

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2010年6月10日(10.06.2010)

(10) 国際公開番号
WO 2010/064684 A1

- (51) 国際特許分類:
B25J 15/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/070312
- (22) 国際出願日: 2009年12月3日(03.12.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2008-308303 2008年12月3日(03.12.2008) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 国立大学法人奈良先端科学技術大学院大学(NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION NARA INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [JP/JP]; 〒6300192 奈良県生駒市高山町8916番地の5 Nara (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 栗田 雄一 (KURITA Yuichi) [JP/JP]; 〒6300192 奈良県生駒市高山町8916番地の5 国立大学法人奈良先端科学技術大学院大学内 Nara (JP). 池田 篤俊 (IKEDA Atsutoshi) [JP/JP]; 〒6300192 奈良県生駒市高山町8916番地の5 国立大学法人奈良先端科学技術大学院大学内 Nara (JP). 小野

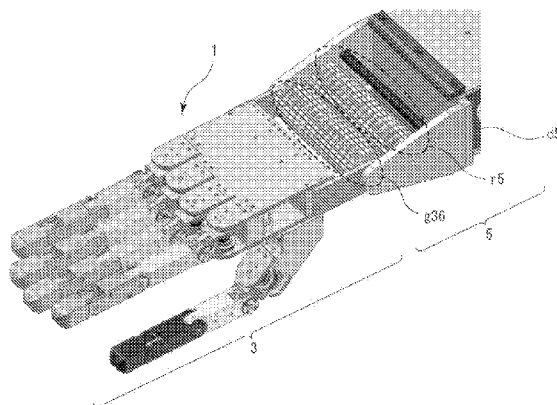
- 泰寛 (ONO Yasuhiro) [JP/JP]; 〒6300192 奈良県生駒市高山町8916番地の5 国立大学法人奈良先端科学技術大学院大学内 Nara (JP). 小笠原 司 (OGASAWARA Tsukasa) [JP/JP]; 〒6300192 奈良県生駒市高山町8916番地の5 国立大学法人奈良先端科学技術大学院大学内 Nara (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人グローバル知財 (The Patentcorporate body Global Intellectual Property); 〒6500024 兵庫県神戸市中央区海岸通4番地 新明海ビル3F Hyogo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ,

[続葉有]

(54) Title: ROBOT HAND

(54) 発明の名称: ロボットハンド

[図1]



(57) Abstract: A robot hand which can be formed in the shape of a human hand, which is easily maintained, and which generates fingertip force. A robot hand (1) is provided with a hand section (3) and an arm section (5). The hand section (3) corresponds to that portion of a human hand which is forward from the wrist thereof. The arm section (5) is provided with a drive device (d5) comprising motors and generates driving force for driving each movable section of the hand section (3). The hand section (3) and the arm section (5) are configured in such a manner that a group (g36) of wrist-mounted pulleys which are first driving force transmitting members coaxially arranged and a group (r5) of arm pulleys which are second driving force transmitting members coaxially arranged transmit driving force which is generated by the drive device (d5) to each movable section of the hand section (3) through gears meshing with each other.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2010/064684 A1



NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア
(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL,
NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ,

CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN,
TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

人型のロボットハンドの形状にでき、メンテナンス性に優れ、指先力が得られるロボットハンドを提供する。本発明のロボットハンド 1 は、手部 3 及び腕部 5 を有している。手部 3 は、人間の手首から先に該当する部分に対応する。腕部 5 は、複数のモータで構成される駆動装置 d 5 を有し、手部 3 の各可動部を駆動するための駆動力を発生する。手部 3 と腕部 5 とは、同軸上に配置された第 1 の駆動力伝達部材である手首配置プーリー群 g 3 6 と同軸上に配置された第 2 の駆動力伝達部材である腕部プーリー群 r 5 とが、歯車などで噛み合うことによって、駆動装置 d 5 が発生した駆動力を手部 3 の各可動部に伝達する。

明 細 書

発明の名称： ロボットハンド

技術分野

[0001] 本発明は、ロボットハンドに関し、特に、メンテナンス性に優れ、小型でありながら指先力が得られるものに関する。

背景技術

[0002] (1) 従来のロボットハンドの一例について説明する。図15は、人間の手に類似した5本指のロボットハンドの母指を示している。ロボットハンドは、母指、示指、中指、環指、小指、掌を有している。図15に示される母指は、前屈の第1関節107、内外転の第2関節108、前屈の第3関節109、前屈の第4関節110、第1モータ111、第2モータ112、第3モータ113、第4モータ114、第1モータ用エンコーダ115、第2モータ用エンコーダ116、第3モータ用エンコーダ117、第4モータ用エンコーダ118、非対称型差動減速機119、関節軸一体型減速機120、ウォーム減速機121、6軸力覚センサー122で構成されている。

ここで、モータ111～114の回転量は、モータ軸に直結したモータ用エンコーダ115～118にて検出できる。関節107、109、110のそれぞれの軸は、互いに平行であり、関節107の関節軸と関節108の関節軸とは1点で交差し直交している。第1モータ111と第2モータ112は、掌に重ねて固定している。

[0003] 図15に示す母指の動作は以下のとおりである。第4モータ114により、ウォーム減速機121を介してモータ軸と90度軸回転した関節110の関節軸を駆動できる。第3モータ113により、関節軸一体型減速機120を介してモータ軸と90度軸回転した関節109の関節軸を駆動できる。非対称型差動減速機119では、第3傘歯車（図示せず）の軸を中空とし、第4傘歯車（図示せず）の軸を貫通させることにより、第2関節108の軸まわりの回転と第1関節107の軸まわりの回転が可能な機構となっている。

ここで、第1モータ111と第2モータ112とは、それらが逆の方向に同じ角度回転すると、非対称型差動減速機119の内部の傘歯車を介して、第2関節108の軸まわりで指が回転する。また、第1モータ111を固定し、第2モータ112を回転させると第一関節107の軸のまわりで指が回転する。また、非対称型差動減速機119の採用により関節107の軸まわりの回転角度が大きくとることができ、かつ、掌の表面側に近い位置に関節軸を設けられるため、外観上も人間の手の動きに似た動きができる。（特許文献1）

[0004] (2) また、従来のロボットハンドの他の一例について図16を用いて説明する。図16に示すロボットハンドは、各節部816～818が真っ直ぐに延びた指814aの伸長状態（図中点線）において、指814aを掌812（図示せず）に対して揺動させるために、モータ822により駆動軸821（図示せず）を回転駆動する。このように駆動軸821を回転駆動すると、これに応じて関節軸820が駆動軸821との交点を支点として揺動し、その結果、指814aが掌812に対して揺動することとなる。

[0005] 一方、上記伸長状態から指814aを折り曲げるには、モータ834によりベベルギア844を回転駆動する。このようにベベルギア844を駆動すると、その回転駆動力がベベルギア828およびベベルギア824を介して基節部816に伝達され、その結果、関節軸820回りに基節部816が回動し、指814aが手の腹側に傾倒することとなる。なお、この場合にはベベルギア838（図示せず）の駆動と共にベベルギア844を回転駆動してリンク846（ベベルギア826）を回転させる。すなわち、上記の通り、指814aはその基節部816と中節部817とがリンク848により連結されているため、基節部816だけを関節軸820回りに回動させようとするとリンク848によりその動きが妨げられる。従って、これを避けるため基節部816の回動量（角度）に応じてカム846を同図中に矢印で示すように回動させるようにする。具体的には、モータ832によりプーリー838（図示せず）を回転駆動する。このようにプーリー838を駆動すると、

その回転駆動力がベベルギア 830（図示せず）を介してベベルギア 826 に伝達され、その結果、該ベベルギア 826 に一体に組付けられたリンク 846 が回転することとなる。

[0006] 上記の動作は指 814a を伸長状態のまま掌 812 に対して手の腹側に折り曲げる場合であるが、指 814a をその途中部分から折り曲げる場合には、上記の位置からリンク 846（ベベルギア 826）をさらに回転させる。このようにカム 846 を回転させると、リンク 848 を介して中節部 817 が手の腹側に引かれ、その結果、関節軸 819a を支点として中節部 817 が回転し、基節部 816 に対して中節部 817 が手の平側に折れ曲がることとなる。そして、このように中節部 817 が基節部 816 に対して折れ曲がると、リンク 850 を介して末節部 818 が引かれ、その結果、関節軸 819b を支点として末節部 818 が回転し、中節部 817 に対して末節部 818 が手の腹側に折れ曲がることとなる。

[0007] ここでは、関節軸 820 を支点として指 814a 全体を掌 812 に対して折り曲げる動作と、関節軸 819a、819b を支点として中節部 817 および基節部 816 を折り曲げる動作とを分けて説明しているが、これらの動作を並行して行うことにより指 814a の屈折動作をスムーズに行うことができる。また、上記のような動作と逆の動作を行うことにより、指 814a を伸長状態に戻すことができる。（特許文献 2）

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献 1：特許 3245095 号公報

特許文献 2：特開 2005-66803 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] しかしながら、前述のロボットハンド 100 には、以下のような改善すべき点がある。

すなわち、ロボットハンド100では、母指に第1モータ111、第2モータ112、第3モータ113、及び第4モータ114を配置している。他の指についても同様である。このため、各モータ111~114の大きさが、ロボットハンド100の大きさを決定づけることになる。つまり、ロボットハンド100の小型化を優先すると、モータを小さくせざるを得なくなり、結果として、指先力が得られない、という改善すべき点がある。

[0010] また、前述のロボットハンド810には、以下のような改善すべき点がある。ロボットハンド810では、モータ822、832、834によって、各節部816~818を動作させている。このため、末節部818における指先力を得ようとする、モータを大きくせざるを得なくなり、結果として、ロボットハンド810が大型化する、という改善すべき点がある。

[0011] そこで、本発明は、人型のロボットハンドの形状にでき、メンテナンス性に優れ、指先力が得られるロボットハンドを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0012] 本発明における課題を解決するための手段を以下に示す。

本発明に係るロボットハンドは、指関節の可動部を有する手部及び可動部を駆動する駆動力を発生する腕部を有するロボットハンドであって、

1) 手部は、

可動部に配置され可動方向に回転する第1のプーリー、

可動部に対して手首側に配置される第2のプーリー、

第2のプーリーを回転させる駆動力を伝達する第1の駆動力伝達部材、

第1のプーリーに固定され、かつ、第2のプーリーに固定される線状部材であって、当該第1のプーリーと当該第2のプーリーとを接続する線状部材

、

を有し、

第1の駆動力伝達部材は、第2のプーリーと一体として構成され、第2のプーリーの回転軸と同軸上に存在する回転軸を有し、

2) 腕部は、

第 1 の駆動力伝達部材に駆動力を伝達する第 2 の駆動力伝達部材、
駆動力を発生する駆動部、
を有する構成とされ、可動部を動作させるものである。

[0013] かかる構成によれば、手部と腕部がそれぞれユニット化でき分離可能となる。また、腕部に存在する駆動部から指関節を動かす駆動力が出され、その駆動力に基づいて第 2 の駆動力伝達部材が駆動できる。ここで、第 2 の駆動力伝達部材とは、例えば、複数の独立の対になった歯車とプーリーであり、駆動部とは、例えば、モータである。

[0014] 駆動部で発生された駆動力は、第 2 の駆動力伝達部材を介して、手部の第 1 の駆動力伝達部材に駆動力が伝達される。第 1 の駆動力伝達部材とは、複数の独立の対になった歯車などである。第 1 の駆動力伝達部材は、プーリー（第 2 のプーリー）と一体として構成されており、それにより、第 1 の駆動力伝達部材に連結された複数の指関節に対応する第 2 のプーリーが駆動される。第 2 のプーリーから、ワイヤーなどの線状部材を介して連結された第 1 のプーリーに駆動力が伝達され、その結果、ある一つの指関節あるいは複数の指関節が駆動されることになる。

[0015] すなわち、人型のロボットハンドの形状に近づけるため、腕部には、駆動部と第 2 の駆動力伝達部材を配置し、手部には、第 1 の駆動力伝達部材（第 2 のプーリーと一体化）、手指関節となる第 1 のプーリーを配置させた。第 2 の駆動力伝達部材と第 1 の駆動力伝達部材で駆動力を伝達できるようにすることで、腕部の第 2 の駆動力伝達部材を駆動させて、第 1 の駆動力伝達部材を駆動させることによって、第 2 のプーリーを動作させることができ、ひいては第 1 のプーリーを動作させることができる。つまり、腕部の第 2 の駆動力伝達部材の動作を制御することによって、指関節の第 1 のプーリーの動作を制御することができることになる。

[0016] 第 1 の駆動力伝達部材と第 2 の駆動力伝達部材を設けることにより手部と腕部を完全にかつ容易に分離することが可能となり、修理や点検などのメンテナンス性が向上できるといった利点がある。

[0017] 後述するが、第1の駆動力伝達部材を、手首関節と平行な軸上にそれぞれ同軸上に設置することにより、手部を動作させた場合に他のプーリーに対する動作の補償を容易に行うことが可能となる。これは、手部の動作により全てのプーリーが回転することになるが、これらのプーリーが同軸上にあるため、駆動部に送る指関節の関節角度指令値に対する関節角度の補正值あるいは補正係数の算出が容易となるのである。

これにより、指関節や手部を動作させた場合に、他の指関節に対する動作の補償を容易に行うことが可能となる利点がある。

[0018] また、本発明に係るロボットハンドは、指関節の可動部を有する手部及び可動部を駆動する駆動力を発生する腕部を有するロボットハンドであって、

1) 手部は、

可動部に配置され可動方向に回転する第1のプーリー、

可動部に対して手首側に配置される第2のプーリー、

第2のプーリーを回転させる駆動力を伝達する第1の駆動力伝達部材、

第1のプーリーに固定され、かつ、第2のプーリーに固定される線状部材であって、当該第1のプーリーと当該第2のプーリーとを接続する線状部材

、

を有し、

第1の駆動力伝達部材は、第2のプーリーと一体として構成され、第2のプーリーの回転軸と同軸上に存在する回転軸を有し、

2) 腕部は、

第1の駆動力伝達部材に前記駆動力を伝達する第2の駆動力伝達部材、

駆動力を発生する駆動部、

駆動部を制御する制御部、

を有し、

3) 制御部は、

第1の駆動力伝達部材の回転で発生する前記第2のプーリーの動作干渉を補償するため、第1のプーリーの回転角度補正值を予め算出し、駆動部に送

る指関節の関節角度指令値の補正值の情報を記憶し、第2の駆動力伝達部材の関節角度制御を行う構成とされ、可動部を動作させるものである。

[0019] かかる構成によれば、手部と腕部がそれぞれユニット化され、腕部に存在する制御部から指関節を動かす信号が出され、その信号に基づいて第2の駆動力伝達部材が駆動される。第2の駆動力伝達部材は、手部の第1の駆動力伝達部材に駆動力が伝達され、さらに第1の駆動力伝達部材に連結された複数の指関節に対応するプーリーが駆動される。その結果、ある一つの指関節あるいは複数の指関節が駆動される。

[0020] ここで、制御部において、駆動部に送る指関節の関節角度指令値は動作によって変わるため、当該指令値に対する関節角度の補正值あるいは補正係数を記憶して制御に用いていることにしている。

後述するが、第1の駆動力伝達部材を、手首関節と平行な軸上にそれぞれ同軸上に設置することにより、手部を動作させた場合に他のプーリーに対する動作の補償を容易に行うことが可能となる。これは、手部の動作により全てのプーリーが回転することになるが、これらのプーリーが同軸上にあるため、駆動部に送る指関節の関節角度指令値に対する関節角度の補正值あるいは補正係数の算出が容易となるのである。

これにより、指関節や手部を動作させた場合に、他の指関節に対する動作の補償を容易に行うことが可能となる利点がある。

[0021] ここで、本発明に係るロボットハンドにおける可動部は、指関節のうち、第1基節骨部、第2基節骨部、中節骨部のいずれかの可動部であることが好ましい。

制御部において、例えばプログラミングされた各指の独立の運動及び従属的な運動に対応する信号により、第2の駆動力伝達部材から第1の駆動力伝達部材に駆動力が伝達されて手首の回転を可能とし、また、第1基節骨部、第2基節骨部、中節骨部の指関節に対応する第1基節骨部プーリー、第2基節骨部プーリー、中節骨部プーリーに伝達されて、指関節が駆動されることになる。

[0022] また、本発明に係るロボットハンドにおける複数の可動部に対応して、複数の第1のプーリー、当該第1のプーリーに線状部材を介して接続される複数の第2のプーリー、当該第2のプーリーと一体化され同軸で回転する複数の第1の駆動力伝達部材が、同軸上に設けられる構成とされるのが好ましい。

かかる構成によれば、第2のプーリーが配置される軸を中心に手部を動作させた場合、各第2のプーリーが同じように動作させることができることから、第1のプーリーの動作に対する補償を容易に行うことができる。

[0023] また、本発明に係るロボットハンドにおける手部の可動部は、第1指～第5指における第1基節骨部、第2基節骨部、中節骨部の少なくとも15個の可動部であり、各々の当該可動部に対応する少なくとも15個の第1の駆動力伝達部材が同軸上に設けられることが好ましい。

かかる構成によれば、第1指～第5指における第1基節骨部、第2基節骨部、中節骨部の関節に相当する少なくとも15個の可動部を動作させることができる。

[0024] また、本発明に係るロボットハンドにおける第1の駆動力伝達部は、手首関節と平行な軸上に同軸上に設置することが好ましい。

かかる構成により、手首関節の動作は、第1の駆動力伝達部材の回転軸を中心に回転させる動作とすることができる。

第1の駆動力伝達部材を、手首関節と平行な軸上にそれぞれ同軸上に設置することにより、手部を動作させた場合に他のプーリーに対する動作の補償を容易に行うことが可能となる。これは、手部の動作により全てのプーリーが回転することになるが、これらのプーリーが同軸上にあるため、駆動部に送る指関節の関節角度指令値に対する関節角度の補正值あるいは補正係数の算出が容易となる。

[0025] また、本発明に係るロボットハンドにおける手部と腕部は、第1の駆動力伝達部材と第2の駆動力伝達部材を介して連結・分離されることが好ましい。

手部と腕部が分離可能になることで、部品交換や動作点検などのメンテナンスを別々に行うことが可能であるという利点があるからである。

[0026] また、本発明に係るロボットハンドにおける第2の駆動力伝達部材は、前記第1の駆動力伝達部材と1対1で対応するものであることが好ましい。

かかる構成によれば、第2の駆動力伝達部材が可動部の数だけ必要となり、アクチュエータの数が多くなるが、可動部を独立に制御可能であり、より人間の指関節の動作に近づけることが可能となる。

[0027] また、本発明に係るロボットハンドにおける第2の駆動力伝達部材は、複数の第1の駆動力伝達部材とN対1（Nは2以上）で対応するものであることが好ましい。

第2の駆動力伝達部材を、複数の第1の駆動力伝達部材に対応させることにより、駆動させる指関節より少ないアクチュエータの数で複数の指を制御することが可能となるといった利点がある。これにより、手部を変更することなく用途に合わせて機能を変化させることが可能となる。

制御をシンプルにしたい場合や複雑な動作が必要ない場合に有用である。

[0028] また、本発明に係るロボットハンドにおける第2の駆動力伝達部材は、第3指～第5指の可動部に対応する複数の第1の駆動力伝達部材を一括で動作させるものであることが好ましい。

第2の駆動力伝達部材を、第3指～第5指の可動部に対応する複数の第1の駆動力伝達部材に対応させることにより、第3指～第5指の可動部を1台のアクチュエータの数で制御することが可能となり、アクチュエータの台数を大幅に減少できるといった利点がある。

制御をシンプルにしたい場合や複雑な動作が必要ない場合に有用である。

[0029] また、本発明に係るロボットハンドにおける関連する可動部についての第2のプーリーが隣接して配置されていることが好ましい。

これにより、関連する可動部についての第2のプーリーを一の駆動力発生部によって動作させることができるので、アクチュエータの数を減少させることができる。

[0030] また、本発明に係るロボットハンドにおける手部の可動部は、第1指～第5指における第1基節骨部、第2基節骨部、中節骨部の関節に相当する少なくとも15個の可動部、および手首関節の可動部であり、少なくとも15個の可動部に対応する少なくとも15個の第1の駆動力伝達部材、および手首関節の可動部に対応する手首駆動力伝達部材が同軸上に設けられることが好ましい。

かかる構成によれば、第1指～第5指における第1基節骨部、第2基節骨部、中節骨部の関節に相当する少なくとも15個の可動部、手首関節の可動部を動作させることができる。

[0031] また、本発明に係るロボットハンドにおける手部は、ある可動部に隣接する隣接可動部に配置される回転部材であって、当該隣接可動部の可動方向に回転する回転部材、ある前記可動部に対応する第1のプーリーと隣接可動部に対応する回転部材とを連結する連結部材、を有することが好ましい。

これにより、一の第1のプーリーを動作させることによって、隣接可動部も動作させることができる。よって、手部の各可動部を動作させるためのアクチュエータの数を減少させることができる。

発明の効果

[0032] 本発明は、人型のロボットハンドの形状にでき、手部と腕部が分離可能でメンテナンス性に優れ、指先力が得られるといった効果がある。指関節や手部を動作させた場合に、他の指関節に対する動作の補償を容易に行うことが可能となるといった効果がある。

図面の簡単な説明

[0033] [図1]本発明に係るロボットハンド1を示した図である。

[図2]人の手の構造を示す図である。

[図3]手部3の構成を示す図である。

[図4]第二指部32の構成を示す図である。

[図5]第一の基節骨部プーリーp321aの構成を示す図である。

[図6]第二指部32の一部展開を示す図である。

[図7] 掌部 3 6 の一部展開を示す図である。

[図8] 手首配置プーリー群 g 3 2 1 a の構成を示す図である。

[図9] ロボットハンド 1 を手部 3 と腕部 5 とに分離した状態を示す図である。

[図10-1] 第 2 の駆動力伝達部材の構成の一実施例を示す図である。

[図10-2] 第 2 の駆動力伝達部材の構成の他の実施例を示す図である。

[図11] 手部の各関節の関節角度を制御するため手順を示す説明図である。

[図12] 手部の各関節の関節角度の制御フローチャートを示す。

[図13] ロボットハンド 1 の腕部のモータから手部の指関節の 2 つのプーリーに駆動力が伝達される様子を模式的に示す。

[図14] ロボットハンド 1 の腕部のモータから手部の指関節の 3 つのプーリーに駆動力が伝達される様子を模式的に示す。

[図15] 従来のロボットハンド 1 0 0 を説明するための図である。

[図16] 従来のロボットハンド 8 1 0 を説明するための図である。

発明を実施するための最良の形態

[0034] 以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明していく。

実施例 1

[0035] 第一 ロボットハンド 1 の構成

1. 全体構成

本実施例に係るロボットハンド 1 の全体構成について、図 1 を用いて説明する。ロボットハンド 1 は、手部 3 及び腕部 5 を有している。手部 3 は、人間の手首から先に該当する部分に対応する。腕部 5 は、駆動装置 d 5 を有し、手部 3 の可動部を駆動するための駆動力を発生する。手部 3 と腕部 5 とは、手首配置プーリー群 g 3 6 と腕部プーリー群 r 5 とが噛み合うことによつて、駆動装置 d 5 が発生した駆動力を手部 3 に伝達する。

[0036] 2. 人の手の構造

手部 3 の構成を説明する前に、人の手の構造について図 2 を用いて説明する。人の手は、第一指（親指）h 1、第二指（人差し指）h 2、第三指（中

指) h 3、第四指(薬指) h 4、第五指(小指) h 5、及び掌 h 6 を有している。第二指 h 2 は、基節骨 b 2 1、中節骨 b 2 2、末節骨 b 2 3 といった三つの指節骨により構成されている。また、掌 h 6 の第二指に対応する中手骨 b 6 2 と第二指 h 2 の基節骨 b 2 1 と間に中手指節間関節 j 2 1、第二指 h 2 の基節骨 b 2 1 と中節骨 b 2 2 との間に近位指節間関節 j 2 2、第二指 h 2 の中節骨 b 2 2 と末節骨 b 2 3 との間に遠位指節間関節 j 2 3 が形成される。第三指 h 3、第四指 h 4、及び第五指 h 5 についても、同様である。

なお、第一指 h 1 は、第二指 h 2 ~ 第五指 h 5 とは異なり、二つの指節骨 b 1 1、b 1 2 により構成されている。また、掌 h 6 の第一指に対応する中手骨 b 6 1 と第一指 h 1 の指節骨 b 1 1 との間に中手指節間関節 j 1 1、第一指 h 1 の指節骨 b 1 1 と指節骨 b 1 2 との間に指節間関節 j 1 2 が形成される。

[0037] 3. 手部 3 の構成

手部 3 の構成を図 3 を用いて説明する。手部 3 は、人の第一指(親指)、第二指(人差し指)、第三指(中指)、第四指(薬指)、第五指(小指)、及び掌に対応する第一指部 3 1、第二指部 3 2、第三指部 3 3、第四指部 3 4、第五指部 3 5 及び掌部 3 6 を有している。

第二指部 3 2 は、第一の基節骨部 3 2 1 a、第二の基節骨部 3 2 1 b、中節骨部 3 2 2、及び末節骨部 3 2 3 を有している。なお、第一の基節骨部 3 2 1 a 及び第二の基節骨部 3 2 1 b は人の第二指における基節骨 b 2 1 に、中節骨部 3 2 2 は人の第二指における中節骨 b 2 2 に、及び末節骨部 3 2 3 は人の第二指における末節骨 b 2 3 に、それぞれ対応する。

[0038] また、掌部 3 6 と第二指部 3 2 の第一の基節骨部 3 2 1 a との接続部には第一の中手指節間ジョイント j 3 2 1 a が、第一の基節骨部 3 2 1 a と第二の基節骨部 3 2 1 b との接続部には第二の中手指節間ジョイント j 3 2 1 b が、基節骨部 3 2 1 と中節骨部 3 2 2 との接続部には近位指節間ジョイント j 3 2 2 が、中節骨部 3 2 2 と末節骨部 3 2 3 との接続部には遠位指節間ジョイント j 3 2 3 が、それぞれ形成されている。なお、第一の中手指節間ジ

ジョイント j 3 2 1 a 及び第二の中手指節間ジョイント j 3 2 1 b は中手指節間関節 j 2 1 に、近位指節間ジョイント j 3 2 2 は近位指節間関節 j 2 2 に、遠位指節間ジョイント j 3 2 3 は遠位指節間関節 j 2 3 に、それぞれ対応する。

第三指部 3 3、第四指部 3 4、及び第五指部 3 5 についても、同様である。

[0039] 4. 各指部の構成

(1) 第二指部 3 2 の構成

次に、第二指部 3 2 の構成を図 3 における図 4 を用いて説明する。図 4 には、図 3 における矢印 a 3 方向からみた第二指部 3 2 を示している。

[0040] ・第一の基節骨部 3 2 1 a

第一の基節骨部 3 2 1 a は、コの字形状を有している。第一の基節骨部 3 2 1 a は、上面 3 2 1 1 a、下面 3 2 1 2 a、及び突出部 3 2 1 3 a を有している。上面 3 2 1 1 a 及び下面 3 2 1 2 a、は軸 a x 2 1 が貫通する孔を有している。第一の基節骨部 3 2 1 a は、掌部 3 6 の第二指部固定部材 3 6 2 と軸 a x 2 1 を介して接続されている。第一の基節骨部 3 2 1 a は、軸 a x 2 1 に対して矢印 a 4 1 方向へ回転動作する。突出部 3 2 1 3 a は、軸 a x 2 2 が貫通する孔（図示せず）を有している。

[0041] 第一の基節骨部プーリー p 3 2 1 a は、上面 3 2 1 1 a 及び下面 3 2 1 2 a のそれぞれに対して固定されている。従って、第一の基節骨部プーリー p 3 2 1 a は、第一の基節骨部 3 2 1 a と一体となって動作する。また、第一の基節骨部プーリー p 3 2 1 a は、軸 a x 2 1 を介して第一の基節骨部 3 2 1 a の動作方向である矢印 a 4 1 方向へ回転する。

[0042] ここで、第一の基節骨部プーリー p 3 2 1 a の構成を図 5 を用いて説明する。第一の基節骨部プーリー p 3 2 1 a は、蓋部 p 3 2 1 a 1、底部 p 3 2 1 a 2、及び中間部 p 3 2 1 a 3 を有している。蓋部 p 3 2 1 a 1 は、円盤形状を有している。また、蓋部 p 3 2 1 a 1 は、一つの孔 p 3 2 1 a 4 及び四つの孔 p 3 2 1 a 5 を有している。孔 p 3 2 1 a 4 には、軸 a x 2 1 が貫

通する。孔 p 3 2 1 a 5 には、蓋部 p 3 2 1 a 1 と中間部 p 3 2 1 a 3、底部 p 3 2 1 a 2 を固定するネジ（図示せず）が貫通する。底部 p 3 2 1 a 2 についても同様である。

[0043] 中間部 p 3 2 1 a 3 は、蓋部 p 3 2 1 a 1 及び底部 p 3 2 1 a 2 の径より小さい径を有する円筒形状を有している。従って、蓋部 p 3 2 1 a 1、底部 p 3 2 1 a 2、及び中間部 p 3 2 1 a 3 を一体とすることによって、中間部 p 3 2 1 a 3 にはワイヤーを配置する溝 p 3 2 1 a 10 を形成することができる。中間部 p 3 2 1 a 3 は、一つの孔 p 3 2 1 a 7、二つのネジ溝付き孔 p 3 2 1 a 9、及びのネジ溝無し孔 p 3 2 1 a 8 を有している。孔 p 3 2 1 a 7 には、軸 a x 2 1 が貫通する。孔 p 3 2 1 a 8 には、蓋部 p 3 2 1 a 1 と中間部 p 3 2 1 a 3、底部 p 3 2 1 a 2 を固定するネジ（図示せず）が貫通する。孔 p 3 2 1 a 9 には、蓋部 p 3 2 1 a 1 と中間部 p 3 2 1 a 3、底部 p 3 2 1 a 2 を固定するネジと螺合するネジ溝が形成されている。

[0044] また、中間部 p 3 2 1 a 3 は、内部に、孔 p 3 2 1 a 7 の周囲を取り囲むように形成されたワイヤー配置孔 p 3 2 1 a 6 を有している。従って、溝 p 3 2 1 a 10 及びワイヤー配置孔 p 3 2 1 a 6 を通るようにワイヤーを配置することによって、ワイヤーの動作と一体に第一の基節骨部プーリー p 3 2 1 a を動作させることができる。

なお、第一の基節骨部プーリー p 3 2 1 a、軸 a x 2 1、第一の基節骨部 3 2 1 a の上面 3 2 1 1 a 及び下面 3 2 1 2 a によって、第一の中手指節間ジョイント j 3 2 1 a が形成される。

[0045] ・第二の基節骨部 3 2 1 b

図 4 に示すように、第二の基節骨部 3 2 1 b は、四角柱形状を有している。第二の基節骨部 3 2 1 b は、第一の側部 3 2 1 1 b、第二の側部 3 2 1 2 b、及び突出部 3 2 1 3 b を有している。第一の側部 3 2 1 1 b 及び第二の側部 3 2 1 2 b は、第一の基節骨部 3 2 1 a 側の端部に軸 a x 2 2 が貫通する孔（図示せず）を有している。第二の基節骨部 3 2 1 b は、第一の基節骨部 3 2 1 a と軸 a x 2 2 を介して接続されている。第二の基節骨部 3 2 1 b

は、軸 $a \times 22$ に対して矢印 $a42$ 方向へ回転動作する。突出部 $3213b$ は、軸 $a \times 23$ が貫通する孔（図示せず）を有している。第一の側部 $3211b$ 及び第二の側部 $3212b$ は、取り外し可能に構成されている。

[0046] 第二の基節骨部プーリー $p321b$ は、第一の側部 $3211b$ 及び第二の側部 $3212b$ のそれぞれに対して固定されている。従って、第二の基節骨部プーリー $p321b$ は、第二の基節骨部 $321b$ と一体となって動作する。また、第二の基節骨部プーリー $p321b$ は、軸 $a \times 22$ を介して第二の基節骨部 $321b$ の動作方向である矢印 $a42$ 方向へ回転する。第二の基節骨部プーリー $p321b$ の構成については、第一の基節骨部プーリー $p321a$ と同様である。

なお、第二の基節骨部プーリー $p321b$ 、軸 $a \times 22$ 、第一の基節骨部 $321a$ の突出部 $3213a$ によって、第二の中手指節間ジョイント $j321b$ が形成される。

[0047] ・中節骨部 322

図4に示すように、中節骨部 322 は、四角柱形状を有している。中節骨部 322 は、第一の側部 3221 、第二の側部 3222 、及び中間部 3223 を有している。第一の側部 3221 及び第二の側部 3222 は、第二の基節骨部 $321b$ 側の端部に軸 $a \times 23$ が貫通する孔を有している。第一の側部 3221 及び第二の側部 3222 は、中間部 3223 に対して取り外し可能に構成されている。中節骨部 322 は、第二の基節骨部 $321b$ と軸 $a \times 23$ を介して接続されている。中節骨部 322 は、軸 $a \times 23$ に対して矢印 $a43$ 方向へ回転動作する。

[0048] 中節骨部プーリー $p322$ は、第一の側部 3221 及び第二の側部 3222 のそれぞれの第二の基節骨部 $321b$ の突出部 $3213b$ 側に固定されている。従って、中節骨部プーリー $p322$ は、中節骨部 322 と一体となって動作する。また、中節骨部プーリー $p322$ は、軸 $a \times 23$ を介して中節骨部 322 の動作方向である矢印 $a43$ 方向へ回転する。中節骨部プーリー $p322$ の構成については、第一の基節骨部プーリー $p321a$ と同様であ

る。

[0049] なお、中節骨部プーリー p 3 2 2、軸 a x 2 3、カム C 3 2 3（後述）、リンク棒 L 3 2（後述）、第二の基節骨部 3 2 1 b の突出部 3 2 1 3 b によって、近位指節間ジョイント j 3 2 2 が形成される。

[0050] 中間部 3 2 2 3 から第一の側部 3 2 2 1 及び中節骨部プーリー p 3 2 2 を取り外した状態を図 6 に示す。なお、図 6 においては、図 4 における第二指部 3 2 を近位指節間ジョイント j 3 2 2 及び遠位指節間ジョイント j 3 2 3 において屈曲させた状態を示している。

中間部 3 2 2 3 は、リンク配置溝 3 2 2 4 を有している。リンク配置溝 3 2 2 4 には、リンク棒 L 3 2 が配置される。リンク棒 L 3 2 の第二の基節骨部 3 2 1 b 側の一端 T 3 2 1 は、軸 a x 2 3 と同軸に配置されるカム C 3 2 3 に接続される。また、リンク棒 L 3 2 の末節骨部 3 2 3 側の一端 T 3 2 2 は、軸 a x 2 4 と同軸に配置されるカム C 3 2 4 に接続される。このように、リンク棒 L 3 2 は、カム C 3 2 3 とカム C 3 2 4 とを接続するように配置される。よって、中節骨部 3 2 2 の屈曲に連動して、末節骨部 3 2 3 を屈曲させることができる。

なお、軸 a x 2 4、カム C 3 2 4、リンク棒 L 3 2 によって、遠位指節間ジョイント j 3 2 3 が形成される。

[0051] (2) 第一指部、第三指部～第五指部の構成

第一の側部 3 1、第三指部 3 3～第五指部 3 5 については、第二指部 3 2 と同様の構成を有している。

[0052] 5. 掌部 3 6 の構成

掌部 3 6 の構成について、図 3 を用いて説明する。掌部 3 6 は、第一指部固定部材 3 6 1、第二指部固定部材 3 6 2、第三指部固定部材 3 6 3、第四指部固定部材 3 6 4、第五指部固定部材 3 6 5、本体部 3 6 6、接続部 3 6 7、及び手首配置プーリー群 g 3 6 を有している。

第一指部固定部材 3 6 1 は、第一指部 3 1 第一の基節骨部 3 1 1 a を介して第一指部 3 1 を本体部 3 6 6 に固定する。第二指部固定部材 3 6 2～第五

指部固定部材 365 についても、それぞれ同様である。

本体部 366 は、各指部側に第一指部固定部材 361 ~ 365 を、手首側に接続部 367 を、それぞれ有している。本体部 366 では、左右の側面に接続部 367 が固定される。

接続部 367 は、本体部 366 を横断するように配置されるプーリー固定軸 $a \times 36$ を有している。プーリー固定軸 $a \times 36$ には、第一指部 31 ~ 第五指部 35 に配置されている各プーリーとワイヤーを介して接続されるプーリーである手首配置プーリーからなる手首配置プーリー群 $g \ 36$ が配置される。

[0053] ここで、手首配置プーリー群 $g \ 36$ を図 7 を用いて説明する。図 7 は、掌部 36 の本体部 366 の上面部を取り除いた状態を示している。手首配置プーリー群 $g \ 36$ は、第一指部 31 から見て、手首配置プーリー $g \ 311a$ 、手首配置プーリー $g \ 312$ 、手首配置プーリー $g \ 311b$ 、手首配置プーリー $g \ 321a$ 、手首配置プーリー $g \ 322$ 、手首配置プーリー $g \ 321b$ 、手首配置プーリー $g \ 331a$ 、手首配置プーリー $g \ 341a$ 、手首配置プーリー $g \ 351a$ 、手首配置プーリー $g \ 332$ 、手首配置プーリー $g \ 342$ 、手首配置プーリー $g \ 352$ 、手首配置プーリー $g \ 331b$ 、手首配置プーリー $g \ 341b$ 、手首配置プーリー $g \ 351b$ の順番で配置されている。ここで、手首配置プーリー $g \ 311a$ 、手首配置プーリー $g \ 312$ 、手首配置プーリー $g \ 311b$ は、それぞれ、第一指部 31 の第一の基節骨部プーリー $p \ 311a$ に接続されるプーリー、第二の基節骨部 $311b$ に接続されるプーリー、中節骨部プーリー $p \ 312$ に接続されるプーリーを表している。他の手首配置プーリーについても同様である。

[0054] このように、第一指部 31 ~ 第五指部 35 に配置されている各プーリーとワイヤーを介して接続される手首配置プーリー $g \ 311a \sim g \ 352$ とを用いて各指部を動作させることにより、手部 3 と腕部 5 とを分離することができる。また、手首配置プーリー群 $g \ 36$ をプーリー固定軸 $a \times 36$ に配置することによって、プーリー固定軸 $a \times 36$ を中心に手部 3 を腕部 5 に対して

屈曲させたとしても、屈曲に基づく各指部の動作への動作補償を容易に行うことができる。

また、手首配置プーリーg 3 3 1 b、g 3 4 1 b、g 3 5 1 bを隣接して配置している。このように、各指部の第二の基節骨部3 3 1 b、3 4 1 b、3 5 1 bを動作させる手首配置プーリーg 3 3 1 b、g 3 4 1 b、g 3 5 1 bを隣接して配置することによって、手首配置プーリーg 3 3 1 b、g 3 4 1 b、g 3 5 1 bを一つの駆動装置d 5（後述）で動作させることができる。よって、各指部を動作させるための駆動装置d 5の数を減少させることができる。手首配置プーリーg 3 3 2、g 3 4 2、g 3 5 2、及び、手首配置プーリーg 3 3 1 a、g 3 4 1 a、g 3 5 1 aについても同様である。

[0055] ここで、手首配置プーリーg 3 2 1 aの構成を図8を用いて説明する。手首配置プーリーg 3 2 1 aは、ギア部g 3 2 1 a 1、底部g 3 2 1 a 2、及び中間部g 3 2 1 a 3を有している。ギア部g 3 2 1 a 1は、円盤形状を有しており、側面にギア歯が形成されている。また、ギア部g 3 2 1 a 1は、中央に配置される一つの孔g 3 2 1 a 4及びその回りに配置される四つの孔g 3 2 1 a 5を有している。孔g 3 2 1 a 4には、プーリー固定軸a x 3 6が貫通する。孔g 3 2 1 a 5には、ギア部g 3 2 1 a 1と中間部g 3 2 1 a 3、底部g 3 2 1 a 2を固定するネジ（図示せず）が貫通する。

底部g 3 2 1 a 2は、円盤形状を有している。また、底部g 3 2 1 a 2は、中央に配置される一つの孔及びその周りに配置される四つの孔を有している。中央に配置される孔には、プーリー固定軸a x 3 6が貫通する。周りに配置される孔には、ギア部g 3 2 1 a 1と中間部g 3 2 1 a 3、底部g 3 2 1 a 2を固定するネジ（図示せず）が貫通する。

[0056] 中間部g 3 2 1 a 3は、ギア部g 3 2 1 a 1及び底部g 3 2 1 a 2の径より小さい径を有する円筒形状を有している。従って、ギア部g 3 2 1 a 1、底部g 3 2 1 a 2、及び中間部g 3 2 1 a 3を一体とすることによって、中間部g 3 2 1 a 3の外周面にはワイヤーを配置する溝g 3 2 1 a 9を形成することができる。中間部g 3 2 1 a 3は、中央に配置される一つの孔g 3 2

1 a 7 及びその周りに配置される四つの孔 g 3 2 1 a 8 を有している。孔 g 3 2 1 a 7 には、プーリー固定軸 a x 3 6 が貫通する。孔 g 3 2 1 a 8 には、ギア部 g 3 2 1 a 1 と中間部 g 3 2 1 a 3、底部 g 3 2 1 a 2 を固定するネジ（図示せず）が貫通する。また、中間部 g 3 2 1 a 3 は、内部に形成されるワイヤー配置溝 g 3 2 1 a 6 を有している。従って、溝 g 3 2 1 a 9 及びワイヤー配置溝 g 3 2 1 a 6 を通るようにワイヤーを配置することによって、ワイヤーの動作と一体に手首配置プーリー g 3 2 1 a を動作させることができる。なお、孔 g 3 2 1 a 8 には、ギア部 g 3 2 1 a 1 と中間部 g 3 2 1 a 3、底部 g 3 2 1 a 2 を固定するネジと螺合するネジ溝が形成されている。他の手首配置プーリーについても同様である。

このように、プーリー及びギアを薄型化し、一体として構成することによって、手首配置プーリー g 3 1 1 a ~ g 3 5 2 をプーリー固定軸 a x 3 6 上に一列に配置することができる。これにより、手部 3 と腕部 5 とを分離することができる。

[0057] 6. 腕部 5 の構成

腕部 5 の構成を図 9 を用いて説明する。図 9 は、ロボットハンド 1 における手部 3 と腕部 5 とを分離した状態を示している。腕部 5 は、掌部 3 6 の手首配置プーリー群 g 3 6 に属する手首配置プーリーのそれぞれと噛み合う腕部プーリーによって形成される腕部プーリー群 r 5 を有している。腕部プーリー群 r 5 は、腕部プーリー r 3 1 1 a、3 1 1 b、3 1 2、・・・（図示せず）を有している。腕部プーリー r 3 1 1 a は手首配置プーリー g 3 1 1 a と、腕部プーリー r 3 1 1 b は手首配置プーリー g 3 1 1 b と、腕部プーリー r 3 1 2 は手首配置プーリー g 3 1 2 と、それぞれ噛み合う。他の腕部プーリーについても同様である。腕部プーリー群 r 5 に属する腕部プーリーは、腕部プーリー固定軸 a x 5 に一列に固定されている。

[0058] これにより、腕部 5 は、腕部プーリー群 r 5 に加えて、腕部プーリー群 r 5 を動作させる制御回路、アクチュエータからなる駆動装置 d 5 を有している。腕部プーリー群 r 5 に属する腕部プーリーのそれぞれは、駆動装置 d 5

によって動作する。

このように、制御回路を介したアクチュエータによる動作制御が可能となるので、各指部の動作制御を容易に行うことができる。また、手部3と腕部5とを分離することができるので、それぞれのメンテナンス性を向上させることができる。さらに、腕部5に駆動装置d5を配置することとしたので、ロボットハンド1の用途に合わせて、自由に駆動装置d5を選択することができる。

[0059] 次に、図10-1および図10-2を用いて、第2の駆動力伝達部材の構成実施例を説明する。

上述したように、第1の駆動力伝達部材と第2の駆動力伝達部材の駆動力伝達部材は手首関節と平行な軸上にそれぞれ同軸上に設置することにより、手部を動作させた場合に他のプーリーに対する動作の補償を容易に行うことが可能となる。駆動力伝達部材は、歯車で構成されており、それらの歯車は同軸上に配置されることになる。第1の駆動力伝達部材と第2の駆動力伝達部材のそれぞれの歯車の対応関係は自由に変更することが可能である。例えば、図10-1に示す図では、第2の駆動力伝達部材の歯車と第1の駆動力伝達部材の歯車を1対1で対応させた場合の実施例である。この実施例の特徴は各関節を個別に駆動させることが可能である点である。

[0060] 一方、図10-2に示す図では、第2の駆動力伝達部材の歯車と第1の駆動力伝達部材の歯車を1対複数で対応させた場合の実施例である。この実施例の特徴は少ないアクチュエータで複数の関節を動作させることが可能である点である。制御をシンプルにしたい場合や複雑な動作が必要ない場合に有効となる。

上記の例に限らず、自由に第1の駆動力伝達部材の配置を決定することができ、また、第2の駆動力伝達部材の歯車と第1の駆動力伝達部材の歯車の対応関係を自由に決定することができる。

[0061] 次に、図11を用いて、手部の各関節の関節角度を制御するため手順について説明する。図11は、手部の各関節（手首関節を含む）の関節角度を制

御するための実施例である。制御用パソコン（PC）に目標関節角度を入力し、ロボットハンドの機構寸法の設計仕様に基づいて、駆動力伝達部材と第一の基節骨部などで発生する動作干渉を補償するための補正值を計算して、モータに送る関節角度指令値を予め決定する。

ロボットハンド1における腕部5では、与えられた関節角度指令値に対してPID制御などによるトルク制御を行う。腕部で発生するモータトルクは、ワイヤーと歯車を介して各関節に伝えられる。

[0062] 図12に、手部の各関節の関節角度の制御フローチャートを示す。先ず、手部の各関節および手首関節の目標関節角度を入力し（ステップS01）、ロボットハンドの機構寸法の設計仕様に基づいて、手部の各関節の干渉補正值を算出する（ステップS03）。

ロボットハンドの機構寸法の設計仕様とは、第1のプーリーと第2のプーリーを連結するワイヤーのルートを誘導するプーリーの直径から決定される。そして、手部の各関節および手首関節の関節角度の補正係数をロボットハンドの腕部の制御部に出力する（ステップS05）。

腕部の制御部では、予め設定された関節角度の補正係数に従って、各モータの回転角度を制御する（ステップS07）。腕部の第2の駆動力伝達部材の歯車が回転し（ステップS09）、それに伴い、手部の第1の駆動力伝達部材の歯車が回転する（ステップS11）。第1の駆動力伝達部材の歯車が回転することにより、手部の第1の駆動力伝達部材と一体化された第2のプーリーが回転し（ステップS13）、手部の各関節の第1のプーリーが回転し（ステップS15）、手指関節などの可動部が動くことになる。

[0063] 次に、図13に、ロボットハンド1の腕部のモータから手部の指関節の2つのプーリー（図4における第二の基節骨部プーリーp321bと中節骨部プーリーp322）に駆動力が伝達される様子を模式的に示す。なお、図13では、中節骨部プーリーp322に対して、干渉補正を行わない場合（図13（1））と、干渉補正を行った場合（図13（2））の違いを示している。

干渉補正を行わずに第二の基節骨 3 2 1 b の関節の第二の基節骨部プーリー p 3 2 1 b を駆動した場合、中節骨部 3 2 2 において、第二の基節骨 3 2 1 b の回転に伴って、第二の基節骨部プーリー p 3 2 1 b につながる中節骨部プーリー p 3 2 2 が回転してしまう（図 1 3 (1) を参照）。この干渉に対して予め計算された設計値に基づいて角度補正を行うことにより、図 1 3 (2) に示すように、中節骨部プーリー p 3 2 2 を逆回転するように第 1 の駆動力伝達部材の歯車を回転させるように、第 2 の駆動力伝達部材の歯車に駆動力を与えることにより、中節骨部 3 2 2 で発生する中節骨部プーリー p 3 2 2 の回転をキャンセルすることが可能となる。

[0064] また、図 1 4 に、ロボットハンド 1 の腕部のモータから手部の指関節の 3 つのプーリー（図 4 における第一の基節骨部プーリー p 3 2 1 a、第二の基節骨部プーリー p 3 2 1 b、および中節骨部プーリー p 3 2 2）に駆動力が伝達される様子を模式的に示す。なお、図 1 4 では、第二の基節骨部プーリー p 3 2 1 b および中節骨部プーリー p 3 2 2 に対して、干渉補正を行わない場合（図 1 4 (1)）と、干渉補正を行った場合（図 1 4 (2)）の違いを示している。

[0065] ここで、図 1 4 および以下の説明においては、第一の基節骨部の関節を MP ロール、第二の基節骨部の関節を MP ピッチ、中節骨部の関節を P I P ピッチと称して説明する。

干渉補正を行わずに、第一の基節骨部 3 2 1 a の関節（MP ロール）を駆動した場合、第一基節骨部 3 2 1 a（MP ロール）の回転に伴って、第二の基節骨部プーリー p 3 2 1 b ならびに中節骨部プーリー p 3 2 2 が回転してしまう。この干渉に対して予め計算された設計値に基づいて関節角度補正を行うことにより、第一基節骨部 3 2 1 a（MP ロール）で発生する第二の基節骨部プーリー p 3 2 1 b ならびに中節骨部プーリー p 3 2 2 の回転をキャンセルすることが可能となる。

[0066] 設計値に基づいて関節角度補正を行う計算式の 1 例を下記式に示す。MP ピッチおよび P I P ピッチの指令値の算出は、MP ピッチおよび P I P ピッ

チの目標値に対して、第1のプーリと第2のプーリの間に配置されている誘導プーリの直径で決定された補正係数による補正を行って算出している。

[0067] [数1]

MPロール指令値 = MPロール目標値

MPピッチ指令値 = MPピッチ目標値 - 0.64 × MPロール指令値

PIPピッチ指令値 = PIPピッチ目標値 - 0.29 × MPピッチ指令値 - 0.38 × MPロール指令値

[0068] なお、本発明のロボットハンドにおいては、第1の駆動力伝達部材の歯車を同一軸上に配置しているため、手首の稼働による干渉を設計寸法から容易に角度補正値を計算することが可能である。

[0069] [他の実施例]

(1) リンク棒L32、カムC324

前述の実施例1においては、回転部材としてのカムC324及び連結部材としてのリンク棒L32を用いて、中節骨部プーリーp322を動作させることによって、隣接可動部である遠位指節間ジョイントj322も動作させることとしたが、中節骨部プーリーp322を動作させることによって、遠位指節間ジョイントj322ができるものであれば、例示のものに限定されない。例えば、ワイヤーとプーリーとを用いた機構を用いるようにしてもよい。他の遠位指節間ジョイントについても同様である。

[0070] (2) 手首配置プーリーg311a～g352

前述の実施例1においては、第1の駆動力伝達部材である手首配置プーリーg311a～g352のギア（歯車）は、前記第2のプーリーである手首配置プーリーg311a～g352のプーリーの回転軸であるプーリー固定軸ax36と同軸上に存在する回転軸を有するとしたが、回転軸がプーリー固定軸ax36と同軸上に存在するものであれば、例示のものに限定されない。例えば、ベルト、チェーン、マグネット、カム等用いて同軸上に配置でき駆動力が伝達できる部材を用いるようにしてもよい。

[0071] (3) 手部の各関節の干渉補正の制御方法について

ロボットハンドの機構寸法の設計仕様に基づいて、手部の各関節の干渉補正値の算出する以外にも、ロボットハンドの各関節に角度センサーをつけて

、その信号をフィードバックして制御を行う方法や力センサーをつけて力制御を行う方法でも構わない。

産業上の利用可能性

[0072] 本発明は、ロボットハンドに用いることができ、例えば、ロボットマニピュレータ、義手等に用いることができる。

符号の説明

[0073] 1 ロボットハンド
 3 手部
 5 腕部
 31 第一指部
 32 第二指部
 33 第三指部
 34 第四指部
 35 第五指部
 36 掌部
 p311a、p321a、p331a、p341a、p351a
 ・第一の基節骨部プーリー
 p311b、p321b、p331b、p341b、p351b
 ・第二の基節骨部プーリー
 m321a、m321b、m322 モータ
 p312、p322、p332、p342、p352 中節骨部
 プーリー
 g311a、g312、g311b、g321a、g322、g321b
 、g331a、g331a、g331a、g332、g342、g352、
 g331b、g341b、g351b、g300 手首配置プーリー
 — (手部の第1の駆動力伝達部材)
 r311a、r312、r311b、r321a、r322、r321b
 、r331a、r331a、r331a、r332、r342、r352、

r 3 3 1 b、r 3 4 1 b、r 3 5 1 b、r 3 0 0 腕部の第 2 の駆
動力伝達部材

請求の範囲

- [請求項1] 指関節の可動部を有する手部及び前記可動部を駆動する駆動力を発生する腕部を有するロボットハンドであって、
- 前記手部は、
- 前記可動部に配置され可動方向に回転する第1のプーリー、
- 前記可動部に対して手首側に配置される第2のプーリー、
- 前記第2のプーリーを回転させる駆動力を伝達する第1の駆動力伝達部材、
- 前記第1のプーリーに固定され、かつ、前記第2のプーリーに固定される線状部材であって、当該第1のプーリーと当該第2のプーリーとを接続する線状部材、
- を有し、
- 前記第1の駆動力伝達部材は、前記第2のプーリーと一体として構成され、前記第2のプーリーの回転軸と同軸上に存在する回転軸を有し、
- 前記腕部は、
- 前記第1の駆動力伝達部材に前記駆動力を伝達する第2の駆動力伝達部材、
- 前記駆動力を発生する駆動部、
- を有し、
- 前記可動部を動作させる、ことを特徴とするロボットハンド。
- [請求項2] 指関節の可動部を有する手部及び前記可動部を駆動する駆動力を発生する腕部を有するロボットハンドであって、
- 前記手部は、
- 前記可動部に配置され可動方向に回転する第1のプーリー、
- 前記可動部に対して手首側に配置される第2のプーリー、
- 前記第2のプーリーを回転させる駆動力を伝達する第1の駆動力伝達部材、

前記第1のプーリーに固定され、かつ、前記第2のプーリーに固定される線状部材であって、当該第1のプーリーと当該第2のプーリーとを接続する線状部材、

を有し、

前記第1の駆動力伝達部材は、前記第2のプーリーと一体として構成され、前記第2のプーリーの回転軸と同軸上に存在する回転軸を有し、

前記腕部は、

前記第1の駆動力伝達部材に前記駆動力を伝達する第2の駆動力伝達部材、

前記駆動力を発生する駆動部、

前記駆動部を制御する制御部、

を有し、

前記制御部は、

前記第1の駆動力伝達部材の回転で発生する前記第2のプーリーの動作干渉を補償するため、前記第1のプーリーの回転角度補正值を予め算出し、前記駆動部に送る指関節の関節角度指令値の補正值の情報を記憶し、前記第2の駆動力伝達部材の関節角度制御を行い、前記可動部を動作させる、ことを特徴とするロボットハンド。

[請求項3] 前記可動部は、指関節のうち、第1基節骨部、第2基節骨部、中節骨部のいずれかの可動部である請求項1又は2に記載のロボットハンド。

[請求項4] 複数の可動部に対応して、複数の前記第1のプーリー、当該第1のプーリーに前記線状部材を介して接続される複数の前記第2のプーリー、当該第2のプーリーと一体化され同軸で回転する複数の前記第1の駆動力伝達部材が、同軸上に設けられることを特徴とする請求項1又は2に記載のロボットハンド。

[請求項5] 前記手部の前記可動部は、第1指～第5指における第1基節骨部、

第2基節骨部、中節骨部の少なくとも15個の可動部であり、各々の当該可動部に対応する少なくとも15個の前記第1の駆動力伝達部材が同軸上に設けられたことを特徴とする請求項1又は2に記載のロボットハンド。

[請求項6] 第1の駆動力伝達部は、手首関節と平行な軸上に同軸上に設置したことを特徴とする請求項1又は2に記載のロボットハンド。

[請求項7] 前記手部と前記腕部は、前記第1の駆動力伝達部材と前記第2の駆動力伝達部材を介して連結・分離されることを特徴とする請求項1又は2に記載のロボットハンド。

[請求項8] 前記第2の駆動力伝達部材は、前記第1の駆動力伝達部材と1対1で対応するものであることを特徴とする請求項1又は2に記載のロボットハンド。

[請求項9] 前記第2の駆動力伝達部材は、複数の前記第1の駆動力伝達部材とN対1（Nは2以上）で対応するものであることを特徴とする請求項1又は2に記載のロボットハンド。

[請求項10] 前記第2の駆動力伝達部材は、第3指～第5指の前記可動部に対応する複数の前記第1の駆動力伝達部材を一括で動作させるものであることを特徴とする請求項5に記載のロボットハンド。

[請求項11] 関連する前記可動部についての前記第2のプーリーが隣接して配置されている、
ことを特徴とする請求項5に記載のロボットハンド。

[請求項12] 前記手部の前記可動部は、第1指～第5指における第1基節骨部、第2基節骨部、中節骨部の関節に相当する少なくとも15個の可動部、および手首関節の可動部であり、前記少なくとも15個の可動部に対応する少なくとも15個の前記第1の駆動力伝達部材、および手首関節の可動部に対応する手首駆動力伝達部材が同軸上に設けられたことを特徴とする請求項1又は2に記載のロボットハンド。

[請求項13] 前記手部は、

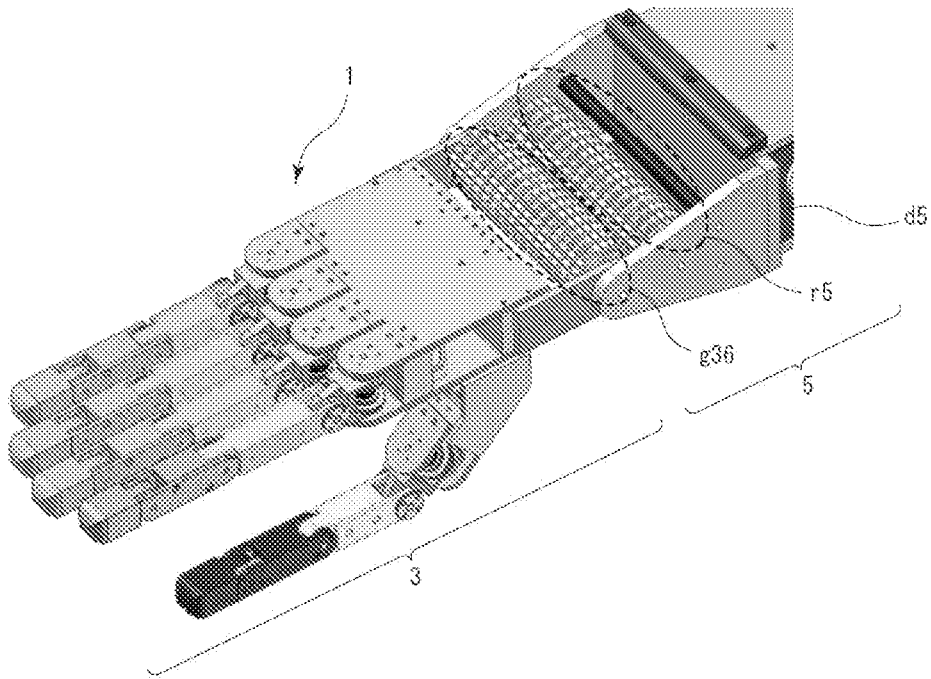
ある前記可動部に隣接する隣接可動部に配置される回転部材であって、当該隣接可動部の可動方向に回転する回転部材、

ある前記可動部に対応する前記第 1 のプーリーと前記隣接可動部に対応する前記回転部材とを連結する連結部材、

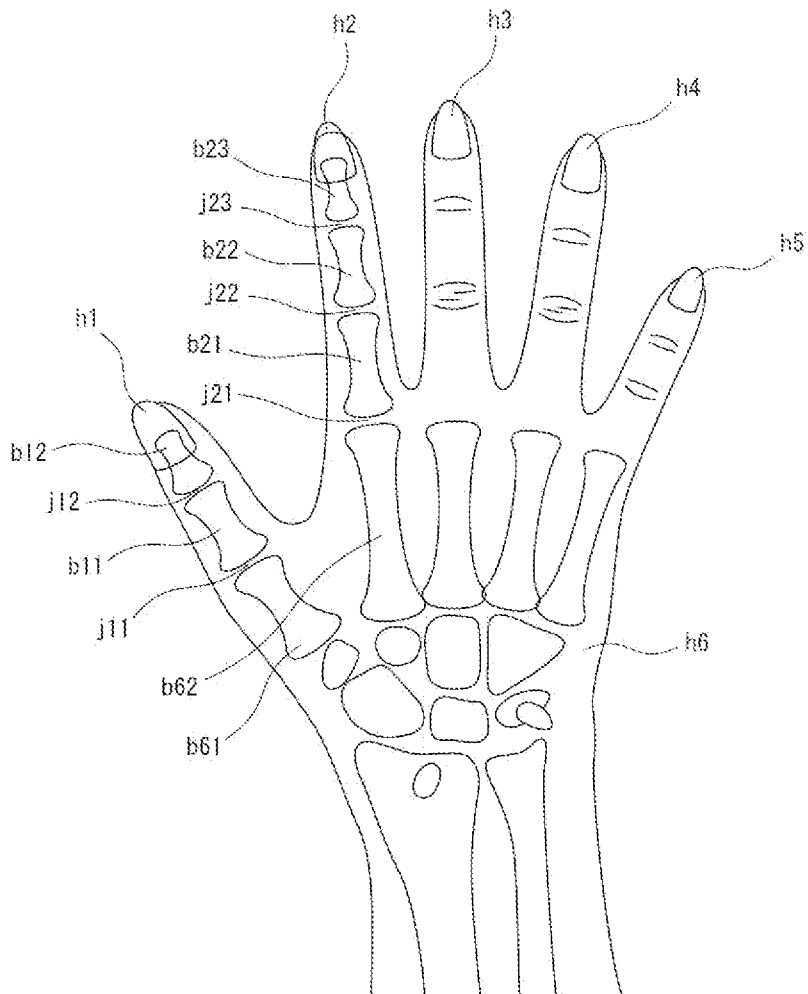
を有すること、

を特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のロボットハンド。

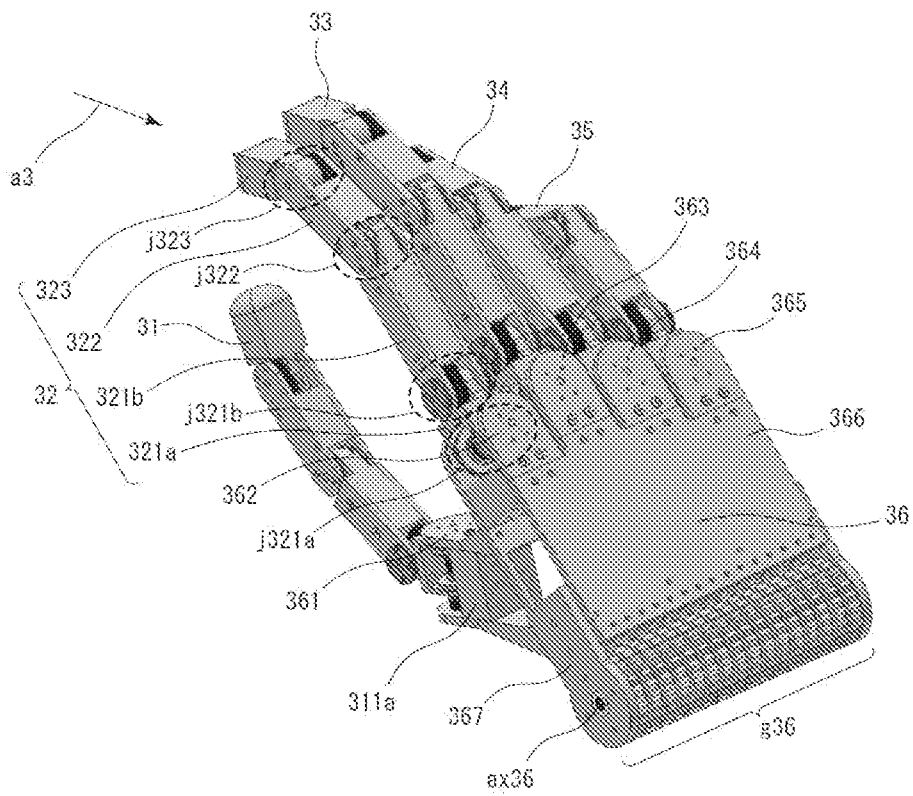
[図1]



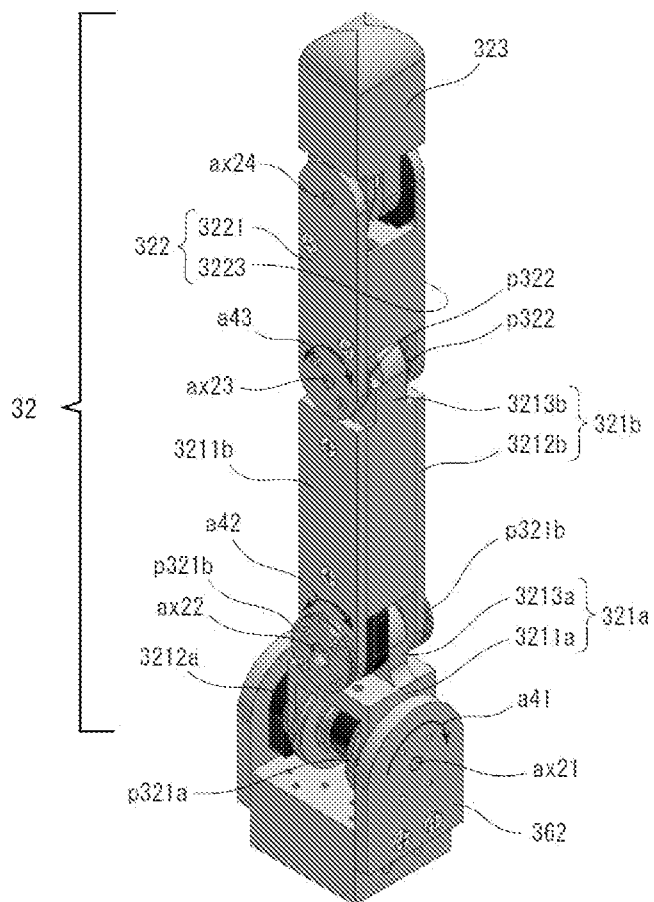
[図2]



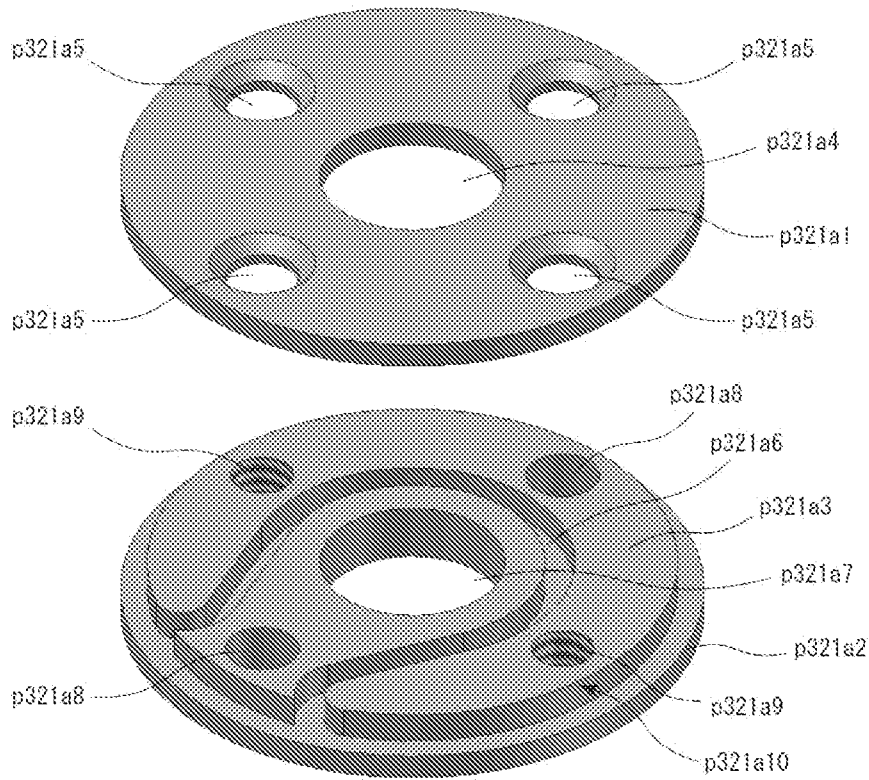
[図3]



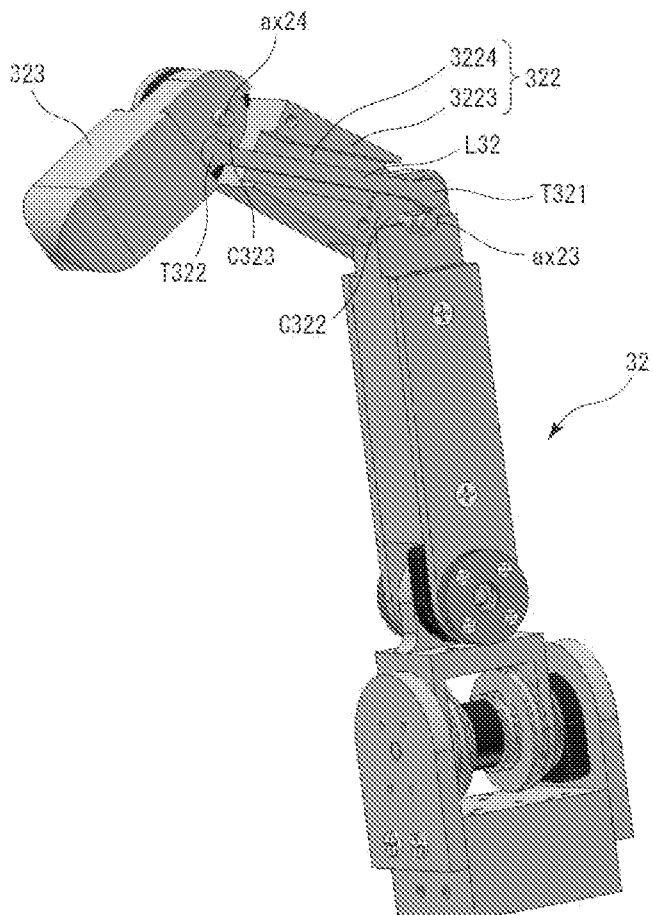
[図4]



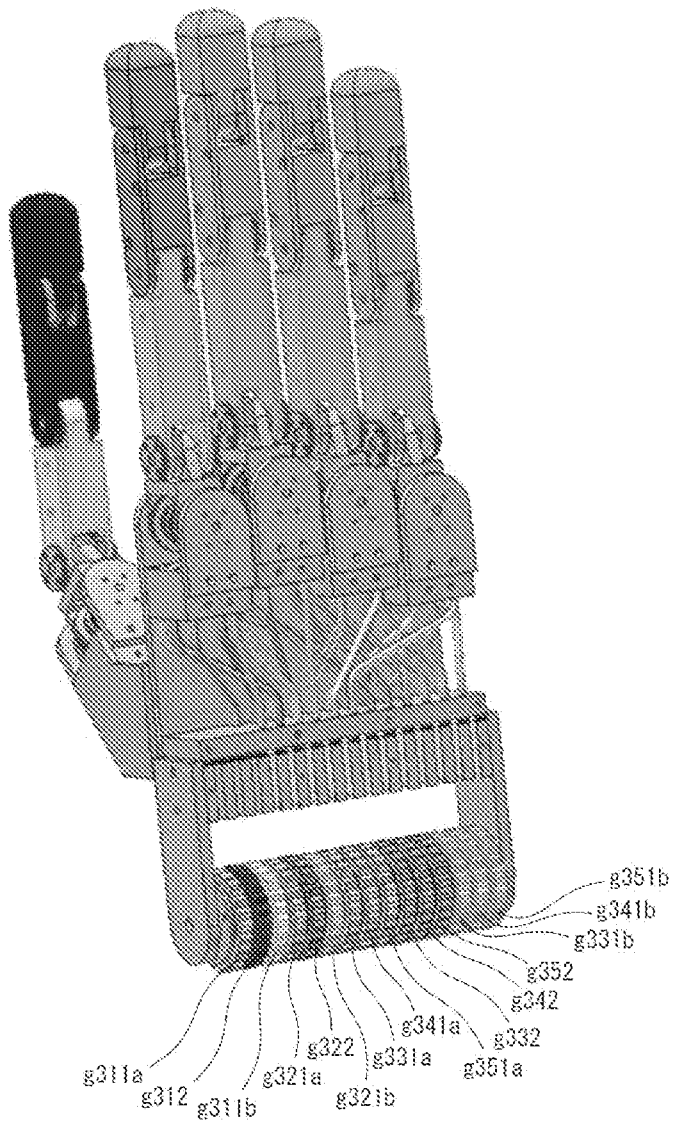
[図5]



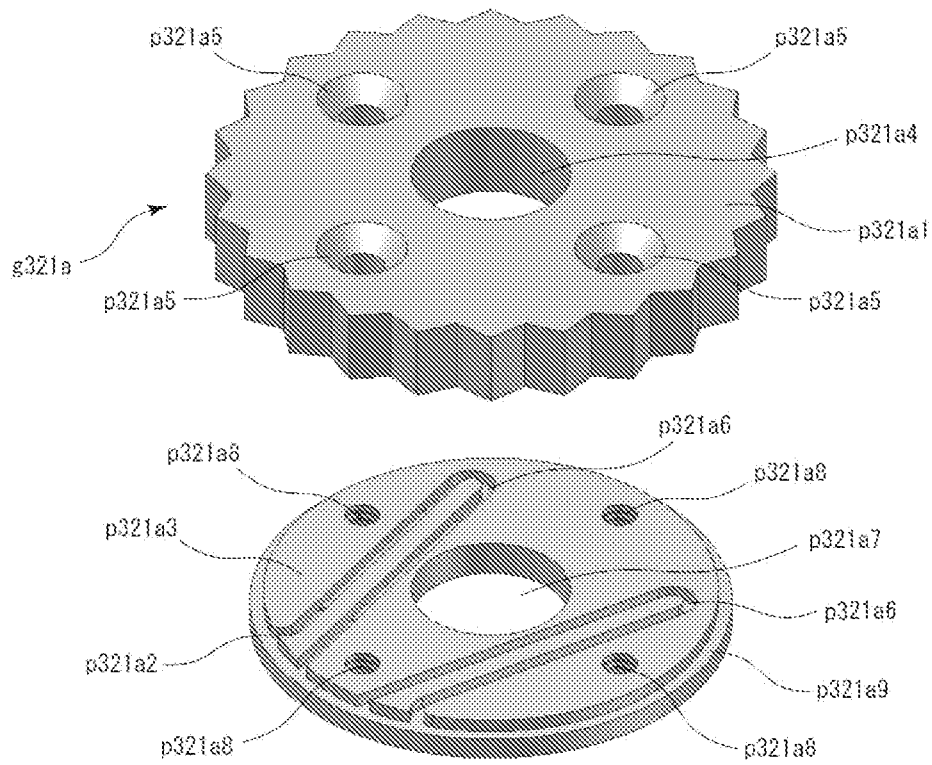
[図6]



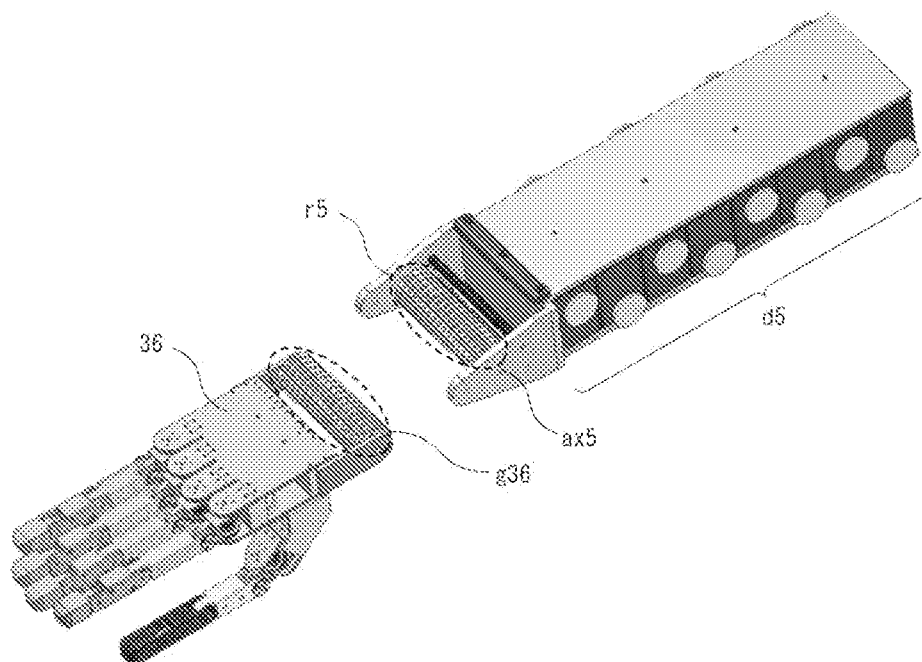
[図7]



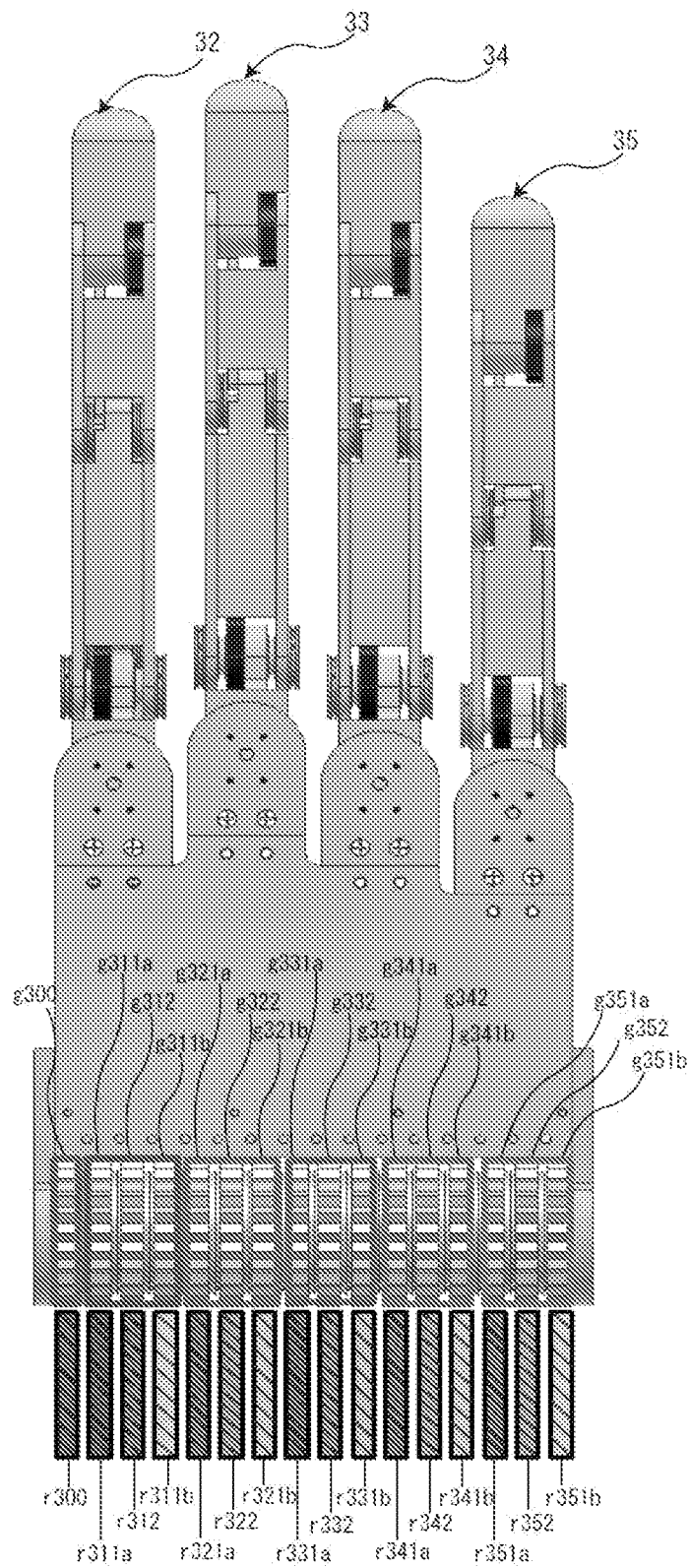
[図8]



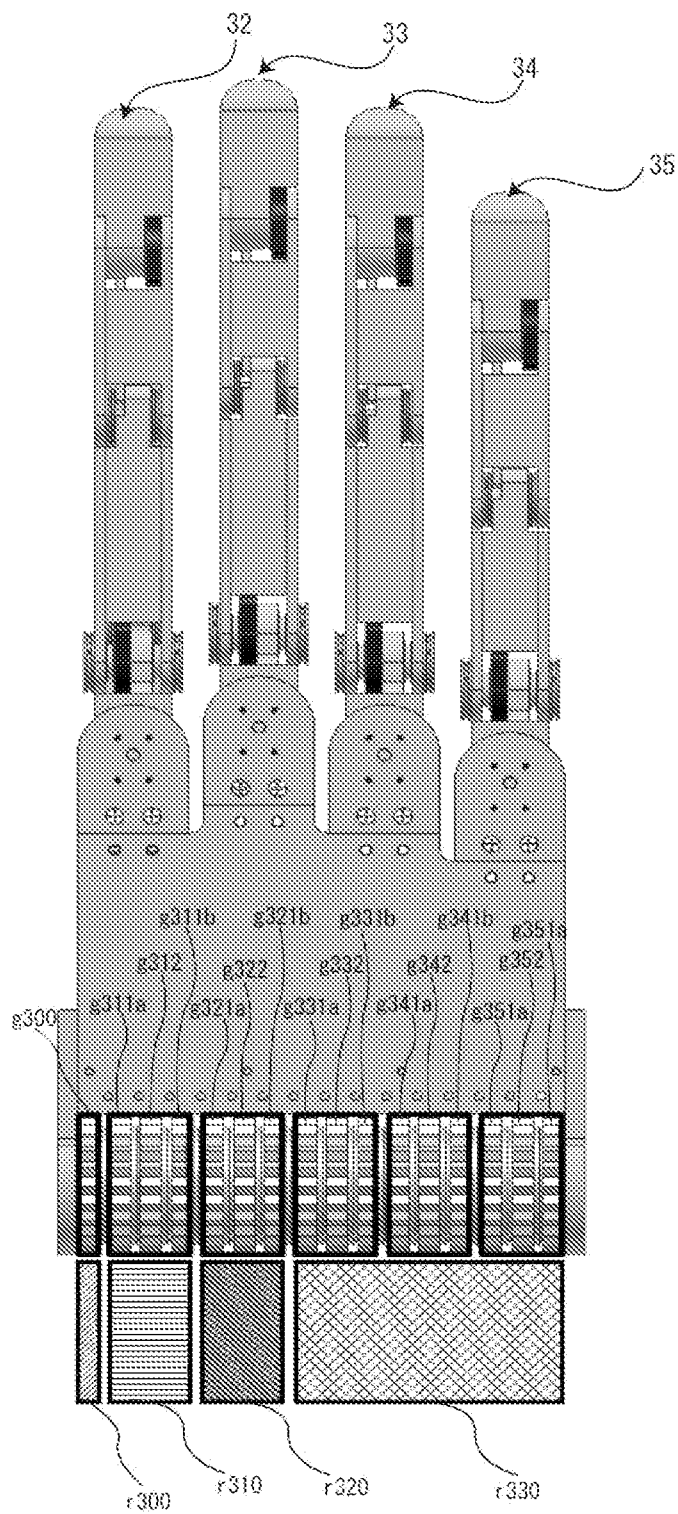
[図9]



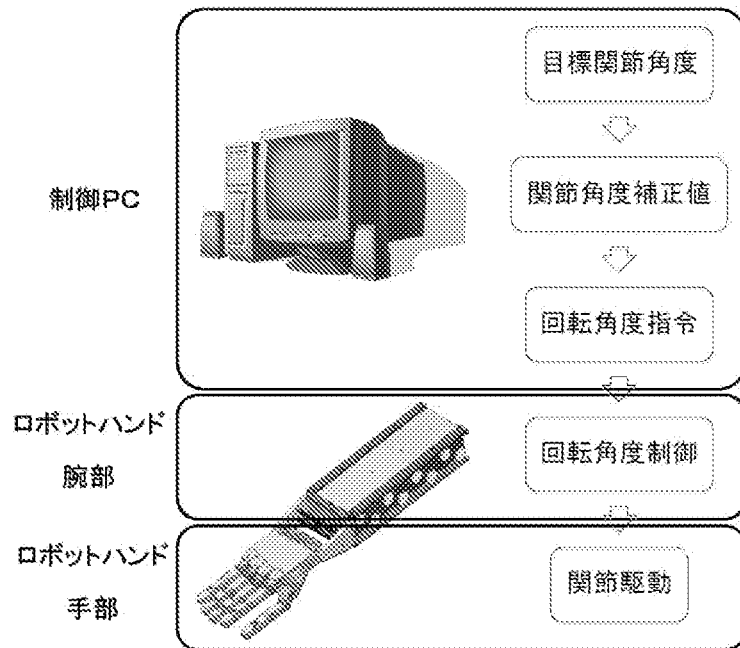
[図10-1]



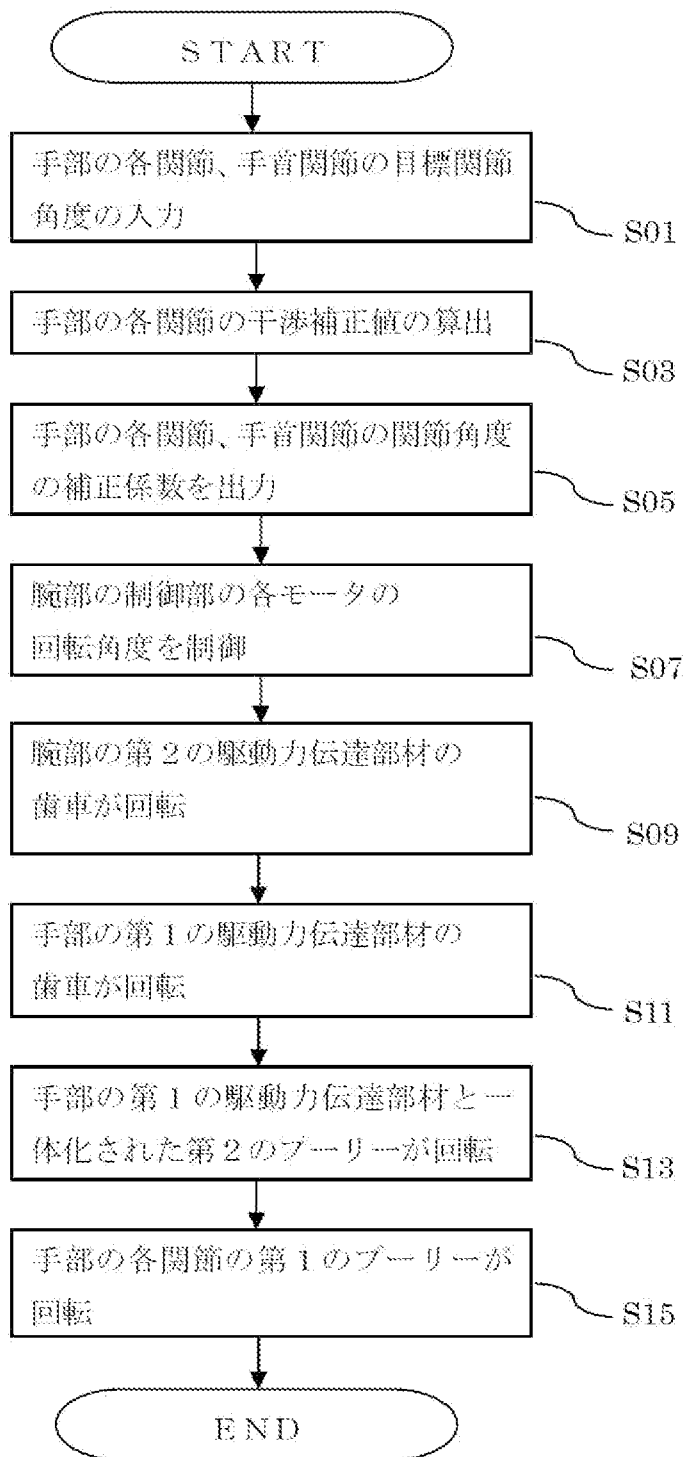
[図10-2]



[図11]

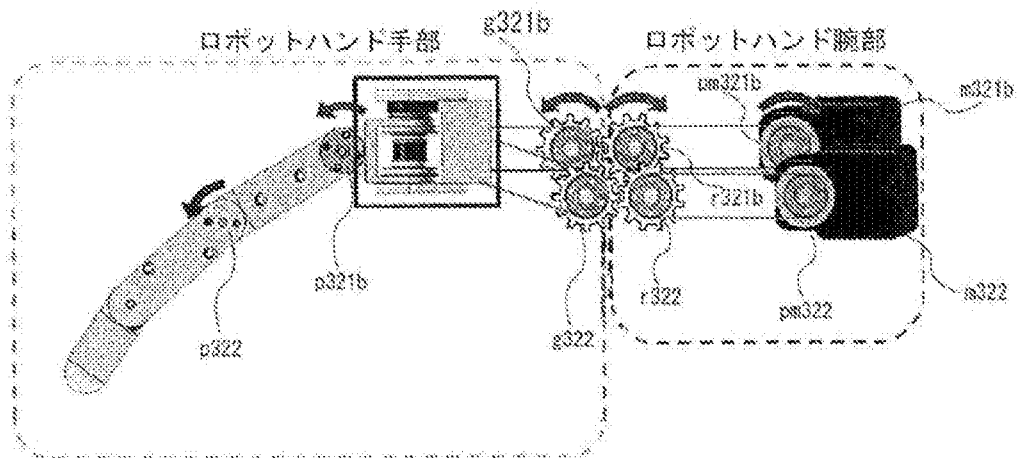


[図12]

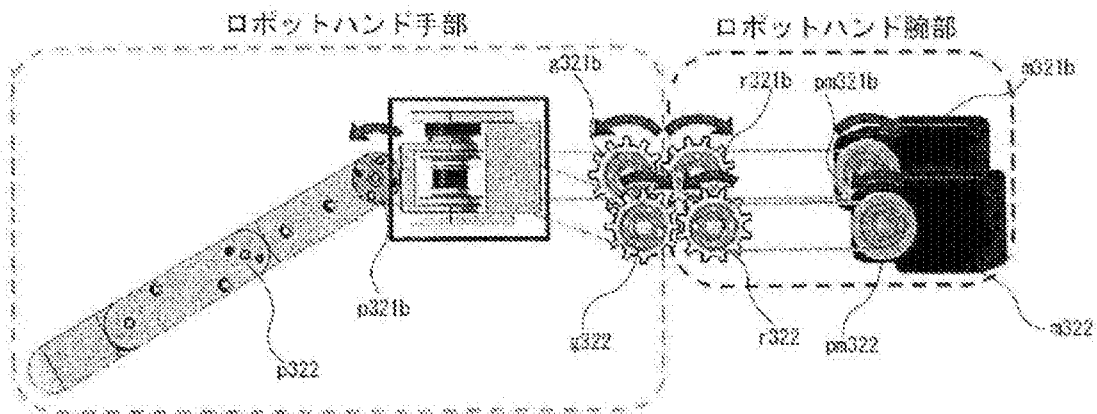


[図13]

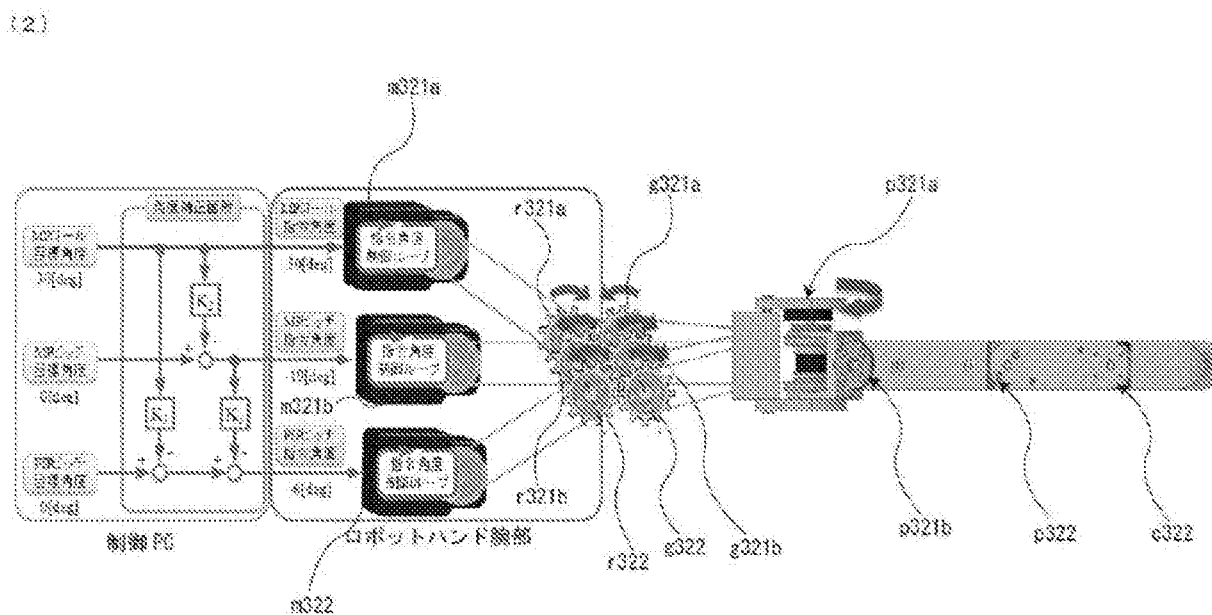
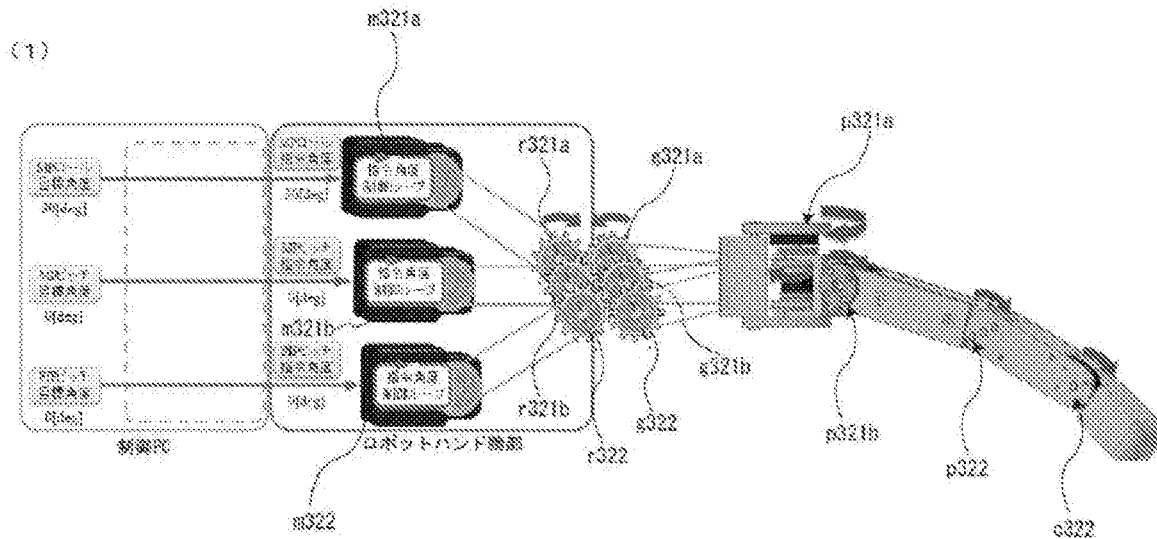
(1)



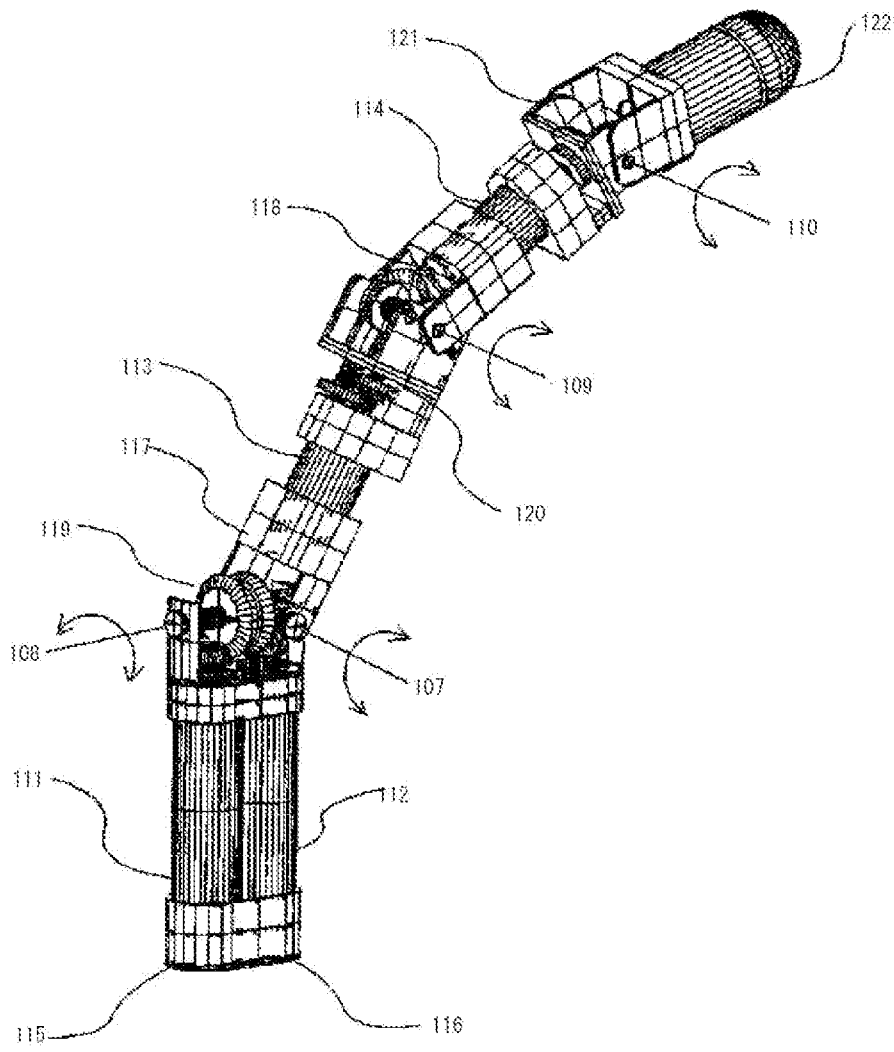
(2)



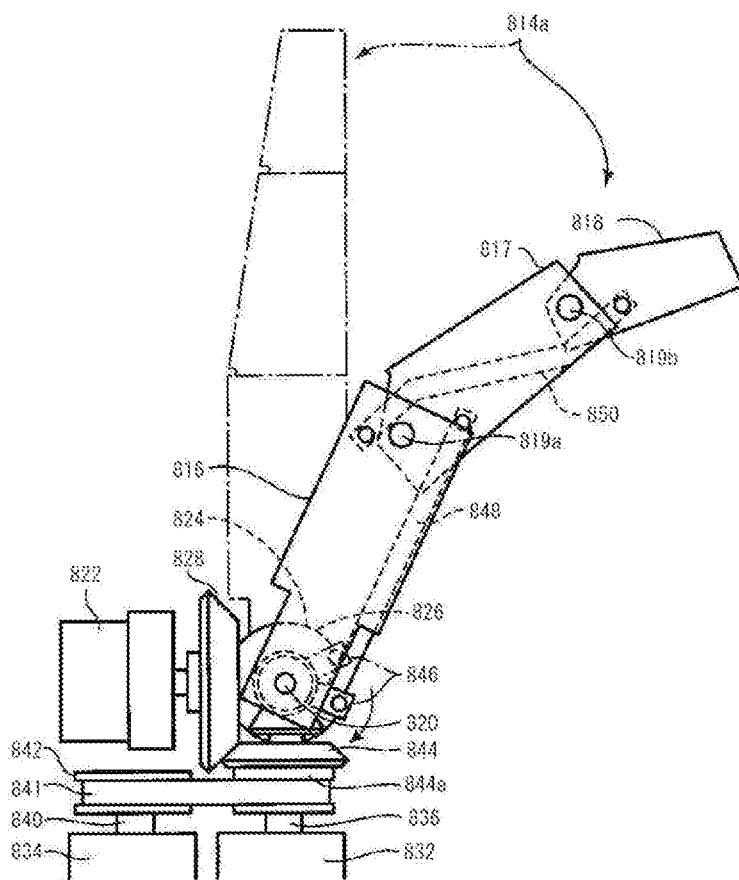
[図14]



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/070312

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B25J15/08 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B25J15/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 3245095 B2 (Haruhisa KAWASAKI), 07 January 2002 (07.01.2002), entire text; all drawings (Family: none)	1-13
A	JP 2005-66803 A (Nara Institute of Science and Technology), 17 March 2005 (17.03.2005), entire text; all drawings (Family: none)	1-13
A	JP 2006-281380 A (Japan Science and Technology Agency), 29 October 2006 (29.10.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-13

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
06 January, 2010 (06.01.10)Date of mailing of the international search report
19 January, 2010 (19.01.10)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B25J15/08(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B25J15/08

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2010年
日本国実用新案登録公報	1996-2010年
日本国登録実用新案公報	1994-2010年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 3245095 B2 (川▲崎▼ 晴久) 2002.01.07, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2005-66803 A (国立大学法人奈良先端科学技術大学院大学) 2005.03.17, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2006-281380 A (独立行政法人科学技術振興機構) 2006.10.29, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-13

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

06.01.2010

国際調査報告の発送日

19.01.2010

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

土田 嘉一

3U

9825

電話番号 03-3581-1101 内線 3324