

(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 11 月 4 日(04.11.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/126129 A1

- (51) 国際特許分類:
A61B 19/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/057673
- (22) 国際出願日: 2010 年 4 月 30 日(30.04.2010)
- (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 2009-111526 2009 年 4 月 30 日(30.04.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): テルモ株式会社 (TERUMO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 神野誠 (JIN-NO Makoto) [JP/JP]; 〒4180015 静岡県富士宮市舞々木町 1 5 0 番地 テルモ株式会社内 Shizuoka (JP). 大森繁 (OMORI Shigeru) [JP/JP]; 〒2590151 神奈川県足柄上郡中井町井ノ口 1 5 0 0 番地 テルモ株式会社内 Kanagawa (JP). 上之原秀一 (UENOHARA Shuichi) [JP/JP]; 〒4180015 静岡県富士宮市舞々木町 1 5 0 番地 テルモ株式会社内 Shizuoka (JP).

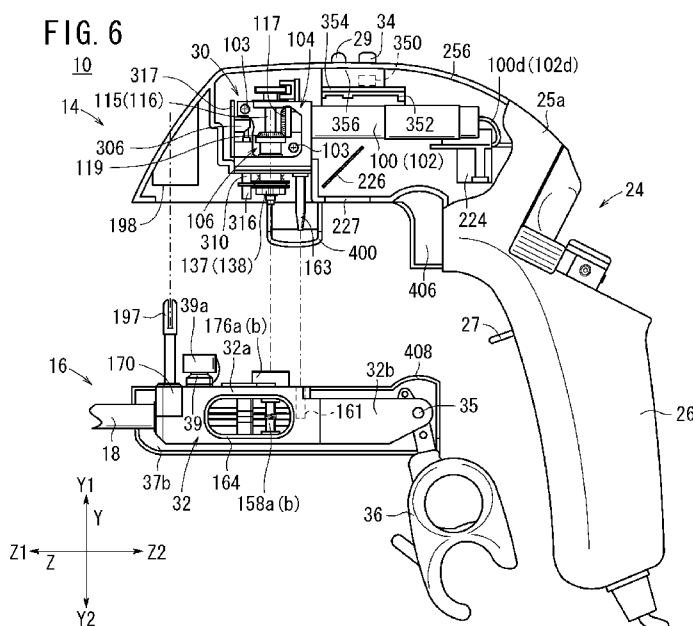
- (74) 代理人: 千葉剛宏, 外 (CHIBA Yoshihiro et al.); 〒1510053 東京都渋谷区代々木 2 丁目 1 番 1 号 新宿マインズタワー 1 6 階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, 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, TH, 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, LR, LS, MW, MZ, 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).

[続葉有]

(54) Title: MEDICAL MANIPULATOR

(54) 発明の名称: 医療用マニピュレータ

[図6]



(57) Abstract: A manipulator (10) used as a medical manipulator comprises: an operation section (14) which has a grip handle (26) gripped by the human hand; and an working section (16) which can be mounted to and removed from the operation section (14). The working section (16) comprises: a trigger lever (36) which is operated by the human hand; a tip operation section (12) which is operated by operation of the trigger lever (36); a connection shaft (18), to the tip of which the tip operation section (12) is mounted; and rods (192a, 192b) which penetrate through the inside of the connection shaft (18) and serve as operation transmitting sections for mechanically transmitting to the tip operation section (12) an operation which is inputted to the trigger lever (36).

(57) 要約: 医療用マニピュレータとして用いられるマニピュレータ(10)は、人手によって把持されるグリップハンドル(26)を有する操作部(14)と、操作部(14)に対して着脱可能な作業部(16)とを備えて構成されると共に、作業部(16)は、人手によって操作されるトリガレバー(36)と、該トリガレバー(36)の操作によって動作する先端動作部(12)と、該先端動作部(12)を先端に設けた連結シャフト(18)と、該連結シャフト(18)内を挿通してトリガレバー(36)へ

の入力操作を先端動作部(12)へと機械的に伝達する操作伝達部であるロッド(192a、192b)とを有する。



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：医療用マニピュレータ

技術分野

[0001] 本発明は、人手によって把持されるハンドルを有する基部と、該基部に対して着脱可能な作業部とを有する医療用マニピュレータに関する。

背景技術

[0002] 腹腔鏡下手術においては、患者の腹部等に小さな孔をいくつかあけて内視鏡、マニピュレータ（又は鉗子）等を挿入し、術者が内視鏡の映像をモニターで見ながら手術を行っている。このような腹腔鏡下手術は、開腹を必要としないため患者への負担が少なく、術後の回復や退院までの日数が大幅に低減されることから、適用分野の拡大が期待されている。

[0003] 一方、腹腔鏡下手術で用いるマニピュレータには、患部の位置及び大きさに応じて迅速且つ適切な手技が可能であることが望まれており、しかも患部切除、縫合及び結紮等の様々な手技が行われる。これに関連して、操作の自由度が高くしかも簡便に操作することのできるマニピュレータの提案がなされている（例えば、日本国特開2008-104854号公報参照）。

発明の概要

[0004] 日本国特開2008-104854号公報記載のマニピュレータは、先端動作部を有する作業部と、モータやハンドルを有する操作部（基部）とを着脱可能に構成している。これにより、はさみやグリッパ等の各種の先端動作部を設けた所定の作業部を操作部に対して交換することにより、手技に応じた各種の先端動作部を持つマニピュレータを容易に構成することができる。このマニピュレータでは、操作部と作業部との装着時、駆動軸と従動軸の先端にそれぞれ形成された十字状の凸部と凹部とが係合し、これにより、モータの回転駆動力を駆動部から作業部へと伝達し、先端動作部を動作させることができる。

[0005] ところで、先端動作部として、例えばグリッパを用いた場合、その開閉動

作をトリガレバー等の操作によって機械的に動作可能に構成すると、モータ等の電動機構によって開閉動作させる場合に比べて、より直感的な操作が可能になる。

[0006] ところが、上記従来構成では、入力部であるトリガレバーを基部側に備えており、しかも基部と作業部とを着脱可能に構成している。このため、トリガレバーの操作を先端動作部側へと機械的に伝達する機構を適用する場合には、機械的な伝達機構についても途中で着脱可能な構成にする必要があり、その構成が複雑になる可能性が高い。

[0007] 本発明はこのような従来技術に関連してなされたものであり、人手によって把持されるハンドルを有する基部と、該基部に対して着脱可能な作業部とを有する構成でありながら、入力部の操作を機械的に先端動作部へと伝達する機構を簡便に構成可能な医療用マニピュレータを提供することを目的とする。

[0008] 本発明に係る医療用マニピュレータは、人手によって把持されるハンドルを有する基部と、前記基部に対して着脱可能な作業部とを備え、前記作業部は、人手によって操作される作業部側入力部と、該作業部側入力部の操作によって動作する先端動作部と、該先端動作部を先端に設けたシャフトと、該シャフト内を挿通して前記作業部側入力部への入力操作を前記先端動作部へと機械的に伝達する操作伝達部とを有することを特徴とする。

[0009] このような構成によれば、人手によって把持されるハンドルを有する基部と、該基部に対して着脱可能な作業部とを有する場合に、先端動作部を機械的に駆動する作業部側入力部及び操作伝達部を全て作業部側に設ける。これにより、着脱構造を採用した場合には比較的複雑な構造になり易い機械的な駆動部である操作伝達部等に、操作部と作業部との着脱構造に対応する着脱構造を設ける必要がない。従って、基部と作業部との着脱構造を一層簡便に構成することができる。

[0010] 前記作業部側入力部は、トリガレバーであり、前記操作伝達部は、前記トリガレバーが回動操作されることにより、前記シャフトの軸線方向に進退す

る棒状又は線状の伝達部材を含むように構成することが可能である。そうすると、前記伝達部材に着脱構造を設ける必要がないため、当該医療用マニピュレータの構造が簡便となる。

[0011] この場合、前記トリガレバーの位置を固定可能なラッチ機構を設けると、先端動作部の動作状態、例えば開閉機構における閉状態を維持することが可能となり、当該医療用マニピュレータの取り扱い性が向上する。

[0012] 前記ラッチ機構は、爪部と、該爪部が係合可能な係合部とを有すると、簡便な構造でラッチ機構を構成することができる。

[0013] 前記ラッチ機構での前記爪部と前記係合部との係合状態を解除する解除部を備えると、ラッチ状態の解除を容易に行うことが可能となる。

[0014] 前記爪部又は前記係合部が前記トリガレバーに設けられており、且つ弾性的に揺動可能に支持されると共に、前記トリガレバーには、前記弾性的に揺動可能に支持された前記爪部又は前記係合部の係合方向への揺動を所定位置で規制するストッパ部材が設けられていると、ラッチ機構による爪部と係合部との係合状態が所定の状態で維持されるため、仮にラッチ状態のままで基部と作業部とを分離した場合であっても、爪部と係合部との係合状態が強固に維持されることがなく、これら爪部や係合部に過度の負荷がかかることを有効に回避することができる。

[0015] 前記ラッチ機構は、前記作業部に設けられた構成とすることもできる。そうすると、ラッチ状態のままであっても容易に基部と作業部とを着脱することができる。

[0016] 前記爪部及び前記係合部は、一方が前記トリガレバーに設けられ、他方が前記ハンドルに設けられていてもよい。

[0017] 前記基部は、アクチュエータによって回転される駆動軸と、前記アクチュエータを駆動させる基部側入力部を有し、前記作業部は、前記駆動軸によって従動回転されて前記先端動作部に前記作業部側入力部による入力操作とは異なる動作を付与する従動軸と、該従動軸の回転を前記先端動作部へと伝達する可撓性部材とを有してもよい。この場合、基部側の駆動軸の回転を作業

部側の従動軸に伝達する構造が必要となるが、そのような構造は上記の機械的な構造に比べて着脱構造を採用することが比較的容易であることから、当該医療用マニピュレータの構造を十分に簡素なものとしつつ、先端動作部に一層多様な動作を付与することが可能となる。

- [0018] 前記駆動軸及び前記従動軸には、一方の先端に係合凸部が設けられ、他方の先端に前記係合凸部に係合可能な係合凹部が設けられ、前記係合凸部及び前記係合凹部は、前記基部及び前記作業部が装着された状態で互いに係合して、前記駆動軸の回転を前記従動軸に伝達可能であると、基部と作業部との着脱構造を簡便にすることができるため好ましい。

図面の簡単な説明

- [0019] [図1]本実施形態に係るマニピュレータの斜視図である。
[図2]操作部の一部省略斜視図である。
[図3]作業部の一部省略斜視図である。
[図4]複合入力部及びその周辺部の一部省略斜視図である。
[図5]複合入力部の正面図である。
[図6]操作部及び作業部の一部省略分解側面図である。
[図7]操作部及び作業部が装着された状態での駆動部及びその周辺部の一部省略斜視図である。
[図8]操作部及び作業部が装着された状態での駆動部及びその周辺部の一部省略平面図である。
[図9]駆動部及びその周辺部の一部省略断面側面図である。
[図10]駆動部及びその周辺部の一部省略断面正面図である。
[図11]作業部の一部省略平面図である。
[図12]図11中のX I I - X I I 線に沿う一部省略断面側面図である。
[図13]プーリボックスの断面斜視図である。
[図14]図14Aは、プーリの許容回転範囲を説明するための一部省略底面図であり、図14Bは、図14Aに示す状態からプーリを回転させた状態を示す一部省略底面図である。

[図15] 図15Aは、操作部及び作業部が分離された状態での洗浄液注入ポート及びキャップの変形例を示す一部省略側面図であり、図15Bは、図15Aに示す状態から操作部及び作業部を装着した状態を示す一部省略側面図である。

[図16] 図12中のXVI-XVI線に沿う断面図である。

[図17] トリガレバーの一部省略断面斜視図である。

[図18] 図18Aは、トリガレバーの一部省略断面側面図であり、図18Bは、図18Aに示す状態からレバーを操作した状態での一部省略断面側面図である。

[図19] トリガレバー取付部及びその周辺部の一部省略断面側面図である。

[図20] カメラによるバーコードの撮像方向を説明するための一部省略側面図である。

[図21] カメラによるバーコードの撮像方向の変形例を示す一部省略側面図である。

[図22] 図22Aは、操作部の一部省略底面図であり、図22Bは、作業部の一部省略平面図である。

[図23] プーリの許容回転範囲を規制する構造の変形例を示す一部省略平面図である。

[図24] 図24Aは、係合凸部及び係合凹部が係合不能な位相にある状態を示す説明図であり、図24Bは、係合凸部及び係合凹部が係合した状態を示す説明図である。

[図25] 図25Aは、操作部及び作業部が装着され、係合凸部及び係合凹部が係合していない状態を示す一部省略断面側面図であり、図25Bは、図25Aに示す状態から係合凸部及び係合凹部が係合した状態を示す一部省略断面側面図である。

[図26] 図26Aは、係合凸部及び係合凹部の初期位相の第1例を示す説明図であり、図26Bは、係合凸部及び係合凹部の初期位相の第2例を示す説明図であり、図26Cは、係合凸部及び係合凹部の初期位相の第3例を示す説

明図であり、図 2 6 D は、係合凸部及び係合凹部の初期位相の第 4 例を示す説明図である。

[図27] 図 2 7 A は、図 2 6 A に示す第 1 例の動作パターンでの初期位相での状態を示す説明図であり、図 2 7 B は、図 2 7 A に示す状態から係合凸部が回転された状態を示す説明図であり、図 2 7 C は、図 2 7 B に示す状態から係合凸部と係合凹部とが係合した状態を示す説明図であり、図 2 7 D は、係合凸部及び係合凹部が係合してモータが原点に設定された状態を示す説明図である。

[図28] 図 2 8 A は、図 2 6 B に示す第 2 例の動作パターンでの初期位相での状態を示す説明図であり、図 2 8 B は、図 2 8 A に示す状態からモータが回転された状態を示す説明図であり、図 2 8 C は、図 2 8 B に示す状態からモータが原点をオーバーランした状態を示す説明図であり、図 2 8 D は、モータが原点に設定された状態を示す説明図である。

[図29] 図 2 9 A は、図 2 6 C に示す第 3 例の動作パターンでの初期位相での状態を示す説明図であり、図 2 9 B は、図 2 9 A に示す状態から係合凸部が回転されて係合凹部と係合した状態を示す説明図であり、図 2 9 C は、図 2 9 B に示す状態からモータが原点をオーバーランした後、原点に設定された状態を示す説明図である。

[図30] 図 3 0 A は、図 2 6 D に示す第 4 例の動作パターンでの初期位相での状態を示す説明図であり、図 3 0 B は、図 3 0 A に示す状態から係合凸部を回転させた状態を示す説明図であり、図 3 0 C は、図 3 0 B に示す状態から係合凸部及び係合凹部が係合した後、モータを原点に設定する状態を示す説明図である。

[図31] 図 3 1 A は、係合凸部及び係合凹部の係合位相を 180° 位相の形状に構成した場合の構成例を示す説明図であり、図 3 1 B は、図 3 1 A に示す状態から係合凸部と係合凹部を係合させた状態を示す説明図である。

[図32] 図 3 2 A は、係合凸部及び係合凹部の係合位相を 180° 位相の形状に構成した場合の他の構成例を示す説明図であり、図 3 2 B は、図 3 2 A に

示す状態から係合凸部と係合凹部を係合させた状態を示す説明図である。

[図33]図33Aは、係合凸部及び係合凹部の係合位相を 120° 位相の形状に構成した場合の構成例を示す説明図であり、図33Bは、図33Aに示す状態から係合凸部と係合凹部を係合させた状態を示す説明図である。

[図34]図34Aは、係合凸部及び係合凹部の係合位相を 120° 位相の形状に構成した場合の他の構成例を示す説明図であり、図34Bは、図34Aに示す状態から係合凸部と係合凹部を係合させた状態を示す説明図である。

[図35]原点検出センサのセンサドグである検出片の変形例を示す平面図である。

[図36]原点検出センサのセンサドグである検出片の他の変形例を示す平面図である。

[図37]本実施形態に係るマニピュレータの動作の一例を示すフローチャートである。

[図38]トリガレバーの変形例の第1例を示す一部省略断面側面図である。

[図39]図38に示すトリガレバーを引ききった状態を示す一部省略断面側面図である。

[図40]図38に示すトリガレバーがラッチされた状態を示す一部省略断面側面図である。

[図41]トリガレバーの変形例の第2例を示す一部省略断面側面図である。

[図42]図41に示すトリガレバーがラッチされた状態を示す一部省略断面側面図である。

[図43]図43Aは、トリガレバーの変形例の第3例を示す一部省略断面側面図であり、図43Bは、図43Aに示すトリガレバーのアンロック状態を示す一部省略断面側面図である。

[図44]図43Aに示すトリガレバーがラッチされた状態を示す一部省略断面側面図である。

[図45]図45Aは、トリガレバーの変形例の第4例を示す一部省略断面側面図であり、図45Bは、図45Aに示すトリガレバーのアンロック状態を示す一部省略断面側面図である。

す一部省略断面側面図である。

[図46] 図45Aに示すトリガレバーがラッチされた状態を示す一部省略断面側面図である。

[図47] 図47Aは、トリガレバーの変形例の第5例を示す一部省略断面側面図であり、図47Bは、図47Aに示すトリガレバーのアンロック状態を示す一部省略断面側面図である。

[図48] 図48Aは、トリガレバーの変形例の第6例を示す一部省略断面側面図であり、図48Bは、図48Aに示すトリガレバーのアンロック状態を示す一部省略断面側面図である。

[図49] 図47Aは、トリガレバーの変形例の第7例を示す一部省略斜視図である。

[図50] 図50Aは、原点サーチ動作の他の方法における係合凸部と係合凹部が初期位相での状態を示す説明図であり、図50Bは、図50Aに示す状態からモータを正回転させて当接部を一方のストッパに当接させた状態を示す説明図であり、図50Cは、図50Bに示す状態からモータを逆回転させて当接部を他方のストッパに当接させた状態を示す説明図であり、図50Dは、図50Cに示す状態からモータを原点に設定した状態を示す説明図である。

[図51] トリガレバーを十分に引いたときの、先端動作部の模式側面図である。

[図52] トリガレバーを押し出したときの、先端動作部の模式側面図である。

[図53] 先端動作部の模式構造図である。

[図54] 先端動作部の断面側面図である。

[図55] 先端動作部の断面平面図である。

[図56] 先端動作部で、グリッパを閉じた状態の断面側面図である。

[図57] 先端動作部の分解斜視図である。

[図58] エンドエフェクタ駆動機構の一部を示す模式構造図である。

[図59] トリガレバーを操作しないときの、エンドエフェクタ駆動機構の模式

側面図である。

[図60] 受動ワイヤの端部の接続箇所の模式断面平面図である。

[図61] 受動ワイヤの端部の接続箇所の模式断面側面図である。

[図62] トリガレバーを押し出したときの、第2エンドエフェクタ駆動機構の一部断面平面図である。

[図63] トリガレバーを十分に引いたときの、第2エンドエフェクタ駆動機構の一部断面平面図である。

[図64] トリガレバーを押し出したときの、第2エンドエフェクタ駆動機構の一部断面側面図である。

[図65] 変形例に係る先端動作部の模式構造図である。

[図66] 作業部が着脱可能な基部をロボットアームの先端に接続した手術用ロボットシステムの概略斜視図である。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、本発明に係る医療用マニピュレータについて好適な実施の形態を挙げ、添付の図面を参照して詳細に説明する。

[0021] 図1に示すように、本実施の形態に係るマニピュレータ（医療用マニピュレータ）10は、連結シャフト18の先端に設けられた先端動作部12に生体の一部又は湾曲針等を把持して所定の処置を行うための医療用の器具であり、通常、把持鉗子やニードルドライバ（持針器）等とも呼ばれる。

[0022] 以下の説明では、図1における幅方向をX方向、高さ方向をY方向、連結シャフト18の延在方向をZ方向と規定する。また、先端側から見て右方をX1方向、左方をX2方向、上方向をY1方向、下方向をY2方向、前方をZ1方向、後方をZ2方向と規定する。さらに、特に断りのない限り、これらの方向の記載はマニピュレータ10が中立姿勢である場合を基準として表すものとする。これらの方向は説明の便宜上のものであり、マニピュレータ10は任意の向きで（例えば、上下を反転させて）使用可能であることはもちろんである。

[0023] マニピュレータ10は、人手によって把持及び操作される操作部（基部）

１４と、該操作部１４に対して着脱自在な作業部１６とを備え、コネクタ５２０を介して操作部１４に着脱自在なコントローラ５１４を有するマニピュレータシステムとして構成されている。操作部１４には、作業部１６側を電動的に駆動する駆動部（アクチュエータ部）３０が設けられている。なお、分離した状態の操作部１４は図２に、分離した状態の作業部１６は図３に示されている。

[0024] コントローラ５１４は、マニピュレータ１０を総合的に制御する制御部であって、グリップハンドル（ハンドル）２６の下端部から延在するケーブル６１と前記コネクタ５２０を介して接続される。コントローラ５１４の機能の一部又は全部は、例えば操作部１４に一体的に搭載することもできる。

[0025] コントローラ５１４は、例えば、第１ポート５１５ａ、第２ポート５１５ｂ及び第３ポート５１５ｃを備えており、マニピュレータ１０を独立的に３台同時に制御することができる。図１中の参照符号５１６は、コントローラ５１４の電源スイッチである。

[0026] コントローラ５１４には、ＬＡＮ等の通信手段を介して使用履歴管理手段であるホストコンピュータ５０２を接続することができる。ホストコンピュータ５０２は、内部の図示しない記録手段に使用履歴テーブルを記録しており、コントローラ５１４又は前記ＬＡＮにより接続された複数台のコントローラに対して要求された個体番号に応じた使用履歴データを送受信し、管理する。ホストコンピュータ５０２は、コントローラ５１４から独立的な構成に限らず、コントローラ５１４内にその機能を設けてもよい。

[0027] このようなマニピュレータ１０及びこれを含むシステムは、選択的に種々の構成を採用可能であり、例えば、作業部１６は先端動作部１２としてグリップやはさみ等、各種のエンドエフェクタを適用し、所望の動作を行うことができる。

[0028] 図１及び図２に示すように、操作部１４は、Ｚ１方向及びＹ２方向に延びた略Ｌ字状に構成されると共に、Ｚ方向に略対称に分割された一対の上部カバー２５ａ、２５ｂ（以下、まとめて「上部カバー２５」ともいう）を筐体

として、その内部に、駆動部 30 やカメラ 224（図 6 参照）等が収納されると共に、基端側で Y2 方向に延びた部分が人手によって把持されるグリップハンドル 26 として構成されている。上部カバー 25 は、例えば樹脂性材料によって形成され、分割できない一体構成としてもよい。

[0029] グリップハンドル 26 は、人手によって把持されるのに適した長さであり、上部の傾斜面 26a に複合入力部 24 を有する。グリップハンドル 26 は、上部カバー 25 の屈曲部に形成された傾斜面 26a から略 Y2 方向に向かって延在しており、詳細には連結シャフト 18 の軸を基準として 75°（度）程度の角度に延在している。このような角度にすることにより、マニピュレータ 10 の全体を動かす際の操作性が高まるとともに、複合入力部 24 の操作性が高まることが確かめられている。

[0030] 図 1 に示すように、操作部 14 の Y1 方向頂部近傍には、上部カバー 25 から露出してマスタスイッチ（メインスイッチ）34 が設けられ、マスタスイッチ 34 の Z1 方向で視認し易い箇所に LED 29 が設けられている。

[0031] 作業部 16 は、作業を行う先端動作部 12 と、該先端動作部 12 を先端に設けた長尺で中空の連結シャフト（シャフト）18 と、該連結シャフト 18 の基端側が固定される下部ブラケット 32 と、下部ブラケット 32 の Z2 方向端に軸支されたトリガレバー 36 とを有する。作業部 16 は、Z 方向で略対称に分割された一对の下部カバー 37a、37b（以下、まとめて「下部カバー 37」ともいう）を筐体として、その内部に下部ブラケット 32 を収納している。下部カバー 37 は、例えば樹脂性材料によって形成され、分割できない一体構成としてもよい。

[0032] このような作業部 16 は、操作部 14（駆動部 30）に設けられた左右一对の着脱レバー 400、400 によって当該操作部 14 に固定されると共に、着脱レバー 400 の開放操作によって操作部 14 から分離可能であり、特別な器具を用いることなく、手術現場で容易に交換作業等を行うことができる。下部ブラケット 32 の上面（Y1 面）には、該下部ブラケット 32 を再使用するために、その内部空間を洗浄する際に使用する洗浄液注入ポート 3

9が設けられている。

[0033] 図1に示すように、先端動作部12及び連結シャフト18は細径に構成されており、患者の腹部等に設けられた円筒形状のトラカール20から体腔22内に挿入可能であり、複合入力部（基部側入力部）24及びトリガレバー（作業部側入力部）36の操作により体腔22内において患部切除、把持、縫合及び結紮等の様々な手技を行うことができる。

[0034] 複合入力部24及びトリガレバー36の操作に基づいて動作する先端動作部12は、3軸の動作が可能である。すなわち、Y軸を基準に傾動するヨー軸動作、先端を指向する軸（中立姿勢時にはZ軸）を基準に回転するロール軸動作、及び、開閉可能なグリッパ軸動作である。本実施形態の場合、ヨー軸及びロール軸は、複合入力部24の操作に基づいて電氣的に駆動され、グリッパ軸はトリガレバー36の操作に基づいて機械的に駆動される。ここで機械的とは、ワイヤ、チェーン、タイミングベルト、リンク、ロッド、ギア等を介して駆動する方式であり、主に、動力伝達方向に非弾性な固体の機械部品を介して駆動する方式である。ワイヤやチェーン等は、張力により不可避的な多少の伸びが発生する場合があるが、これらは非弾性な固体の機械部品とする。後述する荷重リミッタ212（図19参照）は、通常操作時にはほとんど弾性変形がなく、実質的に非弾性部品である。

[0035] 以下、上記のような基本構成からなるマニピュレータ10の各部分について、順に説明する。

[0036] 先ず、操作部14を構成する駆動部30について、上部カバー25等を外した（もしくは透視した）状態の図6～図10を用いて説明する。

[0037] 図6～図10に示すように、駆動部30は、2つのモータ（アクチュエータ）100、102と、該モータ100、102を支持する上部ブラケット104と、モータ100、102の回転方向を変換して作業部16側に伝達するギア機構部106とを有する。モータ100、102及びギア機構部106は、一方の上部カバー25bの内面に2本のビス103、103（図6参照）で固定された前記上部ブラケット104によって支持されている。

- [0038] 図8に示すように、モータ100、102は、径：長さが1：4程度の円柱形状であり、Z1方向側に設けられた減速機100a、102aと、該減速機100a、102aによって減速される出力軸100b、102b（図9参照）と、Z2方向側に設けられた角度センサ100c、102cとを含む。モータ100、102は、例えばDCモータである。減速機100a、102aは、例えば遊星歯車式であり、減速比は1：100～1：300程度である。角度センサ100c、102cとしては、例えばロータリエンコーダが用いられ、検出した角度信号はコントローラ514に供給される。モータ100とモータ102や、減速機100aと減速機102aは、同一である必要はなく、適宜選定すればよい。
- [0039] 図8に示すように、モータ100とモータ102は、X方向に対称位置で且つほとんど隙間なく配置されている。モータ100、102のZ2方向端は、グリップハンドル26のZ1方向端と略等しい位置である（図6参照）。図6に示すように、モータ100、102のケーブル100d、102d（角度センサ100c、102cの接続線を含む）は、それぞれZ2方向端側から延在し、グリップハンドル26の中へと引き込まれている。
- [0040] 上部ブラケット104は、モータ100、102が固定されるXY平面である第1プレート108と、第1プレート108の上下端からZ1方向に延びた第2プレート110及び第3プレート112と、第1プレート108、第2プレート110及び第3プレート112で囲まれた空間内をX1側及びX2側に仕切る第4プレート114とを有し、切削加工又は溶接加工成型等によって形成されている。第3プレート112のZ1側端には、Y1方向に突出したブロック状のセンサ支持部109が形成されている。平面視（図8参照）で上部ブラケット104の外形を構成する第1プレート108及び第3プレート112の外周面には、これを一周する溝部にOリング105が嵌合されている（図7参照）。
- [0041] 図9に示すように、第1プレート108は、モータ100、102の外径の1.5倍程度の高さとなっている。第1プレート108には、モータ10

0、102がそれぞれZ2方向に延在する向きで複数のビス111でX方向に平行して支持されており、その出力軸100b、102bが孔113を通過してZ1方向側へと突出している。

[0042] 図7及び図9に示すように、第2プレート110は、第1プレート108の上端からZ1方向に向かって突出している。第3プレート112は、第2プレート110と平行且つZ1方向端の位置が多少突出しており、その突出部分に前記センサ支持部109が設けられている。第4プレート114は、三方が第1プレート108、第2プレート110及び第3プレート112に接続され、X方向に関する中央部分でYZ平面を形成している。この第4プレート114は補強板として作用し、第1プレート108、第2プレート110及び第3プレート112が安定する。第4プレート114のZ1方向且つY1方向の角部はZ1側に突出形成されており、ここに上部ブラケット104を上部カバー25bの内面に固定する前記ビス103の1つが配設される（図6及び図9参照）。

[0043] 図10に示すように、センサ支持部109には、各モータ100、102の軸線の延長線上（Z方向）にある一対の孔部300、302と、これらの間にある孔部304とからなる合計3つのY方向の貫通孔がX方向に並んでいる。

[0044] 孔部300、302には、それぞれカップリングセンサ306、308のセンサドグ（被検出部材）として機能する検出シャフト（検出軸）310、312が挿通配置されている。孔部304には、着脱センサ314のセンサドグとして機能する検出シャフト（検出軸）316が挿通配置されている。カップリングセンサ306、308及び着脱センサ314は、Y方向が開口した平面視（図8参照）で略U字状であり、U字の内側で検出シャフト310、312、316を検出可能である。カップリングセンサ306、308及び着脱センサ314は、センサ支持部109のZ1面にXY平面に沿って固定されたセンサ基板317に設けられている（図6、図8及び図9参照）。

- [0045] 図10に示すように、着脱センサ314の検出シャフト316は、Y方向に延びてY1側が細い段付きの棒状部材である。検出シャフト316は、高さ方向で略中央の細径部に外嵌されたコイルばね318によってY2方向（下方）に向かって付勢されると共に、Y1方向端近傍に嵌合されたEリング320によって孔部304に対して抜け止めされている。
- [0046] コイルばね318は、孔部304のY1方向端に縮径形成されたフランジ304aに上部が着座し、検出シャフト316の略中央に形成されたフランジ316aに下部が着座して保持されている。フランジ316aは、Oリング320が嵌められる環状溝の一側壁を構成している。
- [0047] 同様に、カップリングセンサ306、308の検出シャフト310、312もY方向に延びてY1側が細い段付きの棒状部材である。検出シャフト310、312は、Y1側の細径部に外嵌されたコイルばね322、324によってY2方向（下方）に向かって付勢されている。検出シャフト310、312のY2方向端（下端）には、フランジ310b、312bが拡径形成されている。フランジ310b、312bは、モータ100、102の出力を受ける駆動シャフト115、116のY2方向端近傍に外嵌された係合凸部137、138に形成された環状溝部139、140に係合しており、これにより検出シャフト310、312が抜け止めされている。
- [0048] コイルばね322、324は、孔部300、302のY1方向端に縮径形成されたフランジ300a、302aに上部が着座し、検出シャフト310、312の中央やや下方に形成されたフランジ310a、312aに下部が着座して保持されている。フランジ310a、312aは、Oリング326、328が嵌められる環状溝の一側壁を構成している。検出シャフト310、312のY1方向端（上端）には、カップリングセンサ306、308に対応する検出頭部310c、312cが設けられている。
- [0049] 図7、図9及び図10に示すように、ギア機構部106は、第1プレート108、第2プレート110及び第3プレート112で囲まれた空間で、第4プレート114を基準にしてX方向に対称構成として設けられている。ギ

ア機構部 106 は、2 本の駆動シャフト（駆動軸） 115、116 と、2 つの駆動傘歯車 117、118 と、2 つの従動傘歯車 119、120 とを有する。

[0050] 図 9 に示すように、上部ブラケット 104 を構成する第 2 プレート 110 及び第 3 プレート 112 には、各駆動シャフト 115、116 にそれぞれ対応し、ベアリング 122、124 が配置される軸孔 126、128 が一対ずつ設けられている。ベアリング 122、124 は、外輪の一部が第 2 プレート 110 及び第 3 プレート 112 の端面に当接することにより位置決めされている。第 2 プレート 110 の上面には、ベアリング 122 の外輪を止める止板 130 が複数のビス 129（図 7 及び図 8 参照）によって固定されている。止板 130 には、駆動シャフト 115、116 の Y1 方向端（上端）が挿通する一対の孔 130a、130a（図 8 及び図 9 参照）が設けられている。

[0051] 図 9 に示すように、モータ 100（102）の出力軸 100b（102b）は、孔 113 を貫通して駆動シャフト 115（116）の近傍まで Z 方向に延在し、駆動傘歯車 117（118）が押しねじ 134 によって固定されている。一方、駆動シャフト 115（116）には、従動傘歯車 119（120）が押しねじ 136 によって固定されている（図 9 参照）。駆動傘歯車 117（118）と従動傘歯車 119（120）とは互いに噛合し、出力軸 100b（102b）の回転を 90° 変換して駆動シャフト 115（116）に伝達することができる。

[0052] 図 7～図 10 に示すように、駆動シャフト 115（116）の上端側（Y1 側）はベアリング 122 を貫通し、止板 130 の孔 130a から所定量突出している。止板 130 から突出した駆動シャフト 115（116）の先端には、平面視（図 8 参照）で略半円状の円板部を有する検出片 333（334）が固定されている。検出片 333（334）は、駆動シャフト 115（116）と共に回転し、側面視（図 9 参照）で略 U 字状の原点検出センサ 331（332）のセンサドグとして機能する。原点検出センサ 331、33

2は、上部ブラケット104を構成する第2プレート110の上面に立設されたセンサ基板335のZ1側面に設けられている。

[0053] 図9に示すように、駆動シャフト115（116）の下端側（Y2側）はベアリング124に軸支された部分より下部が段付き形状となっており、順に、Oリング131が外嵌されるフランジ115a（116a）と、該フランジ115a（116a）より大径でコイルばね121の上部が着座する短尺円筒状のフランジ座115b（116b）と、コイルばね121が外嵌され且つ係合凸部137（138）が進退可能に挿通される断面波形六角形状の波形部115c（116c）（図22A参照）とが設けられている。係合凸部137（138）は、コイルばね121によってY2方向に付勢されつつ、該係合凸部137（138）を貫通した駆動シャフト115（116）のY2方向端近傍に嵌合されたEリング123によって抜け止めされている。すなわち、係合凸部137（138）は、駆動シャフト115（116）の波形部115c（116c）に対し、回転不能に且つY方向（軸方向）に進退可能に弾性支持されている。コイルばね121の下端部は、係合凸部137（138）の上面側に図示しない環状凹部を形成し、該環状凹部内に挿入されるように配置されてもよい。

[0054] 駆動シャフト115（116）は、中央部115d（116d）の上端がベアリング122の内輪に当接し、該中央部115d（116d）の下部に連続するフランジ115a（116b）の上端がベアリング124の内輪に当接することで位置決めされている。駆動シャフト115、116は、平面視（図8参照）で、モータ100、102の軸方向の延長線上（Z方向）に配置されている。

[0055] このような駆動傘歯車117、118、従動傘歯車119、120、及び、駆動シャフト115、116を含むギア機構部106によれば、モータ100、102が連結シャフト18と比較して大径であっても並列配置が可能になると共に、モータ配置の自由度が高まる。また、モータ100及びモータ102と、駆動シャフト115及び駆動シャフト116とは、連結シャフ

ト 18 を基準として Y 方向を基準とした対称位置に設けられており、バランスがよい。

[0056] ギア機構部 106 では、第 2 プレート 110 及び第 3 プレート 112 が従動傘歯車 119、120 を挟んで駆動シャフト 115、116 を軸支する軸支部材として作用し、第 1 プレート 108 がモータ 100、102 を固定するモータ板として作用すると共に、第 2 プレート 110 と第 3 プレート 112 とを接続しており、簡便でありながら高い剛性が得られ、モータ 100、102 及び駆動シャフト 115、116 を安定して保持することができる。また、駆動シャフト 115、116 間に、第 1 プレート 108、第 2 プレート 110 及び第 3 プレート 112 を接続する第 4 プレート 114 を設けたことにより、一層高い剛性を得ることができる。

[0057] 次に、作業部 16 を構成する下部ブラケット 32 について説明する。

[0058] 図 6 及び図 11 に示すように、下部ブラケット 32 は、Z 方向に延びた側面視略矩形（図 6 参照）に形成されており、Z1 側がボックス構造からなるプーリボックス 32a を構成し、該プーリボックス 32a の Z2 側が平行した一对のプレート構造からなるトリガレバー取付部 32b を構成している。この下部ブラケット 32 は、第 1 に、プーリボックス 32a が駆動部 30 のギア機構部 106 に着脱可能に接続されることで、駆動シャフト 115、116 の回転を連結シャフト 18 から先端動作部 12 へと中継する機能を有し、第 2 に、トリガレバー取付部 32b でトリガレバー 36 を軸支すると共に、トリガレバー 36 の操作を連結シャフト 18 から先端動作部 12 へと中継する機能を有し、第 3 に、連結シャフト 18 内の気密状態を維持する機能を有する。

[0059] 先ず、プーリボックス 32a について説明する。

[0060] 図 11～図 13 に示すように、プーリボックス 32a は、X 方向両側が開口した空洞部 152 と、空洞部 152 の Z1 側のシャフト支持部 154 と、空洞部 152 の Z2 側のロッド孔 156a、156b と、空洞部 152 に収納されたプーリ（従動軸）158a、158b 及びワイヤガイド部 160a

、１６０ｂとを有する。プーリボックス３２ａとトリガレバー取付部３２ｂとの接続部近傍には、Ｚ方向を基準として対称な一对のピン穴１６１、１６１が形成されている。各ピン穴１６１、１６１には、作業部１６と操作部１４との着脱時、上部ブラケット１０４からＹ１方向に突出した一对のガイドピン１６３、１６３が挿入される（図２及び図６参照）。

[0061] 空洞部１５２は、プーリボックス３２ａのＸ方向両面を連通する孔であって、側面視（図１２参照）で、プーリボックス３２ａのややＺ２方向寄りに設けられ、Ｚ方向両端が半円形状となっている。プーリボックス３２ａのＸ方向両面には、空洞部１５２を囲うＯリング１６４、１６４が設けられており（図６及び図１３参照）、その外面から装着される下部カバー３７ａ、３７ｂによってＯリング１６４が適度に圧縮される。

[0062] シャフト支持部１５４は、空洞部１５２からプーリボックス３２ａのＺ１方向端面に連通する孔であり、Ｚ方向に延びる連結シャフト１８の基端側を支持している。連結シャフト１８のＺ２方向端には、筒状のカプラ１６５が設けられており（図１２及び図１３参照）、シャフト支持部１５４はカプラ１６５を介して連結シャフト１８を支持している。カプラ１６５と連結シャフト１８との間には２つのＯリング１６６、１６６が設けられ、カプラ１６５とシャフト支持部１５４との間にはＯリング１６８が設けられている。連結シャフト１８は、プーリボックス３２ａのＺ１方向上端に形成された切欠部にクランプ部材１７０がＹ１側から締結されることによって固定されている（図１１及び図１２参照）。

[0063] 図１２及び図１３に示すように、空洞部１５２には、Ｙ方向に並んだ２対の同軸孔１７２ａ、１７２ａ（Ｙ１側）及び１７２ｂ、１７２ｂ（Ｙ２側）に、それぞれベアリング１７４ａ、１７４ａ及び１７４ｂ、１７４ｂが設けられており、該ベアリング１７４ａ、１７４ｂによってプーリ１５８ａ、１５８ｂが軸支されている。

[0064] プーリ１５８ａ、１５８ｂは、駆動シャフト１１５、１１６に対して同軸である（図６及び図７参照）。前記同軸孔１７２ａから上方に突出したプー

リ 158 a、158 b の Y 1 方向端には、駆動シャフト 115、116 の Y 2 方向端に設けられた係合凸部 137、138（図 9 及び図 10 参照）と係合可能な係合凹部 176 a、176 b が設けられている（図 11 及び図 12 参照）。このような係合凸部 137、138 と係合凹部 176 a、176 b とは、後述する所定の位相（この場合には 1 箇所。但しプーリ 158 a、158 b の許容回転範囲 θ によっては複数の n 箇所）でのみ係合可能である（図 22 A 及び図 22 B 等参照）。これらが係合することにより、駆動軸である駆動シャフト 115、116 からの回転駆動力が、従動軸であるプーリ 158 a、158 b へと伝達される。

[0065] プーリ 158 a とプーリ 158 b との軸間距離は、駆動シャフト 115 と駆動シャフト 116 との軸間距離と等しく（図 10 参照）、プーリ 158 a とプーリ 158 b との隙間は連結シャフト 18 の径よりも大きい（図 13 参照）。

[0066] 図 12 に示すように、プーリ 158 a、158 b は、同軸孔 172 a に対して Oリング 178 a で回転可能に気密シールされ、同軸孔 172 b に対して Oリング 178 b で回転可能にシールされている。プーリ 158 a、158 b は、Y 2 方向端が Eリング 180 によって抜け止めされている。また、プーリ 158 a、158 b の中央部には、径調整部材 182 が介装されており、該径調整部材 182 を適宜選定することにより、後述するワイヤ 105 2、105 4 の巻き付け径を調整可能となっている（図 12 及び図 13 参照）。なお、プーリ 158 a、158 b はそれぞれ径調整部材と一体のものとしてもよい。

[0067] プーリ 158 a、158 b の上端に設けられた係合凹部 176 a、176 b は、空洞部 152 に位置した部位よりも大径であって、プーリボックス 32 a の上面（Y 1 方向面）に面する下面には、その外周の所定角度分（例えば、 270° ）を縮径方向（中心方向）に切欠いた円弧切欠部 177、177 がそれぞれ形成されている（図 12 参照）。係合凹部 176 a、176 b の各円弧切欠部 177、177 には、それぞれストッパ 179 a、179 a

が挿入配置されている（図 1 1 及び 1 2 参照）。ストップ 1 7 9 a は、ワイヤガイド部 1 6 0 a、1 6 0 b の Y 1 方向端の抜け止めをする止板 1 7 9 の Z 2 側に突出形成されたプレート状の突起である。

[0068] 従って、図 1 4 A 及び図 1 4 B に示すように、プーリ 1 5 8 a、1 5 8 b の回転範囲は、図 1 4 A に示す状態での Z 1 方向を原点として、円弧切欠部 1 7 7 の両終端の当接部（当接部材）1 7 7 a、1 7 7 b が、前記ストップ 1 7 9 a の両側面に当接するまでの正転及び逆転の範囲に規制されている。すなわち、図 1 4 A に示すように、一方のプーリ 1 5 8 a の回転範囲は、前記原点から時計回り（図 1 4 A は下面図のため、反時計回り）の正転（ 180° 未満）の範囲（図 1 4 A に矢印 $+\theta$ で示し、例えば 90° ）と、反時計回り（図 1 4 A は下面図のため、時計回り）の逆転（ 180° 未満）の範囲（図 1 4 A に矢印 $-\theta$ で示し、例えば 90° ）とに規制されている。同様に、他方のプーリ 1 5 8 b の回転範囲も、原点から時計回りの正転の範囲（図 1 4 A に矢印 $+\theta$ で示し、例えば 135° ）と、反時計回りの逆転の範囲（図 1 4 A に矢印 $-\theta$ で示し、例えば 135° ）とに規制されている。これにより、プーリ 1 5 8 a 等が過剰に回転し、ワイヤ 1 0 5 2 等によって駆動される先端動作部 1 2 が過度な動作を生じたり、ワイヤ 1 0 5 2 等に過度の引張等の負荷が生じたりすることを確実に回避することができる。

[0069] 図 1 2 及び図 1 3 に示すように、ワイヤガイド部 1 6 0 a（1 6 0 b）は、挿入軸 1 8 4 と、該挿入軸 1 8 4 に隣接して軸支された 2 層の円筒アイドラ 1 8 6、1 8 8 と、これら円筒アイドラ 1 8 6、1 8 8 の位置決めをする位置決め筒 1 9 0 a、1 9 0 b とを有する。

[0070] 挿入軸 1 8 4 は Y 方向に延在し、プーリボックス 3 2 a に対して Y 1 側の貫通孔 1 9 4 a を通り、Y 2 側の有底の穴 1 9 4 b に挿入されており、貫通孔 1 9 4 a の Y 1 方向端が前記止板 1 7 9 によって閉塞されている。挿入軸 1 8 4 は、止板 1 7 9 の近傍が O リング 1 9 3 によってシールされている。挿入軸 1 8 4 は、空洞部 1 5 2 において、Y 1 側から Y 2 側に向かって順に位置決め筒 1 9 0 a、円筒アイドラ 1 8 6、円筒アイドラ 1 8 8 及び位置決

め筒 190b が設けられている。円筒アイドラ 186、188 は、独立に回転可能なプーリである。

[0071] 図 13 に示すように、各ワイヤガイド部 160a、160b を構成する 2 つの円筒アイドラ 186、186 間の隙間 S1（円筒アイドラ 188、188 間の隙間も同様）は、連結シャフト 18 の内径よりも狭く、該内径の 1/2 程度に設定されている。円筒アイドラ 186、188 は、回転自在であって、その周面にはワイヤ 1054（1052）が配置される溝 186a、188a が設けられている。円筒アイドラ 186、188 は、適度な潤滑性が確保されていれば必ずしも回転可能な構成でなくてもよい。

[0072] このようなワイヤガイド部 160a、160b を用いることにより、連結シャフト 18 は、モータ 100、102 の径やプーリ 158a とプーリ 158b との軸間距離 S2（図 13 参照）に依存することなく十分に細くでき、例えば、トラカール 20 に挿入するのに適した 5mm～10mm 程度に設定することができる。また、ギア機構部 106 を介したモータ 100、102 の配置の自由度が高まる。ワイヤ 1054（1052）の往路線及び復路線は逆方向に動くが、2 層の円筒アイドラ 186、188 は、これに対応しており、各線が摩擦のない動作が可能である。

[0073] 図 12 に示すように、プーリボックス 32a を構成する空洞部 152 には、さらに、2 本のロッド（伝達部材）192a、192b が Y 方向に並んで、Z 方向に貫通している。ロッド 192a、192b は、例えば、十分に強く且つ細いステンレスパイプ又は中実ロッドであり、Z1 方向は空洞部 152 を貫通して連結シャフト 18 内へと延び、Z2 方向はロッド孔 156a、156b を貫通してトリガレバー取付部 32b へと延びている。

[0074] ロッド孔 156a、156b の開口側（Z2 側）には、これらロッド孔 156a、156b の周囲を囲繞する矩形プレート状のゴムシート 194 と、該ゴムシート 194 を密着支持する支持プレート 196 とが設けられている（図 12 参照）。ロッド 192a、192b は、ゴムシート 194 及び支持プレート 196 に設けられた一対の貫通孔にそれぞれ挿通されると共に、ゴ

ムシート 194 によりその貫通した摺接面がシールされている。すなわち、ゴムシート 194 は、ロッド 192 a、192 b に対して隙間なく接触し、空洞部 152 及び連結シャフト 18 を Z 方向に進退自在に気密シールする。

[0075] このように、プーリボックス 32 a を構成する空洞部 152 は、ロッド 192 a、192 b に対してはゴムシート 194 でシールされ（図 12 参照）、プーリ 158 a、158 b に対してはオリング 178 a、178 b でシールされ（図 12 参照）、ワイヤガイド部 160 a、160 b（挿入軸 184）に対してはオリング 193 でシールされ（図 12 参照）、連結シャフト 18 に対してはオリング 166、168 でシールされ（図 12 参照）、下部カバー 37 a、37 b に対してはオリング 164 によってシールされ（図 6 及び図 13 参照）、これにより気密に維持されている。一方、連結シャフト 18 の外周面はトラカール 20（図 1 参照）によって気密に支持される。

[0076] 従って、体腔 22 に供給された気体が連結シャフト 18 からプーリボックス 32 a を介して外部に漏出することがない。さらに、密封状態となった空気により、血液等の液体が先端動作部 12 の隙間から連結シャフト 18 及びプーリボックス 32 a へと浸入すること事態を可及的に抑制することができ、連結シャフト 18 やプーリボックス 32 a、さらには操作部 14 等の洗浄が容易となる。なお、連結シャフト 18 の内部に仕切り部等を設けて、気密状態を保つ構成としてもよい。

[0077] また、マニピュレータ 10 では、プーリボックス 32 a 内の気密保持とその洗浄容易性を両立するため、プーリボックス 32 a の上面にキャップ 39 a を嵌着可能な洗浄液注入ポート 39 を設けている（図 3 及び図 6）。但し、この構成の場合、プーリボックス 32 a 内の気密性の確保のために、操作部 14 と作業部 16 とを装着する前に、洗浄液注入ポート 39 にキャップ 39 a を確実に嵌めておく必要がある。この際、キャップ 39 a が正確に嵌められていない状態では、該キャップ 39 a が邪魔をして、作業部 16 を操作部 14 に装着することができない構造となっている。

[0078] このような洗浄液注入ポート 39 の取扱性を一層向上させるため、例えば

、図 1 5 A 及び図 1 5 B に示すように、キャップ 3 9 a に代えて、キャップ 3 9 b を操作部 1 4 側に設けた構成とすることもできる。

[0079] 図 1 5 A 及び図 1 5 B に示す構成では、洗浄液注入ポート 3 9 の蓋となるキャップ 3 9 b が、上部カバー 2 5 の内側に固定されている。洗浄液注入ポート 3 9 及びキャップ 3 9 b は、例えば、互いに嵌合可能なテーパ形状であり、テーパ状の凸部であるキャップ 3 9 b が、洗浄液注入ポート 3 9 の流路となるテーパ状の凹部に嵌合可能である。これにより、操作部 1 4 と作業部 1 6 を装着する際には、キャップ 3 9 b が洗浄液注入ポート 3 9 に必ず嵌合してプーリボックス 3 2 a 内の気密性を確実に確保することができる一方、操作部 1 4 と作業部 1 6 とを分離した際には、キャップ 3 9 b が洗浄液注入ポート 3 9 から必ず取り外されるため、使用後の洗浄作業を容易に且つ迅速に行なうことができる。

[0080] 図 1 1 及び図 1 2 に示すように、プーリボックス 3 2 a の Z 1 方向上端のクランプ部材 1 7 0 には、Y 1 方向に立設された電極棒 1 9 7 が設けられている。電極棒 1 9 7 は、上部カバー 2 5 b に形成された Y 方向の貫通孔 1 9 8 に挿通され、電極プラグ 1 9 9 (図 1 参照) が取り付けられることにより、当該マニピュレータ 1 0 を電気メスとして使用する際の高電圧が印加される。電極棒 1 9 7 は導電板 1 9 5 によって一方のワイヤガイド部 1 6 0 b に電氣的に接続されており (図 1 1 参照)、これにより、ワイヤガイド部 1 6 0 b に接触するワイヤ 1 0 5 2 を介して先端動作部 1 2 側へと高電圧を伝えることができる。

[0081] 図 1 6 に示すように、シャフト支持部 1 5 4 では、カプラ 1 6 5 及び連結シャフト 1 8 の内側で、Y 方向にロッド 1 9 2 a 及び 1 9 2 b が並列し、ワイヤ 1 0 5 2 及び 1 0 5 4 の各往復線は Y 方向に近接して並び、ワイヤ 1 0 5 2 とワイヤ 1 0 5 4 は X 方向に並列しており、バランスよく配列されている。

[0082] 次に、下部ブラケット 3 2 を構成するトリガレバー取付部 3 2 b と、該トリガレバー取付部 3 2 b に軸支されるトリガレバー 3 6 について説明する

。

[0083] 図1、図6及び図19に示すように、トリガレバー取付部32bは、プーリボックス32aのZ2方向端面からZ2方向に平行に延びた一对の支持プレート201、201の間に渡ったトリガ軸35により、トリガレバー36を回動可能に軸支している。

[0084] 先ず、トリガレバー36について説明する。

[0085] 図17及び図19に示すように、トリガレバー36は、トリガ軸35に軸支されるアーム部200と、該アーム部200のY2側に設けられた指輪部202と、該指輪部202のY2側に設けられた略円弧状の指掛け突起204a、204bと、指輪部202から指掛け突起204a、204bに渡って形成された内部空間203に収納されたラチェット爪206と、該ラチェット爪206を揺動させるレバー208とを有する。指輪部202は、主に人差し指（又は中指）を挿入し、指掛け突起204a、204bは、主に中指（又は薬指）を掛けるのに適している。

[0086] ラチェット爪206は、Z1側が揺動軸207に軸支されると共に、Z2側には、凹部206bによって形成されて上方を指向した爪部206aが設けられ、揺動軸207よりZ1側の端部がコイルばね209によってY2方向へと付勢されている。これにより、爪部206aが上方に向けて付勢されると共に、凹部206bが内部空間203をX方向に渡るストッパピン（ストッパ部材）211に当接することで、それ以上の上方への揺動が規制されている。

[0087] そこで、トリガ軸35を支点としてトリガレバー36をZ2方向に大きく変位（回動）させると、ラチェット爪206の爪部206aは、グリップハンドル26からZ1方向に突出した平面視略U字状の係合リング（係合部）27に当接する（図2、図6及び図17参照）。次いで、爪部206aのZ2側傾斜面に係合リング27が摺接しつつ、爪部206aがコイルばね209の付勢力に抗して多少下方に揺動される。そして、係合リング27が爪部206aを完全に乗り越えると、ラチェット爪206は、コイルばね209

の付勢力によってストッパピン 211 に当接する位置まで戻され、同時に、係合リング 27 が爪部 206 a（凹部 206 b）に係合する（図 18 A 参照）。その結果、トリガレバー 36 の位置を保持することができ、エンドエフェクタ 1300（図 1 参照）を閉状態にロックすることができる。係合リング 27 は、例えば多段に設けてもよく、そうするとトリガレバー 36 のロック位置又は把持力を把持対象に合わせて調整可能にすることもできる。

[0088] レバー 208 は、一部が内部空間 203 から Z1 方向に露出した略 L 字状の部材である（図 17 参照）。レバー 208 は、内部空間 203 内の一端側が揺動軸 213 に軸支されており、通常、コイルばね 209 によって Y2 方向に付勢されたラチェット爪 206 の Z1 方向端によって押圧され、図 18 A に示すような初期姿勢で保持されている。

[0089] そこで、図 18 B に示すように、レバー（解除部） 208 の外部に露出した操作端 208 b を Y2 方向に押し下げると、該レバー 208 が揺動軸 213 を支点として揺動し、内部空間 203 内の一端側に形成された押圧面 208 a がラチェット爪 206 をコイルばね 209 の弾性力に抗して揺動させ、図 18 B に示すように該ラチェット爪 206 を固定することができる。これにより、図 18 B に示すように爪部 206 a（凹部 206 b）と係合リング 27 との係合が発生しない状態で使用することができる。また、爪部 206 a と係合リング 27 との係合を発生させながら使用した際に該係合を解除する場合、指輪部 202 の下部に部分的に突出しているラチェット爪 206 の中央凹部（解除部） 206 c を指で下側に押し下げることによって解除することができる（図 18 A の一点鎖線で示すラチェット爪 206 参照）。

[0090] 図 17 に示すように、トリガレバー 36 の内部空間 203 の Z2 側上部には、上方に向けて傾斜した傾斜面 203 a が形成されると共に、他の部分よりも深く掘り下げられた凹部 203 b が形成されている。これにより、グリップハンドル 26 側の係合リング 27 を凹部 203 b から円滑にラチェット爪 206 に対して係合させることができる。

[0091] さらに、ラチェット爪 206 が係合リング 27 に係合した状態のまま、仮

に操作部 1 4 と作業部 1 6 とを分離させた場合であっても、ストッパピン 2 1 1 によってラチェット爪 2 0 6 の上方への揺動が規制されており、しかも傾斜面 2 0 3 a 及び凹部 2 0 3 b が係合リング 2 7 の逃げ部として作用するため、図 1 8 A 中の破線矢印で示すように、係合リング 2 7 を傾斜面 2 0 3 a に沿って容易に抜くことができる。このため、係合リング 2 7 とラチェット爪 2 0 6 との係合状態が強固に維持されて、係合リング 2 7 やトリガレバー 3 6 に無理な力が生じることを有効に回避することができる。

[0092] なお、図示はしないが、係合リング 2 7 に相当する構造の係合リングを爪部 2 0 6 a 及び凹部 2 0 6 b に代えてラチェット爪 2 0 6 側に設ける一方、爪部 2 0 6 a (及び凹部 2 0 6 b) に相当する構造の爪部をグリップハンドル 2 6 側に設けてもよい。この場合にも、ラチェット爪 2 0 6 側の前記係合リングに対し、グリップハンドル 2 6 側の前記爪部を Y 1 側から Y 2 側に向かって係合する構成とすることにより、上記と略同様な作用効果を得ることができる。

[0093] 次に、トリガレバー取付部 3 2 b について説明する。

[0094] 図 1 1 及び図 1 9 に示すように、トリガレバー取付部 3 2 b は、プーリボックス 3 2 a の Z 2 方向端面から延び、その Z 2 方向端近傍でトリガレバー 3 6 を軸支する一対の支持プレート 2 0 1、2 0 1 と、支持プレート 2 0 1、2 0 1 間に設けられた荷重リミッタ 2 1 2 及びトリガワイヤ 2 1 4 とを有する。支持プレート 2 0 1、2 0 1 間の中心は連結シャフト 1 8 と略同軸構成となっている。支持プレート 2 0 1 は平行な一対のプレート部材以外、例えば円筒形状等でもよく、トリガ軸 3 5 や荷重リミッタ 2 1 2 等を支持できる形状であればよい。

[0095] 荷重リミッタ 2 1 2 は円筒形状であって、外筒 2 1 2 a と、内ロッド 2 1 2 b と、コイルばね 2 1 2 c とを有し、Z 1 方向端の内ロッド 2 1 2 b がロッド 1 9 2 a の端部に軸支され、Z 2 方向端の外筒 2 1 2 a がアーム部 2 0 0 における軸 2 0 0 a に軸支されている。内ロッド 2 1 2 b とロッド 1 9 2 a を駆動可能に接続する軸 2 0 5 は、支持プレート 2 0 1 に設けられた長丸

穴 2 1 5 にスライド自在な状態で支持されている（図 2 0 参照）。これにより、ロッド 1 9 2 a と内ロッド 2 1 2 b の角度に係わらず、ロッド 1 9 2 a を Z 方向へ真っ直ぐに動かすことができる。コイルばね 2 1 2 c は適度に硬く、プリロードをかけた状態で外筒 2 1 2 a と内ロッド 2 1 2 b との間に介在している。従って、荷重リミッタ 2 1 2 は、通常は、実質的な剛体としてロッド 1 9 2 a とトリガレバー 3 6 とを接続しているが、過度に大きい荷重がかかったとき、すなわち、エンドエフェクタ 1 3 0 0 が何かを挟持する等してプリロード以上の荷重がかかったときには、コイルばね 2 1 2 c がさらに圧縮されて内ロッド 2 1 2 b が延出する。これにより、トリガレバー 3 6 を過度に強く引いても、その力は荷重リミッタ 2 1 2 によって制限されることになり、エンドエフェクタ 1 3 0 0（図 1 参照）及びその駆動機構あるいは把持対象物を保護することができる。

[0096] なお、荷重リミッタ 2 1 2 の最大荷重は、エンドエフェクタ 1 3 0 0 が最大に開いたときにトリガレバー 3 6 を最も手前に引いた場合であっても、トリガワイヤ 2 1 4 等の駆動機構が許容強度以下となるように設定されることが望ましい。

[0097] 図 1 9 に示すように、トリガワイヤ 2 1 4 は、Z 1 方向端がロッド 1 9 2 b の端部に接続（例えば、圧着）され、Z 2 方向端がピン 2 1 4 a を介してアーム部 2 0 0 における軸 2 0 0 b に軸支されている。トリガワイヤ 2 1 4 は、プーリ 2 1 6 に案内されており、該プーリ 2 1 6 よりも Z 1 側の部分は、ロッド 1 9 2 b と略同軸状となっている。

[0098] 軸 2 0 0 a はトリガ軸 3 5 よりも Y 2 側、軸 2 0 0 b はトリガ軸 3 5 よりも Y 1 側に配置されており、軸 2 0 0 a、2 0 0 b は、トリガ軸 3 5 から略等距離にある。従って、トリガレバー 3 6 を操作することにより、軸 2 0 0 a と軸 2 0 0 b は反対方向に略等距離変位し、これに伴って、ロッド 1 9 2 a とロッド 1 9 2 b が反対方向（Z 1 方向と Z 2 方向）に略等距離変位する。このように、トリガ軸 3 5、ロッド 1 9 2 a、1 9 2 b、軸 2 0 0 a、2 0 0 b、荷重リミッタ 2 1 2 及びトリガワイヤ 2 1 4 等は、トリガレバー 3

6 への入力操作を先端動作部 1 2 へと機械的に伝達する操作伝達部を構成している。勿論、該操作伝達部は、他の構成要素を含み又はいずれかの構成要素を省略してもよく、要は、トリガレバー 3 6 への入力操作によってロッド 1 9 2 a、1 9 2 b 等の伝達部材を進退できる構成であればよい。

[0099] 図 3、図 1 1 及び図 2 2 B に示すように、トリガレバー取付部 3 2 b を構成する一対の支持プレート 2 0 1、2 0 1 の上面（Y 1 方向面）において、プーリボックス 3 2 a 寄りの位置には、両支持プレート 2 0 1、2 0 1 に渡ってバーコードプレート 2 2 0 が固定され、その表面にバーコード 2 2 2 が設けられている。

[0100] バーコード 2 2 2 は、例えば略正方形のマトリックス形状であり、柵目に従って白及び黒が印刷された二次元バーコードであり、操作部 1 4 側に設けられたカメラ 2 2 4 により、ミラー 2 2 6 及び撮影窓 2 2 7 を介して撮像される（図 6 及び図 2 0 参照）。

[0101] そこで、次に、バーコード 2 2 2 及びそれを撮像するカメラ 2 2 4 について説明する。

[0102] 図 3、図 1 1 及び図 2 2 B に示すように、バーコード 2 2 2 は、X Z 平面を構成するバーコードプレート 2 2 0 の上面（Y 1 方向面）に貼り付けられ、下部カバー 3 7 a、3 7 b の合わせ面に形成される切欠 2 3 0 によって上部に露出している。バーコード 2 2 2 には、作業部 1 6 の個体情報、仕様、タイムスタンプ（製造日等）やシリアルナンバー、使用量（使用回数）上限等の情報が含まれている。バーコード 2 2 2 が保持している個体情報は、作業部毎に識別が可能のように異なる値が付与されている。また、バーコード 2 2 2 はミラー 2 2 6 を介して撮影されるため、鏡像となっている。ミラー 2 2 6 としては、例えば、P E T（ポリエチレンテレフタレート）とアルミによる複合鏡等を用いるとよい。

[0103] バーコード 2 2 2 は 1 枚に限らず、複数枚からなる構成であってもよい。バーコード 2 2 2 が 2 枚からなる場合、一枚は個体情報、製造日、シリアルナンバー等の個体特有の情報を示し、もう一枚は仕様、使用量上限等の型式

毎に共通的な情報を示すようにしてもよい。バーコード 222 は二次元データに限らず、一次元形状であってもよい。バーコード 222 における柵目の色は白及び黒に限らず、赤外線吸収色及び赤外線反射色であってもよく、又は 3 色以上の色の区別により情報を示すようにしてもよい。

[0104] 図 6 及び図 20 に示すように、カメラ 224 は、操作部 14 を構成するモータ 100、102 の下部に配置され、一方の上部カバー 25b の内面に固定されている。カメラ 224 の X 方向両側部には、一对の LED 224a、224a が設けられている（図 7 も参照）。カメラ 224 は、例えば CCD 形式又は CMOS 形式からなり、バーコード 222 を撮像するためのカメラである。

[0105] 図 20 に示すように、カメラ 224 は、撮像方向が反射鏡であるミラー 226 で屈曲されてバーコード 222 を撮像可能な向き（略 Z1 方向）に設定されており、つまり、屈曲方向（直交方向）に位置した被写体であるバーコード 222 を、ミラー 226 を介して撮像可能である。同様に、LED 224a は、光軸がミラー 226 で屈曲されてバーコード 222 を照明する向き（略 Z1 方向）に設定されている。LED 224a により、カメラ 224 はバーコード 222 を一層確実に認識することができる。LED 224a は、カメラ 224 を挟んで左右対称位置に設けられており、バーコード 222 をバランスよく照明することができる。LED 224a は、カメラ 224 を挟んで上下に設けられていてもよく、等間隔に 3 以上設けられていてもよい。LED 224a が十分な光量を有する場合には 1 つでもよい。

[0106] ミラー 226 の Y2 方向には、上部カバー 25 を透過させる撮影窓 227 が設けられており（図 20 参照）、すなわち、操作部 14 において、カメラ 224、LED 224a 及びミラー 226 は、上部カバー 25 内に収納されている（図 2 及び図 6 参照）。さらに、操作部 14 に作業部 16 が装着された状態では、上部カバー 25 及び下部カバー 37 によってバーコード 222 も略閉空間内に配置されるため、当該マニピュレータ 10 の使用時に、バーコード 222 及びカメラ 224 が血液等で汚れることを防止可能であると共

に、不要な外乱光を遮蔽してＬＥＤ２２４aによる安定した撮像が可能となる。また、バーコード２２２とカメラ２２４との相対的な位置及び向きが固定的であることから、カメラ２２４側では、バーコード２２２の位置及び向きを特定する必要がなく、これらを特定するためのコードが不要か又は少量で足り、その分、バーコード２２２における記録可能な情報量が多くなる、あるいは省スペースでの配置が可能となる。

[0107] このようなバーコード２２２を作業部１６に設けたことにより、操作部１４及びコントローラ５１４では、カメラ２２４を用いて作業部１６の個体情報を認識することができ、マニピュレータ１０を構成するモータ１００、１０２等を当該作業部１６の種類（例えば、グリッパやはさみ、電気メス）に対応するように適切に且つ正確に駆動制御することができる。

[0108] ここで、作業部１６が操作部１４に装着されたことは、着脱センサ３１４及び検出シャフト３１６（図７等参照）によって迅速に検出することができる。そこで、コントローラ５１４では、着脱センサ３１４による作業部１６の装着の検出を、カメラ２２４及びＬＥＤ２２４aを起動制御してバーコード２２２から個体信号を取得するためのトリガ信号とすることもできる。

[0109] すなわち、コントローラ５１４は、作業部１６が操作部１４に装着されたと略同時に、カメラ２２４及びＬＥＤ２２４aを駆動制御してバーコード２２２から個体信号を取得する。コントローラ５１４では、少なくとも作業部１６が操作部１４に装着されたときに個体信号を取得すれば足り、それ以外のときにはカメラ２２４及びＬＥＤ２２４aの動作を停止しておくことができ、処理負荷が低減すると共に省電力化を図ることができる。さらに、バーコード２２２は直接的な通電の必要がなく操作部１４及び作業部１６には電氣的接点が存在せず、しかもバッテリー等の蓄電体もないため一層省電力であると共に、操作部１４から取り外した作業部１６の洗浄や滅菌等を一層容易に行うことができる。

[0110] 図２０から諒解されるように、カメラ２２４とバーコード２２２とを、ミラー２２６を介して屈曲させて配置したことにより、カメラ２２４がバーコ

ード２２２を読み取るために必要な焦点距離（例えば、５０mm程度）を容易に確保することができる。すなわち、例えば、カメラ２２４をバーコード２２２の鉛直上方（Ｙ１方向）で下向きに配置すると、カメラ２２４がモータ１００、１０２等よりも上方に設置されるため、操作部１４（上部カバー２５）を特にＹ方向に大型化する必要があり、当該マニピュレータ１０も大型化する。これに対し、ミラー２２６を設けたことにより、操作部１４の長手方向（Ｚ方向）のスペースを有効に利用してカメラ２２４を設置することが可能となる。特に本実施形態のように、モータ１００、１０２をＺ方向に沿って横置きした構造の場合には、該モータ１００、１０２の下空きスペースをカメラ２２４の設置スペースとして有効に利用することができる。

[0111] 図２０に示す構成の場合、カメラ２２４によるバーコード２２２の読み取り方向がミラー２２６を介して略直角に設定されているが、例えば、図２１に示すように、カメラ２２４によるバーコード２２２の読み取り方向を傾斜させた構成とすることもできる。

[0112] 図２１に示す構成例では、カメラ２２４によるバーコード２２２の読み取り方向がＺ２側に傾斜しており、ミラー２２６を介してバーコード２２２を斜め方向から撮像する構造となっている。

[0113] この構成によれば、図２１中に２点鎖線で示す略直角での読み取り方向の場合と比べて、ミラー２２６からバーコード２２２までの距離を延長することができる。このため、カメラ２２４からバーコード２２２までの焦点距離を一層容易に確保することができ、例えば、図２０に示す構成に比べてカメラ２２４の位置をＺ１方向にずらすこともでき、操作部１４（上部カバー２５）の一層の小型化が可能となる。

[0114] さらに、カメラ２２４と並設された照明用のＬＥＤ２２４aからの光は、ミラー２２６及び撮影窓２２７を介してバーコード２２２を照らすが、この際、図２１から諒解されるように、撮影窓２２７の表面で反射された光がカメラ２２４へと戻ることがない。このため、ＬＥＤ２２４aの照明光の反射によってバーコード２２２の読み取り精度が低下することを防止することが

できる。なお、バーコード２２２ができるだけカメラ２２４の正面を向くように、バーコード２２２をＸ軸回りに適宜回転させ傾けた状態（図２１におけるバーコード２２２の右側を上にした状態）で配置してもよい。

[0115] 次に、操作部１４側のマスタスイッチ３４及び複合入力部２４について説明する。

[0116] マスタスイッチ３４（図１及び図６参照）は、マニピュレータ１０の動作状態の有効又は無効を設定するための入力手段であり、その操作は入力検出部（トグルスイッチ又はタクトスイッチ等）３５０によって検出され、検出された信号がコントローラ５１４に供給される。ＬＥＤ２９は、マニピュレータ１０の制御状態を示すインジケータであり、操作者が容易に認識可能な大きさであり、且つ操作に支障がない程度に十分に小型軽量である。ＬＥＤ２９は、上部カバー２５の頂面（Ｙ１方向面）における略中央部で、視認性のよい位置に設けられており、マスタスイッチ３４と並んで配置されている。ＬＥＤ２９は、例えば、マスタスイッチ３４によるＯＮ操作に同期して点灯等をするため、操作者はマスタスイッチ３４の操作をしながらその入力状態をＬＥＤ２９により確実に認識することができる。ＬＥＤ２９は、例えば、緑色及び赤色をそれぞれ発光可能であり、さらに各色につき点灯及び点滅が可能である。

[0117] 図６及び図７に示すように、マスタスイッチ３４は、一方の上部カバー２５ｂの内面に支持部材３５２を介して固定された基板３５４上に配置され、上部カバー２５内の部分がスイッチカバー３５６によって外部から密封されている。

[0118] コントローラ５１４（図１参照）では、マスタスイッチ３４の入力状態を読み込み、オンされた際に後述する原点サーチ動作を行ってマニピュレータ１０を所定の使用可能状態に駆動制御する。これにより、操作部１４の操作指令が有効となり、先端動作部１２に所望の動作を付与することが可能となる。

[0119] 図４及び図５に示すように、複合入力部２４は、Ｚ軸（Ｙ軸）を中心とし

てX 1 方向及びX 2 方向に対称な構造であり、先端動作部 1 2 に対してロール方向（軸回転方向）及びヨー方向（左右方向）の回転指令を与える複合的な入力部である。グリップハンドル 2 6 の上面は、Z 1 方向に向けてY 1 方向に上がる傾斜面 2 6 a となっており、複合入力部 2 4 はこの傾斜面 2 6 a に設けられている。傾斜面 2 6 a の傾斜角は、グリップハンドル 2 6 を人手で把持したときに複合入力部 2 4 が親指又は人差し指で操作し易い角度であり、Z 方向を基準として $20^{\circ} \sim 35^{\circ}$ 程度が好適である。

[0120] 複合入力部 2 4 は、傾斜面 2 6 a に配置されたセンサホルダ 5 2 によって支持されており、傾斜面 2 6 a の Z 1 側（Y 1 側）の回転操作部 5 4 と、その Z 2 側（Y 2 側）に設けられた傾動操作部 5 6 と、傾動操作部 5 6 の下部側面にそれぞれ配設された 3 つのスイッチ操作子 5 8 a、5 8 b、5 8 c とを有する。

[0121] 図 5 に示すように、センサホルダ 5 2 内には、スイッチ基板 6 2 が設けられ、該スイッチ基板 6 2 には、回転操作部 5 4 への入力操作を検出する入力検出部（タクトスイッチ）6 6 a と、傾動操作部 5 6 への入力操作を検出する入力検出部（タクトスイッチ）6 6 b と、スイッチ操作子 5 8 a ~ 5 8 c への入力操作を検出する入力検出部（タクトスイッチ）6 6 c ~ 6 6 e とが設けられる。このような複合入力部 2 4 により、モータ 1 0 0、1 0 2、駆動シャフト 1 1 5、1 1 6 及びプーリ 1 5 8 a、1 5 8 b が駆動され、可撓性部材であるワイヤ 1 0 5 2、1 0 5 4 を介して先端動作部 1 2 をロール方向及びヨー方向に動作させることができる。

[0122] スイッチ操作子 5 8 b は、回転操作部 5 4 及び傾動操作部 5 6 の有効及び無効の切換や、ヨー軸機構（ピボット軸機構）を所定の初期姿勢に戻す（一度押すと初期姿勢まで自動的に移動し、停止する）、又は初期姿勢方向に移動させる（押しているときだけ初期姿勢方向に移動し、初期姿勢になったら自動的に停止する）ためのスイッチとして用いるとよい。

[0123] スイッチ操作子 5 8 a 及び 5 8 c は、ロール回転機構を所定の初期姿勢に戻す、又は初期姿勢方向に移動させるためのスイッチとして用いるとよい。

スイッチ操作子 58a 及び 58c は、全く同一の機能を有するスイッチとして左右に配置することで、操作者が操作部 14 を右手で把持した場合でも左手で把持した場合でも問題なく、同様の操作をすることができる。具体的には、右手操作の場合及び左手操作のいずれの場合にも、例えば親指による同様の操作が可能である。また、現在のロール回転機構の位置（正領域か負領域か）を意識せずにロール回転機構を所定の初期姿勢まで戻し、又は初期姿勢方向に移動させることができる。

[0124] 図 5 に示すように、回転操作部 54 は、YZ 方向に沿う軸（図示せず）を中心として回動可能な構成であり、X1 方向及び X2 方向にそれぞれ伸びたレバー 72a と、両レバー 72a、72a の間で X、Y、Z 方向に適度に膨出して 3 方に切欠 72b を設けた操作子 72c とを有する。レバー 72a の左右両端は、表面に滑り止め用の多数の筋が設けられた半円形状となっている。操作子 72c は、初期位置の状態上部カバー 25a、25b と連続的な面（平面又は曲面）を構成しており（図 4 参照）、無駄な突起や段差等がなく、外観上で好適であるとともに、操作もし易い形状とされている。

[0125] 回転操作部 54 は、操作子 72c の切欠 72b を指で周方向に向かう回動操作がなされ、ロール回動機構を動作させる機能を有する。このように外周面に指掛け部が設けられている回転操作部 54 によれば、前記 YZ 方向に沿う軸を中心とした回動操作がなされ、ロール回動機構についての直感的な操作性が得られる。また、指掛け部が傾動操作部 56 の端部よりも外径側に設けられていることにより、該傾動操作部 56 との使い分けが容易である。

[0126] 図 5 に示すように、傾動操作部 56 は、YZ 方向に沿う軸 74 を中心として傾動可能な傾動板 76 を設けた構成である。軸 74 は X 方向に関して複合入力部 24 の中心となっている。傾動操作部 56 は、傾動板 76 を指で押し込むことによる傾動操作がなされ、ヨー軸機構（ピボット軸機構）を動作させる機能を有する。

[0127] このように、複合入力部 24 において、回転操作部 54 は周方向に向かう回動操作がなされ、傾動操作部 56 は押し込むことによる傾動操作がなされ

、このような操作方法の違いにより、ロール回動機構とヨー（ピボット）軸機構との対応付けが容易に理解され、より直感的な操作が可能となる。

[0128] また、センサホルダ５２は、上部カバー２５と密着して当該複合入力部２４の周囲をシールする機能も有し、複合入力部２４の周辺から液体等が上部カバー２５内に浸入することを防止している。勿論、センサホルダ５２と別体のシール部材を配設してもよい。

[0129] 以上より、操作部１４において上部カバー２５内は、複合入力部２４の周辺がセンサホルダ５２によりシールされ（図４及び図６参照）、マスタスイッチ３４の周辺がスイッチカバー３５６によりシールされ（図６参照）、カメラ２２４及びミラー２２６とバーコード２２２との間が撮影窓２２７によりシールされ（図６及び図２０参照）、上部ブラケット１０４の底面周辺がＯリング１０５、１３１、３２０、３２６、３２８によりシールされ（図６、図９及び図１０参照）、これにより密封されている。従って、血液や洗浄液等が上部カバー２５内に浸入することを防止でき、作業部１６と分離した状態であっても操作部１４の洗浄や滅菌等が容易となる。

[0130] 次に、操作部１４（駆動部３０）と作業部１６との着脱の構成について説明する。

[0131] 図２及び図６に示すように、駆動部３０は上部カバー２５内に収納されており、操作部１４及び作業部１６が分離された状態において、上部カバー２５の下面側（Ｙ２方向）からギア機構部１０６等を支持する上部ブラケット１０４の底面が露呈する。

[0132] 図２及び図２２Ａに示すように、上部カバー２５から露出している上部ブラケット１０４の底面からは、駆動シャフト１１５、１１６と、各駆動シャフト１１５、１１６に対応する係合凸部１３７、１３８と、各係合凸部１３７、１３８に対応するカップリングセンサ３０６、３０８の検出シャフト３１０、３１２と、着脱センサ３１４の検出シャフト３１６とがＹ２方向に突出している。さらに、上部ブラケット１０４の底面からは、一対のガイドピン１６３、１６３がＹ２方向に突出している。各ガイドピン１６３近傍の上

部カバー 25 a の X 1 方向面及び上部カバー 25 b の X 2 方向面に形成された凹部 399、399 内には、下端側が上部カバー 25 から Y 2 方向に突出した着脱レバー 400、400 がそれぞれ設けられている。

[0133] 2本のガイドピン 163、163は、下部ブラケット 32の2つのピン穴 161、161に対向する位置で、上部ブラケット 104の底面 Z 2 方向端の X 方向両端にそれぞれ設けられている（図 6、図 22 A 及び図 22 B 参照）。

[0134] 図 1 及び図 2 に示すように、2つの着脱レバー 400、400は、駆動部 30を覆う上部カバー 25の左右側面（X 1 及び X 2 側面）に対称に設けられており、Z 方向に沿った回動軸 400 a の上部（Y 1 側）に設けられた一対の弾性部材 400 b、400 b により、Y 2 方向端の内側に形成された爪部 400 c が上部カバー 25の内側に向かう方向で弾性的に付勢されている。着脱レバー 400の上部表面（Y 1 側）はやや窪んでおり、弾性部材 400 b の付勢力に抗して当該着脱レバー 400を開放させるために指で押圧する操作面 400 d を構成している。

[0135] このような着脱レバー 400によれば、操作部 14が作業部 16に装着される際には、爪部 400 c が、下部カバー 37の X 方向両側面に形成された凹部 401内に固定された係止部 401 a に係合する。これにより、操作部 14と作業部 16とを確実に連結し固定することができる。一方、操作部 14及び作業部 16が装着された状態で、2つの操作面 400 d、400 d を略同時に内側へと押圧することにより、爪部 400 c と係止部 401 a との係合状態が解除され、操作部 14と作業部 16とを分離させることができる。

[0136] 操作部 14及び作業部 16の装着時には、2本並列して設けられたガイドピン 163が作業部 16側の2つのピン穴 161に嵌挿されるため、駆動部 30（操作部 14）は作業部 16に対して確実に位置決めされ、安定して保持される。勿論、ガイドピンは3本以上としてもよい。ガイドピン 163は、X-Z 平面内に作用するモーメントを受けることができ、係合部やプーリ

、駆動シャフト等に加わる力を低減することができる。

[0137] さらに、図2、図3及び図6に示すように、このような装着時には、上部カバー25の底面側（Y2側）でグリップハンドル26の根元近傍に形成された位置決め凹部406に対し、下部カバー37のZ2方向端に形成された位置決め凸部408が係合する。これにより、操作部14と作業部16とを一層確実に位置決めすることができ、しかも装着後における操作部14と作業部16との間でのねじり方向等での剛性を高めることができる。

[0138] 図2及び図22Aに示すように、駆動シャフト115（116）の先端（Y2方向端）に設けられた係合凸部137（138）には、軸中心から放射状に延びた円弧状の複数（5つ）の凸部として、1つの大凸部402aと、4つの小凸部402bとが設けられている。図22Aから諒解されるように、大凸部402aは、均等に配置された6つの小凸部のうちの2つを連結した形状となっている。

[0139] 一方、図3及び図22Bに示すように、プーリ158a（158b）の先端（Y1方向端）に設けられた係合凹部176a（176b）には、前記係合凸部137（138）の形状に対応し、軸中心から放射状に延びた円弧状の複数（5つ）の凹部として、1つの大凹部404aと、4つの小凹部404bとが設けられている。図22Bから諒解されるように、大凹部404aは、均等に配置された6つの小凹部のうちの2つを連結した形状となっている。さらに、これら大凹部404a及び小凹部404bを設けた溝部の中心には、Y2方向にさらに深い中央凹部404cが設けられている。中央凹部404cは、係合凸部137、138の中心からY2方向に突出した駆動シャフト115、116先端の逃げ部であり（図25B参照）、同軸となるように位置決めするためのガイドの機能も有する。

[0140] 図22A及び図22Bから諒解されるように、係合凸部137、138と係合凹部176a、176bとは、互いに所定の係合位相にある状態で係合可能である。すなわち、大凸部402aと大凹部404aとが係合し、且つ、全ての小凸部402bと小凹部404bとが係合し、これにより、操作部

１４と作業部１６とが装着された状態で、モータ１００、１０２の回転駆動力を、駆動シャフト１１５、１１６からプーリ１５８ａ、１５８ｂへと確実に伝達することができる。

[0141] この際、係合凸部１３７（１３８）は、駆動シャフト１１５（１１６）の波形部１１５ｃ（１１６ｃ）に対して挿通されているため、該駆動シャフト１１５（１１６）と共に回転する。さらに、係合凸部１３７（１３８）と係合凹部１７６ａ（１７６ｂ）とは、周方向に複数配置された大凸部４０２ａ及び小凸部４０２ｂと大凹部４０４ａ及び小凹部４０４ｂとが互いに噛合っているため、駆動シャフト１１５（１１６）の回転駆動力を一層確実にプーリ１５８ａ（１５８ｂ）へと伝達することができる。なお、駆動シャフト１１５（１１６）側に係合凹部を設け、プーリ１５８ａ（１５８ｂ）側に係合凸部を設けるようにしてもよい。

[0142] 以上のように、駆動部３０側の係合凸部１３７、１３８は、駆動シャフト１１５、１１６を回転軸として回転可能である（図２２Ａ参照）。同様に、作業部１６側の係合凹部１７６ａ、１７６ｂは、プーリ１５８ａ、１５８ｂを回転軸として回転可能であるが（図２２Ｂ参照）、その回転範囲は、ストッパ１７９ａと当接部１７７ａ、１７７ｂとの当接による規制作用により、所定の正転範囲（図１４Ａ中の矢印＋ θ 参照）及び逆転範囲（図１４Ａ中の矢印－ θ 参照）に規制されている。

[0143] なお、プーリ１５８ａ、１５８ｂの回転範囲は、他の構造によって規制してもよく、例えば、図２３に示すように、プーリ１５８ａ、１５８ｂ（係合凹部１７６ａ、１７６ｂ）に、その外径方向に突出した当接部（当接部材）１７７ｃを設け、下部ブラケット３２の上面（Ｙ１方向面）に、前記当接部１７７ｃが所定の正転及び逆転を行った際に当接し、それ以上の回転を規制するストッパ１７９ｂを設けてもよい。これらの当接部１７７ｃ及びストッパ１７９ｂは、上記の当接部１７７ａ、１７７ｂ及びストッパ１７９ａの構造のように、係合凹部１７６ａ、１７６ｂの下部に形成した円弧切欠部１７７（図１２及び図１４Ａ参照）内に配置されるように構成してもよい。

- [0144] また、係合凸部 137、138 及び係合凹部 176a、176b は、それぞれ中心から放射状に延びた凸部及び凹部のうち、他より大きな 1 つの大凸部 402a 及び大凹部 404a を持ち、回転中心に対して非対称な形状とされている（図 22A 及び図 22B 参照）。
- [0145] 従って、一方の係合凸部 137 及び係合凹部 176a と、他方の係合凸部 138 及び係合凹部 176b とは、それぞれ図 24B に示すように、互いの大凸部 402a と大凹部 404a とが一致した場合、つまり単一の回転角度（位相）でのみ係合可能であり、図 24A に示すように、それ以外の回転角度（位相）では構造的に係合不能となっている。すなわち、操作部 14 と作業部 16 との装着時、係合凸部 137（138）と係合凹部 176a（176b）とが互いに係合不能な回転位相である場合には、係合可能な回転位相に駆動制御する係合動作（カップリング動作）が必要である。さらに、係合動作の終了後には、コントローラ 514 が先端動作部 12 を正確に且つ精度よく駆動制御するため、先端動作部 12 を所定の原点姿勢（図 1、図 54 及び図 56 参照）とし、モータ 100、102 を所定の原点位相とすべく、ワイヤ 1052、1054 を往復駆動するプーリ 158a、158b 及び駆動シャフト 115、116 と、モータ 100、102 の回転位相を原点に復帰させる原点サーチ動作を実施する必要がある。
- [0146] なお、係合凸部 137、138 と係合凹部 176a、176b とは、上記のように、単一の位相でのみ互いに係合可能に構成する以外にも、複数の位相で係合可能に構成することも可能であるが、詳細は後述する。また、大凸部 402a と大凹部 404a とを一致させる係合構造以外にも、小凸部 402b と小凹部 404b とを一致させる係合構造等、各種の構造でもよく、要は、所定の位相で係合凸部と係合凹部とが互いに係合し、回転力を伝達可能なものであればよい。また、係合凸部 137 や係合凹部 176a 等の形状は、他の形状であっても当然よく、要は、駆動シャフト 115、116 からの回転駆動力を従動軸であるプーリ 158a、158b に確実に伝達可能且つ着脱可能な形状であればよい。

- [0147] 次に、係合凸部 137 (138) と係合凹部 176 a (176 b) との係合動作 (カップリング動作) 及びこの係合動作と共に実施される原点サーチ動作について説明する。なお、一方の係合凸部 137 及び係合凹部 176 a の係合動作及び原点サーチ動作と、他方の係合凸部 138 及び係合凹部 176 b の係合動作及び原点サーチ動作とは略同様である。このため、以下では一方の係合凸部 137 及び係合凹部 176 a の係合動作及び原点サーチ動作について代表的に説明する。
- [0148] 先ず、係合凸部 137 (138) と係合凹部 176 a (176 b) との間での係合動作について説明する。
- [0149] 図 24 A 及び図 25 A は、操作部 14 と作業部 16 とが装着される際、係合凸部 137 (138) 及び係合凹部 176 a (176 b) の回転位相が略 90° ずれている場合、すなわち、大凸部 402 a 及び大凹部 404 a が略 90° ずれており、小凸部 402 b 及び小凹部 404 b もずれており、係合凸部 137 と係合凹部 176 a とが互いに係合不能である状態の一例である。本実施形態に係るマニピュレータ 10 では、このような状態であっても、操作部 14 と作業部 16 とを外観上では装着可能である。
- [0150] すなわち、図 25 A 及び図 25 B から諒解されるように、操作部 14 及び作業部 16 の装着時において、係合凸部 137 が係合凹部 176 a と係合できない場合 (図 25 A 参照)、操作部 14 が作業部 16 へと押し下げられるのに伴い、係合凸部 137 の先端下面 (Y2 方向端面) は係合凹部 176 a の先端上面 (Y1 方向端面) に当接し、コイルばね 121 の付勢力に抗して駆動シャフト 115 の波形部 115 c に沿って Y1 方向に退動する。
- [0151] その結果、係合凸部 137 及び係合凹部 176 a が係合しないままであっても (図 25 A 参照)、着脱レバー 400 の爪部 400 c が係止部 401 a に係合し (図 1 ~ 図 3 参照)、操作部 14 と作業部 16 との装着が完了する。この装着完了は、検出シャフト 316 が止板 179 に着座したことが着脱センサ 314 に検出されることによりコントローラ 514 でも認識される。
- [0152] この際、図 25 A に示すように、カップリングセンサ 306 用の検出シャ

フト310は、その下端のフランジ310bが係合凸部137の環状溝部139に係合していることから、係合凸部137のY1方向への退動に伴ってY1方向に退動する。従って、カップリングセンサ306は、係合凸部137と係合凹部176aとの係合動作の完了を検出できず、つまり、コントローラ514は、操作部14と作業部16の装着が完了したことを認識すると同時に、係合凸部137と係合凹部176aの係合が完了していないことを認識する。

[0153] そこで、コントローラ514では、例えばマスタスイッチ34（図1参照）がオン操作されることにより、前記原点サーチ動作の一動作として、係合凸部137と係合凹部176aとを係合させる係合動作（カップリング動作）を実施する。

[0154] 図24A及び図25Aに示すように、先ず、係合凸部137の先端下面が係合凹部176aの先端上面に当接して着座している状態でモータ100が駆動される。これにより、ギア機構部106を介して駆動シャフト115が回転される一方、プーリ158aは回転されず、図24A中の破線矢印に示すように、係合凸部137が係合凹部176a上を摺接しながら回転する。

[0155] 図24Bに示すように、回転する大凸部402aが大凹部404aに一致すると、係合凸部137及び係合凹部176aが係合可能な位相となるため、図25Bに示すように、係合凸部137はコイルばね121の付勢力によってY2方向に進動され、係合凸部137及び係合凹部176aが互いに係合する。これにより、検出シャフト310も係合凸部137と共にY2方向に進動するため、カップリングセンサ306は、係合凸部137と係合凹部176aとの係合動作の完了を検出することができる。そして、駆動シャフト115とプーリ158aとが回転駆動力を伝達可能に連結されるため、係合凹部176aの回転位相、つまりプーリ158a及びワイヤ1054を介在した先端動作部12の動作姿勢についても、モータ100の回転駆動力によって制御可能な状態となる。

[0156] なお、コイルばね121によって弾性支持する対象を係合凹部176a（

１７６ｂ）側としても略同様の作用を得ることができるが、カップリングセンサ３０６は操作部１４側に設けた方がコントローラ５１４との接続等にとって都合がよく、このため、検出シャフト３１０が連結される係合凸部１３７（１３８）側がコイルばね１２１によって弾性支持されて進退可能に構成されている方が望ましい。

[0157] 次に、上記の係合動作と共に実施される原点サーチ動作について説明する。本実施形態では、コントローラ５１４の制御下に該原点サーチ動作が駆動制御され、つまりコントローラ５１４が原点サーチ部としての機能を有する。

[0158] 図２６Ａ～図２６Ｄは、操作部１４及び作業部１６が外観上装着された状態での、係合凸部１３７（破線で示す）と係合凹部１７６ａ（実線で示す）の互いの初期位相（カップリングポジション）の各パターンを例示した説明図である。

[0159] 図２６Ａ～図２６Ｄにおいて、一点鎖線で示す直線Ｍ０はモータ原点Ｍ０、つまりモータ１００、駆動シャフト１１５及びプーリ１５８ａの原点位相を示すと共に、先端動作部１２が原点姿勢となる位相を示している。モータ原点Ｍ０は、図７及び図８に示す検出片３３３（３３４）の半円状の円板部の２つの端部３３３ａ、３３３ｂ（３３４ａ、３３４ｂ）が原点検出センサ３３１（３３２）を通過することにより、該原点検出センサ３３１（３３２）の出力が切り替わる点として、コントローラ５１４により検出される。検出片３３３には検出される端部３３３ａが１８０°位相となっている。上記したように、プーリ１５８ａの回転範囲は、正転及び逆転の範囲が共に１８０°未満となっているため（図１４Ａ等参照）、検出片３３３を１８０°位相とすることにより、原点に対して正領域であるか、あるいは負領域であるかを判断できる。

[0160] なお、図２６Ａ～図２６Ｄでは、理解の容易のため、駆動シャフト１１５側の係合凸部１３７を破線大円形状に示すと共に、大凸部４０２ａを破線小円形状に示す一方、プーリ１５８ａ側の係合凹部１７６ａを実線大円形状に

示すと共に、大凹部 404a を実線小円形状に示している。また、係合凹部 176a（プーリ 158a）の回転範囲を明確にするため、係合凹部 176a 側の当接部 177a（177b）を外径方向に突出した当接部材として図示すると共に、その回転を規制するストッパ（プーリ動作限）179a を、ハッチングを付与した直線で図示しており、換言すれば、図 23 の変形例に示す当接部 177c とストッパ 179b との当接による回転範囲の規制に類似した構造として図示しており、図 27A 以降についても同様である。さらに、このような係合凸部 137 及び係合凹部 176a の係合のケースとしては、プーリ 158a の初期位相によって 8 種類のケースが存在し得、原点サーチのために各ケース毎に 8 つの動作パターンで動作するようにプログラムされている。なお、基本的には、8 つの動作パターンであるが、この動作パターンはモータ原点 M0 を中心とした対称系であることから、本実施形態では、コントローラ 514 の制御下に実施される図 26A～図 26D に示す 4 つの代表的な動作パターンについて説明する。

- [0161] 図 26A は、係合凸部 137（大凸部 402a）の位相を基準とした場合に、モータ原点 M0 と逆方向（逆転方向）に係合凹部 176a（大凹部 404a）の位相がある状態を例示したものであり、このカップリングポジションからの係合動作及び原点サーチ動作を、以下、動作パターン（1）と呼ぶ。図 26B は、係合凸部 137（大凸部 402a）及び係合凹部 176a（大凹部 404a）の位相が最初から（つまり、駆動部 30 及び作業部 16 が装着された瞬間から）一致している状態を例示したものであり、以下、動作パターン（2）と呼ぶ。図 26C は、係合凸部 137（大凸部 402a）の位相を基準とした場合に、該係合凸部 137（大凸部 402a）とモータ原点 M0 との間に、係合凹部 176a（大凹部 404a）の位相がある状態を例示したものであり、以下、動作パターン（3）と呼ぶ。図 26D は、係合凸部 137（大凸部 402a）の位相を基準とした場合に、モータ原点 M0 の正方向（正転方向）に係合凹部 176a（大凹部 404a）の位相がある状態を例示したものであり、以下、動作パターン（4）と呼ぶ。

- [0162] 基本的なプログラム・シーケンスは、モータ原点M0の検出動作と係合動作から構成される。まず、モータ原点M0の検出を行う。モータ原点M0の検出動作では、原点検出センサ331からスタート時の正負領域を判断し、駆動シャフト115をモータ原点M0方向へ動作させる。モータ原点M0の検出後、正負いずれかの動作限からいずれかの動作限へ連続的に動作させる。
- [0163] モータ原点M0検出時以降に、係合凸部137と係合凹部176aの係合が係合センサであるカップリングセンサ306により確認されれば、動作限から動作限へ連続的に動作させるシーケンスを終了し、モータ原点M0へ移動させ、原点サーチ動作は完了する。
- [0164] 上記の係合凸部137と係合凹部176aのそれぞれの位相関係により、係合凸部137と係合凹部176aの係合のタイミングや位置は異なるため、結果として動作パターンは複数考えられ、基本的には4ケースが考えられる。それぞれのケースにおける動作パターンを説明する。
- [0165] 動作パターン(1)について、図27A～図27Dを参照して説明する。動作パターン(1)では初期状態において、係合凸部137(大凸部402a)の位相に対し、モータ原点M0と逆方向(逆転方向)に係合凹部176a(大凹部404a)の位相がある(図26A及び図27A参照)。
- [0166] まず、駆動シャフト115は原点検出センサ331により負領域であることが分かるため、モータ100を駆動制御して駆動シャフト115を正方向(図27Aで時計回り)に回転させ、図27A中の破線矢印で示すように、係合凸部137(大凸部402a)をモータ原点M0方向に回転させる。そうすると、係合凸部137(大凸部402a)はモータ原点M0に一致した位相となり(図27B参照)、原点検出センサ331により検出片333の端部333aが検出され(図8参照)、この位相をコントローラ514はモータ100の原点として認識する。
- [0167] 続けて、図27C中の破線矢印で示すように、係合凸部137(大凸部402a)をさらに正転方向に回転させることにより、係合凸部137(大凸

部 4 0 2 a) の位相が係合凹部 1 7 6 a (大凹部 4 0 4 a) の位相に一致して、互いに係合する (図 2 7 C 参照)。係合凸部 1 3 7 と係合凹部 1 7 6 a との係合動作は、図 2 4 A ~ 図 2 5 B を参照して上記した通りであり、この係合は、カップリングセンサ 3 0 6 を介してコントローラ 5 1 4 によって検出される。

[0168] そこで、図 3 0 C 中の実線矢印に示すように、係合凹部 1 7 6 a と係合した係合凸部 1 3 7 をモータ原点 M 0 へと回転させることにより、係合凹部 1 7 6 a も一緒にモータ原点 M 0 に回転し、図 2 7 D 等に示す場合と同様に、駆動シャフト 1 1 5 及びプーリ 1 5 8 a が所定の原点位相に設定され、先端動作部 1 2 も所定の原点姿勢となる。

[0169] 動作パターン (2) について、図 2 8 A ~ 図 2 8 D を参照して説明する。動作パターン (2) では初期状態において、係合凸部 1 3 7 (大凸部 4 0 2 a) 及び係合凹部 1 7 6 a (大凹部 4 0 4 a) の位相が最初から一致しており (図 2 6 B 及び図 2 8 A 参照)、この係合は、カップリングセンサ 3 0 6 を介してコントローラ 5 1 4 によって検出されている。

[0170] 先ず、図 2 8 A 中の矢印に示すように、係合凹部 1 7 6 a に係合した係合凸部 1 3 7 をモータ原点 M 0 へと回転させることにより、係合凹部 1 7 6 a も一緒にモータ原点 M 0 に回転する。そうすると、係合凸部 1 3 7 及び係合凹部 1 7 6 a はモータ原点 M 0 に一致した位相となり (図 2 8 B 参照)、原点検出センサ 3 3 1 により検出片 3 3 3 の端部 3 3 3 a が検出され (図 8 参照)、この位相をコントローラ 5 1 4 はモータ 1 0 0 の原点として認識する。このため、モータ 1 0 0 の回転が停止されるが、図 2 8 A から図 2 8 B に示すようにして原点が検出された際には、検出と略同時にモータ 1 0 0 を停止させたとしても、モータ 1 0 0 は原点位置から多少のオーバーランをしている (図 2 8 C 参照)。

[0171] そこで、図 2 8 D に示すように、モータ原点 M 0 まで逆転方向にモータ 1 0 0 を回転させることにより、係合凸部 1 3 7 及び係合凹部 1 7 6 a がモータ原点 M 0 に戻されて停止され、これにより、駆動シャフト 1 1 5 及びプー

り 1 5 8 a が所定の原点位相に設定され、先端動作部 1 2 も所定の原点姿勢となる。

[0172] 動作パターン（３）について、図 2 9 A～図 2 9 Cを参照して説明する。動作パターン（３）では初期状態において、係合凸部 1 3 7（大凸部 4 0 2 a）の位相を基準とした場合に、該係合凸部 1 3 7（大凸部 4 0 2 a）とモータ原点 M 0 との間に、係合凹部 1 7 6 a（大凹部 4 0 4 a）の位相がある（図 2 6 C 及び図 2 9 A 参照）。

[0173] 先ず、モータ 1 0 0 を駆動制御して、図 2 9 A 中の破線矢印で示すように、係合凸部 1 3 7（大凸部 4 0 2 a）をモータ原点 M 0 方向に回転させる。そうすると、図 2 9 B に示すように、係合凸部 1 3 7（大凸部 4 0 2 a）の位相が係合凹部 1 7 6 a（大凹部 4 0 4 a）の位相に一致して互いに係合し、この係合は、カップリングセンサ 3 0 6 を介してコントローラ 5 1 4 によって検出される。

[0174] そこで、図 2 9 B 中の矢印に示すように、係合凹部 1 7 6 a に係合した係合凸部 1 3 7 をモータ原点 M 0 へと回転させることにより、係合凹部 1 7 6 a も一緒にモータ原点 M 0 に回転されて、係合凸部 1 3 7 及び係合凹部 1 7 6 a はモータ原点 M 0 に一致した位相となり（図 2 9 C 参照）、原点検出センサ 3 3 1 により検出片 3 3 3 の端部 3 3 3 a が検出され（図 8 参照）、この位相をコントローラ 5 1 4 はモータ 1 0 0 の原点として認識する。続いて、図 2 8 B～図 2 8 D に示す動作と略同様、図 2 9 C の往復矢印で示すように、モータ 1 0 0 はモータ原点 M 0 を多少オーバーランして停止された後、逆転方向に回転されることにより、係合凸部 1 3 7 及び係合凹部 1 7 6 a がモータ原点 M 0 に戻されて停止され、これにより、駆動シャフト 1 1 5 及びプーリ 1 5 8 a が所定の原点位相に設定され、先端動作部 1 2 も所定の原点姿勢となる。

[0175] 動作パターン（４）について、図 3 0 A～図 3 0 Cを参照して説明する。動作パターン（４）では初期状態において、係合凸部 1 3 7（大凸部 4 0 2 a）の位相を基準とした場合に、モータ原点 M 0 の正方向（正転方向）に係

合凹部 176a（大凹部 404a）の位相がある（図 26D 及び図 30A 参照）。

[0176] まず、モータ 100 を駆動制御して、図 30A 中の破線矢印で示すように、係合凸部 137（大凸部 402a）をモータ原点 M0 方向に回転させる。そうすると、図 30B に示すように、係合凸部 137（大凸部 402a）はモータ原点 M0 に一致した位相となり、原点検出センサ 331 により検出片 333 の端部 333a が検出され（図 8 参照）、この位相をコントローラ 514 はモータ 100 の原点として認識する。

[0177] 続けて、図 30B 中の破線矢印で示すように、係合凸部 137（大凸部 402a）をさらに正転方向に回転させることにより、係合凸部 137（大凸部 402a）の位相が係合凹部 176a（大凹部 404a）の位相に一致して、互いに係合し（図 30C 参照）、この係合は、カップリングセンサ 306 を介してコントローラ 514 によって検出される。

[0178] そこで、図 27D に示す場合と略同様に、係合凹部 176a に係合した係合凸部 137 をモータ原点 M0 へと戻すことにより、係合凹部 176a も一緒にモータ原点 M0 に回転し、駆動シャフト 115 及びプーリ 158a が所定の原点位相に設定され、先端動作部 12 も所定の原点姿勢となる。

[0179] ところで、場合によっては、係合凸部 137 と係合凹部 176a との摩擦や引っ掛かり等により、両者が係合（嵌合）していない状態であっても、プーリ 158a は、駆動シャフト 115 と共に連れ回りされ回転することもある。そのような場合、動作パターン（1）では、図 27C の位置では係合せず、最悪の場合、ストッパ 179a（+動作限）の位置で係合することになる。動作パターン（3）、（4）の場合も同様に、ストッパ 179a（+動作限）の位置で係合することになる。つまり、プーリ 158a が駆動シャフト 115 と連れ回った場合でも、少なくとも正負の動作限から動作限へ連続的に動作するシーケンスが含まれていたなら、動作限近傍で係合させることは可能である。なお、動作限方向へ動作しているときに、動作限近傍で係合した場合でも、シーケンス的には、既にモータ原点 M0 の検出は完了し

ているため、動作限の位置はわかっており、動作限近傍では、減速、停止等の処置は可能であり、ストッパ 179 a に機械的に高速状態で衝突して、駆動系に機械的ダメージや破損・破壊を与えることなく、高速に原点サーチ動作を行うことが可能である。

[0180] また、動作パターン（１）の場合、図 27 B から図 27 C の状態へ動作する方法として、同一方向へ回転させた場合について説明したが、図 27 B の動作後、動作限であるストッパ 179 a の位置で一旦停止し、逆方向回転させてもよい。この場合も、シーケンス的には、既にモータ原点 M0 の検出は完了しているため、一旦停止し反転させることは容易である。 θ の角度が小さい場合には、一旦停止させた方が、移動距離が短くなり、原点サーチ動作を短縮させることが可能である。

[0181] 同一方向へ回転させるか、反転させるか、どちらのシーケンス・プログラムをコントローラ 514 に組み込むかは、動作範囲である許容回転範囲 θ 、原点サーチ最大許容時間、係合部の位相状態の頻度等を考慮して決定すればよい。

[0182] 原点サーチ動作は、操作ボタン（マスタスイッチ 34）を押したらスタートし自動的に完了する、もしくは、スイッチ（マスタスイッチ 34）を押しているときだけ、サーチ動作を行い、離したら停止、再度押すと再スタート等のようにしてもよい。後者の場合、マニュアル的な操作となり、異常を感じたときや、途中停止したいときに、原点サーチ動作をすぐに停止させることができる。

[0183] ところで、上記したように、駆動シャフト 115（116）とプーリ 158 a（158 b）との係合（カップリング）は、上記例示した単一の位相でのみ係合可能に構成する以外にも、2 以上の位相で係合可能に構成することもできる。

[0184] 次に、駆動シャフト 115（116）及びプーリ 158 a（158 b）の係合凸部 137（138）及び係合凹部 176 a（176 b）の係合位相の構成例について説明する。

- [0185] 駆動シャフト 1 1 5 (1 1 6) とプーリ 1 5 8 a (1 5 8 b) とのカップリングにおける係合凸部 1 3 7 (1 3 8) と係合凹部 1 7 6 a (1 7 6 b) との係合位相は、例えば、先端動作部 1 2 の構成の違い等によりプーリ 1 5 8 a (1 5 8 b) に設定される動作領域 (許容回転範囲) に応じて設定されるとよく、単一の位相以外にも、2 以上の位相での係合を可能に構成することができる。
- [0186] 先端動作部 1 2 を直接的に動作させる従動軸であるプーリ 1 5 8 a (1 5 8 b) の動作領域である許容回転範囲を θ ($^{\circ}$) とし、 360 ($^{\circ}$) $\div \theta$ ($^{\circ}$) の商の整数部分を n とすると、上記した原点サーチ動作等を考慮して、最大 n 箇所での係合が可能、つまり n 箇所以下の位相でのみ係合可能に構成される。
- [0187] そこで、許容回転範囲 θ と係合箇所 (n 箇所) との関係は、次の (1) ~ (5) に例示するように設定できる。なお、前記許容回転範囲 θ は、図 1 4 A に示すプーリ 1 5 8 a の場合、矢印 + θ が例えば 90° であり、矢印 - θ が例えば 90° であるとするとき許容回転範囲 θ が 180° となり、プーリ 1 5 8 b の場合、矢印 + θ が例えば 135° であり、矢印 - θ が例えば 135° であるとするとき許容回転範囲 θ が 270° となる。
- [0188] (1) θ が 180° (度) 以上 360° (度) 未満の場合には 1 箇所であり、係合凸部及び係合凹部は単一位相の形状で係合可能に構成する必要がある。(2) θ が 120° 以上 180° 未満の場合には 2 箇所以下であり、係合凸部及び係合凹部は 180° 位相形状で係合可能に構成することができる。(3) θ が 90° 以上 120° 未満の場合には 3 箇所以下であり、係合凸部及び係合凹部は 120° 位相の形状で係合可能に構成することができる。(4) θ が 72° 以上 90° 未満の場合には 4 箇所以下であり、係合凸部及び係合凹部は 90° 位相の形状で係合可能に構成することができる。(5) θ が 60° 以上 72° 未満の場合には 5 箇所以下であり、係合凸部及び係合凹部は 72° 位相の形状で係合可能に構成することができ、それ以降の動作領域についても同様である。

- [0189] 例えば、図 1 4 A では、プーリ 1 5 8 a、1 5 8 b の許容回転範囲 θ （矢印 + θ と矢印 - θ とが示す範囲の合計）が、それぞれ 180° 、 270° に設定されている。このため、上記（1）に示すように、係合可能箇所は 1 箇所とする必要があり、係合凸部 1 3 7、1 3 8 と係合凹部 1 7 6 a、1 7 6 b の係合位相も単一の位相でのみ係合するように構成している。
- [0190] 一方、図 3 1 A 及び図 3 1 B に示すように、プーリ 1 5 8 a（1 5 8 b）の許容回転範囲 θ （矢印 + θ と矢印 - θ とが示す範囲の合計）が、 120° 以上 180° 未満に設定されている場合（ $120^\circ \leq \theta < 180^\circ$ ）には、係合凸部 1 3 7（1 3 8）と係合凹部 1 7 6 a（1 7 6 b）とは、互いに 2 つの大凸部 4 0 2 a 及び大凹部 4 0 4 a を有する 180° 位相の形状に構成し、2 箇所（1 箇所でも当然よい）で係合可能に構成することができる。なお、図 3 2 A 及び図 3 2 B は、係合凸部 1 3 7（1 3 8）と係合凹部 1 7 6 a（1 7 6 b）とを 180° 位相の形状に構成した場合、つまり、 $120^\circ \leq \theta < 180^\circ$ での他の形状例であり、勿論これ以外の形状としてもよい。
- [0191] 図 3 3 A 及び図 3 3 B に示すように、プーリ 1 5 8 a（1 5 8 b）の許容回転範囲 θ が、 90° 以上 120° 未満に設定されている場合（ $90^\circ \leq \theta < 120^\circ$ ）には、係合凸部 1 3 7（1 3 8）と係合凹部 1 7 6 a（1 7 6 b）とは、互いに 3 つの大凸部 4 0 2 a 及び大凹部 4 0 4 a を有する 120° 位相の形状に構成し、3 箇所（1 又は 2 箇所でも当然よい）で係合可能に構成することができる。なお、図 3 4 A 及び図 3 4 B は、係合凸部 1 3 7（1 3 8）と係合凹部 1 7 6 a（1 7 6 b）とを 120° 位相の形状に構成した場合、つまり、 $90^\circ \leq \theta < 120^\circ$ での他の形状例であり、勿論これ以外の形状としてもよい。
- [0192] このように、互いにカップリングして回転駆動力を伝達する係合凸部 1 3 7（1 3 8）と係合凹部 1 7 6 a（1 7 6 b）とは、プーリ 1 5 8 a（1 5 8 b）の回転許容範囲 θ に応じて、 n 箇所以下で係合可能に構成することができる。特に、上記（2）や（3）等に示すように複数箇所での係合が可能な場合には、それぞれ最大の係合箇所、例えば上記（2）では 2 箇所、上記

(3) では3箇所係合可能な形状に構成すれば、カップリング形状の対称化を図ることができ、原点サーチ動作に要する時間を可及的に短縮することが可能となる。なお、上記(2)～(5)等を示す2箇所以上での係合を可能にした形状とした場合であっても、原点サーチ動作は、図26A～図30Cに示されるような単一位相形状の場合の動作と略同様に実施可能である。

[0193] 同様に、原点検出センサ331(332)のセンサドグである検出片333(334)についても上記カップリングの係合箇所(n箇所)に伴って形状を変更することができ、n箇所の係合位相に設定された場合には $n \cdot 2$ 箇所で切り替えて原点検出センサ331(332)で検出可能に構成すればよい。例えば、上記したように、単一の係合位相の場合には、正転及び逆転がそれぞれ 180° 未満となるため、検出片333(334)が 180° 位相の形状(2軸)で構成されており、これによりモータ原点を一層迅速に検出可能となっている。

[0194] より具体的には、検出片333の形状について、例えば、 $180^\circ \leq \text{許容回転範囲} \theta < 360^\circ$ の場合には、図7及び図8に示すように半円の 180° 位相の形状とするとよく、 $120^\circ \leq \theta < 180^\circ$ の場合には、図35に示すように1/4円が2箇所にある 90° 位相の形状とするとよく、 $90^\circ \leq \theta < 120^\circ$ の場合には、図36に示すように1/6円が3箇所にある 60° 位相の形状とするとよい。このように、許容回転範囲 θ やカップリングの係合形状(n箇所カップリング形状)に応じて、原点検出センサ331のセンサドグである検出片333の位相形状を最適に構成することにより、モータ原点M0を一層迅速に検出することが可能となる。

[0195] 次に、基本的には以上のように構成されるマニピュレータ10における起動動作(使用準備動作)及び該起動動作に関連した操作部14及び作業部16の装着動作について、図37のフローチャートを参照して説明する。以下では、単一位相で係合する係合凸部137(138)及び係合凹部176a(176b)を用いた構成を例示して説明するが、上記した2以上の位相で係合する構成のもの(図31A等参照)であっても略同様に制御及び動作可

能である。

- [0196] 図37のステップS1において、マニピュレータ10を含むシステムを起動するために、まず、操作者はコントローラ514の電源スイッチ516（図1参照）をオンし、コントローラ514及び周辺システム等を起動する（ステップS2）。
- [0197] 次に、ステップS3において、操作部14をコントローラ514に対して装着する。例えば、操作部14のグリップハンドル26下端から延びたケーブル61先端のコネクタ520をコントローラ514の第1ポート515aに接続する（図1参照）。
- [0198] ステップS4では、コントローラ514に接続された操作部14に対し、所定の先端動作部12を備えた作業部16を装着する。この装着動作は、上記したように、操作部14から突出している2本のガイドピン163、163がそれぞれ作業部16のピン穴161、161に嵌合するように、且つ、操作部14の位置決め凹部406が作業部16の位置決め凸部408に係合するように位置合わせを行いつつ、操作部14と作業部16とを互いに押圧して密着させる（図6、図22A及び図22B参照）。これにより、着脱レバー400の爪部400cが係止部401aに係合し（図1～図3参照）、操作部14と作業部16との装着が完了する。操作部14と作業部16との装着が完了したことは、検出シャフト316が止板179に着座したことが着脱センサ314に検出されることにより（図7、図25A及び図25B参照）、コントローラ514に認識される。
- [0199] そこで、ステップS5において、コントローラ514は、ステップS4での着脱センサ314の検出をトリガとして、又は他の図示しないスイッチ入力等に基づき、カメラ224及びLED224aを駆動制御してバーコード222を撮像し（図20参照）、バーコード222から作業部16の個体情報として、仕様（先端動作部12の種類）、使用回数及び使用量制限（上限）等を取得する。また、コントローラ514では、作業部16の個体情報を取得し、該個体情報に応じて作業部16の種類に応じてモータ100、10

2等を適切に制御することができる。

[0200] 上記したように、操作部14と作業部16とが外見上装着完了した状態であっても、実質的な装着として駆動シャフト115（116）とプーリ158a（158b）とを係合させる係合動作と、この係合動作と共に実施して、モータ100（102）や先端動作部12を所定の原点位置や原点姿勢に設定する原点サーチ動作を行う必要がある。

[0201] そこで、ステップS6において、操作部14と作業部16とが装着されたマニピュレータ10のマスタスイッチ34（図1参照）をオンすることにより、ステップS7において、コントローラ514の制御下に、又は操作部14に内蔵される図示しない制御部の制御下に、図26A～図30Cに例示される上記した原点サーチ動作が実施される。これにより、係合凸部137（138）と係合凹部176a（176b）が係合されると共に（図25B及び図27C等参照）、駆動シャフト115及びプーリ158aが所定の原点位相に設定され（図27D等参照）、先端動作部12も所定の原点姿勢に設定されて、マニピュレータ10の使用準備が完了する（ステップS8）。このように、原点サーチ動作が実行されることにより、原点位置の検出を容易に行うことができる共に、操作部14と作業部16の装着後の動作開始を一層円滑に実行することができる。

[0202] 上記ステップS7による原点サーチ動作中には、マスタスイッチ34と並設されたLED29（図1参照）を、例えば緑色で点滅させるように制御する。そうすると、操作者は原点サーチ動作が実施されていることを容易に認識することができる。また、ステップS8により使用準備が完了した後は、LED29を、例えば緑色で点灯させるように制御することにより、マニピュレータ10が正常に起動されて所定の使用可能状態にあることを操作者に明示することができる。なお、LED29は、上記ステップS1～S6までは消灯されているが、その処理状態に応じた点灯や点滅等をするように制御してもよいことは勿論である。

[0203] ステップS8により使用準備が完了された後、つまりマニピュレータ10

が使用可能状態となった後、操作者は、グリップハンドル 26 を把持すると共に、複合入力部 24 及びトリガレバー 36 を操作して、マニピュレータ 10 を所定の手技に対応して動作させることができる。

[0204] この状態で、例えば手技の一時中断等により、マスタスイッチ 34 がオフされた場合には（ステップ S 9）、LED 29 が消灯されてマニピュレータ 10 の使用可能状態が停止される。その後、作業部 16 を取り外す等することなく、続けて手技を行う場合には、再びマスタスイッチ 34 をオンすることにより（ステップ S 10）、ステップ S 8 へと戻り、マニピュレータ 10 は再び使用可能状態となり、操作者は所定の手技を開始し又は継続することができる。この際、ステップ S 9 からステップ S 10 までの間、つまりマスタスイッチ 34 がオフされた後、オンされるまでの間に、作業部 16 の操作部 14 からの取り外し等が行われえない限りは、ステップ S 7 で設定されたモータ 100、102 や先端動作部 12 の原点位置がずれることはなく、ステップ S 10 の後は迅速にステップ S 8 に移行することができる。

[0205] 一方、ステップ S 8 の後、例えば他の手技に対応して作業部 16 を変更するために、作業部 16 と操作部 14 とを取り外した場合には（ステップ S 11 及びステップ S 12）、それぞれステップ S 4 及びステップ S 3 へと戻り、その後は上記した制御フローが実施される。

[0206] ところで、上記ステップ S 5 に示すバーコード 222 の読取動作では、例えば、図 37 中に E1～E3 で示すようなエラーを生じることがある。マニピュレータ 10 で発生するエラーは、次のエラー E1～E3 及びエラー E4 以外の状態に係るものも当然発生する可能性があるが、以下ではエラー E1～E4 を例示して説明する。

[0207] エラー E1（バーコード読取異常）は、ステップ S 5 におけるバーコード 222 の読取動作によって、バーコード 222 の読取異常が生じた場合、例えばカメラ 224 でバーコード 222 を正確に撮像できない場合やバーコード 222 がコントローラ 514 の制御対象の作業部 16 等以外のものの場合等である。この場合には、ステップ S 13 において、LED 29 を、例えば

赤色で点滅させるように制御する作業部取り外し要請が実施される。該作業部取り外し要請は、ＬＥＤ２９の表示以外にも、コントローラ５１４の表示部（ディスプレイ）５１７（図１参照）にエラーＥ１の表示を行い、また図示しないスピーカ等により警告音等を発生するようにしてもよい。この作業部取り外し要請に応じて、操作者が作業部１６を操作部１４から取り外した場合には、ＬＥＤ２９による前記赤色の点滅が消灯され、上記ステップＳ４に戻る。そこで、操作者は作業部１６の再確認やバーコード２２２の汚れ等の確認等を行うことになる。

[0208] エラーＥ２（使用量制限オーバー）は、ステップＳ５におけるバーコード２２２の読取動作によって、装着された作業部１６が使用量制限オーバーとなっている場合である。これは、例えば所定の作業部１６の使用回数制限が１０回であるところ、既に１０回の使用がなされているにもかかわらず当該作業部１６が装着された場合や、累積使用時間制限が３００時間であるところ、既に３００時間を越える使用がなされているにもかかわらず当該作業部１６が装着された場合や、又はマニピュレータ先端部の屈曲動作や回転動作が累積使用角度制限を越えて使用された場合等に報知されるエラーである。この場合には、上記エラーＥ１の場合と略同様に、ステップＳ１３において、ＬＥＤ２９を、例えば赤色で点滅させるように制御する作業部取り外し要請が実施される。勿論、この場合の作業部取り外し要請についても、コントローラ５１４の表示部５１７にエラーＥ２の表示を行い、また前記警告音等を発生するようにしてもよい。この作業部取り外し要請に応じて、操作者が作業部１６を操作部１４から取り外した場合には、ＬＥＤ２９による前記赤色の点滅が消灯され、上記ステップＳ４に戻る。そこで、操作者は作業部１６を新たな作業部１６に交換する等の作業を行うことになる。

[0209] エラーＥ３（撮影モジュール系異常）は、ステップＳ５におけるバーコード２２２の読取動作において、カメラ２２４が正常に機能しなかった場合等である。この場合には、ステップＳ１４において、ＬＥＤ２９を、例えば赤色で点滅させるように制御する操作部取り外し要請が実施される。この場合

にも、コントローラ 514 の表示部 517 にエラー E3 の表示を行い、また前記警告音等を発生するようにしてもよい。この操作部取り外し要請に応じて、操作者が操作部 14 を作業部 16 から取り外した場合には、LED 29 による前記赤色の点滅が消灯され、上記ステップ S3 に戻る。そこで、操作者は操作部 14 の確認や交換等の作業を行うことになる。

[0210] 同様に、上記ステップ S7 に示す原点サーチ動作では、例えば、図 37 中に E4 で示すようなエラーを生じることがある。エラー E4（操作部系異常）は、ステップ S7 における原点サーチ動作中に異常が生じた場合、例えばコントローラ 514 によりモータ 100、102 の異常が検知された場合や原点サーチが所定時間内に完了しない場合（カップリングセンサ 306 等の検出ができない場合）等である。この場合には、上記エラー E3 の場合と同様に、ステップ S14 において、LED 29 を、例えば赤色で点滅させるように制御する操作部取り外し要請が実施される。この場合にも、コントローラ 514 の表示部 517 にエラー E3 の表示を行い、また前記警告音等を発生するようにしてもよい。この操作部取り外し要請に応じて、操作者が操作部 14 を作業部 16 から取り外した場合には、LED 29 による前記赤色の点滅が消灯され、上記ステップ S3 に戻る。そこで、操作者は操作部 14 の確認や交換等の作業を行うことになる。

[0211] なお、各ステップ S1～S14 を含む各状態において、例えば、コントローラ 514 の電源スイッチ 516 や図示しない別の主電源スイッチ等がオフされた場合や、コントローラ 514 に接続された図示しない電源プラグ等からの電源コードが抜ける等した場合、さらにはコントローラ 514 で各種の故障や異常等が発生した場合には、マニピュレータ 10 では所定の終了処理（LED 29 は、例えば赤色の点滅に制御される）の後、操作終了となる。

[0212] 以上のように、本実施形態に係るマニピュレータ 10 によれば、駆動部 30 を含む操作部 14 と作業部 16 とが互いに着脱可能であり、従動軸であるプーリ 158a、158b の許容回転範囲 θ に基づいて設定された 1 以上（ n 箇所）の位相で駆動シャフト 115、116 側の係合凸部 137、138

とプーリ 158 a、158 b 側の係合凹部 176 a、176 b とが互いに係合可能に構成されている。このため、プーリ 158 a、158 b の回転によって動作される先端動作部 12 の動作領域を考慮した最大数（n 箇所）の係合位相で係合凸部 137、138 と係合凹部 176 a、176 b との係合を可能に構成することができ、カップリング形状の対称化を図ることができ、原点サーチ動作に要する時間を可及的に短縮することが可能となる。

[0213] この場合、係合凸部 137（138）がコイルばね 121 によって弾性支持されているため、操作部 14 と作業部 16 とを装着した際、係合凸部 137（138）と係合凹部 176 a（176 b）の係合位相が一致していない状態であっても、これら係合凸部 137 等が破損することがない。さらに、弾性支持された係合凸部 137（138）にカップリングセンサ 306（308）の検出部である検出シャフト 310、312 が連結されていることにより、カップリングの検出が容易且つ確実であり、しかもカップリングセンサ 306（308）は操作部 14 側にあるため、コントローラ 514 等への接続も容易である。しかも、上記したように、n 箇所以下の位相でのみ係合凸部 137（138）と係合凹部 176 a（176 b）が係合可能に構成することにより、原点サーチ動作での原点誤検出等の不良の発生を有効に抑えることができる。

[0214] また、着脱センサ 314 及びカップリングセンサ 306（308）を設けたことにより、操作部 14（駆動部 30）と作業部 16 との装着、及び係合凸部 137（138）と係合凹部 176 a（176 b）との係合を確実に検出することができ、装着不良や係合不良を防止することができる。

[0215] マニピュレータ 10 では、先端動作部 12 を機械的に駆動する機構部であるトリガレバー 36、トリガレバー取付部 32 b 及び棒状又は線状の伝達部材であるロッド 192 a、192 b 等が全て作業部 16 側に設けられている。一方、先端動作部 12 を電氣的に駆動する機構部である駆動部 30 等と、プーリ 158 a、158 b 及びワイヤ 1052、1054 等とは互いに操作部 14 側と作業部 16 側に分離するように設けられている。つまり、電氣的

な駆動部を構成するモータ 100、102 の回転駆動力は、係合凸部 137 (138) と係合凹部 176 a (176 b) との間のカップリング構造によって比較的容易に分離可能な構造に構成することができるが、トリガレバー 36 の操作をロッド 192 a 等によって直接的に伝達する機械的な駆動部は分離構造を構成すると、その構造がやや複雑になり易い。そこで、マニピュレータ 10 では、機械的な駆動部を構成するトリガレバー 36 やロッド 192 a 等を作業部 16 側にまとめて配置したことにより、操作部 14 と作業部 16 との着脱構造が一層簡便に構成されている。特に、ロッド 192 a、192 b は Z 方向での進退動作によってトリガレバー 36 への入力を伝達する構造、つまり棒状又は線状の伝達部材として構成されていることから、これらを分離しない構造としたことにより、前記着脱構造が一層簡素化されている。

[0216] この場合、トリガレバー 36 のラッチ機構を構成する爪部 206 a と係合リング 27 とが、それぞれ作業部 16 側（又は操作部 14 側でもよい）と操作部 14 側（又は作業部 16 側でもよい）に設けられている。これにより、トリガレバー 36 にその位置を固定するラッチ機構を搭載した場合であっても、操作部 14 と作業部 16 とを容易に着脱可能な構成にすることができる。

[0217] このようなトリガレバー 36 及びそのラッチ構造は、例えば、図 38～図 49 に示すような構造とすることもできる。すなわち、上記の通り、前記のトリガレバー 36 は、グリップハンドル 26 の方向に引ききった状態を維持させるラッチ機構が作業部 16 側のラチェット爪 206 と操作部 14 側の係合リング 27 によって構成されており、作業部 16 を操作部 14 から取り外した状態ではラッチされない。ところが、手技の種類によっては、作業部 16 を操作部 14 から取り外した単体でトリガレバー 36 をラッチさせておくとも便利な場合もある。例えば、作業部 16 が単体の状態でその連結シャフト 18 をトラカール 20 から出し入れする場合であり、このような場合には先端動作部 12 のエンドエフェクタ（グリップ）1300 を閉状態に維持させ

るためにトリガレバー 36 を引ききった状態に維持させておくことが好ましい。以下、作業部 16 が単体の状態でもトリガレバー 36 を引いた状態に維持する自己ラッチ機構 900 a ~ 900 g について説明する。

[0218] 図 38 に示すように、第 1 例に係る自己ラッチ機構 900 a は、トリガレバー取付部 32 b の下面に設けられた Z 方向に延在する長孔 902 と、指輪部 202 の斜め上方部の軸 904 に軸支されたラッチアーム 906 とを有する。ラッチアーム 906 における軸 904 の周辺部は内部空間 203 内にある。

[0219] 長孔 902 の Z2 方向端部には、斜め上方に折れ曲がった短いラッチ溝 902 a が設けられている。ラッチアーム 906 は、軸 904 よりも前方 (Z1 側) で先端のローラ 908 が長孔 902 に挿入されてガイドされるガイドバー 910 と、軸 904 よりも後方 (Z2 側) で円弧形状をなすバランスバー 912 とを有する。バランスバー 912 は、指輪部 202 の円弧と同形状であり、中央部で下向きの指押突起 912 a と、端部の錘 912 b とを有する。

[0220] バランスバー 912 は、円弧形状であることから適度な長さが確保されるとともに端部に錘 912 b を有することからガイドバー 910 よりもやや重く、ラッチアーム 906 は図 38 における時計方向の回転力を受けている。この回転力は小さく、トリガレバー 36 の操作に支障はない。バランスバー 912 は適度な長さが確保されているが、円弧形状であることから Z2 方向に過度に突出することなくグリップハンドル 26 に干渉することはない。図 38 から明らかなように、トリガレバー 36 を先端方向 (Z1 方向) に押し出しているときにはバランスバー 912 のほぼ全部は内部空間 203 よりも外に出ている。ここで、時計方向への回転力は、ばねの力を用いてもよい。

[0221] 図 39 に示すように、トリガレバー 36 を Z2 方向に引ききると、ローラ 908 は、長孔 902 における Z 方向直線部における端部に達し、このときグリップであるエンドエフェクタ 1300 は閉状態となる。ラッチアーム 9

06は、バランスバー912による回転力を受けていることから、ここでトリガレバー36から指を離すと時計方向にやや回転し、図40に示すようにローラ908はラッチ溝902aに嵌り込む。これによって、トリガレバー36はその位置に保持され、ラッチされることになる。

[0222] 図40に示すように、バランスバー912は指輪部202の周辺部に沿って内部空間203に入り込むことから、外方に無駄な突起がなく扱い易い。指押突起912aは指輪部202内にやや突出しており、該指押突起912aを押し込むことによってラッチ状態は簡便に解除される。

[0223] 次に、図41に示すように、第2例に係る自己ラッチ機構900bは、トリガレバー取付部32bの軸920に軸支されたガイドアーム922と、トリガレバー36に設けられた長孔924と、指輪部202の斜め下方部の軸926に軸支されたラッチアーム928と、該ラッチアーム928の端部を上方に向かって付勢するばね930とを有する。ガイドアーム922の下端部とラッチアーム928のほぼ全部は内部空間203内にある。

[0224] 長孔924は、指輪部202の前方（Z1側）において、アーム部200と略平行に延在しており、ガイドアーム922の下端に設けられたローラ932が挿入されている。長孔924のZ2側には低いガイド壁924aが設けられている。

[0225] ラッチアーム928は、軸926の部分で屈曲した幅広V字形状であって、軸926よりも前方（Z1側）の前方アーム934と、軸926よりも後方（Z2側）の後方アーム936とを有する。

[0226] 前方アーム934は、先端の切欠部934aと、該切欠部934aよりもやや根元側で側方に突出したストッパ934bとを有する。ストッパ934bはガイド壁924aに当接しており、ラッチアーム928の図41における反時計方向への回転を制限している。

[0227] 後方アーム936は、中央部上面に設けられた指押部936aを有する。後方アーム936のZ2方向端部は、ばね930によって上方に向かって付勢されており、ラッチアーム928は図41における反時計方向の回転力を

受けており、前記のストッパ934b及びばね930の反対側に突設されたストッパピン937によって所定角度で止まり、切欠部934aは長孔924の上端部近傍に配置されている。

[0228] トリガレバー36をZ2方向に引くと、ローラ932は長孔924によって上方へ案内され、ガイドアーム922は軸920を中心として反時計方向に回転する。やがてローラ932は切欠部934aの手前側に形成された三角形状部934cに当接して、ばね930の付勢力に抗して該三角形状部934cを乗り越える。ばね930は適度に軽く、乗り越え操作に支障はない。ローラ932が三角形状部934cを乗り越えるときに適度なクリック感が得られ、操作者はラッチ状態を確認できる。

[0229] 図42に示すように、ローラ932は切欠部934aに嵌り込む。後方アーム936はばね930によって反時計方向に付勢され続けていることから、ストッパ934bがガイド壁924aに当接（又は略当接）する位置まで戻され、同時にストッパピン937から後方アーム936が一瞬離れた後当接し、結局ローラ932は切欠部934aと長孔924の上端部で形成される隙間に保持されることになる。これにより、トリガレバー36はその位置に保持され、ラッチされることになる。指押部936aは指輪部202内にやや突出しており、該指押部936aを押し込むことによってラッチ状態は簡便に解除される。

[0230] 次に、図43A～図44に示すように、第3例に係る自己ラッチ機構900cは、トリガレバー取付部32bの一側面に設けられたZ方向に延在する長孔940と、指輪部202の斜め上方部の軸942に軸支されたラッチアーム944と、指輪部202の略半周に沿って配置された略L字状のスイングアーム946と、スイングアーム946を揺動させるレバー208とを備える。ラッチアーム944における軸942の周辺部と、スイングアーム946及びレバー208の一部は、内部空間203内に配置されている。

[0231] 長孔940のZ2方向端部には、斜め上方に折れ曲がった短いラッチ溝940aが設けられている。ラッチアーム944は、軸942よりも前方（Z

１側）で先端のローラ 948 が長孔 940 に挿入されてガイドされるロッドである。ラッチアーム 944 は、軸 942 に設けられたねじりばね 950 により、軸 942 を中心として図 43A で時計方向の付勢力を受けている。

[0232] スイングアーム 946 は、Ｌ字の屈曲部が揺動軸 207 に軸支されると共に、該屈曲部から Y1 方向に湾曲して延びた第 1 アーム 952 と、該屈曲部から Z2 方向に延びた第 2 アーム 954 とを有する。第 2 アーム 954 の Z2 側端部は、コイルばね 956 によって上方に付勢されており、つまり、スイングアーム 946 は、コイルばね 956 により、揺動軸 207 を中心として図 43A で反時計方向の付勢力を受けている。

[0233] レバー 208 は、図 17 に示すレバー 208 と略同形状且つ略同機能であり、内部空間 203 内の一端側が揺動軸 213 に軸支されている。このため、レバー 208 は、コイルばね 956 によって Y2 方向に付勢された第 2 アーム 954 の Z1 方向端によって押圧されるため、図 43A や図 44 に示すような姿勢で保持しておくことができる。

[0234] 先ず、図 43A に示すように、レバー 208 の操作端 208b を Y2 方向に押し下げたアンロック状態（ラッチ解除状態）では、レバー 208 の押圧面 208a が第 2 アーム 954 の揺動軸 207 より Z2 側に突出した部位に当接しており、コイルばね 956 の付勢作用下に、図 43A に示す状態でスイングアーム 946 が固定される。これにより、トリガレバー 36 を Z2 方向に大きく引き寄せたとしても、図 43B に示すようにラッチアーム 944 の Y2 側端部が第 1 アーム 952 の先端に当接して回り止めされる。なお、このときグリッパであるエンドエフェクタ 1300 は閉状態となる。従って、ローラ 948 が長孔 940 における Z 方向直線部に常時配置され、トリガレバー 36 がラッチ（ロック）されず、アンロック状態のままで使用することができる。

[0235] 一方、図 44 に示すように、レバー 208 の操作端 208b を Y1 方向に押し上げた状態では、ラッチアーム 944 の Y2 側端部と第 1 アーム 952 の先端とが当接しない。そこで、この状態でトリガレバー 36 を Z2 方向に

引ききると、ローラ948は、長孔940におけるZ方向直線部のZ2側端部に達する。この際、トリガレバー36から指を離すと、ラッチアーム944がねじりばね950によって時計方向の付勢力を受けていることから、トリガレバー36が時計方向にやや回転し、図44に示すようにローラ948がラッチ溝940aに嵌り込む。これにより、トリガレバー36はその位置に保持され、その動作がロックされてラッチ状態となる。

[0236] 続いて、ラッチ状態を解除する場合には、図43Bに示すように、レバー208の外部に露出した操作端208bをY2方向に押し下げ、該レバー208を、揺動軸213を支点として揺動させる。これにより、押圧面208aがスイングアーム946をコイルばね956の弾性力に抗して揺動させ、第1アーム952の先端がラッチアーム944の基端を押し込むため、ラッチアーム944はねじりばね950の付勢力に抗して反時計方向に回転し、ローラ948がラッチ溝940aから外れ、ラッチ状態が解除される。

[0237] 次に、図45A～図46に示すように、第4例に係る自己ラッチ機構900dは、ラッチ溝940aを有する長孔940と、軸942に軸支されて先端にローラ948を有するラッチアーム944と、指輪部202の略半周に沿って配置された略L字状のスイングアーム958とを備える。ラッチアーム944における軸942の周辺部と、スイングアーム958の大部分は、内部空間203内に配置されている。

[0238] ラッチアーム944は、軸942に設けられたねじりばね950により、軸942を中心として図45Aで時計方向の付勢力を受けている。

[0239] スイングアーム958は、L字の屈曲部からY1方向に延びた第1アーム962と、該屈曲部からZ2方向に延びた第2アーム964とを有し、該屈曲部の外側には、ピン966に係合する切欠き968が形成されている。スイングアーム958は、第1アーム962の中央付近に設けられた揺動軸960に軸支されると共に、揺動軸960に設けられたねじりばね970により、揺動軸960を中心として図45Aで時計方向の付勢力を受けている。

[0240] 図45Aに示す状態は、スイングアーム958がねじりばね970によっ

て時計方向に付勢され、ピン 966 が切欠き 968 の奥部に当接したアンロック状態（ラッチ解除状態）である。この状態では、トリガレバー 36 を Z2 方向に大きく引き寄せたとしても、図 45B に示すようにラッチアーム 944 の Y2（Z2）側端部が第 1 アーム 962 の先端に当接して回り止めされる。従って、ローラ 948 が長孔 940 における Z 方向直線部に常時配置され、トリガレバー 36 がラッチ（ロック）されず、アンロック状態のままで使用することができる。

[0241] 図 45A 及び図 45B に示すように、前記のアンロック状態では、スイングアーム 958 の屈曲部外側の第 1 操作端 958a が内部空間 203 から外部に多少突出している。

[0242] そこで、図 46 に示すように、第 1 操作端 958a を押し込み、スイングアーム 958 をねじりばね 970 の付勢力に抗して反時計方向に回転させると、第 1 アーム 962 の先端が Z1 方向に後退する。この状態で、トリガレバー 36 を Z2 方向に引ききると、ローラ 948 は、長孔 940 における Z 方向直線部の Z2 側端部に達すると共に、ラッチアーム 944 がねじりばね 950 によって時計方向に回転し、ローラ 948 がラッチ溝 940a に嵌り込む。これにより、図 46 に示すように、ラッチアーム 944 とスイングアーム 958 とが当接した状態でその動作が固定され、トリガレバー 36 はその位置に保持され、その動作がロックされてラッチ状態となる。

[0243] なお、トリガレバー 36 をラッチ状態にしてロックするためには、上記のように第 1 操作端 958a を押し込む以外にも、図 45B に示す状態から、トリガレバー 36 を Z2 方向により強く引き寄せるだけの操作によっても可能である。すなわち、図 45B から諒解されるように、ラッチアーム 944 の回り止めをするスイングアーム 958 の第 1 アーム 962 の先端は、該スイングアーム 958 の回転軸である揺動軸 960 からの距離が短く、そのモーメントが小さい。このため、ラッチアーム 944 を付勢するねじりばね 950 に対して、スイングアーム 958 を付勢するねじりばね 970 の弾性力を適度に小さいものに設定しておけば、図 45B に示す状態からトリガレバ

ー 36 を強く引き寄せただけで、図 46 に示すように、スイングアーム 958 を反時計方向に強制的に回転させ、ラッチアーム 944 のローラ 948 をラッチ溝 940a に嵌めてラッチ状態とすることができる。

[0244] 続いて、ラッチ状態を解除する場合には、図 46 に示すラッチ状態で指輪部 202 内に突出しているスイングアーム 958 の第 2 操作端 958b を Y2 方向に押し下げ、スイングアーム 958 を時計方向に回転させる。これにより、第 1 アーム 962 の先端がラッチアーム 944 の基端を押し込むため、該ラッチアーム 944 はねじりばね 950 の付勢力に抗して反時計方向に回転し、ローラ 948 がラッチ溝 940a から外れ、ラッチ状態が解除される。

[0245] 次に、図 47A 及び図 47B に示すように、第 5 例に係る自己ラッチ機構 900e は、ラッチ溝 940a を有する長孔 940 と、指輪部 202 の斜め上方部の軸 972 に軸支されたラッチアーム 974 と、ラッチアーム 974 の Y2 方向端に軸 976 によって連結され、指輪部 202 の Z2 側に沿って指掛け突起 204b の途中まで延びたリンクアーム 978 とを備える。ラッチアーム 944 における軸 942 の周辺部と、リンクアーム 978 は、内部空間 203 内に配置されている。

[0246] ラッチアーム 974 は、軸 972 よりも前方（Z1 側）で先端のローラ 948 が長孔 940 に挿入されてガイドされるロッドである。

[0247] リンクアーム 978 は、指輪部 202 の略半周に沿って設けられると共に、その先端がラッチアーム 974 に連結された湾曲部 980 と、該湾曲部 980 から Y2 方向に延びた直線部 982 とを有し、直線部 982 の先端が軸 984 によって軸支されている。リンクアーム 978 は、軸 984 に設けられたねじりばね 986 により、軸 984 を中心として図 47A で反時計方向の付勢力を受けている。すなわち、ねじりばね 986 から反時計方向の付勢力を受けるリンクアーム 978 が軸 976 によって連結されたラッチアーム 974 は、軸 972 を中心としてねじりばね 986 から間接的に図 47A で時計方向の付勢力を受けている。

- [0248] まず、トリガレバー 36 をラッチ可能な状態で使用する場合には、指輪部 202 に指を掛けず、指掛け突起 204 a、204 b に、例えば中指を掛けてトリガレバー 36 を操作する。つまり、図 47 A に示すように、指輪部 202 内に突出している湾曲部 980 の操作面 978 a が押し込み操作を受けることがない。従って、この状態でトリガレバー 36 を Z2 方向に引ききり、ローラ 948 が長孔 940 における Z 方向直線部の Z2 側端部に達すると、ラッチアーム 974 は、ねじりばね 986 によって時計方向の付勢力を受けていることから、図 47 A に示すようにローラ 948 がラッチ溝 940 a に嵌り込む。これにより、トリガレバー 36 はその位置に保持され、その動作がロックされてラッチされた状態となる。
- [0249] 続いて、ラッチ状態を解除する場合には、図 47 A に示すように指輪部 202 内に突出しているリンクアーム 978 の操作面 978 a を押し込み操作する。これにより、図 47 B に示すように、リンクアーム 978 がねじりばね 986 の付勢力に抗して時計方向に回転し、それに伴ってラッチアーム 974 が軸 972 を中心として反時計方向に回転するため、ローラ 948 がラッチ溝 940 a から外れ、ラッチ状態が解除される。
- [0250] 一方、トリガレバー 36 がラッチされないアンロック状態で使用する場合には、指輪部 202 に、例えば人差し指（及び指掛け突起 204 a、204 b に、例えば中指）を掛けてトリガレバー 36 を操作する。そうすると、図 47 B に示すように、トリガレバー 36 を Z2 方向に引き寄せる際には、指輪部 202 内に突出する操作面 978 a が常に押し込み操作を受けるため、ラッチアーム 974 は常にねじりばね 986 の付勢力に抗して反時計方向への回転力を受けることになる。従って、ローラ 948 が長孔 940 における Z 方向直線部に常時配置されてラッチ溝 940 a に嵌ることがないため、トリガレバー 36 がラッチされず、アンロック状態のままで使用することができる。
- [0251] 次に、図 48 A 及び図 48 B に示すように、第 6 例に係る自己ラッチ機構 900 f は、図 17 ～図 18 B に示す構成例で操作部 14 側に設けた係合リ

ング 27 に代えて、下部カバー 37 a、37 b の Z 2 側端部をやや延伸させ、そこに下部カバー 37 a、37 b 間に渡る係合ピン（係合部）27 a を設けて構成されている。なお、係合ピン 27 a は、トリガレバー取付部 32 b の Z 2 側端部をやや延伸させた箇所に設けてもよい。

[0252] この自己ラッチ機構 900 f は、指輪部 202 の上部で Z 1 側端部が軸 988 によって軸支されたラチェット爪 990 と、該ラチェット爪 990 を揺動させるためのリンクバー 991 及びクランクバー 992 と、リンクバー 991 を揺動させるレバー 208 とを備える。ラチェット爪 990、リンクバー 991 及びクランクバー 992 は、指輪部 202 の 3 方を囲むようにして内部空間 203 内に配置されている。

[0253] ラチェット爪 990 は、Z 1 側が軸 988 によって軸支され、Z 2 側には、凹部 206 b によって形成されて上方を指向した爪部 206 a が設けられている。ラチェット爪 990 の Z 2 側端部となる爪部 206 a には、クランクバー 992 の上端が軸 993 によって連結されている。クランクバー 992 の下端は、軸 994 によってリンクバー 991 の Z 2 側端部と連結されている。

[0254] リンクバー 991 は、Z 1 側が軸 995 によって軸支されると共に、該軸 995 より Z 1 側の端部がコイルばね 209 によって Y 2 方向へと付勢されている。コイルばね 209 により、リンクバー 991 は軸 995 を中心として図 48 A で反時計方向の付勢力を受けると共に、Z 2 側端部に形成された凹部 991 a が内部空間 203 を X 方向に渡るピン 996 に当接することで、それ以上の揺動が規制されている。

[0255] 従って、リンクバー 991 に軸 994 で連結されたクランクバー 992 は、コイルばね 209 により間接的に Y 1 方向への付勢力を受け、さらにクランクバー 992 に軸 993 で連結されたラチェット爪 990 は、軸 988 を中心としてコイルばね 209 により軸 988 を中心として間接的に図 48 A で反時計方向の付勢力を受けている。

[0256] 先ず、図 48 B に示すように、レバー 208 の操作端 208 b を Y 2 方向

に押し下げたアンロック状態（ラッチ解除状態）では、レバー２０８の押圧面２０８ａがリンクバー９９１に当接しており、コイルばね２０９の付勢作用下に、図４８Ｂに示す状態でリンクバー９９１が固定される。これにより、ラチェット爪９９０は爪部２０６ａが下方に引き下げられた状態となることから、トリガレバー３６をＺ２方向に大きく引き寄せたとしても、図４８Ｂに示すように爪部２０６ａが係合ピン２７ａに係合することがなく、トリガレバー３６がラッチされず、アンロック状態のままで使用することができる。

[0257] 一方、図４８Ａに示すように、レバー２０８の操作端２０８ｂをＹ１方向に押し上げた状態では、リンクバー９９１がコイルばね２０９の付勢力によって軸９９５を中心として反時計方向の付勢力を受けており、凹部９９１ａがピン９９６に当接した状態で固定され、つまり、ラチェット爪９９０は爪部２０６ａが上方に付勢された状態となる。この状態で、トリガレバー３６をＺ２方向に引ききると、爪部２０６ａが係合ピン２７ａに当接し、続いて爪部２０６ａのＺ２側傾斜面に係合ピン２７ａが摺接しつつ、爪部２０６ａがコイルばね２０９の付勢力に抗して下方に揺動される。

[0258] 従って、係合ピン２７ａが爪部２０６ａを乗り越え、ラチェット爪９９０は、コイルばね２０９の付勢力により、リンクバー９９１がピン９９６に当接する位置まで戻され、同時に、係合ピン２７ａが爪部２０６ａ（凹部２０６ｂ）に係合する（図４８Ａ参照）。これにより、トリガレバー３６はその位置に保持され、その動作がロックされてラッチ状態となる。なお、ラッチ状態を解除する場合には、図４８Ｂに示すように、レバー２０８の外部に露出した操作端２０８ｂをＹ２方向に押し下げればよい。

[0259] 次に、図４９に示すように、第７例に係る自己ラッチ機構９００ｇは、図１７～図１８Ｂに示す構成例で操作部１４側に設けていた係合リング２７に代えて、下部カバー３７ａ、３７ｂのＺ２側端部を延伸させた係合アーム３７ｃに係合溝（係合部）２７ｂを設けた構成となっている。なお、この自己ラッチ機構９００ｇは、係合リング２７に代えて係合溝２７ｂを設け、トリ

ガレバー 36 の指輪部 202 の Z 2 側に係合アーム 37 c の逃げ部となるスリット 997 を設けた以外は、図 17 ～図 18 B に示す構成例と略同一である。すなわち、自己ラッチ機構 900 g においても、レバー 208 の位置により、トリガレバー 36 のラチェット爪 206 が係合溝 27 b に係合しないアンロック状態、及びラチェット爪 206 が係合溝 27 b に係合するラッチ状態とに使い分けることができる。なお、係合アーム 37 c は、下部カバー 37 ではなく、トリガレバー取付部 32 b に設けてもよい。

[0260] これらの自己ラッチ機構 900 a ～ 900 g は、操作部 14 とは独立的に構成されていることから、該操作部 14 が無くてもラッチ状態が維持される。従って、トリガレバー 36 がラッチ状態に固定されたままの状態であっても、容易に操作部 14 と作業部 16 とを着脱することができる。しかも、作業部 16 を操作部 14 との装着状態に係わらず常にラッチ状態に維持しておくことができるため、先端動作部 12 のエンドエフェクタ 1300 を常に閉状態に維持しておくことができ、作業部 16 の取り扱い性が向上する。

[0261] 次に、上記した原点サーチ動作の他の方法について説明する。上記では、原点サーチ動作として、原点検出センサ 331 (332) による検出片 333 (334) の検出に基づき、原点サーチを行う場合を例示したが、他の方法で原点サーチを行うことも勿論可能である。

[0262] 図 50 A ～図 50 D は、原点サーチ動作の他の方法の説明図であり、初期状態において、係合凸部 137 (大凸部 402 a) 及び係合凹部 176 a (大凹部 404 a) の位相が最初から一致している状態から、原点サーチ動作を行う場合であり、図 28 A ～図 28 D に示した動作パターン (2) の変形例である。勿論、他の動作パターンについても、略同様な変形例を適用可能である。

[0263] 先ず、図 50 A 中の矢印に示すように、係合凹部 176 a に係合した係合凸部 137 を正転方向へと回転させることにより、原点サーチ動作が開始される。この際、モータ 100 (102) について、モータ回転速度は所定の設定速度 (速度閾値) より大きく、モータ電流値は所定の電流値 (電流閾値

）より小さいものとする。

[0264] 当該原点サーチ動作が開始されると、係合凸部 137 及び係合凹部 176 a はモータ原点 M0 を通過すると共にさらに正転方向に回転され、正転側動作端となる一方のストッパ 179 a に当接部 177 a が当接し（図 50B 参照）、前記モータ回転速度が速度閾値より小さくなり、モータ電流値が電流閾値より大きくなる。すなわち、コントローラ 514 により、モータ 100 の電流値と回転速度とを検知しておくことで、先ず、係合凸部 137 及び係合凹部 176 a の正転側領域（正領域）での動作限を検出することができ、現在位相も検出することができる。

[0265] 従って、当該機構は対称系であることから、逆転側領域（負領域）についても演算可能であり、モータ 100 を原点位置へと戻すことができるが、本例では、より正確に且つより確実に原点サーチを行うため、逆転方向での検出も行うものとする。

[0266] すなわち、図 50C 中の矢印に示すように、今度は逆転方向にモータ 100 を回転させ（この回転時には、前記モータ回転速度が速度閾値より大きく、モータ電流値が電流閾値より小さくなる）、最終的に逆転側動作端となる他方のストッパ（動作限） 179 a に当接部 177 a が当接し（図 50C 参照）、前記モータ回転速度が速度閾値より小さくなり、モータ電流値が電流閾値より大きくなる。

[0267] 従って、コントローラ 514 では、モータ 100 の逆転側領域（負領域）での動作限を検出することができ、検出した正領域での動作限と負領域での動作限との平均値を得ることにより原点サーチが完了し、図 50D に示すように、係合凸部 137 及び係合凹部 176 a をモータ原点 M0 に戻して停止させ、これにより、駆動シャフト 115 及びプーリ 158 a が所定の原点位相に設定され、先端動作部 12 も所定の原点姿勢となる。

[0268] 上記では、係合状態からの原点サーチ動作について示したが、係合していない状態からの原点サーチ動作も可能である。例えば、正方向へ回転させることにより、原点サーチ動作が開始され、係合を認識するまで、正方向へ回

転させることにより、係合状態とすることができる。係合状態となれば、その後は、基本的には、上記の原点サーチと同様の動作パターンとなる。プーリ 158a が連れ回り回転する場合でも、正方向へ回転させた場合には、少なくともプーリ 158a は、+動作限であるストッパ 179a にて動作が規制され、この+動作限にて係合する。係合すると共に、モータ回転速度は速度閾値より小さくなり、モータ電流値は電流閾値より大きくなり、係合凸部 137 及び係合凹部 176a の正転側領域での動作限を検出することができる。その後は、基本的には、上記の原点サーチと同様の動作パターンとなる。

[0269] このような原点サーチ動作によれば、原点検出センサ 331 (332) や検出片 333 (334) 等を省略することが可能となるため、マニピュレータ 10 の構成を一層簡素化することができる。

[0270] 次に、以上のように構成されるマニピュレータ 10 に適用される先端動作部 12 の具体的な構成について、グリッパであるエンドエフェクタ 1300 を採用した構造を例示して説明する。先端動作部 12 としては、グリッパ以外の構造、例えばはさみや電気メス等も勿論適用可能であり、該先端動作部 12 を含む作業部 16 として構成することにより、操作部 14 に対して容易に着脱し交換することができる。

[0271] 図 51 に示すように、先端動作部 12 には、ロッド 192a、受動ワイヤ 1252a、アイドルプーリ 1140a、ガイドプーリ 1142a、受動プーリ 1156a を含む第 1 エンドエフェクタ駆動機構 1320a と、これに対応した第 2 エンドエフェクタ駆動機構 1320b が設けられている。第 1 エンドエフェクタ駆動機構 1320a 及び第 2 エンドエフェクタ駆動機構 1320b は、エンドエフェクタ (グリッパ) 1300 を開閉させる基本的な構成である。

[0272] 第 1 エンドエフェクタ駆動機構 1320a における構成要素には符号に a を付し、第 2 エンドエフェクタ駆動機構 1320b における構成要素には符号に b を付して区別する。第 1 エンドエフェクタ駆動機構 1320a にお

る構成要素と第2エンドエフェクタ駆動機構1320bにおける構成要素で同じ機能のものについては、煩雑とならないよう、代表的に第1エンドエフェクタ駆動機構1320aについてのみ説明する場合がある。

[0273] 図51、図52においては、理解が容易となるように、第1エンドエフェクタ駆動機構1320aと第2エンドエフェクタ駆動機構1320bを紙面上で並列して示すが、実際のマニピュレータ10に適用する場合には、図53に示すように、各プーリの軸方向（つまりY方向）に並列させ、アイドルプーリ（円柱部材、伝達部材）1140a及び1140bと、ガイドプーリ（円柱部材、伝達部材）1142a及び1142bの回転軸は、それぞれ同軸上に配置するとよい。つまり、アイドルプーリ1140a及び1140bは軸1110（図53参照）に共通的に軸支することができ、ガイドプーリ1142aと1142bは軸1112に共通的に軸支することができる。ガイドプーリ1142aとガイドプーリ1142bを同軸構成とすることにより、ヨー軸動作機構が簡便になる。

[0274] 図54～図57に示すように、先端動作部12は、ワイヤ受動部1100と、複合機構部1102と、エンドエフェクタ1300とを有し、Y方向の第1回転軸 O_y を中心にして、それよりも先の部分がヨー方向に回転する第1自由度と、第2回転軸 O_r を中心にしてロール方向に回転する第2自由度と、第3回転軸 O_g を中心として先端のエンドエフェクタ1300を開閉させる第3自由度とを有する合計3自由度の機構となっている。

[0275] 第1自由度の機構である第1回転軸 O_y は、連結シャフト18の基端側から先端側に延在する軸線と非平行に回転可能に設定するとよい。第2自由度の機構である第2回転軸 O_r は先端動作部12における先端部（つまりエンドエフェクタ1300）の延在方向の軸線を中心として回転可能な機構とし、先端部をロール回転可能に設定するとよい。

[0276] 第1自由度の機構（ヨー方向）は、例えば $\pm 90^\circ$ 又はそれ以上の稼動範囲を有する傾動機構（又は屈曲機構）である。第2自由度の機構（ロール方向）は、例えば $\pm 180^\circ$ 又はそれ以上の稼動範囲を有する回転機構である。

。第3自由度の機構（エンドエフェクタ1300）は、例えば40°又はそれ以上開くことのできる開閉機構である。

[0277] エンドエフェクタ1300は、手術において実際の作業を行う部分であり、第1回転軸O_y及び第2回転軸O_rは、作業を行い易いようにエンドエフェクタ1300の姿勢を変えるための姿勢変更機構を構成する姿勢軸である。一般に、エンドエフェクタ1300を開閉させる第3自由度に係る機構部はグリッパ（又はグリッパ軸）とも呼ばれ、ヨー方向に回転する第1自由度に係る機構部はヨー軸とも呼ばれ、ロール方向に回転する第2自由度に係る機構部はロール軸とも呼ばれる。

[0278] ワイヤ受動部1100は、一对の舌片部1058の間に設けられており、ワイヤ1052、ワイヤ1054のそれぞれの往復動作を回転動作に変換して複合機構部1102に伝達する部分である。ワイヤ受動部1100は、軸孔1060a、1060aに挿入される軸1110と、軸孔1060b、1060bに挿入される軸1112とを有する。軸1110、1112は、軸孔1060a、1060bに対して、例えば圧入もしくは溶接により固定される。軸1112は第1回転軸O_yの軸上に配置される（図54及び図57参照）。

[0279] 軸1112のY方向両端には、Y方向に対称形状の歯車体1126及びプーリ1130が設けられている。歯車体1126は、筒体1132と、該筒体1132の上部に同心状に設けられた歯車1134とを有する。プーリ1130は、筒体1132と略同径且つ略同形状である。歯車1134は、後述するギア体1146のフェイスギア1165に噛合する。

[0280] 筒体1132及びプーリ1130には、ワイヤ1052及び1054が所定の固定手段によって一部が固定されて巻き掛けられている。ワイヤ1052及び1054の巻き掛けられる角度は、例えば1.5回転（540°）である。プーリ1130は、主軸部材1144の基端部側に一体的に設けられており、この主軸部材1144は、軸1112により第1回転軸O_y（ヨー軸）を中心に回転（傾動）自在に支持されている。

[0281] ワイヤ 1054 を回転動作させることにより、プーリ 1130 と一体的に設けられた主軸部材 1144 が第 1 回転軸 O_y を中心に回転し、ヨー方向動作が行われる。ワイヤ 1052（図 54 参照）を回転動作させることにより、歯車体 1126 が軸 1112 に対して回転し、ギア体 1146 が第 2 回転軸 O_r を基準として回転し、ロール回転動作が行われる。歯車体 1126 とプーリ 1130 をそれぞれ回転させると、ヨー方向動作とロール回転動作の複合動作が行われる。先端動作部 12 の機構は、このように、ワイヤ 1052 が歯車 1134 を介してフェイスギア 1165 を駆動するのに対してワイヤ 1054 は主軸部材 1144 を直接的に回転駆動する形式に限らず、例えば、特開 2008-253463 号公報における図 25 に示される構成に相当するような差動機構であってもよい。

[0282] 軸 1110 の略中央部にはアイドルプーリ（円柱部材、伝達部材）1140a が回転自在に軸支されており、軸 1112 の略中央部にはガイドプーリ（円柱部材、伝達部材）1142a が回転自在に軸支されている。アイドルプーリ 1140a は、ガイドプーリ 1142a に巻きかける受動ワイヤ（可撓性部材、伝達部材）1252a の巻き掛け角度を常に一定（両側あわせて約 180° ）に保つためにある。アイドルプーリ 1140a の代わりに、ガイドプーリ 1142a に受動ワイヤ 1252a を 1 巻き以上してもよい。アイドルプーリ 1140a 及びガイドプーリ 1142a は、受動ワイヤ 1252a（図 59 参照）に対する滑り、及び摩擦による摩耗を低減するために、表面を滑らかにし、又は摩擦の少ない材質を用いるとよい。ガイドプーリ 1142a は、姿勢変更機構におけるヨー軸 O_y に設けられている。

[0283] 軸 1112 における、歯車体 1126 とガイドプーリ 1142a との間にはプーリ 1130 を有する主軸部材 1144 が回転自在に軸支されている。主軸部材 1144 は、複合機構部 1102 に向けて突出する筒部を有する。主軸部材 1144 の軸心部には方形の孔 1144a が設けられている。主軸部材 1144 の Z2 方向端部には、ガイドプーリ 1142a の Y 方向上面及びガイドプーリ 1142b の Y 方向下面を保持するとともに、軸 1112 が

挿通する孔を有する２枚の補助板１１４４ｂが設けられている。補助板１１４４ｂはＺ１方向に向かって幅広となる山形であって、糸等の異物の侵入を防止する。

[0284] 複合機構部１１０２は、エンドエフェクタ１３００の開閉動作機構と、該エンドエフェクタ１３００の姿勢を変化させる姿勢変更機構とを含む複合的な機構部である。

[0285] 複合機構部１１０２は、主軸部材１１４４の筒部周面に対して回転自在に嵌挿されたギア体１１４６と主軸部材１１４４の先端に設けられたナット体１１４８と、Ｚ２方向端部が孔１１４４ａに挿入される断面四角の伝達部材１１５２と、該伝達部材１１５２のＺ２方向端部に対してピン１１５４により回転自在に軸支される受動プーリ（円柱部材、伝達部材）１１５６ａと、受動板（伝達部材）１１５８と、円筒状のカバー１１６０とを有する。

[0286] 主軸部材１１４４におけるギア体１１４６と当接する部分には、樹脂製のスラスト軸受部材１１４４ｃが設けられている。ナット体１１４８におけるギア体１１４６と当接する部分には、樹脂製のスラスト軸受部材１１４８ａが設けられている。スラスト軸受部材１１４４ｃ及び１１４８ａは低摩擦材であって、当接部分の摩擦及びトルクを低減するとともに、フェイスギア１１６５に負荷が直接的にかかることを防止する。スラスト軸受部材１１４４ｃ及び１１４８ａは、いわゆる滑り軸受であるが、転がり軸受を設けてもよい。これにより、エンドエフェクタ１３００を強く閉じた場合や開いた場合、すなわちギア体１１４６が主軸部材１１４４に強く当接する場合でも、ロール軸動作をスムーズに行うことができる。

[0287] ギア体１１４６は、段付き筒形状であって、Ｚ２方向の大径部１１６２と、Ｚ１方向の小径部１１６４と、大径部１１６２のＺ２方向端面に設けられたフェイスギア１１６５とを有する。フェイスギア１１６５は、歯車１１３４に嚙合する。ギア体１１４６は、ナット体１１４８が主軸部材１１４４に対して抜けることを防止する。大径部１１６２の外周には、ねじが設けられている。

- [0288] 受動板 1 1 5 8 は、Z 2 方向の凹部 1 1 6 6 と、該凹部 1 1 6 6 の底面に設けられた係合部 1 1 6 8 と、Y 方向両面にそれぞれ設けられた軸方向のリブ 1 1 7 0 と、リンク孔 1 1 7 2 とを有する。係合部 1 1 6 8 は、伝達部材 1 1 5 2 の先端に設けられたきのこ状の突起 1 1 7 4 に係合する形状である。この係合により、受動板 1 1 5 8 と伝達部材 1 1 5 2 は、相対的なロール軸の回転が可能になる。受動板 1 1 5 8 の幅はカバー 1 1 6 0 の内径に略等しい。
- [0289] カバー 1 1 6 0 は、複合機構部 1 1 0 2 の略全体を覆う大きさであり、複合機構部 1 1 0 2 及びエンドエフェクタ 1 3 0 0 に異物（生体組織、薬剤、糸等）が入り込むことが防止される。カバー 1 1 6 0 の内面には、受動板 1 1 5 8 の 2 つのリブ 1 1 7 0 が嵌る軸方向の 2 本の溝 1 1 7 5 が対向する向きに設けられている。溝 1 1 7 5 にリブ 1 1 7 0 が嵌ることにより受動板 1 1 5 8 が軸方向にガイドされる。受動板 1 1 5 8 の係合部 1 1 6 8 には突起 1 1 7 4 が係合することから、受動プーリ 1 1 5 6 a は孔 1 1 4 4 a 内において、受動板 1 1 5 8 及び伝達部材 1 1 5 2 とともに軸方向に進退可能であるととも、伝達部材 1 1 5 2 を基準としてロール回転が可能である。カバー 1 1 6 0 は、ギア体 1 1 4 6 の大径部 1 1 6 2 に対して螺入、圧入等の手段により固定されている。
- [0290] カバー 1 1 6 0 は、ギア体 1 1 4 6 と基部側で結合（螺合、圧入、溶接等）されており、ギア体 1 1 4 6 の回転とともにカバー 1 1 6 0 及びエンドエフェクタ 1 3 0 0 はロール軸動作を行う。
- [0291] レバー部 1 3 1 0 と受動板 1 1 5 8 は、グリッパリンク 1 2 2 0 により連接されている。つまり、各グリッパリンク 1 2 2 0 の一端の孔 1 2 2 0 a は、孔 1 2 1 8 とともにピン 1 2 2 2 が挿入され、他端の孔 1 2 2 0 b は、受動板 1 1 5 8 のリンク孔 1 1 7 2 とともにピン 1 2 2 4 が挿入されて連接されている。
- [0292] 図 5 8 に示すように、アイドルプーリ 1 1 4 0 a は、同軸上の第 1 層アイドルプーリ（第 1 層アイドル円柱体）1 2 3 2 と第 2 層アイドルプーリ（第

２層アイドル円柱体）１２３４の２枚が並列して構成されており、ガイドプーリ１１４２aは、同軸上の第１層ガイドプーリ（第１層ガイド円柱体）１２３６と第２層ガイドプーリ（第２層ガイド円柱体）１２３８の２枚が並列して構成されている。

[0293] 図５９に示すように、ロッド１９２aのＺ１方向端部は、ワイヤ係合部１２５０aによって受動ワイヤ（可撓性部材）１２５２aの両端部に接続されている。

[0294] 図６０及び図６１に示すように、ワイヤ係合部１２５０aは、ロッド１９２aの先端部１４１４にローラ１４１６が設けられ、該ローラ１４１６に受動ワイヤ１２５２aが巻き掛けられている。ローラ１４１６はピン１４１８に軸支されており回転自在である。これにより、受動ワイヤ１２５２aはローラ１４１６に巻きかけられながら適度に進退し、ロッド１９２aをＺ２方向に引くときに、特にヨー軸が屈曲しないような状態でも、受動ワイヤ１２５２aをＸ方向のバランスよく引くことができる。先端部１４１４は、ロッド１９２aに螺設されている。この実施例では、受動ワイヤ１２５２aのＹ方向一対の張力が均一となり、長寿命化を図ることができるとともに、上下両方のＹ方向一対の平行化を図ることができる。

[0295] 図５８及び図５９に戻り、受動ワイヤ１２５２aは、一部がワイヤ係合部１２５０aに接続された環状の可撓性部材であり、ワイヤ以外にもロープ、樹脂線、ピアノ線及びチェーン等を用いることができる。ここで、環状とは広義であり、必ずしも全長にわたって可撓性部材が適用されている必要はなく、少なくとも各プーリに巻き掛けられる箇所が可撓性部材であればよく、直線部は剛体で接続されていてもよいことはもちろんである。

[0296] 受動ワイヤ１２５２aは、駆動部材のロッド１９２aから、アイドルプーリ１１４０aのＸ１方向（第１の側方）を通り、Ｘ２方向（第２の側方）に向かい、ガイドプーリ１１４２aのＸ２方向の面を通り受動プーリ１１５６aのＸ２方向面に至る。受動ワイヤ１２５２aは、さらに、受動プーリ１１５６aのＺ１方向面に半周巻き掛けられてＸ１方向面に至り、ガイドプーリ

1 1 4 2 a の X 1 方向の面を通り、X 2 方向に向かいアイドルプーリ 1 1 4 0 a の X 2 方向を通りワイヤ係合部 1 2 5 0 a に至る経路で配設されている。

[0297] つまり、受動ワイヤ 1 2 5 2 a は、ワイヤ係合部 1 2 5 0 a を基点及び終点とする一巡の経路を構成し、アイドルプーリ 1 1 4 0 a の両側方を通り、受動プーリ 1 1 5 6 a に巻き掛けられ、アイドルプーリ 1 1 4 0 a とガイドプーリ 1 1 4 2 a との間で交差して、略 8 字形状をなす。これにより、ワイヤ係合部 1 2 5 0 a 及び受動ワイヤ 1 2 5 2 a は、ロッド 1 9 2 a を介してトリガレバー 3 6 に対して機械的に接続されていることになる。

[0298] アイドルプーリ 1 1 4 0 a 、ガイドプーリ 1 1 4 2 a 及び受動プーリ 1 1 5 6 a は略同径であり、受動ワイヤ 1 2 5 2 a があまり屈曲しないように、レイアウト上の可能な範囲で適度に大径にしている。ワイヤ係合部 1 2 5 0 a は、受動ワイヤ 1 2 5 2 a が過度に屈曲しないように、アイドルプーリ 1 1 4 0 a よりも適度に離れた位置に設けられており、受動ワイヤ 1 2 5 2 a の両端部はワイヤ係合部 1 2 5 0 a を頂部として鋭角を形成している。アイドルプーリ 1 1 4 0 a とガイドプーリ 1 1 4 2 a との間は狭く、例えば、受動ワイヤ 1 2 5 2 a の幅と略等しい隙間が形成されている。

[0299] アイドルプーリ 1 1 4 0 a 、ガイドプーリ 1 1 4 2 a 及び受動プーリ 1 1 5 6 a には、受動ワイヤ 1 2 5 2 a の抜け止めのために、上面及び下面に小さいフランジを設け、又は側面を凹形状にしてもよい。

[0300] 図 5 9 から明らかなように、第 1 エンドエフェクタ駆動機構 1 3 2 0 a では、基端側から先端側に向かって、受動ワイヤ 1 2 5 2 a 、アイドルプーリ 1 1 4 0 a 、ガイドプーリ 1 1 4 2 a 及び受動プーリ 1 1 5 6 a が中心線に沿って配置されている。エンドエフェクタ 1 3 0 0 は、伝達部材 1 1 5 2 等を介して受動プーリ 1 1 5 6 a に連結されている。

[0301] このように構成される第 1 エンドエフェクタ駆動機構 1 3 2 0 a では、ロッド 1 9 2 a (図 5 9 参照) を Z 2 方向に引き寄せると、平面視で、第 1 層アイドルプーリ 1 2 3 2 及び第 2 層ガイドプーリ 1 2 3 8 は反時計方向に回

転し、第2層アイドルプーリ1234及び第1層ガイドプーリ1236は時計方向に回転する。このように、アイドルプーリ1140a及びガイドプーリ1142aは、それぞれ同軸上で2枚のプーリが並列する構成であることから、当接する受動ワイヤ1252aの動きに従って逆方向に回転可能であり、動作がスムーズである。

[0302] 図54～図57に示すように、エンドエフェクタ1300は、一对のグリッパ1302が動作をするいわゆる両開き型である。エンドエフェクタ1300は、カバー1160に対して一体構成のグリッパベース1304と、該グリッパベース1304に設けられたピン1196を基準にして動作する一对のエンドエフェクタ部材1308と、一对のグリッパリンク1220とを有する。

[0303] 各エンドエフェクタ部材1308は、L字形状であって、Z1方向に延在するグリッパ1302と、該グリッパ1302に対して略35°に曲がって延在するレバー部1310とを有する。L字形状の屈曲部には、孔1216が設けられ、レバー部1310の端部近傍には孔1218が設けられている。孔1216にピン1196が挿入されることにより一对のエンドエフェクタ部材1308は第3回転軸Ogを中心として揺動自在となる。

[0304] 各エンドエフェクタ部材1308は側方の1つのグリッパリンク1220によって、受動板1158のピン1224に接続されている。エンドエフェクタ1300の受動板1158ではリンク孔1172が図55のY方向に対称位置に2つ設けられており、一对のグリッパリンク1220は側面視で交差する配置である。

[0305] 図53～図57に示すように、第2エンドエフェクタ駆動機構1320bは、第1エンドエフェクタ駆動機構1320a（図59参照）に対して、基本的には、折り返しプーリ（円柱部材、伝達部材）1350が付加された構成である。受動プーリ1156a及び受動プーリ1156bは同軸構成となっている。

[0306] 主軸部材1144には、ピン1352が挿入及び固定される径方向の軸孔

１３５４が設けられている。軸孔１３５４は、孔１１４４aを經由して主軸部材１１４４の筒部を貫通している。

[0307] 伝達部材１１５２には、ピン１３５２が挿通可能な幅で軸方向に延在する長孔１３５６が設けられている。伝達部材１１５２は、作業部１６の軸心よりＹ１方向にややオフセットした位置に設けられるが、先端の突起１１７４だけは軸心に配置させるとよい（図５９参照）。もちろん、伝達部材１１５２は中心に配置してもよい。

[0308] ピン１１５４は、伝達部材１１５２を通り抜けてＹ２方向に突出し受動プーリ１１５６bを軸支する。受動プーリ１１５６bは、受動ワイヤ１２５２bが２巻き可能な幅を有する。主軸部材１１４４の孔１１４４aは、受動プーリ１１５６a、１１５６b及び伝達部材１１５２が挿入可能な高さを有する（図５４及び図５７参照）。受動プーリ１１５６a及び１１５６bは、孔１１４４a内でピン１１５４によって同軸に軸支されており、独立的に回転自在である。

[0309] 図５３及び図５４に示すように、ピン１３５２は、孔１１４４a内でＹ１方向からＹ２方向に向かって、長孔１３５６及び折り返しプーリ１３５０の中心孔に挿入されて、伝達部材１１５２と受動プーリ１１５６a及び１１５６bが軸方向に進退可能である。折り返しプーリ１３５０はピン１３５２に軸支されて回転自在であり、位置は固定である。折り返しプーリ１３５０は受動ワイヤ１２５２bが２巻き可能な幅を有する。また、折り返しプーリ１３５０を２層化することにより、開閉動作のときに反対方向に回転できる構成となり、受動ワイヤ１２５２bとプーリの摩擦を低減させることができる。

[0310] 図６２、図６３及び図６４に示すように、第２エンドエフェクタ駆動機構１３２０bにおいては、受動プーリ１１５６bよりも先端側に折り返しプーリ１３５０が設けられ、受動ワイヤ１２５２bは、受動プーリ１１５６bと折り返しプーリ１３５０とにわたって巻き掛けられている。つまり、受動ワイヤ１２５２bは、駆動部材のロッド１９２bのワイヤ係合部１２５０b（

図5 1～図5 3参照) から、アイドルプーリ 1 1 4 0 bのX 1方向を通り、X 2方向に向かい、ガイドプーリ 1 1 4 2 bのX 2方向を通り受動プーリ 1 1 5 6 bのX 2方向面に至る。受動ワイヤ 1 2 5 2 bはそのままZ 1方向に向かって延在し、折り返しプーリ 1 3 5 0のX 2方向の面に達し、該折り返しプーリ 1 3 5 0のZ 1方向の面に半回転巻き付けられてZ 2方向に折り返す。

[0311] 受動ワイヤ 1 2 5 2 bは受動プーリ 1 1 5 6 bのZ 2方向の面に半回転巻き付けられてX 2側を通して再度折り返しプーリ 1 3 5 0に至り、再び該折り返しプーリ 1 3 5 0のZ 1方向の面に半回転巻き付けられてZ 2方向に折り返す。この後、受動ワイヤ 1 2 5 2 bはガイドプーリ 1 1 4 2 bのX 1方向からアイドルプーリ 1 1 4 0 bのX 2方向に至り、ロッド 1 9 2 bのワイヤ係合部 1 2 5 0 bに接続される。ワイヤ係合部 1 2 5 0 a及び受動ワイヤ 1 2 5 2 bは、ロッド 1 9 2 bを介してトリガレバー 3 6に対して機械的に接続されていることになる。

[0312] 先端動作部 1 2の構造について理解を容易にするために、その模式図を図 5 3に示す。

[0313] このように構成される先端動作部 1 2では、図 5 1に示すように、人によりトリガレバー 3 6を十分に引くと、ロッド 1 9 2 aは受動ワイヤ 1 2 5 2 aを引き寄せ、受動プーリ 1 1 5 6 a、伝達部材 1 1 5 2をZ 2方向に移動させることからエンドエフェクタ 1 3 0 0を閉じさせることができる。つまり、ロッド 1 9 2 aや受動ワイヤ 1 2 5 2 a、受動プーリ 1 1 5 6 a等の伝達部材が牽引されることによりエンドエフェクタ 1 3 0 0が閉じられる。

[0314] この場合、第2エンドエフェクタ駆動機構 1 3 2 0 bについては、ロッド 1 9 2 bは、押し出されるように配置されているため、伝達部材 1 1 5 2の動作を阻害しない。

[0315] また、図 5 2に示すように、人によりトリガレバー 3 6を十分に押し出すと、伝達部材 1 1 5 2及び受動プーリ 1 1 5 6 aは先端側にZ 1方向に移動してエンドエフェクタ 1 3 0 0を開くことができる。

- [0316] エンドエフェクタ 1300 には、トリガレバー 36 を人手によって押し出す力が第 2 エンドエフェクタ駆動機構 1320b によって機械的に直接伝えられることから、弾性体のような所定の力ではなく任意の強い力で開くことができる。したがって、エンドエフェクタ 1300 の外側面を用いて生体組織を剥離させ、又は孔部を拡開させるような手技に対して好適に用いることができる。
- [0317] また、エンドエフェクタ 1300 の外側面に対象物が接触した場合には、受動ワイヤ 1252b、ロッド 192b 及びトリガレバー 36 もそれ以上 Z1 方向に動かなくなり、操作者はエンドエフェクタ 1300 の外側面が対象物に接触したこと、及び該対象物の硬さ等を指先で知覚することができる。
- [0318] 先端動作部 12 は、ヨー軸動作及びロール軸動作が可能である。図示を省略するが、先端動作部 12 では、ヨー軸動作をする場合、ガイドプーリ 1142a 及びガイドプーリ 1142b の軸 1112（図 53 参照）を中心にして、それよりも先端の複合機構部 1102 及びエンドエフェクタ 1300 がヨー方向に揺動する。先端動作部 12 は、非干渉機構であることから、ヨー軸動作をしてもエンドエフェクタ 1300 の開度に変化することはない。逆にエンドエフェクタ 1300 の開度を変化させてもヨー軸が動作することはない。エンドエフェクタ 1300 とロール軸の関係についても同様である。
- [0319] 次に、先端動作部 12 の変形例としての先端動作部 12a を図 65 に示す。
- [0320] 図 65 に示すように、先端動作部 12a は、前記の先端動作部 12（図 52 参照）と比較して第 1 エンドエフェクタ駆動機構 1320a を有している点で共通するが、第 2 エンドエフェクタ駆動機構 1320b が省略された構成となっている。先端動作部 12a について、先端動作部 12 と同一の構成要素については同一の参照符号を付して、その詳細な説明を省略する。
- [0321] 先端動作部 12a は、前記の両開き型のエンドエフェクタ 1300 に代えて片開き式のエンドエフェクタ 1300a が設けられている。エンドエフェクタ 1300a は、固定のグリッパ 1202 とピン 1196 を中心として軸

開閉動作をするグリッパ１２１２と、伝達部材１１５２をＺ１方向に弾性付勢するスプリング１３０５とを有している。グリッパ１２１２は、伝達部材１１５２が進退することによってグリッパリンク１２２０を介して開閉駆動される。すなわち、トリガレバー３６をＺ２方向に引くと第１エンドエフェクタ駆動機構１３２０ａによって伝達部材１１５２もＺ２方向に変位し、グリッパ１２１２は図６５における反時計方向に回転してエンドエフェクタ１３００が開動作をする。一方、トリガレバー３６を開放すると、伝達部材１１５２はスプリング１３０５の付勢によってＺ１方向に変位し、エンドエフェクタ１３００は開状態に復帰する。また、トリガレバー３６はＺ１方向に復帰する。

[0322] 本発明は、例えば図６６に示すような手術用ロボットシステム７００に適用してもよい。

[0323] 手術用ロボットシステム７００は、多関節型のロボットアーム７０２と、コンソール７０４とを有し、ロボットアーム７０２の先端には前記のマニピュレータ１０と同じ機構が設けられている。ロボットアーム７０２の先端部７０８には、操作部１４に代えて、内部に駆動部３０を収納した基部１４ａが固定され、該基部１４ａに対して作業部１６が着脱可能に取り付けられる。ロボットアーム７０２は、作業部１６を移動させる手段であればよく、据置型に限らず、例えば自律移動型でもよい。コンソール７０４は、テーブル型、制御盤型等の構成を採り得る。

[0324] ロボットアーム７０２は、独立的な６以上の関節（回転軸やスライド軸等）を有すると、作業部１６の位置及び向きを任意に設定できて好適である。先端のマニピュレータ１０を構成する基部１４ａは、ロボットアーム７０２の先端部７０８と一体化している。マニピュレータ１０は、前記のトリガレバー３６による機械的な動作機構の代わりに図示しないモータ（人手によって操作する入力部に連動するアクチュエータ）による電氣的な動作機構を有し、該モータが２本のロッド１９２ａ及び１９２ｂを駆動する。

[0325] ロボットアーム７０２は、コンソール７０４の作用下に動作し、プログラ

ムによる自動動作や、コンソール704に設けられたジョイスティック706に倣った操作、及びこれらの複合的な動作をする構成にしてもよい。コンソール704は、前記のコントローラの機能を含んでいる。作業部16には、前記の先端動作部12が設けられている。

[0326] コンソール704には、操作指令部としての2つのジョイスティック706と、モニタ710が設けられている。図示を省略するが、2つのジョイスティック706により、2台のロボットアーム702を個別に操作が可能である。2つのジョイスティック706は、両手で操作し易い位置に設けられている。モニタ710には、軟性鏡による画像等の情報が表示される。

[0327] ジョイスティック706は、上下動作、左右動作、捻り動作、及び傾動動作が可能であり、これらの動作に応じてロボットアーム702を動かすことができる。ジョイスティック706はマスターアームであってもよい。ロボットアーム702とコンソール704との間の通信手段は、有線、無線、ネットワーク又はこれらの組合せでよい。

[0328] ジョイスティック706には、トリガレバー36が設けられており、該トリガレバー36を操作することにより前記モータを駆動可能である。

[0329] 本発明は、上述の実施の形態に限らず、本発明の要旨を逸脱することなく、種々の構成乃至工程を採り得ることは勿論である。

請求の範囲

- [請求項1] 人手によって把持されるハンドル（２６）を有する基部（１４）と、
、
前記基部（１４）に対して着脱可能な作業部（１６）と、
を備え、
前記作業部（１６）は、人手によって操作される作業部側入力部と、
該作業部側入力部の操作によって動作する先端動作部（１２）と、
該先端動作部（１２）を先端に設けたシャフト（１８）と、該シャフト（１８）内を挿通して前記作業部側入力部への入力操作を前記先端動作部（１２）へと機械的に伝達する操作伝達部とを有することを特徴とする医療用マニピュレータ。
- [請求項2] 請求項１記載の医療用マニピュレータにおいて、
前記作業部側入力部は、トリガレバー（３６）であり、
前記操作伝達部は、前記トリガレバー（３６）が回動操作されることにより、前記シャフト（１８）の軸線方向に進退する棒状又は線状の伝達部材（１９２a、１９２b）を含むことを特徴とする医療用マニピュレータ。
- [請求項3] 請求項２記載の医療用マニピュレータにおいて、
前記トリガレバー（３６）の位置を固定可能なラッチ機構（２０６a、２７、９００a～９００g）を有することを特徴とする医療用マニピュレータ。
- [請求項4] 請求項３記載の医療用マニピュレータにおいて、
前記ラッチ機構（２０６a、２７）は、爪部（２０６a）と、該爪部（２０６a）に係合可能な係合部（２７）とを有することを特徴とする医療用マニピュレータ。
- [請求項5] 請求項４記載の医療用マニピュレータにおいて、
前記ラッチ機構（２０６a、２７）での前記爪部（２０６a）と前記係合部（２７）との係合状態を解除する解除部（２０６c、２０８

）を備えることを特徴とする医療用マニピュレータ。

[請求項6]

請求項4又は5記載の医療用マニピュレータにおいて、

前記爪部（206a）又は前記係合部（27）が前記トリガレバー（36）に設けられており、且つ弾性的に揺動可能に支持されると共に、前記トリガレバー（36）には、前記弾性的に揺動可能に支持された前記爪部（206a）又は前記係合部（27）の係合方向への揺動を所定位置で規制するストッパ部材（211）が設けられていることを特徴とする医療用マニピュレータ。

[請求項7]

請求項3～6のいずれか1項に記載の医療用マニピュレータにおいて、

前記ラッチ機構（206a、27、900a～900g）は、前記作業部（16）に設けられていることを特徴とする医療用マニピュレータ。

[請求項8]

請求項4～6のいずれか1項に記載の医療用マニピュレータにおいて、

前記爪部（206a）及び前記係合部（27）は、一方が前記トリガレバー（36）に設けられ、他方が前記ハンドル（26）に設けられていることを特徴とする医療用マニピュレータ。

[請求項9]

請求項1～8のいずれか1項に記載の医療用マニピュレータにおいて、

前記基部（14）は、アクチュエータ（100、102）によって回転される駆動軸（115、116）と、前記アクチュエータ（100、102）を駆動させる基部側入力部（24）を有し、

前記作業部（16）は、前記駆動軸（115、116）によって従動回転されて前記先端動作部（12）に前記作業部側入力部（36）による入力操作とは異なる動作を付与する従動軸（158a、158b）と、該従動軸（158a、158b）の回転を前記先端動作部（12）へと伝達する可撓性部材（1052、1054）とを有するこ

とを特徴とする医療用マニピュレータ。

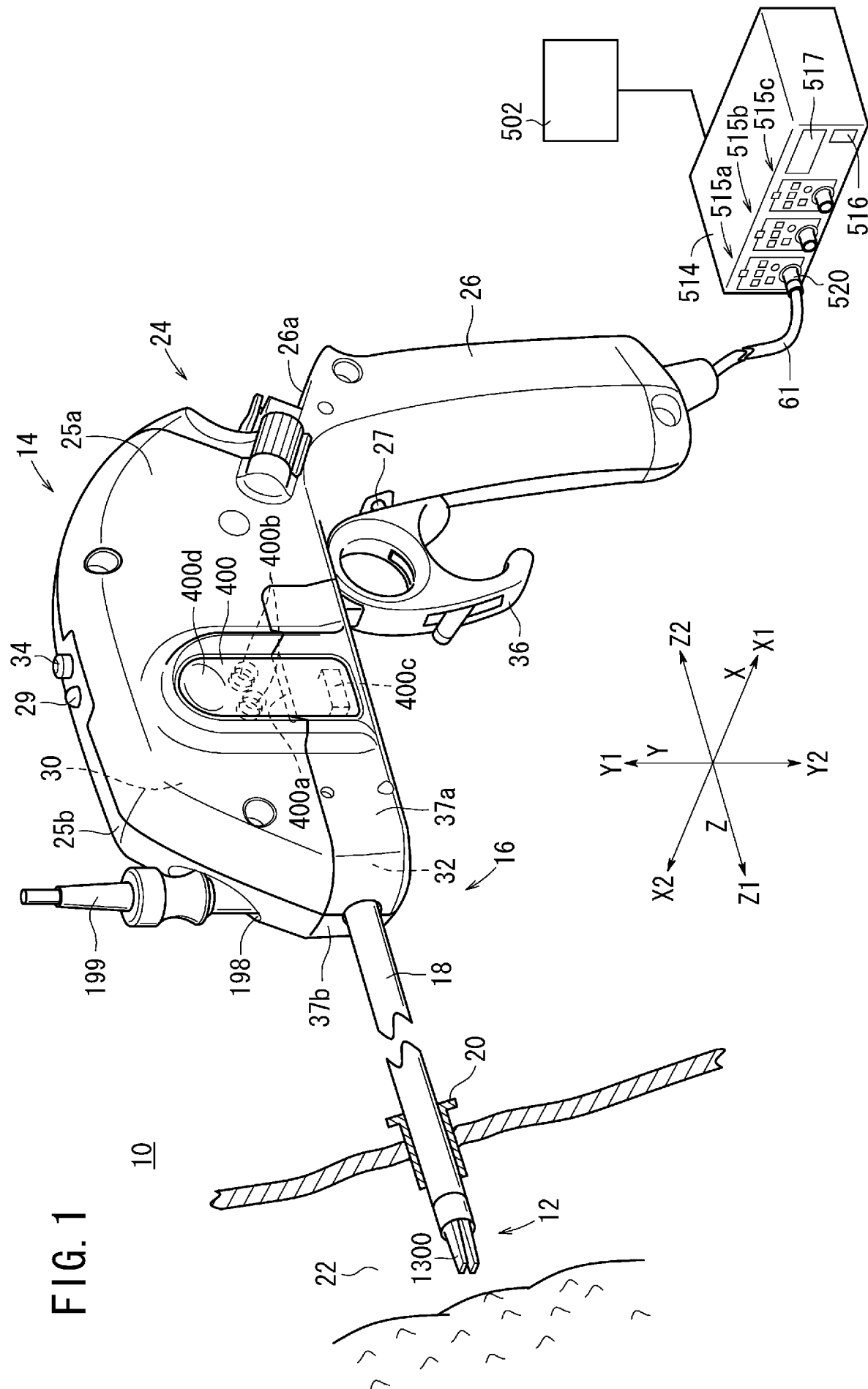
[請求項10]

請求項9記載の医療用マニピュレータにおいて、

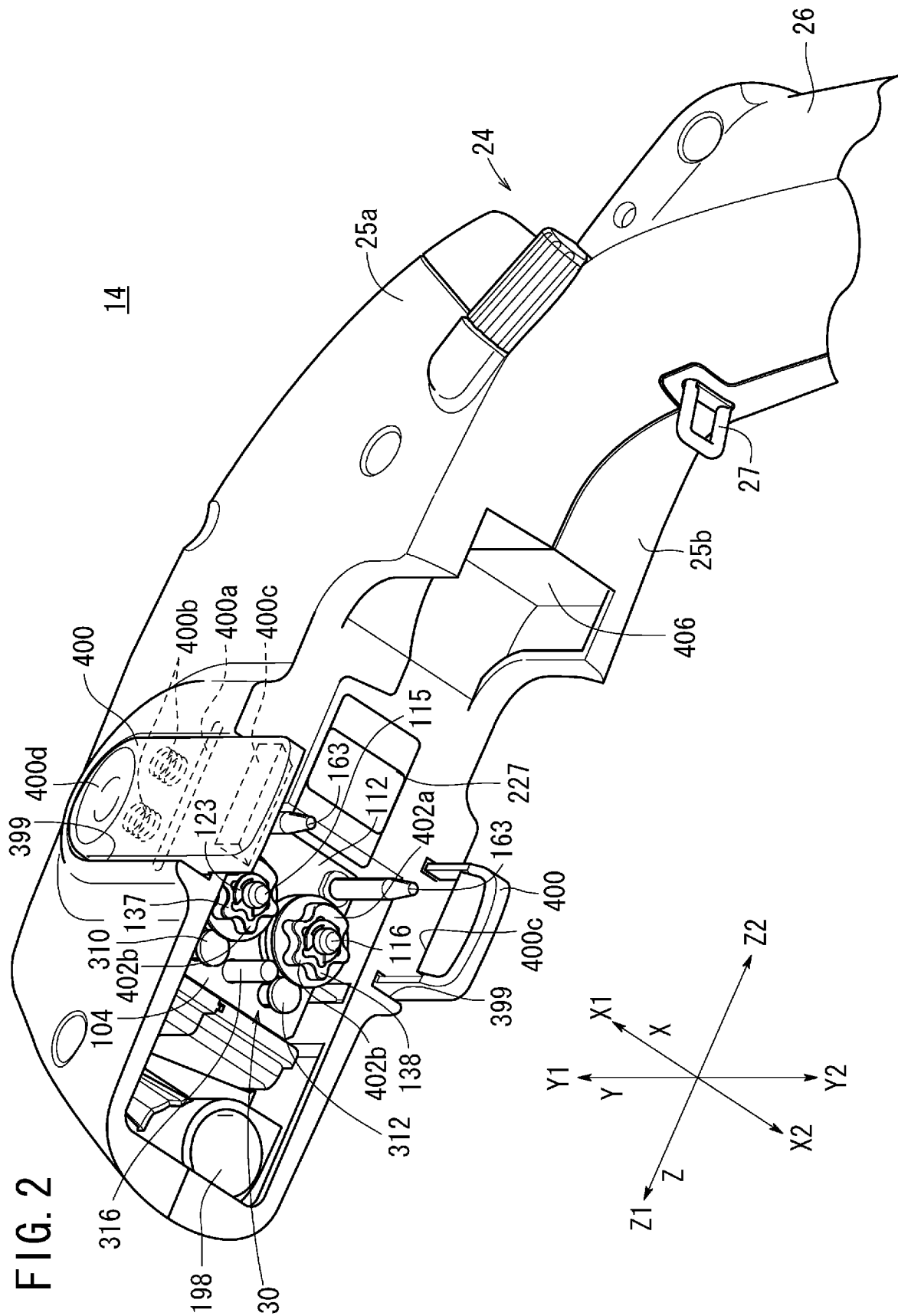
前記駆動軸（115、116）及び前記従動軸（158a、158b）には、一方の先端に係合凸部（137、138）が設けられ、他方の先端に前記係合凸部（137、138）に係合可能な係合凹部（176a、176b）が設けられ、

前記係合凸部（137、138）及び前記係合凹部（176a、176b）は、前記基部（14）及び前記作業部（16）が装着された状態で互いに係合して、前記駆動軸（115、116）の回転を前記従動軸（158a、158b）に伝達可能であることを特徴とする医療用マニピュレータ。

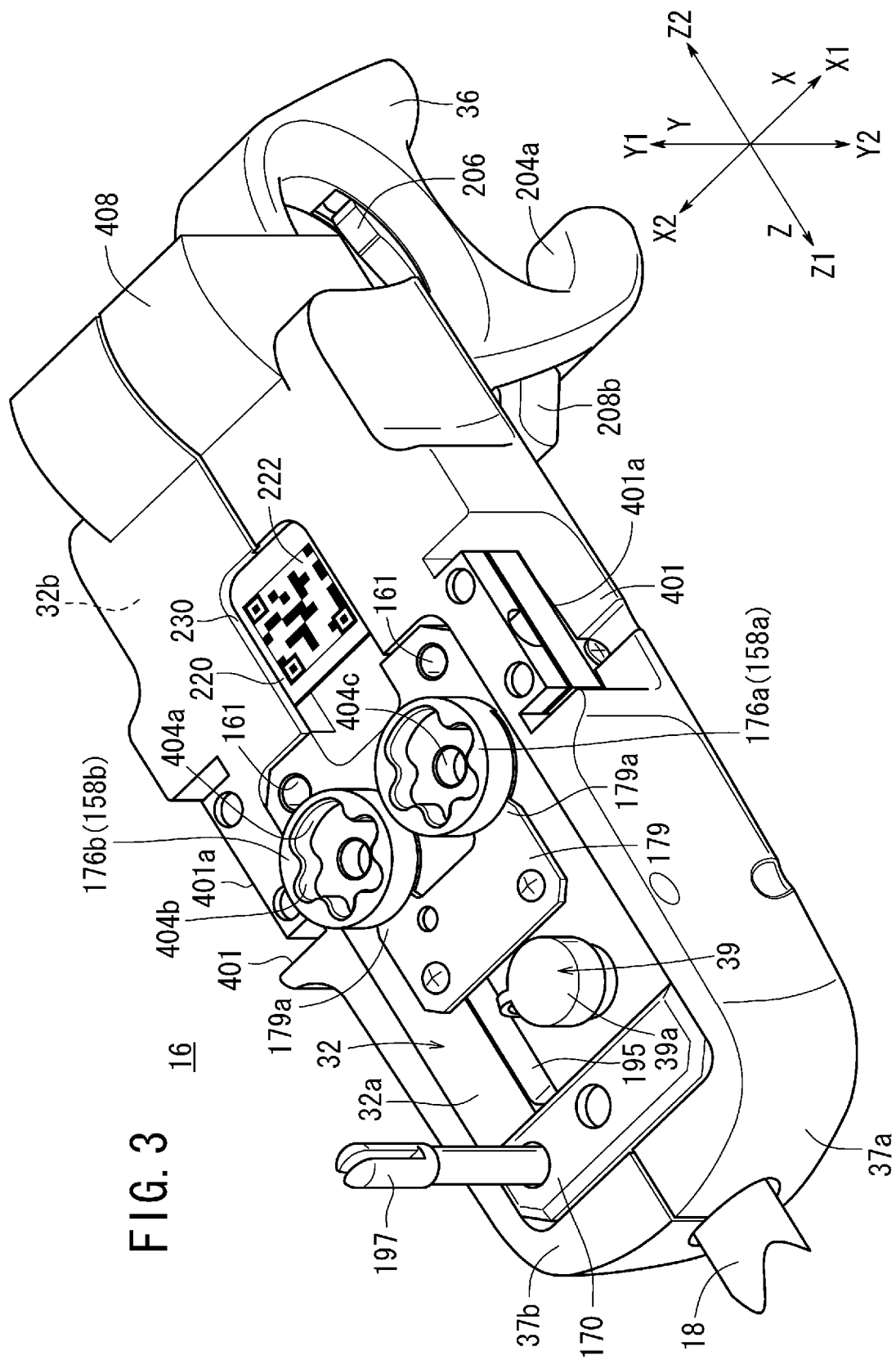
[図1]



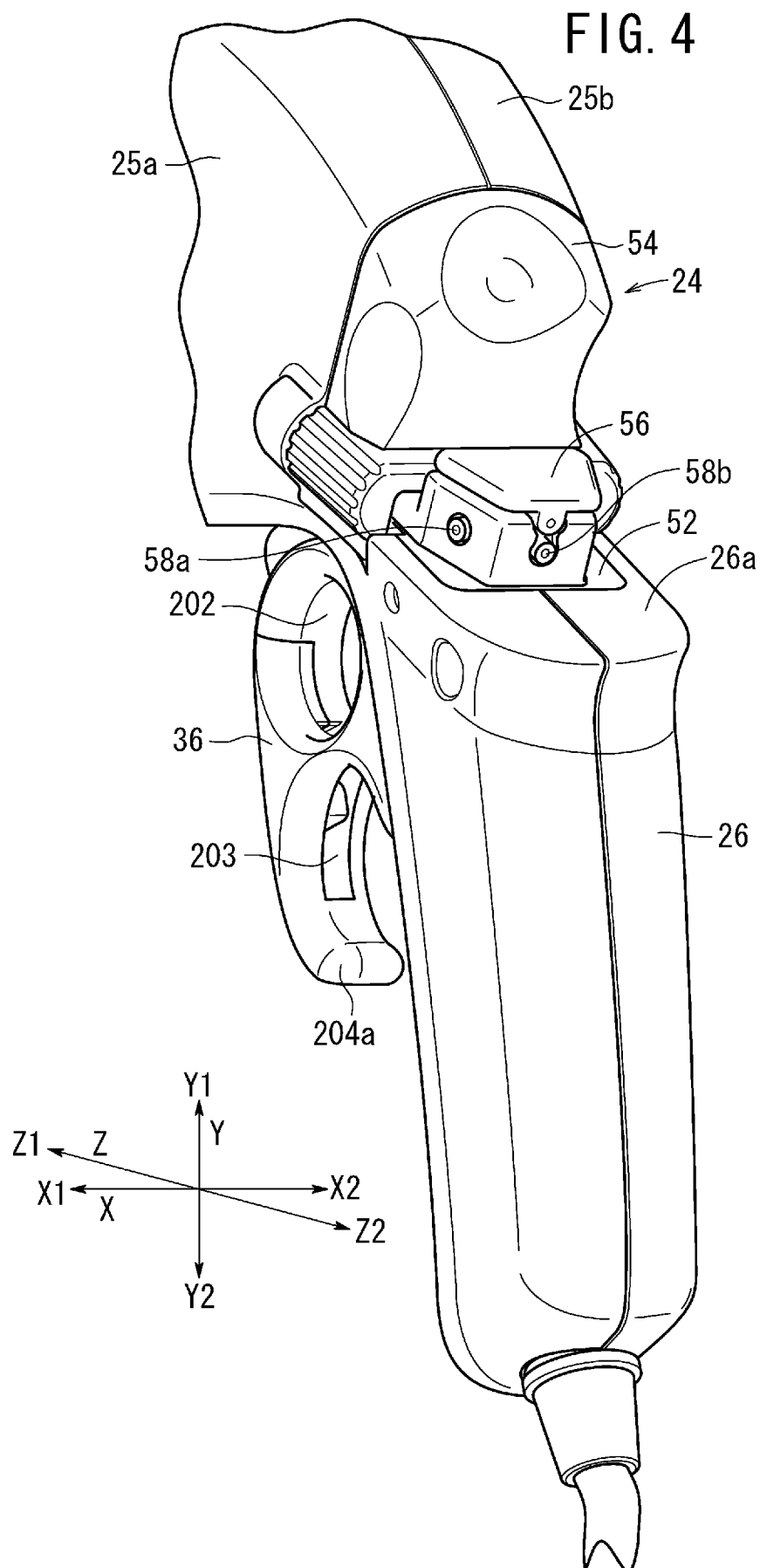
[図2]



[図3]



[図4]



[図5]

FIG. 5

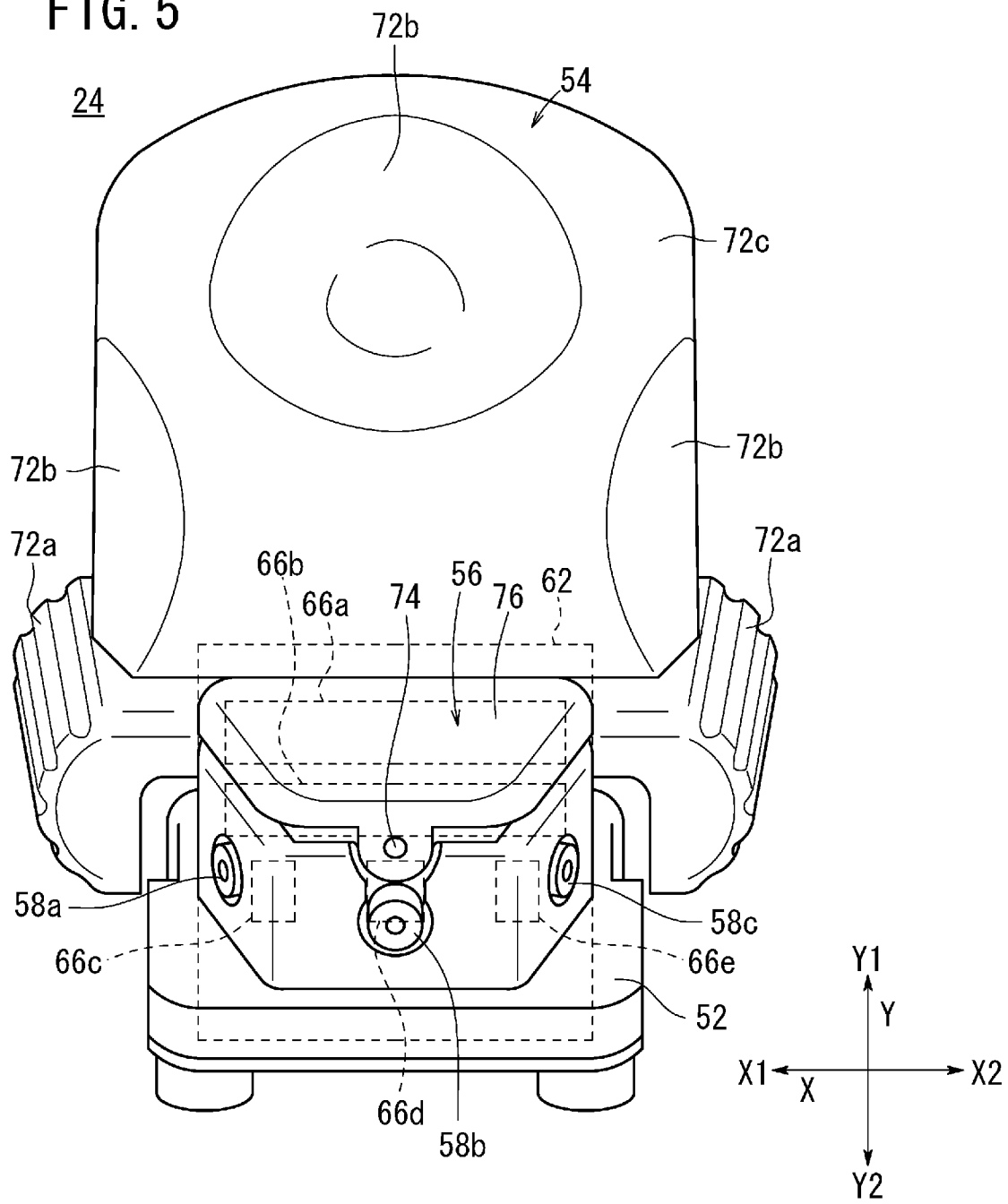
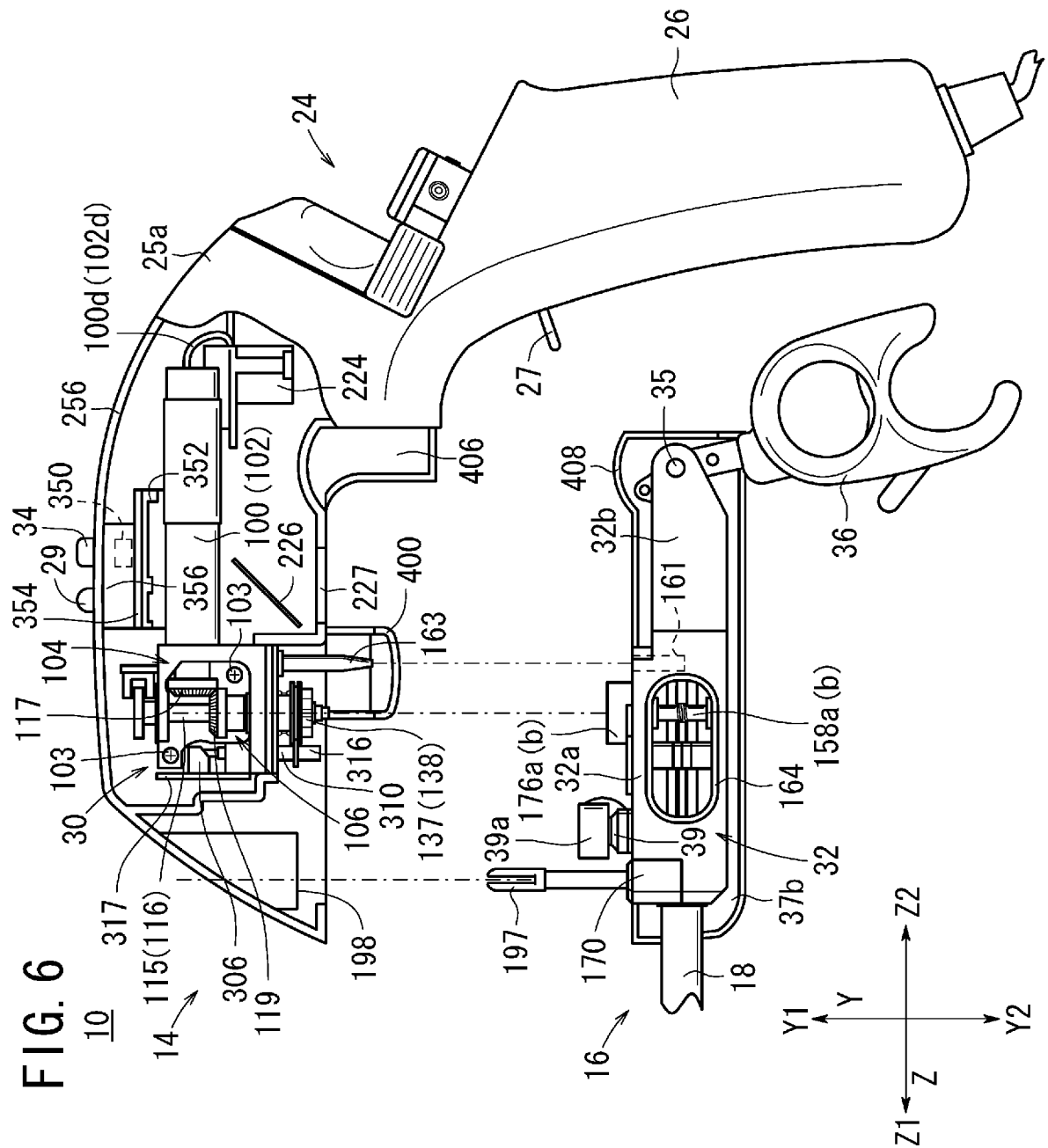
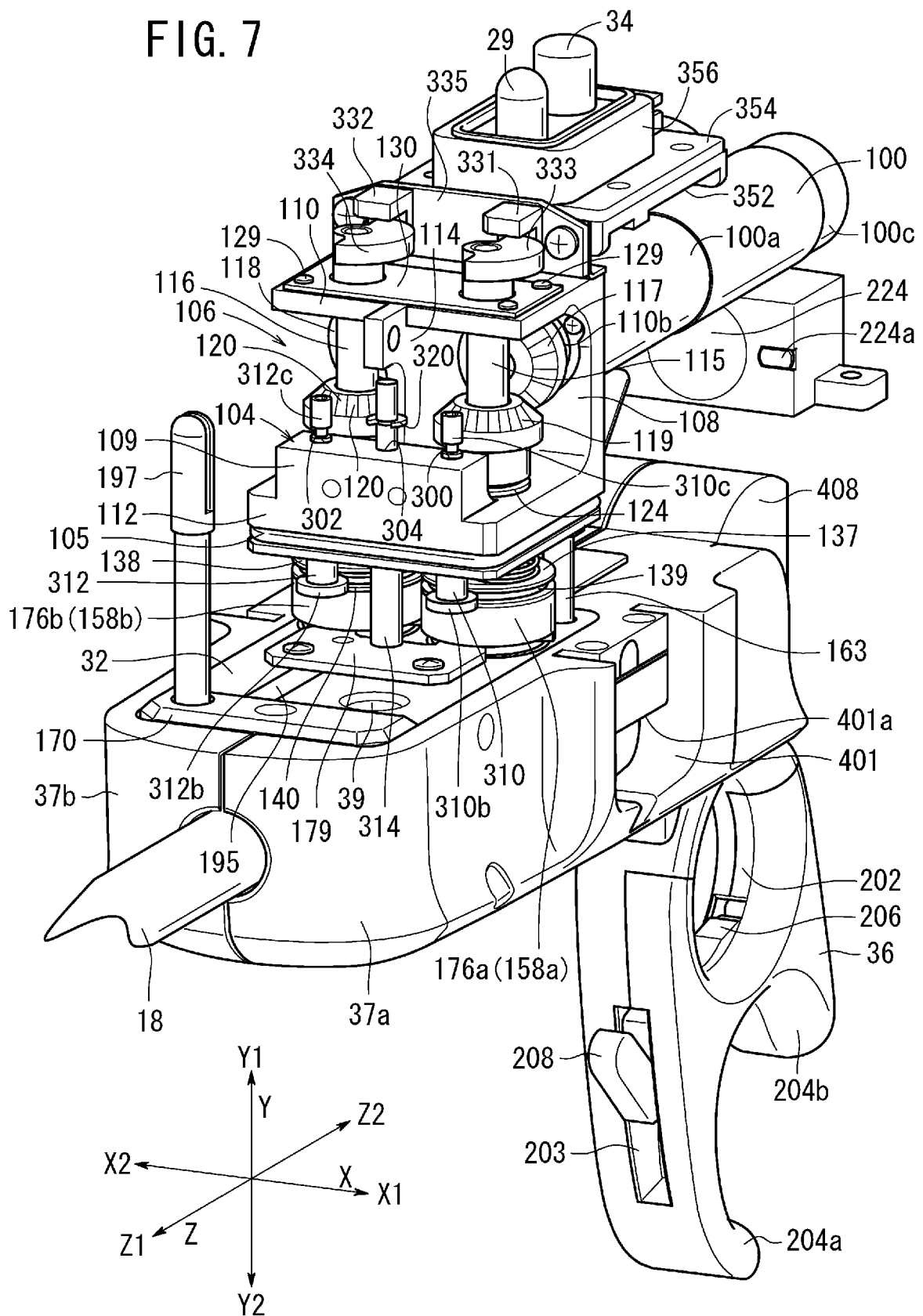


FIG. 6



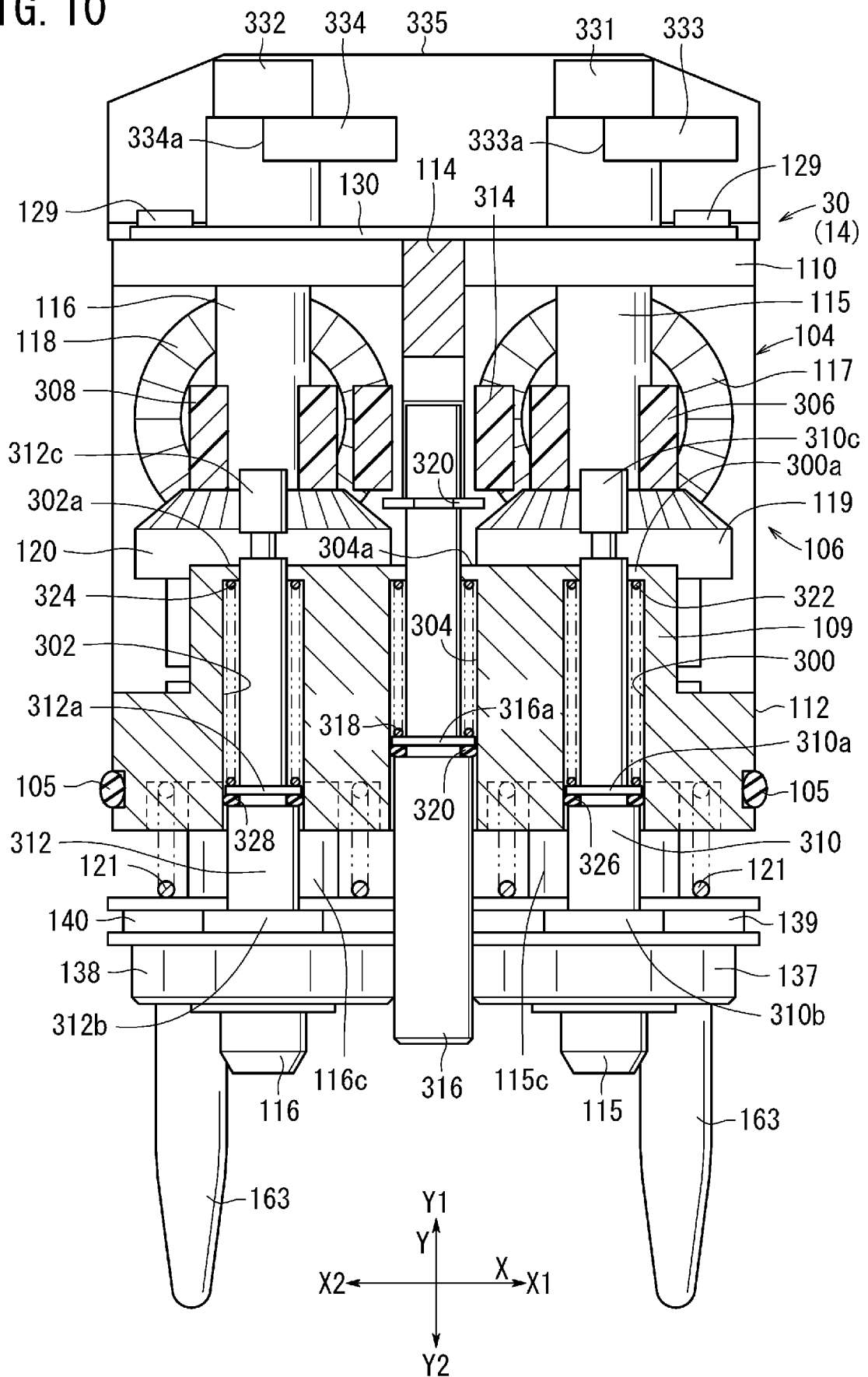
[図7]

FIG. 7

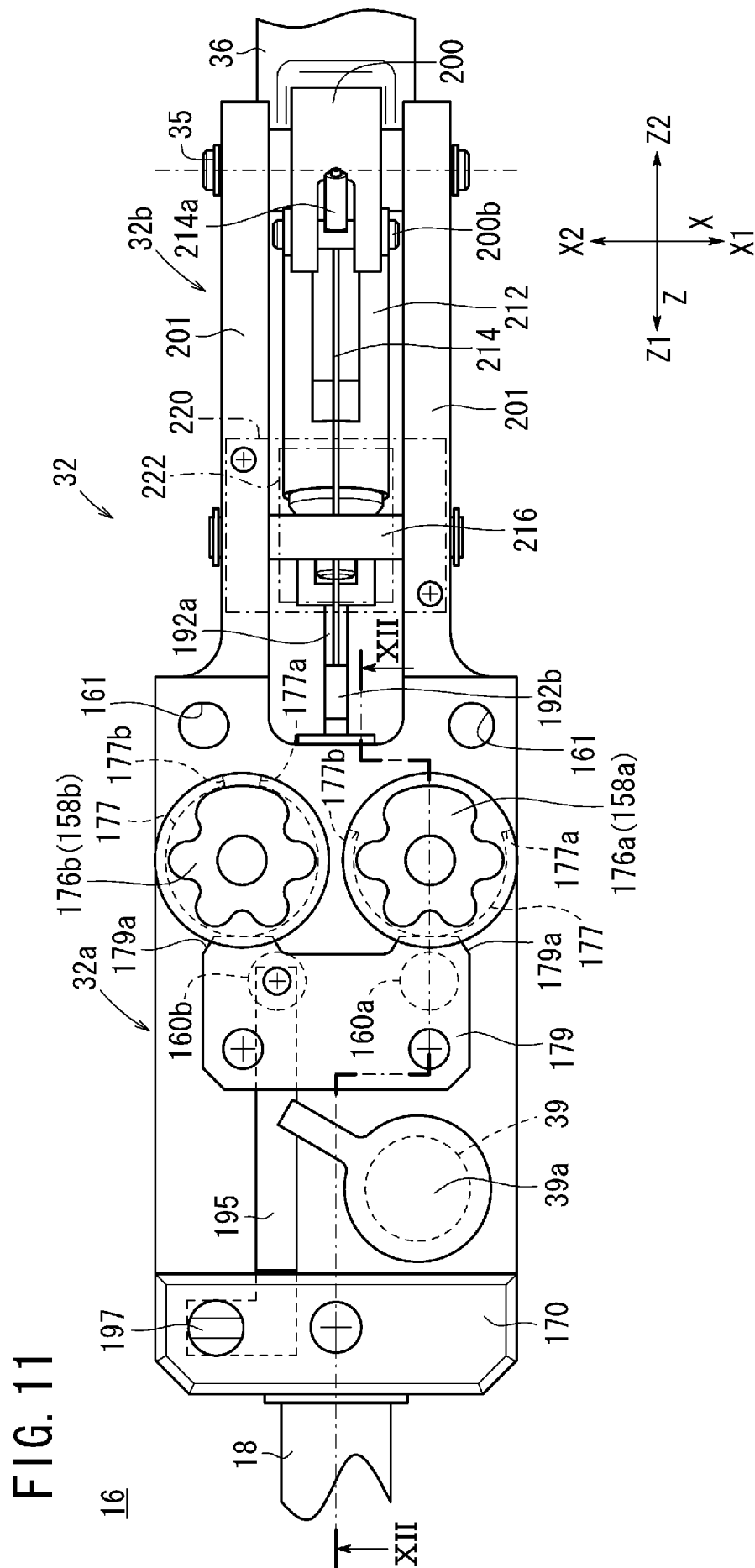


[図10]

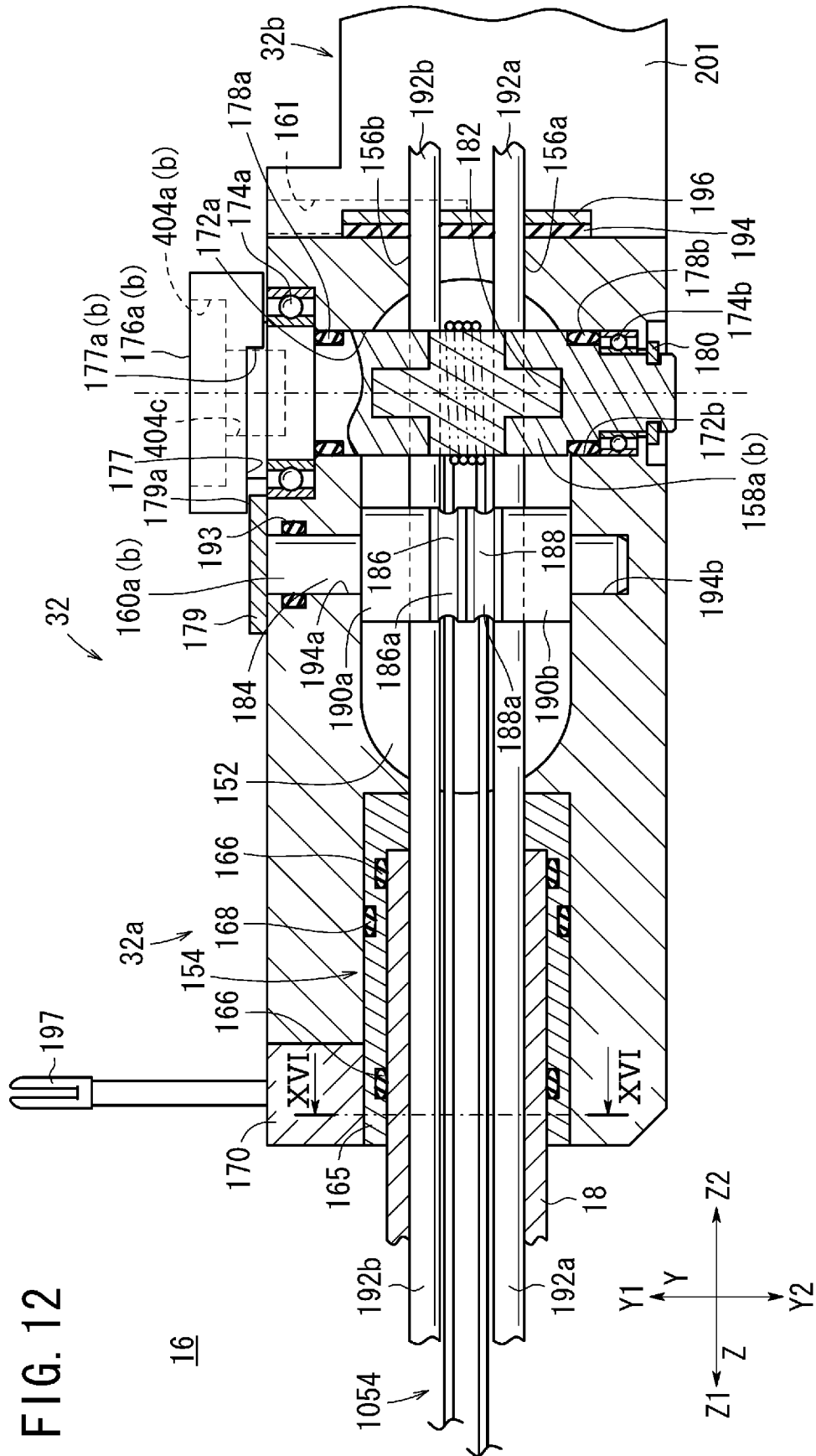
FIG. 10



[図11]



[図12]



[図14]

FIG. 14A

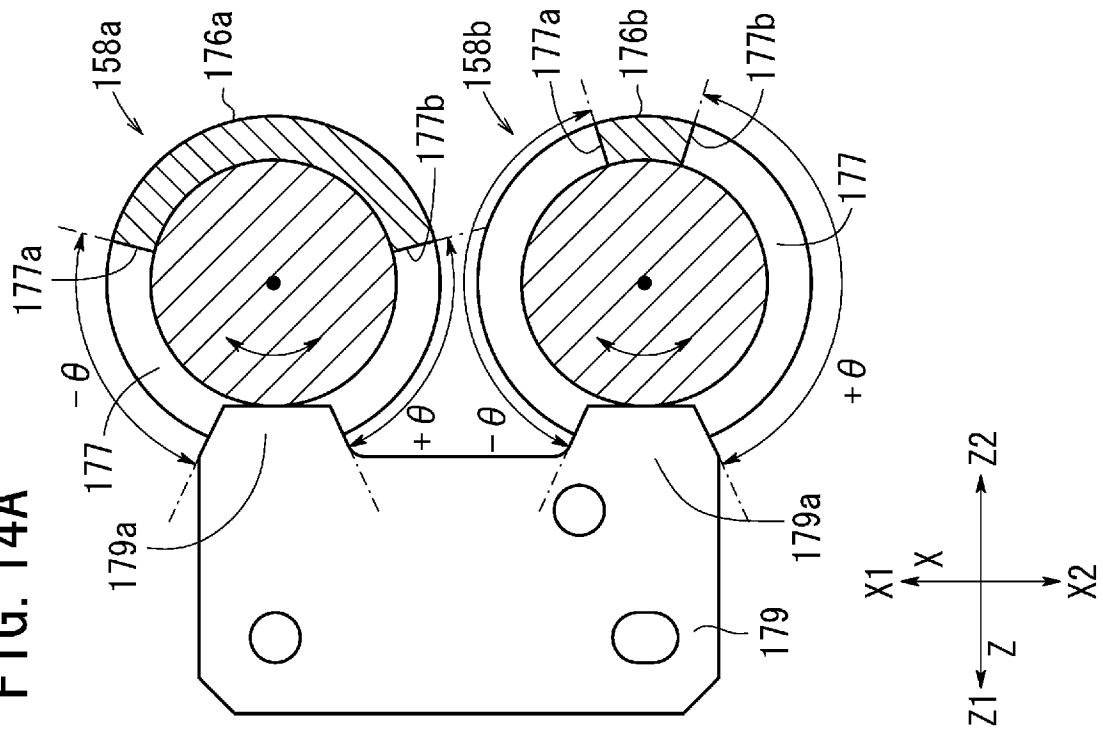
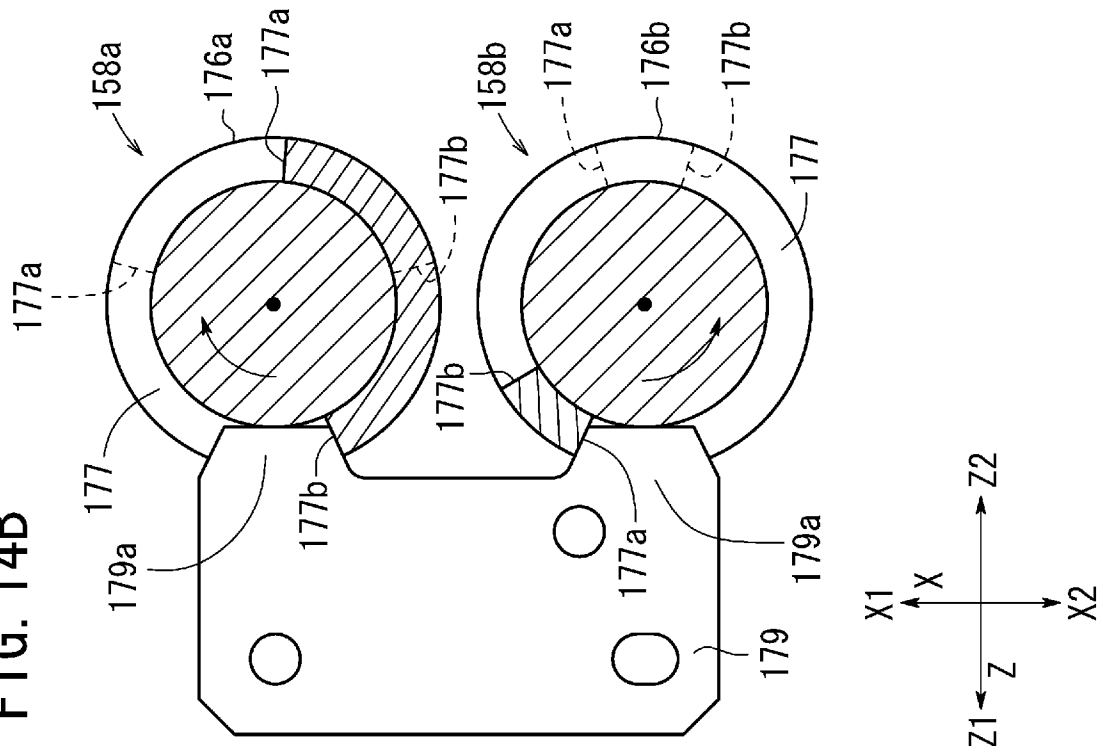


FIG. 14B



[図15]

FIG. 15B

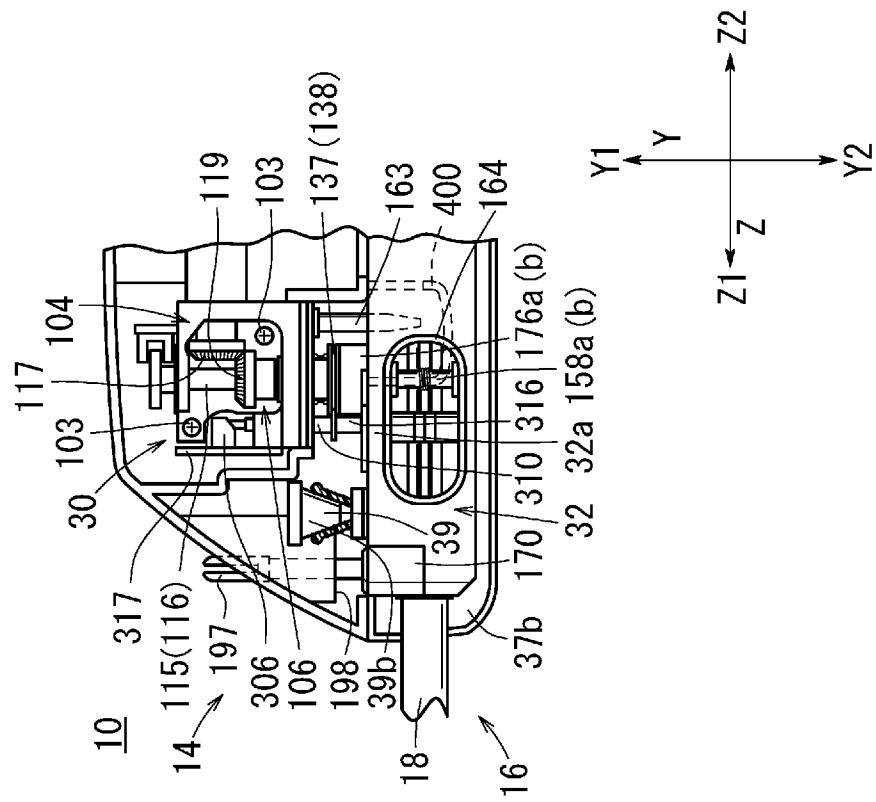
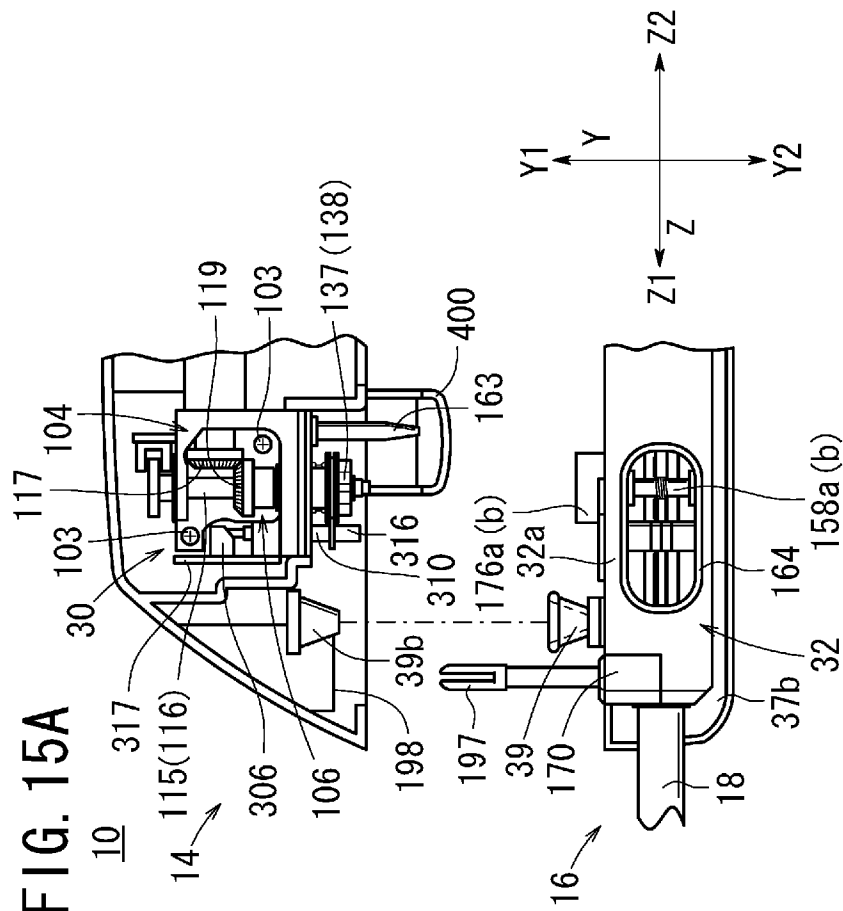
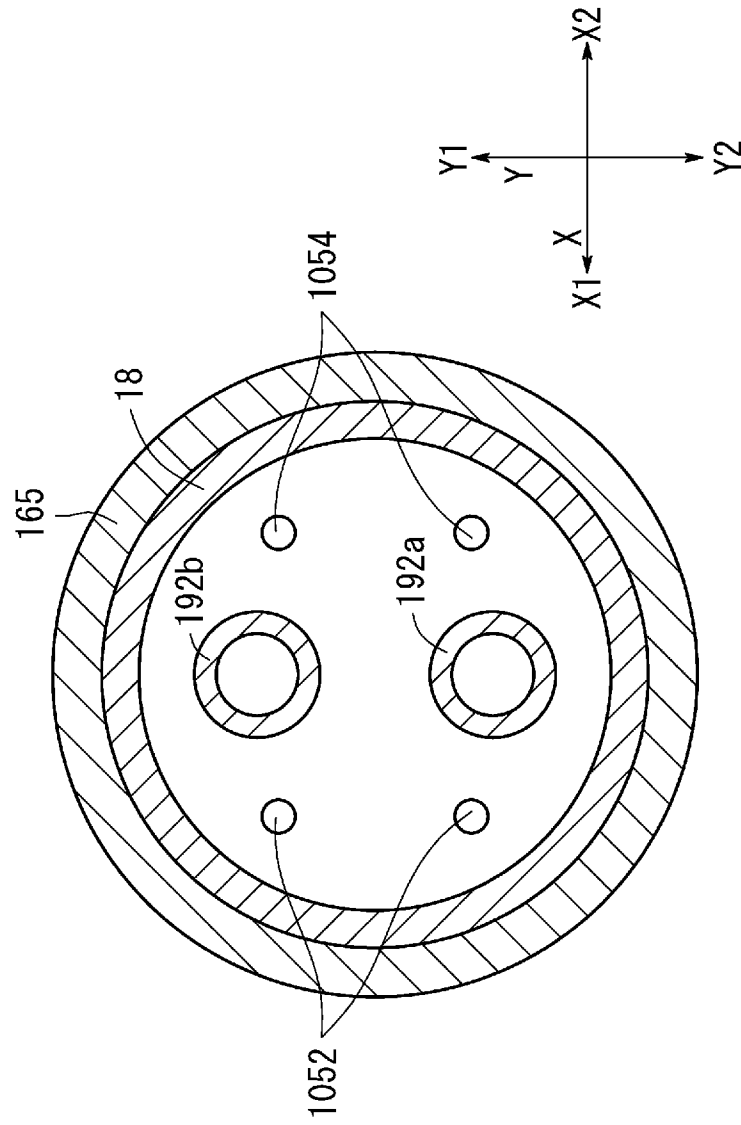


FIG. 15A

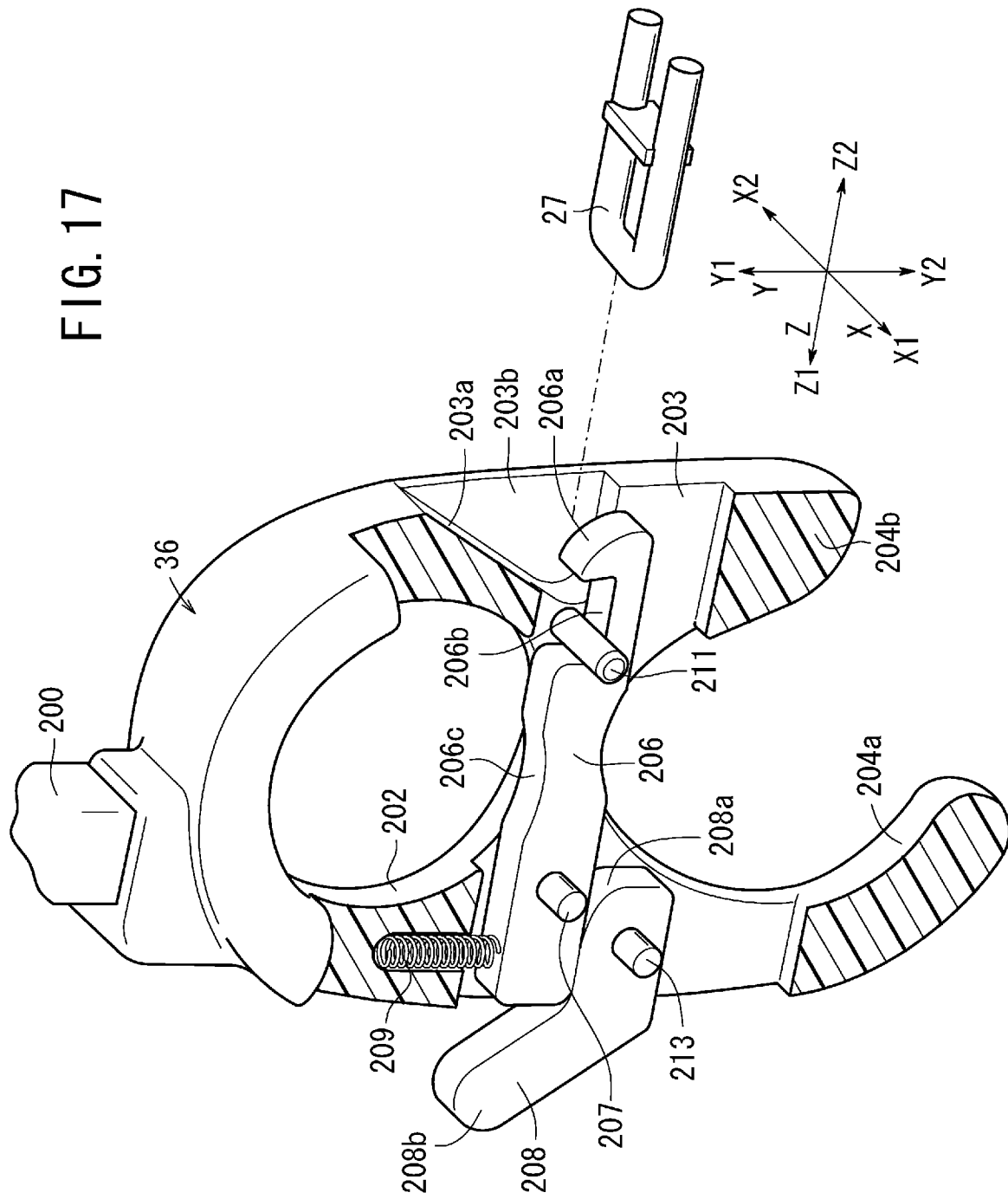


[図16]

FIG. 16



[図17]



[FIG. 18]

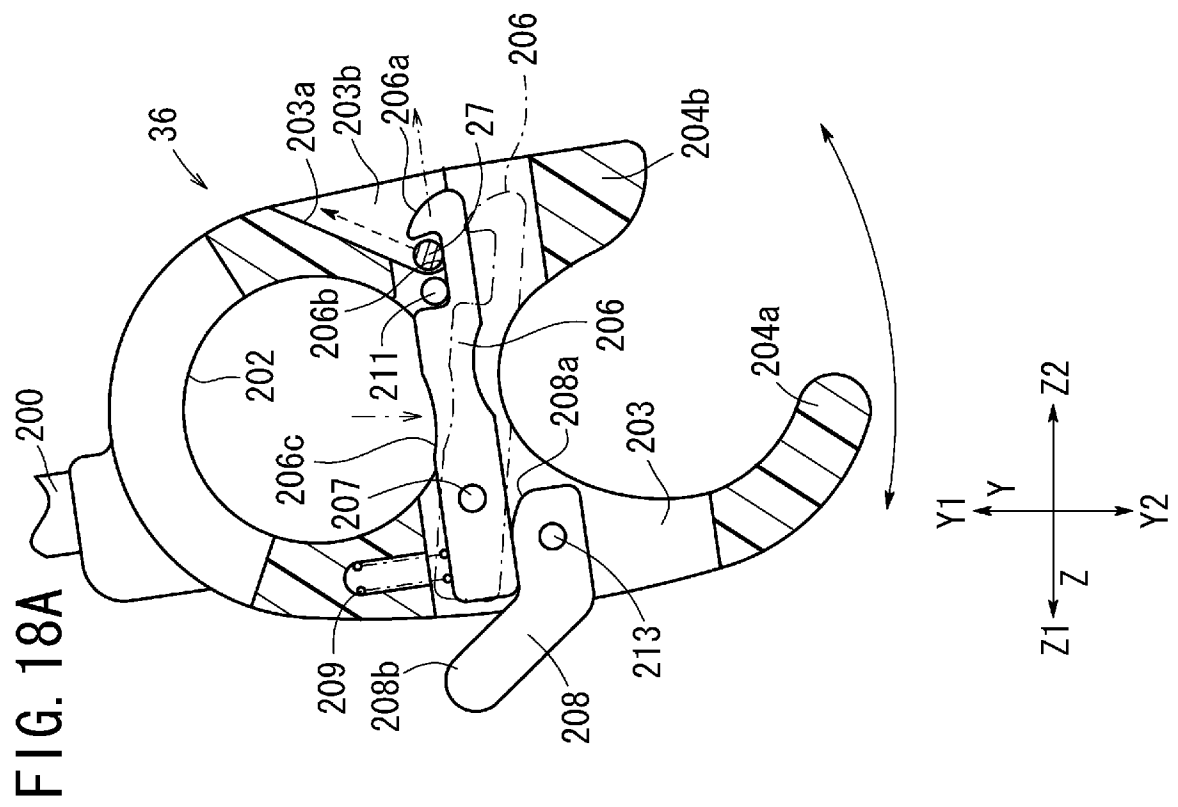
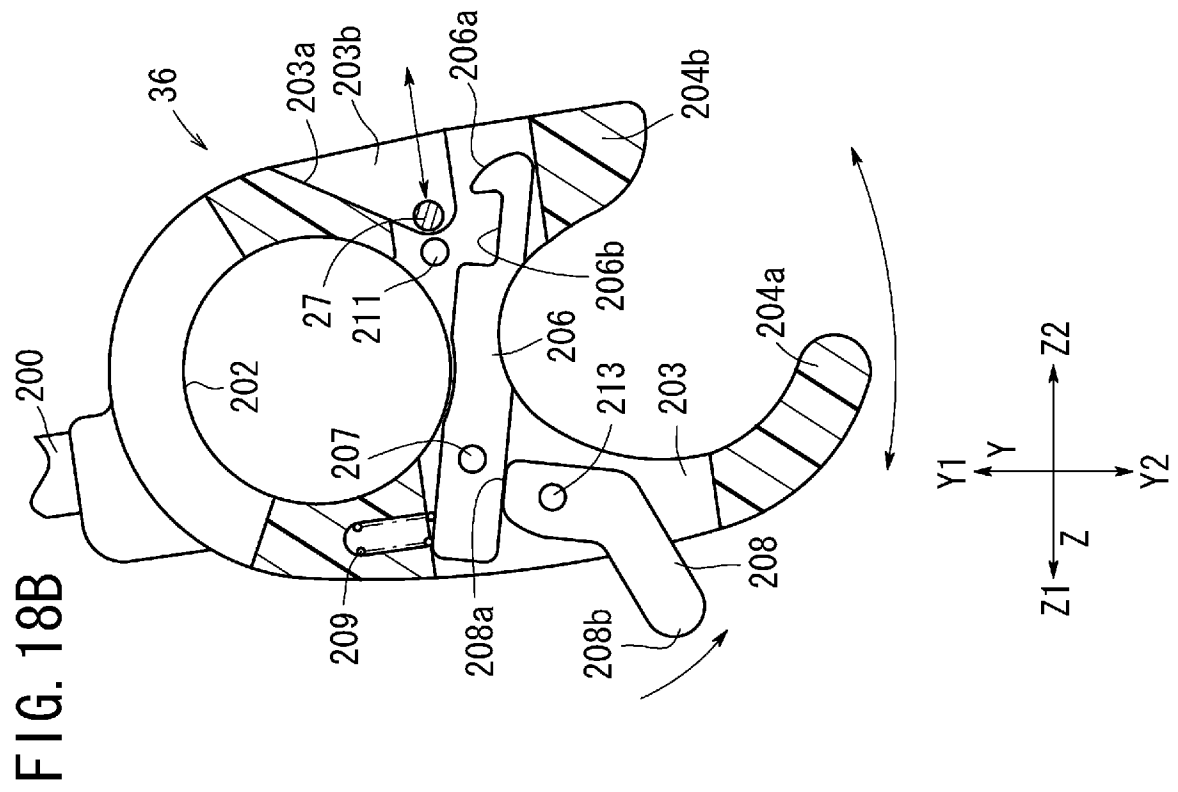
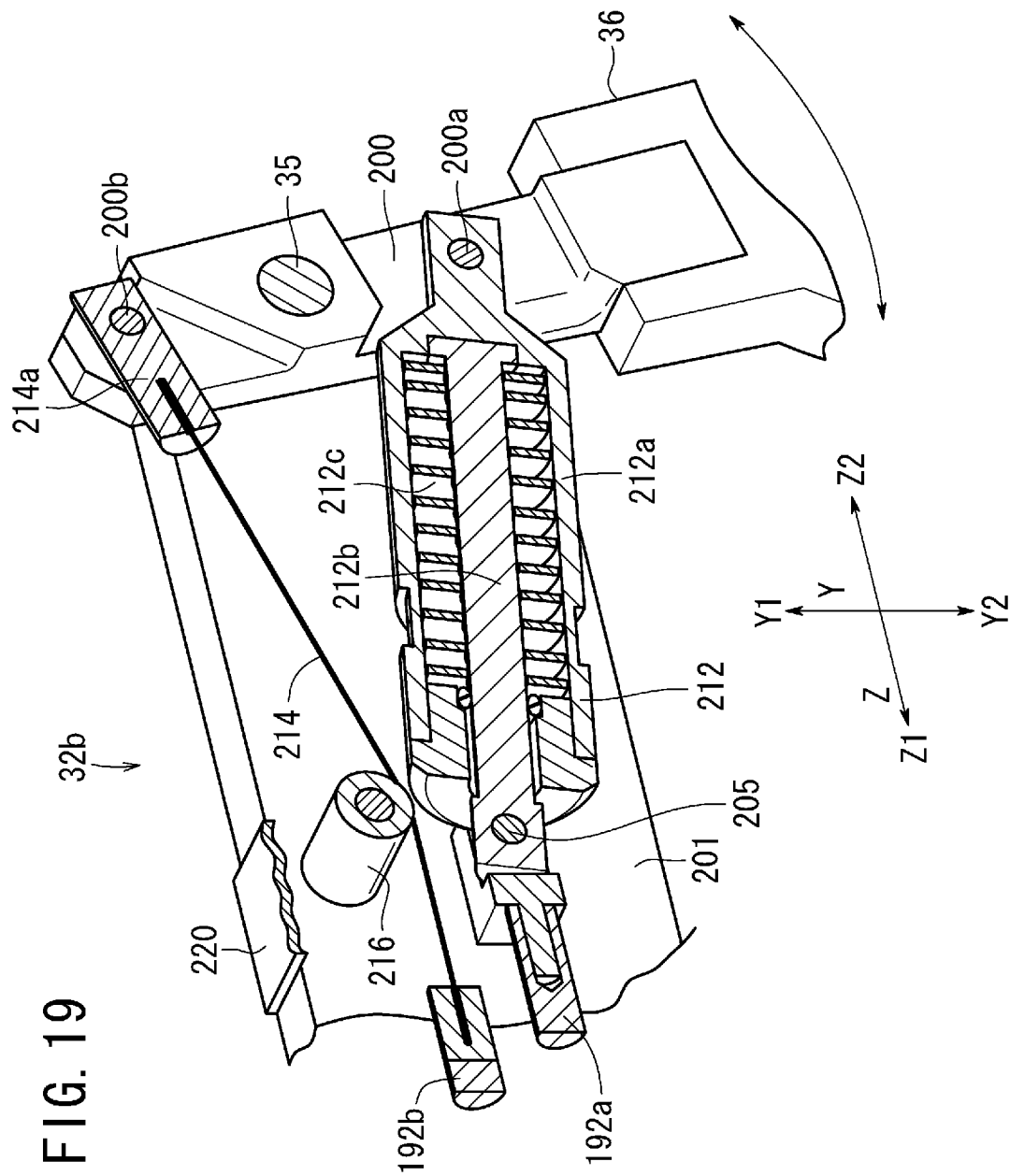
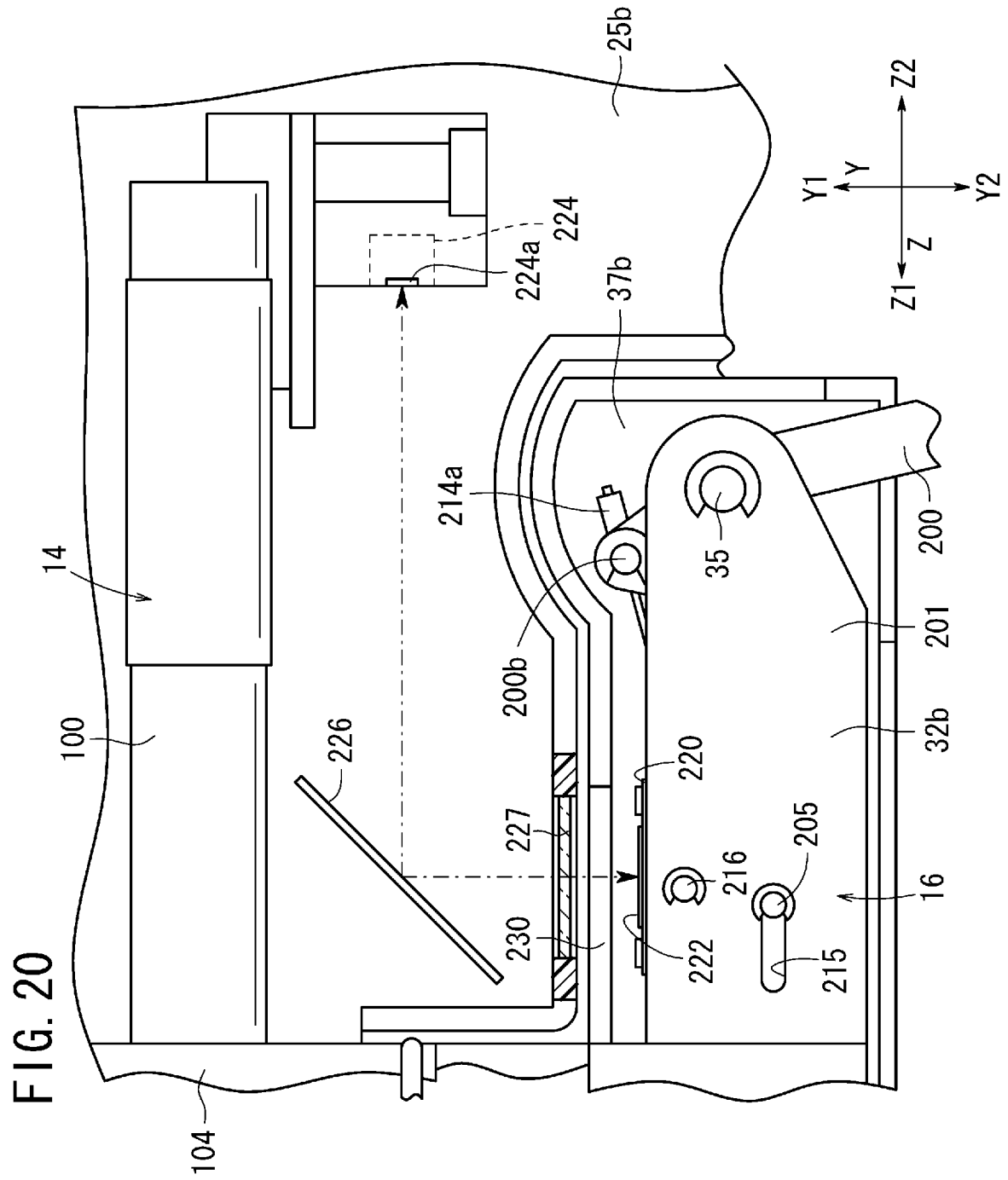


FIG. 19



[図20]



[図22]

FIG. 22A

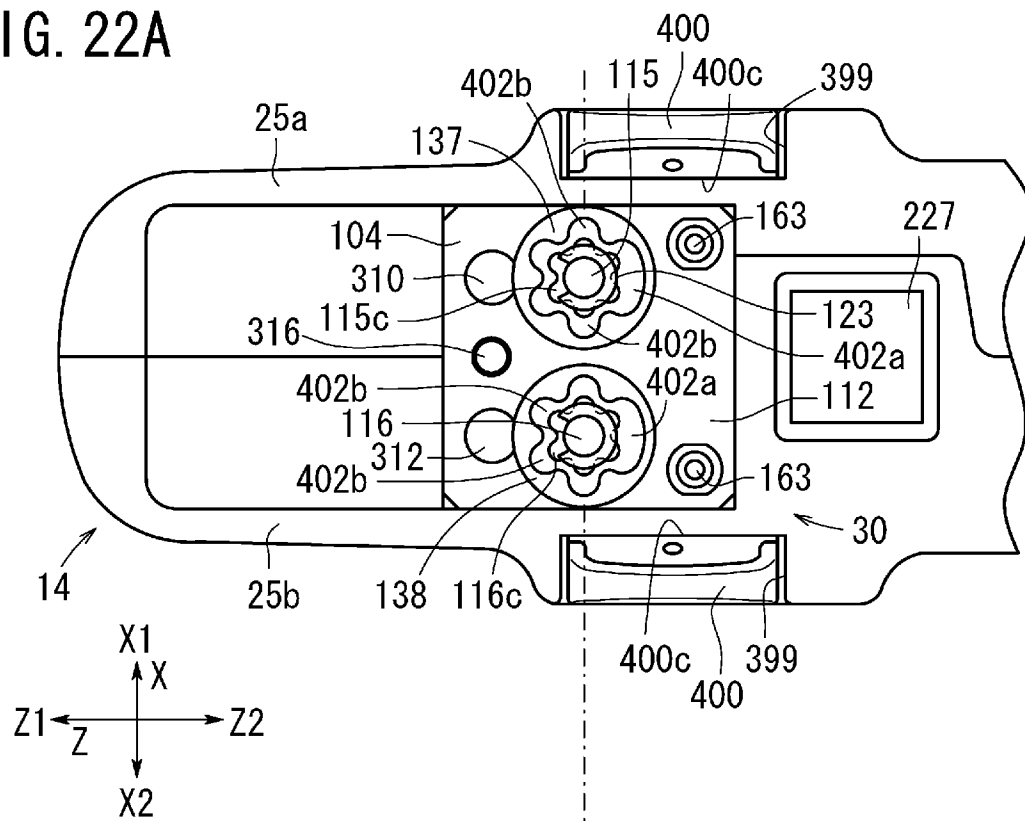
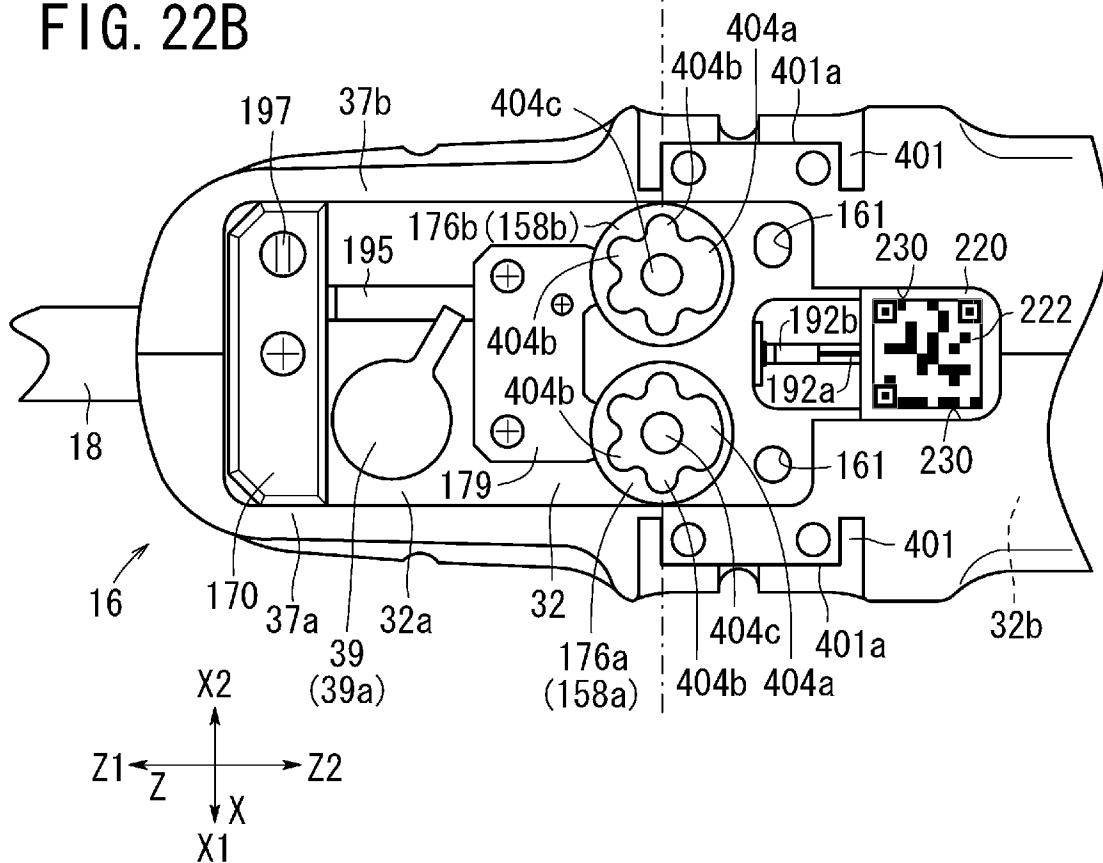
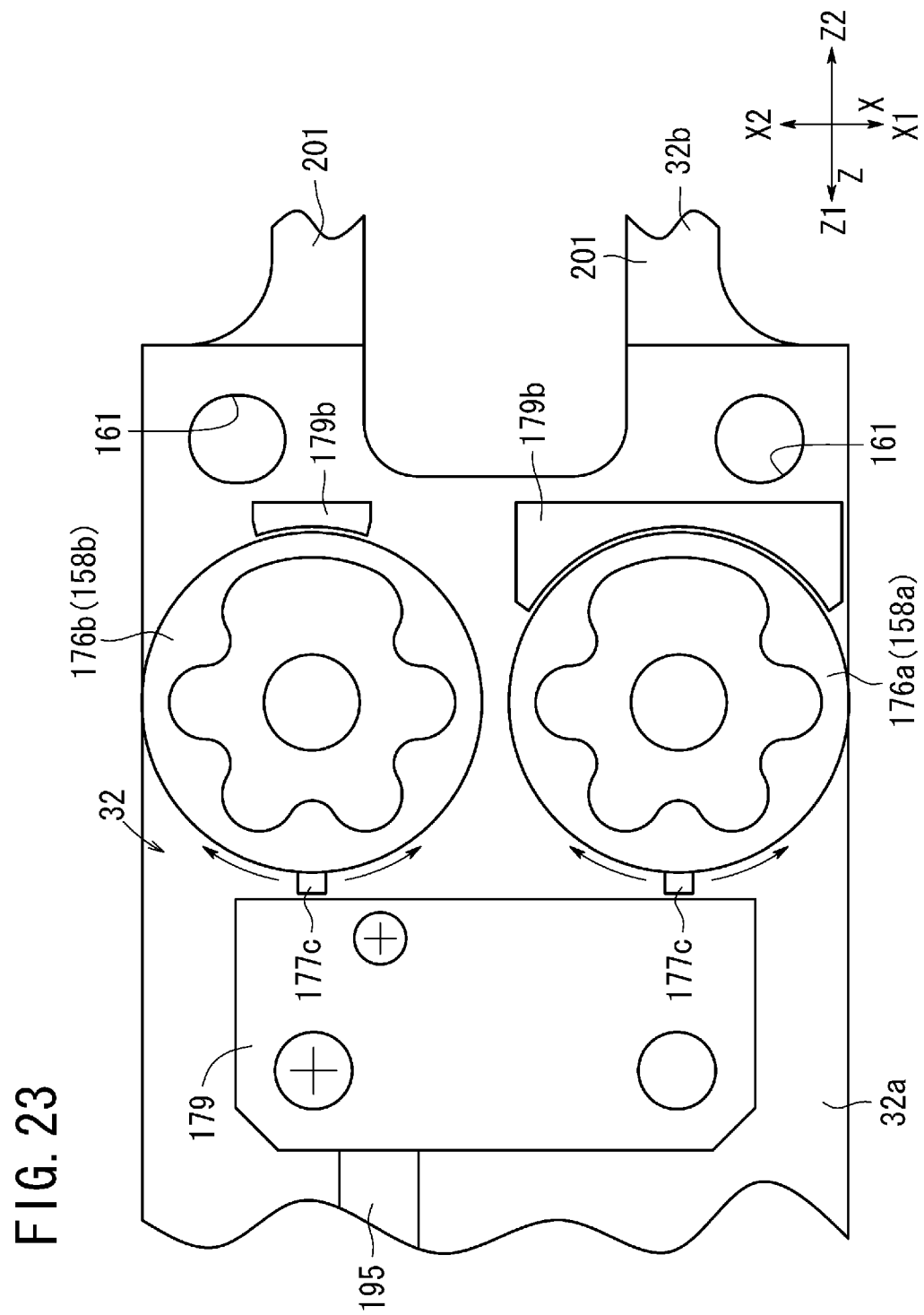


FIG. 22B



[図23]



[図24]

FIG. 24B

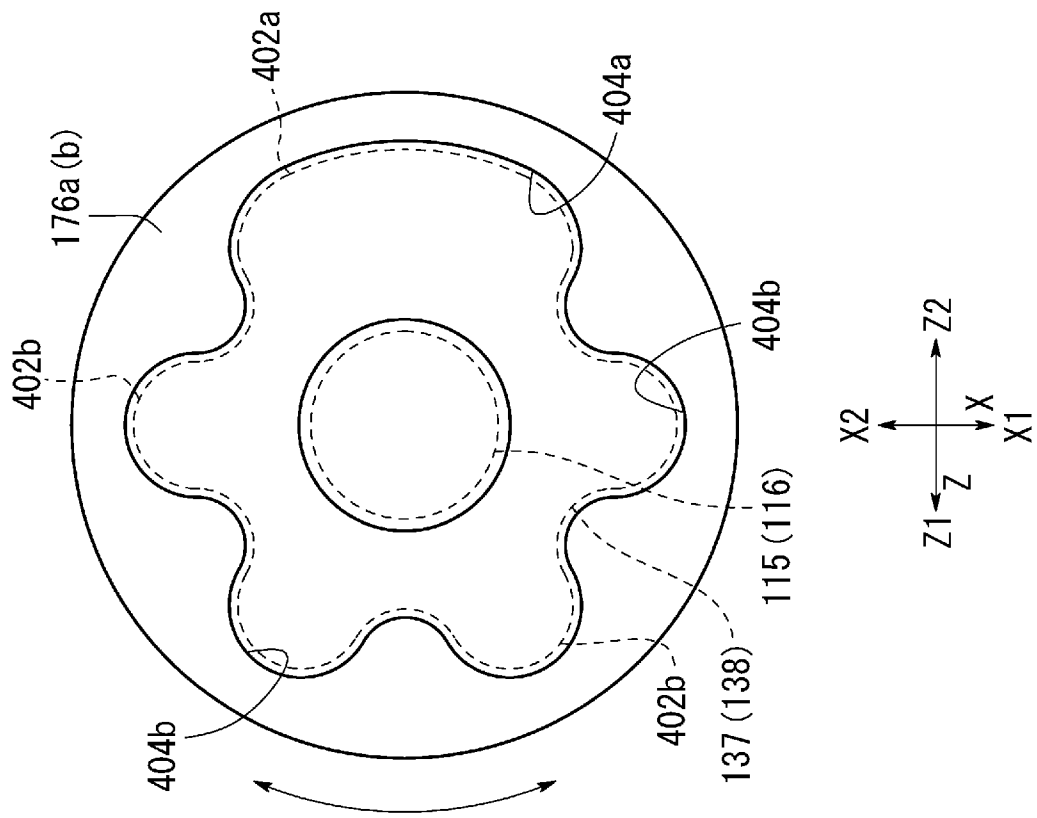
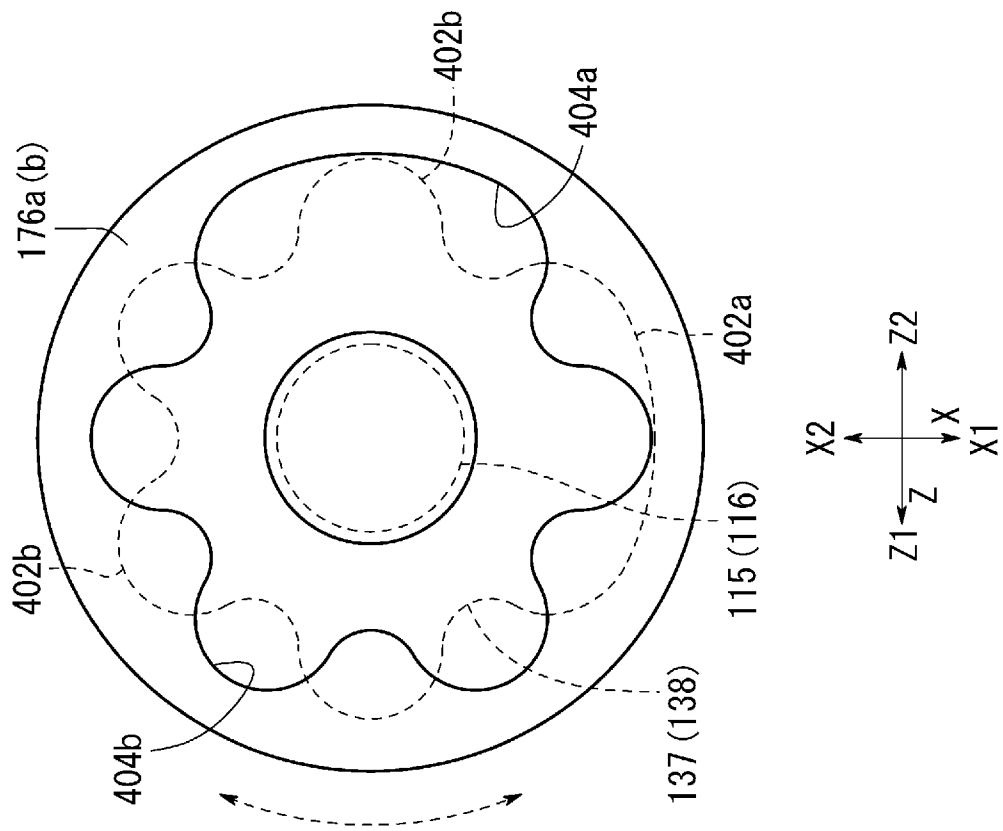
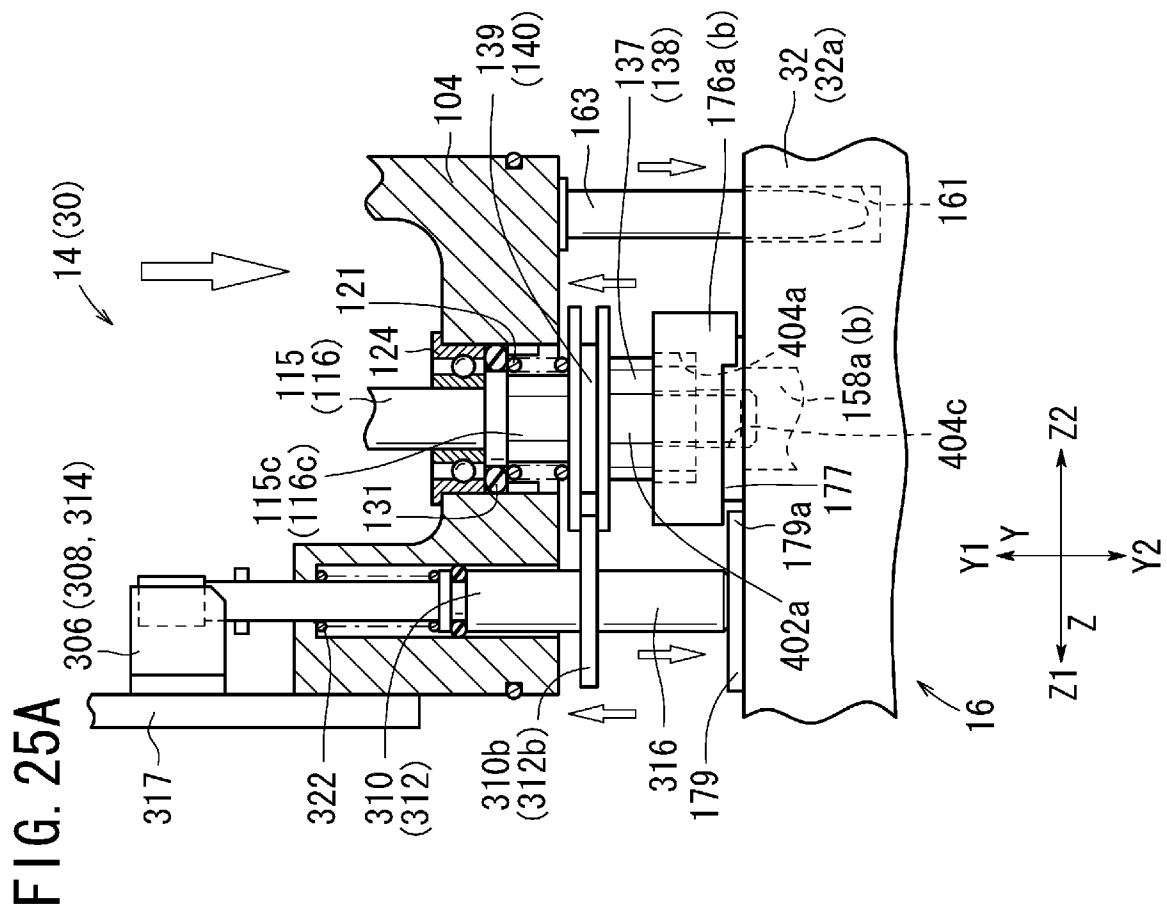
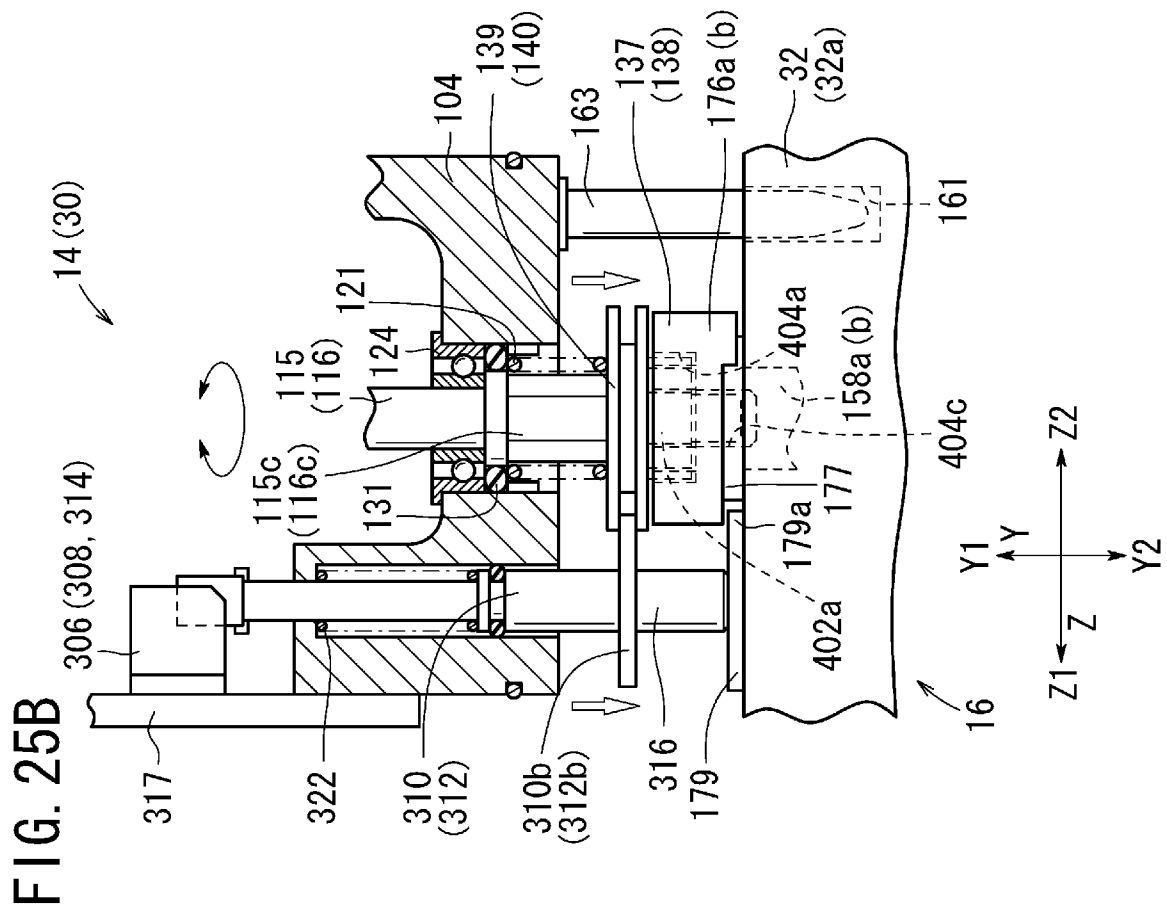


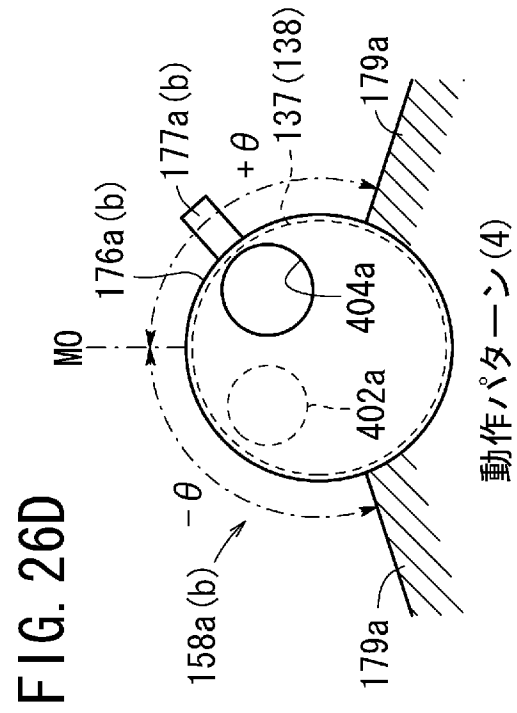
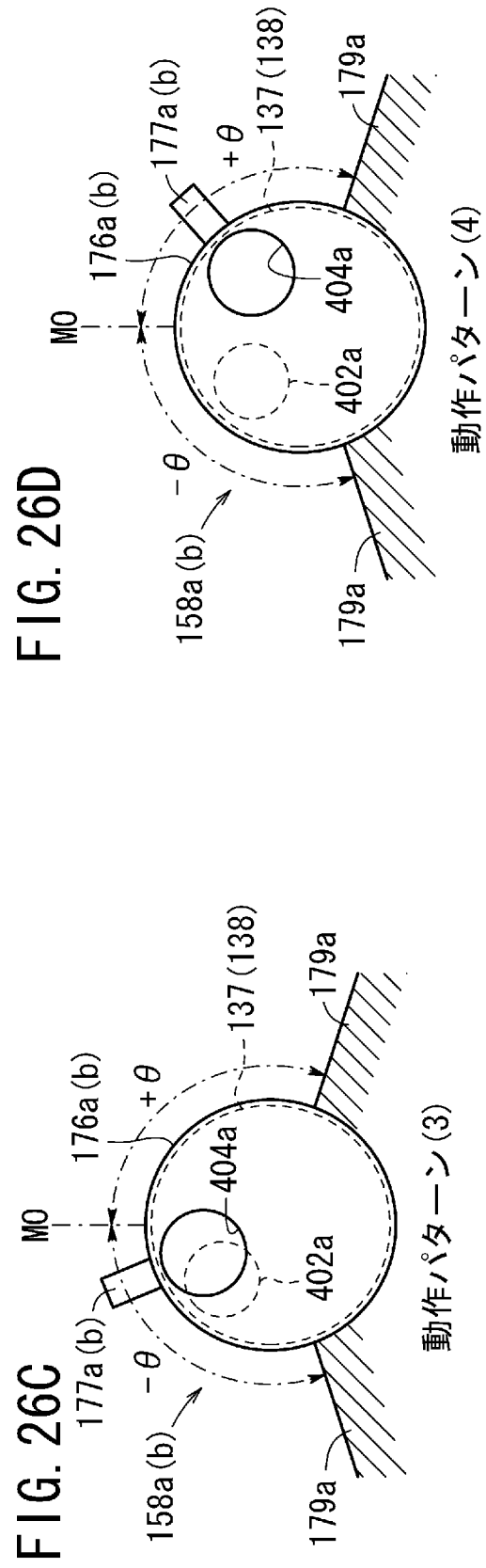
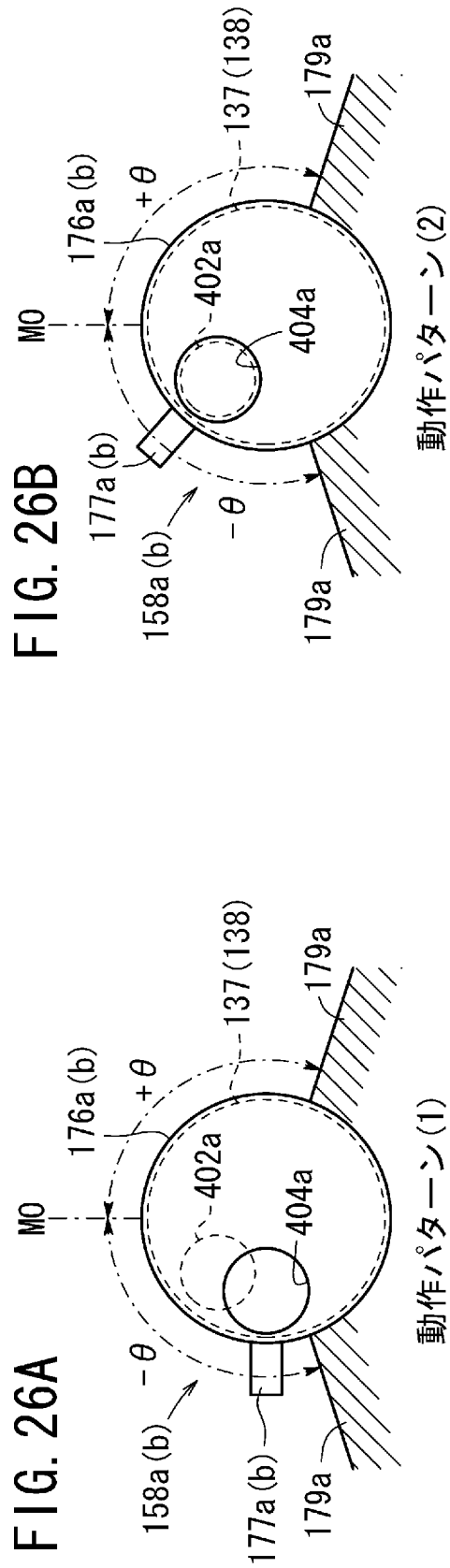
FIG. 24A



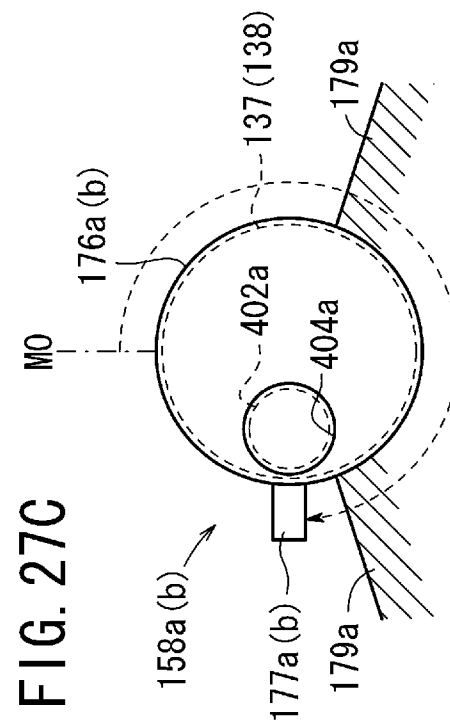
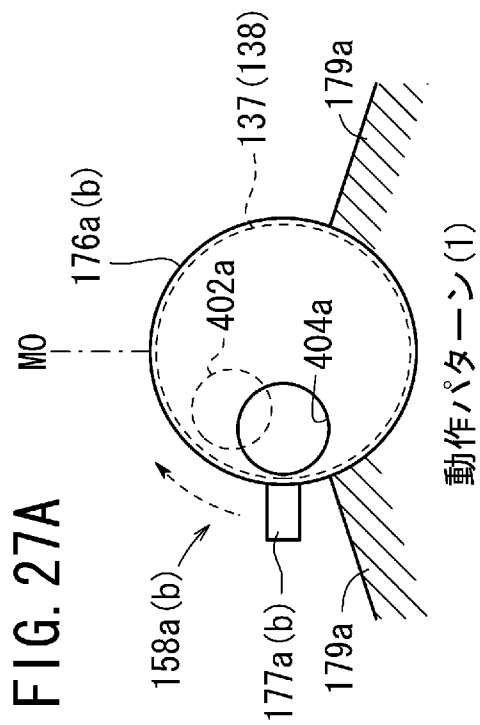
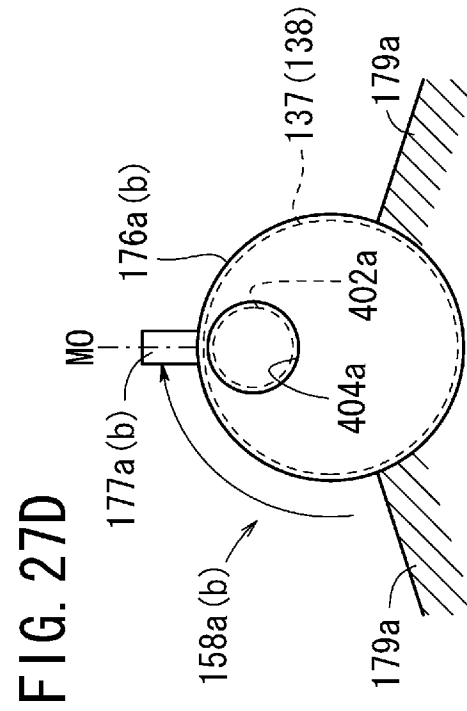
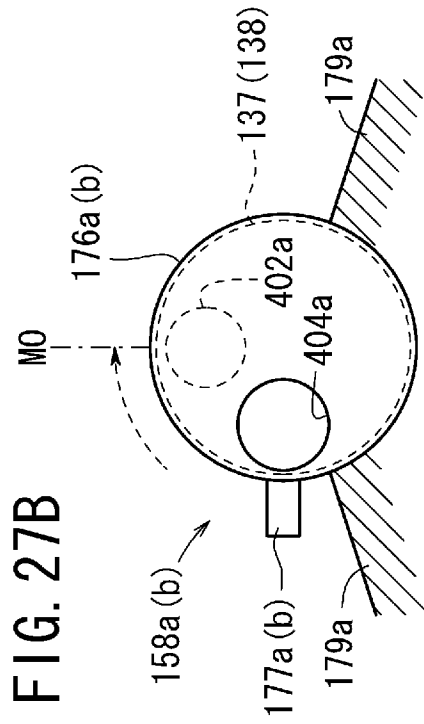
[FIG. 25]



[図26]



[図27]



[図28]

FIG. 28B

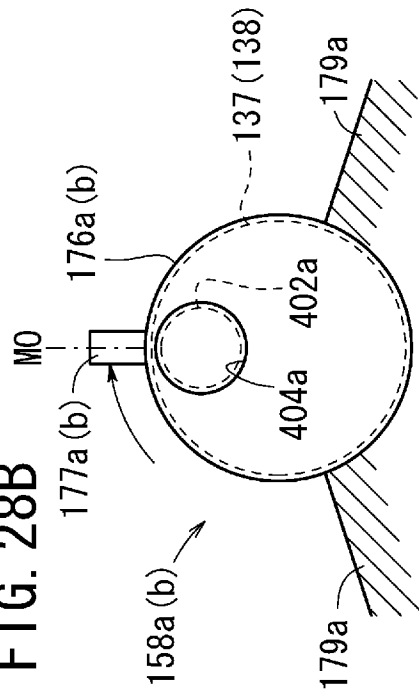


FIG. 28D

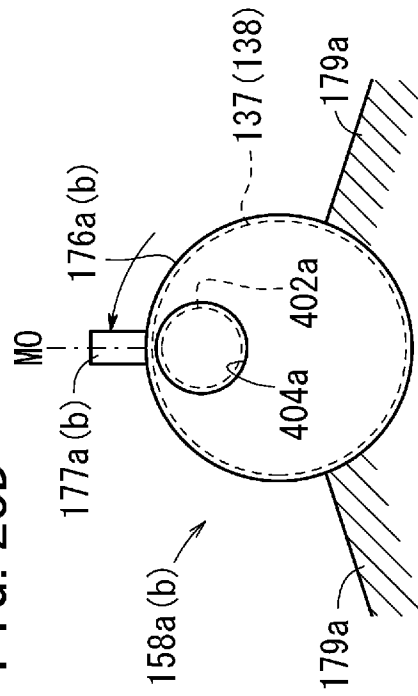
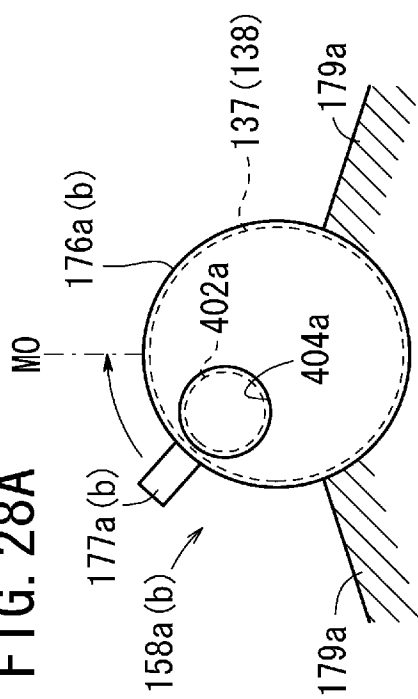
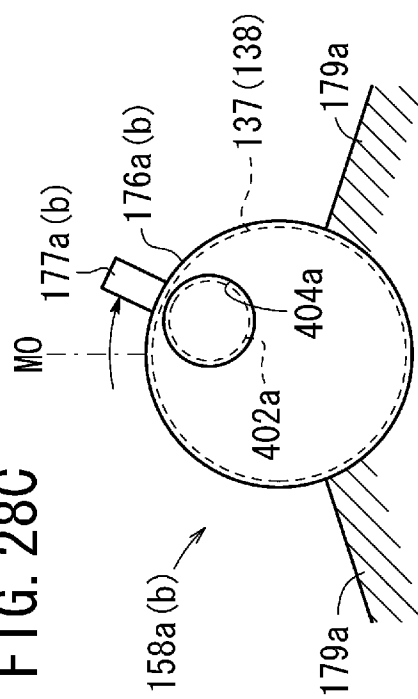


FIG. 28A



動作パターン (2)

FIG. 28C



[図29]

FIG. 29B

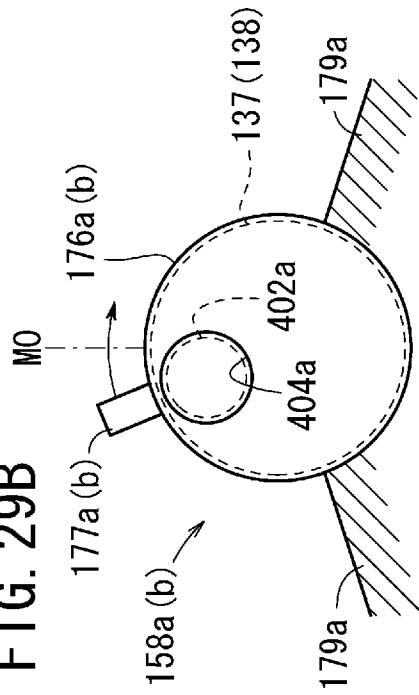
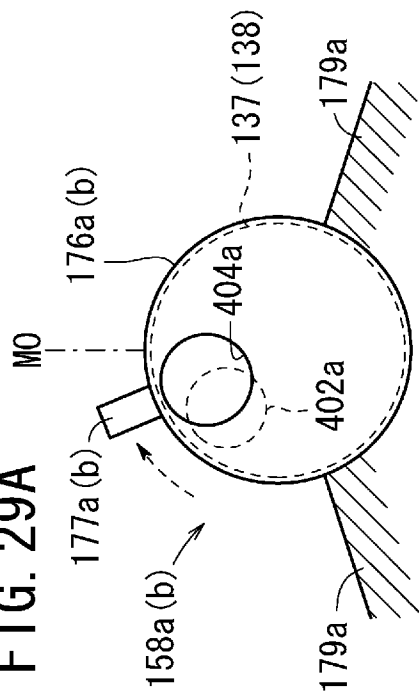
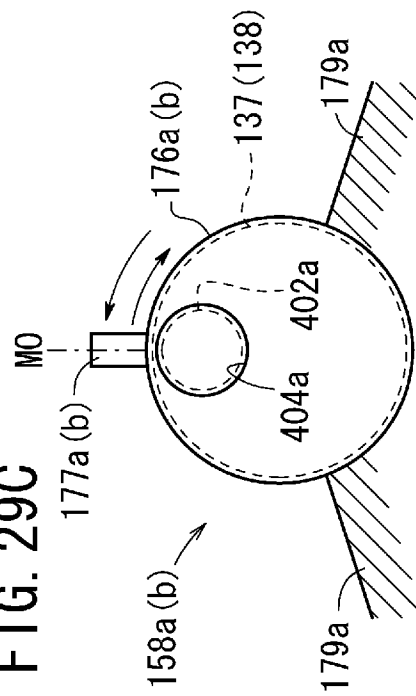


FIG. 29A



動作パターン (3)

FIG. 29C



[図30]

FIG. 30B

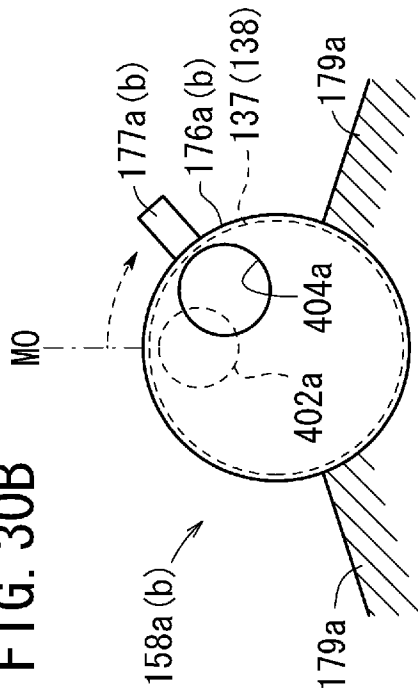


FIG. 30A

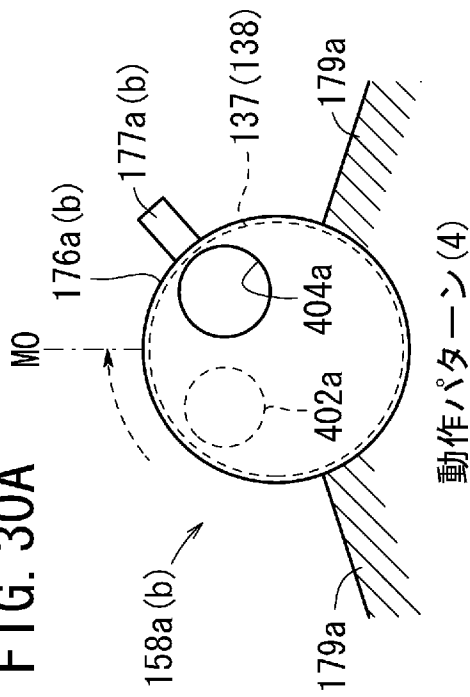
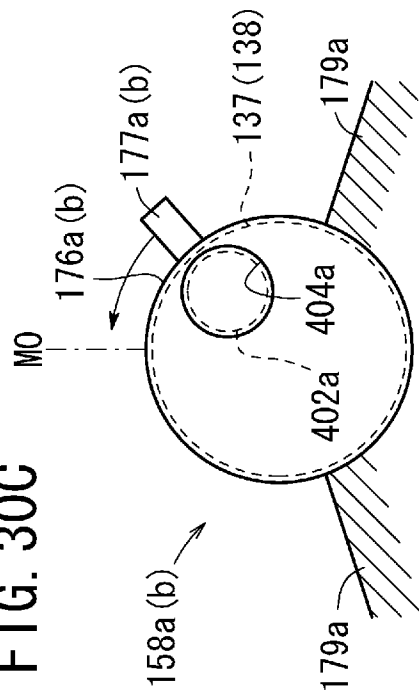
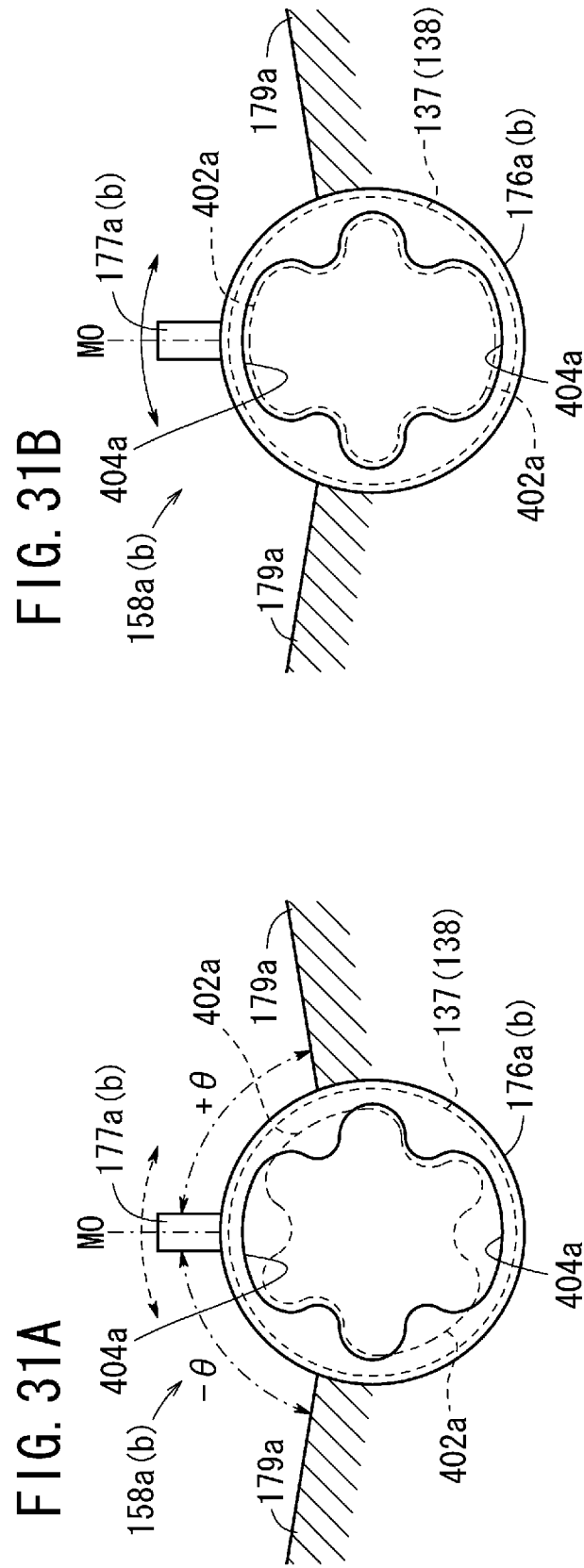


FIG. 30C



[図31]



[図32]

FIG. 32B

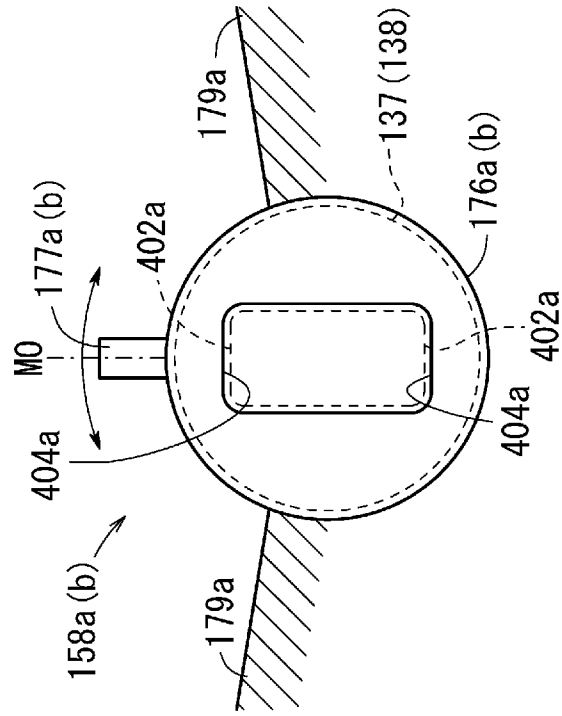
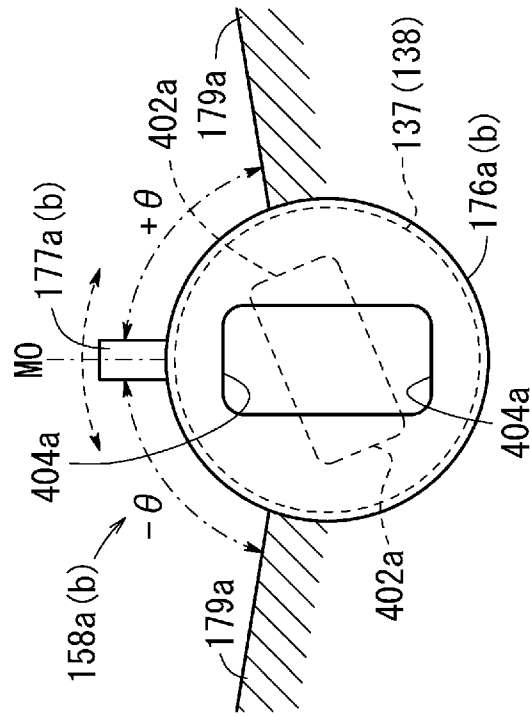


FIG. 32A



[図34]

FIG. 34A

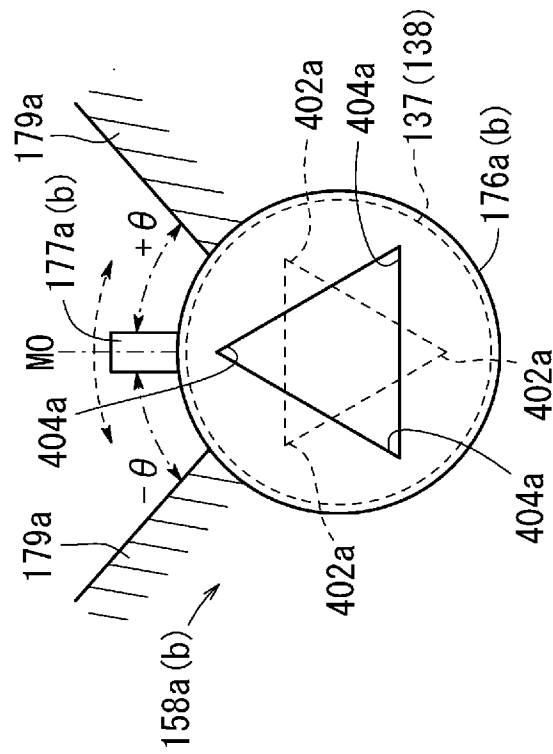
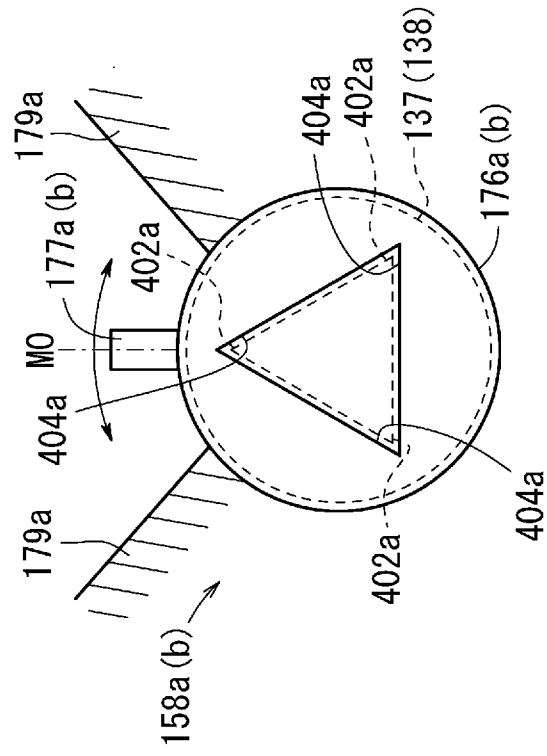
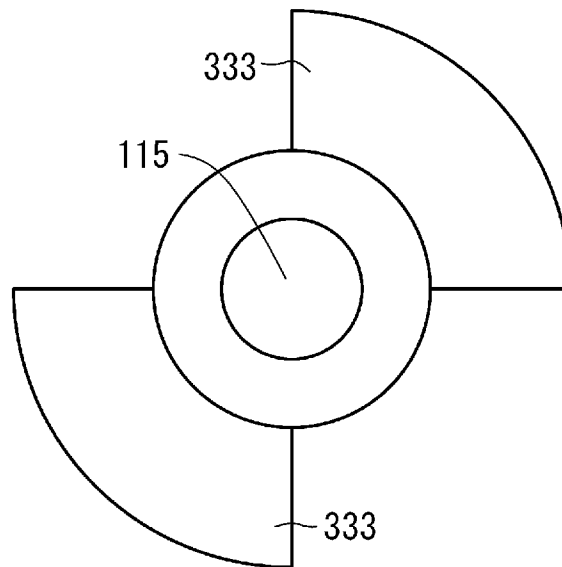


FIG. 34B



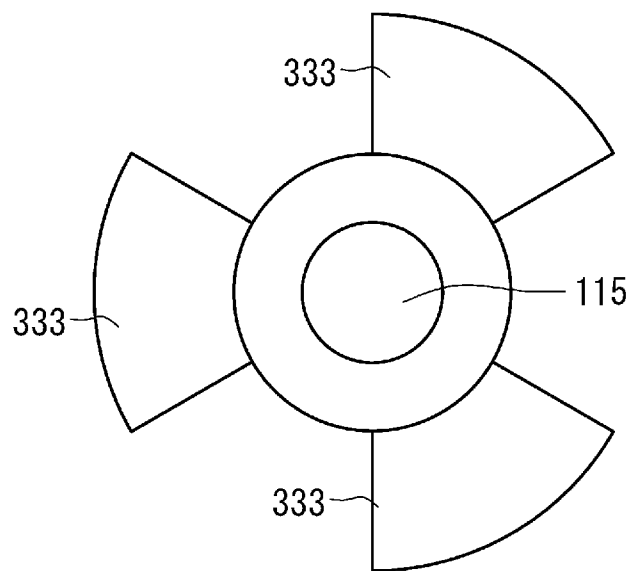
[図35]

FIG. 35



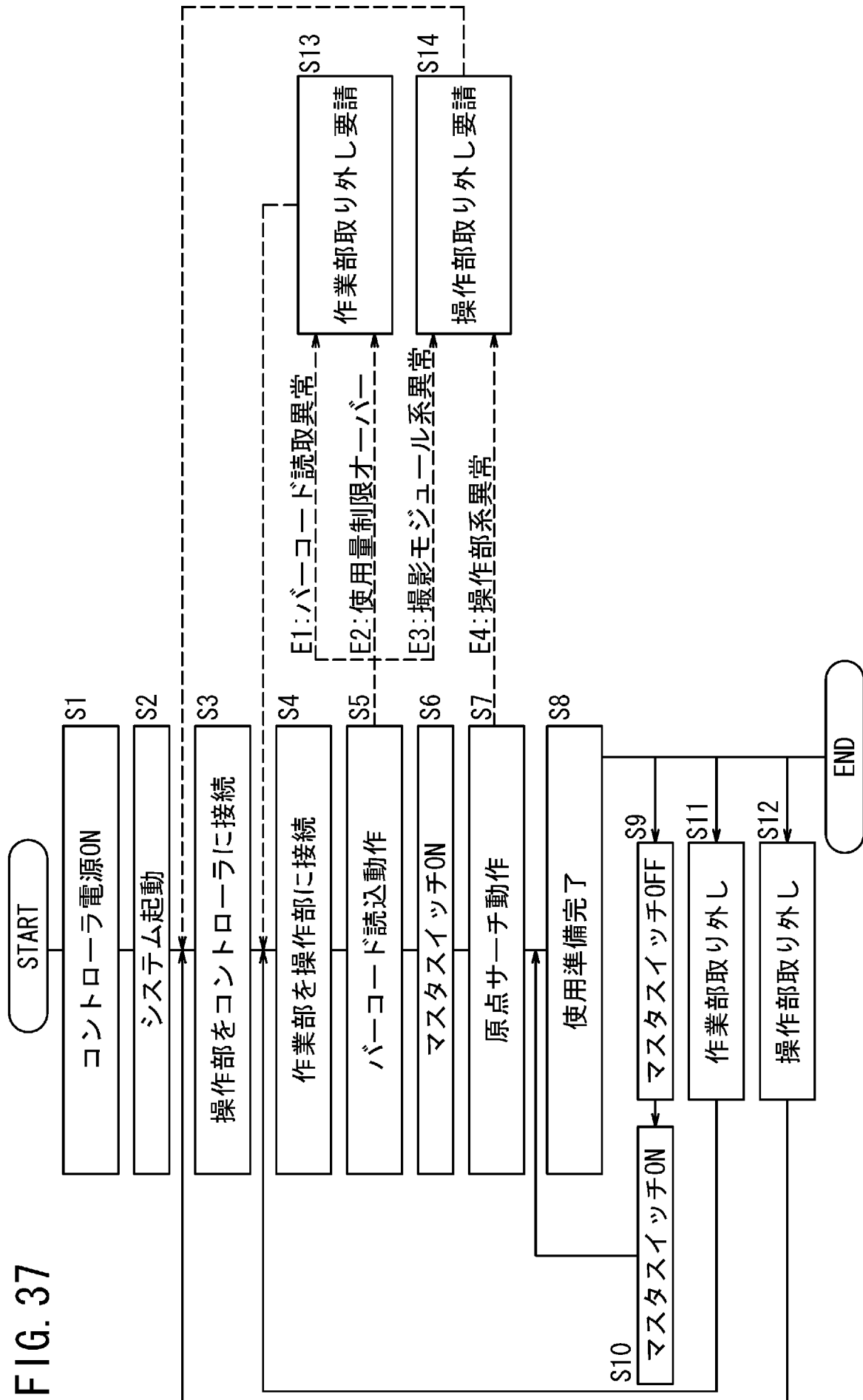
[図36]

FIG. 36



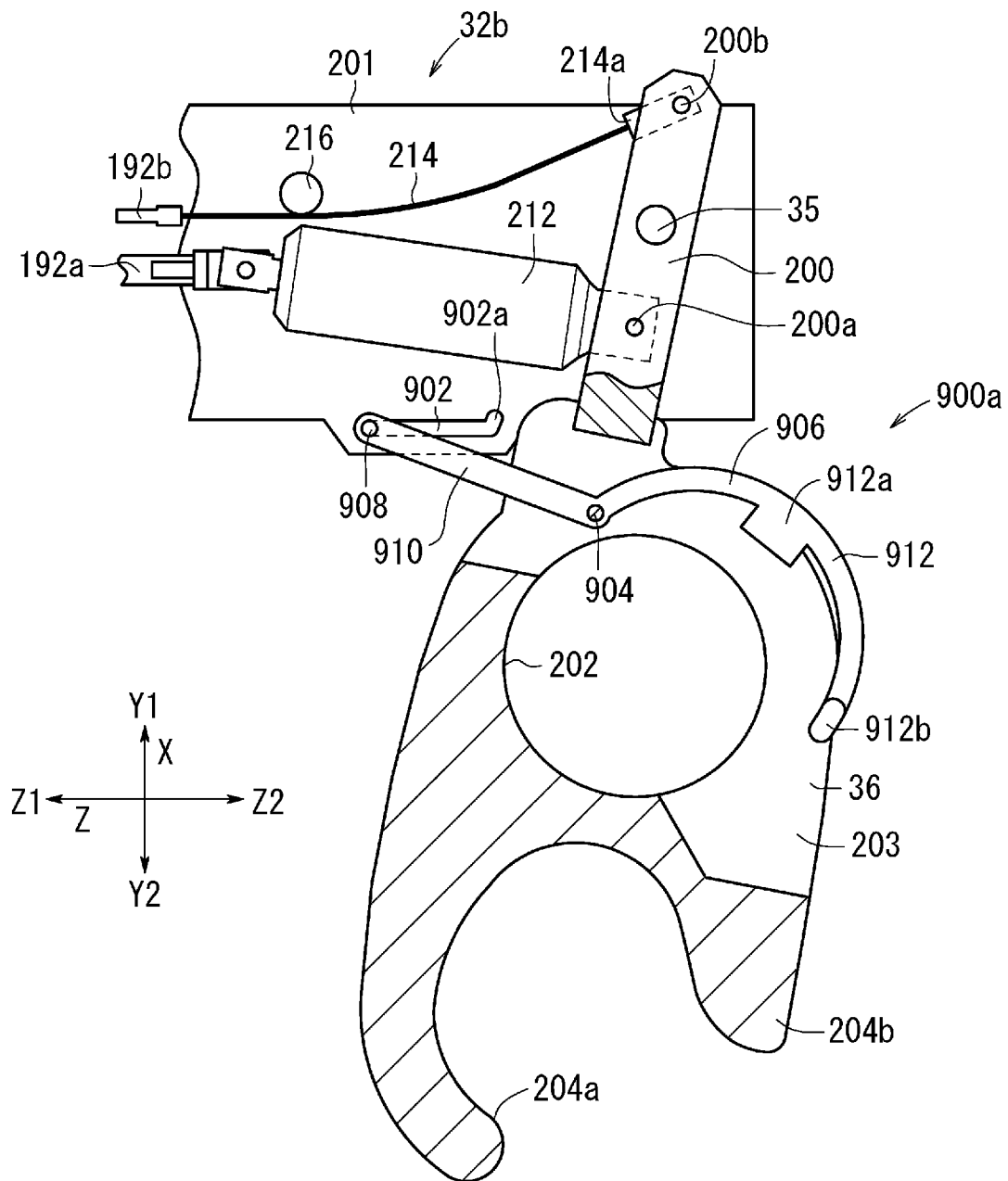
[図37]

FIG. 37



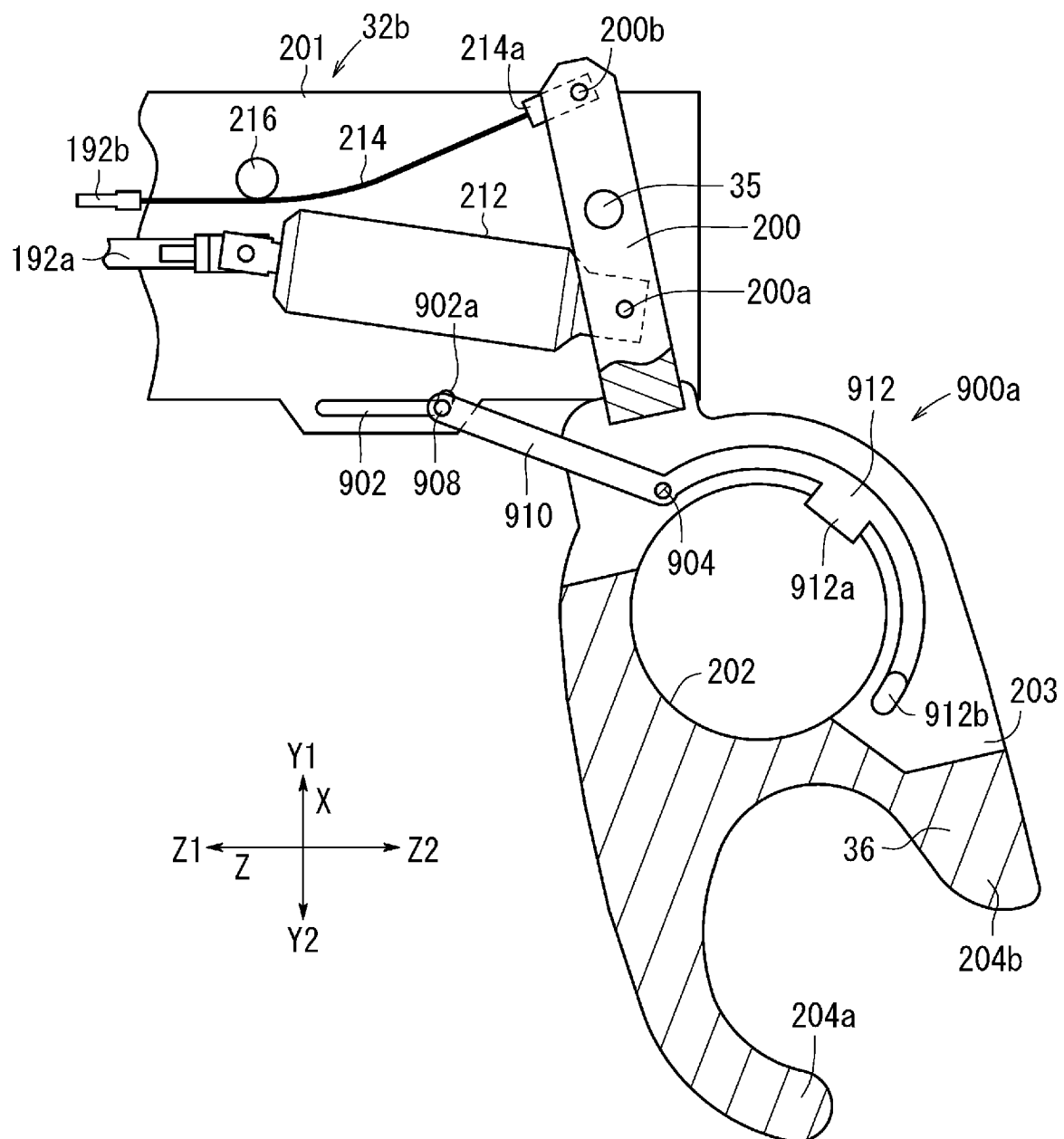
[図38]

FIG. 38



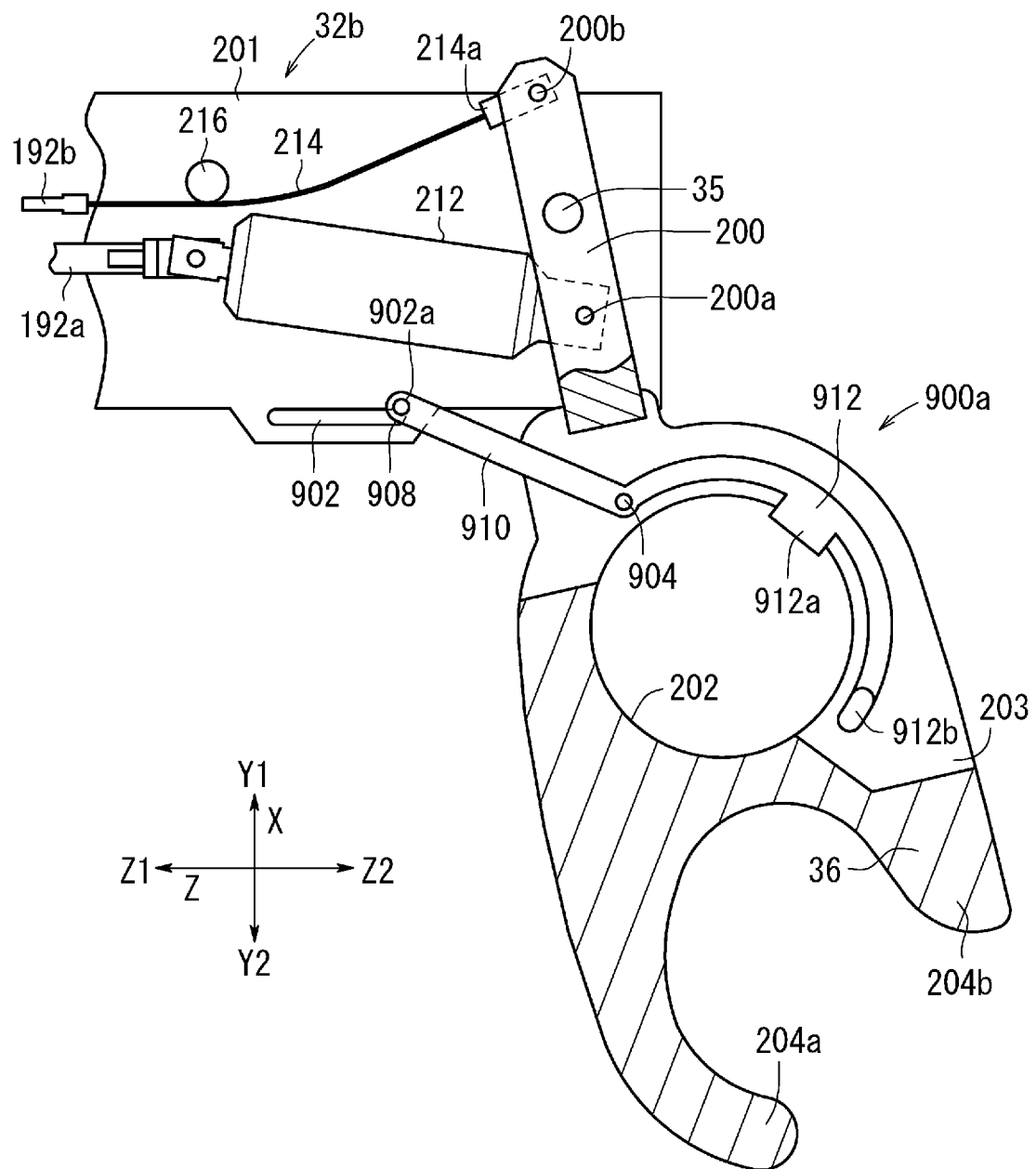
[図39]

FIG. 39



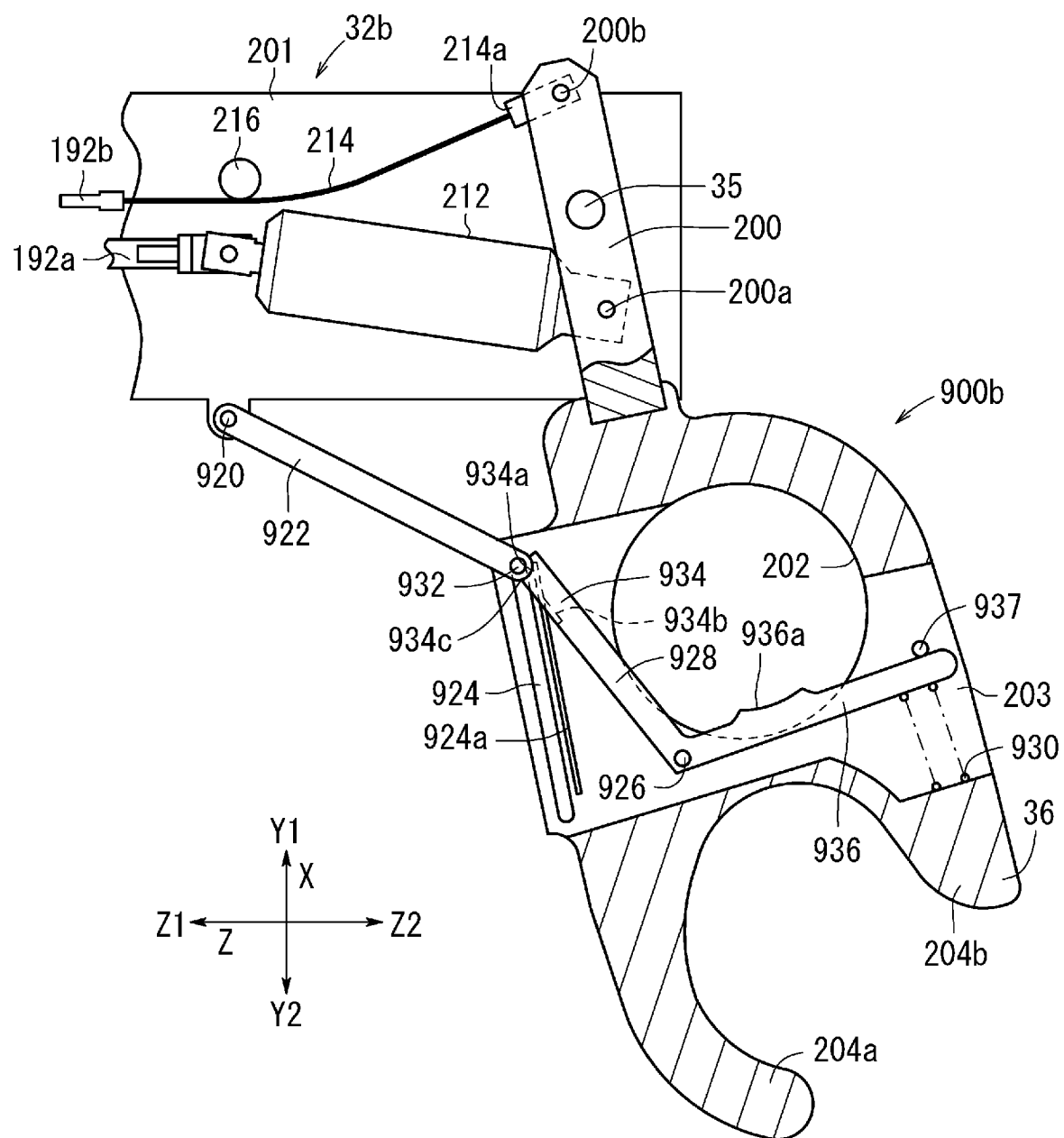
[図40]

FIG. 40



[図42]

FIG. 42



[図43]

FIG. 43B

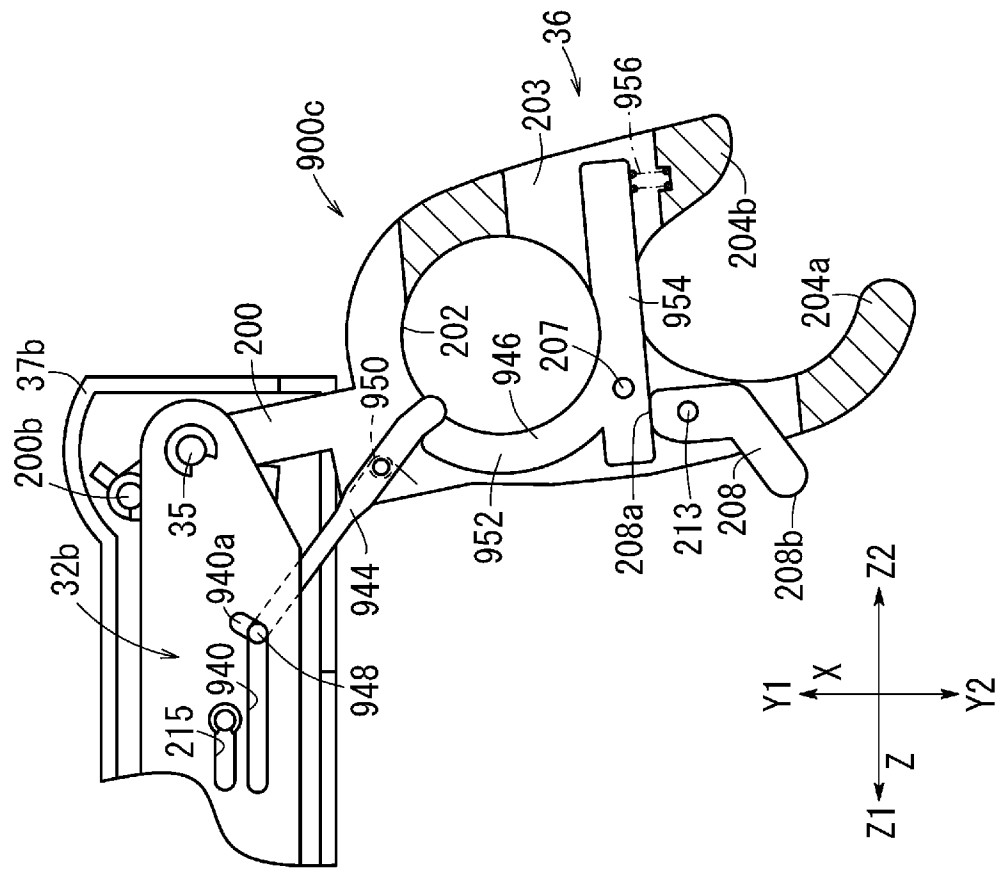
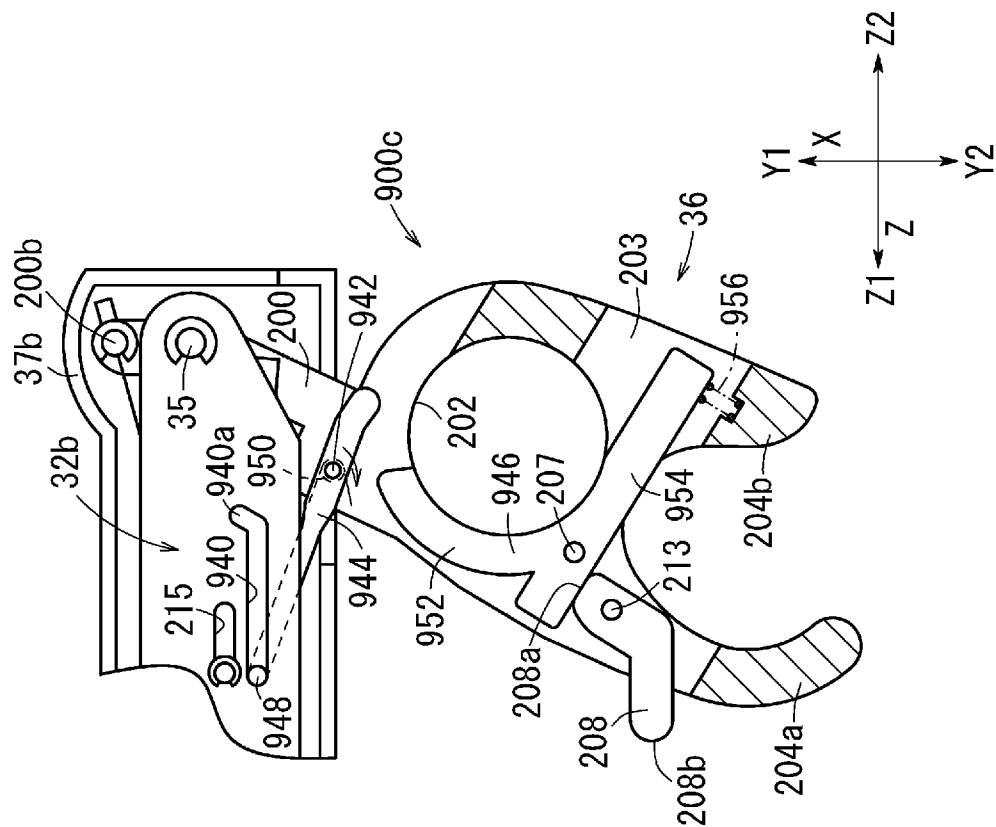
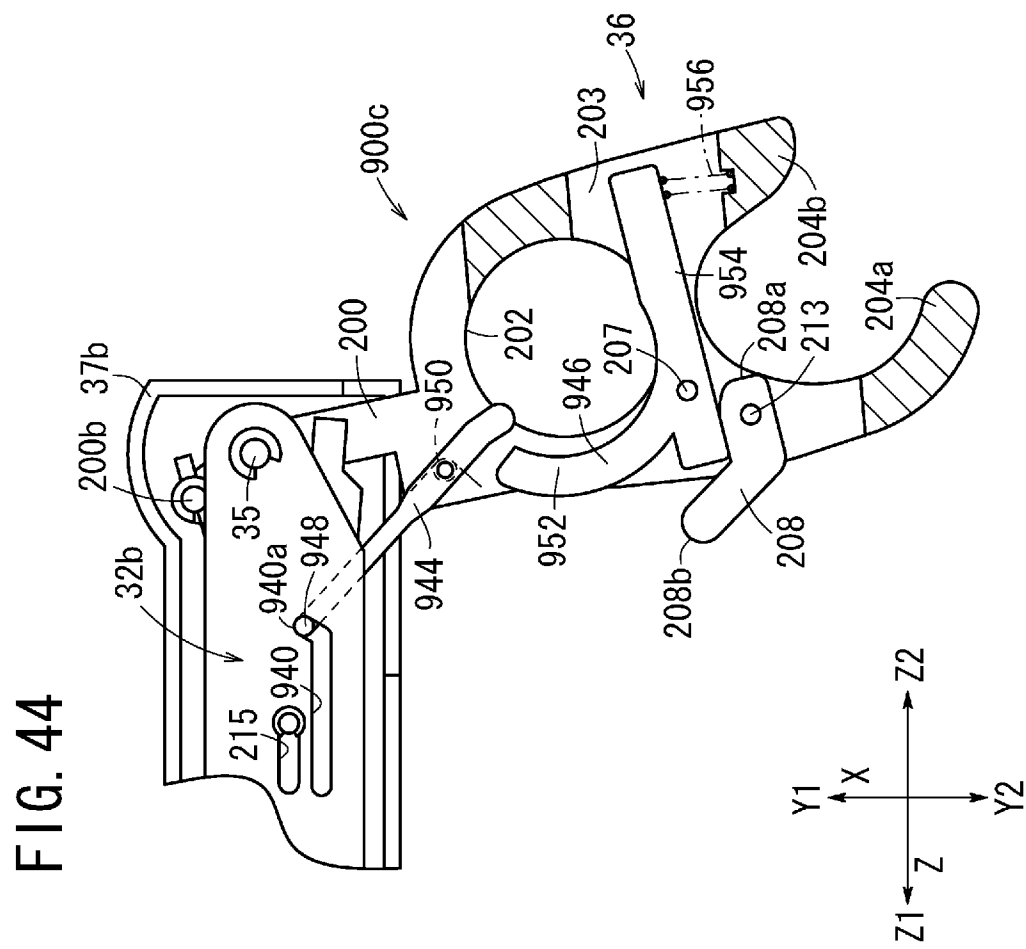


FIG. 43A



[図44]



[図45]

FIG. 45B

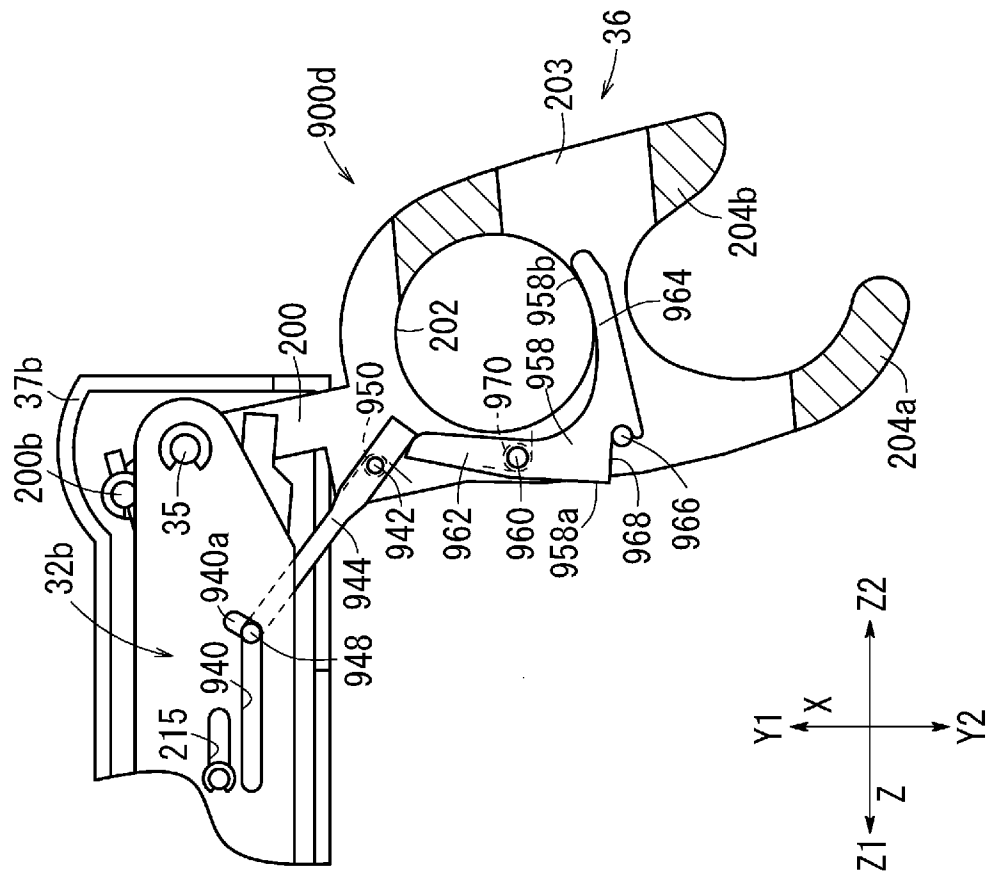


FIG. 45A

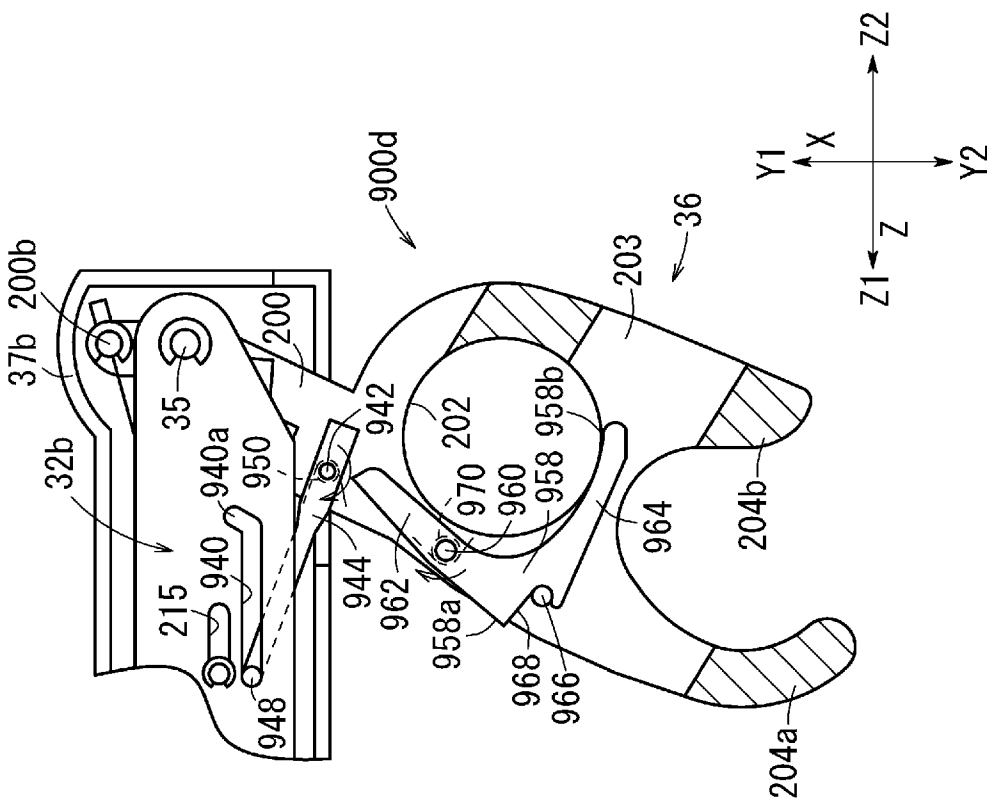
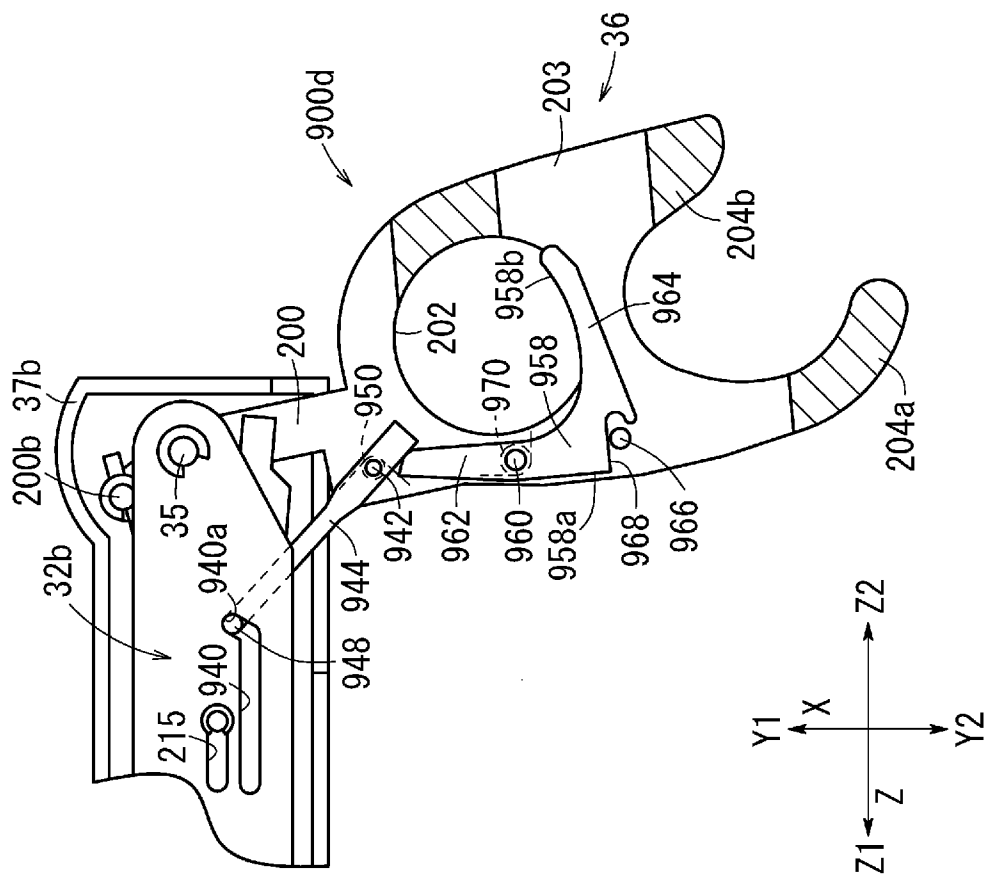


FIG. 46



[図47]

FIG. 47B

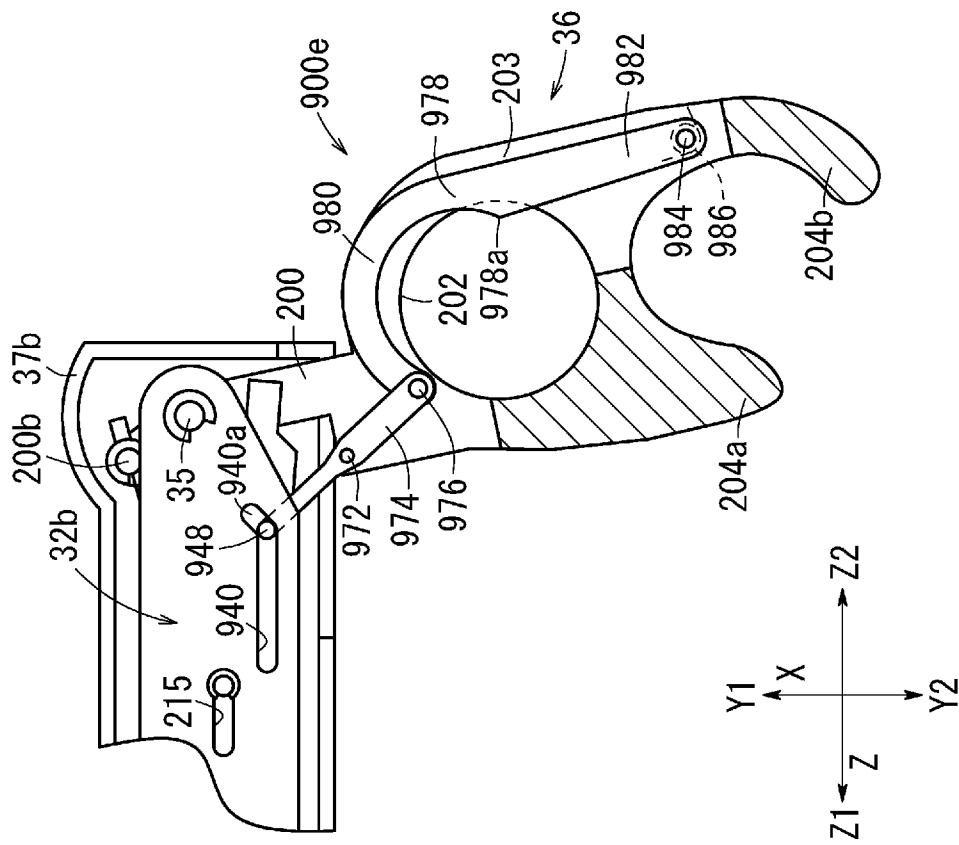
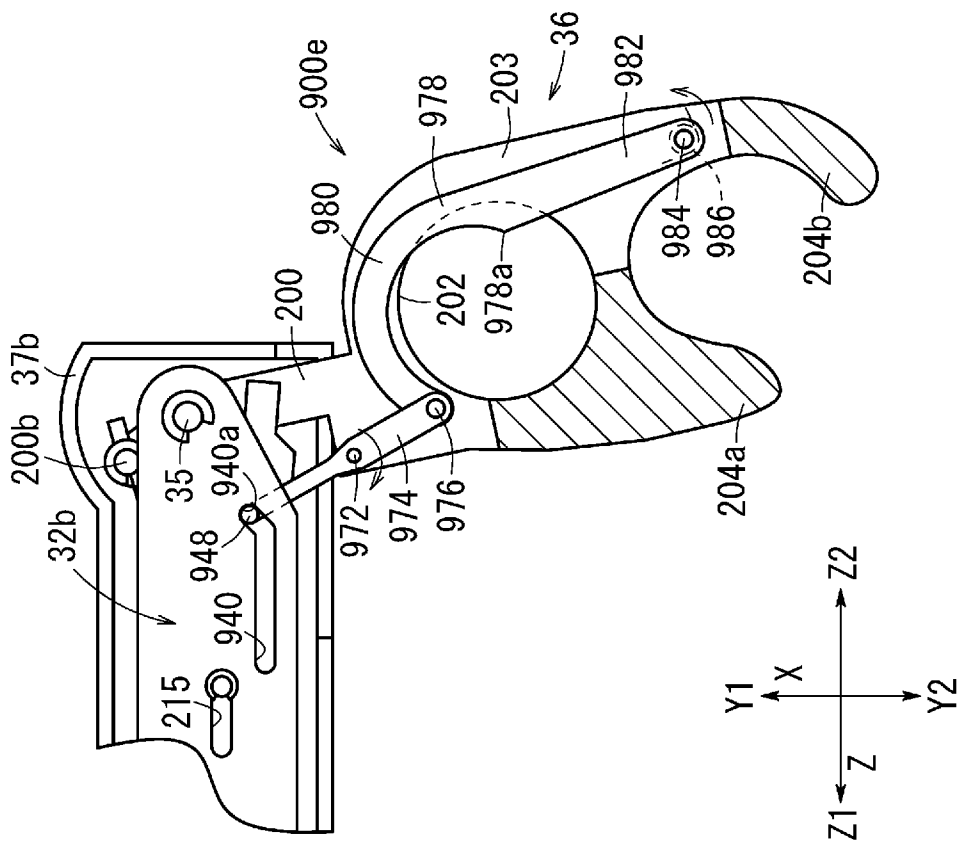


FIG. 47A



[図48]

FIG. 48B

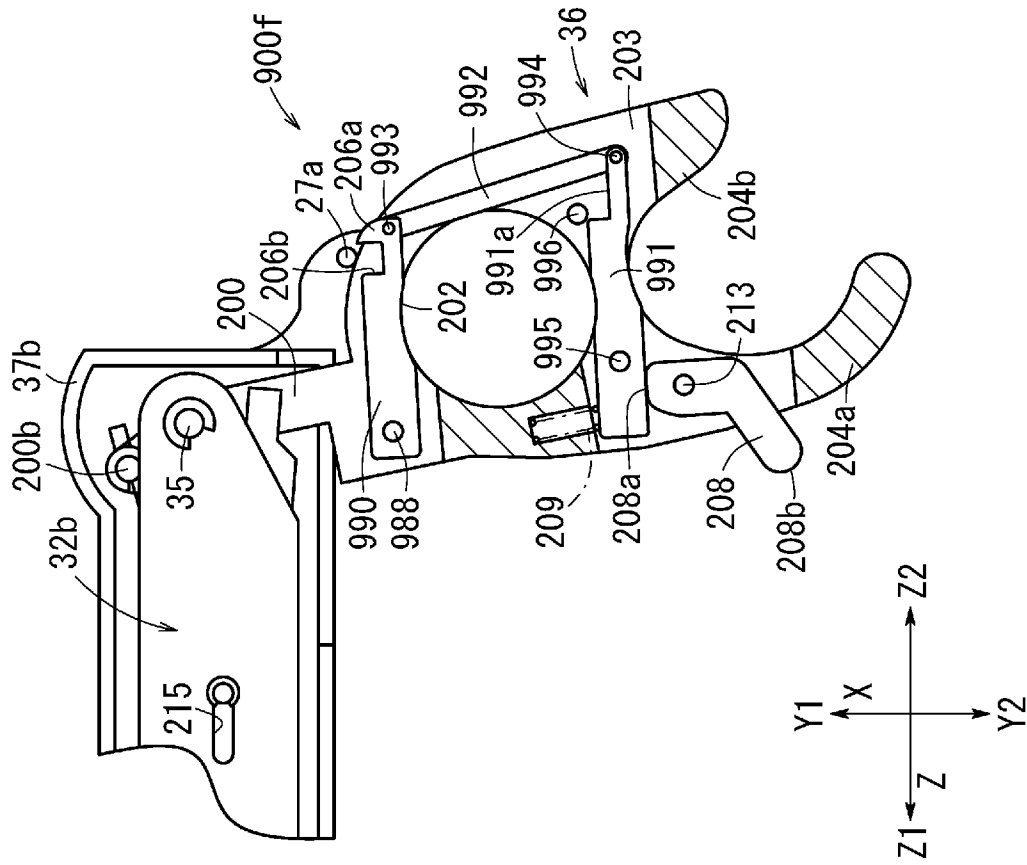
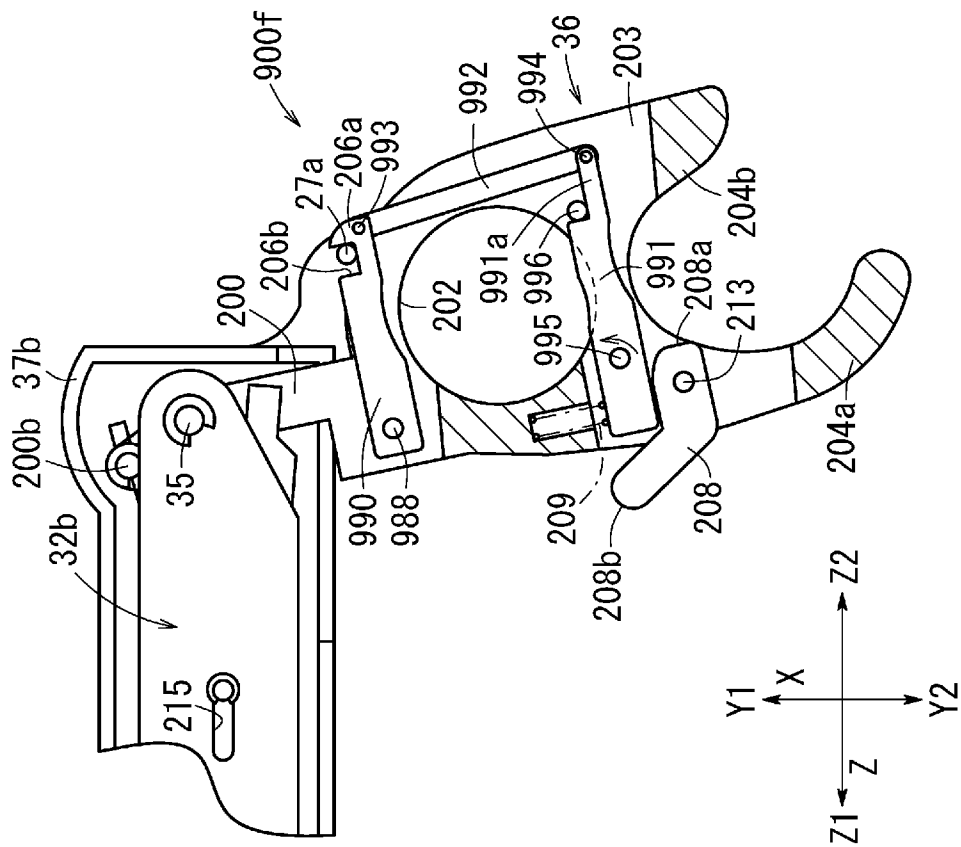
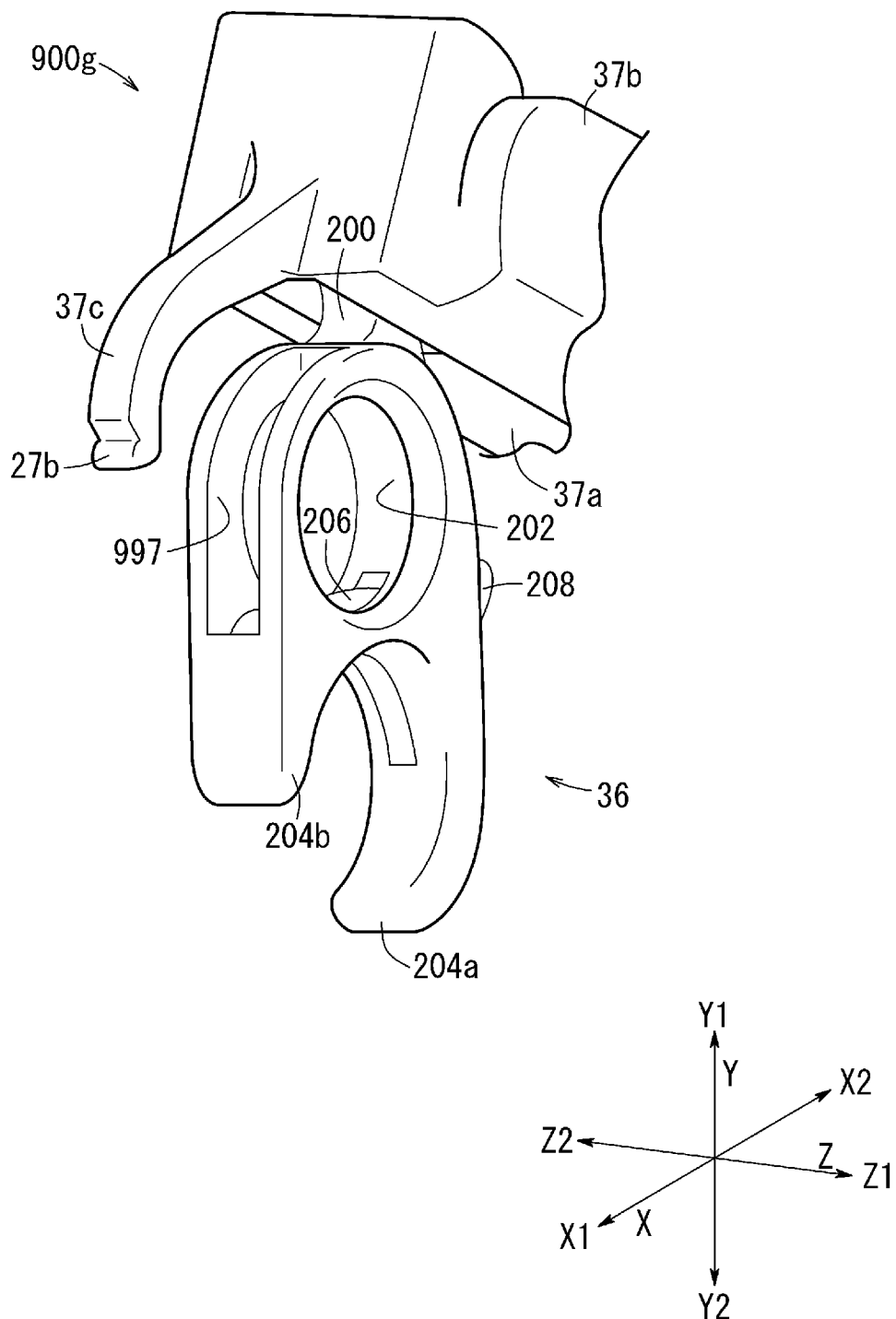


FIG. 48A

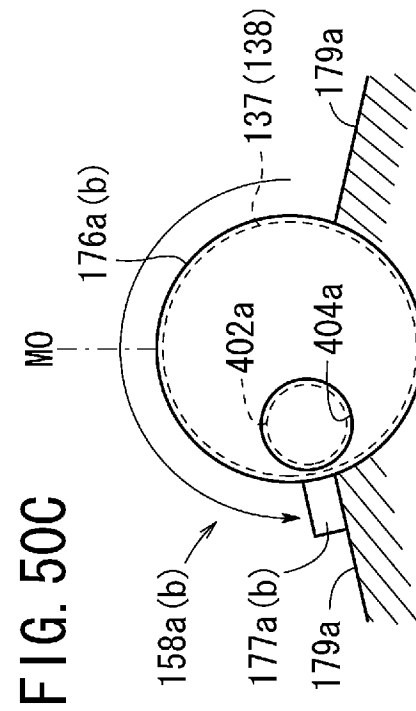
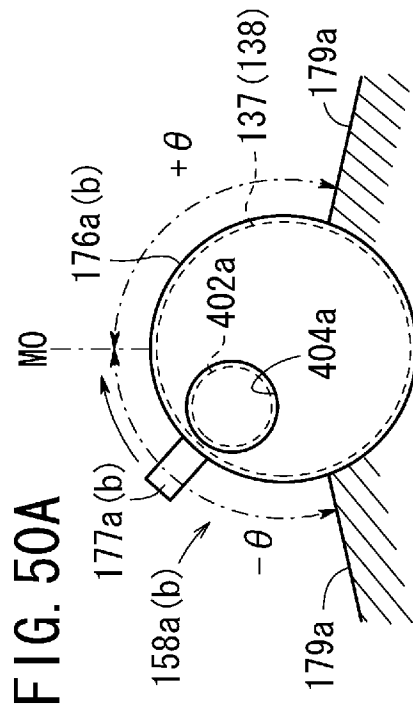
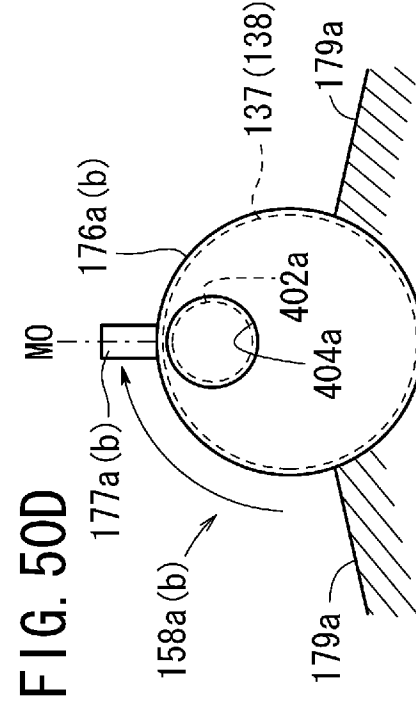
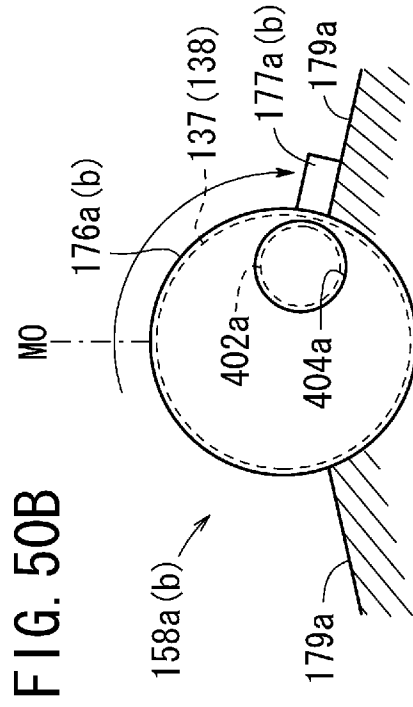


[図49]

FIG. 49

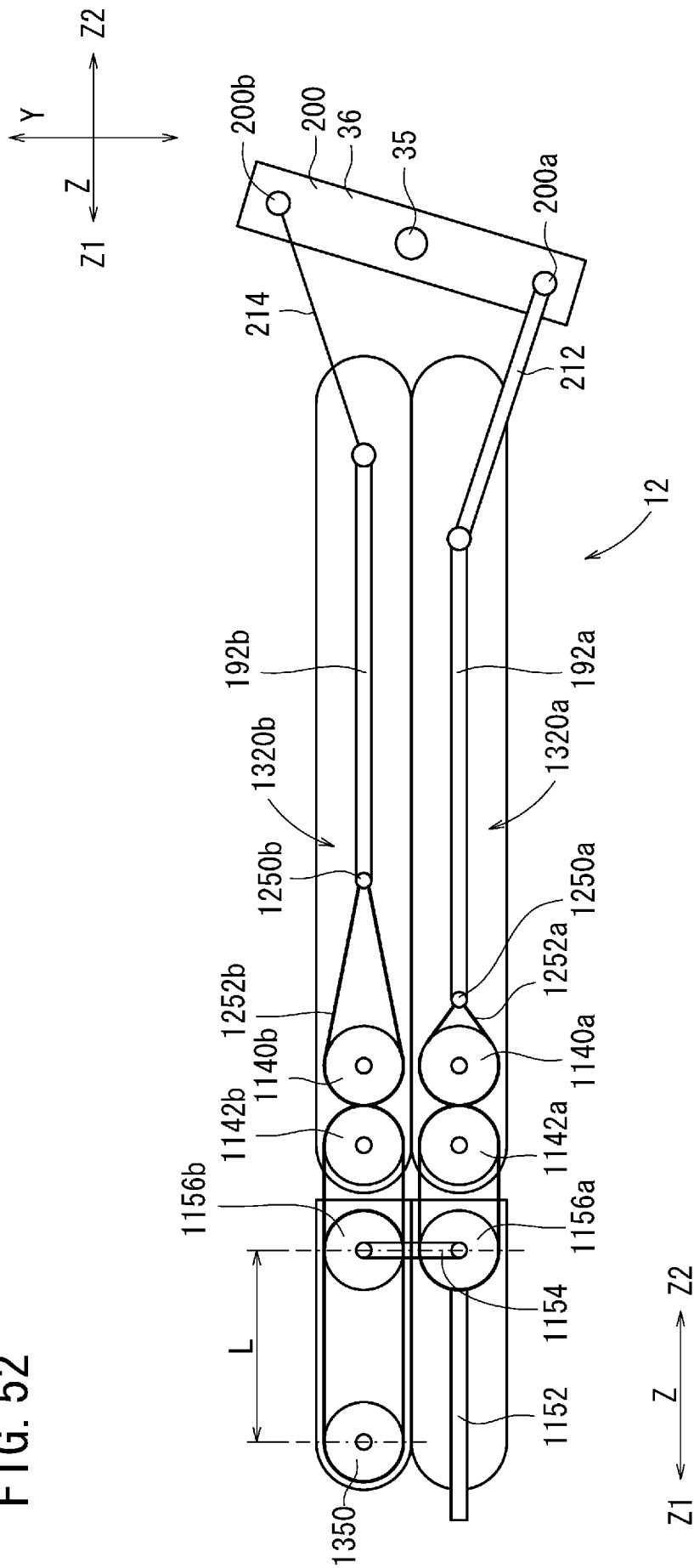


[図50]



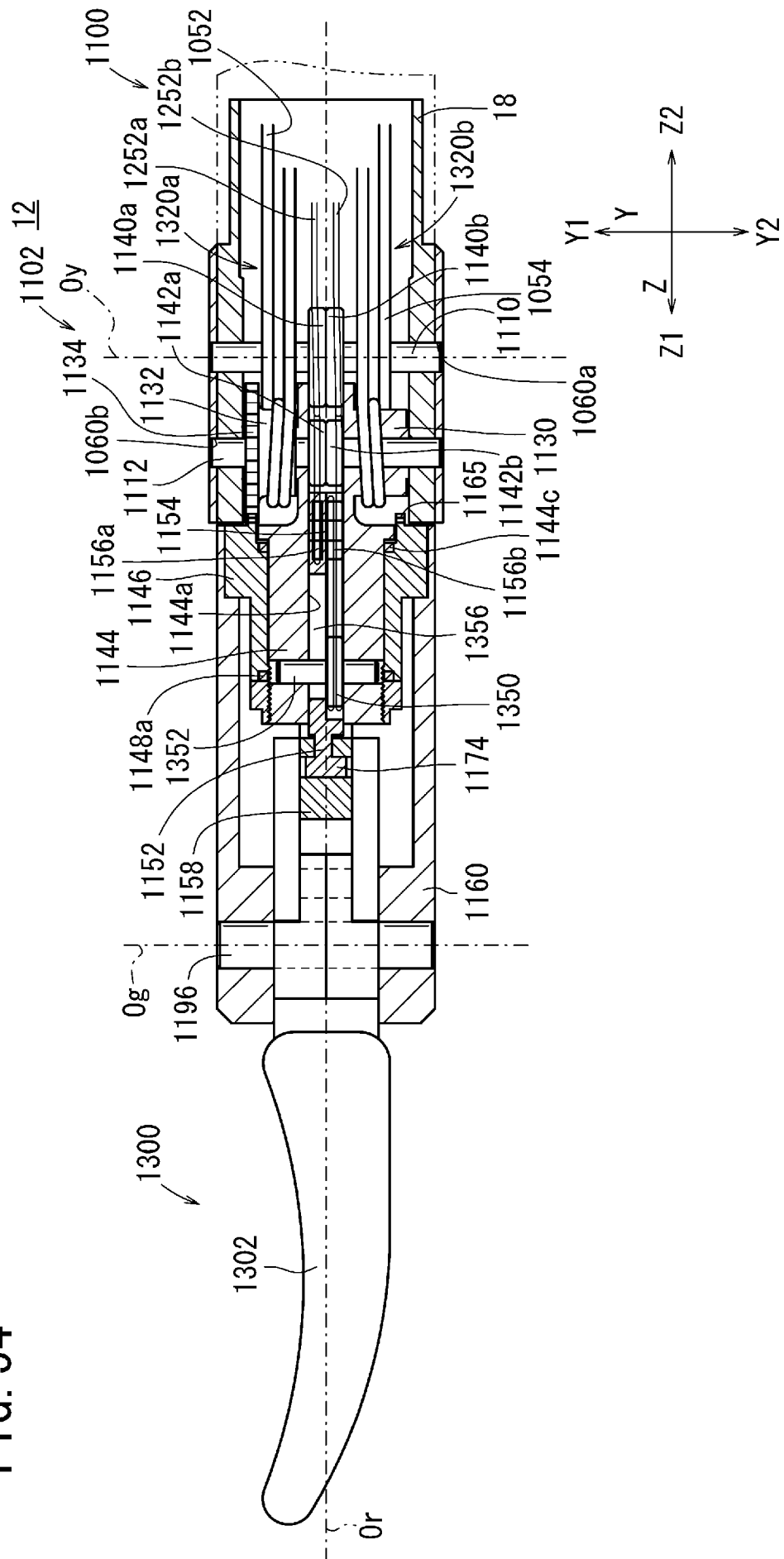
[図52]

FIG. 52

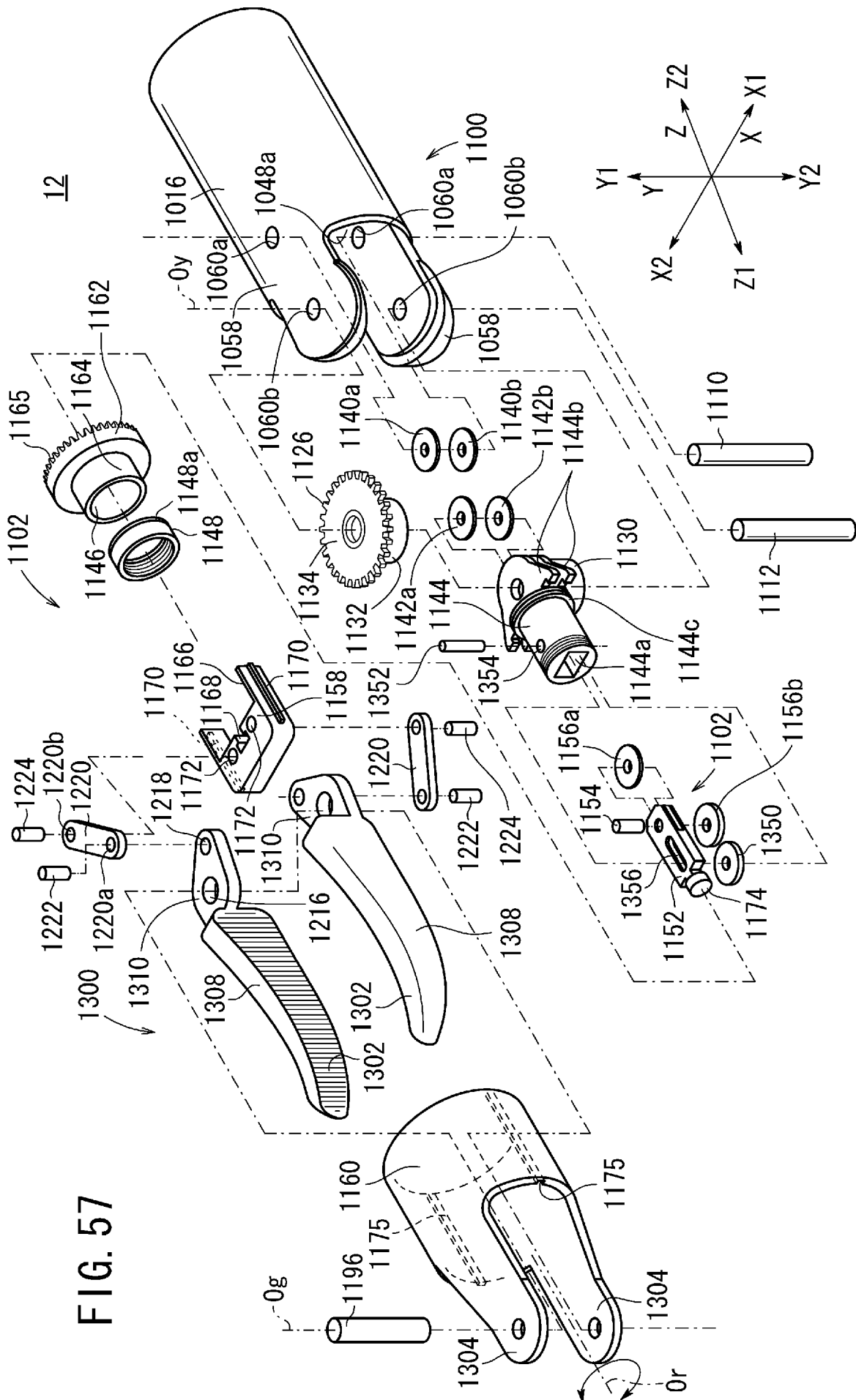


[図54]

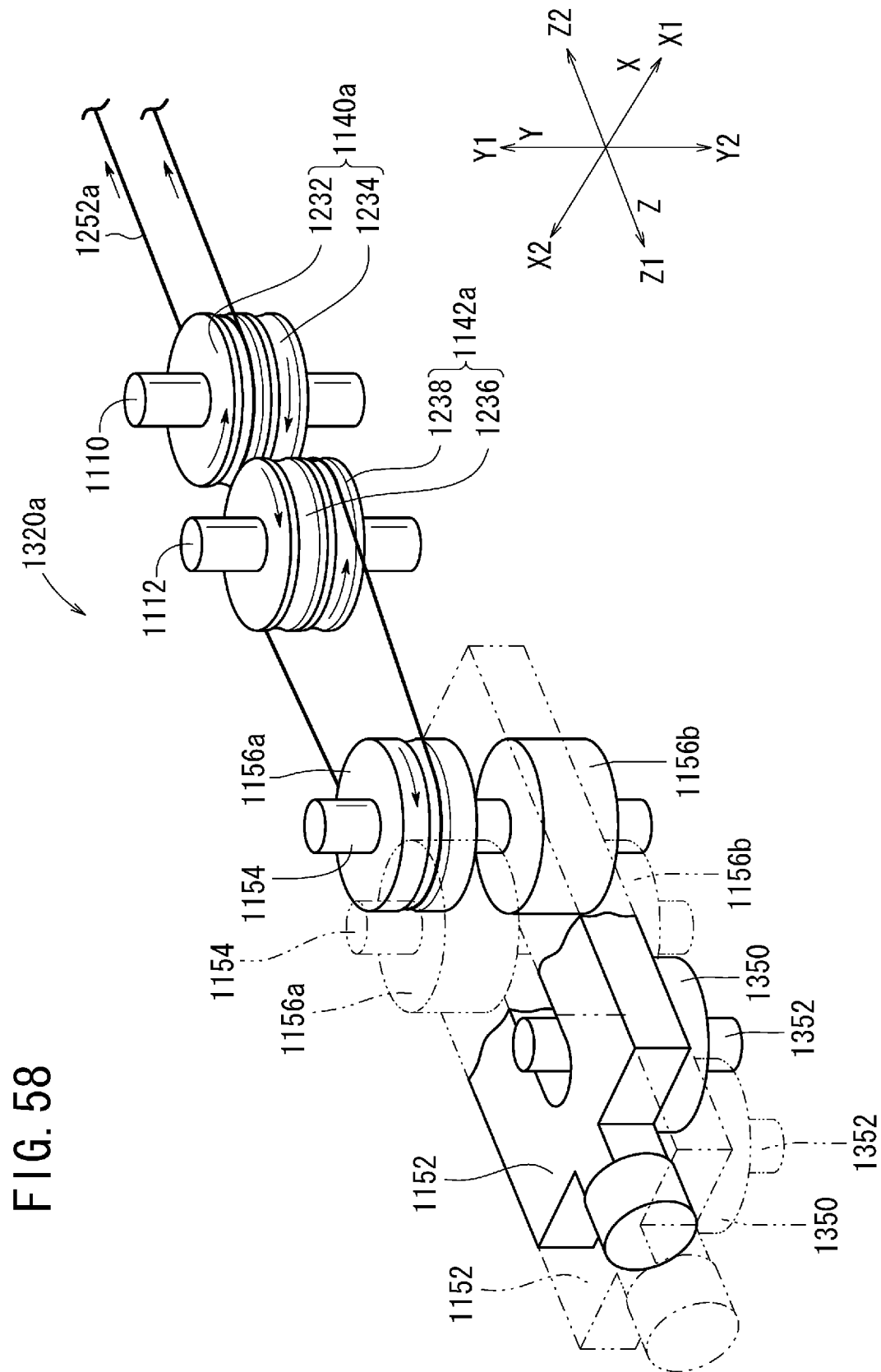
FIG. 54



[図57]



[図58]



[図59]

FIG. 59

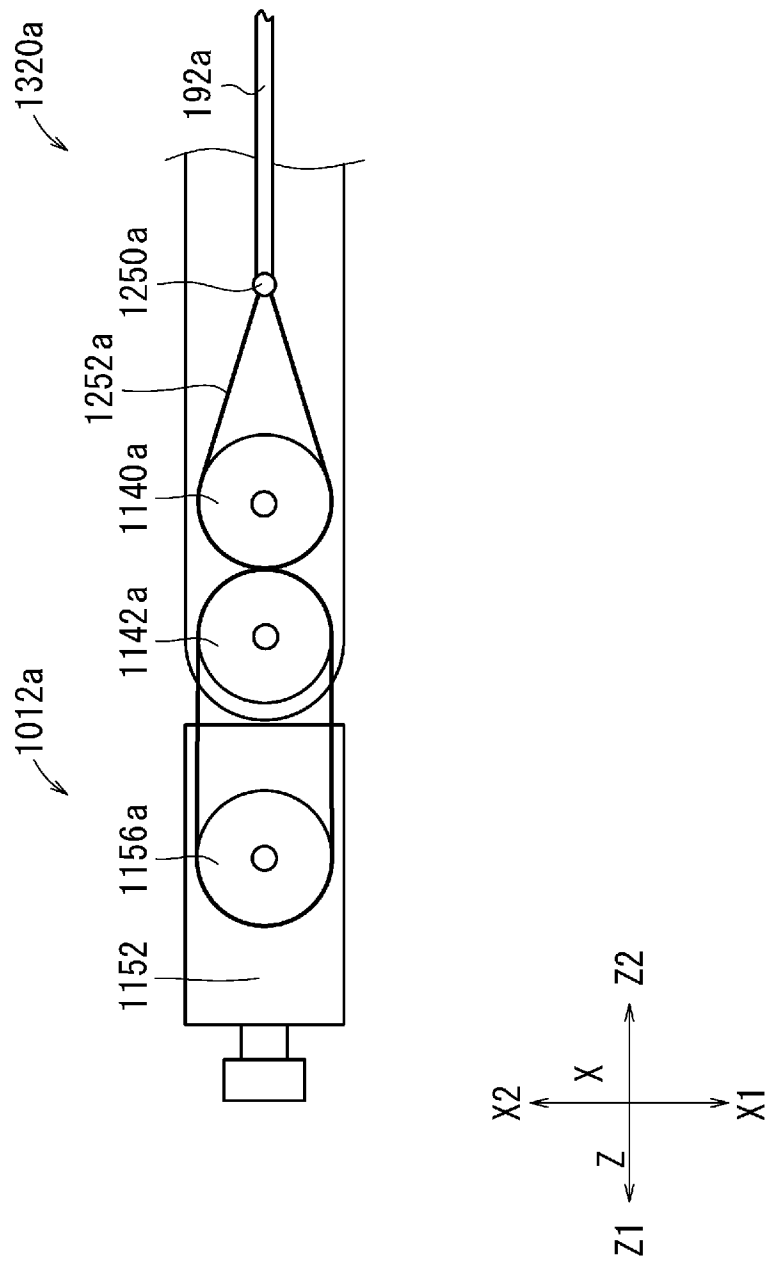
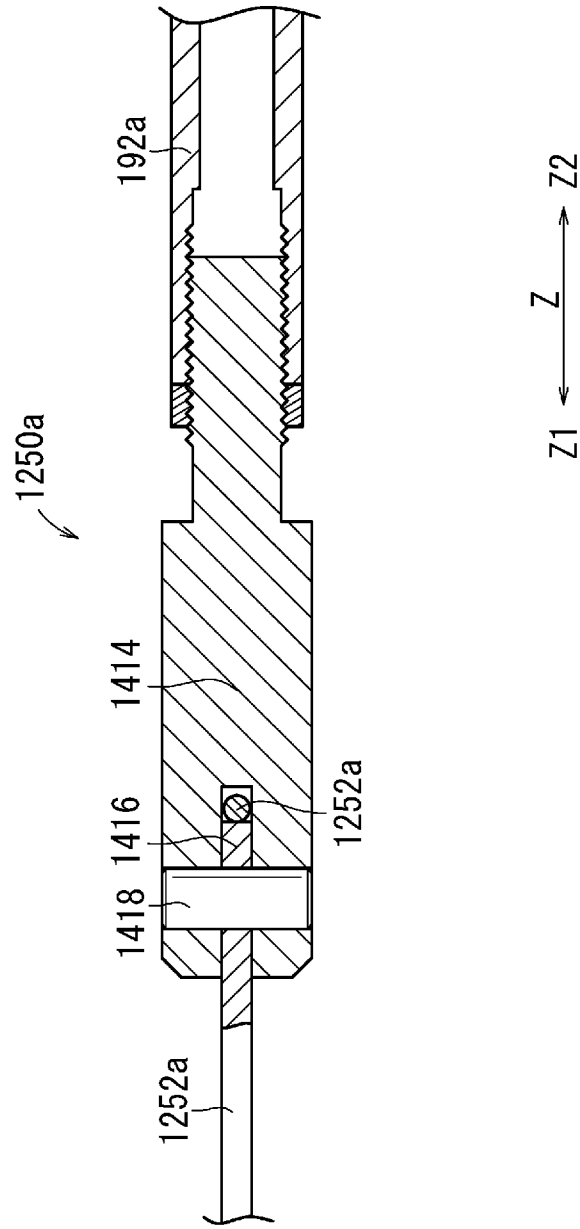
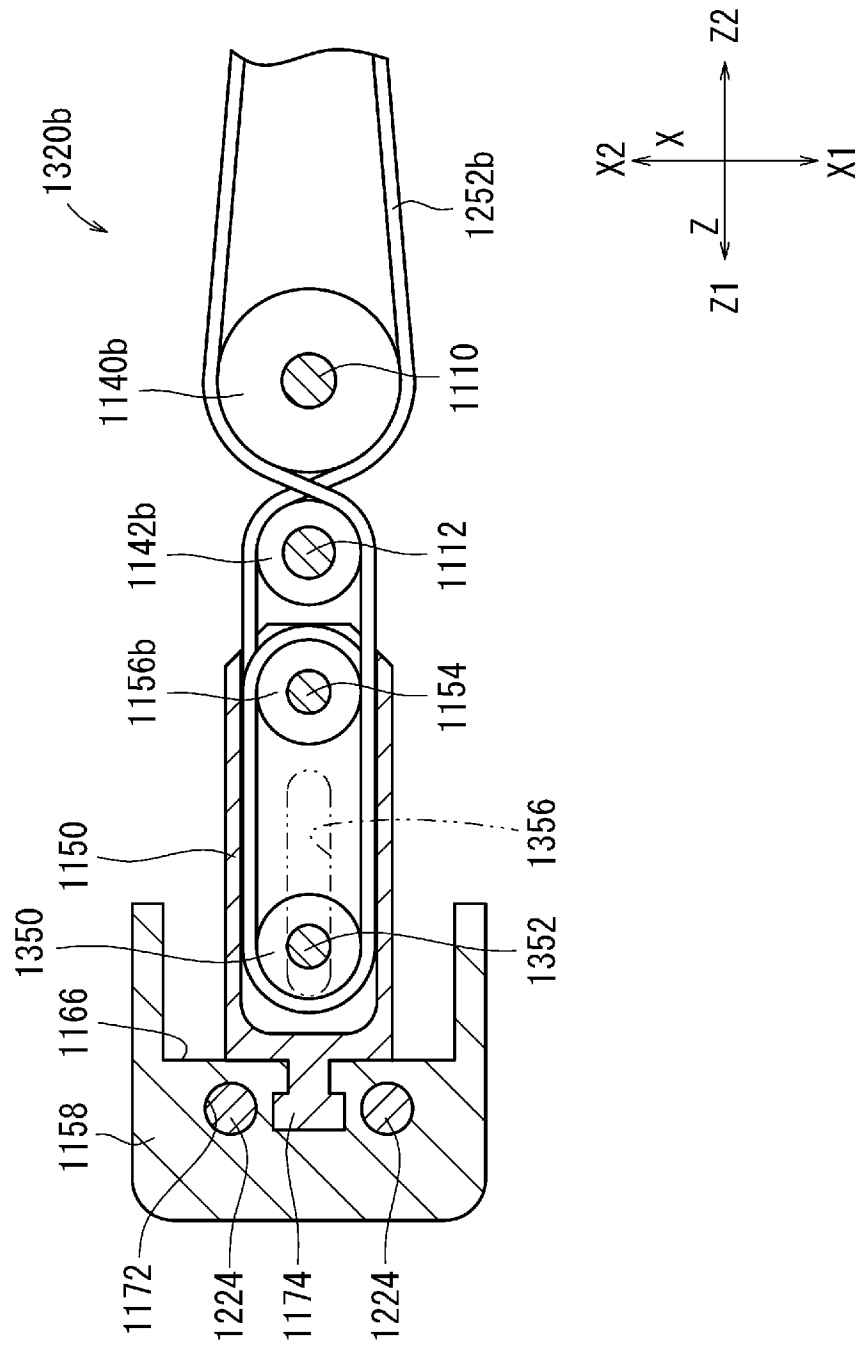


FIG. 61

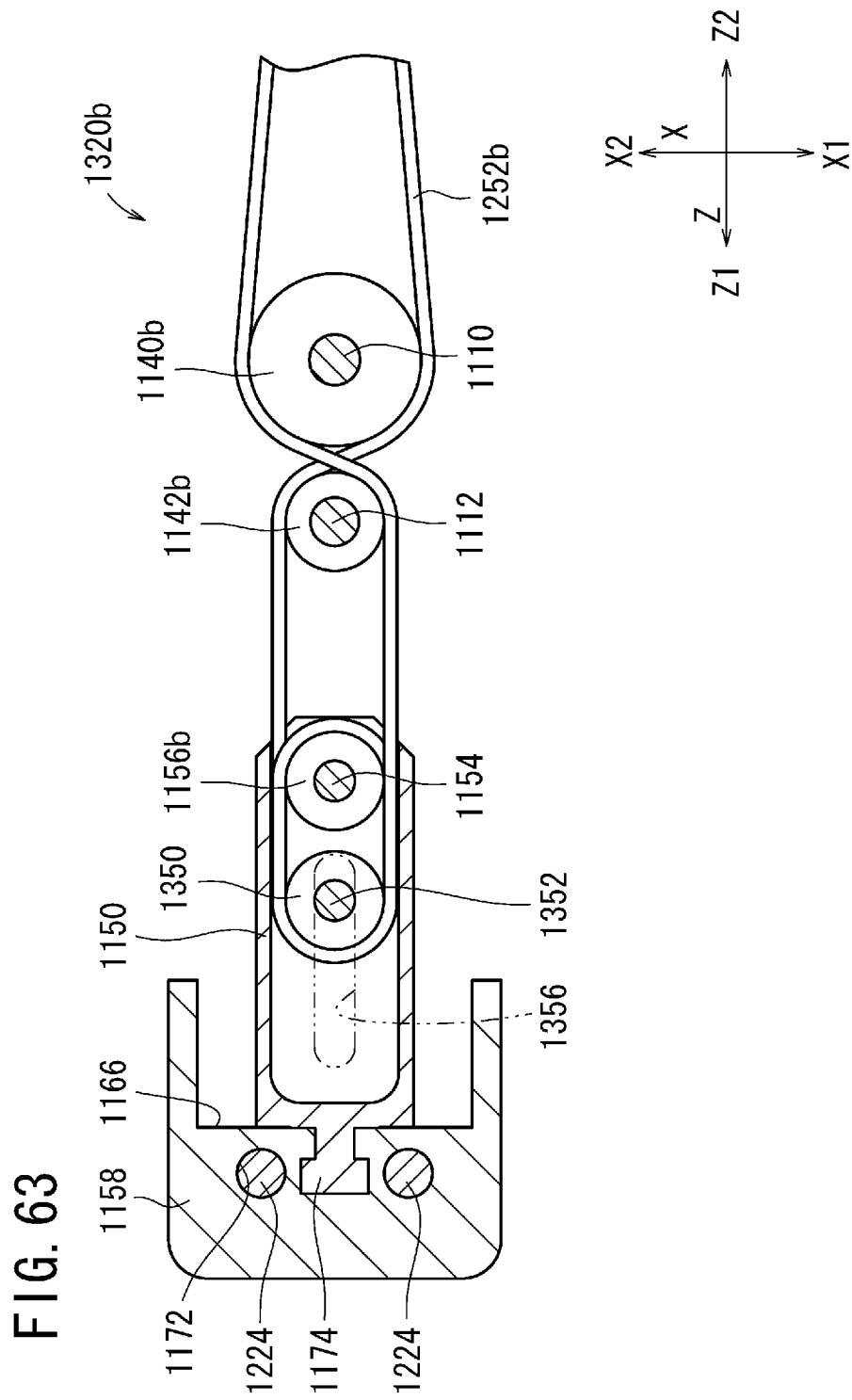


[図62]

FIG. 62

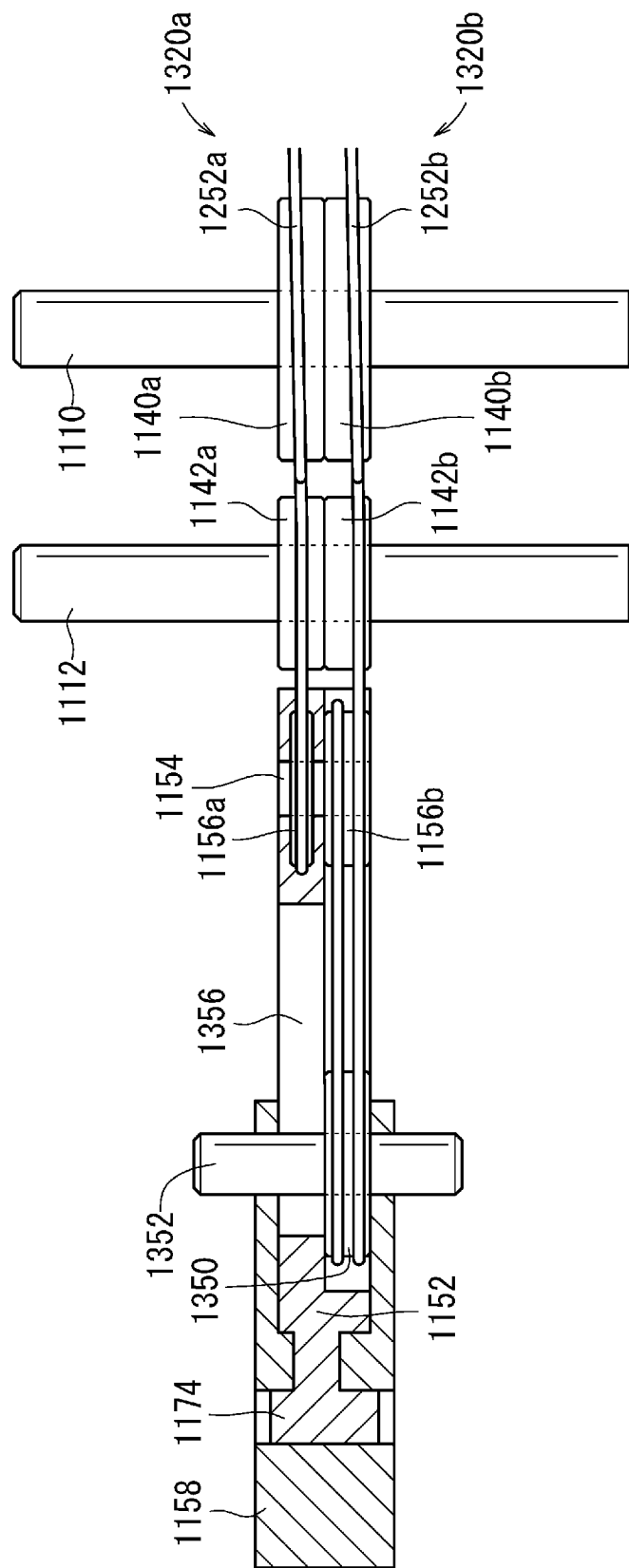


[図63]



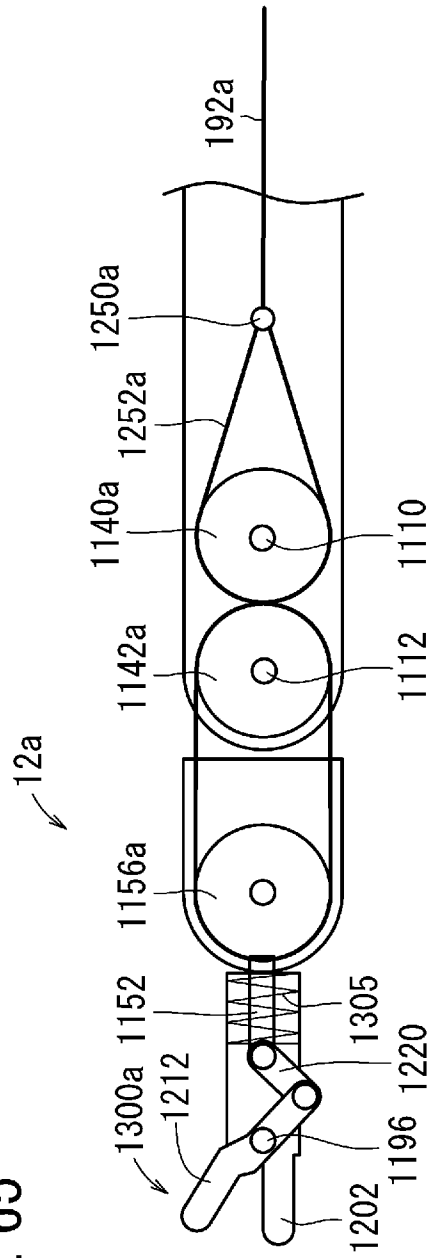
[図64]

FIG. 64



[図65]

FIG. 65



[図66]

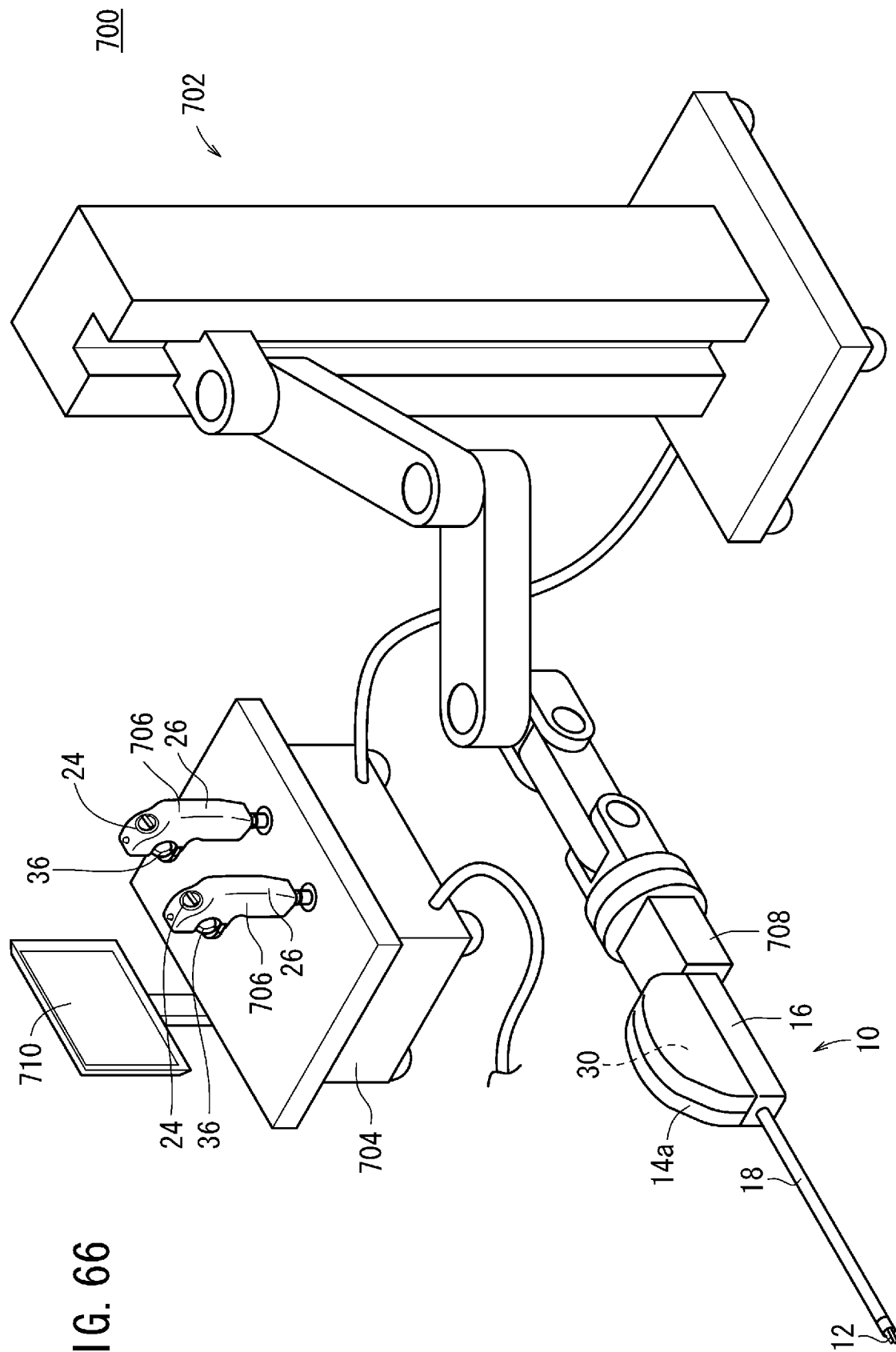


FIG. 66

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/057673

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B19/00 (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)

A61B19/00

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.
X Y	JP 2008-272457 A (Ethicon Endo-Surgery, Inc.), 13 November 2008 (13.11.2008), paragraphs [0048] to [0053]; fig. 15 to 23 & US 2009/0012556 A1 & EP 1974676 A1	1-8 9, 10
Y	JP 2008-104854 A (Terumo Corp.), 08 May 2008 (08.05.2008), paragraphs [0026] to [0089]; fig. 1 to 14 & US 2008/0103491 A1 & EP 1915966 A1	9, 10
A	JP 2009-45428 A (Terumo Corp.), 05 March 2009 (05.03.2009), entire text; all drawings & US 2009/0030428 A1 & EP 2022416 A2	1-10

☒ 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
10 June, 2010 (10.06.10)Date of mailing of the international search report
22 June, 2010 (22.06.10)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/057673

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-56164 A (Terumo Corp.) , 19 March 2009 (19.03.2009) , entire text; all drawings & US 2009/0062814 A1	1-10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. A61B19/00(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（I P C））

Int.Cl. A61B19/00

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 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
X Y	JP 2008-272457 A（エシコン・エンドーサージェリィ・インコーポレイテッド）2008.11.13, 段落【0048】 - 【0053】, 第15-23 図 & US 2009/0012556 A1 & EP 1974676 A1	1-8 9, 10
Y	JP 2008-104854 A（テルモ株式会社）2008.05.08, 段落【0026】 - 【0089】, 第1-14 図 & US 2008/0103491 A1 & EP 1915966 A1	9, 10
A	JP 2009-45428 A（テルモ株式会社）2009.03.05, 全文, 全図 & US 2009/0030428 A1 & EP 2022416 A2	1-10

☒ 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

1 0 . 0 6 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

2 2 . 0 6 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

佐藤 智弥

3 I

3 7 3 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 4 6

C (続き) . 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 2009-56164 A (テルモ株式会社) 2009.03.19, 全文, 全図 & US 2009/0062814 A1	1-10