

(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2020-94687
(P2020-94687A)

(43) 公開日 令和2年6月18日(2020.6.18)

(51) Int. Cl.	F 1	テーマコード (参考)
F 1 6 H 19/02 (2006.01)	F 1 6 H 19/02 D	3 C 7 0 7
B 2 5 J 15/08 (2006.01)	B 2 5 J 15/08 K	3 J 0 6 2
B 2 5 J 17/00 (2006.01)	B 2 5 J 17/00 G	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2019-208742 (P2019-208742)	(71) 出願人 504133110 国立大学法人電気通信大学 東京都調布市調布ケ丘一丁目5番地1
(22) 出願日 令和1年11月19日(2019.11.19)	(74) 代理人 100106909 弁理士 棚井 澄雄
(31) 優先権主張番号 特願2018-230625 (P2018-230625)	(74) 代理人 100175824 弁理士 小林 淳一
(32) 優先日 平成30年12月10日(2018.12.10)	(74) 代理人 100169764 弁理士 清水 雄一郎
(33) 優先権主張国・地域又は機関 日本国(JP)	(72) 発明者 横井 浩史 東京都調布市調布ケ丘一丁目5番地1 国立大学法人電気通信大学内
	(72) 発明者 景 暁▲雷▼ 東京都調布市調布ケ丘一丁目5番地1 国立大学法人電気通信大学内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ワイヤ駆動装置

(57) 【要約】

【課題】 巻き上げドラム直径の増大に伴う牽引力を減少による駆動エネルギーのロスを低減するワイヤ駆動装置を提供する。

【解決手段】 駆動する箇所的一端に取り付けられた牽引ワイヤを巻き取るプーリと、当該プーリに巻き取られたワイヤの一部を一定の圧力で押さえつける牽引ワイヤの直径を考慮して配置された溝構造を有したプレスドラムと、当該プーリを駆動するDCモータ部を備えた、滑りの瞬間におけるワイヤの最大引張力を導入したワイヤ駆動装置を提供する。

【選択図】 図1

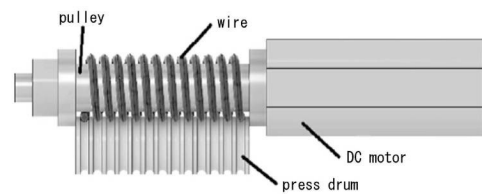


図1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

駆動する箇所的一端に取り付けられたワイヤを巻き取るプーリと、
当該プーリに巻き取られたワイヤの一部を一定の圧力で押さえ付ける溝構造を有したプレスドラムと、

当該プーリを駆動するDCモータ部を備えることを特徴とするワイヤ駆動装置。

【請求項 2】

第 1 回転軸周りに回転可能に設けられたプーリと、

前記第 1 回転軸の軸方向に並んで前記プーリに複数回巻き付けられた巻回部を有し、被牽引物を牽引するワイヤと、

前記プーリを回転させるモータと、

前記巻回部のうち少なくとも前記軸方向両端に配置される一对の巻回端部を、前記プーリに対して押さえ付ける押圧部と、

前記巻回部のうち少なくとも前記巻回端部の前記軸方向への移動を規制する、少なくとも 1 個の規制部と、を備えることを特徴とするワイヤ駆動装置。

【請求項 3】

前記押圧部は、前記規制部のうち第 1 規制部を有することを特徴とする請求項 2 に記載のワイヤ駆動装置。

【請求項 4】

前記押圧部は、前記軸方向に沿う第 2 回転軸周りに回転可能なドラムであることを特徴とする請求項 2 または請求項 3 に記載のワイヤ駆動装置。

【請求項 5】

前記第 1 規制部は、前記ドラムの外周面上に、前記ドラムの周方向に沿って、前記軸方向に互いに間隔をあけて設けられた複数の第 1 溝部であり、

前記巻回端部は、前記第 1 溝部に配置されていることを特徴とする請求項 4 に記載のワイヤ駆動装置。

【請求項 6】

前記巻回部のうち、前記プーリと前記ドラムとの間に配置される巻回接触部は、前記第 1 溝部に配置されていることを特徴とする請求項 5 に記載のワイヤ駆動装置。

【請求項 7】

前記第 1 回転軸と前記第 2 回転軸との軸間距離が可変であることを特徴とする請求項 4 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載のワイヤ駆動装置。

【請求項 8】

前記プーリは、前記規制部のうち第 2 規制部を有することを特徴とする請求項 2 から請求項 7 のいずれか 1 項に記載のワイヤ駆動装置。

【請求項 9】

前記第 2 規制部は、前記プーリの外周面に、前記軸方向に沿って延びるらせん状に形成された第 2 溝部であり、

前記ワイヤは、前記第 2 溝部に沿って巻き付けられることを特徴とする請求項 2 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載のワイヤ駆動装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、物体を牽引するための動力源となるワイヤ駆動装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

ロボットハンドは、工業用エンドエフェクタとしてだけでなく、ヒューマノイドロボットハンドおよび義手としても開発されている。ヒューマノイドハンドと義手には、人間の手と同等の能力が必要である。さらに、外力に対して頑丈で、軽量で、把握力が高く、人間の手の自然な作動を模倣できるものでなければならない。現在、多指ハンドの作動シス

10

20

30

40

50

テムが開発されている。

【 0 0 0 3 】

手の駆動ユニットの中で、モータでワイヤを牽引する方法は、空気圧または油圧作動に比べて、軽量かつ小型で、ロボットハンド内に容易に設置できるなどの利点を有する。引張力 T はプリー半径 R ($T = J / R$ 、ここで、 J はモータトルク) に反比例して上昇するため、 R は小さなモータで高出力を得るためにできる限りタイトに設計される。しかしながら、指骨を作動させるために必要とされる回転数は、プリー半径に反比例して上昇する。巻線プリーに固定されたワイヤ端部の場合、プリーを回転させながらワイヤを重ねることにより、プリー半径が増加する。これによって、プリー半径を増加させ、引張力を減少させ、作動速度を増加させる。加えて、作動システムは一方向のみを引っ張ることができる。したがって、手は弾性力を利用して関節を逆方向に回転させる。この力は、作動による伝達力を低下させる。この問題を解決するために、關らが開発したハンドは2本のワイヤを使用する(非特許文献1)。この方法では、モータは、弾性材料なしに屈曲あるいは伸展側を回転させるように指節を作動させる。しかし、この方法では過大な外力や衝撃力を解放することができない。

10

【 0 0 0 4 】

他の手法では、ワイヤの両端をロボットの指節に固定し、プリーは超音波ハンド(非特許文献2)のような摩擦力を用いてワイヤを巻く。巻取り機構は摩擦力を利用しているため、外力によってワイヤが最大静止摩擦力以上で引っ張られると、ワイヤとプリーとの間に滑りが発生する。これにより、作動機構の破損が防止される。しかしながら、このコンプライアンス作動機構の問題は、ワイヤが滑車の周りを滑り、ワイヤのたるみが発生したときにロボットの指骨に力を伝達することができないことである。このように、超音波ハンドの作動はプルスプリングをテンションとしてワイヤに直接リンクする。

20

【 先行技術文献 】

【 非特許文献 】

【 0 0 0 5 】

【 非特許文献 1 】 T. Seki, T. Nakamura, R. Kato, S. Morishita and H. Yokoi, " Development of five finger multi DoF myoelectric hands with a power allocation mechanism ", 2013 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), Karlsruhe, 2013, pp. 2054 2059.

30

【 非特許文献 2 】 I. Yamano and T. Maeno, " Five fingered Robot Hand using Ultrasonic Motors and Elastic Element ", Proceedings of the 2005 IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2005, pp. 2673 2678.

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

ワイヤにより駆動される機構は、ワイヤの伝達する力と距離および速度により、動特性が規定される。一定のけん引力の下で、ロボットハンドなどの関節を駆動する場合、関節駆動力を増加させるためには、モーメントアームを増大させる必要があるが、モーメントアームの増大によりワイヤの駆動距離は増大する。一般には、ロボットハンド全体に占める駆動機構の体積は小さなものであるため、大量のワイヤを巻き取るような巻き上げドラムをロボットハンド内に収納することは難しい。

40

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 7 】

本発明では、ワイヤ駆動型ロボットハンドの問題点を解決する新しい手法を提案する。まず、弾性力の代わりにドラム圧力を利用してワイヤのたるみを防止する新しい機構を用いる。また、機構の静的モデルを分析し、滑りの瞬間におけるワイヤの最大引張力を導入する。最後に、提案機構は、機構の有効性を確認するために、手首屈曲の作動として従来の2自由度手の内部に設置される。

【 0 0 0 8 】

50

本発明の一実施例に係るワイヤ駆動装置は、第1回転軸周りに回転可能に設けられたプーリと、前記第1回転軸の軸方向に並んで前記プーリに複数回巻き付けられた巻回部を有し、被牽引物を牽引するワイヤと、前記プーリを回転させるモータと、前記巻回部のうち少なくとも前記軸方向両端に配置される一对の巻回端部を、前記プーリに対して押さえ付ける押圧部と、前記巻回部のうち少なくとも前記巻回端部の前記軸方向への移動を規制する、少なくとも1個の規制部と、を備える。

【0009】

上記構成において、前記押圧部は、前記規制部のうち第1規制部を有してもよい。

【0010】

上記構成において、前記押圧部は、前記軸方向に沿う第2回転軸周りに回転可能なドラムであってもよい。

10

【0011】

上記構成において、前記第1規制部は、前記ドラムの外周面上に、前記ドラムの周方向に沿って、前記軸方向に互いに間隔をあけて設けられた複数の第1溝部であり、前記巻回端部は、前記第1溝部に配置されていてもよい。

【0012】

上記構成において、前記巻回部のうち、前記プーリと前記ドラムとの間に配置される巻回接触部は、前記第1溝部に配置されていてもよい。

【0013】

上記構成において、前記第1回転軸と前記第2回転軸との軸間距離が可変であってもよい。

20

【0014】

上記構成において、前記プーリは、前記規制部のうち第2規制部を有してもよい。

【0015】

上記構成において、前記第2規制部は、前記プーリの外周面に、前記軸方向に沿って延びるらせん状に形成された第2溝部であり、前記ワイヤは、前記第2溝部に沿って巻き付けられてもよい。

【発明の効果】

【0016】

本発明を用いることにより、巻き上げドラム直径を小さくするとともに、牽引力を増大することができるため、ロボットハンドの性能向上と軽量化が可能となり、商品価値は大きく向上する。また、押しつけドラムに多段プーリの形状を用いることにより、ドラム状のワイヤの位置を定めることにより、巻き上げドラムの回転数によらず、同じ位置でワイヤを牽引し続けることが可能となる。さらに、押しつけドラムと巻き上げドラムの押しつけ力については、摩擦理論から導かれるワイヤの巻線数以上のワイヤを巻き上げドラムに巻き付けることにより、押しつけ力を十分に小さくすることが可能となり、駆動エネルギーのロスを低減することが可能となる。

30

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明のワイヤ駆動装置の図面である。ワイヤはプーリの周りを n 回巻き付ける。圧力ドラムはワイヤをプーリにテンショナとワイヤーガイドとして押し付ける。

40

【図2】本発明のワイヤ駆動装置に関する図面である。(a)、(b)は正面図と右図である。(a)はワイヤとプーリとの最初の接触点からワイヤと圧力ドラムへの角度であり、(b)はワイヤと圧力ドラムとの最後の接触点からワイヤとプーリまでの角度である。(b)プーリに巻きつけたワイヤが n 圈巻く。オイラーのベルト式によれば、 T_1 、 T_2 などの張力は異なる強度を持っている。

【図3】本発明のワイヤ駆動装置のプーリの力学に関する説明図である。(a)は半径方向の力の平衡、(b)は接線力の平衡を表現している。

【図4】本発明のワイヤ駆動装置のワイヤ巻取り機構の構成に関する図である。圧力ドラムは4つの引張バネでプーリに押し込まれる。これらのスプリングはベアリングホルダー

50

と掌パーツをリンクする。ベアリングホルダーは圧力ドラムのベアリングを固定する。ワイヤの両端は手首部分に固定されている。

【図5】本発明のワイヤ駆動装置を用いた筋電義手の関節構造に関する図である。太線はワイヤの動きを示す。4本の小さなガイドプーリがワイヤを手首部分に導く。ワイヤの一端は手首部分で結ばれている。ほかには、中空のボルトに通され、ボルトの上に固定される。ワイヤの弾性による手首屈曲の発生を防止するため、ワイヤに対する初期張力をとった。

【図6】筋電義手の構成に関する図である。(a)は従来の2DoF義手、(b)は提案された機構を備えた3DoF義手である。

【図7】実施例2に係るロボットハンドの斜視図である。

10

【図8】実施例2に係るロボットハンドの側面図である。

【図9】実施例2に係るワイヤ駆動装置の側面図である。

【図10】実施例2に係るワイヤ駆動装置の側面図である。

【図11】実施例3に係るワイヤ駆動装置の側面図である。

【図12】実施例4に係るワイヤ駆動装置の側面図である。

【発明を実施するための形態】

【実施例1】

【0018】

A.材料：

図1に示した本発明のワイヤ巻取り機構は、ワイヤをプーリに固定しない。代わりに、ワイヤはプーリに巻き付けられ、溝ドラムによってプーリに押し付けられる。ドラムはプーリにワイヤを導く働きをする。さらに、ドラム圧力は、ワイヤとプーリとの間の摩擦力を増加させる。

20

【0019】

B.静的モデルの分析：

本発明のワイヤ巻取り機構は、ワイヤとプーリとの間の摩擦力をを用いてアクチュエータの動力を伝達するため、滑り T_2 の瞬間にワイヤの端部に引っ張り力を計算する必要がある。 T_2 がプーリの巻取り力よりも小さい場合、プーリは滑りによりワイヤを引っ張ることができない。

【0020】

30

図2は、静的な物理モデルを示す。ワイヤは、 n 圈の固定円柱の周りに巻かれ、ドラム圧力 N_D で円柱に押し付けられる。ワイヤの端部の保持力は T_2 である。ワイヤが固定された円柱の周りを回るとき、片側の端部での最大静止摩擦力は、オイラーのベルト式[14,15]によって計算される。 T_2 は、巻き付けられたワイヤの張力および接触角セグメントによって引き起こされる静止摩擦力から決定される。ドラム圧力はより静摩擦力を発生させる。図2に示すように、ワイヤ張力を T_1 、 T_2 とする。

【0021】

まず、ワイヤの左端から第1接触点までの間における最大静止摩擦力 T_1 は、オイラーのベルト式とドラム圧力によって与えられる。

【0022】

40

【数1】

$$T_1 = T_2 e^{\mu \theta_1} + \mu \frac{N_D}{n} \quad \dots (1)$$

θ_1 は、左端部からドラムとの第1接触点までの巻き付けワイヤ角度である。最大静止摩擦力の第2の要素は、ドラム圧力およびワイヤとプーリとの間の静摩擦係数 μ によって生成される。次に、第2接触点において、最大静止摩擦力は T_1 に指数関数をかけた第1要素とドラム圧力による第2要素から生成される。

【0023】

50

【数2】

$$\begin{aligned}
 T_2 &= T_1 e^{\mu 2\pi} + \mu \frac{N_D}{n} \\
 &= \left(T_h e^{\mu \theta_1} + \mu \frac{N_D}{n} \right) e^{\mu 2\pi} + \mu \frac{N_D}{n} \quad \dots (2)
 \end{aligned}$$

最後に、最後の接触点nから角度 θ_2 のワイヤの右端までを計算することによって、最大静的引っ張り力 T_m が得られる。

【0024】

【数3】

$$\begin{aligned}
 T_m &= \left\{ \left(\left(T_h e^{\mu 2\pi} + \mu \frac{N_D}{n} \right) e^{\mu 2\pi} + \mu \frac{N_D}{n} \right) e^{\mu 2\pi} + \dots \right\} e^{\mu \theta_2} \\
 &= T_h e^{\mu(2(n-1)\pi + \theta_1 + \theta_2)} + \mu \frac{N_D}{n} e^{\mu \theta_2} \sum_{j=1}^n e^{2\mu(j-1)\pi} \\
 &= T_W + T_D \quad \dots (3)
 \end{aligned}$$

上式の摩擦力 T_w の第1要素は保持力によって生成され、第2要素 T_D はドラム圧力によって生成される。保持力 T_h 、回転数 n 、ドラム力 N_D が可変し、ドラムが発生する摩擦力が保持力に依存しない。摩擦力の両方の要素は回転数に依存する。

【0025】

C. 巻取りプーリの静的モデル：

プーリが回転しているときのワイヤセグメントの張力によって生じる最大静止摩擦力を考慮する。解析を容易にするために、静的モデルの摩擦力はドラムを排除する。図3にそのモデルを示す。ワイヤセグメントはプーリに巻き付けられ、プーリは角速度 ω で回転する。プーリの力が釣り合うから、小さな角度 d での反力 N は $(T_h - mv^2)d$ である。単位長あたりの質量を m 、速度を v とすると、プーリ表面での力釣り合いは $dT = F$ である。摩擦力 F は μN に等しいため、微分方程式は0から最大接触角まで積分することで解くことができる $(2(n-1)\pi + \theta_1 + \theta_2)$ 。

【0026】

【数4】

$$T_W = (T_h - mv^2) e^{\mu((2n-1)\pi + \theta_1 + \theta_2)} + mv^2 \quad \dots (4)$$

ワイヤの張力によって生じる滑り T_w の瞬間におけるワイヤの端部の引っ張り力を決定することができる。ドラムが回転することでドラム表面の摩擦力を0と仮定すると、このモデルでの静止摩擦力 T_D は(3)と同じである。(3)、(4)に至って、回転時の最大静止摩擦力方程式は(5)と求められた。

【0027】

【数5】

$$T_m = (T_h - T_c) e^{\mu((2n-1)\pi + \theta_1 + \theta_2)} + \frac{\mu N_D}{n} e^{\mu \theta_2} \frac{e^{2\mu n \pi} - 1}{e^{2\mu \pi} - 1} + T_c \quad \dots (5)$$

T_2 は遠心力と呼ばれ、 T_1 は T_0 と N_0 の和です。(5)によれば、 T_2 は T_0 と N_0 に比例して上昇し、ワイヤ巻き数 n と係数 μ に対して指数関数的に上昇する。

ワイヤが外力または衝撃によって T_2 の上から引っ張られると、ワイヤはプーリの周りを滑る。したがって、この方法を使用してトルク制限を設計することができる。

【0028】

次に、手首掌屈と背屈のためのワイヤ巻取り機構の開発について説明する。

【0029】

A.材料：

従来の手首の掌屈と背屈は、ワイヤの巻き取り機構で運動を確認するために設計された。まず、手首の屈曲トルクの目標を $500\text{N}\cdot\text{mm}$ とする。次に、他のパラメータは、式(5)および機械的制限によって決定される。プーリ軸は、緊迫した弛緩側の張力によって非常に強く引っ張られるため、プーリは高いねじり応力を受ける。従って、プーリ材料としてステンレス鋼を使用した。ワイヤとプーリとの間の μ は、TYPE : 94i IIポータブル摩擦計を用いて測定した。PEワイヤが巻きやすさと強度の高さとしてワイヤ駆動機構に選択された。ワイヤを中空ボルトの中心に通し、上部で結んだ。ボルトの高さを制御することにより、ワイヤに保持力の張力を与えることができる。ワイヤの伸長性により関節の動きが不安定になるため、保持力を持たせる必要がある。

【0030】

B.ワイヤ巻取機構の構成：

従来の手はABSプラスチック製であった。その把持動作は、2BBMGサーボモータを用いた直接駆動によって作動させた。手のひらをワイヤ巻取り機構用に再構成した。サーボモータの下に機構に十分なスペースがなく、手の元の形状を維持するために親指の反対側に追加のスペースを設けた。

【0031】

図4は手のひら体の一部を示す。我々は、 $340\text{N}\cdot\text{mm}$ のトルクを有するPololuギアモータを使用した。プーリ半径は 2.5mm であり、手首部の半径は下記の式によって計算され、 3.6mm である

【0032】

【数6】

$$R_{wrist} = \frac{T_{wrist}}{T_{pulley}} R_{pulley} \quad \dots (6)$$

図5は、ワイヤの動きを示す。従来のハンド重量は 120g で、提案された機構を追加した後、その重量は 167g になった。

【0033】

C.メカニズム機能確認：

本発明のメカニズムがロボットの指節を作動できるか否かを確認するために、我々は打撃制御を駆動した。電源電圧は 6V 、消費電流は 0.15A である。その結果、作動システムは手首を曲げることができる。屈曲は 1.3 秒で完了する。この結果は、この方法がプーリの周りのワイヤの重なりを防げることを述べている。作動ユニットの内部には小さなスペースがあるため、重なりが発生するとプーリ半径が増加し、ワイヤがケーシングに接触する。その結果、ワイヤがケーシングとの間の摩擦によってプーリの回転が停止する。一方、重なりが発生すると、ワイヤを他の方向への緩みも防ぐ。

【0034】

さらに、別の試験も行った。手首が完全に曲がったとき、手首は後ろ向きに回転する。結果としては、ワイヤが最大静止摩擦力を超えてプーリの周りに滑り、手首が受動的に曲がることを示した。この結果は、提案された機構が当初予想されていたトルクリミッタとして機能することを示している。したがって、提案された機構は外力に対するコンプライアンスを有する。

10

20

40

50

【 0 0 3 5 】

本発明のワイヤ巻取り作動の機能を確認するために、簡単な実験を実施した。手首がどれほどの重量を保持できるか。指に接続された2台のサーボモータに電源を供給した際の、ハンドのピンチ力は6Nとして知られている。したがって、把握される物体の重量は500g未満に制限される。このテストは、既に手で物体をつかむという条件から行った。最初は、200gの重さまで手のひらを上にしてポーズを保つことができた。

【 0 0 3 6 】

結果は以下の通りである：

上向き：重量30g

回内と回外：重量500g

手首は30g以上の重量をつかんだままでは屈曲できない。手のピンチ力はこれらの重量を把握するのに十分であるため、対象物を堅く握って震えない。ワイヤがプーリの周りを滑っていないが、DCモータは回転できないことを確認した。したがって、DCモータの電源は回転するには不十分であると考えられる。また、動作ユニットではエネルギー損失は考慮していない。ワイヤとハンドの間にベアリングと摩擦によってエネルギー損失がある。

【 0 0 3 7 】

3自由度のハンドは、500gの重さをつかみながら手首の回内と回外を果たすことができる。曲がる方向は地面でもあるため、手首動作に対する反力は上向きテストに比べてほとんどない。ハンドは200gの重さをつかみながら姿勢を保つことができる。本実験では、エラストマグローブを使用し、頑強にものを把握する。ハンドの重さは437gになる。手首回転中心から重心までの距離は97mmである。カウンタトルクは約416N・mmである。本実験では、500N・mmの外部トルクまでその姿勢を保つことができるように手首を設計したが、手首の回転が約416N・mm必要である。静摩擦係数 μ の測定誤差が高い、またはワイヤ表面が磨耗したため係数が低くなったと考える。

【 0 0 3 8 】

このメカニズムはプーリと圧カドラムで構成されている。この機構はワイヤを巻くために摩擦力しか使用しない。さらに、テンショナとしての圧カドラムの圧力を使用している。テンショナに弾性力を必要とせず、ロボットリンクの位置に戻るため、従来の頑丈なワイヤ駆動機構と比較して応答時間と力伝達が改善される。最大引張力は、プーリの周りのワイヤを巻く回数に対して指数関数的に上昇し、ワイヤおよびドラムの圧力における保持力に比例して上昇する。トルクリミッタは、最大の引張力から設計することができる。ただし、トルク制限はアクチュエータのトルク以上でなければならない。この機構は、手首の掌屈と背屈を作動させるために従来のハンドに加えられた。改良された従来のハンドの実験結果は、この機構で手首が曲がることを作動でき、トルクリミッタとして機能することを確認した。

このメカニズムの駆動力に関する評価実験を行い、提案された数理モデルの一致性を確認する。次に、所望の駆動力に対して各パラメータを最適化する方法が考慮される。将来的には、この機構でワイヤ劣駆動のハンドが設計され、義手の機械的性能が評価される。

【 実施例 2 】

【 0 0 3 9 】

以下、図7から図10に基づいて本発明の実施例2を説明する。

図7は、実施例2に係るロボットハンド1の斜視図である。

図7に示すように、本発明のワイヤ駆動装置50は、例えばロボットハンド1に搭載されている。ロボットハンド1は、人の手を模している。ロボットハンド1は、一方向に延びる直方体状のハンド本体部10と、ハンド本体部10の長手方向における中間部に設けられた第1指部30と、ハンド本体部10の長手方向における一端に設けられた第2指部40、第3指部41、第4指部42および第5指部43と、ハンド本体部10の長手方向における他端に設けられた手首部20（請求項の被牽引物に相当）とを備えている。

【 0 0 4 0 】

以下において、ハンド本体部10の長手方向をX軸方向と定義する。X軸方向に直交す

る一方向をY軸方向と定義する。X軸方向およびY軸方向に直交する方向をZ軸方向と定義する。以下、必要に応じてXYZの直交座標系を用いて説明する。ハンド本体部10よりも+X側には、第2指部40、第3指部41、第4指部42および第5指部43が配置されている。ハンド本体部10よりも-X側には、手首部20が配置されている。ハンド本体部10よりも-Y側には、第1指部30が配置されている。

ハンド本体部10は、掌に相当する。ハンド本体部10は、長手方向における中間部に形成された収容部17と、収容部17の内部に収容されたワイヤ駆動装置50と、を備えている。

収容部17は、ハンド本体部10の長手方向に延びている。

【0041】

第1指部30は、親指に相当する。第1指部30は、ハンド本体部10のY軸方向における一端に設けられている。第1指部30は、ハンド本体部10に対して回転可能に連結されている。第1指部30の回転軸の軸方向は、X軸方向と一致している。

第2指部40は、人差し指に相当する。第3指部41は、中指に相当する。第4指部42は、薬指に相当する。第5指部43は、小指に相当する。第2指部40、第3指部41、第4指部42および第5指部43は、ハンド本体部10に対して回転可能に連結されている。第2指部40、第3指部41、第4指部42および第5指部43の回転軸の軸方向は、Y軸方向と一致している。

手首部20は、ハンド本体部10に対して回転可能に連結されている。手首部20の回転軸の軸方向は、Y軸方向と一致している。

【0042】

(ワイヤ駆動装置)

ワイヤ駆動装置50は、円柱状のプーリ70と、プーリ70を回転させるモータ60と、プーリ70の外周面に巻き付けられたワイヤ80と、支持部材100と、支持部材100に設けられたバネ101と、支持部材100に支持されるドラム90と、を有している。

図8は、実施例2に係るロボットハンド1の側面図である。図8は、ロボットハンド1を、ハンド本体部10を挟んで第1指部30の反対側から見た模式図である。図8は、ワイヤ80の配置を模式的に示している。

図9は、実施例2に係るワイヤ駆動装置50の側面図である。図9は、ワイヤ駆動装置50を第1指部30側から見た側面図である。

図10は、実施例2に係るワイヤ駆動装置50の側面図である。図10は、ワイヤ駆動装置50をZ軸方向の一方側(+Z側)から見た側面図である。

【0043】

図7に示すように、プーリ70は、収容部17内の手首部20側に配置されている。図9に示すように、プーリ70は、ハンド本体部10の長手方向に延びている。プーリ70の手首部20側の一端は、収容部17の内面に、第1回転軸O1周りに回転可能に支持されている。第1回転軸O1は、プーリ70の中心軸と一致している。第1回転軸O1の軸方向Dは、ハンド本体部10の長手方向と一致している。

【0044】

図7に示すように、モータ60は、収容部17内の第2指部40、第3指部41、第4指部42および第5指部43側(以下、単に第2指部40側とする。)に配置されている。図9に示すように、モータ60の外形は、軸方向Dに延びる直方体状に形成されている。モータ60の出力軸部(不図示)は、プーリ70の第2指部40側の一端に、軸継手102を介して連結している。

【0045】

ワイヤ80は、軸方向Dに並んで複数回巻き付けられている。本実施例において、例えばワイヤ80は、10回以上巻き付けられている。ワイヤ80の両端は、それぞれ手首部20の異なる2箇所に固定されている(図8参照)。

以下において、ワイヤ80のうち、プーリ70に巻き付けられた部分を巻回部81とす

10

20

30

40

50

る。巻回部 8 1 のうち、軸方向 D 両端に配置される一対の端部を、巻回端部 8 2 とする（図 10 参照）。ワイヤ 8 0 の巻回部 8 1 のうちプーリ 7 0 と後述するドラム 9 0 との間に配置される部分を、巻回接触部 8 3 とする（図 10 参照）。

【 0 0 4 6 】

図 7 に示すように、支持部材 1 0 0 は、収容部 1 7 内のプーリ 7 0 を挟んで第 1 指部 3 0 とは反対側に配置されている。支持部材 1 0 0 は、軸方向 D に並んで一対配置されている。支持部材 1 0 0 は、Z 軸方向に延びている。

バネ 1 0 1 は、それぞれの支持部材 1 0 0 の Z 軸方向両端に一対ずつ配置されている。バネ 1 0 1 は、それぞれ支持部材 1 0 0 からプーリ 7 0 側に延びている（図 10 参照）。バネ 1 0 1 は、支持部材 1 0 0 をプーリ 7 0 側に付勢している。

10

【 0 0 4 7 】

図 10 に示すように、ドラム 9 0 は、支持部材 1 0 0 とプーリ 7 0 との間に配置される回転軸部 9 1 と、回転軸 9 1 周りに形成されたドラム本体部 9 2 とを有している。回転軸部 9 1 は、軸方向 D に延びている。回転軸部 9 1 の両端は、支持部材 1 0 0 に、軸方向 D に平行な第 2 回転軸 O 2 周りに回転可能に支持されている。第 2 回転軸 O 2 は、回転軸部 9 1 の中心軸と一致している。第 2 回転軸 O 2 と第 1 回転軸 O 1 との軸間距離は、可変となっている。

ドラム本体部 9 2 は、円筒状の部材である。ドラム本体部 9 2 は、第 2 回転軸 O 2 を中心として軸対称に形成されている。ドラム本体部 9 2 は、回転軸部 9 1 と一体化している。

20

【 0 0 4 8 】

ドラム本体部 9 2 の外周面には、ドラム 9 0 の周方向に沿って複数のフランジ 9 3 が設けられている。複数のフランジ 9 3 は、軸方向 D に互いに間隔をあけて設けられている。

以下において、ドラム本体部 9 2 における複数のフランジ 9 3 間の部分を第 1 溝部 9 4 とする。

第 1 溝部 9 4 は、ドラム 9 0 の周方向に沿って複数設けられている。複数の第 1 溝部 9 4 は、軸方向 D に互いに間隔をあけて設けられている。第 1 溝部 9 4 には、ワイヤ 8 0 の巻回接触部 8 3 がそれぞれ配置されている。これにより、第 1 溝部 9 4 は、巻回部 8 1 のうち少なくとも巻回端部 8 2 の軸方向 D への移動を規制する規制部 2（第 1 規制部 2 a）の機能を有している。第 1 溝部 9 4 は、巻回部 8 1 全体の軸方向 D への移動を規制している。

30

ドラム 9 0 は、バネ 1 0 1 により支持部材 1 0 0 を介してプーリ 7 0 側に付勢されている。ドラム 9 0 は巻回接触部 8 3 をプーリ 7 0 に対して押さえ付けている。ドラム 9 0 は、巻回部 8 1 のうち少なくとも巻回端部 8 2 をプーリ 7 0 に対して押さえ付ける押圧部 3 の機能を有している。

【 0 0 4 9 】

（牽引過程）

続いて、上述したワイヤ駆動装置 5 0 を用いて手首部 2 0 を牽引する過程を説明する。

モータ 6 0 を作動させる。モータ 6 0 の出力軸部は、モータ 6 0 の駆動力をプーリ 7 0 に伝達する。プーリ 7 0 は、第 1 回転軸 O 1 周りに回転する。ワイヤ 8 0 は、プーリ 7 0 の回転方向に送り出される。ワイヤ 8 0 は、モータ 6 0 の駆動力をドラム 9 0 に伝達する。ドラム 9 0 は、プーリ 7 0 とともに第 2 回転軸 O 2 周りに回転する。

40

【 0 0 5 0 】

ワイヤ 8 0 の巻回端部 8 2 は、プーリ 7 0 に対して押さえ付けられているため、巻回部 8 1 の長さは不変となっている。さらに、巻回接触部 8 3 は、第 1 溝部 9 4 に配置されているため、軸方向 D への移動が規制されている。これにより、ワイヤ 8 0 は、プーリ 7 0 の径方向に重なることなく送り出される。

【 0 0 5 1 】

手首部 2 0 は、送り出し方向にワイヤ 8 0 の牽引力（実施例 1 の最大静的引っ張り力に相当）を受ける。ワイヤ 8 0 の牽引力は、モータ 6 0 の稼働後、所定の時間上昇する。ワ

50

ワイヤ 80 の牽引力が所定の荷重を超えると、手首部 20 が牽引される。

手首部 20 は、例えばロボットアーム（不図示）に固定されている。このため、ハンド本体部 10 が、手首部 20 を中心に回転する。

また、プーリ 70 を反対方向に回転させると、ワイヤ 80 は反対方向に送り出される。これにより、手首部 20 は、反対方向に牽引される。よって、ハンド本体部 10 は、手首部 20 中心に反対方向に回転する。

【0052】

ワイヤ 80 の牽引力は、ドラム 90 の押圧力（実施例 1 のドラム圧力、ドラム力に相当）によってプーリ 70 とワイヤ 80 との間に生じる最大静止摩擦力を利用したものである。ワイヤ 80 の牽引力は、ワイヤ 80 の巻き数が増加すると指数関数的に増加する（数 5 参照）。本実施例において、例えばワイヤ 80 を 10 回以上巻くことにより、手首部 20 を牽引するために必要な牽引力を得ている。

10

【0053】

以上説明したように、実施例 2 のワイヤ駆動装置 50 において、ワイヤ 80 は、プーリ 70 の外周面に複数回巻き付けられている。さらに、ドラム 90 は、ワイヤ 80 の巻回部 81 のうち少なくとも巻回端部 82 をプーリ 70 に対して押さえ付けている。これにより、巻回部 81 の長さが不変となっている。

第 1 溝部 94 は、ワイヤ 80 の巻回部 81 のうち少なくとも巻回端部 82 の軸方向 D への移動を規制している。これにより、巻回端部 82 の軸方向 D への移動を抑制できる。よって、ワイヤ 80 の送り出し時に、ワイヤ 80 がプーリ 70 の径方向に重なることを防止できる。したがって、プーリ径の増大による牽引力の低下を防止できる。

20

【0054】

ドラム 90 は、第 1 規制部 2a として機能する第 1 溝部 94 を有している。これにより、第 1 規制部 2a をドラム 90 およびプーリ 70 以外の部材として設けた場合と比較して、ワイヤ駆動装置 50 が小型化される。したがって、ワイヤ駆動装置 50 の配置の自由度を向上できる。

【0055】

押圧部 3 は、第 2 回転軸 O2 周りに回転可能なドラム 90 である。これにより、プーリ 70 の回転によってワイヤ 80 が送り出される際、ドラム 90 もプーリ 70 とともに回転する。よって、ワイヤ 80 の送り出し時に、ワイヤ 80 がドラム 90 から受ける摩擦力を軽減できる。したがって、ドラム 90 からの摩擦力による牽引力の低下を抑制できる。

30

【0056】

第 1 規制部 2a は、ドラム 90 の外周面上に設けられた第 1 溝部 94 である。巻回端部 82 は、第 1 溝部 94 に配置されている。これにより、巻回端部 82 におけるワイヤ 80 の位置ずれを防止できる。巻回部 81 の長さの変化が抑制される。よって、ワイヤ 80 が径方向に重なることが防止される。したがって、プーリ径の増大による牽引力の低下を防止できる。

【0057】

ワイヤ 80 の巻回接触部 83 は、第 1 溝部 94 に配置されている。これにより、巻回部 81 全体の軸方向 D への移動を抑制できる。よって、ワイヤ 80 の送り出し時に、ワイヤ 80 がプーリ 70 の径方向に重なることを防止できる。したがって、プーリ径の増大による牽引力の低下を防止できる。

40

【0058】

第 1 回転軸 O1 と第 2 回転軸 O2 との軸間距離が可変である。これにより、例えば経年劣化によってワイヤ 80 が縮径しても、第 1 回転軸 O1 と第 2 回転軸 O2 とを接近させるだけの簡単な操作により、ドラム 90 押圧力の低下を抑制できる。したがって、ワイヤ駆動装置 50 を容易にメンテナンスできる。

【0059】

ワイヤ 80 の牽引力は、ドラム 90 の押圧力によってプーリ 70 とワイヤ 80 との間に生じる最大静止摩擦力を利用したものである。このため、ワイヤ 80 が最大静止摩擦力以

50

上の外力で引っ張られると、ワイヤ 80 がプーリ 70 に対して滑る。これにより、ワイヤ 80 が過大な外力で引っ張られることによりワイヤ駆動装置 50 が破損することを防止できる。

ワイヤ 80 の牽引力は、ワイヤ 80 の巻き数が増加すると指数関数的に増加する。このため、ワイヤ 80 の巻き数を調整することにより、牽引に必要な牽引力を得ることができる。

【実施例 3】

【0060】

次に、図 11 に基づいて本発明の実施例 3 を説明する。なお、実施例 3 の構成のうち、実施例 2 と同様の構成については、同一の符号を付しその説明を省略する。

本発明に係る実施例 3 について説明する。実施例 3 では、ドラム 90 に第 1 溝部 94 が設けられておらず、プーリ 70 に後述する第 2 溝部 73 が設けられている点で、上述した実施例 2 と相異している。

【0061】

(ワイヤ駆動装置 50)

図 11 は、実施例 3 に係るワイヤ駆動装置 50 の側面図である。図 11 は、ワイヤ駆動装置 50 を Z 軸方向の一方側 (+Z 側) から見た側面図である。図 11 において、ワイヤ 80 の巻回部 81 のうち一部は透過されている。透過された巻回部 81 の外形は、破線で示されている。

図 11 に示すように、プーリ 70 の外周面に、第 2 溝部 73 が設けられている。第 2 溝部 73 は、軸方向 D に沿って延びるらせん状に形成されている。

ワイヤ 80 は、第 2 溝部 73 に沿って巻き付けられている。これにより、第 2 溝部 73 は、巻回部 81 のうち少なくとも巻回端部 82 の軸方向 D への移動を規制する規制部 2 (第 2 規制部 2b) の機能を有している。第 2 溝部 73 は、巻回部 81 全体の軸方向 D への移動を規制している。

手首部 20 は、実施例 2 と同様の牽引過程を経て牽引される。

【0062】

以上説明したように、実施例 3 のワイヤ駆動装置 50 において、プーリ 70 は、第 2 規制部 2b として第 2 溝部 73 を有している。これにより、第 2 規制部 2b をドラム 90 およびプーリ 70 以外の部材として設けた場合と比較して、ワイヤ駆動装置 50 が小型化される。したがって、ワイヤ駆動装置 50 の配置の自由度を向上できる。

【0063】

第 2 規制部 2b は、プーリ 70 の外周面に、軸方向 D に沿って延びるらせん状に形成された第 2 溝部 73 である。ワイヤ 80 は、第 2 溝部 73 に沿って巻き付けられている。これにより、巻回部 81 全体の軸方向 D への移動を抑制できる。よって、ワイヤ 80 の送り出し時に、ワイヤ 80 がプーリ 70 の径方向に重なることを防止できる。したがって、プーリ径の増大による牽引力の低下を防止できる。

【実施例 4】

【0064】

次に、図 12 に基づいて本発明の実施例 4 を説明する。なお、実施例 4 の構成のうち、実施例 2 または実施例 3 と同様の構成については、同一の符号を付しその説明を省略する。

本発明に係る実施例 4 について説明する。実施例 4 では、ドラム 90 に第 1 溝部 94 が設けられた上で、プーリ 70 に第 2 溝部 73 が設けられている点で、上述した実施例 2 および実施例 3 と相異している。

【0065】

(ワイヤ駆動装置 50)

図 12 は、実施例 3 に係るワイヤ駆動装置 50 の側面図である。図 12 は、ワイヤ駆動装置 50 を Z 軸方向の一方側 (+Z 側) から見た側面図である。図 12 において、ワイヤ 80 の巻回部 81 のうち一部は透過されている。透過された巻回部 81 の外形は、破線で

示されている。

図 12 に示すように、ワイヤ 80 は、第 2 溝部 73 に巻き付けられている。さらに、ワイヤ 80 の巻回接触部 83 は、第 1 溝部 94 に配置されている。

手首部 20 は、実施例 2 と同様の牽引過程を経て牽引される。

【0066】

以上説明したように、実施例 4 のワイヤ駆動装置 50 において、ドラム 90 に第 1 溝部 94 が設けられている。さらに、プーリ 70 に第 2 溝部 73 が設けられている。ワイヤ 80 は、第 2 溝部 73 に沿って巻き付けられている。ワイヤ 80 の巻回接触部 83 は、第 1 溝部 94 に配置されている。

これにより、ワイヤ 80 の軸方向 D への移動を抑制できる。よって、ワイヤ 80 の送り出し時に、ワイヤ 80 がプーリ 70 の径方向に重ねられることを防止できる。したがって、プーリ径の増大によるワイヤ 80 の牽引力の低下を防止できる。

10

【0067】

以上、本発明の好ましい実施例を説明したが、本発明はこれら実施例に限定されることはない。本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、構成の付加、省略、置換、及びその他の変更が可能である。本発明は前述した説明によって限定されることはなく、添付の特許請求の範囲によってのみ限定される。

【0068】

実施例 2 から実施例 4 では、ドラム 90 は、プーリ 70 とともに回転するとしたが、ドラム 90 は回転しなくもよい。ドラム 90 が回転しない場合、ドラム 90 はワイヤ 80 が摺動しやすい材料で形成されている。ただし、ドラム 90 がプーリ 70 とともに回転する場合は、ドラム 90 からの摩擦力が軽減されるという点で優位性がある。

20

【0069】

実施例 2 から実施例 4 では、ドラム 90 の第 1 溝部 94 またはプーリ 70 の第 2 溝部 73 によって巻回部の軸方向 D の移動を規制するとしたが、他の部材によって規制してもよい。ただし、第 1 溝部 94 または第 2 溝部 73 によって巻回部 81 の軸方向 D の移動を規制する場合は、ワイヤ駆動装置 50 が小型化されるという点で優位性がある。

【0070】

実施例 2 から実施例 4 では、押圧部 3 は、ドラム 90 であるとしたが、ワイヤ 80 の巻回部 81 のうち少なくとも巻回端部 82 を押さえ付けていれば、他の部材であってもよい。ただし、押圧部 3 がドラム 90 の場合は、実施例 2 から実施例 4 で示した作用効果を有する点で優位性がある。

30

【0071】

その他、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、上述した実施例における構成要素を周知の構成要素に置き換えることは適宜可能である。

【符号の説明】

【0072】

2 規制部、2 a 第 1 規制部、2 b 第 2 規制部、3 押圧部、20 手首部（被牽引物）、50 ワイヤ駆動装置、60 モータ、70 プーリ、73 第 2 溝部、80 ワイヤ、81 巻回部、82 巻回端部、83 巻回接触部、90 ドラム、94 第 1 溝部、D 軸方向、O1 第 1 回転軸、O2 第 2 回転軸

40

【 図 1 】

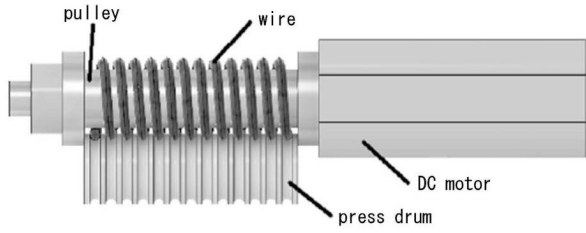


図 1

【 図 2 】

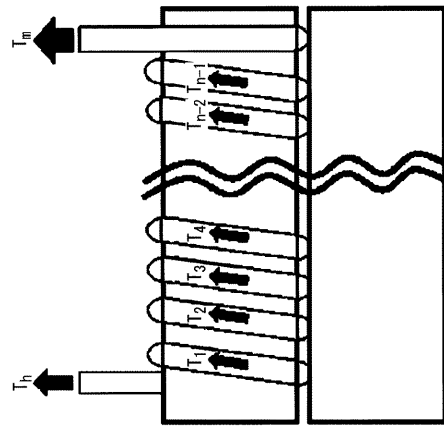
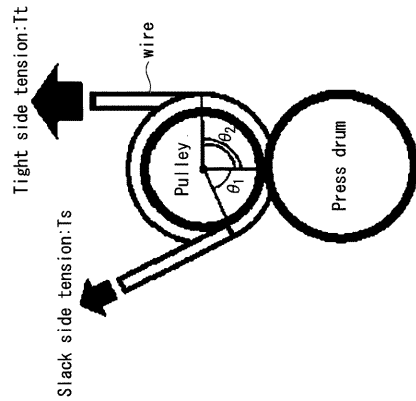
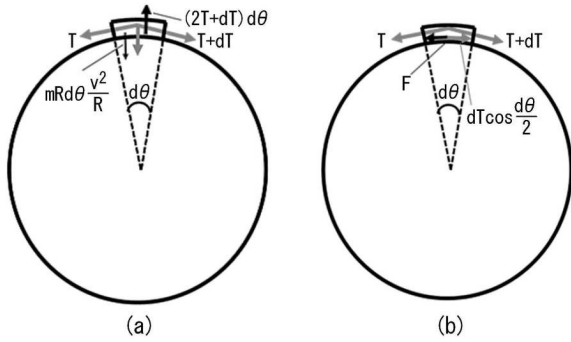


図 2



(a)

【 図 3 】



(a)

(b)

図 3

【 図 4 】

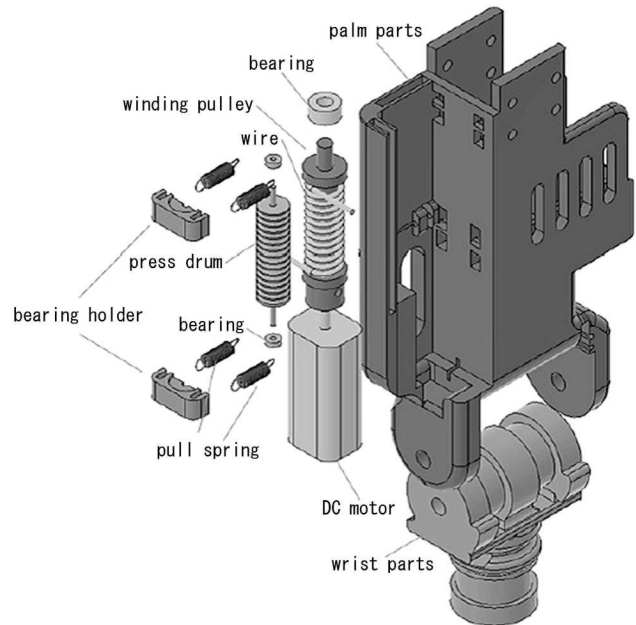


図 4

【図5】

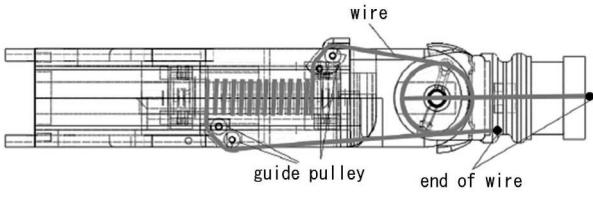


図5

【図7】

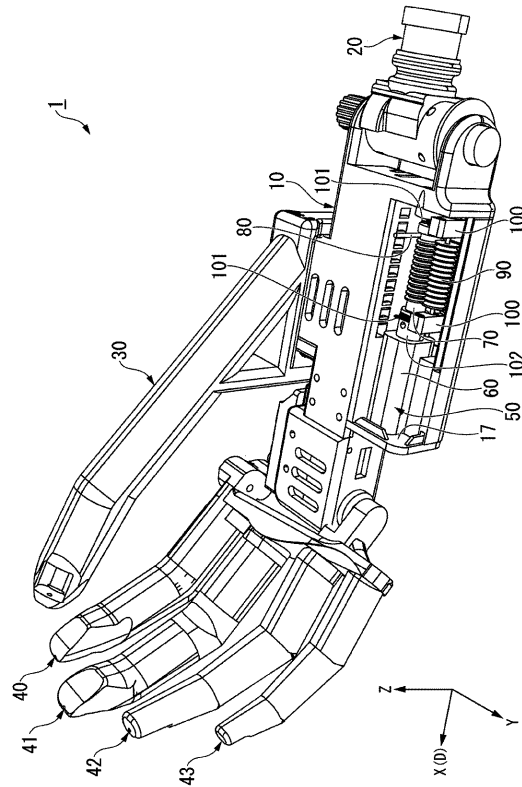


図7

【図6】

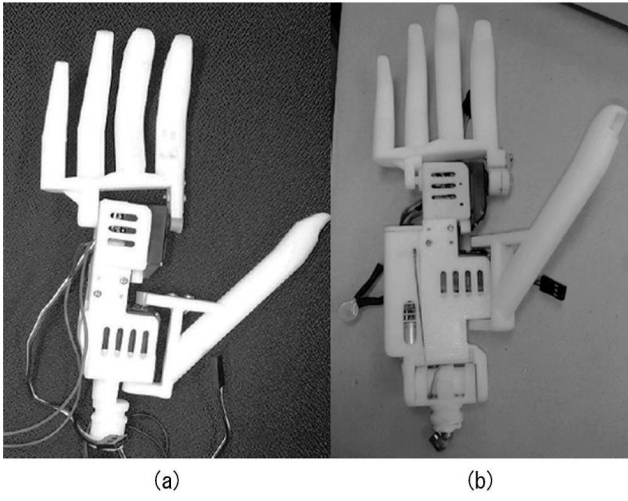


図6

【図8】

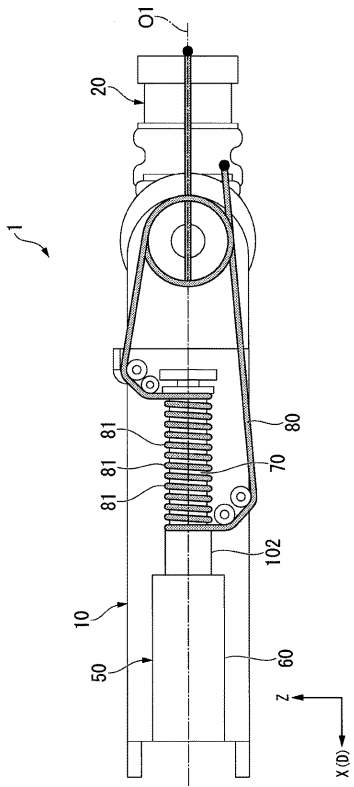


図8

【図9】

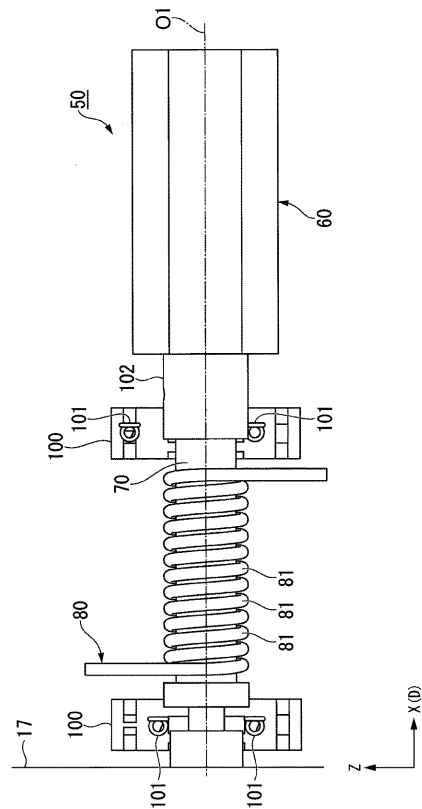


図9

【図10】

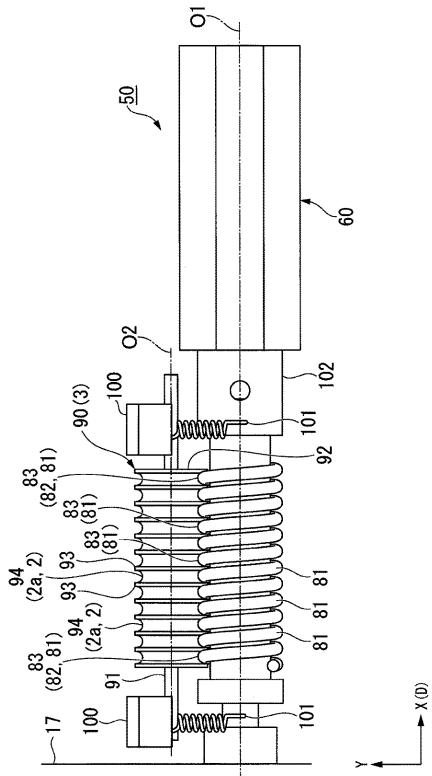


図10

【図11】

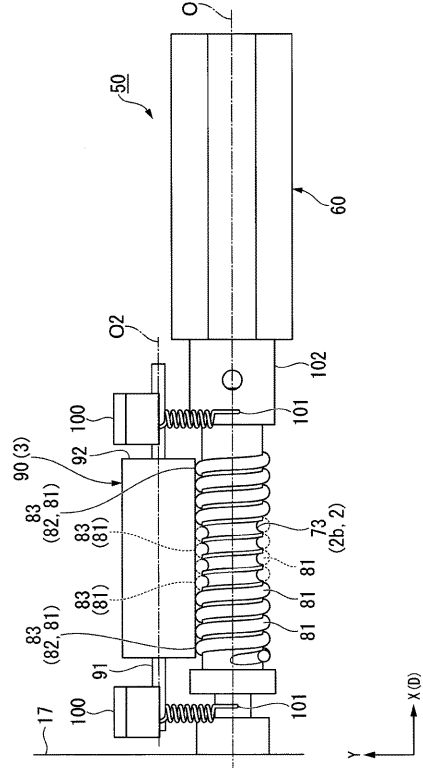


図11

【図12】

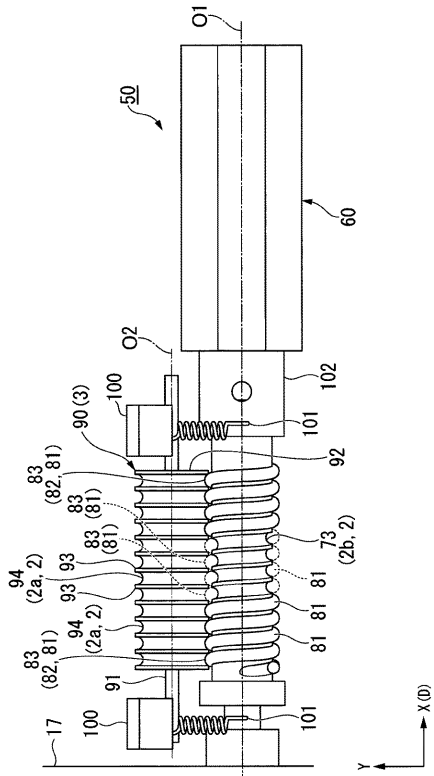


図12

フロントページの続き

- (72)発明者 雍 旭
東京都調布市調布ヶ丘一丁目5番地1 国立大学法人電気通信大学内
- (72)発明者 矢吹 佳子
東京都調布市調布ヶ丘一丁目5番地1 国立大学法人電気通信大学内
- (72)発明者 東郷 俊太
東京都調布市調布ヶ丘一丁目5番地1 国立大学法人電気通信大学内
- (72)発明者 姜 銀来
東京都調布市調布ヶ丘一丁目5番地1 国立大学法人電気通信大学内
- Fターム(参考) 3C707 DS01 ES06 ES07 EU11 EU12 HS27
3J062 AA38 AB11 AC07 AC09 BA12 CA02 CA24 CA33 CG83