

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6473229号  
(P6473229)

(45) 発行日 平成31年2月20日(2019.2.20)

(24) 登録日 平成31年2月1日(2019.2.1)

(51) Int.Cl. F I  
B 2 5 J 15/08 (2006.01) B 2 5 J 15/08 J

請求項の数 13 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2017-520335 (P2017-520335)	(73) 特許権者	500531141
(86) (22) 出願日	平成27年10月14日(2015.10.14)		セントレ・ナショナル・デ・ラ・レシエル
(65) 公表番号	特表2017-531566 (P2017-531566A)		シェ・サイエンティフィック
(43) 公表日	平成29年10月26日(2017.10.26)		フランス F-75016 パリ セデッ
(86) 国際出願番号	PCT/EP2015/073800		クス16 リュ ミッシェル アンジュ
(87) 国際公開番号	W02016/059121		3
(87) 国際公開日	平成28年4月21日(2016.4.21)	(73) 特許権者	510256920
審査請求日	平成29年9月1日(2017.9.1)		ユニヴェルシテ ドゥ ポワティエ
(31) 優先権主張番号	1459956		UNIVERSITE DE POITIERS
(32) 優先日	平成26年10月16日(2014.10.16)		フランス共和国、F-86000 ポワテ
(33) 優先権主張国	フランス (FR)	(74) 代理人	110000785
			誠真IP特許業務法人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 把持及び精巧操作用のモジュール式ロボット指

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ロボット指を形成する装置であって、  
 手のひらを形成する基部(100)と、  
 互いに非平行な2つの独立したヒンジである第1ヒンジと第2ヒンジ(200, 400)の周りで前記基部(100)にヒンジ止めされた少なくとも1つの指骨(500, 700, 900)と、  
 少なくとも2つのアクチュエータ(110, 120, 130, 140)と、  
 前記2つのアクチュエータ(110, 120)を前記2つのヒンジ(200, 400)の駆動要素(325, 326, 525, 526)にそれぞれ接続するケーブル連結手段(112, 114; 122, 124; 132, 134及び142, 144)と、  
 前記基部(100)上の前記第1ヒンジ(200)の後ろに位置する各ヒンジ(400, 600, 800)の制御に関わる前記ケーブル(122, 124; 132, 134及び142, 144)をこの第1ヒンジ(200)の軸(202)を通る共通平面内でガイドするガイド手段(150, 151, 152)と、を備え、  
 前記ガイド手段(150)は、前記基部(100)に保持された第1ヒンジ軸(202)に平行な軸に沿って延在する円筒状の針で形成され、  
 前記装置は、ガイドステージ(150)の出口に、前記ケーブル(112, 114; 122, 124; 132, 134及び142, 144)の自由な平行移動を確保するために必要な機能的クリアランスすなわちそれらの直径に実質的に対応する間隔を隔てた少なく

10

20

とも2本の針(151, 152, 151-2, 152-2)を備え、

前記2本の針(151, 152, 151-2, 152-2)は、前記第1ヒンジ軸(202)を通る対称面の両側に対称的に配置されるとともに前記第1ヒンジの入口で前記ケーブルを案内し、

前記装置は、前記第1ヒンジの前記軸に関して対称な2組のディアボロ形部分(222, 223, 232, 233)を担持するとともに前記針(151, 152, 151-2, 152-2)によって形成された前記ガイドステージから下流側ヒンジ(600, 800)に向かって前記ケーブル(122, 124; 132, 134及び142, 144)を案内するためのフレーム(310)をさらに備える、ことを特徴とする装置。

【請求項2】

10

前記基部(100)上の前記第1ヒンジ軸(202)は外転内転軸を構成し、前記第2ヒンジ(400)の軸(402)は屈曲伸展軸を構成することを特徴とする請求項1に記載の装置。

【請求項3】

前記ガイドステージ(150)と前記第1ヒンジ(200)との間に配置され、前記第1ヒンジ(200)の入口で前記ケーブル(112, 114; 122, 124; 132, 134及び142, 144)間のいかなる接触をも避けるためにこれらのケーブルを案内及び載置するためのガイド手段の第2ステージ(160)を備えることを特徴とする請求項1又は2に記載の装置。

【請求項4】

20

前記アクチュエータ(110, 120, 130, 140)とは反対側のケーブルの端部(112, 114; 122, 124; 132, 134及び142, 144)は、複数のヒンジの下流要素(300, 500, 700, 900)にそれぞれ付随する受容駆動プーリ(325, 326, 525, 523, 524, 725, 726, 925, 926)に係合していることを特徴とする請求項1~3のいずれか一項に記載の装置。

【請求項5】

前記基部(100)上の前記第1ヒンジ(200)の後ろに位置するヒンジ(400, 600, 800)の制御に関する各ケーブル(122, 124; 132, 134及び142, 144)は、2つの回転するディアボロ(222, 223, 232, 233)間で案内されることを特徴とする請求項1~4のいずれか一項に記載の装置。

30

【請求項6】

前記第2ヒンジ(400)は、回転自在且つ前記ケーブル(132, 134, 142, 144)が各々1巻きされる2つのプーリ(422, 424, 432, 434)をそれぞれ担持する2つの半シャフト又はピン(420, 430)を備えることを特徴とする請求項1~5のいずれか一項に記載の装置。

【請求項7】

前記ケーブル(112, 114; 122, 124; 132; 134及び142, 144)の張力を調整する調整手段(530, 540)を備えることを特徴とする請求項1~6のいずれか一項に記載の装置。

【請求項8】

40

前記調整手段(530, 540)は、ケーブル(112, 114; 122, 124; 132, 134及び142, 144)の前記端部用の受け入れ手段(532, 542)と、各々の支持部(300, 500, 700, 900)に対するこの受け入れ手段(532, 542)の位置を決定する手段(534, 544)とをそれぞれ備えることを特徴とする請求項7に記載の装置。

【請求項9】

各アクチュエータ(130, 140)に関連する一軸ヒンジ(600, 800)の周りに2つずつ互いにヒンジ結合された複数の指骨(500, 700, 900)を備えることを特徴とする請求項1~8のいずれか一項に記載の装置。

【請求項10】

50

各ヒンジ(200, 400, 600, 800)とそれぞれ関連する前記アクチュエータ(110, 120, 130, 140)との間の動作の伝達が2つの伝送ケーブル(122, 124; 132, 134及び142, 144)によって確保されることで、屈曲又は外転運動及び伸展又は内転運動をそれぞれ確実にすることができることを特徴とする請求項1~9のいずれか一項に記載の装置。

【請求項11】

力および位置を測定するための完全な計器、特に指先の力を測定する手段を備えることを特徴とする請求項1~10のいずれか一項に記載の装置。

【請求項12】

運動学及び寸法に関して擬人化された手のようないくつかの指を有するロボットグリッパ又は手を形成するいくつかの指(10a、10b、10c、10d)を備えることを特徴とする請求項1~11のいずれか一項に記載の装置。

10

【請求項13】

稼働中における制御鎖(122, 124; 132, 134及び142, 144)の長さ変化を引き起こす前記ヒンジ(400, 600, 800)の結合関係をメモリ内に記憶する手段を備え、前記アクチュエータ(110, 120, 130, 140)の制御を修正して、誘起されるケーブル長の変動を打ち消すことを特徴とする請求項1~12のいずれか一項に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、ロボット指の分野に関する。

【0002】

「ロボット指」とは、手の指の指骨のように互いにヒンジ結合され、自動システム又はプロセッサなどの外部手段によって制御されるアクチュエータにより変位が制御される、機械的手段のアセンブリである。

【0003】

以下に示すように、本発明の範囲内で、異なる指を組み合わせて把持部又はロボットハンドを形成することができる。

【背景技術】

30

【0004】

ロボット指やロボットハンドの創作は、既にその主題に関する文献で溢れている。

【0005】

先行例は以下の文献参照：

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0006】

【非特許文献1】 Grebenstein M., 「ヒューマンパフォーマンスへのアプローチ：機能性のあるAwiiロボットハンド」, Diss. ETH N 20471, 2012

40

【非特許文献2】 Iversen E.K., Khutti D.F., Johnson R.T., Biggers K.B., Jacobsen S.C., “UTAH/MIT 巧みな手の設計”, 国際会議, 1986, pp. 1520 - 1532

【非特許文献3】 Liu他, 「マルチ感覚性五指の手の手：DLR/HITハンドII, IEEE/RSJ 知能ロボットとシステムに関する国際会議, 2008

【非特許文献4】 「ロボットハンドの適応協調制御」、ロボティクスメカトロニクスジャーナル、Vol. 21 No. 1、2009

【非特許文献5】 上田淳、石田豊、近藤誠宏、小笠原司、「視覚センサ指触覚センサを用いたNAIST-Handの開発」、2005年IEEE国際ロボティクス国際会議(ICRA 2005)、pp. 2343 - 2348、2005

50

【非特許文献6】N. Daoud, J. P. Gazeau, S. Zeghloul, M. Arsicault, "手先操作のためのリアルタイム戦略：指先の運動計画、力感知、および把握の安定性", Journal of Robotics and Autonomous Systems, Vol. 60, 2012年3月, pp. 377 - 386

【非特許文献7】J.P. Gazeau, S. Zeghloul, G. Ramirez, 「多関節機械ハンドによる操作：グローバルな操作戦略のために指先力を計算する新しい効率的なリアルタイム方法」Robotica, vol. 23, 2005, pp. 479 - 490

【非特許文献8】D. Chaigneau, M. Arsicault, J. P. Gazeau, S. Zeghloul, "LMSロボットの手の把持と操作計画(同型骨格アプローチ)" Robotica (2008), vol. 26, 2008, pp. 177 - 188

10

【非特許文献9】N. Daoud, J. P. Gazeau, S. Zeghloul, M. Arsicault, "オンライン操作のための高速把握合成法", Journal of Robotics and Autonomous Systems, vol. 59, 2011, pp. 421 - 427

【非特許文献10】F. Touvet, N. Daoud, J. P. Gazeau, S. Zeghloul, M. A. Maier, S. Eskizmirli, "機械的手のためのバイオメトリックリーチと把握アプローチ", Journal of Robotics and Autonomous Systems, vol. 60, 2012, pp. 473 - 486

20

【0007】

既に提案されているすべての解決策について詳細にコメントすることはせず、文献で頻繁に引用されている「シャドウハンド」および「AWIWIハンド」と呼ばれる2種類のロボットハンドについて以下に述べる。

【0008】

(シャドウハンド)

シャドウハンドは、人間の手に匹敵する擬人化設計のロボットハンドである。このシャドウハンドは、実施形態に応じて、空気圧式ラム又は電気モータとすることができるアクチュエータを備える。ヒンジは、ケーブル伝送によって作動される。その5本の指を持つ手は、20の作動自由度と4つの結合自由度を有し、合計24のヒンジを有する。運動振幅は人間の手の振幅に非常に近い。

30

【0009】

(AWIWIハンド又は超堅強ハンド)

ドイツ航空宇宙センター(German Aerospace Center:DLR)のロボティクスメカトロニクス研究所は、手の構造を改変することなく、剛体との衝突やハンマー打撃に耐え得る手を開発した。この手の堅牢性は、本発明の中核として設定されている。開発された手は、5本の指が装備された擬人化寸法を有する。これらは合計19個のヒンジを含み、それぞれがアクチュエータに接続された38個の腱を介して作動される。したがって、38個のアクチュエータを制御することにより、腱の剛性を一定に制御し、かなりの衝撃を吸収することが可能になる。

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

上記のシャドウハンドは真の利点を有するが、いわゆるシャドウハンドには一定の制限がある。すなわち、手の構造においては、空間における指の端の細かな制御を行うことができない。実際、外転内転運動は、当該運動(例えば、電球のねじ込み)により、指の端部の物体を取り扱うための指の正確な動きを妨げる非線形性(機械的なクリアランス、摩擦)の影響下にある。

【0011】

50

A W I W I ハンドの本質的な欠点は高度な発動作用であり、その設計には指の剛性を制御するためにヒンジ1つにつき2つのアクチュエータを必要とする。これは、かなりの大きさ及び重量となり、かなり大きな前腕を持つこととなる。また、相当程度の摩擦が、指先での微動を生成する手の能力に影響を与える。このため、この手の指先で物体の細かい操作を実証することは今日まで不可能であった。提案された事例は、手の衝撃吸収性を考慮して、適応的な把持能力と多数の相互作用の能力とを実証している。

【0012】

本発明の目的は、特に、一方で物体をつかむこと、他方では指先で物体を細かく取り扱うことに関して、既知のロボットハンドデバイスの性能を向上させることである。

本発明の1つの目的は、特に、人間の指のものと同一の運動学を達成することを可能にする手段を提案することである。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明は、ロボット指を形成する装置に関し、該装置は、手のひらを形成する基部と、互いに非平行な2つの独立したヒンジの周りで前記基部にヒンジ止めされた少なくとも1つの指骨と、少なくとも2つのアクチュエータと、前記2つのアクチュエータを前記2つのヒンジの駆動要素にそれぞれ接続するケーブル連結手段と、前記基部上の前記第1ヒンジの後ろに位置する各ヒンジの制御に関わる前記ケーブルをこの第1ヒンジの軸を通る共通平面内でガイドするガイド手段と、を備え、前記ガイド手段は、前記基部に保持された第1ヒンジ軸に平行な軸に沿って延在する円筒状の針で形成され、前記装置は、ガイドステージの出口に、前記ケーブルの自由な平行移動を確保するために必要な機能的クリアランスすなわちそれらの直径に実質的に対応する間隔を隔てた少なくとも2本の針を備え、前記2本の針は、前記第1ヒンジ軸を通る対称面の両側に対称的に配置されるとともに前記第1ヒンジの入口で前記ケーブルを案内し、前記装置は、前記第1ヒンジの前記軸に関して対称な2組のディアポロ形部分を担持するとともに前記針によって形成された前記ガイドステージから前記下流側ヒンジに向かって前記ケーブルを案内するためのフレームをさらに備える、ことを特徴とする。

【0014】

好ましくは、前記基部上の前記第1ヒンジ軸は外転内転軸を構成し、前記第2ヒンジ軸は屈曲伸展軸を構成する。

【0015】

基部上の第1ヒンジの後ろに位置する各ヒンジの制御に関わるケーブルが第1ヒンジ軸を通る共通の平面内を案内される上記の特徴により、アクチュエータとこれに対応するヒンジとの間のこれらのケーブルの伸展を第1ヒンジの位置に関係なく修正不要にでき、また、摩擦を最小限にすることができる。これにより、機械的効率を最大にすることができる。指の力および位置を制御する能力を保証することができる。さらに、第1ヒンジの入口における共通の平面内でのケーブルの案内と、ケーブルによって担持されたディアポロ形の部品との組み合わせにより、第1ヒンジのピボット偏角にかかわらず、第1ヒンジの後ろに位置する各ヒンジの制御に関わるケーブルの摩擦を最小にすることができる。

【0016】

本発明の他の有利な特徴によれば、装置は、それぞれのアクチュエータに関連する一軸ヒンジの周りに2本ずつ互いにヒンジ結合されたいくつかの指骨を備える。

【0017】

特定の実施形態によれば、装置は4つのヒンジと3つの指骨を含む。提案された運動は、3つの屈曲伸展運動と1つの外転内転運動である。

【0018】

各ヒンジとそれぞれに関連するアクチュエータとの間の移動の伝達は2本の伝達ケーブルによって確保され、これによって、屈曲又は外転の動き、及び、伸展又は内転の動きをそれぞれ確保することが可能になる。

【0019】

ターゲットの用途に応じて指の寸法を調整することができる。これらの寸法は、少なくとも人間の指の平均寸法に対応し得る。

【0020】

本発明に従った指の構造により、力及び位置を測定するための完全な計器を取り付けることができる。

【0021】

各ヒンジは、関節測定を統合し得る。

【0022】

指先と指骨とは力測定に対応し得る。

【0023】

指の構造のカスタマイズされたカバーは、例えば、殻の形態および塗布物に関連するコーティングの形態で、締結具により達成することができる。

【0024】

各指のモジュール性により、複数の指を組み立てて、複数の指を備えたロボットハンドを構築することができる。手の運動（指の位置、指の数、指の寸法、特に指骨の長さ）は、ターゲットの用途に応じて調整することができる。したがって、最も複雑なロボットハンド、すなわち、運動学及び寸法において擬人化された手を実現することができる。

【発明の効果】

【0025】

ケーブルによる伝送を含む本発明に従う装置の利点は、特に次のとおりである。

アクチュエータ又はモータは、例えば手の外のように、装置外に送り出すことができるため、装置と手のサイズ、及びオンボード使用のための重量を減らせる可能性がある。

アクチュエータ又はモータは、用途に応じて容易に寸法を設定することができる。モータの寸法に制約はない。高トルクが必要な場合は、大型のモータを選択できる。それらは、例えば、伝送ケーブルの慎重な経路設定によって、ペイロードがアームの端部よりも自然に大きいマニピュレータアームの肩の高さに配置されてもよい。

指の各ケーブルによって誘導される自然な追従動作により、衝撃に伴うエネルギーの一部を吸収して周囲との確実な相互作用が提供される。

指と周囲との相互作用を評価するために、伝送ケーブルの伸展力を用いることができる。

【図面の簡単な説明】

【0026】

本発明の他の特徴、目的及び利点は、非限定的な実施例により、添付の図面を参照して以下の詳細な説明を読むことで明らかになるであろう。

【図1】矢状断面平面及び断面平面に任意に対応する図1(a)及び図1(b)において、本発明に従う指によって達成される異なる運動軸及び以下の説明において参照される正規直交座標系を示す。

【図2】本発明に従う指に含まれるヒンジ接続部の概略図を示す。

【図3】3つの指骨を備えた、本発明に従う指の実施形態の斜視図を示す。

【図4】矢状面に平行な平面に対応する側面図による同じ指の図を示す。

【図5】横断面に平行な平面に対応する上面図における同じ指の図を示す。

【図6】図5の部分拡大図を示しており、第1ヒンジの上流において手のひらを形成する基部に配置されたケーブルガイド手段の第1ステージを示す。

【図7】図4の部分拡大図を示し、図6に示す第1ステージと第1ヒンジとの間の、手のひらを形成する基部内に配置されたケーブルガイド手段の第2ステージを示す。

【図8】伝送ケーブルを第1ヒンジの入口に案内するための円筒状の針の配置を示す斜視図である。

【図9】同じ針の正面断面における端面図を示す。

【図10】外転内転軸及び屈曲伸展軸に対応する互いに平行でない2つの軸の周りの、基部上の第1指骨におけるヒンジアセンブリの部分斜視図を示す。

10

20

30

40

50

【図 1 1】このアセンブリの部分詳細図を示し、より正確には、ケーブルのためのガイドとして機能するディアボロを備えたハーフシャフトを示す。

【図 1 2】前述のディアボロと駆動プーリとを支持するケージの図を示す。

【図 1 3】基部上の第 1 ヒンジ軸に対応するヒンジ軸の完全な図を示す。

【図 1 4】外転内転軸及び屈曲伸展軸に対応する互いに平行でない 2 つの軸の周りの、基部上の第 1 指骨におけるヒンジアセンブリの、図 1 0 とは反対の観察角度における第 2 の部分斜視図を示す。

【図 1 5】2 つの非平行軸の周りにおける基部上の第 1 指骨の完全なヒンジアセンブリの斜視図を示す。

【図 1 6】2 つの非平行軸の周りにおける基部上の第 1 指骨の完全なヒンジアセンブリの上面図を示す。 10

【図 1 6 - 2】互いに平行かつ第 1 ヒンジ軸に直交する 2 つの重ね合わされた断面平面における第 1 ヒンジの 2 つの概略断面図を示す。

【図 1 6 - 3】互いに平行かつ第 1 ヒンジ軸に直交する 2 つの重ね合わされた断面平面における第 1 ヒンジの 2 つの概略断面図を示す。

【図 1 7】2 つの指骨の間のヒンジの部分斜視図を示しており、特に、駆動に關与する駆動プーリとケーブル張力調整装置とを示す。

【図 1 8】3 つの指骨を備えた完全な指の上面図を示す。

【図 1 9】本発明による複数の指を有する手の矢状面に沿った側面図を示す。

【図 2 0】本発明による 4 つの指を有する手により実現可能な把持の実施形態を示す斜視図である。 20

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下の説明は、任意の座標系  $x y z$  を参照して行われる。ここで、平面  $x z$  は垂直矢状面に対応し、平面  $x y$  は水平横断面に対応し、平面  $y z$  は垂直正面に対応する。

【0028】

図 1 a、図 1 b 及び図 2 に、3 つの指骨 5 0 0、7 0 0 及び 9 0 0 を備えた指 1 0 を概略的に示す。ここで、第 1 指骨 5 0 0 は、第 1 外転内転軸 2 0 2 を画定する第 1 ヒンジ 2 0 0 と、第 2 屈曲伸展軸 4 0 2 を規定するとともにアセンブリ 3 0 0 を介してヒンジ 2 0 0 に接続された第 2 ヒンジ 4 0 0 との回りにおいて、以下で 1 0 0 と指定する基部にヒンジ止めされ、中間の第 2 指骨 7 0 0 は、第 3 屈曲伸展軸 6 0 2 を画定するヒンジ 6 0 0 によって第 1 指骨 5 0 0 にヒンジ止めされ、遠位の第 3 指骨 9 0 0 は、第 4 屈曲伸展軸 8 0 2 を画定するヒンジ 8 0 0 によって第 2 指骨 7 0 0 にヒンジ止めされている。 30

【0029】

外転内転軸 2 0 2 は、垂直軸  $z$  に沿って延在している。

【0030】

屈曲伸展軸 4 0 2、6 0 2 及び 8 0 2 は、互いに平行な水平軸  $y$  に沿って延在している。

【0031】

休止状態すなわち全体的に整列した位置では、3 本の指骨 5 0 0、7 0 0 及び 9 0 0 が 40、 $x$  に沿って伸展方向に延在している。

【0032】

軸 2 0 2 周りの外転または内転変位の振幅は、任意の中央基準軸  $x$  に対して図 1 b において  $q_1$  で示されている。

【0033】

直線延長部の休止位置に対する 3 つの指骨 5 0 0、7 0 0 及び 9 0 0 それぞれの軸 4 0 2、6 0 2 及び 8 0 2 回りの屈曲における変位のそれぞれの振幅を  $q_2$ 、 $q_3$  及び  $q_4$  と表す。

【0034】

前述のように、本発明による基本的なロボット指 1 0 は、手のひらを形成する基部 1 0 50

0と、互いに非平行な2つのヒンジ軸202及び402の回りで基部100にヒンジ止めされた少なくとも1つの指骨500とを備えている。2つの軸202及び402は互いに直交していることが好ましい。

【0035】

指10は、少なくとも2つのアクチュエータ110, 120と、ケーブル連結手段112, 114及び122, 124とをさらに備えており、それぞれ、第1ヒンジ200を制御するためのアクチュエータ110の出力と第2ヒンジ400を制御するための第1指骨500におけるアクチュエータ120の出力とを、アセンブリ300に設けられた受容駆動プーリ325, 326に接続する。

【0036】

3つの指骨500, 700及び900を備えた実施形態では、指は4つのアクチュエータ110, 120, 130及び140を備えており、それぞれが2つのケーブル112, 114; 122, 124; 132, 134及び142, 144に関連付けられている。ケーブル112, 114; 122, 124; 132, 134及び142, 144の各々は、ヒンジ軸202, 402, 602及び802を制御するための受容駆動プーリ325, 326又はこの場合、プーリ525, 526, 725, 726及び925, 926、及び、指骨500, 700及び900の要素に接続されている。

【0037】

より正確には、本発明によれば、指は、基部上の第1ヒンジ軸202を通る共通の矢状面内でこの第1ヒンジ軸202の後ろに位置する各ヒンジ400, 600及び800の制御に関わるケーブル122, 124; 132, 134及び142, 144を案内するように構成された案内手段150, 160を備えている。

【0038】

基部100は、多くの実施形態に依存し得る。添付の図面に示される実施形態によれば、基部100は、アクチュエータ110, 120, 130, 140を担持するハウジング102を備えている。ハウジング102は、各アクチュエータ110, 120, 130及び140を、それぞれの出力軸111, 121, 131及び141がハウジング102内において軸zに平行な軸に沿って回転可能に取り付けられるように担持する。

【0039】

アクチュエータ110, 120, 130及び140は、ギヤドモータから形成されることが好ましい。

【0040】

各出力軸111, 121, 131及び141は、軸方向に段差を付けて並べられた2つの駆動プーリ113, 115, 123, 125, 133, 135, 143及び145をそれぞれの軸上に担持する。

【0041】

ハウジング102は、x方向に沿った伸展軸を中心とする長手方向に延びる梁104によって一方の側で延長されている。梁104のこの伸展軸は、4つのアクチュエータ110, 120, 130及び140のすべての回転軸を通過するビームのメジアン対称面に対応する。

【0042】

各ケーブル112, 114; 122, 124; 132, 134; 142及び144の第1端部は、プーリ113, 115, 123, 125, 133, 135, 143及び145にそれぞれ取り付けられている。

【0043】

各プーリ113, 115, 123, 125, 133, 135, 143及び145は、梁104に対向して配置されている。

【0044】

各ケーブル112, 114; 122, 124; 132, 134; 142及び144は、梁104内で各々のプーリ113, 115, 123, 125, 133, 135, 143及

10

20

30

40

50

び145から第1ヒンジ200に向かう方向に延在している。

【0045】

先に示したように、梁104は、ケーブル112, 114; 122, 124; 132, 134; 142及び144を案内するためのガイド手段の2つのステージ150, 160を備えている。

【0046】

ガイド手段の第1ステージ150は、少なくとも第1ヒンジ軸202を通る共通矢状面においてベース上の第1ヒンジ軸202の後ろに位置する各ヒンジ400, 600及び800の制御に関わるケーブル122, 124; 132, 134及び142, 144を案内する機能を有する。図示された実施形態によれば、ガイド手段150は、梁104によつて担持される軸zに平行な軸に沿って延びる円筒状の針から形成される。

10

【0047】

したがって、ケーブル112, 114; 122, 124; 132, 134及び142, 144の自由な並進を確実にするために、第1ステージ150の出口に少なくとも2つの主針151, 152が設けられている。各針151, 152の間隔は実質的に前提となる動作クリアランス、すなわち各ケーブル122, 124; 132, 134及び142, 144の直径に対応する。2つの主針151, 152は、第1ヒンジ軸202を通過する梁104のxzにおける対称面の両側に対称的に配置される。

【0048】

ステージ150の入口において、ケーブル112, 114; 122, 124; 132, 134及び142, 144は、プリー113, 115, 123, 125, 133, 135, 143及び145それぞれの半径の累積間隔に対応する距離だけ対をなして分離されている。図6から分かるように、主針151, 152により、ガイドステージ150の出口において全てのケーブル112, 114; 122, 124; 132, 134及び142, 144を、軸202を通る共通平面内に配置することができる。

20

【0049】

また、図6から分かるように、装置は、主針151, 152の上流側に3段の補助針153, 154; 155, 156及び157, 158をさらに備えることが好ましく、これらはそれぞれ、主針151, 152の間のケーブル対の漸進的な収束を確実にするように、特定のケーブル112, 114; 122, 124; 132, 134及び142, 144をそれぞれ保持している。

30

【0050】

ガイド手段の第2ステージ160は、第1ガイドステージ150と第1ヒンジ200との間に配置される。その機能は、ケーブル112, 114; 122, 124; 132, 134及び142, 144の間のいかなる接触をも避けるために、ヒンジ200の入口でこれらのケーブルを軸zに沿って案内し、ずらすことである。より正確には、ガイド手段160はまた、ケーブル112, 114; 122, 124; 132, 134及び142, 144を、軸zを基準にしてそれぞれ上下に4本ずつの2つのグループに分配する機能も有している。

【0051】

4本のケーブル122, 122, 132及び142を含む上側のグループが図16-2に示されており、4本のケーブル114, 124, 134及び144を含む下側のグループが図16-3に示されている。

40

【0052】

図示された実施形態によれば、ガイド手段160は、梁104によつて担持される軸yに平行な軸に沿って延在する円筒形の針によつて形成される。

【0053】

したがって、図7に示す好適かつ非限定的な実施形態によれば、装置は、ヒンジ200の入口における予想配置を確実にするために、ケーブル112, 114; 122, 124; 132, 134及び142, 144を案内する4段の補助針162, 164, 166及

50

び168を備えている。ステージ162, 164, 166及び168の多重度は、2本のケーブル間の接触の危険なしに、前述の2つのグループへのケーブルの漸進的な再グループ化を確実にすることを意図している。

#### 【0054】

ガイドステージ162, 164, 166及び168を形成する針の正確な構成および針の数は、多くの実施形態に従うことができ、以下ではさらに詳細には説明しない。しかしながら、4つのガイドステージ162, 164, 166及び168は、組み合わせられて、ガイド手段160の出口における2つの隣接するケーブルの各対の間においてスペースとして機能する針と、特定のケーブルに対して外部支持体として機能するとともに、特定のケーブルに対して梁104のz高さを基準にした内部支持体として機能する針とを有して

10

#### 【0055】

さらに、ヒンジ200の入口におけるケーブル112, 114; 122, 124; 132, 134及び142, 144の適切な配置を確保するために、ヒンジ200の上流におけるガイドステージ160の出口に上述した針151, 152に平行な2つの第2針151-2, 152-2を設けることが好ましく、それらの間隔もまた実質的にケーブル112, 114; 122, 124; 132, 134及び142, 144の自由な移動を確保するために要求される必要な機能的クリアランス、すなわちこれらのケーブルの直径に対応する。2つの第2針151-2, 152-2もまた、第1ヒンジ軸202を通る梁104のxzにおける対称面の両側に対称的に配置される。

20

#### 【0056】

次に、2つの第1ヒンジ200及び400の構造について、特に、図10~16を参照して説明する。

#### 【0057】

先に示したように、第1ヒンジ200は、好ましくは、z軸202周りの外転内転ヒンジに対応し、第2ヒンジ400は、y軸402周り、すなわち、軸202に非平行で好ましくはこの軸202に直交する屈曲伸展ヒンジに対応する。2つのヒンジ200及び400は、中間アセンブリ300によって分離されて担持される。

#### 【0058】

必要であれば、変形例として、第1ヒンジ200は、y軸202を中心とした屈曲伸展ヒンジに対応することができ、第2ヒンジ400は、z軸402を中心とした外転内転ヒンジに対応することができる。

30

#### 【0059】

添付の図面に示された実施形態によれば、中間アセンブリ300は、静止した状態、すなわち、最遠の外転位置及び内転位置に関して中心の位置においてその中央平面がyz平面内に延在する支持フレーム310を備えている。フレーム310は、yzの中央平面の両側にある2つの対向する面にそれぞれ、zの外転内転ヒンジ200及びyの屈曲伸展ヒンジ400を担持する。

#### 【0060】

より正確には、フレーム310は、第1の面において、厚さ方向における中央平面がxy平面内に延在する2面体の形状をした小さなブリッジ320を担持するとともに、z軸202を中心とする2つの同軸の外転内転半シャフト又はピン220, 230を回転可能に支持している。ピン220, 230は、任意の適切な手段によって、基部100、より正確には梁104の端部にヒンジ止めされる。

40

#### 【0061】

2つの半シャフト又はピン220, 230は、それぞれ、小型ブリッジ320のいずれかの側に配置される。ピン220の1つは、内転ケーブル112の第2端部を受けるプーリ325を担持する。プーリ325は、小型ブリッジ320及び要素300と回転可能に接続されており、したがって、ピン220に対して回転自在になっている。他のハーフピン230は、内接ケーブル114の第2端部を受けるプーリ326を担持する。プーリ3

50

26はまた、小型ブリッジ320及び要素300と回転可能に接続されており、したがって、ピン230に対して回転自在になっている。

【0062】

各プーリ325、326上のケーブル112、114の固定点は、軸202に対して正反対に位置している。

【0063】

変形例として、ケーブル112及び114は、図16-2及び16-3に概略的に示されているように、プーリ325、326の周りに少なくとも部分的に巻き付けることができ、またはこれらのプーリの周りをそれぞれ反対方向に完全に回転させることができ、図16-2及び16-3の330及び340に示すような任意の適切な手段によって、小型ブリッジ320に接続することができる。この場合、プーリ325及び326は、ピン220、230上で、小型ブリッジ320に対して自在に回転可能になっている。好ましくは、取り付け手段330、340には、ケーブル122、124、132、134、142及び144用の後述する張力調整手段が設けられる。

【0064】

ピン220及び230の端部は、梁104の隣接端部用の回転ガイドベアリングを形成するボールベアリングのような手段226、236を担持する。

【0065】

各ピン220、230は、プーリ325、326とベアリング226、236との間に、それぞれケーブル122、124の通過と誘導のための窓を画定するとともに下流側ヒンジ400、600及び800に向けられたケージ222、232を担持している。

【0066】

より正確には、各ケージ222、232は、ディアボロ223、224及び233、234の形状の2つの一連の同軸回転部分をそれぞれ有する。ディアボロ223、224及び233、234の形状の各一連の部品は、それぞれのz軸の中心に位置する。

【0067】

ケージ222に設けられたディアボロ形の部分223、224は、軸202に対して対称である。同様に、ケージ232に設けられたディアボロ形部分233、234は、軸202に関して対称になっている。さらに、一連のディアボロ形部分223、224及び233、234のそれぞれは、ガイドされるケーブル122、132、142及び124、134、144の数に等しい数のディアボロ形部分を含む。

【0068】

図10、図11、および図13に示す実施形態によれば、各ハーフピン220、230は3本のケーブル122、132、142及び124、134、144を案内する。したがって、ディアボロのような形状をした一連の部分223、224及び233、234のそれぞれは、z軸方向に積み重ねられたディアボロ形状の3つの部分を含む。

【0069】

したがって、外転内転運動の軸202には、図16-2に示すように、軸の上部に配置されケーブル122、132、142を案内するための6本のディアボロのセットと、図16-3に示すように、軸の下部に配置されケーブル124、134及び144を案内するための6本のディアボロのセットとが設けられている。

【0070】

共通のケージ222、232内に位置する2つの一連の部分223、224及び233、234に属する2つの隣接するディアボロの各対は、ケーブル122、132、142及び124、134、144を受けると意図されたそれぞれの通路を画定する。各ケーブルは、このようにして2つの回転するディアボロの間を案内される。

【0071】

フレーム310の中央平面に垂直なそれぞれの中心軸に沿って交差するこれらの通路は、軸202周りの相対回転による中間アセンブリ300の基部100に対する相対位置にかかわらず軸202を通過する対称平面を有している。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 7 2 】

各ディアボロは、ケーブル 1 2 2 , 1 3 2 , 1 4 2 及び 1 2 4 , 1 3 4 , 1 4 4 とディアボロとの間の摩擦を制限するために、ケージ 2 2 2 又は 2 3 2 に接続された中央のヒンジロッド上で、軸周りに回転可能になっている。

## 【 0 0 7 3 】

当業者であれば、アクチュエータ 1 1 0 の一方向への回転変位が内転ケーブル 1 1 2 に張力を加え、プーリ 3 2 5 及び / 又は小型ブリッジ 3 2 0 に作用することによって、指が内転方向に変位することがわかるだろう ( 図 1 6 - 2 参照 ) 。反対に、反対方向へのアクチュエータ 1 1 0 の回転変位は、外転ケーブル 1 1 4 に引張り力を加え、プーリ 3 2 6 及び / 又は小型ブリッジ 3 2 0 に作用することによって、指が外転方向に変位する ( 図 1 6 - 3 参照 ) 。

10

## 【 0 0 7 4 】

さらに、フレーム 3 1 0 は、小型ブリッジ 3 1 0 のいずれかの側にそれぞれ配置され、ケーブル 1 2 2 , 1 2 4 ; 1 3 2 , 1 3 4 及び 1 4 2 , 1 4 4 を下流ヒンジに向かって案内するように意図された 2 つの一連の 2 ディアボロ形の部分を担持する。これらのディアボロは、図 1 6 - 2 では 3 1 4 , 3 1 5 , 3 1 6 、図 1 6 - 3 では 3 1 4 , 3 1 5 , 3 1 6 と指定されている。

## 【 0 0 7 5 】

図 1 6 - 2 及び 1 6 - 3 を見てわかるように、ケーブル 1 1 2 及び 1 1 4 は、2 つのガイド針 1 5 1 - 2 , 1 5 2 - 2 によって画定されるドアからの出口と受容プーリ 3 2 5 , 3 2 6 へのそれらの入口との間で、それぞれのディアボロ 1 8 0 , 1 9 0 によって案内され得る。

20

## 【 0 0 7 6 】

外転内転ヒンジ 2 0 0 を通過した後、6 本のケーブル 1 2 2 , 1 2 4 ; 1 3 2 , 1 3 4 及び 1 4 2 , 1 4 4 は、このようにしてディアボロ 3 1 1 , 3 1 2 , 3 1 3 及び 3 1 4 , 3 1 5 , 3 1 6 によって第 1 の屈曲伸展運動の軸 4 0 0 に向けて案内される。これらのケーブル 1 2 2 , 1 2 4 ; 1 3 2 , 1 3 4 及び 1 4 2 , 1 4 4 のうち、2 本のケーブル 1 2 2 , 1 2 4 は、第 1 の屈曲伸展運動の軸 4 0 0 と一体の屈曲伸展受容プーリ 5 2 5 , 5 2 6 に向けてそれぞれ案内される。

## 【 0 0 7 7 】

さらに、フレーム 3 1 0 は、その第 2 の面に、中央平面が  $xz$  平面内に延在する 2 面体の形状をした小型ブリッジ 3 5 0 を担持するとともに、 $y$  軸 4 0 2 を中心とする 2 つの同軸の屈曲伸展半シャフト又はピン 4 2 0 , 4 3 0 を回転可能に支持している。ピン 4 2 0 , 4 3 0 は、任意の適切な手段によって、指骨 5 0 0 の隣接端部にヒンジ止めされる。

30

## 【 0 0 7 8 】

2 つの半シャフト又はピン 4 2 0 , 4 3 0 は、それぞれ小型ブリッジ 3 5 0 のいずれかの側に配置される。ピン 4 2 0 の 1 つは、2 つのプーリ 4 2 2 , 4 2 4 を担持しており、これらのプーリの周りを 1 回転することでそれぞれケーブル 1 4 2 , 1 3 4 が巻回されている。他方のハーフピン 4 3 0 は、2 つのプーリ 4 3 2 , 4 3 4 を担持しており、これらのプーリの回りに 1 回転することでそれぞれケーブル 1 4 4 , 1 3 2 が巻回されている。プーリ 4 2 2 , 4 2 4 及び 4 3 2 , 4 3 4 は、小型ブリッジ 3 5 0 に対して軸 4 0 2 周りに回転自在になっている。

40

## 【 0 0 7 9 】

ガイドプーリ 4 2 2 , 4 2 4 及び 4 3 2 , 4 3 4 の周りでそれらの軸の周りを自由に回転するケーブルの捨て巻きにより、指骨の屈曲伸展運動を行うヒンジ構成のためにケーブル 1 3 2 , 1 3 4 及び 1 4 2 , 1 4 4 がプーリを離れることを防止することができる。

## 【 0 0 8 0 】

ピン 4 2 0 及び 4 3 0 の端部は、例えば第 1 指骨 5 0 0 のクレビス 5 2 0 の形状の隣接端部を回転案内するためのベアリングを形成するボールベアリングなどの手段 4 2 6 , 4 3 6 を担持している。

50

## 【 0 0 8 1 】

さらに、図 1 5 を見てわかるように、ケーブル 1 2 2 , 1 2 4 の第 2 端部は、軸 4 0 2 とは反対側の第 1 指骨 5 0 0 の該端部に取り付けられている。

## 【 0 0 8 2 】

より正確には、クレビス 5 2 0 の両方の枝部 5 2 2 , 5 2 4 は、軸線 4 0 2 を中心として各ケーブル 1 2 2 , 1 2 4 の第 2 端部をそれぞれ案内するプーリ 5 2 5 , 5 2 6 を担持することが好ましい。

## 【 0 0 8 3 】

ケーブル 1 2 2 , 1 2 4 の端部がこれらのプーリに取り付けられている場合、プーリ 5 2 5 , 5 2 6 は、クレビス 5 2 0 と回転自在に接続されなければならない。

10

## 【 0 0 8 4 】

ケーブル 1 2 2 , 1 2 4 の端部が前述のプーリにではなく、クレビス 5 2 0 に取り付けられている場合、プーリ 5 2 5 及び 5 2 6 は、クレビス 5 2 0 に対して軸 4 0 2 周りに自在に回転し得る。

## 【 0 0 8 5 】

この優先レベルでは、ヒンジ 4 0 0 に隣接する第 1 指骨 5 0 0 の端部が、ケーブル 1 2 2 及び 1 2 4 の張力を調整する手段 5 3 0 , 5 4 0 をも有することが好ましい。これらの調整手段 5 3 0 , 5 4 0 は、多くの実施形態に従い得る。

## 【 0 0 8 6 】

添付図面に示される特定の実施形態によれば、これらの調節手段 5 3 0 , 5 4 0 はそれぞれ、ケーブル 1 2 2 , 1 2 4 の端部、例えば止め具を備えた端部を受け入れるフォーク 5 3 2 , 5 4 2 を備え、その軸 4 0 2 からの距離は、ネジ 5 3 4 , 5 4 4 によって調整し得る。

20

## 【 0 0 8 7 】

図 1 7 を見てわかるように、円筒状のピン 5 1 7 が、ケーブル 1 2 2 , 1 2 4 の微細張力調整手段 5 3 0 , 5 4 0 に向けて受容プーリ 5 2 5 , 5 2 6 を離れるケーブル 1 2 2 , 1 2 4 を案内可能にすることが好ましい。

## 【 0 0 8 8 】

当業者であれば、アクチュエータ 1 2 0 の一方向への回転変位が屈曲ケーブル 1 2 2 に張力を加え、指骨 5 0 0 の端部に作用することによって、指が屈曲方向に変位することを理解するであろう。逆に、アクチュエータ 1 2 0 の反対方向への回転変位は、伸展ケーブル 1 2 4 に張力を加え、指骨 5 0 0 の端部に作用することによって、指の伸展方向への変位をもたらす。

30

## 【 0 0 8 9 】

最後に、4本のケーブル 1 3 2 , 1 4 2 及び 1 3 4 , 1 4 4 が、4つの専用プーリ 4 2 2 , 4 2 4 , 4 3 2 及び 4 3 4 を介して、中間指骨部 7 0 0 の屈曲伸展運動及び遠位指骨 9 0 0 の屈曲伸展運動に向けてそれぞれ経路指定されるように、第 2 ヒンジを離れる。これら 4本のケーブル 1 3 2 , 1 4 2 及び 1 3 4 , 1 4 4 が近位指骨 5 0 0 の屈曲伸展運動のヒンジ構成によってプーリから離れるのを回避するために、移動軸上で回転自在にこれらのガイドプーリ 4 2 2 , 4 2 4 , 4 3 2 及び 4 3 4 の捨て巻きが行われる。

40

## 【 0 0 9 0 】

ヒンジ 6 0 0 及び 8 0 0 は、前述のヒンジ 4 0 0 と同様であることが好ましい。

## 【 0 0 9 1 】

したがって、各指骨 5 0 0 及び 7 0 0 の第 2 端部又は遠位端は、中央平面が x z 平面内に延在する 2 面体の形状をなすとともに、y 軸 6 0 2 及び 8 0 2 を中心とする 2 つの同軸の屈曲伸展半シャフト又はピン 6 2 0 , 6 3 0 及び 8 2 0 , 8 3 0 をそれぞれ回転可能に支持する小型ブリッジ 5 5 0 , 7 5 0 を担持している。ピン 6 2 0 , 6 3 0 及び 8 2 0 , 8 3 0 は、任意の適切な手段によって、後の指骨 7 0 0 , 9 0 0 の隣接端部にヒンジ止めされる。

## 【 0 0 9 2 】

50

2つの半シャフト又はピン620, 630は、それぞれ、小型ブリッジ550のいずれかの側に配置される。各ピン620, 630は、プーリ622, 632を担持しており、これらの周りを1回転させることによって各プーリ上にケーブル142, 144がそれぞれ巻回される。プーリ622, 632は、小型ブリッジ550に対して軸602周りに回転自在となっている。

【0093】

ピン620及び630の端部は、例えば第2指骨700のクレビス720の形状の隣接端部を回転案内するためのベアリングを形成するボールベアリングなどの手段626, 636を保持している。

【0094】

さらに、ケーブル132, 134の第2端部は、軸602のとは反対側の第2指骨700の該端部に取り付けられている。

【0095】

より正確には、クレビス720の2つの枝部722, 724は、軸線602を中心として各ケーブル132, 134の第2端部をそれぞれ案内するプーリ725, 726を担持することが好ましい。

【0096】

この優先レベルでは、前述の手段530, 540と同様に、ヒンジ600に隣接する第2指骨700の端部が、ケーブル132, 134の張力を調整するための手段730, 740を有する。

【0097】

当業者であれば、アクチュエータ130の一方向への回転変位が屈曲ケーブル132に張力を加え、指骨700の端部に作用することによって、指の指骨が屈曲方向に変位することを理解するであろう。逆に、アクチュエータ130の反対方向への回転変位は、伸展ケーブル134に張力を加え、指骨700の端部に作用することによって、指の伸展方向への変位をもたらす。

【0098】

同様に、2つの半シャフト又はピン820, 830は、それぞれ、小型ブリッジ750のいずれかの側に配置される。

【0099】

ピン820及び830の端部は、例えば第3指骨900のクレビス920の形状の隣接端部を回転案内するためのベアリングを形成するボールベアリングなどの手段826, 836を保持している。

【0100】

さらに、ケーブル142, 144の第2端部は、軸802とは反対側の第3指骨900の該端部に取り付けられている。

【0101】

より正確には、クレビス920の2つの枝部922, 924は、軸線802を中心として各ケーブル142, 144の第2端部をそれぞれ案内するプーリ925, 926を担持することが好ましい。

【0102】

この優先レベルでは、前述の手段530, 540と同様に、ヒンジ800に隣接する第3指骨900の端部が、ケーブル142, 144の張力を調整するための手段930, 940を有する。

【0103】

当業者であれば、アクチュエータ140の一方向への回転変位が屈曲ケーブル142に張力を加え、指骨900の端部に作用することによって、指が屈曲方向に変位することを理解するであろう。逆に、アクチュエータ140の反対方向への回転変位は、伸展ケーブル144に張力を加え、指骨900の端部に作用することによって、指が伸展方向に変位する。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 0 4 】

本発明によれば、各アクチュエータ 1 1 0 , 1 2 0 , 1 3 0 及び 1 4 0 とそれぞれのヒンジ 2 0 0 , 4 0 0 , 6 0 0 及び 8 0 0 との間の動作の伝達は、ケーブル 1 1 2 , 1 1 4 ; 1 2 2 , 1 2 4 ; 1 3 2 , 1 3 4 及び 1 4 2 , 1 4 4 によって達成される。より正確には、各ヒンジ 2 0 0 , 4 0 0 , 6 0 0 及び 8 0 0 に対して 2 本の伝送ケーブルが設けられている。各ケーブル 1 1 2 , 1 1 4 ; 1 2 2 , 1 2 4 ; 1 3 2 , 1 3 4 及び 1 4 2 , 1 4 4 は、一方ではアクチュエータ側の駆動プーリ 1 1 3 , 1 1 5 ; 1 2 3 , 1 2 5 ; 1 3 3 , 1 3 5 , 1 4 3 , 1 4 5 に取り付けられており、他方では、ヒンジ側の受容プーリ 3 2 5 , 3 2 6 , 5 2 5 , 5 2 6 , 7 2 5 , 7 2 6 , 9 2 5 , 9 2 6 に取り付けられている。

## 【 0 1 0 5 】

前述のように、本発明に従う指の 3 つの指骨は、同じ原理に従って作られる。これにより、特に以下の利点が提示される：

- ・用途に応じて各指骨の長さを調節する可能性、
- ・カウリングを取り付ける可能性、
- ・計測信号をルーティングする可能性、
- ・位置と力を測定するための計測器を統合する可能性。

## 【 0 1 0 6 】

先に説明した指は、ヒンジ 4 0 0 , 6 0 0 及び 8 0 0 のガイドプーリ上にケーブルの通路を備えている。このため、下流に配置された指骨の関節運動における変位によってケーブルの長さが変化することになる。しかしながら、結合関係はプーリの直径に基づいて数値的に計算することができ、指のヒンジと対応するギヤドモータとの間の機械的結合関係によって、ケーブルの長さの誘導変動を補正することができる。結合関係は、以下のようになる。

$$Q = A \cdot Q^*$$

ここで、

$Q = [ q_1, q_2, q_3, q_4 ]$  であって指のヒンジの動きを表し、

$A$  は指の結合行列を表し、

$Q^* = [ q_1, q_2, q_3, q_4 ]$  であって対応するギヤドモータの動きを表す。

## 【 0 1 0 7 】

したがって、全てのヒンジは、指の位置制御における結合関係を考慮に入れて個別に制御することができる。

## 【 0 1 0 8 】

本発明により提案された指の設計におけるモジュール性により、数本の指 1 0 を組み立てて数本の指を有するロボットハンドを構成することができ、運動学及び寸法の点で擬手ささえも構成可能である。

## 【 0 1 0 9 】

いくつかの指 1 0 の組み合わせは、例えば、2 本の向かい合った指を有するグripperを得るために、外転内転軸 2 0 2 が同軸又は平行であるように互いに向かい合う 2 本の指 1 0 を配置することで作成することができる。

## 【 0 1 1 0 】

一方、図 1 9 及び図 2 0 に示すように、自然な手の動きを可能とした装置や擬人化手ささえも提案するべく、手のひらを形成する共通基部 1 0 0 上に、第 1 屈曲伸展軸 4 0 2 が同軸となるようにして複数の指 1 0 を組み立てるとともに、指 1 0 を向かい合わせて親指を形成することができる。

## 【 0 1 1 1 】

図 1 9 及び図 2 0 には、第 1 屈曲伸展軸 4 0 2 a、4 0 2 b 及び 4 0 2 c が同軸であって、外転内転軸 2 0 2 d が x 方向に沿って或いは前述した指の外転内転軸 2 0 2 a、2 0 2 b 及び 2 0 2 c を含む平面に垂直に延在するとともに、その屈曲伸展軸 4 0 2 d、6 0 2 d、8 0 2 d が y 方向に延在する親指 1 0 d を有する 3 本の指 1 0 a、1 0 b 及び 1 0 c を備えた手が示されている。図 1 9 及び図 2 0 に示す指 1 0 a、1 0 b 及び 1 0 c 及び

10

20

30

40

50

親指 10 d には、添え字 a、b、c 及び d が付された先に使用されたものと同一の参照番号が付されている。

【0112】

図 19 に示す実施形態によれば、アクチュエータ 110 d、120 d、130 d 及び 140 d は、その軸が x 方向に向けられている。関連したケーブルは、z 方向にベースの頂点まで延在しており、上記ケーブルは、適切な戻りプーリ 170 によって親指 10 d のヒンジ 200 d の方向に 90° 偏向されている。

【0113】

このようにして得られた手により、例えば、手のひらであらゆる直径のものを把持し、指の先端で掴むなど、擬人化手が可能な全ての操作が可能になる。

10

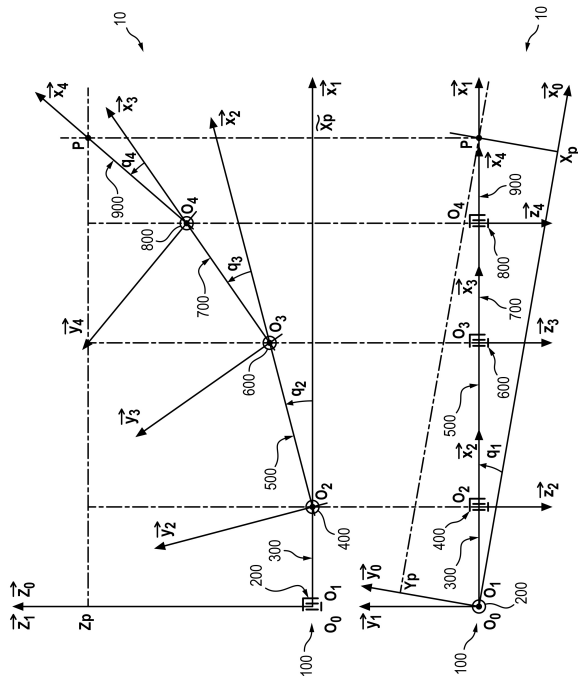
【0114】

本発明の文脈において、「完全作動」という用語は、同じ指の他の関節とは無関係に、位置及び力において細かく制御された各関節の動きを意味する。

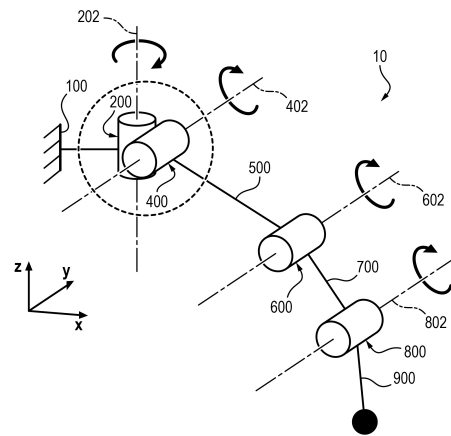
【0115】

もちろん、本発明は、先に説明した実施形態に限定されるものではなく、本発明の精神に合致するすべての変形形態に及ぶ。

【図 1】

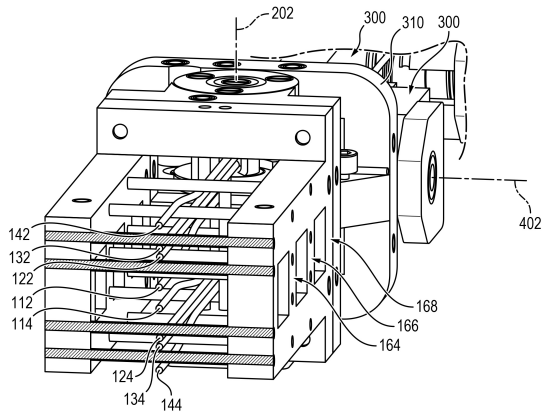


【図 2】

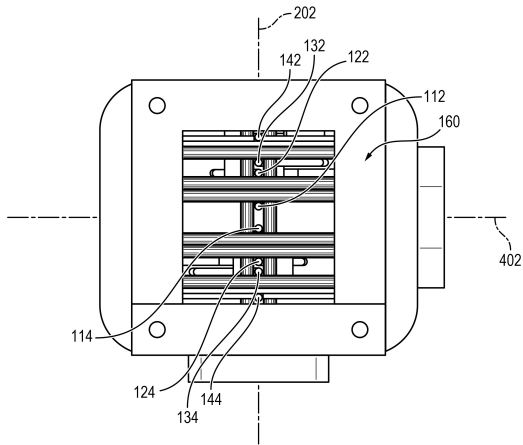




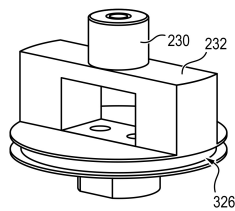
【 図 8 】



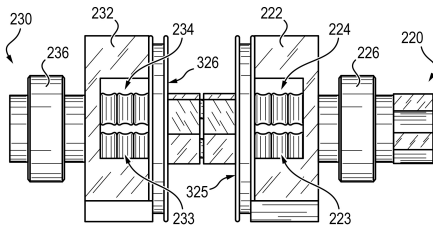
【 図 9 】



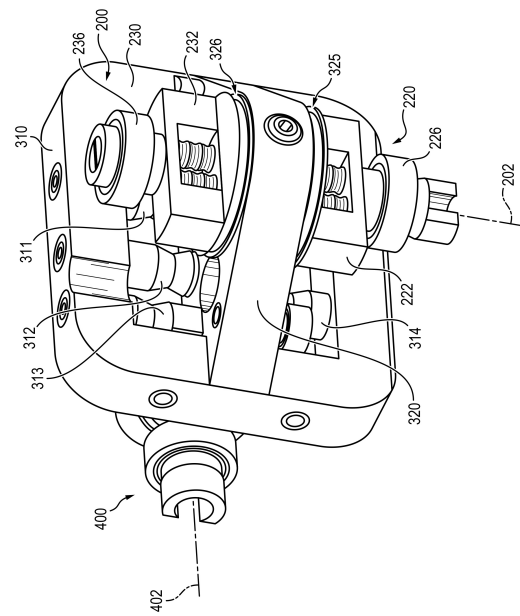
【 図 1 2 】



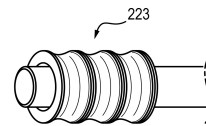
【 図 1 3 】



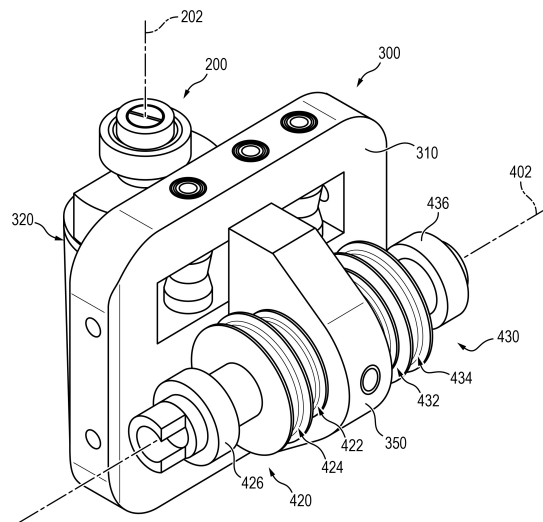
【 図 1 0 】



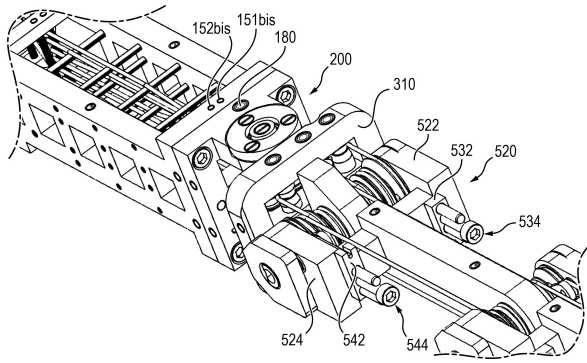
【 図 1 1 】



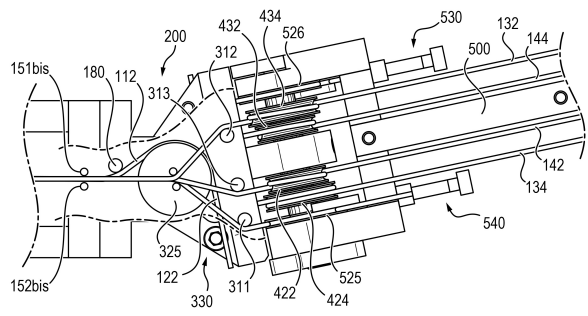
【 図 1 4 】



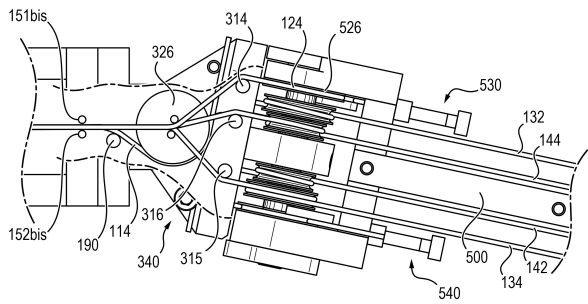
【図15】



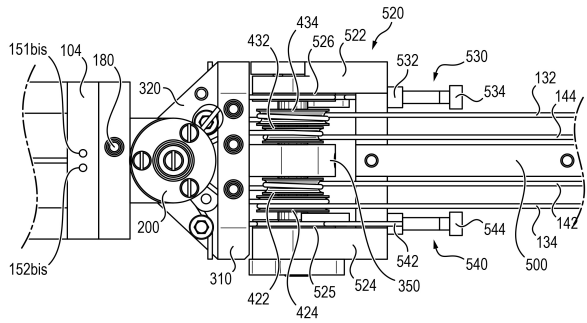
【図16-2】



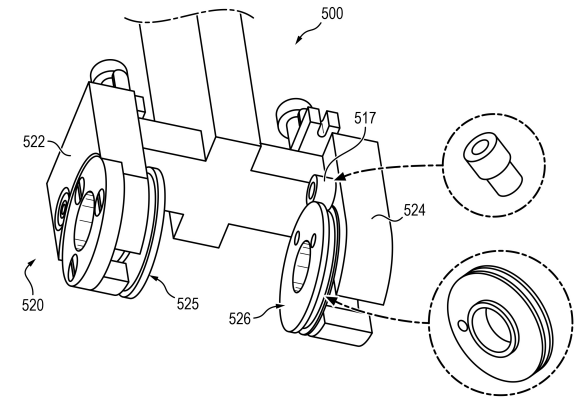
【図16-3】



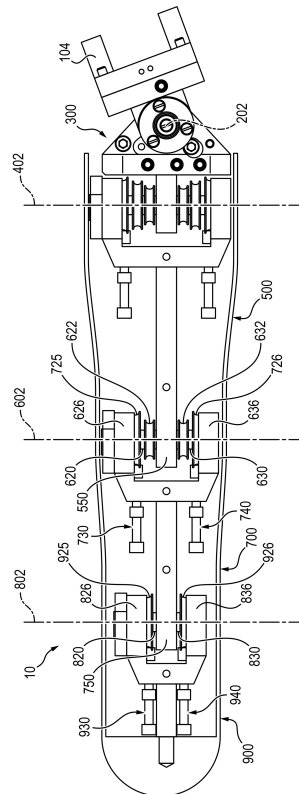
【図16】



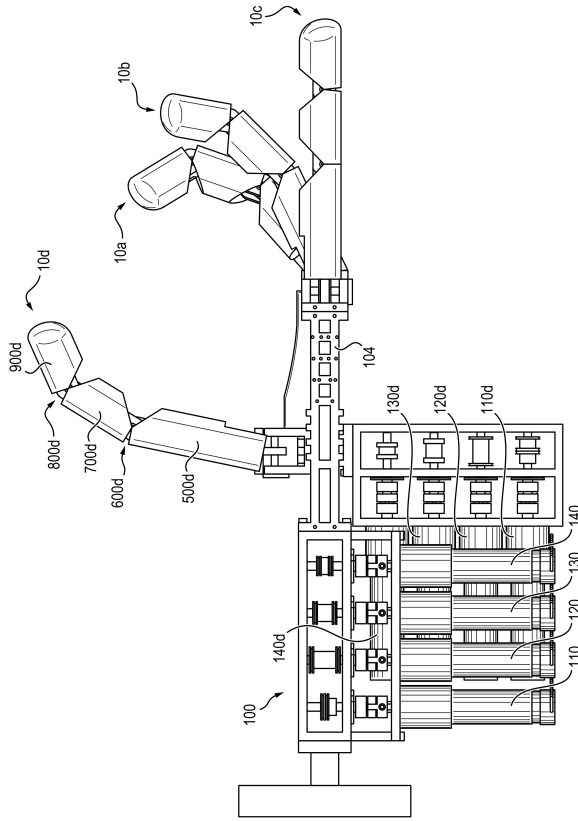
【図17】



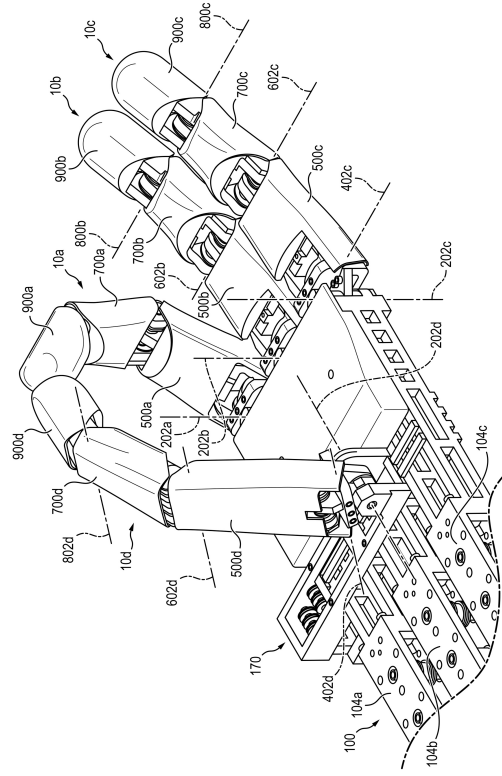
【図18】



【図19】



【図20】



## フロントページの続き

- (72)発明者 リヴィエール、トーマ  
フランス共和国、F - 8 6 0 0 0 ポワティエ、リュ デ ザレーヌ ロメーヌ、 1 5 アパ  
ルトマン ニュメロ 1 1
- (72)発明者 アルシコール、マルク  
フランス共和国、F - 8 6 3 6 0 モンタミゼ、リュ ド ラ クロワ ブランシュ、 2
- (72)発明者 ガゾー、ジャン - ピエール  
フランス共和国、F - 8 6 1 0 0、 シャテルロー、リュ アンリ ブシェール、 1 8
- (72)発明者 ヴイエ、フィリップ  
フランス共和国、F - 8 6 8 0 0 ラヴー、 ルート ド クーダヴィ 2 4
- (72)発明者 ゼグルール、ザイード  
フランス共和国、F - 8 6 8 0 0 テルス、リュ ラ ジャケティエール (リュ ディ レ  
ロシェット) 1 1

審査官 白井 卓巳

- (56)参考文献 実開昭59 - 028491 (JP, U)  
特開昭62 - 228391 (JP, A)  
特開平02 - 145282 (JP, A)  
特開平02 - 256489 (JP, A)  
特開平06 - 008178 (JP, A)  
特開平06 - 091579 (JP, A)  
特開2002 - 336307 (JP, A)  
特開2010 - 207985 (JP, A)  
特開2010 - 240834 (JP, A)  
特開2011 - 140113 (JP, A)  
米国特許出願公開第2007 / 0035143 (US, A1)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 2 5 J 1 5 / 0 0 - 1 5 / 1 0  
A 6 1 G 7 / 1 0