

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6284879号
(P6284879)

(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.

A61H 3/00 (2006.01)
B25J 11/00 (2006.01)

F 1

A 61 H 3/00
B 25 J 11/00B
Z

請求項の数 15 (全 39 頁)

(21) 出願番号 特願2014-266598 (P2014-266598)
 (22) 出願日 平成26年12月26日 (2014.12.26)
 (65) 公開番号 特開2016-123620 (P2016-123620A)
 (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 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 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】運動補助装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

大腿部フレーム及び下腿部フレームと、該大腿部フレーム及び下腿部フレームを屈伸自在に連結する膝関節機構と、該膝関節機構に付与する動力である関節動力を発生する関節動力発生装置とを備え、前記大腿部フレーム及び下腿部フレームが、それぞれ補助対象者の脚の大腿部、下腿部と一緒に動くように該補助対象者に装着される運動補助装置であつて、

前記膝関節機構は、前記補助対象者の脚の膝の内側及び外側の両側に各々配置される2つの膝関節機構から成り、

前記大腿部フレームは、前記補助対象者の脚の大腿部の上部の外側又は該補助対象者の腰部の片側に配置される基部から二股状に延在し、該基部を前記膝の外側の関節機構と内側の関節機構とにそれぞれ連結する第1要素フレーム及び第2要素フレームと、前記第1要素フレーム又は前記基部と前記第2要素フレームとの間に架け渡された身体支持部材とを有し、

前記第1要素フレームは、前記基部から前記大腿部の外側側面に沿って該大腿部の長手方向に延在して、前記膝の外側の関節機構に至るよう構成され、

前記第2要素フレームは、前記基部から前記大腿部の前面側を通って前記膝の内側の関節機構に至り、且つ、該大腿部の正面側から見たとき、前記基部から前記膝の内側の関節機構に向かう方向で前記大腿部に対して斜行するよう構成され、

前記身体支持部材は、前記第1要素フレームの前記基部よりも下側の部分、又は前記基

10

20

部と、前記第2要素フレームの前記基部よりも下側の部分との間で、前記大腿部の背面に沿って延在して該背面に接するように構成されていることを特徴とする運動補助装置。

【請求項2】

請求項1記載の運動補助装置において、

前記第2要素フレームは、前記大腿部の前面側の曲面に沿って斜行するよう湾曲形状に形成されていることを特徴とする運動補助装置。

【請求項3】

請求項1又は2記載の運動補助装置において、

当該運動補助装置を装着した前記補助対象者が直立姿勢で起立した状態での前記大腿部フレームの基部が、前記補助対象者の脚の内側の付け根の高さ以上の高さに位置するよう10に、該大腿部フレームの第1要素フレーム及び第2要素フレームの上下方向の長さが設定されていることを特徴とする運動補助装置。

【請求項4】

請求項1～3のいずれか1項に記載の運動補助装置において、

当該運動補助装置を装着した前記補助対象者が直立姿勢で起立した状態での前記大腿部フレームの上端が、前記補助対象者の腰骨よりも低い高さに位置するよう、該大腿部フレームの上下方向の長さが設定されていることを特徴とする運動補助装置。

【請求項5】

請求項1～4のいずれか1項に記載の運動補助装置において、

前記大腿部フレームの基部は、前記補助対象者の腰部の片側に配置される部分であり、前記身体支持部材は、前記基部から前記第2要素フレームの下端部に向かう方向で前記大腿部に対し斜行するよう、前記基部と前記第2要素フレームの下端部との間に架け渡されれていることを特徴とする運動補助装置。20

【請求項6】

請求項1～5のいずれか1項に記載の運動補助装置において、

前記下腿部フレームは、前記補助対象者の脚の膝の外側と内側とで前記膝関節機構にそれぞれ連結される2つの部分a₁, a₂と、該部分a₁, a₂に連なって前記下腿部の脛骨粗面に對面するように配置される部分bとを有するように形成されており、該部分bに、前記下腿部の脛骨粗面に接する緩衝部材が装着されていることを特徴とする運動補助装置。30

【請求項7】

請求項1～6のいずれか1項に記載の運動補助装置において、

前記補助対象者の脚の足部を載せるように該足部の底側に配置される部分を有する板状の足部フレームと、該足部フレームを前記下腿部フレームの下端部に連結する足首関節機構とをさらに備えており、

前記下腿部フレームは、前記下腿部の前面側で該下腿部の長手方向に延在するように構成され、

前記足首関節機構は、前記下腿部フレームに対して前記足部フレームをロール方向に相対回転させる関節軸を前記補助対象者の足部の甲の上側に有すると共に、前記下腿部フレームに対して前記足部フレームをピッチ方向に相対回転させる関節軸を前記補助対象者の脚の踝の両側に有するように構成されていることを特徴とする運動補助装置。40

【請求項8】

請求項7記載の運動補助装置において、

前記下腿部フレームに対する前記足部フレームのヨー方向の相対回転は、前記下腿部フレームの捩れによって実現されるように構成されていることを特徴とする運動補助装置。

【請求項9】

請求項7又は8記載の運動補助装置において、

前記足首関節機構は、前記補助対象者の足平部の甲の上側から該補助対象者の踝の両側に二股状に延在するように配置される連結部材を含み、該連結部材の両端部の間の中間部が、ロール軸方向の関節軸を介して前記下腿部フレームの下端部に連結され、該連結部材

の両端部がそれぞれピッチ軸方向の関節軸を介して前記足部フレームに連結されていることを特徴とする運動補助装置。

【請求項 10】

請求項 7 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の運動補助装置において、

前記足首関節機構のピッチ軸方向の関節軸は、前記足部フレームを水平面上に配置した状態で、前記補助対象者の踝の両側のうちの内側よりも外側の方が高くなるように該水平面に対して傾く方向の関節軸であることを特徴とする運動補助装置。

【請求項 11】

請求項 7 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の運動補助装置において、

前記足部フレームの、前記補助対象者の足平部の底面に配置される部分は、中敷き形状又は該中敷き形状の一部を切り出した形状に形成されていることを特徴とする運動補助装置。10

【請求項 12】

請求項 1 ~ 11 いずれか 1 項に記載の運動補助装置において、

前記補助対象者の膝の外側及び内側にそれぞれ配置される各膝関節機構は、前記大腿部フレームと前記下腿部フレームと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、前記大腿部フレームの第 1 要素フレーム及び第 2 要素フレームの一方である第 X 要素フレームの下端部と、前記下腿部フレームのうちの前記膝の外側及び内側にそれぞれ配置される部分 a 1 , a 2 の一方の部分 a x と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、前記大腿部フレームと前記下腿部フレームと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、前記大腿部フレームの前記第 X 要素フレームの下端部と前記下腿部フレームの前記部分 a x と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、20

ただし、

前記第 X 要素フレーム：前記膝の外側に配置される膝関節機構については、第 1 要素フレーム、前記膝の内側に配置される膝関節機構については、第 2 要素フレーム。

前記部分 a x : 前記膝の外側に配置される膝関節機構については、該膝の外側に配置される部分 a 1 、前記膝の内側に配置される膝関節機構については、該膝の内側に配置される部分 a 2 。

さらに、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運動補助装置。30

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。

【請求項 13】

請求項 1 ~ 12 いずれか 1 項に記載の運動補助装置において、

前記関節動力発生装置は、前記補助対象者の膝の両側の膝関節機構のうちの少なくとも一方の膝関節機構に、張力が付与される可撓性長尺部材を介して前記関節動力を付与するように構成されており、前記可撓性長尺部材は、前記大腿部フレームの第 1 要素フレーム及び第 2 要素フレームのうち、前記関節動力を付与する膝関節機構に連結された要素フレームに沿って延在するように配設されていることを特徴とする運動補助装置。40

【請求項 14】

請求項 12 記載の運動補助装置において、

前記補助対象者の膝の両側の膝関節機構のうちの少なくとも一方の膝関節機構の第 1 リンクの前記関節軸 C 1 a 側の部分の外周部に連結され、張力が付与された状態で該第 1 リンクが前記大腿部フレームと下腿部フレームとの間の屈折に伴い前記関節軸 C 1 a の周りの相対回転することに応じて走行する可撓性長尺部材が、前記第 1 要素フレーム及び第 2 要素フレームのうち、該第 1 リンクを有する膝関節機構に連結された要素フレームに沿っ50

て配設されており、

前記関節動力発生装置は、前記可撓性長尺部材が連結された前記第1リンクを有する膝関節機構に、該可撓性長尺部材を介して前記関節動力を付与するように構成されていることを特徴とする運動補助装置。

【請求項15】

請求項1～14のいずれか1項に記載の運動補助装置において、

前記関節動力発生装置は、前記補助対象者の膝の両側の膝関節機構のうちの少なくとも一方の膝関節機構に付与する前記関節動力としての弾性力を伸縮に応じて発生する弾性部材を含み、該弾性部材が、前記大腿部フレームの第1要素フレーム及び第2要素フレームのうち、該弾性部材の弾性力を付与する膝関節機構に連結された要素フレームに沿って伸縮するように該要素フレームの内部に収容されていることを特徴とする運動補助装置。10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、補助対象者に装着する運動補助装置に関する。

【背景技術】

【0002】

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。20

【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、大腿部フレーム及び下腿部フレームは、それぞれ、補助対象者の大腿部及び下腿部の周囲に巻き付けられるベルト等の帯状部材により該大腿部と下腿部とに各々装着される。

【0005】

このような構造の運動補助装置では、補助対象者の大腿部及び下腿部のそれぞれの周囲に巻き付ける帯状部材と、該大腿部及び下腿部のそれぞれとのフィッティング性を高めるために、一般には、該帯状部材を比較的軟質なものとせざるを得ない。

【0006】

しかるに、このように、大腿部及び下腿部のそれぞれの周囲に巻き付ける帯状部材を柔らかいものとすると、例えば、人の上体を持ち上げる方向の補助力を運動補助装置から補助対象者に作用させようとした場合（換言すれば、大腿部フレーム及び下腿部フレームを伸展させる方向の動力を両フレームの間の関節機構に作用させた場合）に、上記帯状部材が撓み過ぎてしまい、補助対象者に、適切な方向の補助力を作用させることができない状況が発生し易い。40

【0007】

また、上記帯状部材が、大腿部又は下腿部に食い込みやすいため、補助対象者に圧迫感、もしくは不快感を及ぼす虞がある。

【0008】

また、特許文献1に見られる運動補助装置は、大腿部フレーム及び下腿部フレームが、50

補助対象者の脚の外側にだけ配置される構造のものであるので、補助対象者に補助力を作用させた場合に、大腿部フレームあるいは下腿部フレームの湾曲が生じやすい。ひいては、補助対象者に作用する補助力の大きさが不十分なものとなったり、あるいは、該補助力の方向が不適切なものとなりやすい。

【0009】

さらには、大腿部フレームと下腿部フレームとの間の関節機構の位置が、補助対象者の膝関節に対して位置ずれを生じ易い。このため、大腿部フレームと下腿部フレームとの間の屈伸動作が、補助対象者の脚の屈伸動作に対して不整合なものとなって、補助対象者の脚の屈伸を円滑に行うことができなくなる虞がある。

【0010】

本発明はかかる背景に鑑みてなされたものであり、補助対象者に適切なフィッティング性で装着することができると共に、該補助対象者の脚の運動を補助する力を該補助対象者に適切に作用させることができるとする運動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】

【0011】

本発明の運動補助装置は、かかる目的を達成するために、大腿部フレーム及び下腿部フレームと、該大腿部フレーム及び下腿部フレームを屈伸自在に連結する膝関節機構と、該膝関節機構に付与する動力である関節動力を発生する関節動力発生装置とを備え、前記大腿部フレーム及び下腿部フレームが、それぞれ補助対象者の脚の大腿部、下腿部と一緒に動くように該補助対象者に装着される運動補助装置であって、

前記膝関節機構は、前記補助対象者の脚の膝の内側及び外側の両側に各々配置される2つの膝関節機構から成り、

前記大腿部フレームは、前記補助対象者の脚の大腿部の上部の外側又は該補助対象者の腰部の片側に配置される基部から二股状に延在し、該基部を前記膝の外側の関節機構と内側の関節機構とにそれぞれ連結する第1要素フレーム及び第2要素フレームと、前記第1要素フレーム又は前記基部と前記第2要素フレームとの間に架け渡された身体支持部材とを有し、

前記第1要素フレームは、前記基部から前記大腿部の外側側面に沿って該大腿部の長手方向に延在して、前記膝の外側の関節機構に至るように構成され、

前記第2要素フレームは、前記基部から前記大腿部の前面側を通って前記膝の内側の関節機構に至り、且つ、該大腿部の正面側から見たとき、前記基部から前記膝の内側の関節機構に向かう方向で前記大腿部に対して斜行するように構成され、

前記身体支持部材は、前記第1要素フレームの前記基部よりも下側の部分、又は前記基部と、前記第2要素フレームの前記基部よりも下側の部分との間で、前記大腿部の背面に沿って延在して該背面に接するように構成されていることを特徴とする(第1発明)。

【0012】

なお、本発明において、前記大腿部フレームの基部の配置箇所に関する「補助対象者の腰部の片側」というのは、補助対象者の左脚用の大腿部フレームについては、該補助対象者の腰部の左側を意味し、補助対象者の右脚用の大腿部フレームについては、該補助対象者の腰部の右側を意味する。

【0013】

また、大腿部フレームが補助対象者の脚の大腿部と「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、前記下腿部フレームが、補助対象者の脚の下腿部と「一体に動く」ということについても同様である。

【0014】

上記第1発明によれば、前記大腿部フレームが上記第1要素フレーム及び第2要素フレームを有するので、該大腿部フレームは、ピッチ方向の曲げ剛性(該大腿部フレームを装

10

20

30

40

50

着する補助対象者の大腿部の左右方向の軸周り方向での曲げ剛性)が高いものとなる。

【0015】

このため、前記大腿部フレーム及び下腿部フレームを装着した補助対象者の脚の屈伸時等において、前記膝関節機構に關節動力を付与しても、前記身体支持部材と補助対象者の脚の大腿部との接触状態の安定性が高いものとなる。ひいては、運動補助装置から補助対象者に所要の補助力を安定に伝達することが可能となる。

【0016】

例えば、前記大腿部フレーム及び下腿部フレームを装着した補助対象者の脚の接地状態(詳しくは、補助対象者に作用する重力に抗する反力を受けるように接地させた状態)において、該脚を屈曲させ状態にて大腿部フレーム及び下腿部フレームを伸展させる方向の關節動力を前記膝関節機構に付与した場合に、補助対象者の上体を押し上げる方向の並進力(上向きの並進力)、すなわち、補助対象者の脚を伸展させるための補助力を、高い安定性で運動補助装置から身体支持部材を介して補助対象者に作用させる可能となる。

10

【0017】

また、補助対象者の膝の内側の膝関節機構は、大腿部に対して斜行する前記第2要素フレームを介して前記基部に連結されているので、前記大腿部フレームは、膝の内側の膝関節機構から、大腿部の内側面に沿って該大腿部の付け根付近まで延在するようなフレームを持たない。このため、補助対象者の右側又は左側の脚用の大腿部フレームが、これと反対側(左側又は右側)の脚と擦れ合ったり、あるいは、当該反対側の脚用の大腿部フレームと干渉するのが回避される。

20

【0018】

さらに、大腿部フレームの第1要素フレーム及び第2要素フレームは、基部から二股状に延在するので、それらの下部の間の間隔がある程度変化するように撓むことが可能である。このため、該大腿部フレームを種々様々な太さの大腿部に対して、高いフィッティング性で装着させることが可能である。

【0019】

また、前記した如く、補助対象者の大腿部の背面に対する身体支持部材の接触状態の安定性が高いことから、補助対象者に異物の接触感を及ぼし難い。

【0020】

よって、上記第1発明によれば、補助対象者に適切なフィッティング性で装着することができると共に、該補助対象者の脚の運動を補助する力を該補助対象者に適切に作用させることができる。

30

【0021】

上記第1発明では、前記第2要素フレームは、前記大腿部の前面側の曲面に沿って斜行するように湾曲形状に形成されていることが好ましい(第2発明)。

【0022】

これによれば、補助対象者の大腿部に対する大腿部フレームのフィッティング性をより一層高めることができる。

【0023】

上記第1発明又は第2発明では、当該運動補助装置を装着した前記補助対象者が直立姿勢で起立した状態での前記大腿部フレームの基部が、前記補助対象者の脚の内側の付け根の高さ以上の高さに位置するように、該大腿部フレームの第1要素フレーム及び第2要素フレームの上下方向の長さが設定されていることが好ましい(第3発明)。

40

【0024】

これによれば、補助対象者の脚を例えれば股関節で外旋させたときに、該脚用の大腿部フレームの基部が補助対象者の尻に押し付けられ難くなる。

【0025】

上記第1～3発明では、当該運動補助装置を装着した前記補助対象者が直立姿勢で起立した状態での前記大腿部フレームの上端が、前記補助対象者の腰骨よりも低い高さに位置するように、該大腿部フレームの上下方向の長さが設定されていることが好ましい(第4

50

発明)。

【0026】

これによれば、補助対象者が上体を横に曲げたときに、該上体と大腿部フレームの上端とが干渉するのを防止できる。

【0027】

上記第1～第4発明では、前記大腿部フレームの基部は、前記補助対象者の腰部の片側に配置される部分であり、前記身体支持部材は、前記基部から前記第2要素フレームの下端部に向かう方向で前記大腿部に対して斜行するように、前記基部と前記第2要素フレームの下端部との間に架け渡されていることが好ましい(第5発明)。

【0028】

これによれば、前記身体支持部材が、補助対象者の大腿部の背面の下部側の箇所から上部側の箇所にかけて接触することとなるため、補助対象者に該身体支持部材を介して補助力を作用させるときに、該身体支持部材と大腿部との接触圧が分散する。このため、補助対象者への補助力の掛かり具合が、補助対象者の脚の屈曲度合に応じて変化してしまうようなことを防止できる。また、補助対象者が、身体支持部材から局所的な押圧感を受けるのを防止できる。

【0029】

特に、第3発明と第5発明とを組み合わせた場合には、身体支持部材により、補助対象者の股関節付近の箇所、あるいは、坐骨付近の箇所を支持することができる、補助対象者の上体を押し上げる方向の補助力を身体支持部材から好適に補助対象者に作用させることができ可能となる。

【0030】

上記第1～第5発明では、前記下腿部フレームは、前記補助対象者の脚の膝の外側と内側とで前記膝関節機構にそれぞれ連結される2つの部分a1, a2と、該部分a1, a2に連なって前記下腿部の脛骨粗面に対面するように配置される部分bとを有するように形成されている場合には、該部分bに、前記下腿部の脛骨粗面に接する緩衝部材が装着されていることが好ましい(第6発明)。

【0031】

これによれば、補助対象者が脚を屈曲させた時等において、下腿部フレームと補助対象者の下腿部との間の力伝達を適切に行いつつ、下腿部の脛骨粗面に下腿部フレームの上記部分bが直接的に当たるのを防止できる。

【0032】

上記第1～第6発明では、前記補助対象者の脚の足部を載せるように該足部の底側に配置される部分を有する板状の足部フレームと、該足部フレームを前記下腿部フレームの下端部に連結する足首関節機構とをさらに備える構成を採用し得る。この場合には、前記下腿部フレームは、前記下腿部の前面側で該下腿部の長手方向に延在するように構成され、前記足首関節機構は、前記下腿部フレームに対して前記足部フレームをロール方向に相対回転させる関節軸を前記補助対象者の足部の甲の上側に有すると共に、前記下腿部フレームに対して前記足部フレームをピッチ方向に相対回転させる関節軸を前記補助対象者の脚の踝の両側に有するように構成され得る(第7発明)。

【0033】

なお、本発明において、ロール方向、ピッチ方向、及びヨー方向は、それぞれ、運動補助装置を装着した補助対象者がほぼ直立姿勢で起立した状態での該補助対象者のロール軸周り方向、ピッチ軸周り方向、ヨー軸周り方向を意味する。この場合、ロール軸方向、ピッチ軸方向、ヨー軸方向は、それぞれ、当該補助対象者の前後方向、左右方向、上下方向を意味する。

【0034】

上記第7発明によれば、大腿部フレーム、下腿部フレーム及び足部フレームを装着した補助対象者の脚の接地時において、これらフレームの連結体(リンク機構)に作用する重力が補助対象者の脚に作用しないか、もしくは作用し難くすることができる。また、補助

10

20

30

40

50

対象者の上体を押し上げる補助力を発生させた場合に、該補助力の反作用が足部に作用することを防ぐことができる。さらに、補助対象者の足部を下腿部に対してピッチ方向又はロール方向に動かすことを容易に行うことができる。

【0035】

上記第7発明では、前記下腿部フレームに対する前記足部フレームのヨー方向の相対回転は、前記下腿部フレームの揃れによって実現されることが好ましい(第8発明)。

【0036】

これによれば、補助対象者は、脚の足部を下腿部に対して任意の姿勢に動かすことを容易に行うことができる。また、足首関節機構にヨー方の関節軸を備える必要が無いため、該足首関節機構を簡易な構成のものとすることができます。

10

【0037】

上記第7発明又は第8発明では、前記足首関節機構は、例えば、前記補助対象者の足平部の甲の上側から該補助対象者の踝の両側に二股状に延在するように配置される連結部材を含み、該連結部材の両端部の間の中間部が、ロール軸方向の関節軸を介して前記下腿部フレームの下端部に連結され、該連結部材の両端部がそれぞれピッチ軸方向の関節軸を介して前記足部フレームに連結されているという態様を採用し得る(第9発明)。

【0038】

これによれば、補助対象者の下腿部に対して足部を動かすことを容易に行い得る足首関節機構を極めて簡易な構成で実現できる。また、前記連結部材の両端部にピッチ軸方向の関節軸を有するので、下腿部フレームに対する足部フレームのロール方向の姿勢の安定性を高めることができる。

20

【0039】

上記第7～第9発明では、前記足首関節機構のピッチ軸方向の関節軸は、前記足部フレームを水平面上に配置した状態で、前記補助対象者の踝の両側のうちの内側よりも外側の方が高くなるように該水平面に対して傾く方向の関節軸であることが好ましい(第10発明)。

【0040】

この第10発明によれば、足首関節機構のピッチ軸方向の関節軸の軸線を、補助対象者の足部の底屈動作又は背屈動作における実際の回転中心軸の軸線に極力一致させるようになることができる。このため、補助対象者の足部の底屈動作又は背屈動作を行ったときに、補助対象者の足部の動きに対する足部フレームの動きの追従性を高めることができる。

30

【0041】

上記第7～第10発明では、前記足部フレームの、前記補助対象者の足平部の底面に配置される部分は、中敷き形状又は該中敷き形状の一部を切り出した形状に形成され得る(第11発明)。

【0042】

この第11発明によれば、補助対象者は、履物を装着するような感覚で足部フレームを自身の足部に装着することができると共に、該足部の着床あるいは離床を、運動補助装置を装着していない通常時を同様の感覚で行うことができる。

【0043】

40

補足すると、本発明の運動補助装置は、上記足部フレームを備えない構成であってもよい。この場合には、例えば前記下腿部フレームの下部を補助対象者の下腿部の下部にベルト等の適宜の拘束部材により拘束する構成を採用し得る。

【0044】

上記第1～第11発明では、各膝関節機構は、例えばピッチ軸方向の单一の関節軸を有する単軸構造の関節機構等、種々様々な構造のものを採用し得る。この場合、各膝関節機構の好ましい態様として次のような態様を採用できる。

【0045】

すなわち、前記補助対象者の膝の外側及び内側にそれぞれ配置される各膝関節機構は、前記大腿部フレームと前記下腿部フレームとのそれぞれに対してピッチ方向に相対回転し

50

得るよう、前記大腿部フレームの第1要素フレーム及び第2要素フレームの一方である第X要素フレームの下端部と、前記下腿部フレームのうちの前記膝の外側及び内側にそれぞれ配置される部分a₁, a₂の一方の部分axと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、前記大腿部フレームと前記下腿部フレームと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、前記大腿部フレームの前記第X要素フレームの下端部と前記下腿部フレームの前記部分axと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、

ただし、

前記第X要素フレーム：前記膝の外側に配置される膝関節機構については、第1要素フレーム、前記膝の内側に配置される膝関節機構については、第2要素フレーム。

10

【0046】

前記部分ax：前記膝の外側に配置される膝関節機構については、該膝の外側に配置される部分a₁、前記膝の内側に配置される膝関節機構については、該膝の内側に配置される部分a₂。

【0047】

さらに、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12発明)。

【0048】

条件(1)関節軸C₁bは関節軸C₂bよりも前側に位置する。

【0049】

条件(2)関節軸C₁aと関節軸C₁bとの間の間隔をD₁、関節軸C₂aと関節軸C₂bとの間の間隔をD₂、関節軸C₁aと関節軸C₂aとの間の間隔をD_a、関節軸C₁bと関節軸C₂bとの間の間隔をD_bと表記したとき、D₁>D_a、且つ、D₁+D_b>D₂+D_aである。

20

【0050】

上記第12発明によれば、大腿部フレームと下腿部フレームとの間の屈伸運動(膝関節機構の動作による大腿部フレーム及び下腿部フレームの相対変位運動)を、補助対象者の大腿部と下腿部との間の屈伸運動(補助対象者の膝関節の動作による大腿部及び下腿部の相対変位運動)とほぼ同じ形態で行うことが可能となる。

【0051】

30

このため、大腿部フレーム及び下腿部フレームを装着した補助対象者の脚の屈伸動作時に、大腿部フレーム及び下腿部フレームが、それぞれ補助対象者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。

【0052】

この結果、補助対象者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、各膝関節機構が、補助対象者の膝の前側に突き出てしまうようなことを防止することが可能となる。

【0053】

ひいては、補助対象者が膝まづくときに、膝関節機構が床に当たって邪魔になるようなことを防止することが可能となる。

40

【0054】

また、大腿部フレーム及び下腿部フレームのそれぞれの動きと、補助対象者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、大腿部フレーム又は下腿部フレームが、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。

【0055】

上記第1～第12発明では、前記関節動力発生装置は、種々様々な構成を採用し得る。例えば、前記関節動力発生装置は、前記補助対象者の膝の両側の膝関節機構のうちの少なくとも一方の膝関節機構に、張力が付与される可撓性長尺部材を介して前記関節動力を付与するように構成されており、前記可撓性長尺部材は、前記大腿部フレームの第1要素フ

50

レーム及び第2要素フレームのうち、前記関節動力を付与する膝関節機構に連結された要素フレームに沿って延在するように配設されているという態様を採用し得る（第13発明）。

【0056】

これによれば、膝関節機構に關節動力を付与するための可撓性長尺部材を該膝関節機構に連結された要素フレーム（第1要素フレーム又は第2要素フレーム）に沿って配設するため、該可撓性長尺部材を含めた關節動力発生装置の構成要素が、大腿部フレーム及び下腿部フレームの動きの邪魔になったり、あるいは、該大腿部フレーム及び下腿部フレームからずれた箇所で動くこととなるようなことを防止できる。

【0057】

また、前記大腿部フレームの第2要素フレームは、前記した通り、補助対象者の大腿部に対して斜行するように構成されている。このため、可撓性長尺部材を第2要素フレームに沿って延在させるためのチューブ等の案内路の屈曲角（あるいは可撓性長尺部材の屈曲角）の合計値（詳しくは、該案内路の曲率を、該案内路の全長にわたって、該案内路の長手方向に積分した値）が小さくなる。この結果、可撓性長尺部材と案内路との間の摩擦が軽減される。

10

【0058】

また、前記第12発明の運動補助装置では、前記補助対象者の膝の両側の膝関節機構のうちの少なくとも一方の膝関節機構の第1リンクの前記関節軸C1a側の部分の外周部に連結され、張力が付与された状態で該第1リンクが前記大腿部フレームと下腿部フレームとの間の屈折に伴い前記関節軸C1aの周りの相対回転することに応じて走行する可撓性長尺部材が、前記第1要素フレーム及び第2要素フレームのうち、該第1リンクを有する膝関節機構に連結された要素フレームに沿って配設されており、前記関節動力発生装置は、前記可撓性長尺部材が連結された前記第1リンクを有する膝関節機構に、該可撓性長尺部材を介して前記関節動力を付与するように構成されているという態様を採用し得る（第14発明）。

20

【0059】

なお、この第14発明において、「第1リンクの前記関節軸C1a側の部分の外周部」というのは、該1リンクのうち、関節軸C1aと間隔を有する部分（換言すれば、関節軸C1aに対してモーメントアーム長を有する部分）を意味する。

30

【0060】

ここで、前記第12発明における膝関節機構では、補助対象者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リンクの変位量の変化量が比較的小なもので済む。このため、第14発明では、前記可撓性長尺部材の必要走行量も比較的小なもので済む。その結果、関節動力発生装置の構成を小型なものとすることができる。また、第14発明においても、前記第13発明と同様の効果を奏すことができる。

【0061】

上記第1～第14発明では、前記関節動力発生装置は、前記補助対象者の膝の両側の膝関節機構のうちの少なくとも一方の膝関節機構に付与する前記関節動力としての弾性力を伸縮に応じて発生する弾性部材を含み、該弾性部材が、前記大腿部フレームの第1要素フレーム及び第2要素フレームのうち、該弾性部材の弾性力を付与する膝関節機構に連結された要素フレームに沿って伸縮するように該要素フレームの内部に収容されているという態様を採用し得る（第15発明）。

40

【0062】

これによれば、前記弾性部材を、前記要素フレーム（第1要素フレーム又は第2要素フレーム）に収容するので、該弾性部材が、大腿部フレーム及び下腿部フレームの動きの邪魔になったり、あるいは、該大腿部フレーム及び下腿部フレームからずれた箇所で動くこととなるようなことを防止できる。また、特に、第14発明と第15発明とを組み合わせた場合には、前記弾性部材の必要伸縮量が比較的小くて済むため、該弾性部材を小型に構成できると共に、該弾性部材を第1要素フレーム又は第2要素フレームに収容するスペ

50

ースを小さくできる。

【図面の簡単な説明】

【0063】

【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発生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。
10

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

【図8】図8A～図8C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】図5に示す関節動力発生装置の作動を説明するための図。

【図10】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11】実施形態における運動補助装置の関節動力発生装置の他の例の構成を示す図。

【図12】実施形態における運動補助装置の2つの膝関節機構の間隔を調整するための機構の例を示す図。
20

【図13】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14】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。

【発明を実施するための形態】

【0064】

本発明の一実施形態を図1～図10を参照して以下に説明する。

【0065】

図1～図3を参照して、本実施形態で例示する運動補助装置1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に装着される装置である。

【0066】

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発生する関節動力発生装置8とを備える。
30

【0067】

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。

【0068】

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。
40

【0069】

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。

【0070】

10

20

30

40

50

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。

【0071】

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。

【0072】

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。

10

【0073】

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。

【0074】

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。

20

【0075】

大腿部フレーム2は、その基体フレームとして、基部11から二股状に延設された第1要素フレーム12及び第2要素フレーム13を有する。これらの第1要素フレーム12及び第2要素フレーム13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。

【0076】

30

なお、第1要素フレーム12及び第2要素フレーム13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。

【0077】

第1要素フレーム12及び第2要素フレーム13の根元部たる基部11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11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11(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。

【0078】

40

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の大脚部フレーム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の大脚部フレーム2については、腰部の左側である。

【0079】

第1要素フレーム12は、基部11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12は、基部11から補助対象者Pの大脚部の外側面に沿って該大脚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。

【0080】

第2要素フレーム13は、基部11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13は、基部11から補助対象者Pの大脚部の前面側を通って(前

50

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 8 1 】

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 8 2 】

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。10

【 0 0 8 3 】

また、第 2 要素フレーム 1 3 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。

【 0 0 8 4 】

また、本実施形態では、第 1 要素フレーム 1 2 及び第 2 要素フレーム 1 3 は、後述の弾性構造体 3 1 等を収容し得るよう、中空に形成されている。

【 0 0 8 5 】

さらに、第 1 要素フレーム 1 2 及び第 2 要素フレーム 1 3 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 1 5 を有する。該関節連結部 1 5 は、第 1 要素フレーム 1 2 及び第 2 要素フレーム 1 3 のそれぞれの上側部分(関節連結部 1 5 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 1 2 及び第 2 要素フレーム 1 3 のそれぞれの下端部の関節連結部 1 5 , 1 5 は、互いにほぼ同方向(大腿部の長手方向)に延在している。20

【 0 0 8 6 】

そして、第 1 要素フレーム 1 2 及び第 2 要素フレーム 1 3 のそれぞれは、その下端部の関節連結部 1 5 を介して外側膝関節機構 5 及び内側膝関節機構 5 のそれに連結されている。

【 0 0 8 7 】

以降の説明では、第 1 要素フレーム 1 2 の下端部の関節連結部 1 5 を外側関節連結部 1 5 、第 2 要素フレーム 1 3 の下端部の関節連結部 1 5 を内側関節連結部 1 5 ということがある。

【 0 0 8 8 】

大腿部フレーム 2 はさらに、基部 1 1 と第 2 要素フレーム 1 3 の下部との間に架け渡された身体支持部材 1 4 を含む。この身体支持部材 1 4 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 1 4 は、第 2 要素フレーム 1 3 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。

【 0 0 8 9 】

具体的には、身体支持部材 1 4 は、補助対象者 P の大腿部の背面側から見たとき、基部 1 1 から第 2 要素フレーム 1 3 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 1 1 と第 2 要素フレーム 1 3 の下部との間に架け渡されている。そして、身体支持部材 1 4 の一端部は、基部 1 1 に結合され、他端部は、第 2 要素フレーム 1 3 の下部(図示例では内側関節連結部 1 5 よりも若干上側の部分)に結合されている。40

【 0 0 9 0 】

この場合、大腿部の長手方向に対する身体支持部材 1 4 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 1 3 の傾きと概ね同じである。

【0091】

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。

【0092】

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手方向に延在するように配置される基体部3aと、該基体部3a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3aと一緒に形成された二股部3bとを有する。10

【0093】

そして、二股部3bの一対の先端部のうち、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13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12に連結されている。

【0094】

基体部3aの上部（二股部3b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3a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3a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16が固着されている。従って、基体部3aの上部は、パッド16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。20

【0095】

補足すると、下腿部フレーム3の二股部3bの一対の先端部は、本発明における部分a1, a2に相当する。また、基体部3aの上部は、本発明における部分bに相当する。

【0096】

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4aを有する板状のフレームである。底板部4a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。30

【0097】

また、足部フレーム4は、底板部4aの踵寄りの部分の両側から起立する起立部4b, 4bを有し、該起立部4b, 4bが足首関節機構6を介して下腿部フレーム3の下端部（基体部3aの下端部）に連結されている。起立部4b, 4bは、補助対象者Pの足部を底板部4a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。

【0098】

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17を含む。このリンク部材17の中央部が、ロール軸方向の関節軸17aを介して下腿部フレーム3の下端部に連結されている。40

【0099】

そして、リンク部材17は、下腿部フレーム3に対して、関節軸17a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。

【0100】

関節軸17a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4a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17a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。

【0101】

リンク部材17の両端部のそれぞれは、ピッチ軸方向の関節軸17bを介して足部フレ50

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 1 0 2 】

なお、上記リンク部材 1 7 は、本発明における連結部材に相当する。この場合、該リンク部材 1 7 は、上記の如く配置されるので、補助対象者 P の足部の甲の上側から、補助対象者 P の踝の両側に二股状に延在するように配置されることとなる。

【 0 1 0 3 】

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 1 0 4 】

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、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 1 7 b , 1 7 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 1 7 b よりも外側の関節軸 1 7 b の方が若干低くなるように傾けられている。

【 0 1 0 5 】

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。

【 0 1 0 6 】

また、足首関節機構 6 のロール軸方向の関節軸 1 7 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 1 7 a に干渉するのが防止される。

【 0 1 0 7 】

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。

【 0 1 0 8 】

ただし、足首関節機構 6 は、ヨー軸方向の関節軸を備えるように構成されていてもよい。

【 0 1 0 9 】

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 1 1 0 】

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。

10

20

30

40

50

【0111】

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12)と、下腿部フレーム3(詳しくは、二股部3bの一対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21及び第2リンク22を有する。

【0112】

第1リンク21は、大腿部フレーム2の第1要素フレーム12の下端部の関節連結部15に關節軸21a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3bの外側先端部に關節軸21bを介して連結されている。關節軸21a, 21b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21は、大腿部フレーム2に対して、關節軸21a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、關節軸21b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。10

【0113】

第2リンク22は、大腿部フレーム2の第1要素フレーム12の下端部の関節連結部15に關節軸22a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3bの外側先端部に關節軸22bを介して連結されている。關節軸22a, 22bは、關節軸21a, 21b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22は、大腿部フレーム2に対して、關節軸22a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、關節軸22b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。

【0114】

第1リンク21の下腿部フレーム3側の關節軸21bと、第2リンク22の下腿部フレーム3側の關節軸22bとは、關節軸21bよりも關節軸22bが後側に位置するように配置されている。20

【0115】

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22の大腿部フレーム2側の關節軸22aは、第1リンク21の大腿部フレーム2側の關節軸21aよりも若干後ろ側に位置するようになっている。

【0116】

さらに、図4に示すように、第1リンク21及び第2リンク22の総計4つの關節軸21a, 21b, 22a, 22bのうち、關節軸21a, 21bの軸心間隔をD1、關節軸22a, 22bの軸心間隔をD2、關節軸21a, 22aの軸心間隔をDa、關節軸21b, 22bの軸心間隔をDbと表記すると、これらのD1, D2, Da, Dbは、次式(1a)~(1c)の関係が成立するよう設定されている。30

【0117】

$$\begin{aligned} D1 &> Da \quad \dots \dots (1a) \\ D1 + Db &> D2 + Da \quad \dots \dots (1b) \\ Da < Db &\quad \dots \dots (1c) \end{aligned}$$

なお、第1リンク21及び第2リンク22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。40

【0118】

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13の下端部の関節連結部15と、下腿部フレーム3の二股部3bの内側先端部とが、第1リンク21及び第2リンク22を介して連結される。

【0119】

この場合、内側膝関節機構5の第1リンク21は、第2要素フレーム13の下端部の関

節連結部 15 と、下腿部フレーム 3 の二股部 3b の内側先端部とにそれぞれ関節軸 21a, 21b を介して相対回転可能に軸支される。

【0120】

また、内側膝関節機構 5 の第 2 リンク 22 は、第 2 要素フレーム 13 の下端部の関節連結部 15 と、下腿部フレーム 3 の二股部 3b の内側先端部とにそれぞれ関節軸 22a, 22b を介して相対回転可能に軸支される。

【0121】

また、内側膝関節機構 5 における 4 つの関節軸 21a, 21b, 22a, 22b のそれぞれは、外側膝関節機構 5 における 4 つの関節軸 21a, 21b, 22a, 22b のそれと同軸心に配置される。

10

【0122】

ここで、各膝関節機構 5 における 4 つの関節軸 21a, 21b, 22a, 22b 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、下腿部と一緒に動くようにするために、各膝関節機構 5 の関節軸 21a, 21b, 22a, 22b 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。

【0123】

そこで、本実施形態では、各膝関節機構 5 の関節軸 21a, 21b, 22a, 22b 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 21a, 21b, 22a, 22b のそれぞれが、外側膝関節機構 5 の関節軸 21a, 21b, 22a, 22b のそ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。

20

【0124】

補足すると、各膝関節機構 5 の関節軸 21a, 21b, 22a, 22b は、それぞれ、本発明における前記関節軸 C1a, C1b, C2a, C2b に相当する。そして、各膝関節機構 5 の関節軸 21a, 21b, 22a, 22b は上記の如く配置されているので、本発明における前記条件（1）、（2）を満たすように関節軸 21a, 21b, 22a, 22b が配置されていることとなる。

30

【0125】

内側膝関節機構 5 及び外側膝関節機構 5 のそれは、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 21 及び第 2 リンク 22 が動く。

【0126】

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 21 の上側の関節軸 21a が、第 2 リンク 22 の関節軸 22a, 22b 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 21 及び第 2 リンク 22 が動く。

40

【0127】

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となる。

【0128】

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 13 と身体支持部材 14 との間に挿入し、さらに、該脚

50

の足首の踝が、足部フレーム4の一対の起立部4b, 4b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4a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。

【0129】

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。

【0130】

図8A～図8C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8A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8C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8Bは、図8Aの状態と図8Cの状態との間の途中での脚の屈曲状態を示している。

10

【0131】

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。

【0132】

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。

20

【0133】

その結果、図8A～図8C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。

【0134】

30

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。

【0135】

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のそれが大腿部及び下腿部のそ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のそれと、大腿部及び下腿部との間の擦れ感覚を及ぼしやすい。

【0136】

40

また、大腿部フレーム2及び下腿部フレーム3のそれが大腿部及び下腿部のそ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。

【0137】

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4a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4aに載せた状態で、該底板部4a及び足部に履物を履かせるという態様を採用する

50

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。

【0138】

次に、前記関節動力発生装置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に対応する関節動力発生装置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なぞらえて構成された2つの弾性構造体31, 31と、各弾性構造体31を貫通して配設される可撓性長尺部材32と、可撓性長尺部材32に可変的に張力を付与する張力付与機構33とを備える。

【0139】

なお、図5では、図示の便宜上、外側膝関節機構5及び内側膝関節機構5は、それぞれの関節軸を紙面に垂直な方向に向けた状態で記載されている。10

【0140】

可撓性長尺部材32は、本実施形態ではワイヤ（線状部材）であり、以降、ワイヤ32という。

【0141】

弾性構造体31, 31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31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31ということがある）である。これらの外側弾性構造体31及び内側弾性構造体31は同一構造のものである。その構造の一例を図6A、図6B及び図6Cを参照して説明する。20

【0142】

各弾性構造体31は、各弾性構造体31は、本発明における弾性部材に相当するものである。本実施形態では、各弾性構造体31は、複数の弾性体41と複数の仕切り板42とを交互に重ね合わせてなる多層構造のものである。そして、弾性体41と仕切り板42との重ね合わせ方向で該弾性構造体31を貫通する貫通穴43が該弾性構造体31の軸心部に形成されている。

【0143】

各弾性体41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ponジ等により、筒状に形成されている。この場合、各弾性体41の軸心方向が、弾性構造体31の重ね合わせ方向である。また、各弾性体41の貫通穴が、弾性構造体31の貫通穴43の一部を構成するものとなる。30

【0144】

そして、該弾性体41の最小幅（該弾性体41の軸心方向と直交する方向での該弾性体41の外形幅の最小値）は、弾性構造体31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。

【0145】

一例として、各弾性体41は、図6B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41の外径（直径）は、該弾性体41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41の外径が該弾性体41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41の外径を、弾性構造体31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41の最小幅が、弾性構造体31の重ね合わせ方向の全長よりも小さいものとなる。40

【0146】

各仕切り板42は、弾性体41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42の軸心方向（又は厚み方向）が、弾性構造体31の重ね合わせ方向である。また、各仕切り板42の貫通穴が、弾性構造体31の貫通穴43の一部を構成するものとなる。

【0147】

各仕切り板42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41の50

軸心方向の端面の全体もしくはほぼ全体を、該仕切り板42の軸心方向の端面（弾性体41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。

【0148】

一例として、各仕切り板42は、図6C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42の外径（直径）は、図6Aに示されるように、例えば円筒状の弾性体41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。

【0149】

また、本実施形態では、図6Cに例示するように、各仕切り板42の貫通穴の周囲の内周寄りの部分42aは、該部分42a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42a（以降、肉厚部分42aという）は、仕切り板42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42の肉厚部分42aは、該仕切り板42に重ね合わされる弾性体41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。

【0150】

例えば、弾性体41が円筒形状である場合、各仕切り板42の肉厚部分42aは、図6Cに示すように、該仕切り板42の軸心方向で見た外形状が、弾性体41の貫通穴の横断面形状（該弾性体41の軸心方向と直交する横断面での形状）の内側に收まる形状（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42aの最大幅（図示例では、直径）が、弾性体41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。

【0151】

さらに、本実施形態では、各仕切り板42の貫通穴の横断面積（該仕切り板42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41の貫通穴の横断面積（弾性体41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。

【0152】

ここで、本実施形態では、各仕切り板42の貫通穴の内周面は、図6C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。

【0153】

具体的には、仕切り板42の肉厚部分42a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42の貫通穴の横断面積が最小となり、且つ、仕切り板42の肉厚部分42aの両端のそれぞれに近いほど、該仕切り板42の貫通穴の横断面積が大きくなるように、該仕切り板42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42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。

【0154】

また、弾性体41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42の貫通穴の横断面積の最小値（仕切り板42の軸心方向の中間位置での横断面積）が、弾性体41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。

【0155】

また、該仕切り板42の貫通穴の内周面と前記ワイヤ32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。

【0156】

以上の如く構成された弾性体41と仕切り板42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31が構成されている。この場合、各仕切り板42の肉厚部分42aは、該仕切り板42に重なり合う弾性体41の貫通穴の端部に挿入される。そして、弾性構造体31の貫通穴43は、各弾性体41の貫通穴と各仕切り板42の貫通穴とが相互に連通してなる穴として形成される。

10

20

30

40

50

【0157】

また、互いに重なり合う弾性体41と仕切り板42との接触面（詳しくは、弾性体41の端面と、仕切り板42の肉厚部分42aの周囲の外周寄り部分（肉厚部分42a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42と弾性体41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42と弾性体41との一体成形によって行うことも可能である。

【0158】

本実施形態では、上記の如く構成された各弾性構造体31の貫通穴43にワイヤ32が貫挿され、該ワイヤ32に後述する如く張力が付与される。このように貫通穴43に貫挿されたワイヤ32に張力が付与された状態で、各弾性構造体31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31が、伸長方向の弾性力を発生する。該弾性力は、弾性構造体31の圧縮度合の増加に伴い、大きくなる。10

【0159】

本実施形態では、以上の如く構成された弾性構造体31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31と内側弾性構造体31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12の内部と、第2要素フレーム13の内部とにそれぞれ収容されている。

【0160】

この場合、各弾性構造体31は、各弾性体41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12又は第2要素フレーム13における各弾性構造体31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31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31が、図1又は図2に例示する如く、第2要素フレーム13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13の内部に収容される。20

【0161】

ワイヤ32は、各弾性構造体31の貫通穴43に貫挿された状態で、張力付与機構33によって張力が可変的に付与される。

【0162】

この場合、張力付与機構33は、各弾性構造体31の貫通穴43に貫挿されたワイヤ32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31に発生させるように該ワイヤ32と弾性構造体31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33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32の張力と弾性構造体31の弾性力とを変化させると共に弾性構造体31の弾性力を関節動力として膝関節機構5に付与することができるように構成されている。30

【0163】

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。40

【0164】

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、50

該弹性構造体31の下端部(膝関節機構5寄りの端部)である。

【0165】

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弹性構造体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、外側弹性構造体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、内側弹性構造体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。10

【0166】

各チューブ45は、該チューブ45に対応する弹性構造体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。

【0167】

各チューブ45の一端が、弹性構造体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。20

【0168】

また、各チューブ45の内部は、弹性構造体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。

【0169】

そして、各弹性構造体31からのワイヤ32の他端側導出部分は、該弹性構造体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の内部を通って関節連結部15の内部に導入されている。

【0170】

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、外側弹性構造体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、外側弹性構造体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。30

【0171】

同様に、内側弹性構造体31と内側関節連結部15の隔壁部15aとの間のチューブ45によって、内側弹性構造体31の下端部(他端部)と、内側関節連結部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。

【0172】

補足すると、各チューブ45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)を採用することもできる。40

【0173】

また、ワイヤ32の他端側導出部分の配設経路の途中部と弹性構造体31の下端部(他端部)との間の距離(ワイヤ32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45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、外側弹性構造体31の下端部の仕切り板42と、内側弹性構造体31の下端部の仕切り板42とを、それぞれ、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45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45を省略するこ50

とも可能である。

【0174】

また、張力付与機構33は、各弹性構造体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）に応じて該弹性構造体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、各膝関節機構5の第1リンク21を備える。従って、各膝関節機構5の第1リンク21は、張力付与機構33の構成要素を兼ねている。

【0175】

具体的には、本実施形態では、各膝関節機構5の第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）がブ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、外側及び内側のそれぞれにおいて、各弹性構造体31から関節連結部15の内部に導入されたワイヤ32の他端側導出部分の端部が、膝関節機構5の第1リンク21の外周部に固定されている。

【0176】

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5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32の他端側導出部分の巻き取り量が増減するようになっている。ひいては、該ワイヤ32の他端側導出部分が、該ワイヤ32に対応する弹性構造体31の下端部に対して走行することとなる。

【0177】

張力付与機構33はさらに、各弹性構造体31からのワイヤ32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弹性構造体31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、各弹性構造体31の上端部の仕切り板42とアクチュエータ装置54の筐体61との間に配設されたチューブ55を備える。

【0178】

アクチュエータ装置54の筐体61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61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51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。

【0179】

各チューブ55は、該チューブ55に対応する弹性構造体31からのワイヤ32の一端側導出部分を走行可能に挿通させるガイド管である。

【0180】

外側弹性構造体31と筐体61との間のチューブ55は、外側弹性構造体31の上端部から第1要素フレーム12の内部を通って基部11に至り、さらに該基部11から大腿部フレーム2の外部の空間を通って筐体61に至るように配設されている。

【0181】

また、内側弹性構造体31と筐体61との間のチューブ55は、内側弹性構造体31の上端部から第2要素フレーム13の内部を通って基部11に至り、さらに該基部11から大腿部フレーム2の外部の空間を通って筐体61に至るように配設されている。

【0182】

そして、各チューブ55の一端が、弹性構造体31の上端部の仕切り板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55の他端が筐体61の外壁の所定部位に当接（もしくは固定）されている。

【0183】

ここで、上記各チューブ55は、弹性構造体31が圧縮されるに伴い、弹性構造体31と筐体61との間で撓み得るように、該弹性構造体31の上端部と筐体61との間の直線

10

20

30

40

50

距離よりも長いものとされている。そして、各チューブ55は、曲げ荷重に対する剛性が比較的低いと共に、該チューブ55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55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。

【0184】

また、各チューブ55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、筐体61に形成された孔を介して該筐体61の内部に連通されている。

【0185】

そして、各弾性構造体31からのワイヤ32の一端側導出部分は、該弾性構造体31の上端部に連なるチューブ55に挿通され、さらに該チューブ55の内部を通って筐体61の内部に導入されている。

【0186】

図7に示すように、前記アクチュエータ装置54は、筐体61内に、外側弾性構造体31からのワイヤ32の一端側導出部分と、内側弾性構造体31からのワイヤ32の一端側導出部分とが各々巻き掛けられた二つのブーリ62,62と、これらのブーリ62,62を回転駆動可能な電動モータ66と、電動モータ66の運転制御を行う制御装置67とを備える。また、図示は省略するが、筐体61には、電動モータ66及び制御装置67の電源(電池等)も搭載される。ただし、制御装置67あるいは電源を、アクチュエータ装置54の筐体61とは別の箇所に配置することも可能である。

【0187】

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54だけを記載している。筐体61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54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54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。

【0188】

前記ブーリ62,62は、一体に回転し得るように同軸心に連結されている。そして、外側弾性構造体31からのワイヤ32の一端側導出部分と、内側弾性構造体31からのワイヤ32の一端側導出部分とは、それぞれの端部がブーリ62の外周部に固定されている。

【0189】

また、電動モータ66は、そのハウジング(電動モータ66のステータの固定部)が筐体61に固定されている。そして、電動モータ66の出力トルクをブーリ62,62に伝達し得るように、電動モータ66の出力軸に、減速機63を介してブーリ62,62が接続されている。

【0190】

上記の如くアクチュエータ装置54が構成されているので、電動モータ66によりブーリ62,62を、筐体61内で回転停止状態に保持した場合、各弾性構造体31からのワイヤ32の一端側導出部分の長さが一定に保たれるよう、該一端側導出部分が該弾性構造体31の上端部(一端部)に対して筐体61及びチューブ55を介して拘束されることとなる。

【0191】

電動モータ66の運転制御を行う制御装置67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67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。

【0192】

本実施形態では、制御装置67には、ブーリ62,62の回転角度に応じた信号を出力する回転センサ71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

10

20

30

40

50

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72とからそれぞれの検出信号が入力される。

【0193】

上記回転センサ71は、例えばブーリ62, 62のいずれか一方、もしくは電動モータ66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72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に組み付けられるカセンサ等により構成され得る。

【0194】

そして、制御装置67は、回転センサ71及び接地センサ72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66の運転制御を行う。
10

【0195】

次に、本実施形態の運動補助装置1の作動を説明する。

【0196】

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67が起動される。

【0197】

制御装置67は、各脚リンク機構7毎に、回転センサ71及び接地センサ72の検出信号に応じて、次のように電動モータ66の運転制御を行う。

【0198】

制御装置67は、接地センサ72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、ブーリ62に、ワイヤ32の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66の出力トルクを制御する。
20

【0199】

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、各弹性構造体31を貫通するワイヤ32が、該弹性構造体31に対して走行する。この状況では、ワイヤ32の張力は、弛みが生じない程度の小さい張力に維持される。
30

【0200】

より詳しくは、膝関節機構5での脚リンク機構7の屈曲度合が増加すると、各弹性構造体31を貫通するワイヤ32が膝関節機構5の第1リンク21の外周に巻き取られるよう引張られることで、アクチュエータ装置54のブーリ62が、ワイヤ32の引き出し方向に回転する。これにより、ワイヤ32が、弹性構造体31からの他端側導出部分の長さが長くなる方向に走行する。

【0201】

また、膝関節機構5での脚リンク機構7の屈曲度合が減少すると、各弹性構造体31を貫通するワイヤ32が膝関節機構5の第1リンク21の外周から引き出される。そして、アクチュエータ装置54のブーリ62が、ワイヤ32の巻き取り方向に回転する。これにより、ワイヤ32が、弹性構造体31からの他端側導出部分の長さが短くなる方向に走行する。
40

【0202】

このように、脚リンク機構7の屈伸動作に伴い、各弹性構造体31に対してワイヤ32が走行する状況では、各弹性構造体31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に弹性構造体31の弹性力は実質的に作用しない状態となる。

【0203】

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。

【0204】

10

20

30

40

50

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ブーリ 6 2 の回転角度を一定に保持する（ひいては、ブーリ 6 2 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。

【0205】

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、各弹性構造体 3 1 からのワイヤ 3 2 の一端側導出部分は、ブーリ 6 2 及び電動モータ 6 6 を介して筐体 6 1 に対して係止された状態となる。さらに、該ワイヤ 3 2 の一端側導出部分は、その長さが一定に保たれるように、筐体 6 1 及びチューブ 5 5 を介して該弹性構造体 3 1 の上端部の仕切り板 4 2 に拘束されることとなる。10

【0206】

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）、図 9 に示すように、各弹性構造体 3 1 からのワイヤ 3 2 の一端側導出部分の長さが一定に保たれるよう、各弹性構造体 3 1 に対応するチューブ 5 5 が撓みつつ、該弹性構造体 3 1 が圧縮される。

【0207】

同時に、各弹性構造体 3 1 を貫通するワイヤ 3 2 に付与される張力が、該弹性構造体 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。この場合、ワイヤ 3 2 と弹性構造体 3 1 との間の力伝達は、ブーリ 6 2 、電動モータ 6 6 、筐体 6 1 及びチューブ 5 5 を介して行われる。20

【0208】

これにより、各弹性構造体 3 1 の弾性力が、該弹性構造体 3 1 と同じ側（外側又は内側）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、各弹性構造体 3 1 の圧縮量、ひいては弾性力が増加する。

【0209】

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 に弹性構造体 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。30

【0210】

本実施形態の運動補助装置 1 では、一例として、図 10 のグラフに例示する如き動作特性が実現される。図 10 のグラフは、各膝関節機構 5 に付与される弹性構造体 3 1 の弾性力によって、補助対象者 P に作用する補助力（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。40

【0211】

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（脚リンク機構 7 の伸展状態に近い領域）では屈曲度合の増加に伴い感度よく、弹性構造体 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、当該屈曲度合がある程度大きくなると、当該屈曲度合の増加に伴い、弹性構造体 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。

【0212】

なお、運動補助装置 1 の動作特性は図 10 に例示した特性に限らず、各弹性構造体 3 1 の弹性体 4 1 の弹性特性の選定、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。50

【0213】

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。

【0214】

各弹性構造体31の弹性体41は、単泡性（独立気泡性）のゴムスpon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、各弹性構造体31を軽量なものとすることができます。

【0215】

さらに、各弹性体41は、その素材による弹性力に加えて、弹性体41内の複数の気室の圧縮（体積の減少）による弹性力（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弹性力）を発生する。従って、各弹性構造体31は、その軸心方向での圧縮によって、感度よく弹性力を増加させることができる。このため、各弹性構造体31は、小型なものであっても、比較的大きな弹性力を発生できる。10

【0216】

また、本実施形態では、弹性構造体31が、複数の弹性体41及び仕切り板42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32が弹性構造体31の貫通穴43に貫挿されているので、弹性構造体31の圧縮時に、弹性構造体31の全体が過剰に屈曲したり、あるいは、該弹性構造体31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。

【0217】

また、本実施形態では、弹性構造体31の各仕切り板42の貫通穴の横断面積の最小値は、各弹性体41の貫通穴の横断面積の最小値よりも小さい。このため、弹性構造体31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32が弹性構造体31の貫通穴43の中心から偏心していたり、あるいは、弹性構造体31の圧縮時もしくは圧縮状態からの伸長時に、ワイヤ32が貫通穴43の中心から偏心しても、ワイヤ32が、各弹性体41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、該弹性体41の貫通穴の内周面とワイヤ32との間の摩擦が発生するのを防止もしくは抑制できる。20

【0218】

加えて、仕切り板42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32が仕切り板42の貫通穴の内周面に摺接しても、該ワイヤ32と仕切り板42との間の摩擦力は小さなもので済む。30

【0219】

さらに、互いに重ね合わされる弹性体41と仕切り板42とは、それらの接触面で互いに固定されているので、弹性構造体31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。

【0220】

このため、弹性構造体31の圧縮により蓄積される弹性エネルギー等が、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、弹性構造体31に蓄積される弹性エネルギーを、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。40

【0221】

また、各仕切り板42の貫通穴の周囲の内周寄り部分は肉厚部分42aとなっていると共に、該肉厚部分32a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、弹性構造体31の圧縮時又は圧縮状態からの伸長時に、ワイヤ32が仕切り板42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32の貫通穴の長手方向に分散される。ひいては、ワイヤ32と仕切り板42との接触圧が該ワイヤ32又は仕切り板42の局所に集中するのが防止される。その結果、該ワイヤ32の断線、損傷等が生じるのを防止して、該ワイヤ32等の耐久性を高めることとなる。

【0222】

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11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12と、基部11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13とから構成されている。

【0223】

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ため、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。

【0224】

また、大腿部フレーム2の第1要素フレーム12はほぼ上下方向に延在し、第2要素フレーム13は、基部11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ます。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14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。

【0225】

また、大腿部フレーム2の第1要素フレーム12と第2要素フレーム13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。

【0226】

また、大腿部フレーム2の第2要素フレーム13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13は、滑らかに湾曲している。

【0227】

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。

【0228】

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（弹性構造体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。

【0229】

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。

【0230】

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。

【0231】

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。

10

20

30

40

50

【0232】

また、本実施形態では、関節動力発生装置8は、各膝関節機構5に、弾性構造体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。

【0233】

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、運動補助装置1の小型化を図ることができる。

10

【0234】

さらに、各チューブ55の屈曲角の合計値（詳しくは、各チューブ55の曲率を、該チューブ55の全長にわたって、該チューブ55の長さ方向に積分してなる値）が小さくなるので、ワイヤ32とチューブ55との間の摩擦を低減することができる。

【0235】

[変形態様について]

本発明の実施形態は、前記実際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。

【0236】

前記実施形態では、弾性構造体31の各弹性体41が円筒形状であるものを例示した。ただし、弾性構造体31の各弹性体41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。

20

【0237】

また、弾性構造体31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31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。

【0238】

また、弾性構造体31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、第1要素フレーム12又は第2要素フレーム13の内部又は外側で、コイルばねの上端部を第1要素フレーム12又は第2要素フレーム13に固定もしくは係止し、該コイルばねの下端部をワイヤ等の可撓性長尺部材を介して膝関節機構の第1リンク21の外周部に連結する構成等を採用し得る。

30

【0239】

また、前記実施形態では、可撓性長尺部材としてワイヤ32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。

【0240】

また、関節動力発生装置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。例えば、関節動力発生装置8の張力付与機構として、図11に示す構造の張力付与機構81を採用することもできる。

【0241】

この張力付与機構81は、弾性構造体31からのワイヤ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の第2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は、前記実施形態の張力付与機構33と同じである。すなわち、当該機構は、各弾性構造体31の下端部の仕切り板42と、関節連結部15の上端の隔壁部15aとの間に配設された細長のチューブ45を含む。

40

【0242】

一方、張力付与機構81は、各弾性構造体31からのワイヤ32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31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32の一端側導出部分の端部に固定された係止部材82を備える。この係止部材82は、弾性構造体31の上端部の仕切り板42の貫通穴の開口端周縁部に当接（もしくは固定）されている。

50

【0243】

これにより、各弹性構造体31からのワイヤ32の他端側導出部分を引っ張るようにして該ワイヤ32に張力を付与した状態で、ワイヤ32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32の一端側導出部分が弹性構造体31の上端部に拘束されることとなる。

【0244】

なお、係止部材82を備える代わりに、ワイヤ32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弹性構造体31の上端部（一端部）の仕切り板42に固定する構成を採用することも可能である。

【0245】

張力付与機構81は、さらに各弹性構造体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）に応じて該弹性構造体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、大腿部フレーム2の各関節連結部15に搭載された動滑車83と、該動滑車83をその自転軸周りに回転自在に支承する軸受部84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。アクチュエータ装置54は、前記実施形態の張力付与機構33に備えたものと同じである。

【0246】

各動滑車83は、これを支承する軸受部84と共に、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11の矢印Y1, Y2の方向）に並進移動し得るように、関節連結部15の内部に収容されている。

【0247】

なお、各動滑車83及び軸受部84の可動方向は、例えば、該動滑車83及び軸受部84が収容された関節連結部15の内壁面によって規制される。

【0248】

そして、各動滑車83用の軸受部84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よう、長尺部材の一例としてのワイヤ85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。

【0249】

この場合、ワイヤ85の第1リンク21側の一端部は、ブーリの外周部として機能する第1リンク21の外周部に固定されている。また、ワイヤ85の他端部が、軸受部84に係止又は固定されている。

【0250】

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85の巻き取り量が増減するようになっている。

【0251】

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83及び軸受部84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85の巻き取り量が増加し、ひいては、動滑車83が該第1リンク21に接近するよう並進移動する。

【0252】

各弹性構造体31からチューブ45を通って関節連結部15の内部に導入されたワイヤ32の他端側導出部分は、図11に示す如く、該関節連結部15に収容された動滑車83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。

【0253】

10

20

30

40

50

そして、外側関節連結部15内の動滑車83の外周に巻き掛けられたワイヤ32の他端側導出部分は、該動滑車83の外周を経由した後、外側関節連結部15の隔壁部15aに形成された孔を通って、第1要素フレーム12のうちの外側関節連結部15の上側部分の内部に導入されている。

【0254】

同様に、内側関節連結部15内の動滑車83の外周に巻き掛けられたワイヤ32の他端側導出部分は、該動滑車83の外周を経由した後、内側関節連結部15の隔壁部15aに形成された孔を通って、第2要素フレーム13のうちの内側関節連結部15の上側部分の内部に導入されている。

【0255】

さらに、第1要素フレーム12側のワイヤ32の他端側導出部分と、第2要素フレーム13側のワイヤ32の他端側導出部分とは、第1要素フレーム12側のチューブ86の内部と第2要素フレーム13側のチューブ86の内部とをそれぞれを介してアクチュエータ装置54の筐体61に至り、該筐体61に形成された孔を介して該筐体61の内部に導入されている。さらに、筐体61内では、各ワイヤ32は、前記ブーリ62の外周部に連結されている。

【0256】

この場合、第1要素フレーム12側のチューブ86は、外側関節連結部15から第1要素フレーム12の延在方向に沿って基部11に至り、さらに該基部11から大腿部フレーム2の外部の空間を介して筐体61に至るように配設されている。

10

【0257】

また、第2要素フレーム13側のチューブ86は、内側関節連結部15から第2要素フレーム13の延在方向に沿って基部11に至り、さらに該基部11から大腿部フレーム2の外部の空間を介して筐体61に至るように配設されている。

【0258】

そして、各チューブ86は、前記実施形態における張力付与機構33のチューブ55と同様に、曲げ荷重に対する剛性が比較的低いと共に、該チューブ86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。

【0259】

図11に示す張力付与機構81は、上記の如く構成されている。この張力付与機構81では、前記実施形態の場合と同様に、回転センサ71及び接地センサ72の検出信号に応じて、アクチュエータ装置54の電動モータ66の運転制御が制御装置67により行われる。

20

【0260】

この場合、ワイヤ32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、電動モータ66の出力トルクが制御されている状態では、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15内の動滑車83が回転しつつ、変位（並進移動）する。そして、この動滑車83の変位に応じて、アクチュエータ装置54のブーリ62（図7参照）が回転すると共に、外側弾性構造体31からのワイヤ32の他端側導出部分のうちの外側動滑車83の外周から筐体61側の部分と、内側弾性構造体31からのワイヤ32の他端側導出部分のうちの内側動滑車83の外周から筐体61側の部分とが、それぞれ、第1要素フレーム12及び第2要素フレーム13のそれぞれに対して走行する。

30

【0261】

この状況では、各弾性構造体31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31の弾性力は実質的に作用しない状態となる。

【0262】

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。

【0263】

40

50

一方、電動モータ66の出力トルクが、ブーリ62の回転角度を一定に保持する（ブーリ62を回転停止状態に保持する）ように制御された状態では、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、各動滑車83がそれぞれに対応する膝関節機構5の第1リンク21に接近する方向に変位（並進移動）する。

【0264】

そして、このとき、各動滑車83の変位に伴い、各弾性構造体31からのワイヤ32の他端側導出部分が引っ張られることで、該弾性構造体31の上端部にワイヤ32から圧縮荷重が作用し、該弾性構造体31が圧縮される。同時に、ワイヤ32に付与される張力が、該弾性構造体31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66の出力トルクが制御されることとなる。

10

【0265】

これにより、前記実施形態の場合と同様に、各弾性構造体31の弾性力が、該弾性構造体31に対応する膝関節機構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。

【0266】

また、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83の軸受部84と、ワイヤ85とを介して膝関節機構5に付与されることとなる。

【0267】

なお、上記張力付与機構81は、動滑車83を用いて構成したが、動滑車83の代わりに、例えば差動機構を用いることもできる。

20

【0268】

また、関節動力発生装置8は、例えば外側膝関節機構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。

【0269】

また、外側膝関節機構5及び内側膝関節機構5の両方または一方に、電動モータ等のアクチュエータの駆動力を、弾性構造体31の弾性力の代わりに付与するようにすることも可能である。

【0270】

また、アクチュエータ装置54は、前記実施形態のものに限られない。例えば、電動モータ66の代わりに、ブーリ62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よい。また、電動モータ66とブーリ62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32の弛みを防止するために、該ワイヤ32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66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。

30

【0271】

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。

40

【0272】

また、例えば下腿部フレーム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。また、大腿部フレーム2は、湾曲形状等が、前記実施形態のものと異なる形状のものであってもよい。

【0273】

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の下端部を脚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。

【0274】

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。

50

【0275】

また、大腿部フレーム2の基部11は、大腿部の上部の外側に配置されていてもよい。

【0276】

また、身体支持部材14は、例えば第1要素フレーム12と第2要素フレーム13との間で横方向（大腿部の長手方向に対してほぼ直交する方向）に延在するように配置されていてもよい。

【0277】

また、脚リンク機構7は、外側膝関節機構5及び内側膝関節機構5の間隔を調整する調整機構を備えていてもよい。この調整機構の一例を図12に示す。図12は、下腿部フレーム3の上部を横断面（下腿部フレーム3の長手方向に直交する横断面）で示している。この例では、下腿部フレーム3の上部は、左半部3Lと右半部3Rとに分離している。なお、該左半部3L及び右半部3Rは、下腿部フレーム3の下部において連結されており、その連結部分が足首関節機構6に連結されている。10

【0278】

調整機構91は、下腿部フレーム3の左半部3L及び右半部3Rには、それぞれプレート92L, 92Rが締結されている。プレート92Lは、その一端部が下腿部フレーム3の左半部3Lの左側部に締結され、該一端部から下腿部フレーム3の前側まで延設されている。

【0279】

また、プレート92Rは、その一端部が下腿部フレーム3の右半部3Rの右側部に締結され、該一端部から下腿部フレーム3の前側まで延設されている。20

【0280】

さらに、これらのプレート92L, 92Rの他端部が、下腿部フレーム3の前側にて、前後に重ね合わされている。そして、前側のプレート92Rには、左右方向に長い長孔93, 93が穿設されている。また、後側のプレート92Lには、長孔93, 93に概ね対応するようにして、ねじ穴94, 94が形成されている。

【0281】

さらに、前側のプレート92Rの長孔93, 93を通って、ねじ95, 95が、後側プレート92Lのねじ穴94, 94にねじ締めされている。該ねじ95, 95の頭部は、前側のプレート92Rの表面に係止される。30

【0282】

この場合、各長孔93でのねじ95の位置を調整することで、外側膝関節機構5及び内側膝関節機構5の間隔を調整することが可能となる。

【0283】

また、脚リンク機構の構造は、例えば、図13及び図14に示すような構造を採用することも可能である。

【0284】

この例では、補助対象者Pの各脚毎の脚リンク機構7Aは、大腿部フレーム120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120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45degの方向箇所）で各脚の上方に配置される基部121と、基部121から下方に二股状に延在する第1要素フレーム122及び第2要素フレーム123とを有する。40

【0285】

第1要素フレーム122は、補助対象者Pの脚の大腿部の前面側で、基部121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15）が外側膝関節機構5に連結されている。

【0286】

また、第2要素フレーム123は、補助対象者Pの脚の大腿部の前面側で、基部121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15）が内側膝関節機構5に連結されている。50

【 0 2 8 7 】

また、大腿部フレーム120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124を有する。この身体支持部材124は、基部11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123の下端部に至るように、該基部11と第2要素フレーム123の下端部との間に架け渡されている。

【 0 2 8 8 】

図13及び図14に示す脚リンク機構7A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 8 9 】

このような構造の脚リンク機構7Aにおいても、大腿部フレーム120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關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124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。10

【 0 2 9 0 】

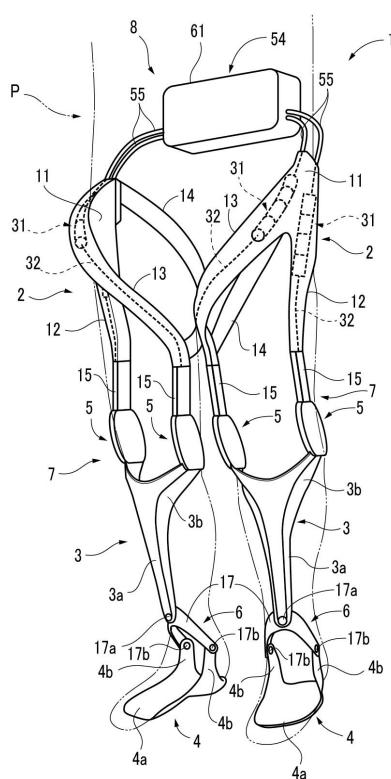
なお、基部121が上記のように、補助対象者Pの前後方向及び左右方向に対して概ね45degの方向箇所に配置されるので、補助対象者Pが、かがんだ時等に、補助対象者Pの腹部に該基部121が当たるのが回避される。

【 符号の説明 】**【 0 2 9 1 】**

1...運動補助装置、2...大腿部フレーム、3...下腿部フレーム、4...足部フレーム、5...膝関節機構、6...足首関節機構、8...關節動力発生装置、11...基部、12...第1要素フレーム、13...第2要素フレーム、14...身体支持部材、16...パッド(緩衝部材)、17...リンク部材(連結部材)、17a, 17b...足首関節機構の關節軸、21...第1リンク、22...第2リンク、21a, 21b, 22a, 22b...膝関節機構の關節軸、31...弾性構造体(弾性部材)、32...ワイヤ(可撓性長尺部材)。20

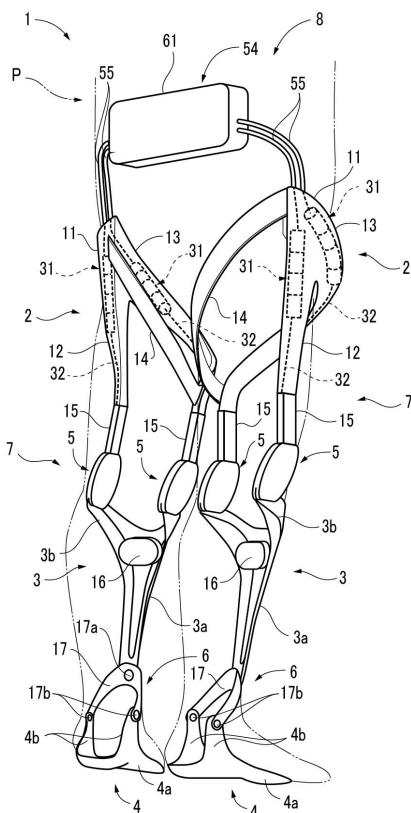
【図1】

FIG.1



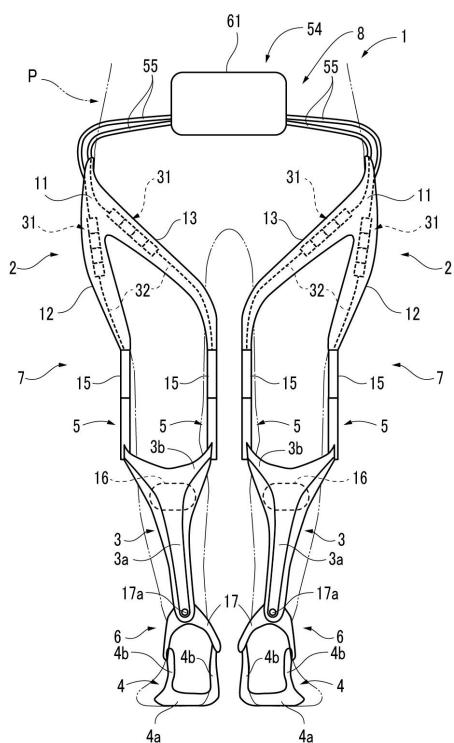
【図2】

FIG.2



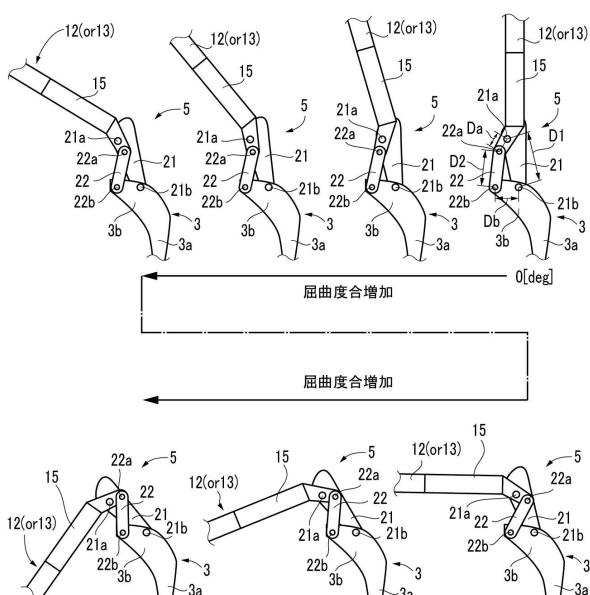
【図3】

FIG.3



【図4】

FIG.4



【 図 5 】

【 四 6 】

FIG.5

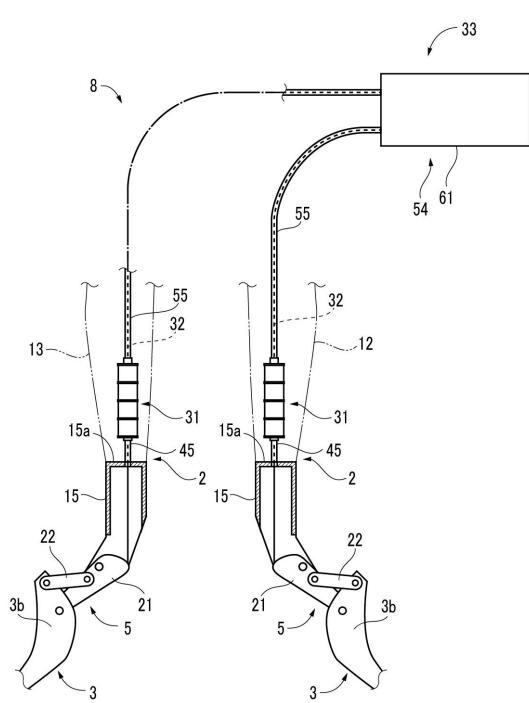


FIG.6A

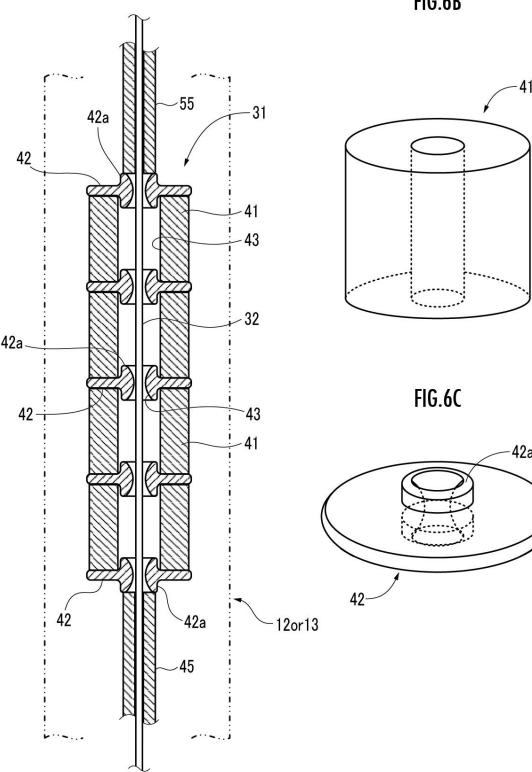


FIG.6B

【図7】

【図8】

FIG.7

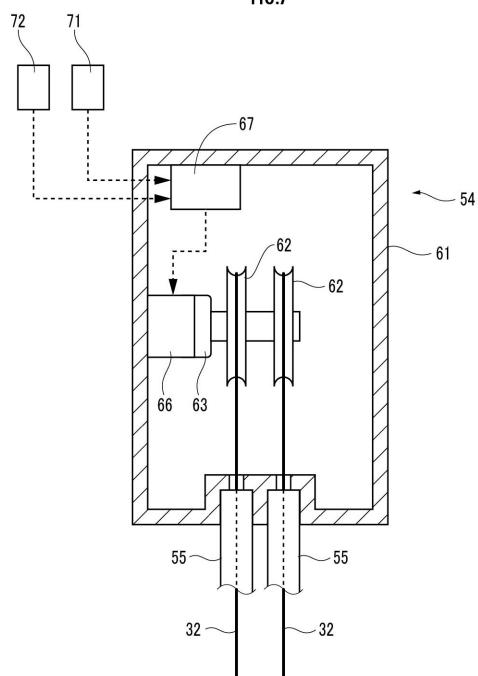


FIG. 8C

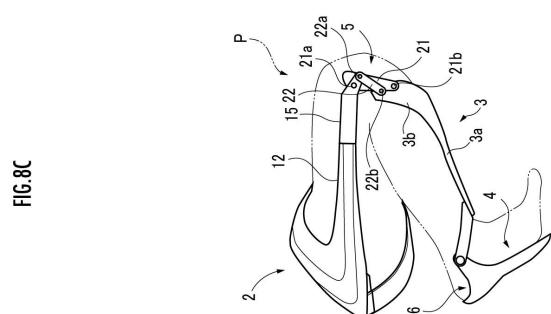
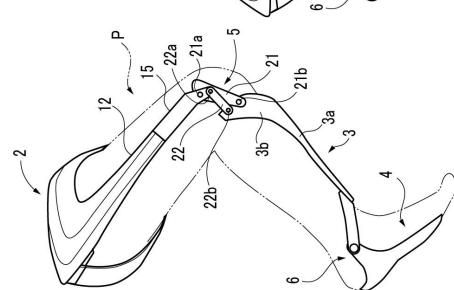
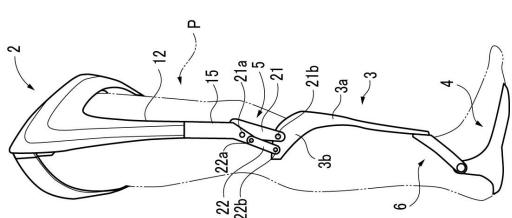


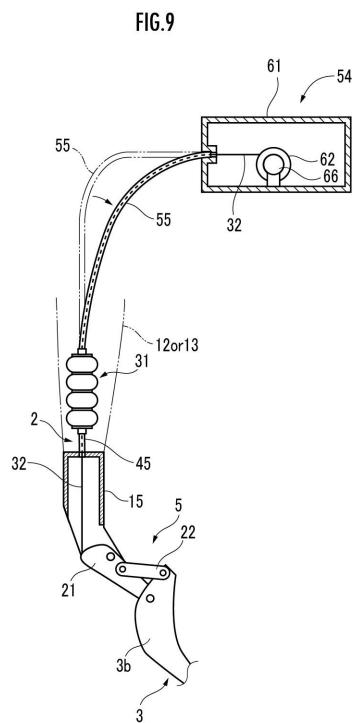
FIG. 8B



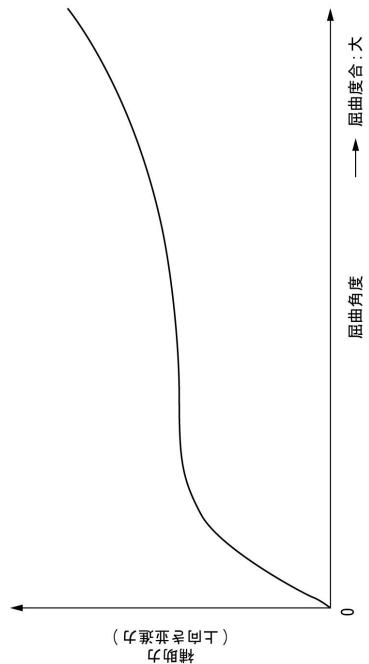
G.8A



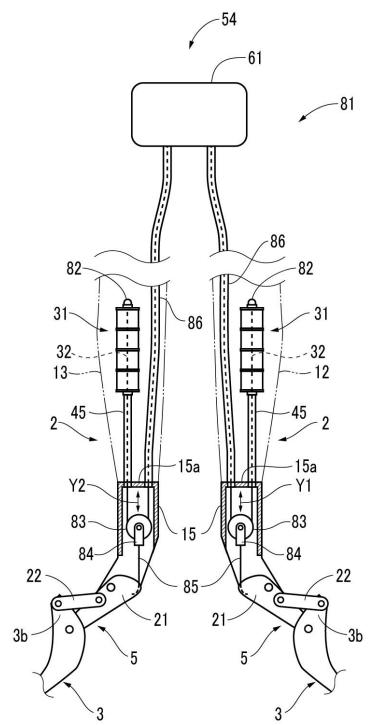
【 図 9 】



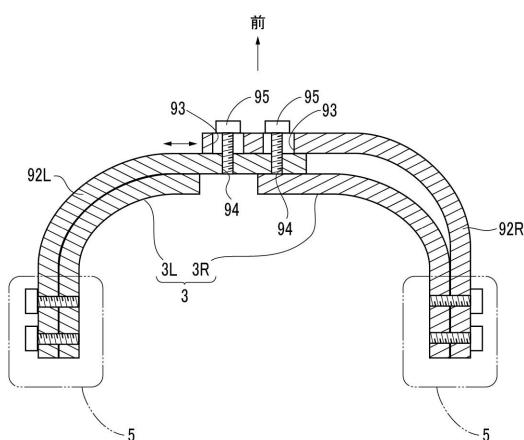
【図10】



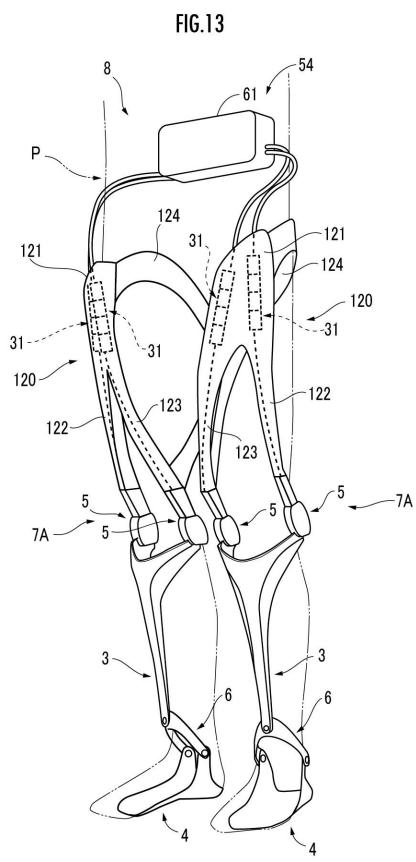
【図11】



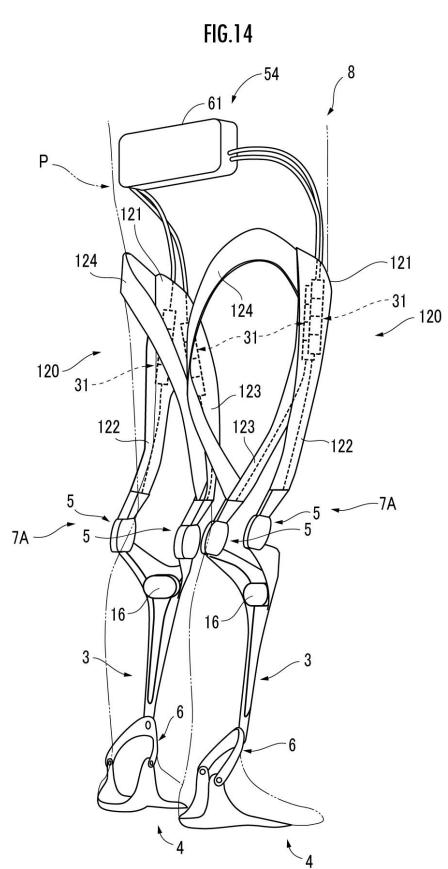
【図12】



【図 1 3】



【図 1 4】



フロントページの続き

(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 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 国際公開第2014/109799(WO,A1)
特開2014-054526(JP,A)
特開2014-018536(JP,A)
特開2012-235928(JP,A)
特開2012-090758(JP,A)
登録実用新案第3187879(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 61 H 3 / 00
B 25 J 11 / 00