

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2021-29596
(P2021-29596A)

(43) 公開日 令和3年3月1日(2021.3.1)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
A 6 1 H 3/00 (2006.01)	A 6 1 H 3/00	B 4 C 0 4 6
A 6 1 F 5/01 (2006.01)	A 6 1 F 5/01	N 4 C 0 9 8

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2019-152891 (P2019-152891)</p> <p>(22) 出願日 令和1年8月23日 (2019.8.23)</p> <p>特許法第30条第2項適用申請有り ロボティクス・メカトロニクス講演会2019 講演概要集, 第121頁 発行所: 一般社団法人 日本機械学会 発行日: 令和1年6月5日 [刊行物等] ロボティクス・メカトロニクス講演会2019 講演論文集 (DVD), 2A1-A09 (1)~2A1-A09 (4) 発行所: 一般社団法人 日本機械学会 発行日: 令和1年6月5日 [刊行物等] ロボティクス・メカトロニクス講演会2019 開催日: 令和1年6月7日</p>	<p>(71) 出願人 304028726 国立大学法人 大分大学 大分県大分市大字旦野原700番地</p> <p>(74) 代理人 100099759 弁理士 青木 篤</p> <p>(74) 代理人 100123582 弁理士 三橋 真二</p> <p>(74) 代理人 100147555 弁理士 伊藤 公一</p> <p>(74) 代理人 100160705 弁理士 伊藤 健太郎</p> <p>(72) 発明者 菊池 武士 大分県大分市大字旦野原700番地 国立大学法人大分大学理工学部内</p>
---	---

最終頁に続く

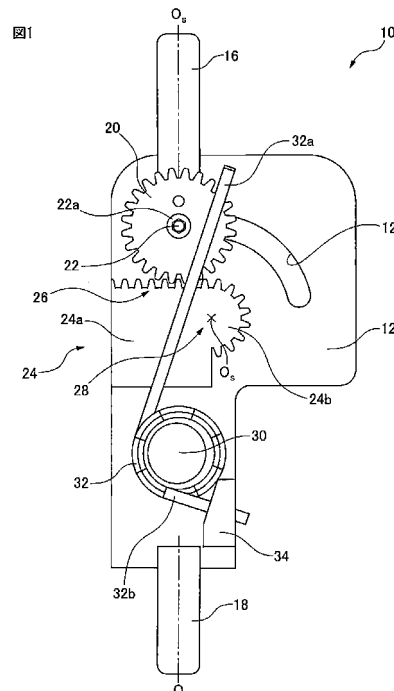
(54) 【発明の名称】 膝関節補助装置

(57) 【要約】

【課題】膝関節のロールバック運動により良く適合しながら、軽量で種々の用途に適用可能な膝関節補助装置を提供すること。

【解決手段】膝関節補助装置10が、本体12、14と、直線に沿って延びる直線歯車部分26と、直線に接する円弧に沿って延びるセクタ歯車部分28とを有した固定歯車24と、固定歯車に係合する移動歯車20と、移動歯車に取り付けられ、固定歯車に沿って移動歯車と共に移動する第1の腕部材16と、本体に固定された第2の腕部材18とを具備し、第1の腕部材を装着者の大腿部に固定し、第2の腕部材を装着者の下腿部に固定するようにした。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

本体と、

直線に沿って延びる直線歯車部分および前記直線に接する円弧に沿って延びるセクタ歯車部分とを有し、前記本体内に配設された固定歯車と、

前記本体内に配設され、前記固定歯車に係合する移動歯車と、

前記移動歯車に取り付けられ、前記固定歯車に沿って前記移動歯車と共に移動する第 1 の腕部材と、

前記本体に固定された第 2 の腕部材とを具備し、

前記第 1 の腕部材を装着者の大腿部に固定し、前記第 2 の腕部材を前記装着者の下腿部に固定するようにした膝関節補助装置。 10

【請求項 2】

前記本体は、前記移動歯車の回転軸を、前記固定歯車の直線歯車部分に平行な方向、および、前記セクタ歯車部分の中心を中心とした円弧に沿って案内する案内溝が形成されている請求項 1 に記載の膝関節補助装置。

【請求項 3】

前記移動歯車の回転軸を前記案内溝の直線部分へ向けて付勢する付勢手段を更に具備する請求項 2 に記載の膝関節補助装置。

【請求項 4】

前記付勢手段は、前記移動歯車の回転軸に係合する脚部を有したトーションばねである請求項 3 に記載の膝関節補助装置。 20

【請求項 5】

前記第 1 の腕部材に取り付けられた上腿部装着具と、前記第 2 の腕部材に取り付けられた下腿部装着具とを更に具備し、前記上腿部装着具 40 は、装着者の大腿部の外側の側面に固定され、前記下腿部装着具は、装着者の下腿部の外側の側面に固定される請求項 4 に記載の膝関節補助装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ヒトの歩行や膝屈伸運動を補助する膝関節補助装置に関する。 30

【背景技術】

【0002】

膝関節補助装置は、装着者の日常の或いはリハビリ時の歩行や屈伸運動を補助するために、様々なものが開発されている。例えば、特許文献 1 には、支持軸を中心として相対的に回転自在に支持された上部アームと下部アームを装着者の大腿部と下腿部に取り付け、上部アームの所定角度位置を超える旋回動を阻止するためのストッパーを下部アームに設けた膝装着具が記載されている。特許文献 1 の膝装着具は、膝関節のすべり転がり運動またはロールバック運動（例えば、非特許文献 2 参照）に追従することができず、歩行運動または屈伸運動を妨げてしまう。

【0003】 40

この点、特許文献 2 には、下腿装着部の膝関節側端部が前後方向にスライド可能として、膝関節のすべり転がり運動に適合した膝関節運動補助装置が記載されている。然しながら、特許文献 2 の膝関節運動補助装置では、動力源としてのモーター、平歯車およびすばかさ歯車を含む動力伝達装置およびバッテリーを備えており、装置が重量とならざるを得ず、リハビリテーション支援、介助作業支援、看護作業支援、農作業支援等の様々な用途に応用すること、特に重度の障害者へ適用することが困難である問題がある。

【0004】

非特許文献 1 には、電磁モータ、非円形歯車および溝カムを用いた歩行リハビリ用の膝関節アシスト装具が開示されている。非特許文献 1 の膝関節アシスト装具も膝関節のすべり転がり運動またはロールバック運動に適合しているが、電磁モータやバッテリー等の重量 50

物を搭載しており、装具自体が重く、特許文献 2 の場合と同様に、様々な用途に応用すること、特に重度の障害者へ適用することが困難である問題がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2008 - 272312 号公報

【特許文献 2】特開 2010 - 063581 号公報

【非特許文献】

【0006】

【非特許文献 1】Terada H. et al.: Development of a knee motion assist mechanism for wearable robot with a non-circular gear and grooved cams, Mechanisms, Transmissions and Applications: Mechanism and Machine Science, 3, Springer, pp. 68, 2012. 10

【非特許文献 2】CT 画像に基づく X 線動画像シミュレーションを用いたスクワット動作における生体膝関節の機能評価、日本機械学会論文集 (C 編) 77 巻 782 号、pp.219-227、2011

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、こうした従来技術の問題を解決することを技術課題としており、膝関節のロールバック運動により良く適合しながら、軽量で種々の用途に適用可能な膝関節補助装置を提供することを目的としている。 20

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明によれば、本体と、直線に沿って延びる直線歯車部分および前記直線に接する円弧に沿って延びるセクタ歯車部分とを有し、前記本体内に配設された固定歯車と、前記本体内に配設され、前記固定歯車に係合する移動歯車と、前記移動歯車に取り付けられ、前記固定歯車に沿って前記移動歯車と共に移動する第 1 の腕部材と、前記本体に固定された第 2 の腕部材とを具備し、前記第 1 の腕部材を装着者の大腿部に固定し、前記第 2 の腕部材を前記装着者の下腿部に固定するようにした膝関節補助装置が提供される。 30

【発明の効果】

【0009】

本発明は、ヒトの膝関節のロールバック動作に非常に近い運動を再現することが可能でありながら、構造が簡単で軽量であるために、非常に多種多様な用途に適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図 1】本発明の好ましい実施形態による膝関節補助装置の概略略図である。

【図 2】使用者の膝関節に取り付けた図 1 の膝関節補助装置を使用者と共に示す略図である。 40

【図 3】図 1 の膝関節補助装置の案内溝を示す略図である。

【図 4】図 1 の膝関節補助装置の本体に対する第 1 の腕部材の動作位置を説明するための側面図である。

【図 5】図 1 の膝関節補助装置の本体に対する第 1 の腕部材の動作位置を説明するための側面図である。

【図 6】図 1 の膝関節補助装置の本体に対する第 1 の腕部材の動作位置を説明するための側面図である。

【図 7】本発明により作製した関節補助装置の回転軸の変位の測定結果を、X 線動画像により装着者 (被験者) がスクワットを行ったときの膝関節の動作の分析結果に基づき、膝中心の移動を直線近似して作成した膝関節運動モデルと共に示すグラフである。 50

【図 8】図 1 の膝関節補助装置の運動モデルを示す略図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、添付図面を参照して、本発明の好ましい実施形態を説明する。

図 1 において、本実施形態による膝関節補助装置 10 は、平行に配置された 2 枚の板状部材より成る本体部 12、14 と、該本体部 12、14 の間に固定された固定歯車 24 と、該固定歯車 24 に係合する移動歯車 20 と、本体部 12、14 の間に配置された付勢手段としてのねじりコイルばねまたはトーションばね 32 と、移動歯車 20 の回転軸 22 に取り付けられた第 1 の腕部材 16 と、本体部 12、14 に固定された第 2 の腕部材 18 を主要な構成要素として備えている。本体部 12、14 には案内溝 12a、14a が形成されている。

10

【0012】

膝関節補助装置 10 は、図 2 に示すように、第 1 の腕部材 16 に取り付けられた上腿部装着具 40 と、第 2 の腕部材 18 に取り付けられた下腿部装着具 42 とを有している。上腿部装着具 40 は、ヒトの大腿部の表面に馴染むエラストマー、プラスチック、革、布帛等により形成することができ、該上腿部装着具 40 をヒトの大腿部の外側の側面に固定するバンド 40a を有している。下腿部装着具 42 は、ヒトの下腿部の表面に馴染むエラストマー、プラスチック、革、布帛等により形成することができ、該下腿部装着具 42 をヒトの下腿部の外側の側面に固定するバンド 42a を有している。

20

【0013】

膝関節補助装置 10 は、移動歯車 20 の回転軸 22 が、起立姿勢の装着者の膝関節の回転軸線に概ね一致するように、装着者の膝関節の外側の側面に装着される。このとき、第 1 の腕部材 16 が上方に突出し、第 2 の腕部材 18 が下方に突出し、好ましくは、第 1 と第 2 の腕部材 16、18 は一直線上に配置される。膝関節補助装置 10 の本体部 12、14 それ自体は、装着者の膝関節に固定されることはない。

【0014】

固定歯車 24 は矩形の板状の部材より成る本体部分 24a を有している。本体部分 24a は、該本体部分 24a の一方の測縁部から膨出した扇状部分 24b を有している。固定歯車 24 は、本体部分 24a の上縁部に沿って歯切りされた直線歯車部分 26 と、直線歯車部分 26 の一端から接線方向に接続するように、扇状部分 24b の外周面に沿って歯切りされたセクタ歯車部分 28 とを有している。より詳細には、直線歯車部分 26 とセクタ歯車部分 28 は、直線歯車部分 26 のピッチ線がセクタ歯車部分 28 のピッチ円に接するように配置されている。なお、膝関節補助装置 10 を起立姿勢の使用者の膝関節の外側側面に装着したとき、直線歯車部分 26 のピッチ線は概ね水平方向に延びる。また、セクタ歯車部分 28 は、膝関節補助装置 10 を使用者の膝関節に取り付けたときに、使用者の後方を向くように配置されている。

30

【0015】

本体部 12、14 を形成する板部材の各々に形成された案内溝 12a、14a は、少なくとも固定歯車 24 のセクタ歯車部分 28 のピッチ円の中心 Os に関する円周に沿って形成された円弧部分 12b、14b と、円弧部分 12b、14b の上側の端部から固定歯車 24 の直線歯車部分 26 のピッチ線に平行に伸びる直線部分 12c、14c とを有している。

40

【0016】

移動歯車 20 は、固定歯車 24 の直線歯車部分 26 およびセクタ歯車部分 28 の歯に係合する歯を有している。移動歯車 20 は通常の平歯車のような円形の歯車とすることができるが、固定歯車 24 の直線歯車部分 26 に係合する部分と、セクタ歯車部分 28 に係合する部分とで異なる半径としてもよい。移動歯車 20 は、本体部 12、14 を形成する板部材に対して垂直に延びる回転軸 22 を中心として回転する。移動歯車 20 は、回転軸 22 と共に、或いは、回転軸 22 に対して相対的に回転可能となっている。回転軸 22 の両端には、案内溝 12a、14a に係合するローラまたはフォロア 22a を取り付けると

50

ができる。こうして、移動歯車 20 は、回転軸 22 を中心として回転しつつ、案内溝 12 a、14 a に沿って移動可能となる。

【0017】

トーションばね 32 は、本体部 12、14 の内面に固定されたトーションばね取付部としてのボス部 30 に取り付けられる。トーションばね 32 は、第 1 と第 2 の脚部 32 a、32 b を有している。トーションばね 32 をボス部 30 に取り付けるとき、第 1 の脚部 32 a は、移動歯車 20 の回転軸 22 または回転軸 22 に取り付けられているローラまたはフォロア 22 a に係合する。第 2 の脚部 32 b は、第 2 の腕部材 18 の近傍に配置されたトーションばね係留部 34 に固定される。

【0018】

第 1 の腕部材 16 は、図 3 に示すように、第 1 の腕部材 16 の中心軸線 O_m が第 2 の腕部材 18 の中心軸線 O に概ね一直線上に配置される位置 (0° の位置) から、中心軸線 O_m が中心軸線 O に対して 90° の角度をなす位置 (図 4) を経て、中心軸線 O_m が中心軸線 O に対して 150° の角度をなす位置 (図 5) まで、本体部 12、14 に対して移動することができる。

【0019】

この間、トーションばね 32 は、 0° の位置へ復帰する方向に移動歯車 20 の回転軸 22 を付勢する。トーションばね 32 から回転軸 22 への付勢力は、角度が大きくなにつれ次第に大きくなる。つまり、トーションばね 32 から回転軸 22 への付勢力は、膝関節補助装置 10 を装着した装着者が最も深く屈曲させたときに最も大きくなり、そうした姿勢から膝を伸ばす際に、装着者の膝伸展動作を良好に補助することが可能となる。

【0020】

図 6 は、白石善孝等が行った、膝関節の X 線動画像により装着者 (被験者) がスクワットを行ったときの膝関節の動作の分析結果に基づき、膝中心の移動を直線近似して作成した膝関節運動モデルを示している。膝の屈伸運動は、ロールバック運動 (Rollback Motion) とも称される、脛骨上の大腿骨の転がり運動と滑り運動による複合運動であり、完全伸展位から屈曲初期には、大腿骨が脛骨に対して回転する転がり運動のみであるが、徐々に滑り運動が加わり、最終的には滑り運動のみとなる。

【0021】

本実施形態では、移動歯車 20 の回転軸 22 が、なるべく図 6 のモデルに沿って移動できるように膝関節補助装置 10 の寸法を決定した。図 7 を参照すると、膝関節補助装置 10 の運動モデルが示されている。図 7 において、回転軸 22 の移動は一点鎖線で示されている。また、図 7 では、X 軸は前後方向 (左方が装着者の前方) であり、Z 軸は上下方向である。

【0022】

r_1 は移動歯車 20 において固定歯車 24 の直線歯車部分 26 (図 7 では 2) に係合する部分 1 の半径であり、 r_2 はセクタ歯車部分 28 (図 7 では 4) に係合する部分 3 の半径であり、 r_3 はセクタ歯車部分 4 の半径である。 θ_1 は、移動歯車 20 の回転軸 22 の中心 O_{mg} に関する部分 1 の中心角度であり、 θ_2 は、移動歯車 20 の回転軸 22 の中心 O_{mg} に関する部分 2 の中心角度である。

【0023】

$r_1 = r_2 = 12 \text{ mm}$ 、 $r_3 = 8 \text{ mm}$ 、 $\theta_1 = 30^\circ$ 、 $\theta_2 = 120$ として、実際に膝関節補助装置 10 を作製し、回転軸 22 の動作を測定した。測定結果を図 6 において一点鎖線で示す。図 6 から理解されるように、本実施形態による膝関節補助装置 10 は、実線で示すヒトの膝関節のロールバック動作に非常に近い運動を再現することが可能である。

【符号の説明】

【0024】

- 10 膝関節補助装置
- 12 本体部
- 12 a 案内溝

10

20

30

40

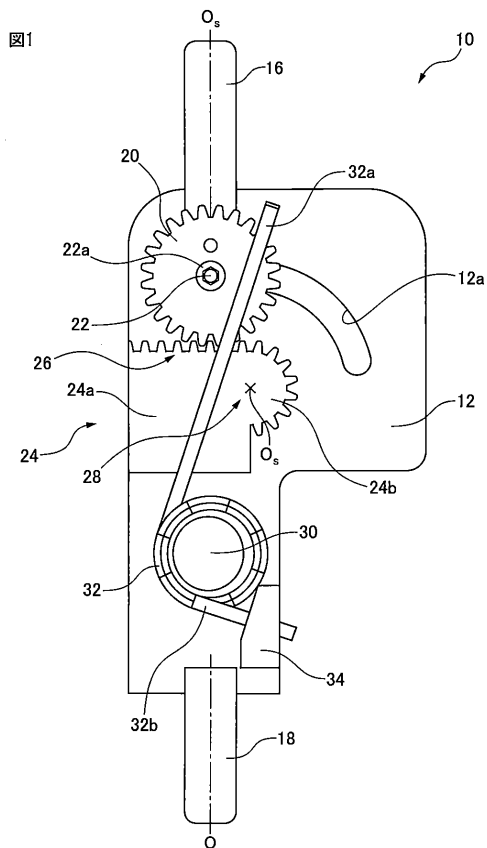
50

- 1 2 b 円弧部分
- 1 2 c 直線部分
- 1 4 本体部
- 1 4 a 案内溝
- 1 4 b 円弧部分
- 1 4 c 直線部分
- 1 6 第1の腕部材
- 1 8 第2の腕部材
- 2 0 移動歯車
- 2 2 回転軸
- 2 2 a フォロア
- 2 4 固定歯車
- 2 4 a 本体部分
- 2 4 b 扇状部分
- 2 6 直線歯車部分
- 2 8 セクタ歯車部分
- 3 0 ボス部
- 3 2 a 第1の脚部
- 3 2 b 第2の脚部
- 3 4 係留部
- 4 0 上腿部装着具
- 4 0 a バンド
- 4 2 下腿部装着具
- 4 2 a バンド

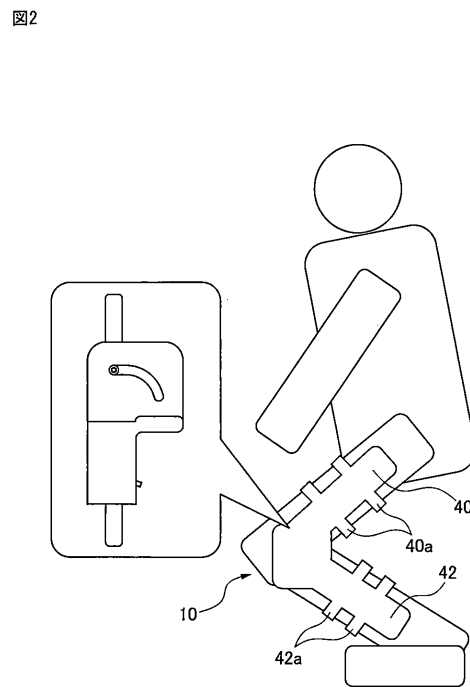
10

20

【 図 1 】

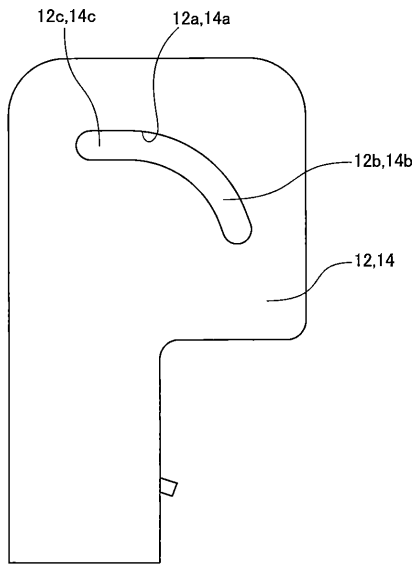


【 図 2 】



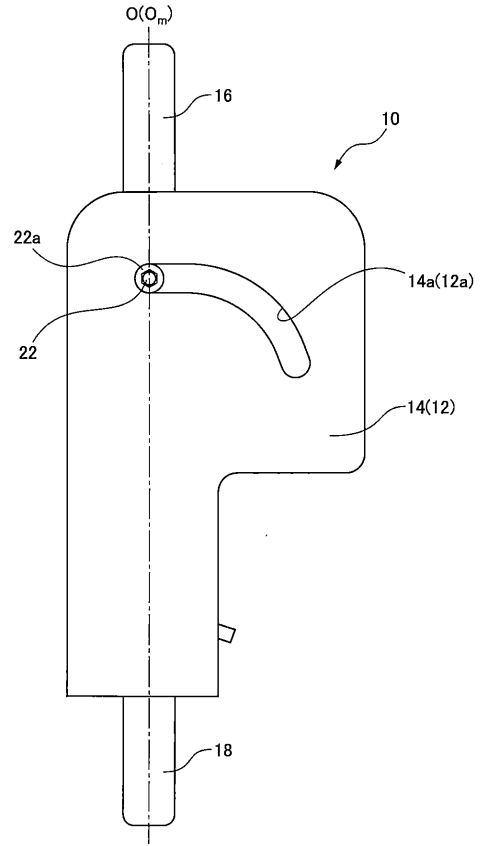
【 図 3 】

図3



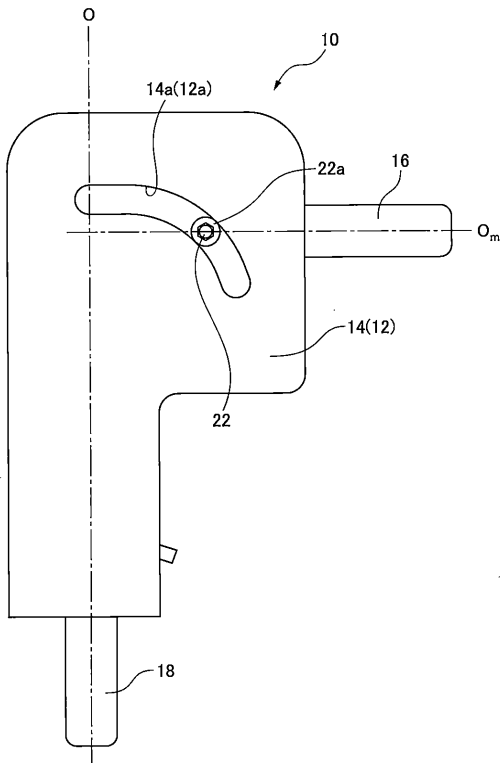
【 図 4 】

図4



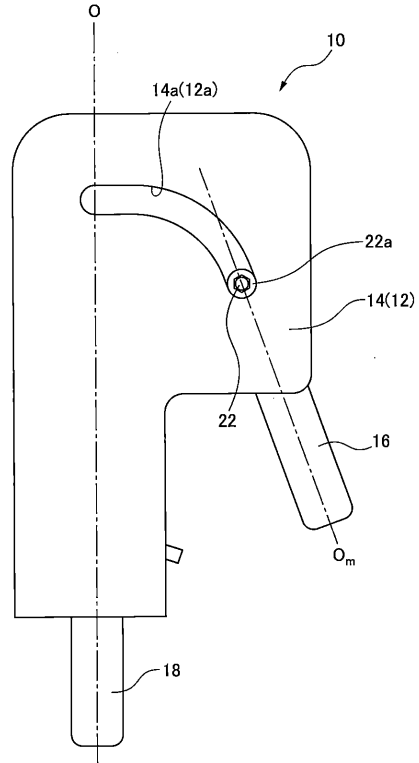
【 図 5 】

図5



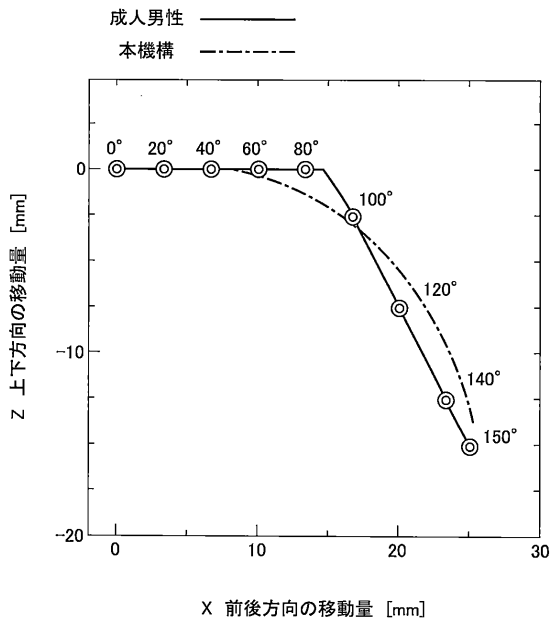
【 図 6 】

図6



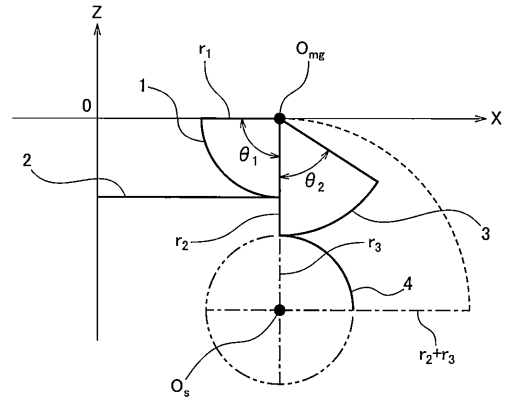
【 図 7 】

図7



【 図 8 】

図8



フロントページの続き

(72)発明者 井上 智晶

岐阜県美濃市極楽寺 1 1 5 1 番地 日本トムソン株式会社岐阜製作所第一寮 2 0 3 号室

Fターム(参考) 4C046 AA25 AA42 BB08 CC01 DD06 DD16 DD39 DD41 DD42

4C098 AA01 BB11 BC11 BD06 BD13