

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6673940号
(P6673940)

(45) 発行日 令和2年4月1日(2020.4.1)

(24) 登録日 令和2年3月9日(2020.3.9)

(51) Int.Cl.

B25J 11/00 (2006.01)

F 1

B25J 11/00

Z

請求項の数 16 (全 38 頁)

(21) 出願番号 特願2017-559672 (P2017-559672)
 (86) (22) 出願日 平成28年5月18日 (2016.5.18)
 (65) 公表番号 特表2018-520011 (P2018-520011A)
 (43) 公表日 平成30年7月26日 (2018.7.26)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2016/033035
 (87) 國際公開番号 WO2016/187275
 (87) 國際公開日 平成28年11月24日 (2016.11.24)
 審査請求日 令和1年5月17日 (2019.5.17)
 (31) 優先権主張番号 62/162,871
 (32) 優先日 平成27年5月18日 (2015.5.18)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 506115514
 ザ リージェンツ オブ ザ ユニバーシティ オブ カリフォルニア
 アメリカ合衆国、カリフォルニア州 94
 607-5200, オークランド、フランクリン ストリート 1111, 12番
 フロア
 (74) 代理人 100086531
 弁理士 澤田 俊夫
 (74) 代理人 100093241
 弁理士 富田 正昭
 (74) 代理人 100101801
 弁理士 山田 英治
 (74) 代理人 100095496
 弁理士 佐々木 榮二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】腕部支持外骨格

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

腕部支持外骨格において、
 人の上腕に連結されるように構成された腕部リンク機構を有し、
 上記腕部リンク機構は、
 近位リンクと、
 第1回転軸の周りで上記近位リンクに対して回転するように構成される遠位リンクと、
 上記遠位リンクに取り付けられ、上記人の上腕を上記遠位リンクに連結するように
 適合化された少なくとも1つの腕部カプラと、

上記近位リンクと上記遠位リンクとに結合され、上記近位リンクと上記遠位リンクとの
 間にトルクを発生させるように構成された少なくとも1つのトルク発生器と、
 実質的に上記第1回転軸の回転ジョイントに位置し、上記少なくとも1つのトルク発生
 器を拘束するように構成された突起とを有し、

上記近位リンクと上記遠位リンクとの間の角度がトグル角度より小さいとき、上記少
 なくとも1つのトルク発生器により上記近位リンクと上記遠位リンクとの間に発生させられ
 るトルクが、第1のトルクモードのトルクか、またはそれを越えている状態を維持し、

上記近位リンクと上記遠位リンクとの間の角度がトグル角度より大きいとき、上記少
 なくとも1つのトルク発生器により上記近位リンクと上記遠位リンクとの間に発生させられ
 るトルクが、第2のトルクモードのトルクか、またはそれを下回っている状態を維持する
 ことを特徴とする腕部支持外骨格。

10

20

【請求項 2】

上記少なくとも 1 つのトルク発生器が引張力発生器を有し、上記引張力発生器が、第 1 端部と第 2 端部とを有し、上記引張力発生器が当該引張力発生器の上記第 1 端部において上記近位リンクに結合され、当該引張力発生器の上記第 2 端部において上記遠位リンクに結合され、

上記引張力発生器における引張力がトルクを発生させて上記遠位リンクを上記近位リンクに対して屈曲させる請求項 1 記載の腕部支持外骨格。

【請求項 3】

上記引張力発生器は、コイルばね要素と、上記コイルばね要素を上記近位リンクに連結する線要素と、上記遠位リンクに結合されたブーリーとを有し、上記線要素が上記近位リンクに連結される前に、上記線要素は上記ブーリーを少なくとも部分的に取り囲む請求項 2 に記載の腕部支持外骨格。10

【請求項 4】

上記近位リンクは、上記少なくとも 1 つのトルク発生器に連結された上部ブラケットを有し、上記上部ブラケットの位置は、上記少なくとも 1 つのトルク発生器によって付与されるトルクを調整するために上記近位リンクに沿って調整可能である請求項 1 に記載の腕部支持外骨格。

【請求項 5】

上記遠位リンクが、上記少なくとも 1 つのトルク発生器に結合された下部ブラケットを有し、上記下部ブラケットの位置が上記少なくとも 1 つのトルク発生器によって付与されるトルクを調節するために上記遠位リンクに沿って調節可能である請求項 1 に記載の腕部支持外骨格。20

【請求項 6】

上記少なくとも 1 つの腕部カプラが、上記遠位リンクに結合され、かつ上記人の上記上腕に上向きの力を加えることができる耐荷重カプラを有する請求項 1 に記載の腕部支持外骨格。

【請求項 7】

上記腕部リンク機構が上記人の上記上腕に連結されたときに、上記第 1 回転軸が上記人の関節窩上腕関節をほぼ通る、請求項 1 に記載の腕部支持外骨格。

【請求項 8】

上記第 1 回転軸と実質的に直交する第 2 回転軸の周りに作用する少なくとも 1 つの水平回転ジョイントをさらに有する請求項 1 に記載の腕部支持外骨格。30

【請求項 9】

さらに、上記腕部リンク機構に結合されるように構成され、さらに上記人の体幹に結合されるように構成された肩部基部を有し、上記少なくとも 1 つのトルク発生器によって発生されたトルクが上記第 1 のトルクモードまたはそれを上回る状態のままであるとき、上記少なくとも 1 つの腕部カプラによって上記人の上記上腕に力が加えられ、反力およびトルクが肩部基部に加えられ、これによって、上記人の上記上腕を上げるために必要な人間の肩の力とトルクを減らし、かつ、上記少なくとも 1 つのトルク発生器によって発生されたトルクが上記第 2 のトルクモードまたはそれを下回る状態のままであるとき、上記人は自由に上記上腕を動かすことができる請求項 1 に記載の腕部支持外骨格。40

【請求項 10】

上記肩部基部が、上記腕部リンク機構を上記肩部基部に迅速に接続および切断するよう に動作可能な少なくとも 1 つの肩部ブラケットをさらに有する、請求項 9 に記載の腕部支持外骨格。

【請求項 11】

上記肩部基部は、

上記腕部リンク機構に結合されるように構成され、上記肩部基部に加えられる反力およびトルクを支持するようにさらに構成される、耐荷重構造体と、

上記肩部基部が上記人の上記体幹と一致して動くように動作可能であるように、上記耐50

荷重構造体を上記人の上記体幹に結合するように構成された結合機構とをさらに有する請求項 9 に記載の腕部支持外骨格。

【請求項 1 2】

上記耐荷重構造体は、

実質的に上記人の背中の後ろに位置するように構成された背中フレームと、

少なくとも 1 つの腰部負荷ベルトとを有し、

上記背中フレームは上部フレームと下部フレームとを有し、

さらに、上記上部フレームは上記腕部リンク機構に結合され、上記腕部リンク機構から上記肩部基部に加えられる反力およびトルクの少なくとも一部を支持するように構成され、上記下部フレームは上記上部フレームに結合され、上記上部フレームに加えられる上記反力および上記トルクの少なくとも一部を支持するように構成され、

上記少なくとも 1 つの腰部負荷ベルトは、上記下部フレームに連結されて、上記少なくとも 1 つの腰部負荷ベルトは、上記反力および上記トルクの少なくとも一部を上記背中フレームから上記人の腰に伝達するように構成されている請求項 1 1 記載の腕部支持外骨格。

【請求項 1 3】

上記下部フレームに対する上記上部フレームの位置は、上記人の胴の高さに対応するよう上記人の背骨に実質的に平行な軸に沿って調整可能である、請求項 1 2 に記載の腕部支持外骨格。

【請求項 1 4】

上記肩部基部が、体幹支持外骨格に結合されるように構成されている、請求項 9 に記載の腕部支持外骨格。

【請求項 1 5】

上記肩部基部が、脚部支持外骨格に連結されるように構成されている、請求項 9 に記載の腕部支持外骨格。

【請求項 1 6】

少なくとも 1 つの安全ハーネス取り付け点をさらに含み、上記肩部基部は、上記安全ハーネス取り付け点を使用して、上記人が着用する安全ハーネスに結合するように適合可能である、請求項 9 に記載の腕部支持外骨格。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、人体の腕部の支持装置の技術に関し、より具体的には、腕部上昇時に人体の肩部にかかるモーメントを減少するように構成された腕部支持装置に関する。

【背景技術】

【0002】

腕部の重量を支持するように構成された人の胴体に取り付けられた受動的リフト装置の例は、米国特許第 9,205,017 B2 号および米国特許出願公開第 2014/0158839 A1 号に見ることができる。このような装置は、ユーザが上腕を横に置きたいとき、または工具ベルトから工具を選ぶときに自動的に支援を中断したり、実質的に支援を減らしたりすることができないため、制限されたものと考えられる。このような装置は、支持トルクが自動的にゼロに減少する、持続的な位置範囲を提供しない。いくつかの位置を除いて、これらの装置は、ユーザの上腕に常に持ち上げ力を加え、支援が望ましくない非作業姿勢時の動きを妨げ、不快感を引き起こす可能性がある。

【0003】

一般に、工具の重量を支える人を支援するように構成された受動的支持装置は、当技術分野で知られている。典型的な受動装置は、構造要素、バネ、ケーブルおよび滑車の組み合わせを用いて、ある範囲の位置で重力を補償するように構成される。これらの装置の構成は、限定された運動範囲内で重力補償を提供する。さらに、これらの装置は、実質的にゼロのトルク??を提供することを可能にしない。受動リフト支援装置の例は、米国特許第

10

20

30

40

50

6,821,259 B2号明細書および同第7,325,777号明細書に見出すことができる。このような装置は、ユーザが新しい場所に移動するたびにそのベースを再配置する必要があるため、機能面でかなり制限されていると考えられる。人の胴体に装着されてツールの重量を支持する受動的リフト支援装置の例は、米国特許第7,618,016 B2号および米国特許出願公開第2015/00269A1号を含む。このような装置は、ユーザの動きに正確に追従しないかさばるフレームのために、かなり制約的なものと考えられる。

【発明の開示】

【0004】

ここで説明する本発明は、上腕を上げるための支持トルクをユーザに付与し、それによって上腕を上げるのに必要な人の肩の力およびトルクを低減する。しかしながら、ユーザが上腕を横に置き、または工具ベルトから工具を選ぶことを意図するとき、本発明の装置は、持ち上げ力をゼロ（または実質的に小さな値）に自動的に減少させ、着用者の上腕を自由に動かせるようにする。非作業姿勢の間に、人の上腕の自由な動きを許容するために、または人の上腕が支援装置から加えられたトルクのインピーダンスなしで静止できるように、ゼロ（または実質的に小さい）トルクが望ましい。これは、非作業姿勢の間に、より大きな全体的な快適さをユーザにもたらす。

10

【0005】

実施例において、人体に結合されるように構成された腕部支持外骨格は、人の胴体に結合されるように構成された肩部基部と；前記肩部基部に連結される腕部リンク機構とを有する。前記腕部リンク機構は：人が直立しているときに、重力線にほぼ直交する第1回転軸に沿って回転ジョイントの周りに相互に回動するように構成された近位リンクおよび遠位リンクと；人の上腕を前記遠位リンクに結合するように適合された少なくとも1つの腕部連結器と；引張力発生器であって、当該引張力発生器の第1端部で前記近位リンクに連結され、当該引張力発生器の第2端部で前記遠位リンクに結合され、前記遠位リンクを前記近位リンクに対して屈曲するようにトルクを供給する前記引張力発生器と；実質的に前記回転ジョイントに位置づけられる突起とを有する。前記遠位リンクがトグル角度を超えて延びるととき、前記突起は前記引張力発生器を拘束し、前記引張力発生器によって付与されるトルクは実質的に小さいままであり、前記突起が前記引張力発生器を拘束しないとき、人の上腕を上げるのに必要な人の肩の力およびトルクを減少させる。

20

【0006】

実施例において、人体に連結されるように構成された腕部支持外骨格は、人の胴体に結合されるように構成された肩部基部と；前記肩部基部に連結される腕部リンク機構とを有する。前記腕部リンク機構は：人が直立しているときに、重力線にほぼ直交する第1回転軸に沿って回転ジョイントの周りに相互に回動するように構成された近位リンクおよび遠位リンクと；人の上腕を前記遠位リンクに結合するように適合された少なくとも1つの腕部連結器と；引張力発生器であって、当該引張力発生器の第1端部で前記近位リンクに連結され、当該引張力発生器の第2端部で前記遠位リンクに連結され、前記遠位リンクを前記近位リンクに対して屈曲するようにトルクを供給する前記引張力発生器とを有する。前記腕部支持外骨格が前記人体に連結され、前記近位リンクと前記遠位リンクとの間の角度がトグル角度より小さいとき、前記トルクは、前記近位リンクに対して前記遠位リンクを屈曲させる傾向を有し、これによって、前記人の上腕を持ち上げるために必要な人の肩部の力およびトルクを減少させ、前記肩部基部に反作用力およびトルクを加える。前記近位リンクと前記遠位リンクとの間の前記角度が前記トグル角度より大きいとき、前記近位リンクと前記遠位リンクとの間に実質的に小さなトルクを付与し、人が人体の前記上腕を自由に動かせるようにする。

30

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】本発明の支援装置の背面斜視図であり、ユーザの腕を伸ばした状態を示す。

【図2】本発明の腕部リンク機構の拡大図である。

40

50

- 【図3】本発明の腕部リンク機構の拡大背面斜視図である。
- 【図4】第1角度がトグル角度未満である本発明の支援装置の側面図である。
- 【図5】第1角度がトグル角度より大きい本発明の支援装置の側面図である。
- 【図6】2つの腕部リンク機構を含む本発明の腕部支持外骨格の正面斜視図である。
- 【図7】正面平面および幅の寸法を示す人体の正面図である。
- 【図8】長さ寸法を示す人の背面図である。
- 【図9】幅寸法を示す人の側面図である。
- 【図10】背部フレームと腰部装填ベルトとを含む本発明の荷重担持構造の背面図である。
- 【図11】上側フレームおよび下側フレームを含む、本発明の背部フレームの背面図である。 10
- 【図12】脊柱フレームを含む本発明の背部フレームの背面図である。
- 【図13】幅および深さ調節器を含む、本発明の上側フレームおよび下側フレームの背面図である。
- 【図14】ベルト、胸部ストラップ、およびアンカーストラップを含む、本発明の連結機構の正面斜視図である。
- 【図15】ベルト、胸部ストラップ、およびアンカーストラップを含む本発明の連結機構の背面図である。 20
- 【図16】ベルト、胸部ストラップ、およびアンカーストラップを含む、本発明の連結機構の背面斜視図である。
- 【図17】ベルト、肩部ストラップ、および胸骨ストラップを含む、本発明の連結機構の正面斜視図である。
- 【図18】ベルト、肩部ストラップ、および胸骨ストラップを含む、本発明の連結機構の背面図である。
- 【図19】ベルト、肩部ストラップ、および胸骨ストラップを有する、本発明の連結機構の背面斜視図である。
- 【図20】ベルトおよびベストを含む、本発明の連結機構の正面斜視図である。
- 【図21】ベルトおよびベストを含む、本発明の連結機構の背面図である。
- 【図22】ベルトおよびベストを含む、本発明の連結機構の背面斜視図である。 30
- 【図23】安全ハーネスに接続されたベストを含む、本発明の連結機構の正面斜視図である。
- 【図24】安全ハーネスに接続されたベストを含む、本発明の連結機構の背面斜視図である。
- 【図25】安全ハーネスに接続されたベルトを含む、本発明の連結機構の背面斜視図である。
- 【図26】ユーザの肩関節（関節窩上腕関節）に整合する第1回転軸を示す、本発明の支援装置の背面拡大斜視図である。
- 【図27】ユーザの肩関節に整合する第1回転軸を示す、本発明の支援装置の背面図である。 40
- 【図28】第2回転軸を含む、本発明の腕部リンク機構の斜視図である。
- 【図29】ユーザの肩関節に整合する、図28の第2回転軸の背面拡大図である。
- 【図30】肩部基部を腕部リンク機構に連結する肩部ブラケットの斜視図である。
- 【図31】肩部基部から取り外された腕部リンク機構を示す、本発明の肩部ブラケットの斜視図である。
- 【図32】腕部支持外骨格の肩幅を調整可能にする、本発明の肩部ブラケットの斜視図である。
- 【図33】肩甲骨回転軸を示す、本発明の肩部ブラケットの斜視図である。
- 【図34】格納位置にある、本発明の腕部支持外骨格を具備するユーザの正面斜視図である。
- 【図35】本発明の腕部支持外骨格の作業位置における斜視図である。 50

【図36】本発明の腕部支持外骨格の格納位置における斜視図である。

【図37】腕部連結器を含む、本発明の腕部リンク機構の斜視図である。

【図38】腕部連結器が腕部回転ジョイントを含む、本発明の腕部リンク機構の斜視図である。

【図39】腕部連結器が平行移動ジョイントを含む、本発明の腕部リンク機構の斜視図である。

【図40】平行移動ジョイントを含む、本発明の腕部連結器の断面図である。

【図41】内部外部回転ジョイントを含む、本発明の腕部連結器の正面図である。

【図42】伸長バネを備えた、本発明のトルク発生器の側断面図である。

【図43】本発明のトルク発生器の概略図である。

10

【図44】伸長バネを備えた、本発明のトルク発生器の別の側断面図である。

【図45】圧縮バネを備えた、本発明のトルク発生器の側断面図である。

【図46】圧縮バネを備えたトルク発生器の別の側面断面図である。

【図47】上側プラケットが上昇位置にある本発明のトルク発生器の側断面図である。

【図48】上側プラケットが下降位置にある本発明のトルク発生器の側面断面図である。

【図49】本発明の上側プラケットの2つの位置に対するトルク発生器のトルクプロファイルのプロットである。

【図50】下側プラケットが伸長位置にある本発明のトルク発生器の側面断面図である。

【図51】下側プラケットが格納位置にある本発明のトルク発生器の側断面図である。

【図52】本発明の下側プラケットの2つの位置に対するトルク発生器のトルクプロファイルのプロットである。

20

【図53】第1角度がトグル角度よりも大きい突起を有するトルク発生器の側面断面図である。

【図54】ジョイントピンを含む突起を含む、本発明のトルク発生器の拡大側面断面図である。

【図55】近位リンクの一部である突起を含む、本発明のトルク発生器の拡大側面断面図である。

【図56】突起のないトルク発生器のトルクプロファイルのプロットである。

【図57】突起を有するトルク発生器のトルクプロファイルのプロットである。

【図58】オフセット調整ジョイントを含む、本発明のトルク発生器の側断面図である。

30

【図59】増加させられたオフセット位置を示す、本発明のトルク発生器の側断面図である。

【図60】オフセット調整ジョイントを示す、腕部リンク機構の分解斜視図である。

【図61】オフセット調整角度の2つの値に対するトルク発生器のトルクプロファイルのプロットである。

【図62】腕部重量トルクプロファイルと比較した、所望のトルク発生器の支持トルクプロファイルの例である。

【図63】腕部重量トルクプロファイルと比較した、所望のトルク発生器の支持トルクプロファイルの代替例である。

【図64】腕部重量トルクプロファイルと比較した、所望のトルク発生器の支持トルクプロファイルの代替例である。

40

【図65】下肢外骨格に結合された本発明の背部フレームの正面斜視図である。

【図66】胴体外骨格に結合された本発明の背部フレームの正面斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

図1は、腕部支持外骨格(支援装置)100の実施例を示す。腕部支持外骨格100は、人の胴体202に結合されるように構成された肩部基部102を備える。本発明のいくつかの実施例において、肩部基部102は、人(ユーザ)200の後方に実施的に位置付けられる。腕部支持外骨格100は、肩部基部102に連結された少なくとも1つの腕部リンク機構104をさらに備える。腕部リンク機構104は、少なくとも近位リンク15

50

0 および遠位リンク 152 を備え、これらは第1回転軸 154 に沿って相互に対して回転可能である。本発明のいくつかの実施例において、第1回転軸 154 は、人 200 が直立しているときに重力線 208 に直交している。用語「重力線」は、重力が作用する方向を意味すると理解されるべきである。第1ジョイント 151 は、遠位リンク 152 が近位リンク 150 に対して回転するヒンジとして働く。腕部支持外骨格 100 は、人の上腕 204 を腕部リンク機構 104 の遠位リンク 152 に連結する少なくとも 1 つの腕部連結器 106 をさらに備える。腕部連結器 106 は図 2 に示される。腕部支持外骨格 100 は、近位リンク 150 と遠位リンク 152 との間にトルク 280 を生成するように構成された、少なくとも 1 つのトルク発生器 108 をさらに備える。腕部リンク機構 104 の拡大図が図 3 に示されている。図 1 および図 3 においてトルク 280 は、近位リンク 150 から遠位リンク 152 に印加されるトルクを示す。図 4 に示すように、第1角度 193 は、近位リンク 150 と遠位リンク 152 との間の角度を表す。第1角度 193 がトグル角度 195 よりも小さい場合、図 4 に示すように、トルク発生器 108 は、近位リンク 150 に対して遠位リンク 152 を屈曲させる傾向を有するトルク 280 を生成する。「トグル角度」という用語は、近位リンク 150 と遠位リンク 152 とが同一線上にある第1位置（例えば、腕部が持ち上げられる）と、近位リンク 150 と遠位リンク 152 が同一線上になる第2位置（例えば、腕部が下がる）との間の角度を意味する。用語「屈曲」は、第1角度 193 の減少をもたらす遠位リンク 152 の動きを意味すると理解されるべきであり、本明細書で使用される用語「伸長」は、第1角度 193 の増加をもたらす遠位リンク 152 の動きを意味すると理解されるべきである。トルク 280 は、腕部連結器 106 によって上腕 204 に支持力 212（図 2 および図 4 に示す）を生成する。これにより、人の上腕 204 を持ち上げるのに必要な人間の肩の力およびトルクが低減され、肩部基部 102 上の反作用力 214 および反作用トルク 215 を印加する。
10
20

【0009】

角度 193 が図 5 に示すようにトグル角度 195 より大きい場合、トルク発生器 108 は、近位リンク 150 と遠位リンク 152 との間に実質的に小さなトルクを供給する。「実質的に小さなトルク」という用語は、人の上腕 204 の実質的な抑制または不快感を引き起こすことのないトルクの値と理解すべきである。これにより、人 200 は上腕 204 を自由に動かすことができる。図 5 に示す例では、ユーザの上腕 204 が下降すると、遠位リンク 152 の位置が近位リンク 150 と同一線上の位置を通過し、トルク発生器は近位リンク 150 と遠位リンク 152 との間に実質的に小さなトルクを供給する。ユーザはこの下降位置で上腕 204 を容易に操作することができる。
30

【0010】

図 6 は、肩部基部 102 に結合された 2 つの腕部リンク機構 104 を含む腕部支持外骨格 100 の別の実施例を示し、各々は少なくとも 1 つのトルク発生器 108 および少なくとも 1 つの腕部連結器 106 を含む。本発明のいくつかの実施例において、遠位リンク 152 は、人の上腕 204 と実質的に平行のままであるように動く。

【0011】

図 6 に示すように、本発明のいくつかの実施例において、外骨支持外骨格 100 の肩部基部 102 は、腕部リンク機構 104 に結合された荷重担持構造 112 と、肩部基部 102 を人の胴体 202 に取り付ける連結機構 114 とを備える。荷重担持構造 112 は、腕部リンク機構 104 からの反作用力 214 および反作用トルク 215 を支持する。図 10 から図 13 に示す本発明のいくつかの実施例において、反作用力 214 および反作用トルク 215 が人 200 に伝達する。図 6 に示されているように、反作用力 214 および反作用トルク 215 は、支持面（例えば、地面 310）に伝達される。荷重担持構造 112 および連結機構 114 の様々な実施例を以下で説明する。
40

【0012】

図 7、図 8、および図 9 は、ここでは、荷重担持構造 112 の説明において使用される様々な寸法を説明するために提示される。図 7 は、腰幅 234、肩幅 236、および人の正面平面 250 と含む、人 200 の正面図を示し、図 8 は、胴体高さ 232 および上腕長
50

さ 2 4 2 を含む人 2 0 0 の背面図を示す。図 9 は、腰深さ 2 3 8 および肩深さ 2 4 0 を含む人 2 0 0 の側面図を示す。

【 0 0 1 3 】

図 1 0 ~ 図 1 3 は荷重担持構造の種々の実施例を示す。図 1 0 に示すように、実施例においては、荷重担持構造 1 1 2 は、腕部リンク機構 1 0 4 (図示せず) からの反作用力 2 1 4 およびトルク 2 1 5 を支持する背部フレーム 1 3 0 を有する。腰部装填ベルト 1 3 1 は、反作用力 2 1 4 および反作用トルク 2 1 5 の少なくとも一部を人の腰部 2 2 0 (図 1 4 に示す) に伝達し、腰部反作用力 2 2 1 をもたらす。背部フレーム 1 3 0 は、肩部反作用力 2 2 5 によって示されるように、反作用力 2 1 4 の少なくとも一部を人の肩部 2 2 4 (図 1 4 に示す) にも伝達する。背部フレーム 1 3 0 は、カスタムメイドであってよく、または、人の胴体高さ 2 3 2 、腰幅 2 3 4 、肩幅 2 3 6 、腰深さ 2 3 8 、肩深さ 2 4 0 、またはそれらの任意の組み合わせに適合するように増分的に寸法調整されてよい。本発明のいくつかの実施例において、腰部装填ベルト 1 3 1 および背部フレーム 1 3 0 は、1 つのアイテムとして構成されている。

10

【 0 0 1 4 】

図 1 1 は、腕部リンク機構 1 0 4 (図示せず) に連結された上側フレーム 1 3 6 と、上側フレーム 1 3 6 に並進可能に連結された下側フレーム 1 3 8 とを含む荷重担持構造 1 1 2 の他の実施例を示し、望ましい胴体高さ調整 2 3 3 を提供する人の胴体の高さ 2 3 2 のための下側フレーム 1 3 8 を含む。下側フレーム 1 3 8 は、腰部装填ベルト 1 3 1 に連結されるか、またはその一部である。腕部リンク機構 1 0 4 からの反作用力 2 1 4 は、上側フレーム 1 3 6 によって支持され、上側フレーム 1 3 6 は、肩部反作用力 2 2 5 によって示されるように、反作用力 2 1 4 の少なくとも一部を人の肩部 2 2 4 に伝達することができる。上側フレーム 1 3 6 は、人の肩の幅 2 3 6 および肩の深さ 2 4 0 に適合するように漸増的にサイズ付けされてもよい。下側フレーム 1 3 8 は、カスタムメイドであってもよいし、人の腰幅 2 3 4 および腰深さ 2 3 8 を含む。

20

【 0 0 1 5 】

図 1 2 は、背部フレーム 1 3 0 が、上側フレーム 1 3 6 を下側フレーム 1 3 8 に接続する脊柱フレーム 1 3 4 をさらに含む荷重担持構造 1 1 2 のさらなる実施例を示す。脊柱フレーム 1 3 4 は、下側フレーム 1 3 8 にその下端部において回転可能に結合される人の正面平面 2 5 0 における下側フレーム 1 3 8 に対する脊柱フレーム 1 3 4 の回転を可能にする。中外側屈曲動作 2 6 0 は、脊柱フレーム 1 3 4 と下側フレーム 1 3 8 との間の動きの方向を示す。脊柱フレーム 1 3 4 は、脊柱フレーム軸に沿って脊柱の捻れ動作 2 6 2 は、脊柱フレーム 1 3 4 と上側フレーム 1 3 6 との間の動きの方向を示す。また、上側フレーム 1 3 6 は、脊柱フレーム軸 1 3 5 に沿って脊柱フレーム 1 3 4 に対して並進して、人の胴高 2 3 2 の胴体高さ調整 2 3 3 を提供する。上側フレーム 1 3 6 と脊柱フレーム 1 3 4 との間の脊柱捻れ動作 2 6 2 と、下側フレーム 1 3 8 と脊柱フレーム 1 3 4 との間の内外屈曲動作 2 6 0 との自由度の程度によって、上側フレーム 1 3 6 が人の胸部 2 2 2 (図 1 4 に示されている) と実質的に一体的に移動でき、下側フレーム 1 3 8 が、人の腰部 2 2 0 と実質的に一体的に移動できる。

30

【 0 0 1 6 】

40

図 1 3 は、下側フレーム 1 3 8 が下側中央バー 1 4 4 および 2 つの下側コーナーバー 1 4 0 をさらに備え、各下側コーナーバー 1 4 0 は、下側中央バー 1 4 4 上の種々の位置で下側中央バー 1 4 4 に結合でき、これによって、庶務の腰部幅調整を実現して人の腰幅 2 3 4 に適合させる。下側フレーム 1 3 8 は、当該下側フレーム 1 3 8 上の種々の位置で下側フレーム 1 3 8 に結合されてよい 2 つの下側サイドプラケット 1 4 9 をさらに有してよく、人の腰深さ 2 3 8 に対応するために望ましい腰深さ調整 2 3 9 を実現する。上側フレーム 1 3 6 は、上側中央バー 1 4 2 および 2 つの上側コーナーバー 1 4 6 をさらに有し、各上側コーナーバー 1 4 6 は、当該上側中央バー 1 4 2 上の種々の位置で当該上側中央バー 1 4 2 に結合でき、もって、人の肩幅 2 3 6 に適合するように所望の肩幅調整 2 3 7 を実現する。上側フレーム 1 3 6 は、また、2 つの上側サイドプラケットを有し、各上側サ

50

イドブラケット 148 は、当該上側フレーム 136 上の種々の位置で上側フレーム 136 に結合でき、もって、人の肩深さ 240 に対応するために望ましい肩深さ調整 241 を提供することができる。上側フレーム 136 は、また、当該上側フレーム 136 に曲線を渡しかけるハンモック 128 を有し、もって、人の肩部 224 (図 14 に示す) にそれぞれの肩部反作用力 225 をより均一に分配する。上側サイドブラケット、上側コーナーバー、下側サイドブラケット、および下側コーナーバーの調整には、プランジャピン、スクリュー、クランプ、摩擦ロック、ラックアンドピニオン、またはそれらの任意の組合せの使用が含まれて良い。

【0017】

図 14 ~ 図 22 は、連結機構 114 が、ベルト取付点 115 において荷重担持構造 112 に取り付けられ、人の腰部 220 を少なくとも部分的に取り囲むベルト 116 を含む、本発明の様々な実施例を示す。ベルト 116 は人の腰部 220 と一体的に移動できる。いくつかの実施例において、ベルト 116 は、人の腰部 220 にしっかりと取り付けられるように長さを変えることができる。

【0018】

図 14、15 および 16 は、肩部基部 102 の様々な実施例を示す。図 14 は、人 200 を伴う肩部基部 102 の正面斜視図を示す。図 15 は、人 200 を伴わない肩部基部 102 の背面図を示す。図 16 は、人 200 を伴わない肩部基部 102 の背面斜視図を示す。この実施例において、連結機構 114 は、胸部ストラップ 118 を有する。胸部ストラップ 118 は、人の胸部 222 を少なくとも部分的に取り囲む。胸部ストラップ 118 は、ほぼ、人の胸部 222 のレベルで背中中央取付点 117 において荷重担持構造 112 に実装される。いくつかの実施例において、連結機構 114 は、少なくとも 1 つのアンカーストラップ 119 を含み、当該アンカーストラップ 119 は、その第 1 端部で、腹側取付点 121 において荷重担持構造 112 に取り付けられ、第 2 端部で胸部ストラップ 118 に取り付けられる。胸部ストラップ 118 およびアンカーストラップ 119 は、人の胸部 222 と一体的に動く。いくつかの実施例において、胸部ストラップ 118 およびアンカーストラップ 119 は、人の胸部 222 に確実に取り付けることができるように長さを変えることができる。いくつかの実施例において、胸部ストラップ 118 は堅固であり、アンカーストラップ 119 を締め付けることによるたわみを防止する。

【0019】

図 17、図 18 および図 19 は、肩部基部 102 の様々な実施例を示す。図 17 は、人 200 を伴う肩部基部 102 の正面斜視図を示す。図 18 は、人 200 を伴わない肩部基部 102 の背面図を示す。図 19 は、人 200 を伴わない肩部基部 102 の背面斜視図を示す。この実施例において、連結機構 114 は、少なくとも 2 つの肩部ストラップ 120 を含む。2 つの肩部ストラップ 120 は、人の肩部 224 を少なくとも部分的に取り囲む。各肩部ストラップ 120 は、第 1 端部において、それぞれの上方腹側取付点 121 で荷重担持構造 112 に実装され、第 2 端部において、下方背側取付点 123 で荷重担持構造 112 に実装される。いくつかの実施例において、胸骨ストラップ 122 は、その第 1 端で 1 つの肩部ストラップ 120 に結合し、第 2 端で、もう 1 つの肩部ストラップ 120 に結合する。肩部ストラップ 120 および胸骨ストラップ 122 は、人の胸部 222 と一体的に動く。いくつかの実施例において、肩部ストラップ 120 および胸骨ストラップ 122 は、人の胸部 222 に確実に取り付けることができるように長さを変えることができる。いくつかの実施例において、肩部ストラップ 120 は、その第 1 端部において、上方腹側取付点 121 で荷重担持構造 112 に実装され、その第 2 端部において、背中中央取付点 117 において荷重担持構造 112 に実装される。

【0020】

図 20、21 および 22 は、肩部基部 102 の様々な実施例を示す。図 20 は、人 200 を伴う肩部基部 102 の正面斜視図を示す。図 21 は、人 200 を伴わない肩部基部 102 の背面図を示す。図 22 は、人 200 を伴わない肩部基部 102 の背面斜視図を示す。この実施例において、連結機構 114 は、人の胸部 222 にしっかりと取り付けられる

10

20

30

40

50

ベスト124を含む。ベスト124は、人の胸部222と一体的に動くことができる。いくつかの実施例において、ベスト124は、複数のベスト取付点125によって肩部基部102に連結される。いくつかの実施例において、ベスト取付点125は、胸部ストラップ118、アンカーストラップ119、肩部ストラップ120、胸骨ストラップ122、またはそれらの任意の組み合わせに取り付けられる。

【0021】

図23～図25は、肩部基部102の実施例を示し、これらの図において、連結機構114は、人200が着用している安全ハーネス126に少なくとも1つの安全ハーネス取付点127によって結合でき、この際、安全ハーネス126を修正する必要がない。図23および図24は、ベスト124が少なくとも1つの安全ハーネス取付点127を含む本発明の実施例を示す。安全ハーネス取付点127は、安全ハーネス126を変更することなくベスト124を安全ハーネス126に取り付けることを可能にする。安全ハーネス取付点127は、ベスト124の前面、肩部、または背面に位置付けられて良い。図23は、ベスト124の前部および肩部の安全ハーネス取付点127の正面斜視図を示す。図24は、ベスト124の背部および肩部に安全ハーネス取付点を含む、実施例（荷重支持構造なし）の背面拡大斜視図を示す。安全ハーネス取付点127は、ベルクロループ、ボタン付きフック、ストラップ、バックル、クリップ、クランプ、またはそれらの任意の組み合わせから形成されて良い。図25は、ベルト116が少なくとも1つの安全ハーネス取付点127を含む、本発明の実施例を示す。安全ハーネス取付点127は、安全ハーネス126を修正することなく安全ハーネス126をベルト116に取り付けることを可能にする。いくつかの実施例において、安全ハーネス取付点127はベルト116の側部に位置付けられる。安全ハーネス取付点127は、アタッチメントの側に位置する点127ベルクロループ、ボタン付きフック、ストラップ、バックル、クリップ、クランプ、またはこれらの任意の組み合わせによって形成されて良い。

【0022】

図26は、腕部リンク機構104の拡大図を示す。この実施例において、第1ジョイント151の第1回転軸154は、人の肩関節218をほぼ通過する。図27は、この実施例の背面図を示し、腕部支持外骨格100は、2つの腕部リンク機構104とを含む。

【0023】

図28および図29は、腕部リンク機構104が少なくとも1つの水平回転ジョイント156を含む、腕部支持外骨格100の別の実施例を示す。水平回転ジョイント156によって、近位リンク150が、肩部基部102に対して第2回転軸155の周りに回転できる。第2回転軸155は、第1回転軸154と実質的に直交している。図29は、当該腕部リンク機構104の背面図を示し、ここでは、第2回転軸155が人間の肩関節218を実質的に通過するようになっている。

【0024】

図30および図31は、肩部基部102に結合された少なくとも1つの肩部プラケット153を含む腕部支持外骨格100の実施例を示す。肩部プラケット153によって、腕部リンク機構104と肩部基部102との間の迅速な接続および取り外しが容易になる。図30は、腕部リンク機構104を肩部基部102に連結する肩部プラケット153を示す。図31は、腕部リンク機構104を肩部基部102から取り外すことを可能にする肩部プラケット153を示す。

【0025】

図32は、肩部基部102に連結された少なくとも1つの肩部プラケット153を含む腕部支持外骨格100の別の実施例を示す。肩部プラケット153は、肩部基部102を腕部リンク機構104に複数の位置で連結して所望の肩幅調整237を実現して人の肩幅236に適合化させ、これは図7を参照されたい。図示しない別の実施例において、肩部プラケット153は、人の肩深さ240に適合するように所望の肩部深さ調整241を提供するために、複数の位置で腕部リンク機構104に結合することができる。

【0026】

10

20

30

40

50

図33は腕部支持外骨格100の他の実施例を示しており、この図において、肩部基部102は少なくとも1つの肩部プラケット153を有する。肩部プラケット153は、肩甲骨回転軸171に沿って腕部リンク機構104に回転可能に連結されており、肩甲骨回転軸171は、人200(図示せず)が直立しているときに重力線208に実質的に直交する。

【0027】

図34～図36は、肩部基部102が肩部プラケット153に結合された腕部支持外骨格100の別の実施例を示す。肩部プラケット153は、腕部リンク機構104に連結する。肩部プラケット153は、当該肩部プラケット153が肩部基部102(図34には示されていない格納ジョイント158)に対して回転する。肩部プラケット153が格納ジョイント158の周りを回転すると、腕部リンク機構104を、人200の実質的に後方に配置することができる。肩部プラケット153は、腕部リンク機構104を所望の向きに保つために格納ジョイント158の周りに静止して保持することができる。図34は、腕部支持外骨格100を着用している人200を示し、この図では、腕部リンク機構104が人の作業空間230から実質的に外れた格納位置にある。「人の作業空間」という用語は、一般的な職場作業中に利用することができる人の上腕204の運動範囲を意味すると理解すべきである。図35は、作業位置にある肩部プラケット153の斜視図を示す。作業位置において、腕部リンク機構104は、人の上腕204(図示せず)を支持するように配置される。図36は、格納位置にある肩部プラケット153の斜視図を示し、ここでは、腕部リンク機構104が実質的に人200(図示せず)の後ろに位置付けられる。格納位置において、遠位リンク152は、第1回転軸154の周りに作用するトルク発生器108のために、近位リンク150に対して完全に撓んだままである。これは、腕部リンク機構104を人の作業空間230からさらに保護する働きをする。腕部リンク機構104と肩部基部102との間の距離を利用して、腕部リンク機構104を人の作業空間230の外に保持することができる。

10

20

【0028】

図37～図41は、腕部支持外骨格100の実施例を示しており、ここでは、腕部連結器106が、さらに、遠位リンク152に結合された荷重担持連結器160を有し、人の上腕204(図1に示す)に上向きの支持力212を加えることができる。いくつかの実施例において、荷重担持連結器160は、遠位リンク152に腕部連結器106を取り付ける遠位リンクアタッチメント167と、人の上腕204(図1に示す)を部分的に取り囲む少なくとも1つの腕部カフス部168とを備える。

30

【0029】

図37は、腕部連結器106がさらに腕部連結機構162を有する腕部支持外骨格100の実施例を示す。腕部連結機構162は、腕部連結器106を人の上腕204(図2に示す)に連結することが可能である。腕部連結機構162は、剛性、半剛性、または従順な材料からなる群から選択される要素または要素の組合せを有して良く、これは、腕部連結器106からの人の上腕204(図1に示す)の分離を防止する。

【0030】

図38は、荷重担持連結器160が腕部回転ジョイント164を含む腕部連結器106の実施例を示す。腕部回転ジョイント164によって、腕部カフス部168は、第1回転軸154と実質的に平行な腕部カフス部回転軸165に沿って、遠位リンク152に対して回転できる。腕部回転ジョイント164によって、腕部カフス部168が人の上腕204(図1に示す)と最大限の接触を実現し、または、遠位リンク152と人の上腕204との間の動きの不一致を補償できる。

40

【0031】

図39は、腕部連結器106の実施例を示しており、ここでは、腕部連結器106の位置を遠位リンク152に対して調整することができる。本発明のいくつかの実施例において、荷重担持連結器160は、並進ジョイント166において遠位リンク152に関して並進することができ、腕部リンク機構104の腕部長さ調整243を可能にして、人の上

50

腕長さ 242 (図7参照)に適合できるようにし、または遠位リンク152と人の上腕204(図1に示す)との間の動きの不一致を補償することができる。図40は、遠位リンク152が荷重担持連結器160と噛合するt-溝を含む並進ジョイント166の別の実施例を示す。荷重担持連結器160は、遠位リンク152に対して荷重担持連結器160の位置を固定するロックピン169を含む。

【0032】

図41は、荷重担持連結器160が内外回転ジョイント172を用いて人の上腕204(図1に示す)の内外回転を可能にする、腕部連結器106の実施例を示す。内外回転ジョイント172は、遠位リンクアタッチメント167および腕部カフス部168の間に位置決めされる。内外回転ジョイント172は、内外回転軸173の周りを回転する。図示されていない別の実施例において、腕部カフス部168に載置されている人の上腕204との摺動接触によって、内外回転軸173を中心とした回転が可能になる。

10

【0033】

図42～図46は、トルク発生器108が引張力発生器178を含む、外骨支持外骨格100の様々な実施例を示す。図42に示す引張力発生器178は、その第1引張端部176から近位リンク150に連結され、引張力発生器178の引張力は、第1回転ジョイント151を中心として近位リンク150に対して遠位リンク152を屈曲させるためのトルク280を付与する。トルク発生器108のいくつかの実施例において、引張力発生器178はコイルバネ要素180を有する。トルク発生器108のいくつかの実施例において、引張力発生器178は、コイルバネ要素180を近位リンク150に連結する線条要素182を備える。線条要素182は、ワイヤロープ、ロープ、ケーブル、ツイン、ストラップ、チェーン、またはそれらの任意の組み合わせからなるグループからセンタされた要素または要素の組み合わせを有する。トルク発生器108のいくつかの実施例において、線条要素182は、線条要素182が近位リンク150に結合される前に遠位リンク152に結合されたブーリ183を少なくとも部分的に取り囲む。いくつかの実施例において、ブーリ183は、遠位リンク152に対して回転しない。実施例のブーリ183は、遠位リンク152に組み込まれた曲面である。図42は、コイルバネ要素180が伸長バネであるトルク発生器108の実施例を示す。コイルバネ要素180は、接合部179で線条要素182に結合され、第2引張端部177で遠位リンク152に結合される。

20

【0034】

図43は、トルク発生器108の概略模式図を示す。引張力発生器178は、第1距離272で近位リンク150に結合される。引張力発生器178は、遠位リンクの周りに第2距離270で作用する。引張力発生器有効長276は、近位リンク150に沿った第1距離272と、遠位リンク152に沿った第2距離270との間の距離である。引張力発生器の元の長さは、第1角度193のゼロ値に対応する引張力発生器有効長276である。引張力は、第1角度193の所与の値に対して、バネ定数、バネ予荷重、引張力発生器の元の長さ、および引張力発生器有効長276の関数である。トルク280は、遠位リンクを肩部基部102に対して撓ませる。

30

【0035】

図44～図46は、トルク発生器108の様々な実施例を示しており、張力発生器178は、コイルバネ要素180と線条要素182とを含む。線条要素182は、遠位リンク152に結合されたブーリ183を少なくとも部分的に取り囲んでいる。図44は、コイルバネ要素180が、図42に示されたものとは異なる向きの伸張バネであるトルク発生器108の実施例である。コイルバネ要素180は、接合部179で線条要素182に結合され、第2引張端部177で遠位リンク152に結合される。いくつかの実施例において、線条要素182は、近位リンク150に取り付ける前に遠位リンク152に取り付けられたブーリ183の周りに少なくとも部分的に巻き付いている。図45は、コイルバネ要素180が圧縮バネであるトルク発生器108の実施例を示す。いくつかの実施例において、線条要素182は、遠位リンク152に取り付けられたブーリ183の周りを少なくとも部分的に包み込んでから、近位リンク150に取り付ける前に、遠位リンク152

40

50

に連結される。図46は、コイルバネ要素180が、図45に示されたものとは異なる向きの圧縮ばねであるトルク発生器108の実施例を示す。コイルバネ要素180は、接合部179で線条要素182に結合され、第2引張力端部177で遠位リンク152に連結される。いくつかの実施例において、線条要素182は、近位リンク150に取り付ける前に遠位リンク152に取り付けられたブーリ183の周りに少なくとも部分的に巻き付けられる。すべての実施例において、コイルバネ要素180の代わりに、気体バネ、空気バネ、エラストマー、または同様の挙動を示す任意の組み合わせを利用することができますことに留意されたい。

【0036】

図47および図48は、近位リンク150が張力発生器178に結合された上側プラケット188を備えるトルク発生器108の実施例を示す。上側プラケット188の位置は、近位リンク150に沿って調整されて引張力発生器178により付与されるトルク280を調整できる。上側プラケット188の位置は図43の模式図において第1距離272に対応する。いくつかの実施例において、上側プラケット188の位置は、上側プラケットネジ187によって近位リンク150に対して調整され、上側プラケット188は上側プラケットネジ187と噛み合うネジ溝付き機構を組み込んでいる。上側プラケットネジ187を旋回させることにより、上側プラケット188の位置は、近位リンク150に沿って調整される。一般に、上側プラケット188が、第1ジョイント151から遠いほど、トルク280は大きくなる。図47は、第1ジョイント151に対して伸長位置にある上側プラケット188を示し、これが大きな第1距離272をもたらす(図43参照)。図48は、上側プラケット188を第1ジョイント151に対して格納された位置にある上側プラケット188を示し、これは、小さな第1距離272(図42参照)をもたらす。図49は、図47および図48で説明した上側プラケット188の2つの位置に対する第1角度193の関数として、トルク発生器108によって生成されたトルク280の2つのプロットを示す。図47に示す構成のトルクプロファイルは、トルクプロファイル288で表され、図48に示す構成のトルクプロファイルは、トルクプロファイル287によって表される。トルクプロファイル288は、トルクプロファイル287と比較してより大きな振幅を有することが分かる。

【0037】

図50および図51は、遠位リンク152が、張力発生器178に結合された下側プラケット190を有する、トルク発生器108の実施例を示す。下側プラケット190の位置は、遠位リンク152に沿って調整され、引張力発生器178により付与されるトルク280を調整できる。下側プラケット190の位置は引張力発生器178の前置負荷に対応する。いくつかの実施例において、下側プラケット190の位置は、下側プラケットネジ189によって遠位リンク152に対して調整され、下側プラケットは、下側プラケットネジ189と噛み合うネジ溝付き機構を組み込んでいる。下側プラケットネジ189を旋回させることにより、下側プラケット190の位置は、遠位リンク152に沿って調整される。一般に、下側プラケット190が第1ジョイント151から遠くなるほど、前置負荷が小さくなる。図50は、第1ジョイント151に対して長めの位置にある下側プラケット190を示し、これは、引張力発生器178の小さな前置負荷をもたらす。図51は、第1ジョイント151に対して短めの位置にある下側プラケット190を示しており、これは、引張力発生器178の大きな前置負荷をもたらす。図52は、図50および図51で説明した下側プラケット190の2つの位置に対する第1角度193の関数として、トルク発生器108によって生成されるトルク280の2つのプロットを示す。図50に示す構成のトルクプロファイルは、トルクプロファイル290によって表され、図51に示す構成のトルクプロファイルは、トルクプロファイル289によって表される。短めの下側プラケットトルクプロファイル289は、長めの下側プラケットトルクプロファイル290と比較して、より大きな振幅を有する。

【0038】

図53～図55は、第1角度193がトグル角度195より大きい場合に、引張力発生

10

20

30

40

50

器 178 によって付与されるトルク 280 が自動的に実質的に小さくとどまるという、本発明の重要な特徴を示す。すなわち、ユーザが、当該ユーザの腕部を、第1角度 193 がトグル角度 195 以上でない第1位置から、第1角度 193 がトグル角度 195 より大きい第2位置へと動かすとき、引張力発生器 178 は、第1トルクが引張力発生器 178 によって付与される第1トルクモード（腕部の第1位置）から、引張力発生器 178 によって実質的に小さなトルクしか付与されない第2トルクモード（腕部の第2位置）へと自動的に遷移する。同様に、ユーザが当該ユーザの腕部を第2位置から第1位置に戻すと、引張力発生器 179 は第2トルクモードから第1トルクモードへと自動的に遷移する。

【0039】

図 53 は、第1角度 193 が 180 度よりも大きく、腕部リンク機構 104 が、実質的に第1ジョイント 151 に位置付けられる突起 186 を有する構成を示す。第1角度 193 がトグル角度 195 以上になると、突起 186 が、引張力発生器 178（図 53 に示すような力発生器 178 の線条要素 182）を、第1ジョイント 152 の周りに実質的に中心づけられる位置に拘束する。引張力発生器 178 を拘束することによって、突起 186 は、引張力発生器 178 が第1ジョイント 151 を越えて通り過ぎていくのを阻止する。トルク 280 は、実質的にゼロのままであり、これは、拘束された引張力発生器 178 が実質的に第1ジョイント 151 の周りに中央づけられるからである。トグル角度 195 よりも大きい第1角度 193 は、人 200 が上腕 204 を当該人の側部に休めようとし、または、ツールベルトからツールを取り出そうとする状況に相当する。この状況において、実質的に小さなトルクが必要となり、これが、人の上腕 204 の自由運動を可能にし、または、印加されたトルク 280 のインピーダンスなしで上腕 204 を休息させることを可能にする。これは、非作業姿勢の間に、人に大きな全体的な快適さを与える。図 54 は、突起 186 が、第1ジョイント 151 を形成する第1ジョイントピン 184 によって形成される、本発明の実施例を示す。図 55 は、突起 186 が近位リンク 150 の一部である本発明の実施例を示す。

【0040】

図 56 は、突起 186 のない場合に、トルク発生器 108 によって生成されるトルク 280 の第1角度 193 の関数としてのグラフを示す。トグル角度 195 において、トルク 280 は負になる。トルク 280 の負の値は、人の上腕 204 の動きを妨げ、または人 200 の快適性を低下させる可能性がある。図 57 は、突起 186 が形成されたときにトルク発生器 108 によって生成されるトルク 280 の第1角度 193 の関数としてのグラフを示す。第1角度 193 がトグル角度 195 以上になると、突起 186 が引張力発生器 178 を拘束し、トルク 280 が実質的に小さいままであることが保証される（図 53 参照）。トグル角度 195 を過ぎると、トルク 280 は実質的にゼロになり、第1角度 193 の残りの角度において中立ゾーン 197 を形成する。中立ゾーン 197 は、人の上腕 204 が、トグル角度 195 より大きい第1角度 193 内において実質的にゼロの印加トルク 280 で移動することを可能にする。中立ゾーン 197 は、人 200 が上腕を中立位置に快適に置くことを可能にするか、またはポケットまたは工具ベルトに到達するような二次的作業を実施することを可能にする。

【0041】

図 58 および図 59 は、近位リンク 150 の向きを調節し、肩部基部 102 に対して所定の位置に保持することができる、腕部支持外骨格 100 の実施例を示す。近位リンクオフセット位置 191 は、人 200 が直立しているときに、肩部基部 102 に固定された近位リンク 150 の重力線 208 に対する方位として定義される。近位リンクオフセット位置 191 は、実質的に第1ジョイント 151 の平面内で回転するオフセット調整ジョイント 159 で調整される。トグル位置 194 は、第1ジョイント角度 193 がトグル角度 195 に等しくなったときの遠位リンク 152 の位置を表す。近位リンクオフセット位置 191 を調整することによって、トグル位置 194 は肩部基部 102 に対して調整される。オフセット角度 199 は、人 200 が直立しているときの近位リンクオフセット位置 191 と重力線 208 との間の角度を表す。図 58 は、オフセット角度 199 が比較的小さい

10

20

30

40

50

本発明の実施例を示す。図59は、オフセット角度199が増加した本発明の実施例を示す。図60は、オフセット調整ジョイント159を含む腕部リンク機構104の分解実施例を示す。オフセット調整ジョイント159によって、近位リンク150が肩部基部102に対して回転できる。オフセット調整ジョイント159によって、近位リンク150の肩部基部102に対する回転を特定位置においてロックできる。

【0042】

図61は、水平線209からの遠位リンク152の角度の関数としてトルク発生器108によって生成されたトルク280のグラフを示す。トルクプロファイル291は、オフセット角度199がゼロの場合の構成に対応する。トルクプロファイル292は、オフセット角度199が50度であるときの構成に対応し、近位リンク152の角度が水平線209の40度よりも高くない限り、上向きのトルクが人の腕を上方に押し上げないことを意味する。オフセット角度199を調整することによってトグル位置を動かすことができる。トルク発生器オフセット角度199は、水平線209に対して特定の角度でトグル位置194を位置決めするために調整することができる。トルク発生器オフセット角度199は、また、水平線209に対して所望の角度で特定のピーク位置を有するトルクプロファイルを生成する。突起186が存在するとき、トグル位置194を過ぎた近位リンク152の角度に対する両方の曲線に対して中立ゾーン197が形成される。より大きな範囲の中立ゾーン197が、人の上腕204の動きの範囲に対して生成される。

【0043】

いくつかの実施例において、下側プラケット190、上側プラケット188、および近位リンクオフセット位置191はすべて、トルク280のための所望の支持プロファイルを生成するように調整することができる。腕部重量トルクプロファイル198は、人の上腕204、前腕206、手207、およびツール308の重量に対抗するトルクとして定義される。図62は、トルク280のプロファイルを示しており、ここでは、当該トルク280のプロファイルは、実質的に水平209より上の角度における腕部重量トルクプロファイル198に合致して、ほぼ、腕部重量トルクプロファイル198を打ち消す。オーバヘッド接続は、そのようなトルクを必要とするかもしれないユーザの活動の良い例である。遠位リンク152の絶対角度が水平線209から-60度を下回ると、トルク280のプロファイルは、トルクが実質的にゼロである中立ゾーン197に入る。トルク280のこのプロファイルは、腕部重量トルクプロファイル198と比較して低減されたピーク振幅を有するトルク280を生成する下側プラケット190の位置または上側プラケット188の位置を用いて生成されてもよい。次に、オフセット角度199は、トルク280の支持プロファイルをシフトさせるように調整されて、所望の運動範囲に対して腕部重量トルクプロファイル198に密接に一致するようにすることができる。腕部重量トルクプロファイル198に一致させると、低減された振幅の支持トルク280は、トルク280が腕部重量トルクプロファイル198およびより大きな中立ゾーン197に一致する、より小さな角度範囲に対応する。

【0044】

図63は、水平280より上のある角度で腕部重量トルクプロファイル198より大きい値を有するトルク280の別の支持プロファイルを示す。これは、人200が、上腕204、前腕206、手207、およびツール308の合計重量より大きな上方の力を印加する必要があるときに有益である。天井をドリル空けすることは、このようなトルクを必要とする可能性のあるユーザ活動の良い例である。遠位リンク152の絶対角度が水平線209から-40度以下になると、トルク280のプロファイルは、トルクが実質的にゼロである中立ゾーン197に入る。トルク280のこのプロファイルは、腕部重量トルクプロファイル198と比較して任意のピーク振幅を有するトルク280を生成する下側プラケット190の位置または上側プラケット188の位置を用いて生成することができる。オフセット角度199は、トルク280のプロファイルが所望の運動範囲に対する腕部重量トルクプロファイル198を超えるように当該トルク280のプロファイルを調整して遷移させて良い。腕部重量トルクプロファイル198に調整されると、低減された振幅

10

20

30

40

50

の支持トルク 280 は、トルク 280 が腕部重量トルクプロファイル 198 およびより大きな中立ゾーン 197 を超えるより小さな角度範囲に対応する。

【0045】

図 64 は、トルク 280 の別の実現可能な支持プロファイルを示しており、これはすべての角度で腕部重量トルクプロファイル 198 と実質的に等しい値を有する。このようなトルクを必要とする可能性があるユーザ活動の一例として、全運動範囲にわたってツールを操作することが挙げられる。トルク 280 のこのプロファイルは、腕部重量トルクプロファイル 198 と比較して等しいピーク振幅を有するトルク 280 を生成する下側プラケット 190 の位置 190 または上側プラケット 188 の位置を用いて生成することができる。次に、オフセット角度 199 を調整して、トルク 280 のプロファイルのピークを腕部重量トルクプロファイル 198 に整合させて良い。水平からの偏差が -90° より下では、トルク 280 は、当該トルク 280 が実質的にゼロである中立ゾーン 197 (図示せず) に入る。すべての前進範囲の動きがサポートされている場合であっても、中立ゾーン 197 は、ユーザの手が後ろのポケットに達するときなど、人の腕 204 が人の胴体 202 の背後に負に伸びるとき、実質的にゼロのトルクを付与する。

【0046】

図 65 は、荷重担持構造 112 が、人 200 の実質的に背後に位置する背部フレーム 130 と、背部フレーム 130 に結合され、また、人の脚部 228 に結合される下肢外骨格 304 とを備える実施例を示す。背部フレーム 130 は、腕部リンク機構 104 から反作用力 214 および反作用トルク 215 の少なくとも一部を支持する。背部フレーム 130 は、反作用力 214 および反作用トルク 215 の少なくとも一部を下肢外骨格 304 に伝達する。下肢外骨格 304 は、反作用力 214 および反作用トルク 215 の少なくとも一部を地面 310 に伝達し、もって地面反作用力 311 が生じる。米国特許第 8,894,592 号、米国特許第 8,070,700 号、米国特許第 8,945,028 号、米国特許第 8,057,410 号、米国特許第 7,947,004 号は、本発明の側面に従って、腕部支持外骨格 100 に結合できる下肢外骨格のいくつかの例が記載されている。

【0047】

図 66 は、荷重担持構造 112 が、人 200 の実質的に背後に位置する背部フレーム 130 と、背部フレーム 130 に結合された外骨格 302 を支持する胴部とを有する実施例を示す。米国特許および特許出願公開第 2015/0230964 号、同第 2014/0378882 号、米国特許第 9,308,112 号および同第 9,2022,956 号は、本発明の側面に従って腕部支持外骨格 100 を支持する腕に結合することができる体幹支持外骨格のいくつかの例が記載されている。

以下、ここで説明した技術的特徴を非限定的に列挙する。

[技術的特徴 1]

人体に結合されるように構成された腕部支持外骨格において、

人の胴体に結合されるように構成された肩部基部と、

前記肩部基部に連結される腕部リンク機構とを有し、

前記腕部リンク機構は、

前記人が直立しているときに、重力線と実質的に直交する第 1 回転軸に沿って回転ジョイントの周りに相互に回動するように構成された近位リンクおよび遠位リンクと、

前記人の上腕を前記遠位リンクに結合するように構成された少なくとも 1 つの腕部連結器と、

引張力発生器であって、当該引張力発生器の第 1 端部で前記近位リンクに連結され、前記引張力発生器の第 2 端部で前記遠位リンクに連結された前記引張力発生器と、

前記回転ジョイントに実質的に配置された突起とを有し、

前記遠位リンクがトグル角度を超えて延びるとき、前記突起は前記張力発生器を拘束し、前記張力発生器によって付与されるトルクは実質的に小さいままであり、

前記突起が前記張力発生器を拘束しないとき、前記トルクは、前記遠位リンクを前記近位リンクに対して撓ませる傾向があり、それによって前記人の前記上腕を引き上げるのに

10

20

30

40

50

必要な前記人の肩の力およびトルクを低減することを特徴とする腕部支持外骨格。

[技術的特徴 2]

人体に結合されるように構成された腕部支持外骨格において、
人の胴体に結合されるように構成された肩部基部と、
前記肩部基部に結合される腕部リンク機構とを有し、
前記腕部リンク機構は、
前記人が直立しているときに、重力線と実質的に直交する第1回転軸に沿って回転ジョイントの周りに相互に回動するように構成された近位リンクおよび遠位リンクと、
前記人の上腕を前記遠位リンクに結合するように構成された少なくとも1つの腕部連結器と、
引張力発生器であって当該引張力発生器の第1端部で前記近位リンクに結合され、前記引張力発生器の第2端部で前記遠位リンクに結合された前記引張力発生器とを有し、
前記腕部支持外骨格が前記人体に連結され、前記近位リンクと前記遠位リンクとの間の角度がトグル角度よりも小さいとき、前記トルクは、前記近位リンクに対して前記遠位リンクを撓ませる傾向があり、これによって前記人の上腕を持ち上げるために必要な前記人の肩部の力およびトルクを低減させ、前記肩部基部に反作用力およびトルクを加え、
前記近位リンクと前記遠位リンクとの間の前記角度が前記トグル角度より大きいとき、前記近位リンクと前記遠位リンクとの間に実質的に小さなトルクを付与し、前記人が前記人の前記上腕を自由に動かせるようにすることを特徴とする腕部支持外骨格。

10

[技術的特徴 3]

人体に結合されるように構成された腕部支持外骨格において、
人の胴体に結合されるように構成された肩部基部と、
前記肩部基部に連結される腕部リンク機構とを有し、
前記腕部リンク機構は、
前記人が直立しているときに、重力線と実質的に直交する第1回転軸に沿って回転ジョイントの周りに相互に回動するように構成された近位リンクおよび遠位リンクと、
前記人の上腕を前記遠位リンクに結合するように適合された少なくとも1つの腕部連結器と、
前記近位リンクと前記遠位リンクとの間にトルクを生成するように構成された少なくとも1つのトルク発生器とを有し、
前記腕部支持外骨格が前記人体に連結され、前記近位リンクと前記遠位リンクとの間の角度がトグル角度よりも小さいとき、前記トルクは、前記近位リンクに対して前記遠位リンクを撓ませる傾向があり、これによって前記人の上腕を持ち上げるために必要な前記人の肩部の力およびトルクを低減させ、前記肩部基部に反作用力およびトルクを加え、
前記近位リンクと前記遠位リンクとの間の前記角度が前記トグル角度より大きいとき、前記近位リンクと前記遠位リンクとの間に実質的に小さなトルクを付与し、前記人が前記人の前記上腕を自由に動かせるようにすることを特徴とする腕部支持外骨格。

20

30

[技術的特徴 4]

技術的特徴3に記載の腕部支持外骨格において、
前記肩部基部は、
前記肩部基部上の前記反作用力およびトルクを支持する、前記腕部リンク機構に結合された荷重担持構造と、
前記肩部基部が前記人の前記胴体胴と一体的に動くように、前記負荷暗示構造を前記人の前記胴体に結合するように構成された連結機構とを有する、前記腕部支持外骨格。

40

[技術的特徴 5]

技術的特徴4に記載の腕部支持外骨格において、
前記荷重担持構造は、
前記腕部リンク機構に連結され、前記腕部リンク機構からの前記反作用力およびトルクの少なくとも一部を支持する背部フレームと、
前記背部フレームに結合された少なくとも1つの腰部装填ベルトであって、前記背部

50

から前記反力およびトルクの少なくとも一部を前記人の腰部に伝達する、前記腰部装填ベルトとを有する、前記腕部支持外骨格。

[技術的特徴 6]

技術的特徴 4 に記載の腕部支持外骨格において、

前記荷重担持構造は、

前記人の背部の実質的に後方に位置付けられるように構成された背部フレームであって、前記腕部リンク機構に結合され、前記腕部リンク機構からの前記反作用力およびトルクの少なくとも一部を支持する、前記背部フレームと、

前記背部フレームおよび前記人の脚部に結合されるように構成された下肢外骨格であって、前記腕部リンク機構からの前記反作用力およびトルクの少なくとも一部を、前記人が直立している支持表面に伝達する、前記下肢外骨格とを有する、前記腕部支持外骨格。

10

[技術的特徴 7]

技術的特徴 5 に記載の腕部支持外骨格において、

前記背部フレームは、

前記腕部リンク機構に結合された上側フレームと、

前記腰部装填ベルトに結合された下側フレームと、

脊柱フレームとを有し、

前記脊柱フレームは、当該脊柱フレームの上端で前記上側フレームに結合され、当該脊柱フレームの下端で前記下側フレームに回転可能に結合され、前記上側フレームが前記下側フレームに対して前記人の前面平面において回動可能である、前記腕部支持外骨格。

20

[技術的特徴 8]

技術的特徴 5 に記載の腕部支持外骨格において、

前記背部フレームは、

前記腕部リンク機構に結合された上側フレームと、

前記腰部装填ベルトに結合された下側フレームと、

脊柱フレームとを有し、

前記脊柱フレームは、当該脊柱フレームの下端で前記下側フレームに結合され、当該脊柱フレームの上端で前記上側フレームに回転可能に結合され、前記上側フレームが前記下側フレームに対して前記脊柱フレームの主軸に沿って回動可能である、前記腕部支持外骨格。

30

[技術的特徴 9]

技術的特徴 4 に記載の腕部支持外骨格において、

前記連結機構は、

前記人の胸部を少なくとも部分的に包囲するように構成され、前記人の実質的に後方の位置において前記上側フレームに結合される胸部ストラップと、

前記胸部ストラップを前記人の対応する肩部を越えて前記上側フレームに結合するよう適合化された第 1 および第 2 のアンカーストラップとを有し、

前記胸部ストラップおよび前記第 1 および第 2 のアンカーストラップを前記上側フレームに結合することによって前記上側フレームが前記人の前記胸部および前記化 t 部と一緒に動くことができる、前記腕部支持外骨格。

40

[技術的特徴 10]

技術的特徴 4 に記載の腕部支持外骨格において、

前記連結機構は、前記肩部基部を前記人に連結させるように適合化された第 1 および第 2 の肩部ストラップを有する、前記腕部支持外骨格。

[技術的特徴 11]

技術的特徴 3 に記載の腕部支持外骨格において、

前記トルク発生器は、引張力発生器を有し、当該引張力発生器は、当該引張力発生器の第 1 端部からの前記近位リンクに結合され、当該引張力発生器の第 2 端部からの前記遠位リンクに結合され、前記引張力発生器における引張力が、前記遠位リンクを前記近位リンクに対して屈曲させるトルクを形成する、前記腕部支持外骨格。

50

[技術的特徴 1 2]

技術的特徴 1 1 に記載の腕部支持外骨格において、

前記回転ジョイントに実質的に位置付けられる突起をさらに有し、

前記遠位リンクが前記トグル角度を越えて伸びるときに、前記突起が、前記引張力発生器を拘束して、前記引張力発生器による付与されるトルクが実質的に小さなままに維持されるようにする、前記腕部支持外骨格。

[技術的特徴 1 3]

技術的特徴 1 1 に記載の腕部支持外骨格において、

前記近位リンクの配位が、前記肩部基部に対して、前記第 1 回転軸に実質的に平行な軸に沿って、調整され、その位置に維持でき、前記トグル角度の位置を前記肩部基部に対して調整できる、前記腕部支持外骨格。

10

[技術的特徴 1 4]

技術的特徴 1 1 に記載の腕部支持外骨格において、

前記近位リンクは前記引張力発生器に結合された上側ブラケットを有し、前記上側ブラケットの位置が前記近位リンクに沿って調整可能であって前記引張力発生器により付与される前記トルクを調整する、前記腕部支持外骨格。

[技術的特徴 1 5]

技術的特徴 1 1 に記載の腕部支持外骨格において、

前記遠位リンクは前記引張力発生器に結合された下側ブラケットを有し、前記下側ブラケットの位置が前記遠位リンクに沿って調整可能であって前記引張力発生器の前置荷重力を調整する、前記腕部支持外骨格。

20

[技術的特徴 1 6]

技術的特徴 3 に記載の腕部支持外骨格において、

前記腕部リンク機構は、少なくとも 1 つの水平回転ジョイントを拘束し、前記水平回転ジョイントは、前記人の肩関節を実質的に通り抜ける、前記第 1 回転軸と実質的に直行する第 2 回転軸の周りに、前記近位リンクを、前記肩部基部に対して回動させることができる、前記腕部支持外骨格。

[技術的特徴 1 7]

技術的特徴 3 に記載の腕部支持外骨格において、

前記肩部基部は、少なくとも 1 つの肩部ブラケットを有し、前記肩部ブラケットは、前記腕部リンク機構を前記肩部基部に迅速に着脱することができる、前記腕部支持外骨格。

30

[技術的特徴 1 8]

技術的特徴 3 に記載の腕部支持外骨格において、

前記肩部基部は、少なくとも 1 つの肩部ブラケットを有し、前記肩部ブラケットは、前記腕部リンク機構の位置を前記肩部基部に対して調整できる態様で、前記腕部リンク機構を前記肩部基部に結合する、前記腕部支持外骨格。

[技術的特徴 1 9]

技術的特徴 3 に記載の腕部支持外骨格において、

前記腕部リンク機構は、少なくとも 1 つの回転ジョイントを拘束し、前記回転ジョイントは、重力纖維実質的に著効する少なくとも 1 つの肩甲骨回転軸に沿って上記近位リンクを前記肩部基部に対して回動可能にする、前記腕部支持外骨格。

40

[技術的特徴 2 0]

技術的特徴 3 に記載の腕部支持外骨格において、

前記肩部基部は、少なくとも 1 つの肩部ブラケットを有し、前記肩部ブラケットは、前記肩部基部に回転可能に結合され、前記腕部リンクに結合され、前記肩部ブラケット格納軸に沿って回転し、静止状態に維持可能であり、前記人の作業空間の実質的な外部である、前記人の後方に前記腕部リンク機構を収容できる、前記腕部支持外骨格。

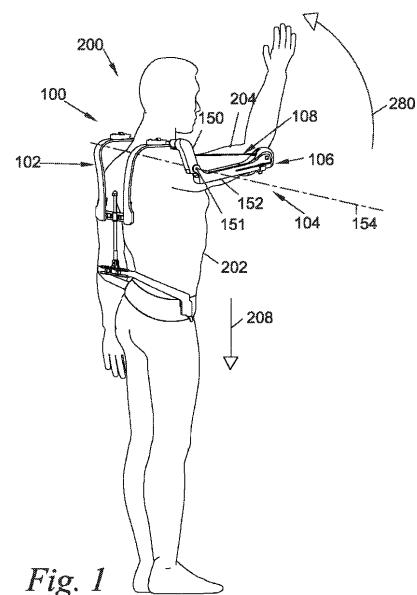
【符号の説明】**【0048】**

50

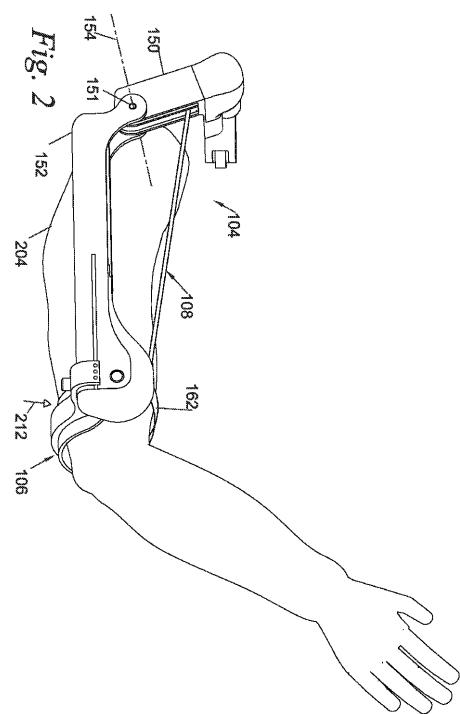
1 0 0	腕部支持外骨格	
1 0 2	肩部基部	
1 0 4	腕部リンク機構	
1 0 6	腕部連結器	
1 0 8	トルク発生器	
1 1 2	荷重担持構造	
1 1 4	連結機構	
1 1 5	ベルト取付点	
1 1 6	ベルト	
1 1 7	背中中央取付点	10
1 1 8	胸部ストラップ	
1 1 9	アンカーストラップ	
1 2 0	肩部ストラップ	
1 2 1	上方腹側取付点	
1 2 2	胸骨ストラップ	
1 2 3	下方背側取付点	
1 2 4	ベスト	
1 2 5	ベスト取付点	
1 2 6	安全ハーネス	
1 2 7	安全ハーネス取付点	20
1 2 8	ハンモック	
1 3 0	背部フレーム	
1 3 1	腰部装填ベルト	
1 3 4	脊柱フレーム	
1 3 5	脊柱フレーム軸	
1 3 6	上側フレーム	
1 3 8	下側フレーム	
1 4 0	下側コーナーバー	
1 4 2	上側中央バー	
1 4 4	下側中央バー	30
1 4 6	上側コーナーバー	
1 4 8	上側サイドプラケット	
1 4 9	下側サイドプラケット	
1 5 0	近位リンク	
1 5 2	遠位リンク	
1 5 3	肩部プラケット	
1 5 6	水平回転ジョイント	
1 5 8	格納ジョイント	
1 5 9	オフセット調整ジョイント	
1 6 0	荷重担持連結器	40
1 6 2	腕部連結機構	
1 6 4	腕部回転ジョイント	
1 6 5	腕部カフス部回転軸	
1 6 6	並進ジョイント	
1 6 7	遠位リンクアタッチメント	
1 6 8	腕部カフス部	
1 6 9	ロックピン	
1 7 1	肩甲骨回転軸	
1 7 2	内外回転ジョイント	
1 7 3	内外回転軸	50

1 7 8	引張力発生器	
1 7 9	接合部	
1 8 0	コイルバネ要素	
1 8 2	線条要素	
1 8 3	ブーリ	
1 8 6	突起	
1 8 7	上側ブラケットネジ	
1 8 8	上側ブラケット	
1 8 9	下側ブラケットネジ	
1 9 0	下側ブラケット	10
1 9 1	近位リンクオフセット位置	
1 9 3	第1角度	
1 9 4	トグル位置	
1 9 5	トグル角度	
1 9 7	中立ゾーン	
1 9 8	腕部重量トルクプロファイル	
1 9 9	オフセット角度	
2 0 0	人	
2 0 2	胴体	
2 0 4	上腕	20
2 0 6	前腕	
2 0 7	手	
2 0 8	重力線	
2 0 9	水平線	
2 1 2	支持力	
2 1 4	反作用力	
2 1 5	反作用トルク	
2 1 8	肩関節	
2 2 0	腰部	
2 2 1	腰部反作用力	30
2 2 2	胸部	
2 2 4	肩部	
2 2 5	肩部反作用力	
2 2 8	脚部	
2 3 0	作業空間	
2 3 2	胴高さ	
2 3 4	腰幅	
2 3 6	肩幅	
2 3 8	腰深さ	
2 5 0	正面平面	40
2 6 0	中外側屈曲動作	
2 7 6	引張力発生器有効長	
2 8 0	印加トルク	
3 0 2	外骨格	
3 0 4	下肢外骨格	
3 0 8	ツール	
3 1 0	地面	
3 1 1	地面反作用力	

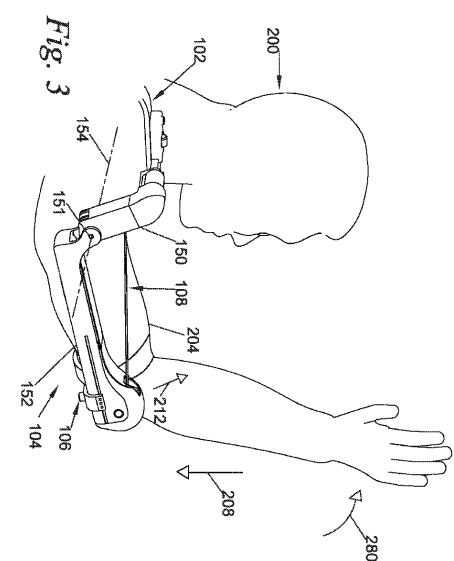
【図1】



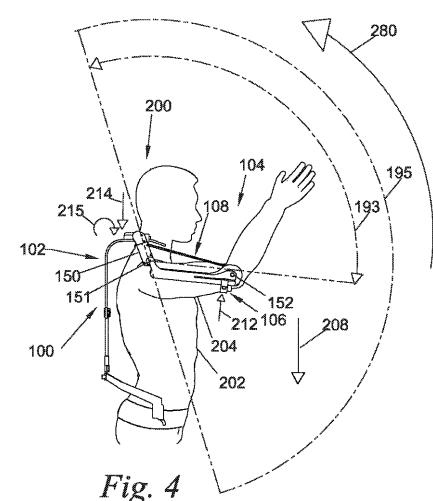
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

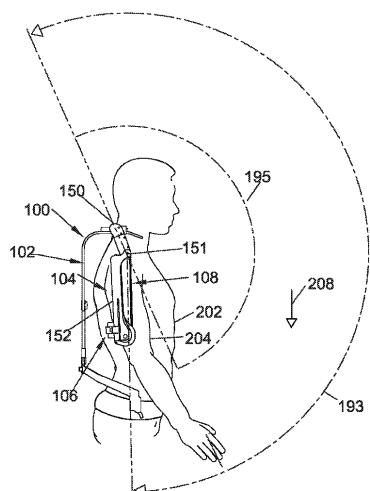


Fig. 5

【 义 6 】

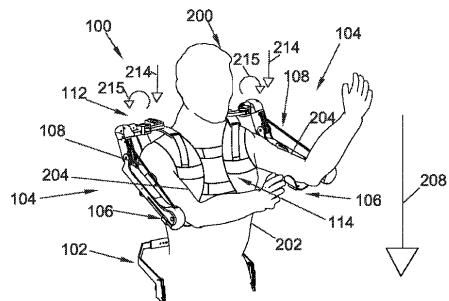


Fig. 6

【図7】

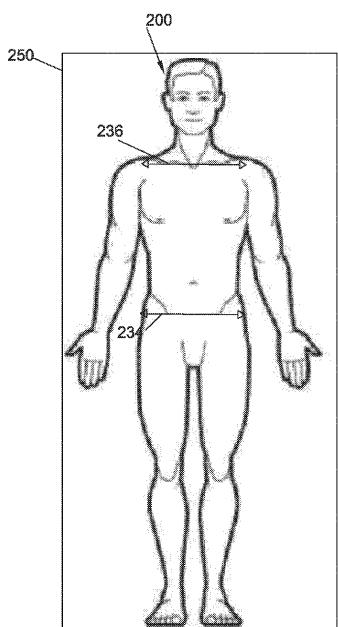


Fig. 7

【 四 8 】

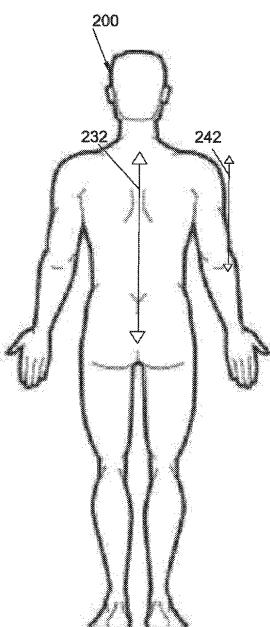


Fig. 8

【図9】

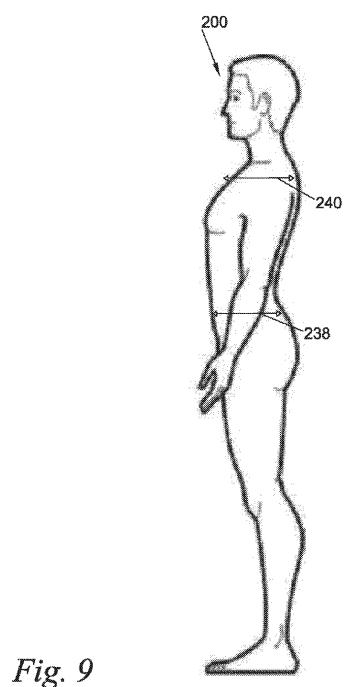


Fig. 9

【図10】

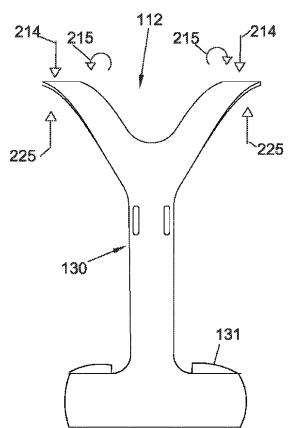


Fig. 10



【図11】

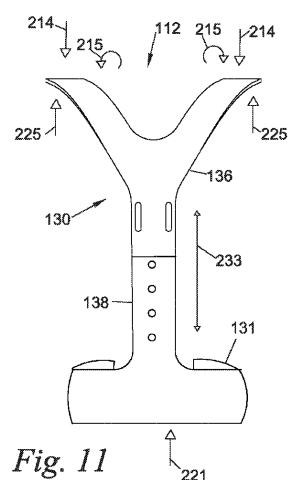


Fig. 11

【図12】

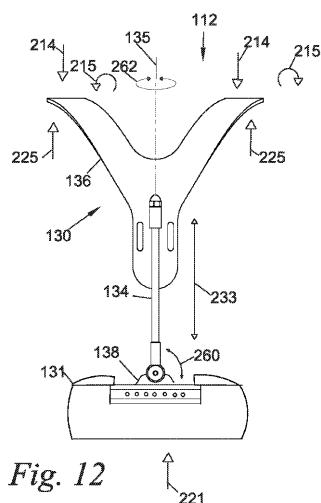


Fig. 12



【図13】

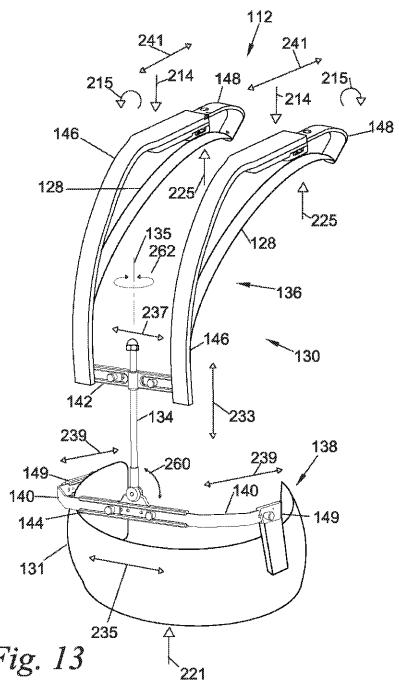


Fig. 13

【 図 1 4 】

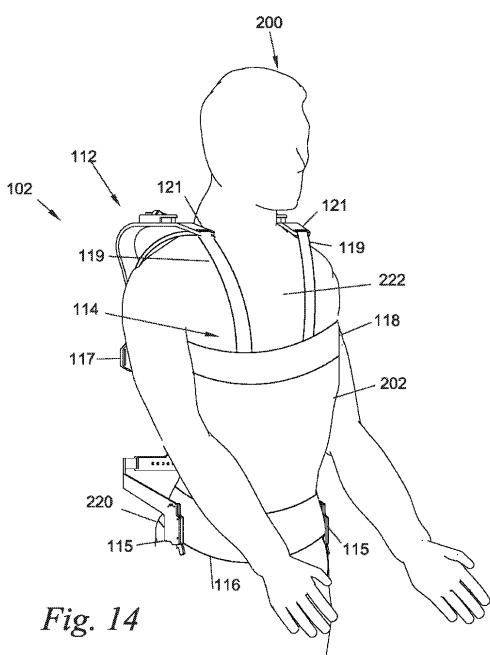


Fig. 14

【図15】

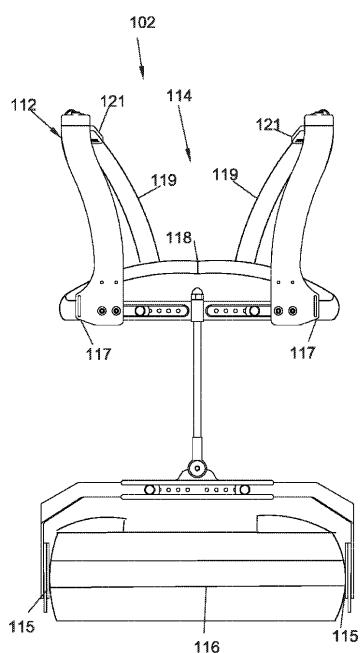


Fig. 15

【図16】

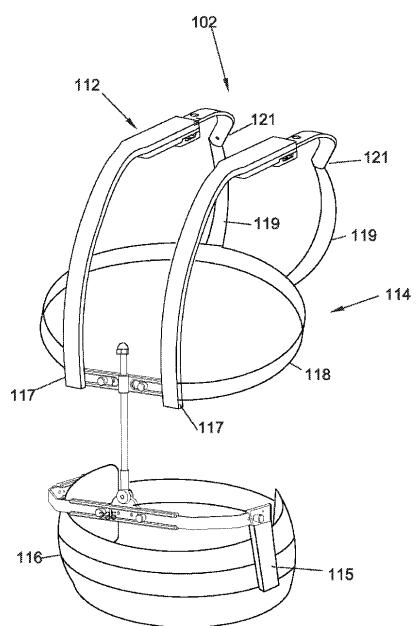


Fig. 16

【図17】

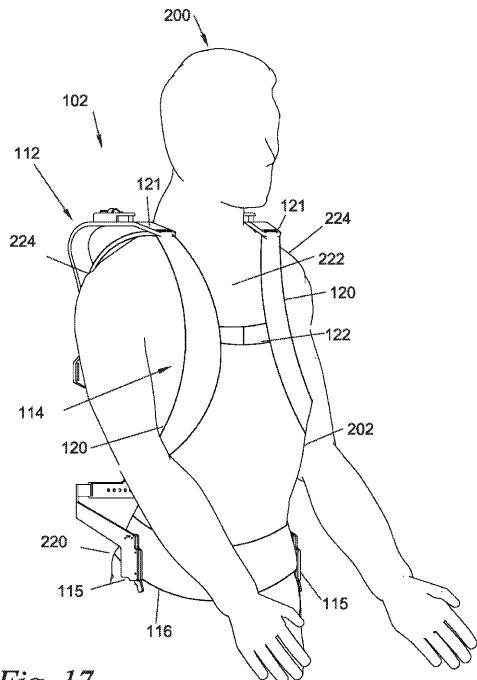


Fig. 17

【図18】

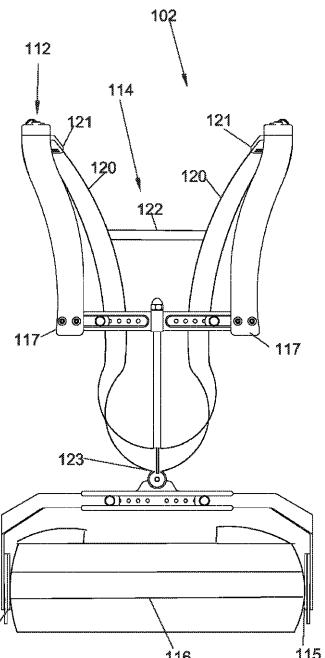


Fig. 18

【図19】

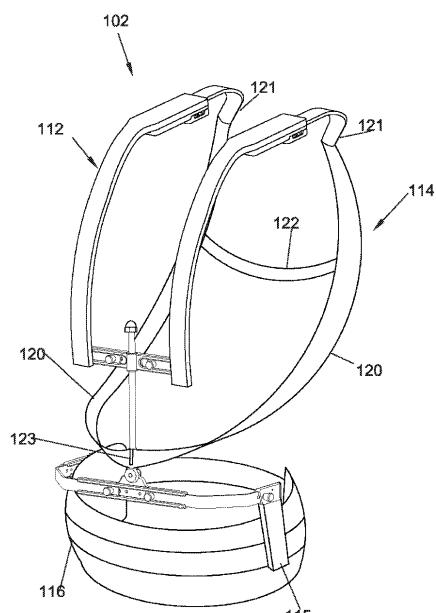


Fig. 19

【図20】

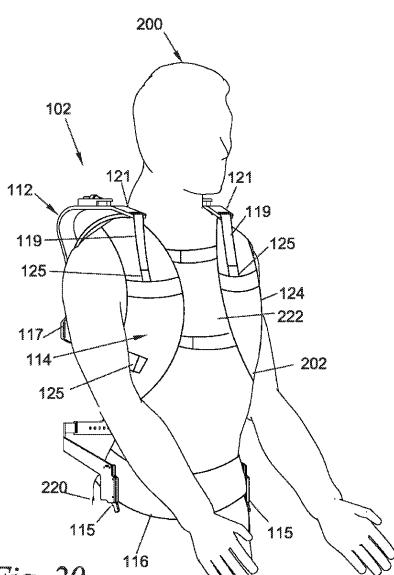


Fig. 20

【図 2 1】

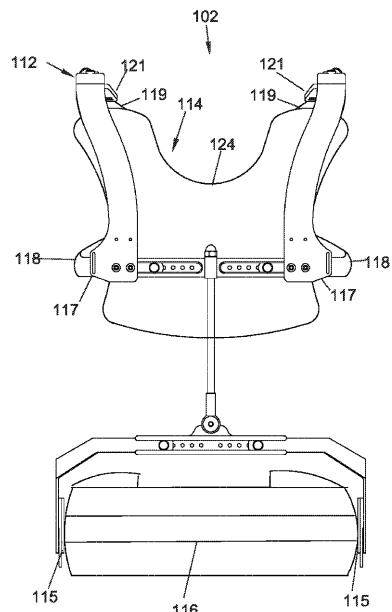


Fig. 21

【図 2 2】

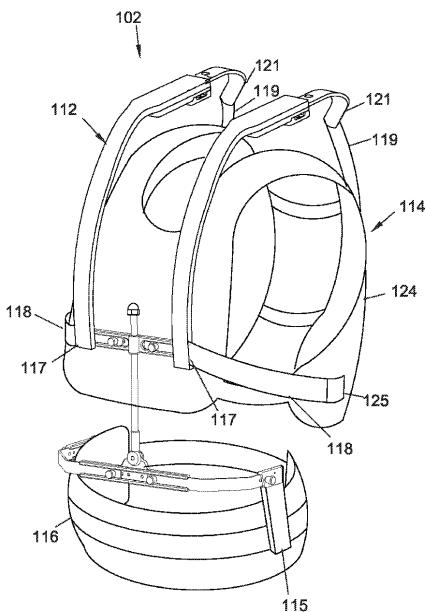


Fig. 22

【図 2 3】

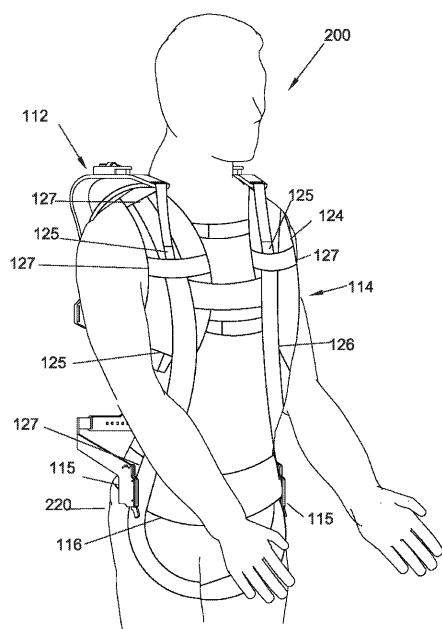


Fig. 23

【図 2 4】

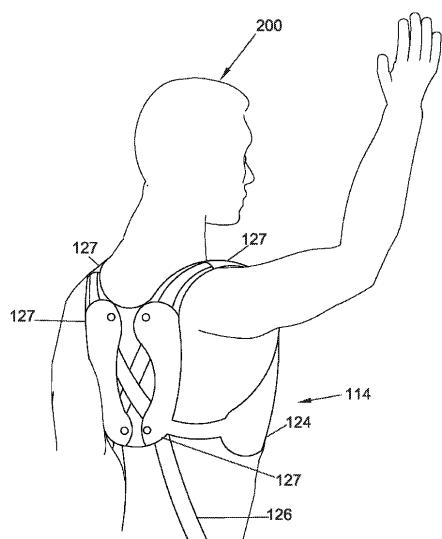


Fig. 24

【図25】

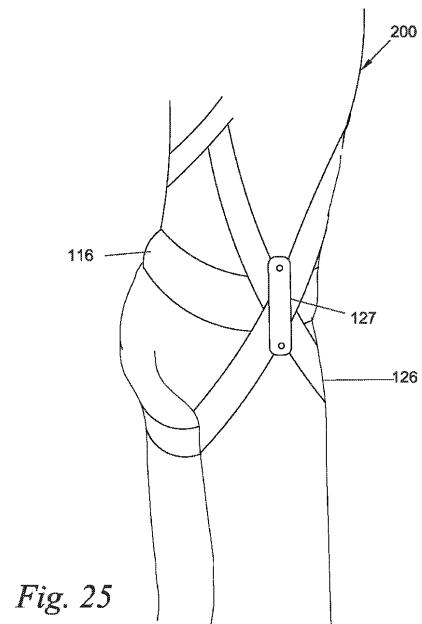


Fig. 25

【図26】

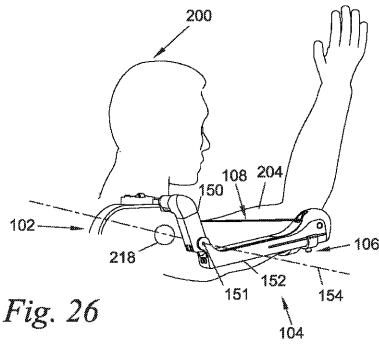


Fig. 26

【図27】

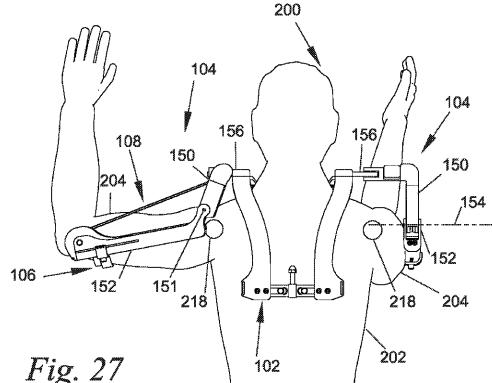


Fig. 27

【図28】

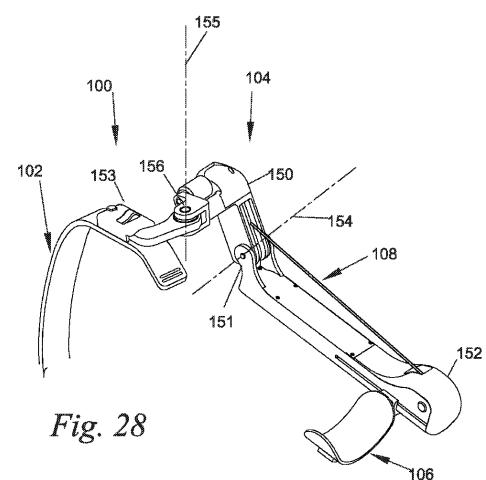


Fig. 28

【図29】

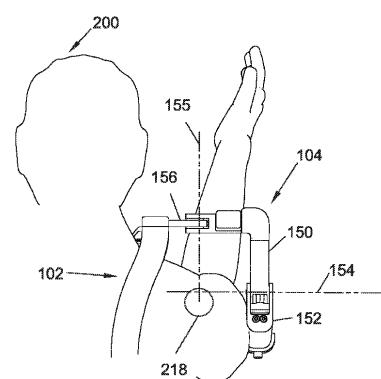


Fig. 29

【図 3 0】

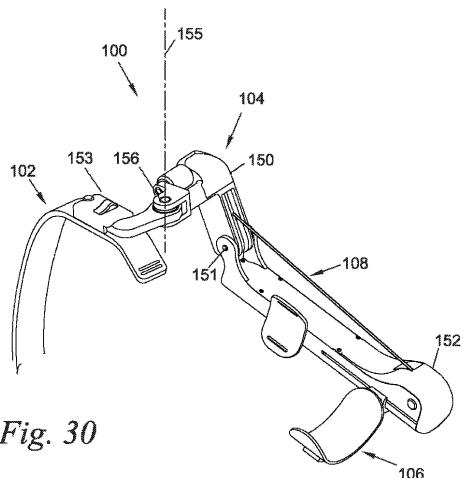


Fig. 30

【図 3 2】

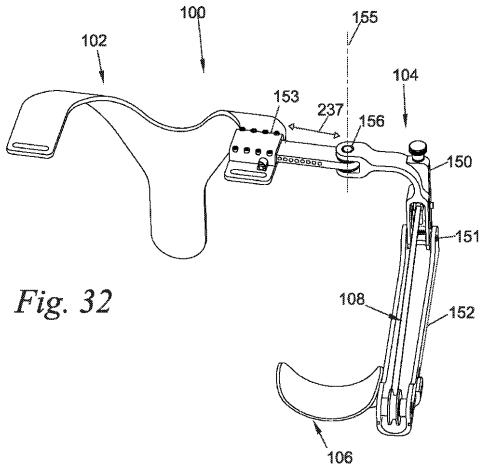


Fig. 32

【図 3 1】

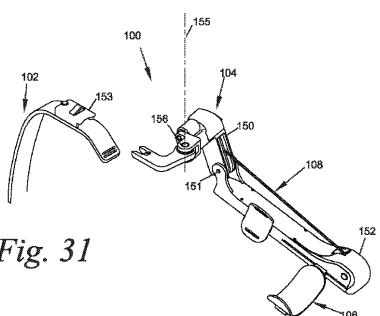


Fig. 31

【図 3 3】

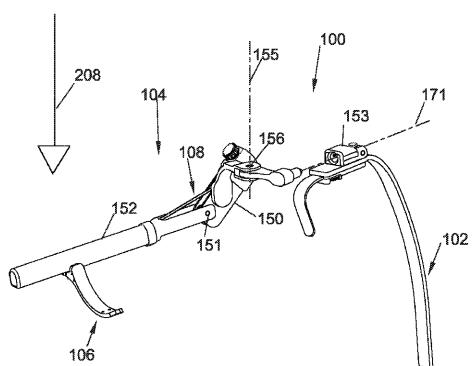


Fig. 33

【図 3 4】

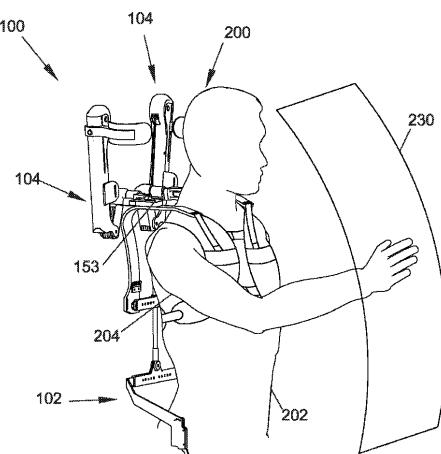


Fig. 34

【図 3 5】

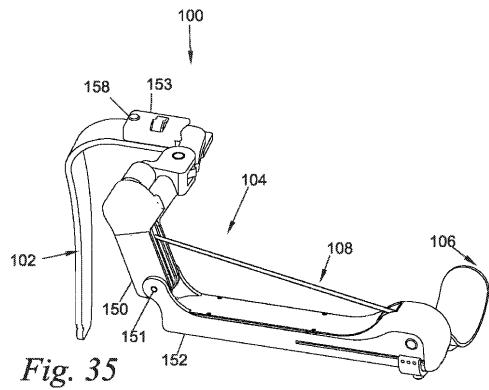


Fig. 35

【図 3 6】

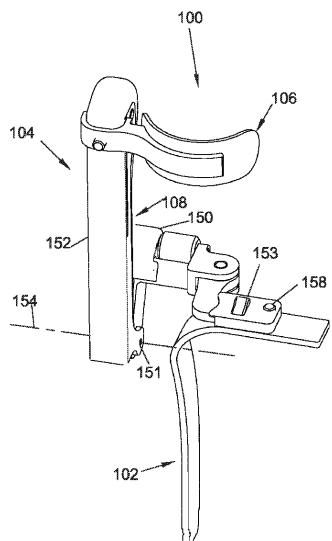


Fig. 36

【図 3 7】

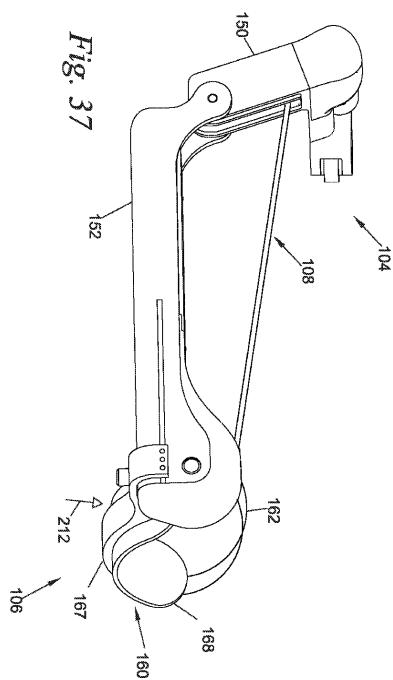


Fig. 37

【図 3 8】

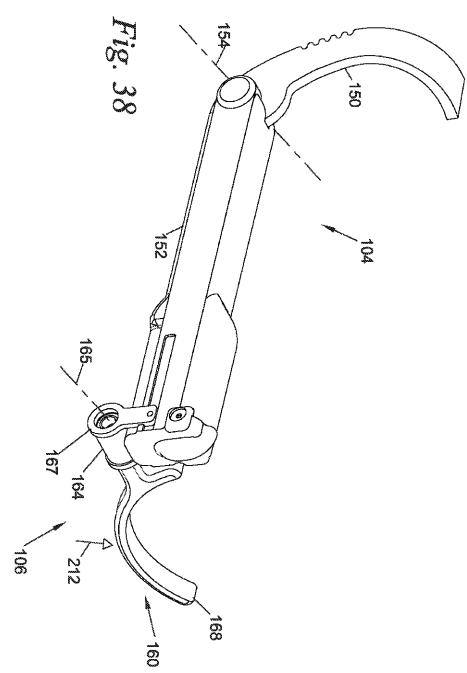
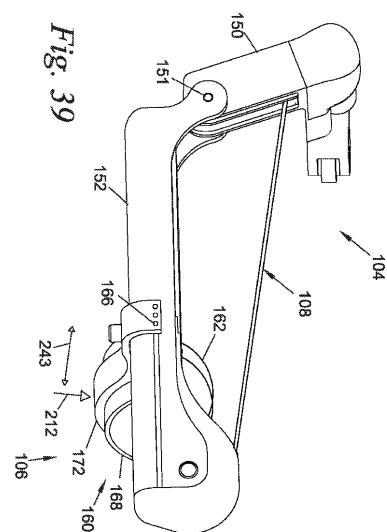
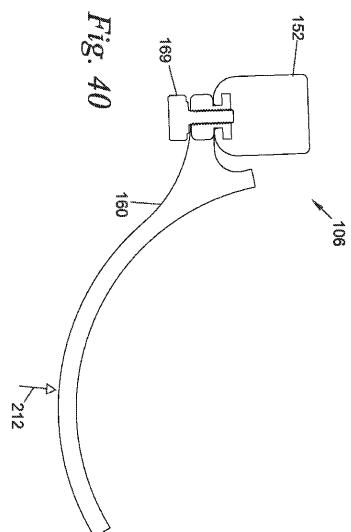


Fig. 38

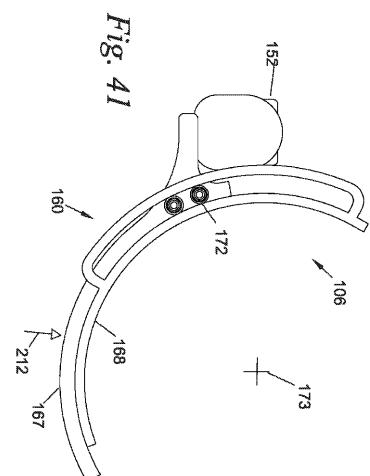
【図39】



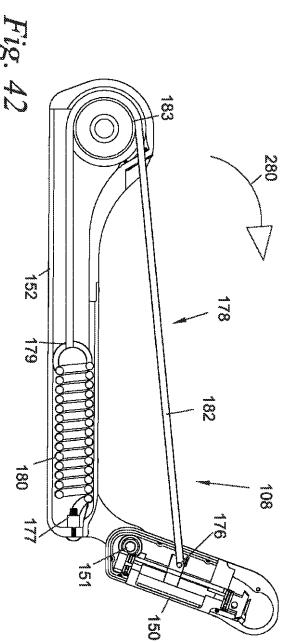
【図40】



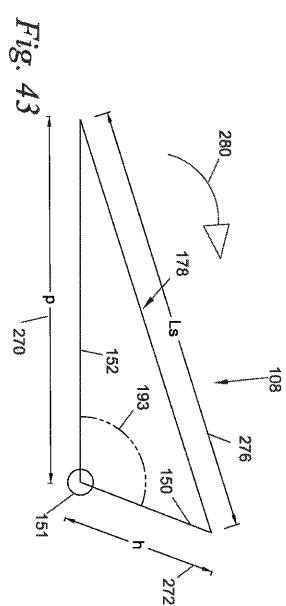
【図41】



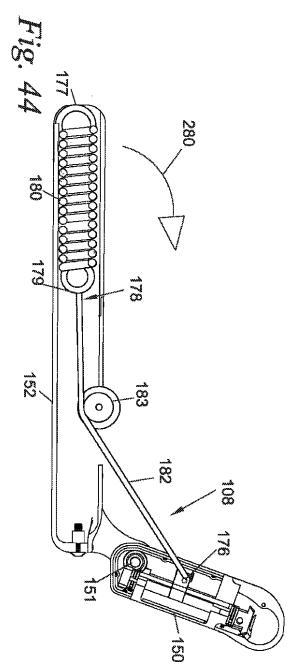
【図42】



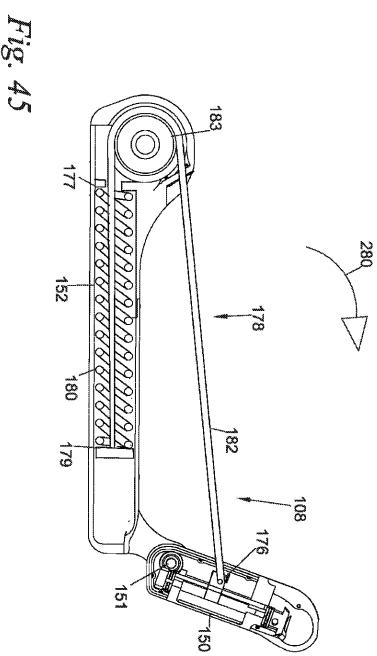
【図 4 3】



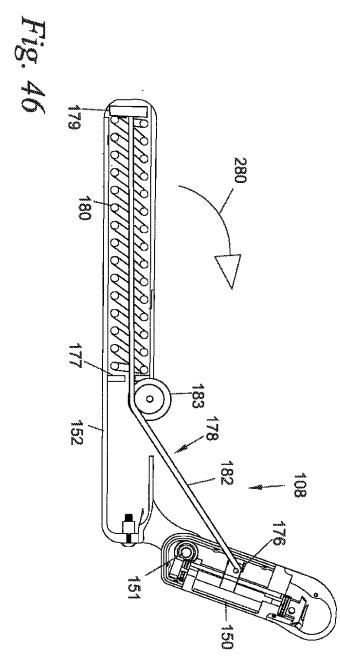
【図 4 4】



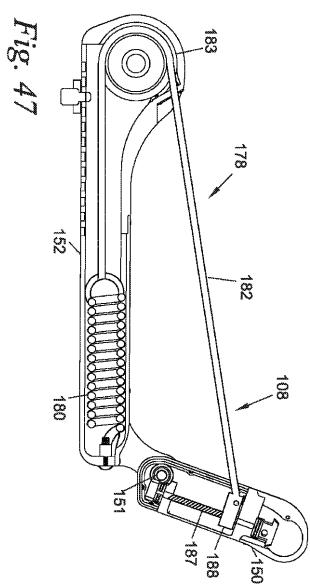
【図 4 5】



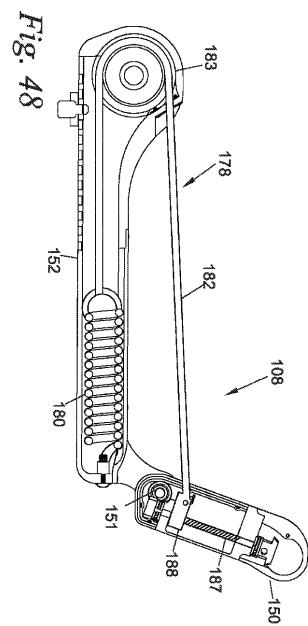
【図 4 6】



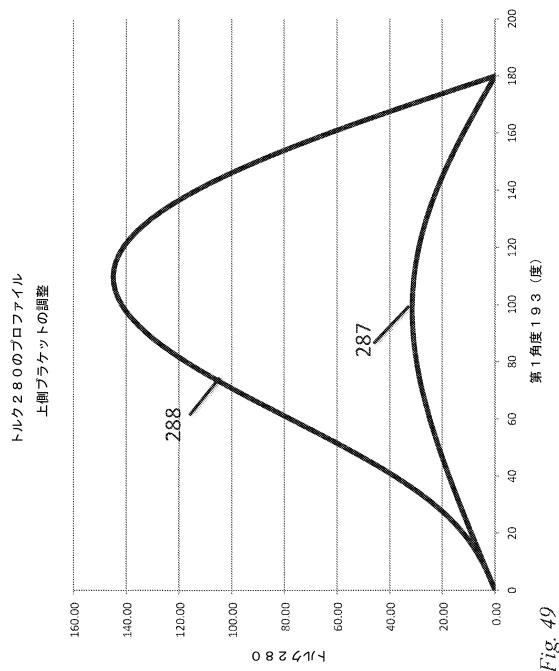
【図 4 7】



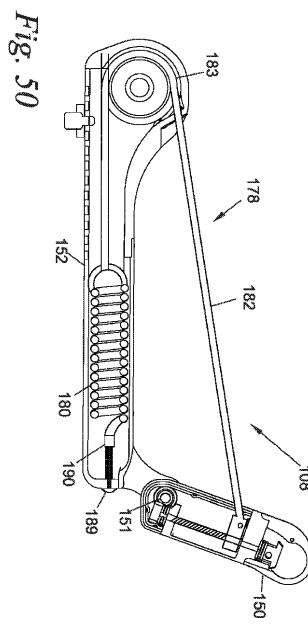
【図 4 8】



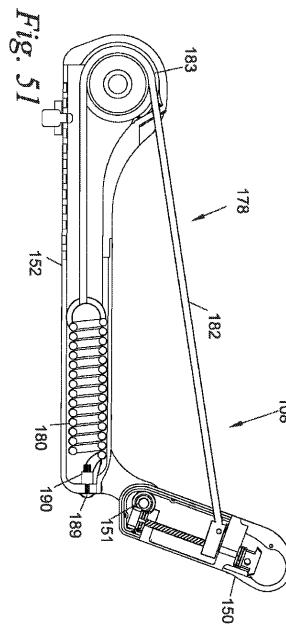
【図 4 9】



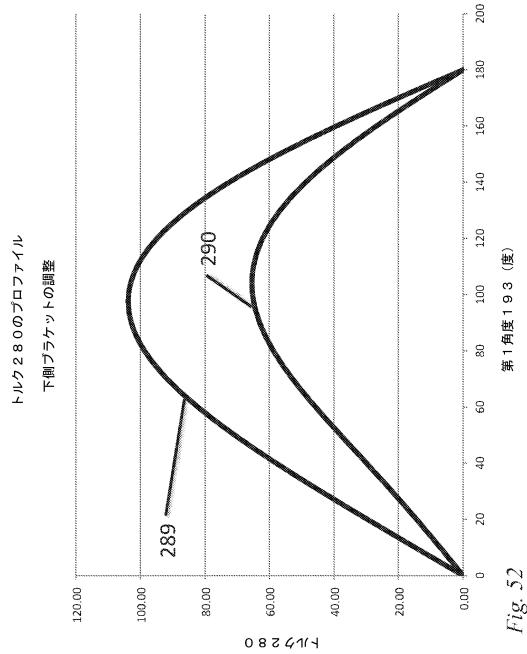
【図 5 0】



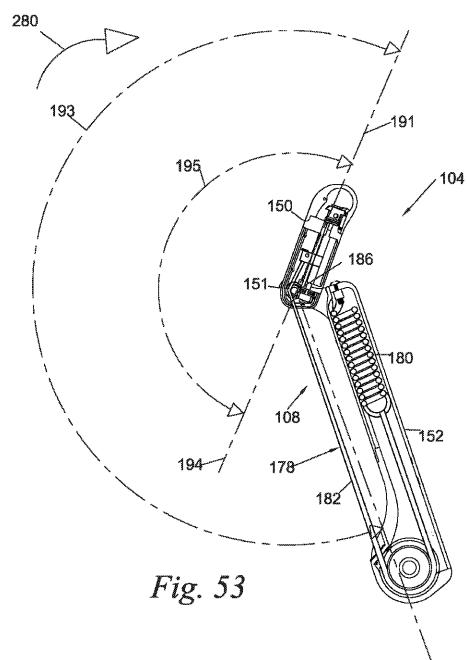
【図 5 1】



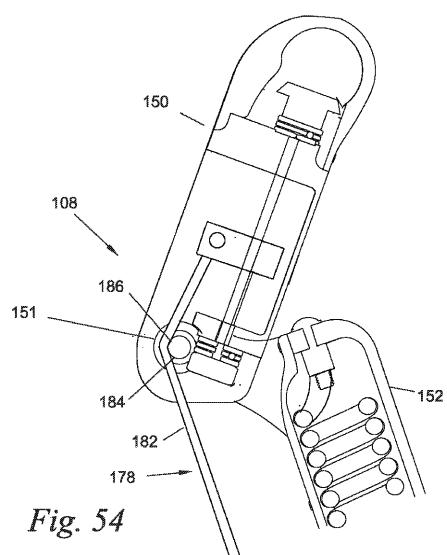
【図 5 2】



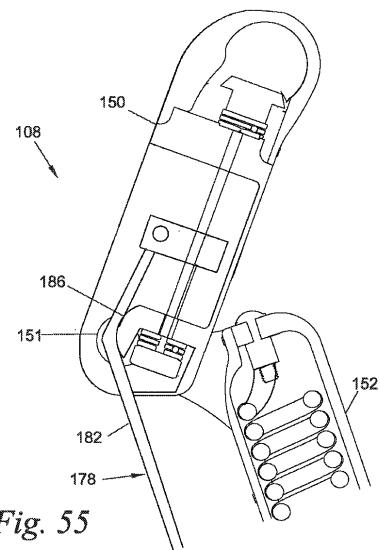
【図 5 3】



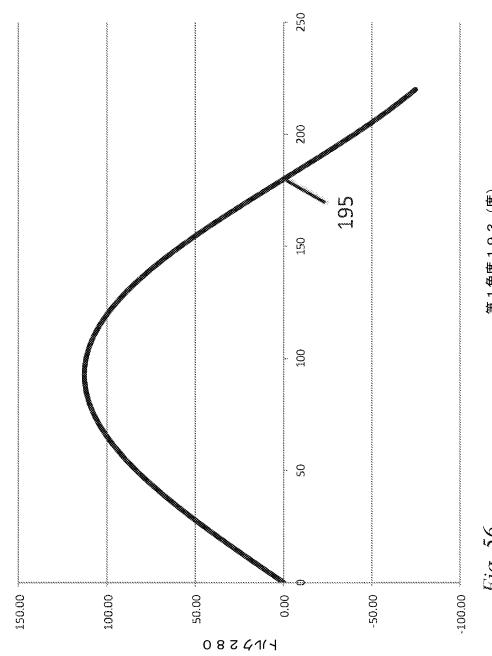
【図 5 4】



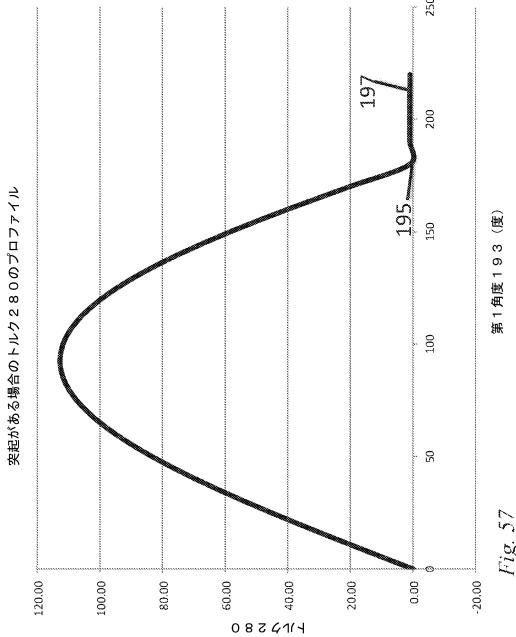
【図 5 5】



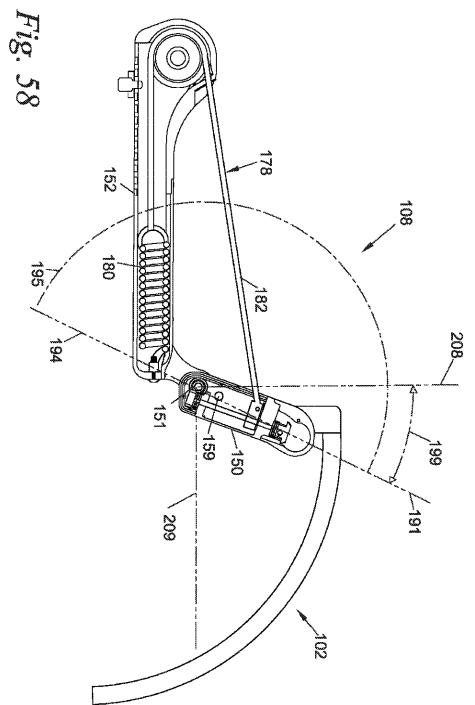
【図 5 6】



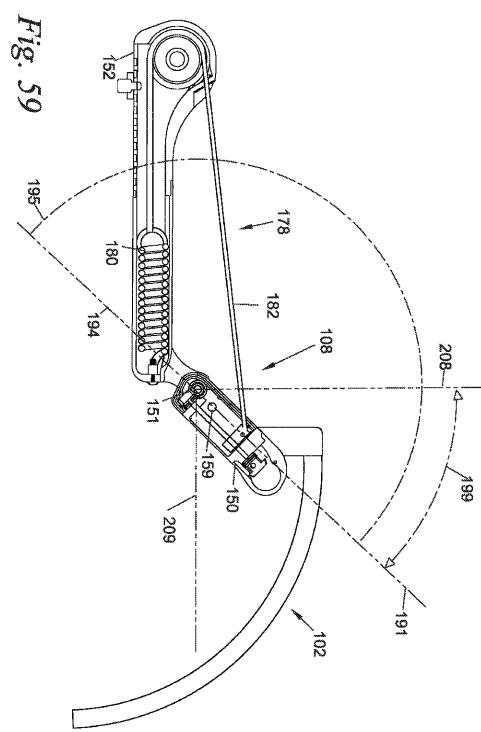
【図 5 7】



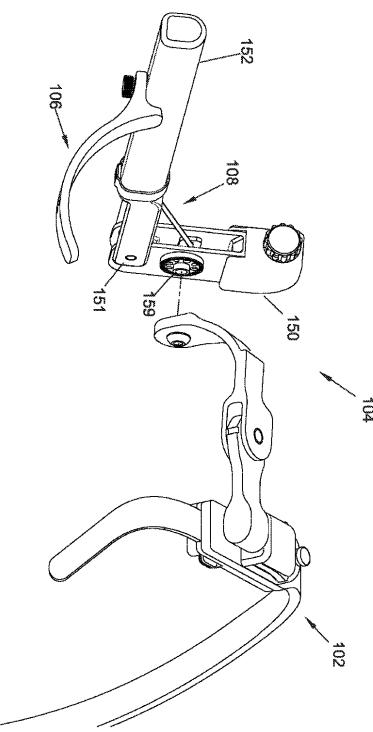
【図 5 8】



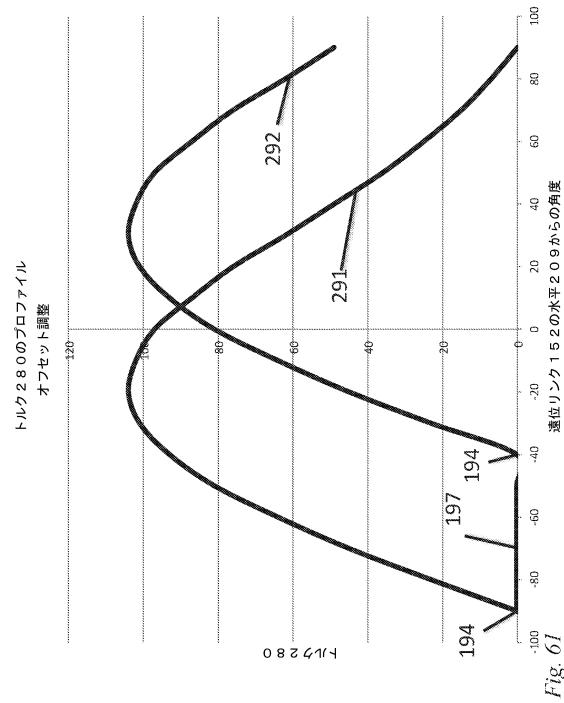
【図 5 9】



【図 6 0】



【図 6 1】



【図 6 2】

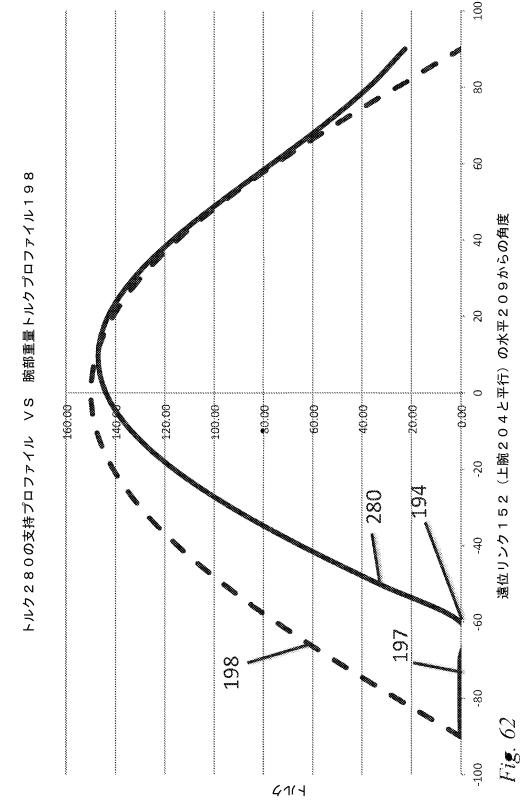
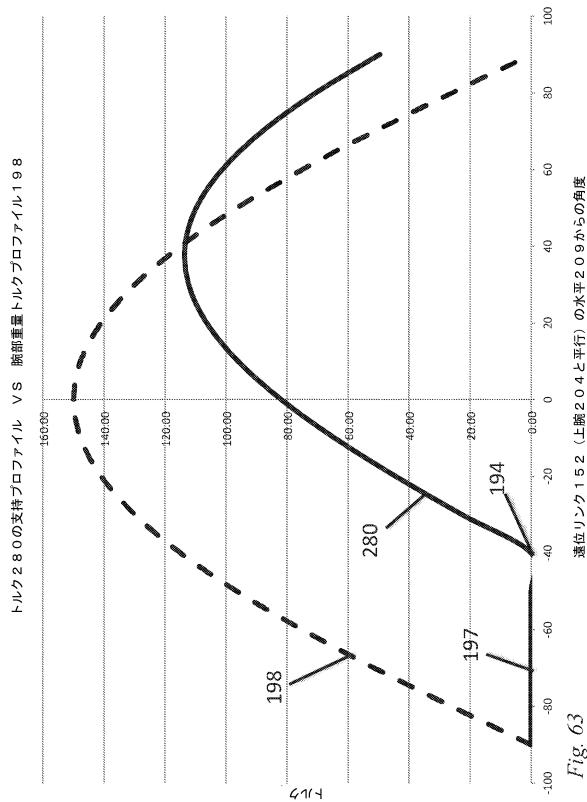
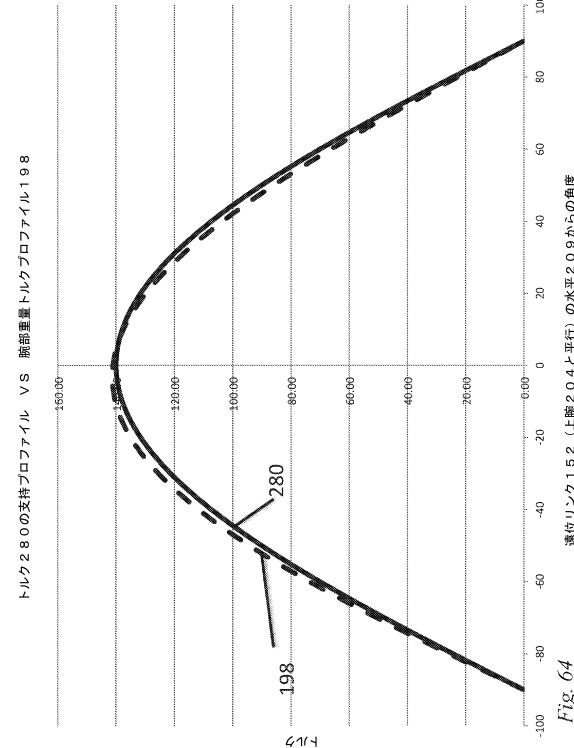


Fig. 62

【図 6 3】



【図 6 4】



【図 6 5】

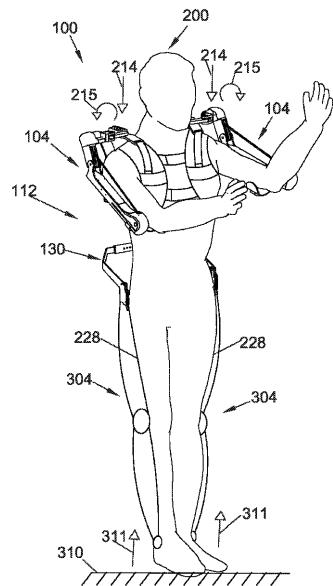


Fig. 65

【図 6 6】

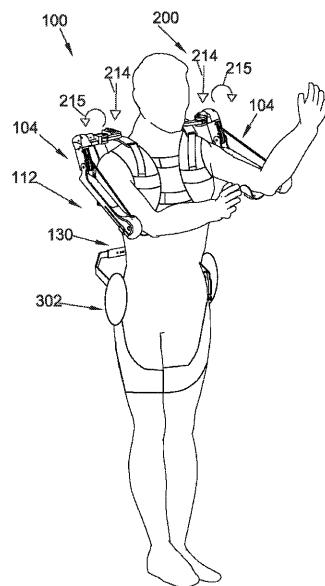


Fig. 66

フロントページの続き

(74)代理人 110000763

特許業務法人大同特許事務所

(72)発明者 バン エンゲルホーベン、ローガン

アメリカ合衆国、94709 カリフォルニア州、パークレイ、スブルース エスティー. 17

38

(72)発明者 カゼルニー、ホマユーン

アメリカ合衆国、94705 カリフォルニア州、パークレイ、アシビー アベニュー 2806

審査官 貞光 大樹

(56)参考文献 特表2014-503320 (JP, A)

米国特許出願公開第2014/0158839 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B25J 1/00 - 21/02