワイヤ 3 2 の局所に集中するのが防止される。その結果が、該ワイヤ 3 2 の断線、損傷等が生じるのを防止して、耐久性を高めることができることとなる。

【 0 1 3 9 】

本実施形態では、以上の如く構成された弾性構造体 3 1 が、脚リンク機構 7 の適所、例えば大腿部フレーム 2 に搭載されている。より詳しくは、外側弾性構造体 3 1 と内側弾性構造体 3 1 とは、図 1 ~ 図 3 に破線で示すように大腿部フレーム 2 の第 1 要素フレーム 1 2 の内部と、第 2 要素フレーム 1 3 の内部とにそれぞれ収容されている。

【 0 1 4 0 】

この場合、各弾性構造体 3 1 は、各弾性体 4 1 の弾性変形によって、ある程度の湾曲を許容し得る。従って、第 1 要素フレーム 1 2 又は第 2 要素フレーム 1 3 における各弾性構造体 3 1 の搭載箇所がある程度湾曲している場合には、該弾性構造体 3 1 は、その搭載箇所の湾曲形状に倣うように湾曲させた状態で該搭載箇所に搭載することが可能である。例えば、本実施形態の運動補助装置 1 では、内側弾性構造体 3 1 が、図 1 又は図 2 に例示する如く、第 2 要素フレーム 1 3 の湾曲形状に倣うように若干湾曲した状態で、第 2 要素フレーム 1 3 の内部に収容される。

【 0 1 4 1 】

ワイヤ 3 2 は、各弾性構造体 3 1 の貫通穴 4 3 に貫挿された状態で、張力付与機構 3 3 によって張力が可変的に付与される。

【 0 1 4 2 】

この場合、張力付与機構 3 3 は、各弾性構造体 3 1 の貫通穴 4 3 に貫挿されたワイヤ 3 2 に付与する張力に応じた弾性力（張力に釣り合う弾性力）を該弾性構造体 3 1 に発生させるように該ワイヤ 3 2 と弾性構造体 3 1 と間の力伝達を行うように構成されている。さらに、張力付与機構 3 3 は、大腿部フレーム 2 と下腿部フレーム 3 との間の相対変位（膝関節機構 5 の動作による脚リンク機構 7 の屈伸動作）に応じて、ワイヤ 3 2 の張力と弾性構造体 3 1 の弾性力とを変化させると共に弾性構造体 3 1 の弾性力を関節動力として膝関

10

20

30

40

50

節機構 5 に付与することができるように構成されている。

【0143】

このような機能を有する張力付与機構 33 は、本実施形態では、各弾性構造体 31 の軸心方向の両端部のうちの一端部からのワイヤ 32 の導出部分（以降、一端側導出部分ということがある）の長さを一定に保つように、該一端側導出部分を該弾性構造体 31 の一端部に対して拘束する機構と、ワイヤ 32 の他端側導出部分の配設経路の途中部と前記弾性構造体 31 の他端部との間の当該配設経路沿いの距離を一定に維持する機構と、各弾性構造体 31 の他端部からのワイヤ 32 の導出部分（以降、他端側導出部分ということがある）を、大腿部フレーム 2 に対する下腿部フレーム 3 の相対変位運動（屈伸動作）に応じて該弾性構造体 31 の他端部に対して走行させるように、該相対変位運動を該他端側導出部分に伝達する機構とを含む。

10

【0144】

なお、本実施形態では、各弾性構造体 31 の上記一端部は、該弾性構造体 31 の上端部（膝関節機構 5 寄りの端部と反対側の端部）であり、各弾性構造体 31 の上記他端部は、該弾性構造体 31 の下端部（膝関節機構 5 寄りの端部）である。

【0145】

張力付与機構 33 の具体的な一例構成を以下に説明する。図 5 を参照して、本実施形態における張力付与機構 33 は、ワイヤ 32 の他端側導出部分の配設経路の途中部と前記弾性構造体 31 の下端部（他端部）との間の当該配設経路沿いの距離を一定に維持する機構の構成要素として、第 1 要素フレーム 12 及び第 2 要素フレーム 13 のそれぞれの内部において、外側弾性構造体 31 の下端部の仕切り板 42 と外側関節連結部 15 の上端の隔壁部 15a との間、並びに、内側弾性構造体 31 の下端部の仕切り板 42 と内側関節連結部 15 の上端の隔壁部 15a との間に各々配設された細長のチューブ 45 を備える。なお、この場合、各関節連結部 15 の上記隔壁部 15a が、ワイヤ 32 の他端側導出部分の配設経路の途中部に相当する。

20

【0146】

各チューブ 45 は、該チューブ 45 に対応する弾性構造体 31 からのワイヤ 32 の他端側導出部分を走行可能に挿通させるガイド管である。

【0147】

各チューブ 45 の一端が、弾性構造体 31 の下端部の仕切り板 42 の貫通穴の開口端周縁部に当接（もしくは固定）され、該チューブ 45 の他端が関節連結部 15 の上端の隔壁部 15a の所定部位に当接（もしくは固定）されている。なお、各チューブ 45 は、大腿部フレーム 2（第 1 要素フレーム 12 又は第 2 要素フレーム 13）に固定されていてもよい。

30

【0148】

また、各チューブ 45 の内部は、弾性構造体 31 の貫通穴 43 に連通されていると共に、関節連結部 15 の隔壁部 15a に形成された孔を介して該関節連結部 15 の内部に連通されている。

【0149】

そして、各弾性構造体 31 からのワイヤ 32 の他端側導出部分は、該弾性構造体 31 の下端部に連なるチューブ 45 に挿通され、さらに該チューブ 45 の内部を通して関節連結部 15 の内部に導入されている。

40

【0150】

上記各チューブ 45 は、例えば、高剛性の部材（金属、硬質樹脂等）により構成されている。このため、外側弾性構造体 31 と外側関節連結部 15 の隔壁部 15a との間のチューブ 45 によって、外側弾性構造体 31 の下端部（他端部）と、外側関節連結部 15 の隔壁部 15a との間の距離（ワイヤ 32 の配設経路沿いの距離）が一定に維持されることとなる。

【0151】

同様に、内側弾性構造体 31 と内側関節連結部 15 の隔壁部 15a との間のチューブ 4

50

5 によって、内側弾性構造体 3 1 の下端部（他端部）と、内側関節連結部 1 5 の隔壁部 1 5 a との間の距離（ワイヤ 3 2 の配設経路沿いの距離）が一定に維持されることとなる。

【0152】

補足すると、各チューブ 4 5 は、その長手方向の圧縮荷重に対する剛性が高剛性なものであれば、曲げ荷重に対する剛性が比較的低いもの（撓み得るもの）を採用することでもできる。

【0153】

また、ワイヤ 3 2 の他端側導出部分の配設経路の途中部と弾性構造体 3 1 の下端部（他端部）との間の距離（ワイヤ 3 2 の配設経路沿いの距離）を一定に維持する機構は、上記チューブ 4 5 に限らず、種々様々な構成を採用し得ることはもちろんである。例えば、外側弾性構造体 3 1 の下端部の仕切り板 4 2 と、内側弾性構造体 3 1 の下端部の仕切り板 4 2 とを、それぞれ、第 1 要素フレーム 1 2 及び第 2 要素フレーム 1 3 のそれぞれに対して直接的に固定もしくは移動不能に係止する構成を採用し得る。この場合には、チューブ 4 5 は低剛性なもの（軟質なもの）であってもよい。あるいは、チューブ 4 5 を省略することも可能である。

【0154】

また、張力付与機構 3 3 は、各弾性構造体 3 1 からのワイヤ 3 2 の一端側導出部分の長さを一定に保つように、該一端側導出部分を該弾性構造体 3 1 の上端部（一端部）に対して拘束する機構の構成要素として、ワイヤ 3 2 の一端側導出部分の端部に固定された球状の係止部材 4 6 を備える。この球状の係止部材 4 6 は、各弾性構造体 3 1 の上端部（一端部）における貫通穴 4 3 の開口よりも大きい直径を有する。そして、この係止部材 4 6 が、弾性構造体 3 1 の上端部の仕切り板 4 2 の貫通穴の開口端周縁部に当接（もしくは固定）されている。

【0155】

これにより、各弾性構造体 3 1 からのワイヤ 3 2 の他端側導出部分を引っ張るようにして該ワイヤ 3 2 に張力を付与した状態で、ワイヤ 3 2 が該弾性構造体 3 1 の上端部の仕切り板 4 2 に係止部材 4 6 を介して係止されることとなる。ひいては、ワイヤ 3 2 の一端側導出部分の長さが一定（この例ではほぼゼロの長さ）に保たれるように、該ワイヤ 3 2 の一端側導出部分が弾性構造体 3 1 の上端部に拘束されることとなる。

【0156】

補足すると、ワイヤ 3 2 の一端側導出部分の長さが一定に保たれるように、該ワイヤ 3 2 の一端側導出部分を弾性構造体 3 1 の上端部（一端部）に対して拘束する機構は、前記係止部材 4 6 に限らず、種々様々な構成を採用し得る。例えば、係止部材 4 6 は、球状に限らず、円板等の種々様々な形状のものを採用し得る。また、ワイヤ 3 2 の一端側導出部分を適宜の締結部材もしくは接着剤等を介して弾性構造体 3 1 の上端部（一端部）の仕切り板 4 2 に固定する構成を採用することも可能である。

【0157】

上記の如く各弾性構造体 3 1 の貫通穴 4 3 に貫挿されたワイヤ 3 2 は、上記係止部材 4 6 によって、該ワイヤ 3 2 の一端側導出部分の長さが一定に保たれるように、該弾性構造体 3 1 の上端部（一端部）に拘束される。また、上記チューブ 4 5 によって、ワイヤ 3 2 の他端側導出部分の配設経路の途中部たる関節連結部 1 5 の隔壁部 1 5 a と弾性構造体 3 1 の下端部（他端部）との間の距離（ワイヤ 3 2 の配設経路沿いの距離）が一定に維持される。

【0158】

このため、各弾性構造体 3 1 からのワイヤ 3 2 の他端側導出部分を引っ張るように該ワイヤ 3 2 に付与する張力を増加させた場合に、該弾性構造体 3 1 の軸心方向の圧縮荷重がワイヤ 3 2 から該弾性構造体 3 1 に付与されることとなる。このとき、ワイヤ 3 2 の他端側導出部分が、その引出し量が増加する方向に弾性構造体 3 1 の下端部に対して走行しつつ、該弾性構造体 3 1 が圧縮される。これにより、ワイヤ 3 2 の張力に釣り合う弾性力を該弾性構造体 3 1 が発生することとなる。

【0159】

張力付与機構33は、さらに各弾性構造体31からのワイヤ32の他端側導出部分を、大腿部フレーム2に対する下腿部フレーム3の相対変位運動（屈伸動作）に応じて該弾性構造体31の下端部（他端部）に対して走行させるように、該相対変位運動を該他端側導出部分に伝達する機構の構成要素として、各関節連結部15に搭載された動滑車51と該動滑車51をその自転軸周りに回転自在に支承する軸受部52とから構成される動力伝達可動機構53と、各膝関節機構5の第1リンク21と、ワイヤ32の走行動作を制御するためのアクチュエータ装置54とを備える。以降の説明では、外側関節連結部15に搭載された動滑車51を外側動滑車51、内側関節連結部15に搭載された動滑車51を内側動滑車51ということがある。

10

【0160】

なお、アクチュエータ装置54は、本発明における制御機構に相当する。

【0161】

外側動滑車51は、これを支承する軸受部52と共に、外側膝関節機構5の第1リンク21に対して接近又は離反する方向（図5の矢印Y1の方向）に並進移動し得るように、外側関節連結部15の内部に收容されている。同様に、内側動滑車51は、これを支承する軸受部52と共に、内側膝関節機構5の第1リンク21に対して接近又は離反する方向（図5の矢印Y2の方向）に並進移動し得るように、内側関節連結部15の内部に收容されている。

20

【0162】

なお、各動滑車51及び軸受部52の可動方向は、例えば、該動滑車51及び軸受部52が收容された関節連結部15の内壁面によって規制される。

【0163】

そして、各動滑車51用の軸受部52は、大腿部フレーム2に対する下腿部フレーム3の相対変位運動（屈伸動作）に連動して変位する（並進移動する）ように、長尺部材の一例としてのワイヤ55を介して膝関節機構5の第1リンク21に連結されている。

【0164】

この場合、本実施形態では、第1リンク21は、その外周部（換言すれば、関節軸21aと間隔（モーメントアーム長）を有する部分）がプーリの外周部として機能するように形成されている。そして、ワイヤ55の第1リンク21側の一端部が、該第1リンク21の外周部に固定されている。また、ワイヤ55の他端部が、軸受部52に係止又は固定されている。

30

【0165】

これにより、大腿部フレーム2に対する下腿部フレーム3の相対変位運動（脚リンク機構7の屈伸動作）に伴って、各膝関節機構5の第1リンク21が、大腿部フレーム2に対して関節軸21aの軸心周りに回転することで、該第1リンク21でのワイヤ55の巻き取り量が増減するようになっている。

【0166】

ひいては、外側及び内側のそれぞれにおいて、大腿部フレーム2に対する下腿部フレーム3の相対変位運動に伴って、動滑車51及び軸受部52が、膝関節機構5の第1リンク21に対して接近又は離反するように並進移動することとなる。この場合、本実施形態では、大腿部フレーム2に対する下腿部フレーム3の屈曲度合いの増加に伴い、第1リンク21でのワイヤ55の巻き取り量が増加し、ひいては、動滑車51が該第1リンク21に接近するように並進移動する。

40

【0167】

外側及び内側のそれぞれにおいて、各弾性構造体31からチューブ45を通して関節連結部15の内部に導入されたワイヤ32の他端側導出部分は、図5に示す如く、該関節連結部15に收容された動滑車51の外周（膝関節機構5の第1リンク21寄りの外周）に巻き掛けられている。

【0168】

50

そして、外側動滑車 5 1 の外周に巻き掛けられたワイヤ 3 2 の他端側導出部分は、該外側動滑車 5 1 の外周を経由した後、外側関節連結部 1 5 の隔壁部 1 5 a に形成された孔を通して、第 1 要素フレーム 1 2 のうちの外側関節連結部 1 5 の上側部分の内部に導入されている。

【 0 1 6 9 】

同様に、内側動滑車 5 1 の外周に巻き掛けられたワイヤ 3 2 の他端側導出部分は、該内側動滑車 5 1 の外周を経由した後、内側関節連結部 1 5 の隔壁部 1 5 a に形成された孔を通して、第 2 要素フレーム 1 3 のうちの内側関節連結部 1 5 の上側部分の内部に導入されている。

【 0 1 7 0 】

さらに、第 1 要素フレーム 1 2 側のワイヤ 3 2 の他端側導出部分と、第 2 要素フレーム 1 3 側のワイヤ 3 2 の他端側導出部分とは、第 1 要素フレーム 1 2 側のチューブ 5 6 の内部と第 2 要素フレーム 1 3 側のチューブ 5 6 の内部とをそれぞれを通してアクチュエータ装置 5 4 の筐体 6 1 に至り、該筐体 6 1 に形成された孔を介して該筐体 6 1 の内部に導入されている。

【 0 1 7 1 】

この場合、第 1 要素フレーム 1 2 側のチューブ 5 6 は、外側関節連結部 1 5 から第 1 要素フレーム 1 2 の延在方向に沿って基部 1 1 に至り、さらに該基部 1 1 から大腿部フレーム 2 の外部の空間を通して筐体 6 1 に至るように配設されている。

【 0 1 7 2 】

また、第 2 要素フレーム 1 3 側のチューブ 5 6 は、内側関節連結部 1 5 から第 2 要素フレーム 1 3 の延在方向に沿って基部 1 1 に至り、さらに該基部 1 1 から大腿部フレーム 2 の外部の空間を通して筐体 6 1 に至るように配設されている。

【 0 1 7 3 】

そして、各チューブ 5 6 の一端が、関節連結部 1 5 の隔壁部 1 5 a の所定部位に当接（もしくは固定）され、該チューブ 5 6 の他端が筐体 6 1 の外壁の所定部位に当接（もしくは固定）されている。

【 0 1 7 4 】

ここで、上記各チューブ 5 6 は、ある程度撓み得るように、曲げ荷重に対する剛性が比較的低いと共に、該チューブ 5 6 の長手方向での圧縮荷重に対する剛性が比較的高い（伸縮し難い）ものとなるように構成されている。該チューブ 5 6 としては、例えば自転車のブレーキチューブと同じ構成のもの（密に巻いた金属コイルの周りを樹脂で覆った構造のチューブ）を採用し得る。

【 0 1 7 5 】

補足すると、本実施形態では、動滑車 5 1 の外周部のうち、該動滑車 5 1 とワイヤ 3 2 との接触部分の両端部がそれぞれ本発明における第 1 係合部、第 2 係合部に相当する。また、各動滑車 5 1 用の軸受部 5 2 が本発明における関節連動変位部に相当する。

【 0 1 7 6 】

図 7 を参照して、本実施形態では、外側弾性構造体 3 1 及び内側弾性構造体 3 1 のそれぞれから筐体 6 1 に至るワイヤ 3 2、3 2 の他端側導出部分は、筐体 6 1 内で繋がっている。すなわち、これらのワイヤ 3 2、3 2 は、1 本のワイヤにより構成されている。

【 0 1 7 7 】

そして、アクチュエータ装置 5 4 は、筐体 6 1 内に、ワイヤ 3 2 が外周に巻き掛けられた動滑車 6 2 と、該動滑車 6 2 をその自転軸の周りの回転自在に支承する軸受部 6 3 と、軸受部 6 3 にワイヤ 6 4 を介して連結されたプーリ 6 5 と、該プーリ 6 5 を回転駆動可能な電動モータ 6 6 と、電動モータ 6 6 の運転制御を行う制御装置 6 7 とを備える。また、図示は省略するが、筐体 6 1 には、電動モータ 6 6 及び制御装置 6 7 の電源（電池等）も搭載される。ただし、制御装置 6 7 あるいは電源を、アクチュエータ装置 5 4 の筐体 6 1 とは別の箇所に配置することも可能である。

【 0 1 7 8 】

なお、図 7 では、補助対象者 P の左脚及び右脚のいずれか一方に装着される 1 つの脚リンク機構 7 用のアクチュエータ装置 5 4 だけを記載している。筐体 6 1 は、補助対象者の左脚に装着される脚リンク機構 7 用のアクチュエータ装置 5 4 と、右脚に装着される脚リンク機構 7 用のアクチュエータ装置 5 4 とで共用のもの、あるいは、各別のもののいずれであってもよい。

【 0 1 7 9 】

筐体 6 1 は、補助対象者 P の運動の邪魔にならないような箇所で補助対象者 P に装着される。例えば、図 1 又は図 2 に示すように、筐体 6 1 は、補助対象者 P の上体とほぼ一体に動くように、該補助対象者 P の背面側で腰部の上側にベルト等（図示省略）を介して装着される。なお、筐体 6 1 は、例えば補助対象者 P の背中に装着したり、あるいは、腹部側で上体に装着することも可能である。

10

【 0 1 8 0 】

電動モータ 6 6 は、そのハウジング（電動モータ 6 6 のステータの固定部）が筐体 6 1 に固定されている。そして、電動モータ 6 6 の出力トルクをプーリ 6 5 に伝達し得るように、電動モータ 6 6 の出力軸に、図示を省略する減速機を介してプーリ 6 5 が接続されている。

【 0 1 8 1 】

プーリ 6 5 の外周にワイヤ 6 4 の一端が固定されている。そして、ワイヤ 6 4 の他端は、動滑車 6 2 を支承する軸受部 6 3 に固定又は係止されている。

【 0 1 8 2 】

20

そして、動滑車 6 2 及び軸受部 6 3 は、プーリ 6 5 でのワイヤ 6 4 の巻き取り量の変化に応じて、プーリ 6 5 に対して接近又は離反する方向に並進移動することが可能となっている。この場合、前記ワイヤ 3 2 は、動滑車 6 2 の外周のうちのプーリ 6 5 寄りの半円弧部分に巻き掛けられている。そして、プーリ 6 5 に動滑車 6 2 及び軸受部 6 3 が接近する方向は、ワイヤ 3 2 を筐体 6 1 内に引き込む方向、プーリ 6 5 から動滑車 6 2 及び軸受部 6 3 が離反する方向は、ワイヤ 3 2 を筐体 6 1 内から引出す方向となっている。

【 0 1 8 3 】

従って、ワイヤ 6 4 をプーリ 6 5 に巻き取る方向のトルクを電動モータ 6 6 からプーリ 6 5 に付与することで、ワイヤ 3 2 を筐体 6 1 内に引き込む方向の並進力がワイヤ 6 4 及び軸受部 6 3 を介して動滑車 6 2 に作用し、この並進力により、ワイヤ 3 2 に引っ張り力が作用して、該ワイヤ 3 2 に張力が付与されることとなる。

30

【 0 1 8 4 】

電動モータ 6 6 の運転制御を行う制御装置 6 7 は、CPU、RAM、ROM、インターフェース回路等を含む電子回路ユニットにより構成される。なお、制御装置 6 7 は、相互に通信可能な複数の電子回路ユニットにより構成されていてもよい。

【 0 1 8 5 】

本実施形態では、制御装置 6 7 には、プーリ 6 5 の回転角度に応じた信号を出力する回転センサ 7 1 と、補助対象者 P の脚に装着された脚リンク機構 7 が接地状態であるか否か（該脚リンク機構 7 を装着した補助対象者 P の脚が支持脚となっている状態であるか、遊脚となっている状態であるか）に応じた信号を出力する接地センサ 7 2 とからそれぞれの検出信号が入力される。

40

【 0 1 8 6 】

上記回転センサ 7 1 は、例えばプーリ 6 5 もしくは電動モータ 6 6 等に組み付けられるロータリエンコーダ、ポテンショメータ等により構成され得る。また、上記接地センサ 7 2 は、例えば足部フレーム 4 と補助対象者 P の足裏との間の圧力を検出するように足部フレーム 4 に組み付けられる力センサ等により構成され得る。

【 0 1 8 7 】

そして、制御装置 6 7 は、回転センサ 7 1 及び接地センサ 7 2 の検出信号を監視しつつ、あらかじめ実装されたプログラムを実行することで、電動モータ 6 6 の運転制御を行う。

50

【 0 1 8 8 】

次に、本実施形態の運動補助装置 1 の作動を説明する。

【 0 1 8 9 】

補助対象者 P の各脚に図 1 又は図 2 に示す如く、脚リンク機構 7 を装着した状態で制御装置 6 7 が起動される。

【 0 1 9 0 】

制御装置 6 7 は、各脚リンク機構 7 毎に、回転センサ 7 1 及び接地センサ 7 2 の検出信号に応じて、次のように電動モータ 6 6 の運転制御を行う。

【 0 1 9 1 】

制御装置 6 7 は、接地センサ 7 2 の検出信号が、脚リンク機構 7 が接地状態でないことを示す信号である場合、すなわち、該脚リンク機構 7 が装着された脚が遊脚となっている場合（ひいては、足部フレーム 4 が空中移動中である場合）には、プーリ 6 5 に、ワイヤ 3 2 に弛みが生じるのを防止し得る程度の小さなトルク（例えば所定値のトルク）を付与するように、該電動モータ 6 6 の出力トルクを制御する。

10

【 0 1 9 2 】

この場合、脚リンク機構 7 を装着した脚の屈伸動作に伴い、膝関節機構 5 での脚リンク機構 7 の屈伸動作が行われると、その屈伸動作に応じて、各関節連結部 1 5 内の動滑車 5 1 が回転しつつ、軸受部 5 2 と共に変位（並進移動）する。そして、この動滑車 5 1 及び軸受部 5 2 の変位に応じて、アクチュエータ装置 5 4 のプーリ 6 5 が回転しつつ、外側弾性構造体 3 1 からのワイヤ 3 2 の他端側導出部分と、内側弾性構造体 3 1 からのワイヤ 3 2 の他端側導出部分とが、それぞれ、第 1 要素フレーム 1 2 及び第 2 要素フレーム 1 3 のそれぞれに対して走行する。

20

【 0 1 9 3 】

このように動滑車 5 1 の変位に応じて、アクチュエータ装置 5 4 のプーリ 6 5 が回転する状況では、各弾性構造体 3 1 には、実質的に圧縮荷重が作用せず、ひいては、各膝関節機構 5 に弾性構造体 3 1 の弾性力は実質的に作用しない状態となる。

【 0 1 9 4 】

従って、補助対象者 P は、遊脚としての脚を、脚リンク機構 7 を装着していない状態での通常の動作と同様に動かすことができる。

【 0 1 9 5 】

30

一方、接地センサ 7 2 の検出信号が、脚リンク機構 7 が接地状態であることを示す信号である場合、すなわち、該脚リンク機構 7 が装着された脚が支持脚となっている場合（ひいては、足部フレーム 4 が接地状態である場合）には、制御装置 6 7 は、回転センサ 7 1 の出力により示されるプーリ 6 5 の回転角度を一定に保持する（ひいては、プーリ 6 5 を回転停止状態に保持する）ように、回転センサ 7 1 の検出信号に応じて電動モータ 6 6 の出力トルクを制御する。

【 0 1 9 6 】

このように電動モータ 6 6 の出力トルクを制御した場合、筐体 6 1 内の動滑車 6 2 の軸受部 6 3 が該筐体 6 1 に対して係止された状態となる。この状態では、大腿部フレーム 2 に対する下腿部フレーム 3 の屈曲度合を増加させていくと（脚リンク機構 7 を伸展状態から膝関節機構 5 で屈曲させていくと）、各関節連結部 1 5 内の動滑車 5 1 が膝関節機構 5 の第 1 リンク 2 1 に接近する方向に変位（並進移動）する。

40

【 0 1 9 7 】

そして、このとき、各関節連結部 1 5 内の動滑車 5 1 の変位に伴い、各弾性構造体 3 1 からのワイヤ 3 2 の他端側導出部分が引っ張られることで、該弾性構造体 3 1 の上端部にワイヤ 3 2 から圧縮荷重が作用し、該弾性構造体 3 1 が圧縮される。同時に、ワイヤ 3 2 に付与される張力が、該弾性構造体 3 1 の圧縮により発生する弾性力に釣り合う張力に増加するように、電動モータ 6 6 の出力トルクが制御されることとなる。

【 0 1 9 8 】

これにより、各弾性構造体 3 1 の弾性力が、該弾性構造体 3 1 と同じ側（外側又は内側

50

）の膝関節機構 5 に、脚リンク機構 7 を伸展させる方向の関節動力として付与されることとなる。この場合、大腿部フレーム 2 及び下腿部フレーム 3 の間の屈曲度合いの増加に伴い、各弾性構造体 3 1 の圧縮量、ひいては弾性力が増加する。

【 0 1 9 9 】

このように、補助対象者 P の支持脚側の脚リンク機構 7 の膝関節機構 5 に弾性構造体 3 1 の弾性力による関節動力が付与されることによって、補助対象者 P の歩行動作、あるいは、立ち座り動作、あるいはしゃがみこみ動作、しゃがみこみ状態からの立ち上がり動作等における補助対象者 P の支持脚の負荷が軽減される。このため、脚力が低下した補助対象者 P 等の運動（脚を動かす運動）を補助することができる。

【 0 2 0 0 】

本実施形態の運動補助装置 1 では、一例として、図 9 のグラフに例示する如き動作特性が実現される。図 9 のグラフは、各膝関節機構 5 に付与される弾性構造体 3 1 の弾性力によって、補助対象者 P に作用する補助する（上体に対して上向きに作用する並進力）と、大腿部フレーム 2 及び下腿部フレーム 3 の間の屈曲度合い（屈曲角度）との関係の一例を示すグラフである。

【 0 2 0 1 】

この例では、大腿部フレーム 2 及び下腿部フレーム 3 の間の屈曲度合い（屈曲角度）が比較的小さい領域（脚リンク 7 の伸展状態に近い領域）では屈曲度合いの増加に伴い感度よく、弾性構造体 3 1 の弾性力による上記上向きの並進力が増加する。そして、当該屈曲度合いがある程度大きくなると、当該屈曲度合いの増加に伴い、弾性構造体 3 1 の弾性力による上記上向きの並進力が比較的緩やかに増加する。

【 0 2 0 2 】

なお、運動補助装置 1 の動作特性は図 9 に例示した特性に限らず、各弾性構造体 3 1 の弾性体の弾性特性の選定、各膝関節機構 5 における第 1 リンク 2 1 の外周部（ワイヤ 3 2 との係合部）の形状の設定等によって、種々様々な動作特性を実現できる。

【 0 2 0 3 】

また、本実施形態の運動補助装置 1 は、前記した如く構成されているので、以下に示す如き効果を奏することができる。

【 0 2 0 4 】

各弾性構造体 3 1 の弾性体 4 1 は、単泡性（独立気泡性）のゴムスポンジ等、密閉された多数の気室を有する構造のものであるので、各弾性構造体 3 1 を軽量なものとすることができる。

【 0 2 0 5 】

さらに、各弾性体 4 1 は、その素材による弾性力に加えて、弾性体 4 1 内の複数の気室の圧縮（体積の減少）による弾性力（詳しくは、各気室の体積の減少に応じて該気室内の気圧が増加することによって発生する弾性力）を発生する。従って、各弾性構造体 3 1 は、その軸心方向での圧縮によって、感度よく弾性力を増加させることができる。このため、各弾性構造体 3 1 は、小型なものであっても、比較的大きな弾性力を発生できる。

【 0 2 0 6 】

また、本実施形態では、弾性構造体 3 1 が、複数の弾性体 4 1 及び仕切り板 4 2 により、多層構造に形成されていると共に、張力を付与されたワイヤ 3 2 が弾性構造体 3 1 の貫通穴 4 3 に貫挿されているので、弾性構造体 3 1 の圧縮時に、弾性構造体 3 1 の全体が過剰に屈曲したり、あるいは、該弾性構造体 3 1 の重ね合わせ方向の局所毎に屈曲方向が異なるものとなるような異常屈曲状態が発生するのが防止される。

【 0 2 0 7 】

また、本実施形態では、弾性構造体 3 1 の各仕切り板 4 2 の貫通穴の横断面積の最小値は、各弾性体 4 1 の貫通穴の横断面積の最小値よりも小さい。このため、弾性構造体 3 1 が、大腿部フレーム 2 に湾曲した状態で搭載されることによって、ワイヤ 3 2 が弾性構造体 3 1 の貫通穴 4 3 の中心から偏心していたり、あるいは、弾性構造体 3 1 の圧縮時もしくは圧縮状態からの伸長時に、ワイヤ 3 2 が貫通穴 4 3 の中心から偏心しても、ワイヤ 3

10

20

30

40

50

2 が、各弾性体 4 1 の貫通穴の内周面に摺接するのが防止もしくは抑制される。ひいては、該弾性体 4 1 の貫通穴の内周面とワイヤ 3 2 との間の摩擦が発生するのを防止もしくは抑制できる。

【0208】

加えて、仕切り板 4 2 の貫通穴の内周面は、前記した如く湾曲されていると共に、摺動材により形成されているので、ワイヤ 3 2 が仕切り板 4 2 の貫通穴の内周面に摺接しても、該ワイヤ 3 2 と仕切り板 4 2 との間の摩擦力は小さなもので済む。

【0209】

さらに、互いに重ね合わされる弾性体 4 1 と仕切り板 4 2 とは、それらの接触面で互いに固定されているので、弾性構造体 3 1 の圧縮時又は圧縮状態からの伸長時に該接触面での摩擦が発生することが無い。

10

【0210】

このため、弾性構造体 3 1 の圧縮により蓄積される弾性エネルギー等が、摩擦による熱エネルギーとして消耗されてしまうのを極力防止できる。ひいては、エネルギー損失を少なくできる。また、弾性構造体 3 1 に蓄積される弾性エネルギーを、膝関節機構 5 に作用させる関節動力に効率よく変換することができる。

【0211】

また、各仕切り板 4 2 の貫通穴の周囲の内周寄り部分は肉厚部分 4 2 a となっており、共に、該肉厚部分 3 2 a の内側の貫通穴の内周面は、前記した如く湾曲されている。このため、弾性構造体 3 1 の圧縮時又は圧縮状態からの伸長時に、ワイヤ 3 2 が仕切り板 4 2 の貫通穴の内周面に接触しても、その接触圧が該仕切り板 3 2 の貫通穴の長手方向に分散される。ひいては、ワイヤ 3 2 と仕切り板 4 2 との接触圧が該ワイヤ 3 2 又は仕切り板 4 2 の局所に集中するのが防止される。その結果、該ワイヤ 3 2 の断線、損傷等が生じるのを防止して、該ワイヤ 3 2 等の耐久性を高めることができることとなる。

20

【0212】

また、本実施形態では、各大腿部フレーム 2 は、その基体のフレームが、補助対象者 P の腰部の片側に配置される基部 1 1 から補助対象者 P の大腿部の外側に沿って膝の外側に至る第 1 要素フレーム 1 2 と、基部 1 1 から大腿部の前面側を斜行して膝の内側に至る第 2 要素フレーム 1 3 とから構成されている。

【0213】

30

このため、補助対象者 P の脚の付け根寄りの箇所の内側にフレームが無い場合、補助対象者 P の右脚用の脚リンク機構 7 の大腿部フレーム 2 と、左脚用の脚リンク機構 7 の大腿部フレーム 2 とが、両脚の大腿部の内側で互いに干渉してしまうようなことを回避できる。

【0214】

また、大腿部フレーム 2 の第 1 要素フレーム 1 2 はほぼ上下方向に延在し、第 2 要素フレーム 1 3 は、基部 1 1 から斜め下向きに斜行するので、大腿部フレーム 2 は、ピッチ方向での曲げ剛性が比較的高いものとすることができる。このため、補助対象者 P の脚の屈曲時に、補助対象者 P の上体を押し上げる力を身体支持部材 1 4 を介して効果的に補助対象者 P に作用させることができる。

40

【0215】

また、大腿部フレーム 2 の第 1 要素フレーム 1 2 と第 2 要素フレーム 1 3 とは、それらの下部側の間隔を変化させるように撓ませることを比較的容易に行い得る。このため、幅広い範囲の太さの大腿部に対して、大腿部フレーム 2 をフィッティングさせることができると共に、補助対象者 P に拘束感を及ぼすのを極力回避できる。

【0216】

また、大腿部フレーム 2 の第 2 要素フレーム 1 3 が大腿部の前面側において、該大腿部の外側から内側に向かって斜め下向きに斜行している。加えて、該第 2 要素フレーム 1 3 は、滑らかに湾曲している。

【0217】

50

このため、例えば、補助対象者 P が椅子等に腰掛けた状態で、該補助対象者 P は、該第 2 要素フレーム 13 の上部側から下部側までの各部を、自身の腕等の自然な姿勢をとりつつ把持しやすい。さらには、その把持状態で補助対象者 P は、第 2 要素フレーム 13 に対して無理なく力を及ぼしやすい。ひいては、補助対象者 P が、脚リンク機構 7 の脱着作業を行い易い。

【0218】

また、大腿部フレーム 2 の身体支持部材 14 は、基部 11 から第 2 要素フレーム 13 の下端部にかけて、大腿部の背面側で斜めに延在する。このため、補助対象者 P の脚（支持脚）の屈曲状態（弾性構造体 31 による弾性力が膝関節機構 5 に作用する状態）において、大腿部の下部側の箇所から上部側の箇所にかけて、該大腿部を背面側から身体支持部材 14 で支持することができる。

10

【0219】

特に、基部 11 は、補助対象者 P の脚の内側の付け根の高さ以上の高さに配置される部位であるので、該基部 11 から延在する身体支持部材 14 によって、補助対象者 P の大腿部だけでなく、股関節近辺の箇所、あるいは、坐骨近辺の箇所をも身体支持部材 14 によって支持することができる。

【0220】

このため、補助対象者 P の上体を押し上げる方向の並進力を、補助対象者 P の局所に偏らせないようにしつつ、該補助対象者 P に効果的に作用させることができる。

【0221】

20

また、大腿部フレーム 2 の上端部たる基部 11 が、補助対象者 P の脚の内側の付け根の高さ以上の高さに配置されると共に、補助対象者 P の腰骨よりも低い高さに配置されるので、補助対象者 P の脚の外旋時に、大腿部フレーム 2 の上端部が補助対象者 P の尻に押し付けられたり、あるいは、補助対象者 P の上体を横に曲げたときに、大腿部フレーム 2 の上端部が補助対象者 P の上体側面に当たるのを回避できる。

【0222】

また、本実施形態では、関節動力操作装置 8 は、各膝関節機構 5 に、弾性力構造体 31 が発生した弾性力を、該膝関節機構 5 の第 1 リンク 21 を介して付与する。この場合、各膝関節機構 5 は、前記した如く構成されているので、図 4 を参照して判るように、補助対象者 P が、各脚を伸展状態から最大限に屈曲させても、第 1 リンク 21 の、回転変位量は、比較的小さなもので済む。

30

【0223】

このため、各弾性構造体 31 の必要伸縮量が比較的小さなもので済む。ひいては、各弾性構造体 31 の配置のための必要スペースが小さく済むため、各弾性構造体 31 の配置の自由度が高まると共に、関節動力操作装置 8 を小型なものに構成できる。

【0224】

また、前記したように、補助対象者 P の脚の屈伸動作時に、該脚の大腿部と下腿部とのそれぞれに対する大腿部フレーム 2 及び下腿部フレーム 3 のそれぞれの相対変位がほとんど生じないため、その相対変位を考慮した余裕スペースをほとんど必要としない。このため、関節動力操作装置 8 を小型に構成できる。

40

【0225】

さらに、本実施形態の関節動力操作装置 8 では、動滑車 51 を介して膝関節機構 5 の第 1 リンク 21 に関節動力が付与される。この場合、各弾性構造体 31 の弾性力と、ワイヤ 32 に付与される張力との合力（弾性力のほぼ 2 倍の大きさの力）が、動滑車 51 の軸受部 52 と、ワイヤ 55 とを介して膝関節機構 5 の第 1 リンク 21 に付与されることとなる。

【0226】

このため、小型な弾性構造体 31 を使用しつつ、比較的大きな関節動力を膝関節機構 5 に付与することができる。

【0227】

50

また、本実施形態の関節動力操作装置 8 では、動滑車 5 1 を介して弾性構造体 3 1 の弾性力を膝関節機構 5 に伝達するため、弾性構造体 3 1 は、大腿フレーム 2 の一定の搭載箇所、伸縮動作を行うことができる。このため、弾性構造体 3 1 の搭載箇所の必要スペースが小さなもので済む。ひいては、該弾性構造体 3 1 を搭載する部位（大腿フレーム 2）を小型なものとすることができる。

【 0 2 2 8 】

[変形態様について]

本発明の実施形態は、前記実施形態で説明したものに限らず、種々様々な態様を採用し得る。以下に、いくつかの変形態様を説明する。

【 0 2 2 9 】

前記実施形態では、弾性構造体 3 1 の各弾性体 4 1 が円筒形状であるものを例示した。ただし、弾性構造体 3 1 の各弾性体 4 1 は、円筒形状に限らず、種々様々な形状のものを採用し得る。

【 0 2 3 0 】

また、弾性構造体 3 1 に、その重ね合わせ方向に延在するガイド筒を外挿し、該弾性構造体 3 1 の圧縮が、該ガイド筒の内周面に沿って行われるようにすることも可能である。

【 0 2 3 1 】

また、弾性構造体 3 1 の代わりに、例えばコイルばね等の通常の弾性部材を使用することも可能である。この場合、例えば、図 1 0 に例示するように、第 1 要素フレーム 1 2 又は第 2 要素フレーム 1 3 の内部で、コイルばね 8 1 の上端部を第 1 要素フレーム 1 2 又は第 2 要素フレーム 1 3 に固定もしくは係止し、該コイルばね 8 1 の下端部に連結したワイヤ 3 2（可撓性長尺部材）を、関節連結部 1 5 内の動滑車 5 1 に巻き掛ける構成等を採用し得る。

【 0 2 3 2 】

また、前記実施形態では、可撓性長尺部材としてワイヤ 3 2 を使用した。ただし、可撓性長尺部材は、ベルト状のもの、鎖状のものなどであってもよい。

【 0 2 3 3 】

また、関節動力操作装置 8 は、前記した構造のものに限られず、種々様々な態様を採用し得る。

【 0 2 3 4 】

例えば、関節動力操作装置 8 は、外側膝関節機構 5 及び内側膝関節機構 5 の一方にだけ関節動力を付与するように構成されていてもよい。

【 0 2 3 5 】

また、動滑車 5 1 及び軸受部 5 2 を有する動力伝達可動機構 5 3 の代わりに、差動機構を用いて構成される動力伝達可動機構を使用してもよい。例えば、図 1 1 に例示するように、第 1 ラック 1 0 1、第 2 ラック 1 0 2、及び歯車 1 0 3 と、歯車 1 0 3 の自転軸を回転自在に支承する軸受部 1 0 4 とを有する動力伝達可動機構 1 0 5 を使用してもよい。

【 0 2 3 6 】

この例では、動力伝達可動機構 1 0 5 は、大腿部フレーム 2 の各関節連結部 1 5 の内部に搭載されている。そして、第 1 ラック 1 0 1 及び第 2 ラック 1 0 2 は、互いに対向して配置されると共に、図示を省略するレールに沿って、互いに同方向にスライド自在に設けられている。なお、第 1 ラック 1 0 1 及び第 2 ラック 1 0 2 の可動範囲は、図示しないストッパ等により制限される。

【 0 2 3 7 】

そして、歯車 1 0 3 は、これらのラック 1 0 1、1 0 2 の間に配置されて、該ラック 1 0 1、1 0 2 に噛合されている。

【 0 2 3 8 】

さらに、第 1 ラック 1 0 1 には、弾性構造体 3 1 からチューブ 4 5 を通って関節連結部 1 5 の内部に導入されたワイヤ 3 2 a の端部が連結されている。なお、ワイヤ 3 2 a の第 1 ラック 1 0 1 と反対側の端部は、前記実施形態のものと同様に、弾性構造体 3 1 の一端

10

20

30

40

50

部（図 11 では、右端部）に係止されている。

【0239】

また、第 2 ラック 102 には、関節連結部 15 の内部からチューブ 56 を通ってアクチュエータ装置 54 の筐体 61 の内部に至るワイヤ 32b の端部が連結されている。なお、ワイヤ 32b は、アクチュエータ装置 54 の筐体 61 内で、前記実施形態のものと同様に、前記動滑車 62 に巻き掛けられている。また、ワイヤ 32a, 32b は、分離している。

【0240】

歯車 103 の軸受部 104 は、前記実施形態における動滑車 51 の軸受部 52 と同様に、ワイヤ 55 を介して膝関節機構 5 の第 1 リンク 21 の外周部に連結されている。

10

【0241】

補足すると、この例では、第 1 ラック 101 及び第 2 ラック 102 がそれぞれ本発明における第 1 係合部、第 2 係合部に相当する。また、歯車 103 の軸受部 104 が本発明における関節連動変位部に相当する。

【0242】

上記の如く構成された動力伝達可動機構 105 を使用した場合でも、アクチュエータ装置 54 の電動モータ 66 を前記実施形態と同様に制御することで、補助対象者 P の脚の接地状態で、各膝関節機構 5 に関節動力を付与することができる。

【0243】

この場合、電動モータ 66 に、ワイヤ 32a の弛みを解消する程度の小さい出力トルクを発生させた状態では、脚リンク機構 7 の屈伸動作時に、第 2 ラック 102 がスライドしつつ、歯車 103 及び軸受部 104 が並進移動する。

20

【0244】

また、電動モータ 66 を前記プーリ 65 を回転停止状態に維持するように制御した場合には、脚リンク機構 7 の屈伸動作時に、第 1 ラック 101 がスライドしつつ、歯車 103 及び軸受部 104 が並進移動する。

【0245】

また、前記実施形態又は変形態様では、各膝関節機構 5 の第 1 リンク 21 の外周部をプーリ状のものとして、該外周部に可撓性のワイヤ 55 を連結した。ただし、第 1 リンク 21 に動力を伝達する機構は、他の機構であってもよい。

30

【0246】

例えば図 12A に示すように、第 1 リンク 21 にアーム部 21x を形成し、このアーム部 21x に軸支したロッド 91 を介して第 1 リンク 21 に動力（並進力）を付与するようにしてもよい。この場合、ロッド 91 のアーム部 21x と反対側の端部は、例えば前記動滑車 51 の軸受部 52 あるいは歯車 103 の軸受部 104 に連結する構成を採用し得る。なお、この例では、アーム部 21x のロッド 91 との連結部が、本発明における第 1 リンクの外周部に相当するものとなる。また、ロッド 91 が本発明における長尺部材に相当する。

【0247】

あるいは、図 12B に示すように、第 1 リンク 21 の外周部にスプロケット 21y を形成し、このスプロケット 21y に噛み合わせたチェーン 92 を介して第 1 リンク 21 に動力（並進力）を付与するようにしてもよい。この場合、チェーン 92 のスプロケット 21y と反対側の端部は、例えば、前記動滑車 51 の軸受部 52 あるいは歯車 103 の軸受部 104 に連結する構成を採用し得る。前記ワイヤ 32 に連結したり、あるいは、前記動滑車 83 の軸受け部 84 に連結する構成を採用し得る。なお、この例では、スプロケット 21y が、本発明における第 1 リンクの外周部に相当するものとなる。また、チェーン 92 が本発明における長尺部材に相当する。

40

【0248】

また、前記実施形態では、動力伝達可動機構 53 及び弾性構造体 31 を大腿部フレーム 2 に搭載するものを示した。ただし、動力伝達可動機構 53 及び弾性構造体 31 は、大腿

50

部フレーム 2 以外の箇所に搭載することも可能である。

【 0 2 4 9 】

例えば、図 1 3 に例示する如く、動力伝達可動機構 5 3 及び弾性構造体 3 1 をアクチュエータ装置 5 4 の筐体 6 1 内に搭載することも可能である。この例では、弾性構造体 3 1 の端部（図 1 3 では左端部）が、筐体 6 1 に固定されている。なお、図 1 3 では、動力伝達可動機構 5 3 は、動滑車 5 1 を有するものであるが、前記ラック 1 0 1 , 1 0 2 等を有する動力伝達可動機構 1 0 5 であってもよい。

【 0 2 5 0 】

また、前記実施形態では、各膝関節機構 5 に脚リンク機構 7 の伸展方向の関節動力を作用させるようにしたが、該膝関節機構 5 に屈曲方向の関節動力を作用させ得るように、関節動力操作装置を構成することも可能である。

【 0 2 5 1 】

また、アクチュエータ装置 5 4 は、前記実施形態のものに限られない。例えば、電動モータ 6 6 の代わりに、プーリ 6 5 を回転不能に制動もしくはロックする状態と、当該制動状態もしくはロック状態を解除する状態とに切替え動作可能なブレーキ装置を備えてもよい。また、電動モータ 6 6 とプーリ 6 5 との間に、これらの間の動力伝達を遮断可能なクラッチ機構を介装してもよい。また、ワイヤ 3 2 又は 3 2 a , 3 2 b の弛みを防止するために、該ワイヤ 3 2 又は 3 2 a , 3 2 b に弱い張力を付与するプリテンション機構を電動モータ 6 6 もしくはブレーキ装置とは別に備えるようにしてもよい。

【 0 2 5 2 】

また、運動補助装置 1 の脚リンク機構 7 は前記の構造のものに限られない。例えば、脚リンク機構 7 の膝関節機構は、例えばピッチ軸方向の 1 軸周りの回転自由度を有する単軸構造の関節機構により構成されていてもよい。

【 0 2 5 3 】

また、例えば大腿部フレーム 2、下腿部フレーム 3、及び足部フレーム 4 は、前記実施形態のものと異なる構造のものであってもよい。

【 0 2 5 4 】

また、脚リンク機構 7 は、例えば膝の外側又内側の一方にだけ膝関節機構を有する構造のものであってもよい。

【 0 2 5 5 】

また、例えば脚リンク機構 7 の足首関節機構 6 及び足部フレーム 4 を省略し、下腿部フレーム 3 の下端部を足の足首にベルト等を介して拘束するように脚リンク機構が構成されていてもよい。

【 0 2 5 6 】

また、足首関節機構 6 は、例えば、フリージョイント等により構成されていてもよい。

【 0 2 5 7 】

また、大腿部フレーム 2 の基部 1 1 は、大腿部の上部の外側に配置されていてもよい。

【 0 2 5 8 】

また、脚リンク機構の構造は、例えば、図 1 4 及び図 1 5 に示すような構造を採用してもよい。

【 0 2 5 9 】

この例では、補助対象者 P の各脚毎の脚リンク機構 7 A は、大腿部フレーム 1 2 0 の構造だけが前記実施形態のものと相違する。この場合、大腿部フレーム 1 2 0 は、補助対象者 P の腰部の前面側の側面寄りの箇所（前後方向及び左右方向に対して概ね 4 5 deg の方向箇所）で各脚の上方に配置される基部 1 2 1 と、基部 1 2 1 から下方に二股状に延在する第 1 要素フレーム 1 2 2 及び第 2 要素フレーム 1 2 3 とを有する。

【 0 2 6 0 】

第 1 要素フレーム 1 2 2 は、補助対象者 P の脚の大腿部の前面側で、基部 1 2 1 から外側膝関節機構 5 に向かって斜め下方に延在し、その下端部（関節連結部 1 5）が外側膝関節機構 5 に連結されている。

【 0 2 6 1 】

また、第 2 要素フレーム 1 2 3 は、補助対象者 P の脚の大腿部の前面側で、基部 1 2 1 から内側膝関節機構 5 に向かって斜め下方に延在し、その下端部（関節連結部 1 5）が内側膝関節機構 5 に連結されている。

【 0 2 6 2 】

また、大腿部フレーム 1 2 0 は、補助対象者 P の脚の大腿部の背面側に配置される身体支持部材 1 2 4 を有する。この身体支持部材 1 2 4 は、基部 1 1 から補助対象者の臀部背面を経由して、第 2 要素フレーム 1 2 3 の下端部に至るように、該基部 1 1 と第 2 要素フレーム 1 2 3 の下端部との間に架け渡されている。

【 0 2 6 3 】

図 1 4 及び図 1 5 に示す脚リンク機構 7 A は、以上説明した以外構造は、前記実施形態の脚リンク機構 7 と同じである。

【 0 2 6 4 】

このような構造の脚リンク機構 7 A においても、大腿部フレーム 1 2 0 は、ピッチ方向の曲げ剛性が高いものとなる。そして、各膝関節機構 5 に前記実施形態と同様に関節動力を付与することで、補助対象者 P の上体を押し上げる方向の補助力を身体支持部材 1 2 4 を介して適切に補助対象者 P に作用させることができる。

【 0 2 6 5 】

なお、基部 1 2 1 が上記のように、補助対象者 P の前後方向及び左右方向に対して概ね 4 5 deg の方向箇所に配置されるので、補助対象者 P が、かがんだ時等に、補助対象者 P の腹部に該基部 1 2 1 が当たるのが回避される。

【 符号の説明 】

【 0 2 6 6 】

2, 1 2 0 ... 大腿部フレーム（第 1 部材）、3 ... 下腿部フレーム（第 2 部材）、5 ... 膝関節機構（関節機構）、8 ... 関節動力操作装置、2 1 ... 第 1 リンク、2 2 ... 第 2 リンク、2 1 a, 2 1 b, 2 2 a, 2 2 b ... 膝関節機構の関節軸、3 1 ... 弾性構造体、3 2 ... ワイヤ（第 1 可撓性長尺部材、第 2 可撓性長尺部材）、3 2 a ... 第 2 可撓性長尺部材、3 2 b ... 第 1 可撓性長尺部材、5 1 ... 動滑車、5 2 ... 軸受部（関節連動変位部）、5 3 ... 動力伝達可動機構、5 5 ... ワイヤ（長尺部材）、5 4 ... アクチュエータ装置（制御機構）、4 1 ... 弾性体、4 2 ... 仕切り板、4 3 ... 貫通穴、8 1 ... コイルばね（弾性構造体）、9 1 ... ロッド（長尺部材）、9 2 ... チェーン（長尺部材）、1 0 1 ... 第 1 ラック（第 1 係合部）、1 0 2 ... 第 2 ラック（第 2 係合部）、1 0 3 ... 歯車、1 0 4 ... 軸受部（関節連動変位部）、1 0 5 ... 動力伝達可動機構。

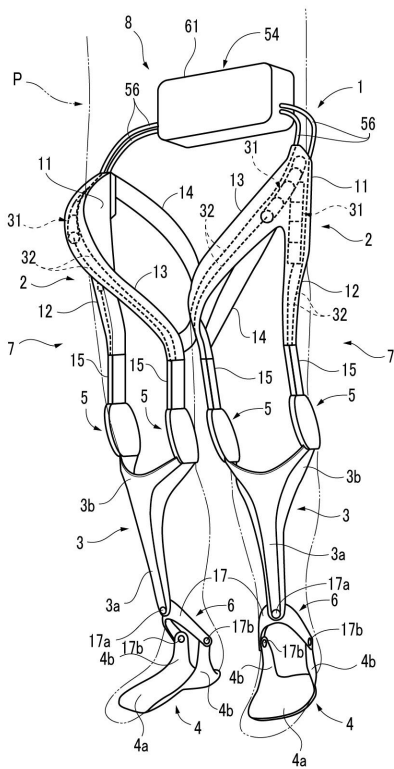
10

20

30

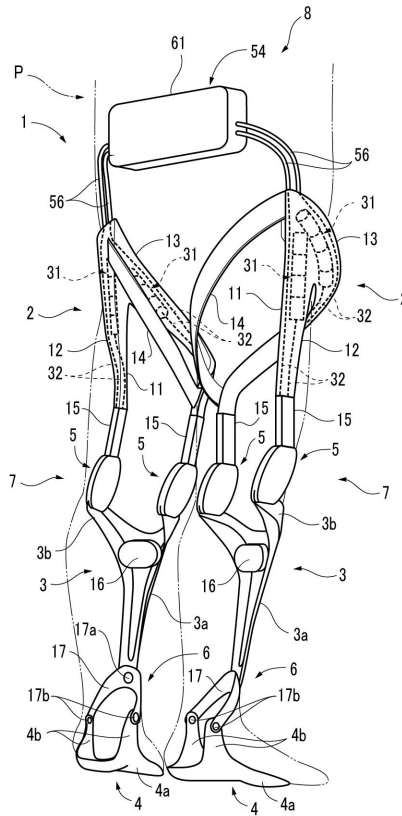
【図 1】

FIG.1



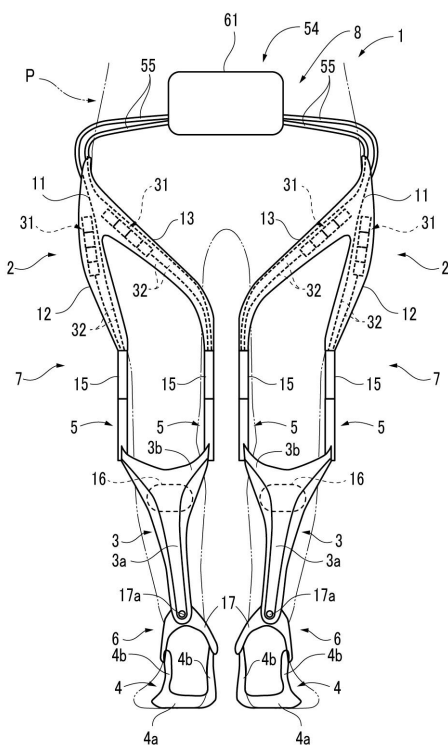
【図 2】

FIG.2



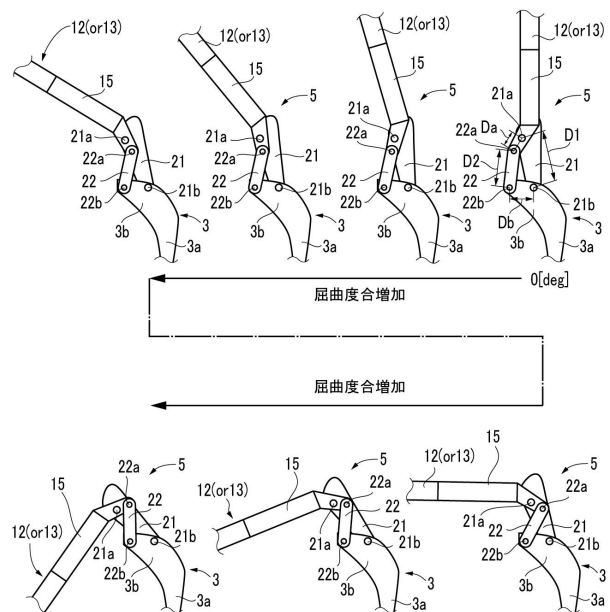
【図 3】

FIG.3

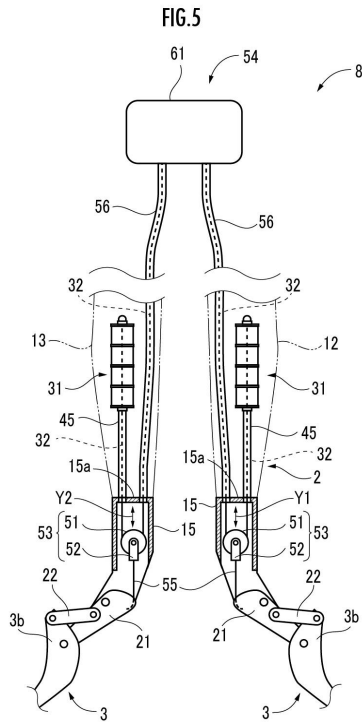


【図 4】

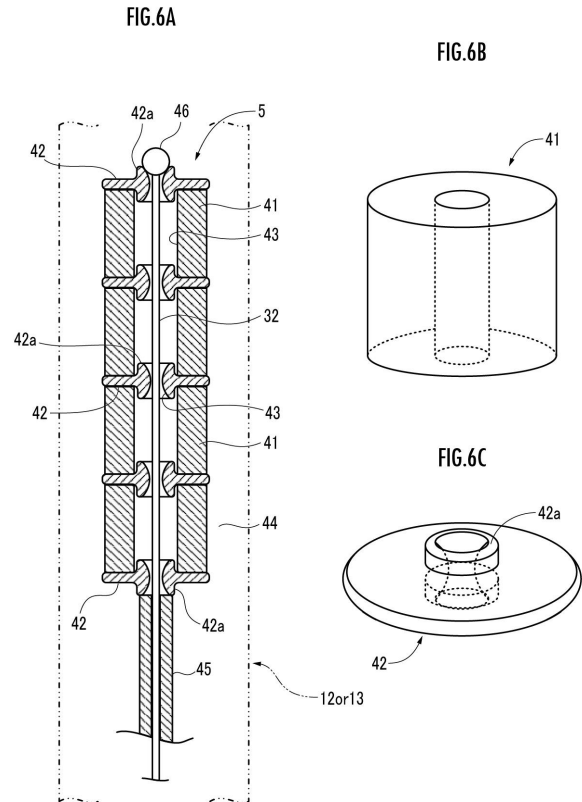
FIG.4



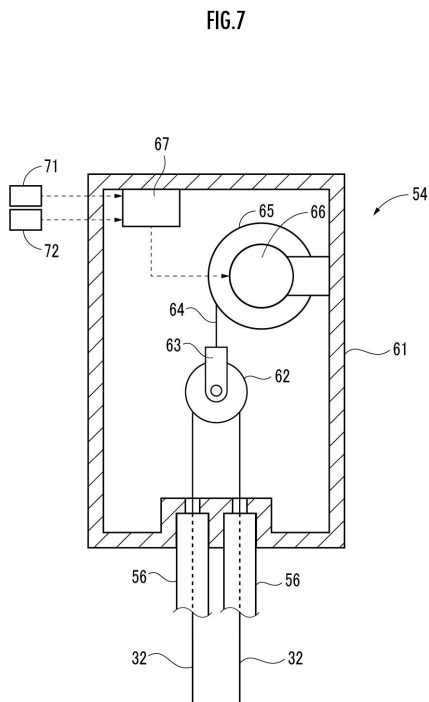
【図5】



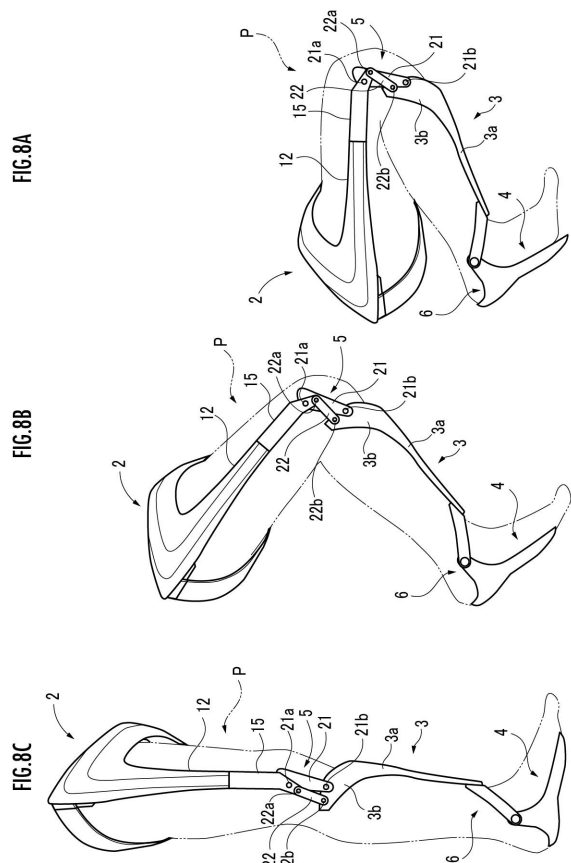
【図6】



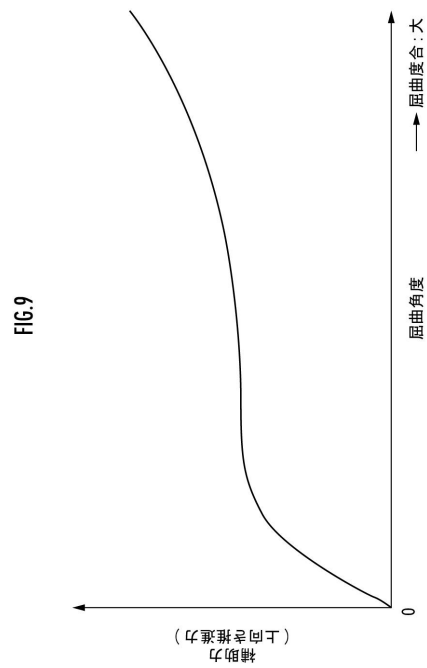
【図7】



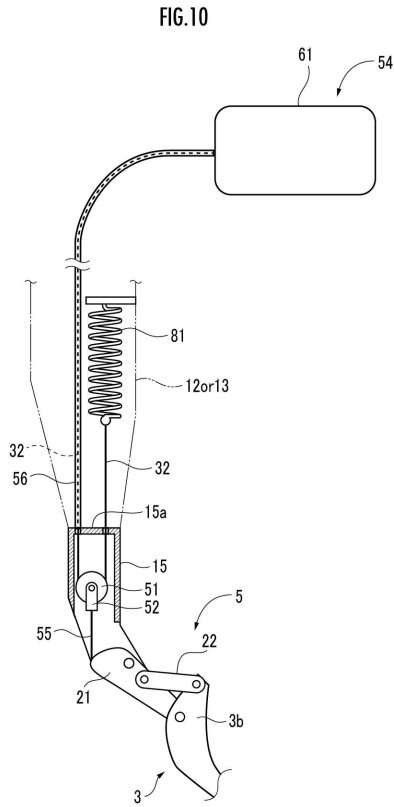
【図8】



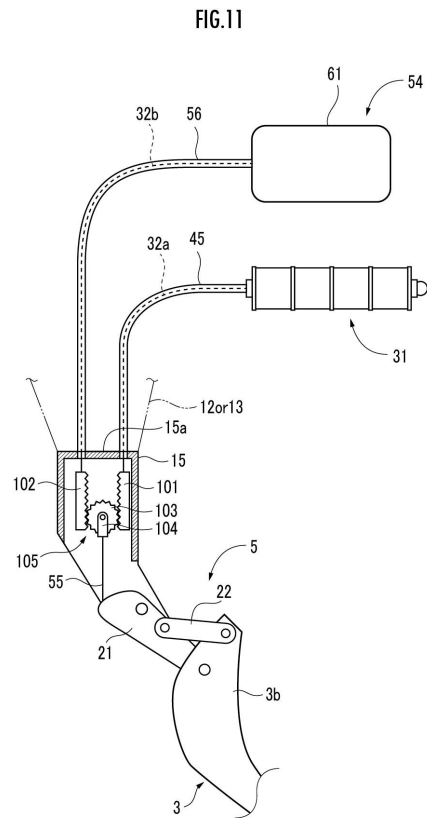
【図 9】



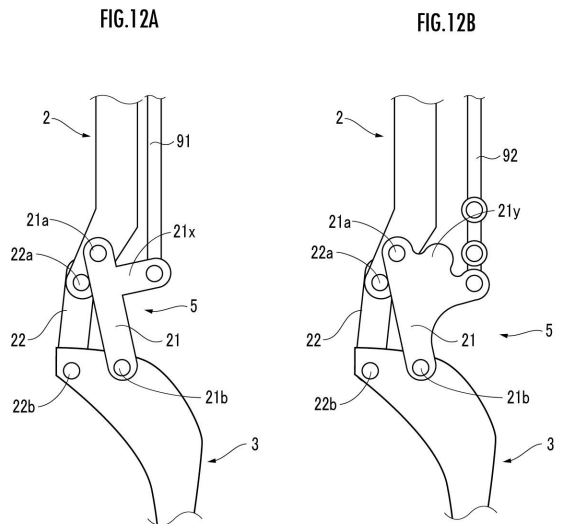
【図 10】



【図 11】



【図 12】



【 図 1 4 】

FIG.14

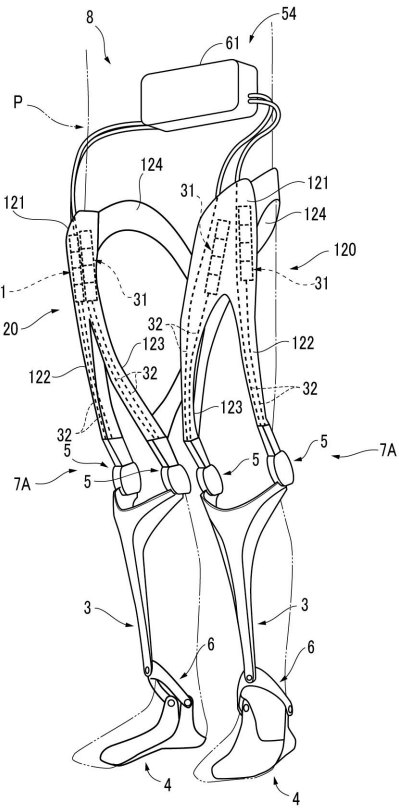
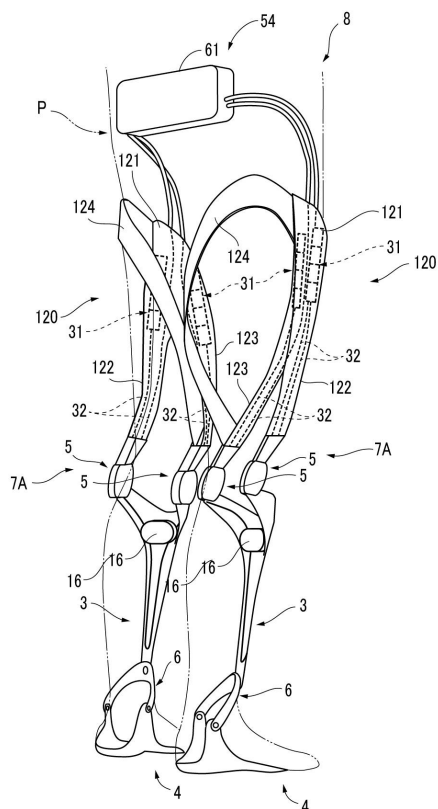


FIG.15



フロントページの続き

- (72)発明者 袖山 慶直
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
- (72)発明者 片桐 健一
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

審査官 村上 勝見

- (56)参考文献 特開2012-100983(JP,A)
特開2012-213543(JP,A)
特開2007-029633(JP,A)
特開昭59-115190(JP,A)
特開昭55-130657(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|---------|-----------|
| A 61 H | 3 / 0 0 |
| B 2 5 J | 1 1 / 0 0 |