

(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10月21日(21.10.2010)



PCT



(10) 国際公開番号

WO 2010/119798 A1

(51) 国際特許分類:
A61B 17/56 (2006.01) B23B 39/14 (2006.01)
A61B 17/16 (2006.01)

〒4380037 静岡県磐田市東貝塚1578番地
N T N 株式会社内 Shizuoka (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2010/056304

(74) 代理人: 杉本修司, 外(SUGIMOTO, Shuji et al.);
〒5500002 大阪府大阪市西区江戸堀1丁目10
番2号 肥後橋ニッタイビル Osaka (JP).

(22) 国際出願日: 2010年4月7日(07.04.2010)

(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, 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.

(25) 国際出願の言語: 日本語

(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

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2009-098715 2009年4月15日(15.04.2009) JP

(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): N T N 株式会社(NTN CORPORATION) [JP/JP]; 〒5500003 大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号 Osaka (JP).

(72) 発明者; および

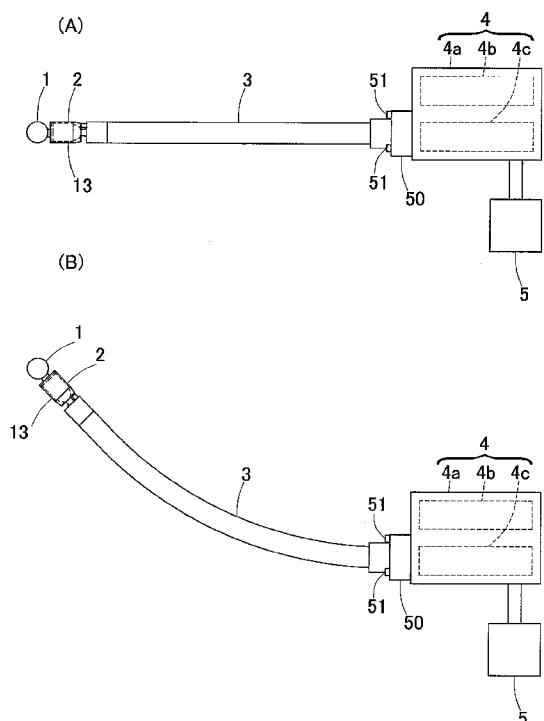
(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 磯部浩 (ISOBE, Hiroshi) [JP/JP]; 〒4380037 静岡県磐田市東貝塚1578番地 N T N 株式会社内 Shizuoka (JP). 尾崎孝美(OZAKI, Takayoshi) [JP/JP];

[続葉有]

(54) Title: REMOTELY OPERATED ACTUATOR

(54) 発明の名称: 遠隔操作型アクチュエータ

[図1]



(57) Abstract: A remotely operated actuator which can change by remote operation the attitude of a tool provided to the tip of an elongated pipe section, enables a spindle guide section as the pipe section to be replaced simply, and allows treatment required only for the spindle guide section to be simply performed. A remotely operated actuator is provided with: an elongated spindle guide section (3); a tip member provided to the tip of the spindle guide section in such a manner that the attitude of the tip member is changeable; and a drive section housing (4a) to which the base end of the spindle guide section (3) is joined. The tip member (2) rotatably supports a spindle (13) which holds a tool (1). The spindle guide section (3) has an outer shell pipe, a rotating shaft, and a guide pipe, and an attitude operation member for changing the attitude of the tip member (2) is inserted through the guide pipe. The spindle guide section (3) is removably joined to the drive section housing (4a) by means of a joining means (51).

(57) 要約:

[続葉有]



(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). 添付公開書類:
— 國際調査報告（条約第 21 条(3)）

細長いパイプ部としての先端に設けられた工具の姿勢を遠隔操作で変更することができ、かつパイプ部としてのスピンドルガイド部の交換やスピンドルガイド部のみに必要な処理が簡単に行える遠隔操作型アクチュエータを提供する。細長形状のスピンドルガイド部(3)と、その先端に姿勢変更自在に取付けられた先端部材と、スピンドルガイド部(3)の基端が結合された駆動部ハウジング(4a)とを備える。先端部材(2)は、工具(1)を保持するスピンドル(13)を回転自在に支持する。スピンドルガイド部(3)は、外郭パイプと回転軸とガイドパイプとを有し、ガイドパイプ内に、先端部材(2)を姿勢変更させる姿勢操作部材を挿通する。結合手段(51)により駆動部ハウジング(4a)に対しスピンドルガイド部(3)を着脱自在に結合する。

明 細 書

発明の名称：遠隔操作型アクチュエータ

関連出願

[0001] 本出願は、2009年4月15日出願の特願2009-098715の優先権を主張するものであり、その全体を参照により本願の一部をなすものとして引用する。

技術分野

[0002] この発明は、工具の姿勢を遠隔操作で変更可能で、医療用、機械加工等の用途で用いられる遠隔操作型アクチュエータに関する。

背景技術

[0003] 医療用として骨の加工に用いられたり、機械加工用としてドリル加工や切削加工に用いられたりする遠隔操作型アクチュエータがある。この遠隔操作型アクチュエータは、直線形状や湾曲形状をした細長いパイプ部の先端に設けた工具を遠隔操作で制御する。ただし、従来の遠隔操作用アクチュエータは、工具の回転のみを遠隔操作で制御するだけであったため、医療用の場合、複雑な形状の加工や外からは見えにくい箇所の加工が難しかった。また、ドリル加工では、直線だけではなく、湾曲状の加工が可能なことが求められる。さらに、切削加工では、溝内部の奥まった箇所の加工が可能なことが求められる。以下、医療用を例にとって、遠隔操作型アクチュエータの従来技術と課題について説明する。

[0004] 整形外科分野において、骨の老化等によって擦り減って使えなくなった関節を新しく人工のものに取り替える人工関節置換手術がある。この手術では、患者の生体骨を人工関節が挿入できるように加工する必要があるが、その加工には、術後の生体骨と人工関節との接着強度を高めるために、人工関節の形状に合わせて生体骨を精度良く加工することが要求される。

[0005] 例えば、股関節の人工関節置換手術では、大腿骨の骨の中心にある髓腔部に人工関節挿入用の穴を形成する。人工関節と骨との接触強度を保つには両

者の接触面積を大きくとる必要があり、人工関節挿入用の穴は、骨の奥まで伸びた細長い形状に加工される。このような骨の切削加工に用いられる医療用アクチュエータとして、細長いパイプ部の先端に工具を回転自在に設け、パイプ部の基端側に設けたモータ等の回転駆動源の駆動により、パイプ部の内部に配した回転軸を介して工具を回転させる構成のものがある（例えば特許文献1）。この種の医療用アクチュエータは、外部に露出した回転部分は先端の工具のみであるため、工具を骨の奥まで挿入することができる。

[0006] 人工関節置換手術では、皮膚切開や筋肉の切断を伴う。すなわち、人体に傷を付けなければならない。その傷を最小限に抑えるためには、前記パイプ部は真っ直ぐでなく、適度に湾曲している方が良い場合がある。このような状況に対応するためのものとして、次のような従来技術がある。例えば、特許文献2は、パイプ部の中間部を2重に湾曲させて、パイプ部の先端側の軸心位置と基端側の軸心位置とをずらせたものである。このようにパイプ部の軸心位置が先端側と軸心側とでずれているものは、他にも知られている。また、特許文献3は、パイプ部を180度回転させたものである。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2007-301149号公報

特許文献2：米国特許第4,466,429号明細書

特許文献3：米国特許第4,265,231号明細書

特許文献4：特開2001-17446号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 生体骨の人工関節挿入用穴に人工関節を嵌め込んだ状態で、生体骨と人工関節との間に広い隙間があると、術後の接着時間が長くなるため、前記隙間はなるべく狭いのが望ましい。また、生体骨と人工関節の接触面が平滑であることも重要であり、人工関節挿入用穴の加工には高い精度が要求される。

しかし、パイプ部がどのような形状であろうとも、工具の動作範囲はパイプ部の形状の制約を受けるため、皮膚切開や筋肉の切断ができるだけ小さくしながら、生体骨と人工関節との間の隙間を狭くかつ両者の接触面が平滑になるように人工関節挿入用穴を加工するのは難しい。

- [0009] 一般に、人工関節置換手術が行われる患者の骨は、老化等により強度が弱くなっていることが多い、骨そのものが変形している場合もある。したがって、通常考えられる以上に、人工関節挿入用穴の加工は難しい。
- [0010] そこで、本出願人は、人工関節挿入用穴の加工を比較的容易にかつ精度良く行えるようにすることを目的として、工具の姿勢を遠隔操作で変更可能とすることを試みた。工具の姿勢が変更可能であれば、パイプ部の形状に関係なく、工具を適正な姿勢に保持することができるからである。しかし、工具は細長いパイプ部の先端に設けられているため、工具の姿勢を変更させる機構を設ける上で制約が多く、それを克服するための工夫が必要である。なお、細長いパイプ部を有しない医療用アクチュエータでは、手で握る部分に対して工具が設けられた部分が姿勢変更可能なものがある（例えば特許文献4）が、遠隔操作で工具の姿勢を変更せるものは提案されていない。
- [0011] 例えば人工関節置換手術を行う場合、直線状のパイプ部や曲がり具合の異なる湾曲状のパイプ部を複数用意しておき、被切削物すなわち患者の骨の形状に合わせて、最適な形状のパイプ部を選択することが望まれる。このように複数のパイプ部を選択的に使用する場合、パイプ部と回転駆動源等を内蔵する駆動部とが一体構造であると、被切削物の形状に合わせて、パイプ部と共に駆動部も交換しなければならない。また、人工関節置換手術の手術器具として使用される医療用アクチュエータの場合、パイプ部は、患者の体内に挿入されるため、滅菌処理をする必要がある。パイプ部と回転駆動源等を内蔵する駆動部とが一体構造であると、滅菌処理の際に本体部の電子部品が故障しないように、本体部を高度な密封構造にしなければならず、構造が複雑になる。これらの理由から、パイプ部と駆動部とが簡単に分離および結合できるのが望ましい。

[0012] この発明は、細長いパイプ部の先端に設けられた工具の姿勢を遠隔操作で変更することができ、かつパイプ部としてのスピンドルガイド部の交換やスピンドルガイド部のみに必要な処理が簡単に見える遠隔操作型アクチュエータを提供することを課題としている。

課題を解決するための手段

[0013] この発明にかかる遠隔操作型アクチュエータは、細長形状のスピンドルガイド部と、このスピンドルガイド部の先端に先端部材連結部を介して姿勢変更自在に取付けられた先端部材と、前記スピンドルガイド部の基端に結合された駆動部ハウジングとを備え、前記先端部材は、工具を保持するスピンドルを回転自在に支持し、前記スピンドルガイド部は、前記駆動部ハウジング内に設けられた工具回転用駆動源の回転を前記スピンドルに伝達する回転軸と、両端に貫通したガイド孔とを内部に有し、先端が前記先端部材に接して進退動作することにより前記先端部材を姿勢変更させる姿勢操作部材を前記ガイド孔内に進退自在に挿通し、前記姿勢操作部材を進退させる姿勢変更用駆動源を前記駆動部ハウジング内に設け、結合手段により前記駆動部ハウジングに対し前記スピンドルガイド部を着脱自在に結合している。

[0014] この構成によれば、先端部材に設けた工具の回転により、骨等の切削が行われる。その場合に、姿勢変更用駆動源により姿勢操作部材を進退させると、この姿勢操作部材の先端が先端部材に対し作用することにより、スピンドルガイド部の先端に先端部材連結部を介して姿勢変更自在に取付けられた先端部材が姿勢変更する。姿勢変更用駆動源は、スピンドルガイド部の基端側の駆動部ハウジング内に設けられており、上記先端部材の姿勢変更は遠隔操作で行われる。姿勢操作部材はガイド孔に挿通されているため、姿勢操作部材が長手方向と交差する方向に位置ずれすることなく、常に先端部材に対し適正に作用することができ、先端部材の姿勢変更動作が正確に行われる。

[0015] 結合手段により駆動部ハウジングに対しスピンドルガイド部が着脱自在に結合されているため、1つの駆動部ハウジングに対して、被切削物の形状に合わせた様々な形状のスピンドルガイド部を選択的に取付けることができる

。また、駆動部ハウジングからスピンドルガイド部を簡単に外すことができるため、例えば人工関節置換手術のような手術器具として使用する場合、患者の体内に接触するスピンドルガイド部のみを滅菌処理することが可能である。患者の体内に接触しない駆動部ハウジングについては、手術時にカバー等を覆うことで対応できる。これらのことから、遠隔操作型アクチュエータの装置全体の部品点数の削減とコスト低減ができる。

[0016] この発明において、前記回転軸は、前記スピンドルガイド部内のガイド部内部分と、前記駆動部ハウジング内のハウジング内部分とでなり、これらガイド部内部分とハウジング内部分とを、カップリングにより、軸心方向に分離可能かつ軸心回りに回転伝達可能に連結するのが良い。

回転軸のガイド部内部分とハウジング内部分とをカップリングで連結すれば、スピンドルガイド部と駆動部ハウジングとが互いに着脱できる構造にしても、駆動部ハウジング内に設けられている工具回転用駆動源の回転をスピンドルガイド部に確実に伝達できる。

[0017] この発明において、前記スピンドルガイド部の前記駆動部ハウジング側端に、駆動部ハウジングに対し着脱自在なフランジ部を設けるのが良い。その場合、前記結合手段は、前記フランジ部を前記駆動部ハウジングに結合する複数本のボルトとすることができる。

[0018] あるいは、前記駆動部ハウジングの前記スピンドルガイド部との対向面に環状突部が設けられ、この環状突部の内周に前記フランジ部が嵌合するものとし、前記結合手段を、底部に前記スピンドルガイド部が挿通される開口を有し、その開口の周囲の底面が前記フランジ部の前記駆動部ハウジングと反対側の側面に当接し、前記環状突部の外周に形成されたねじ部に螺合して、前記フランジ部を前記駆動部ハウジングに結合するナット部材としてもよい。

スピンドルガイド部にフランジ部を設ければ、スピンドルガイド部と駆動部ハウジングの着脱が容易になり、着脱操作性が向上する。特に、ボルトやナット部材を用いてフランジ部を駆動部ハウジングに結合させれば、着脱操

作性が良好であり、しかも簡単で安価な構造を実現できる。

[0019] この発明において、前記スピンドルガイド部と前記駆動部ハウジングの結合部に、スピンドルガイド部と駆動部ハウジングの前記回転軸の軸心回りの位相を合わせる位相合わせ手段を設けるのが望ましい。

位相合わせ手段を設けることにより、駆動部ハウジングに対する姿勢操作部材の回転軸の軸心回りの位相を容易に合わせることができ、姿勢操作部材のスムーズな進退動作を実現できる。また、例えば結合手段にねじ機構が用いられていて、スピンドルガイド部と駆動部ハウジングとを互いに回転軸の軸心回りに回転させながら結合させる場合、スピンドルガイド部と駆動部ハウジングの位相合わせが容易にでき、着脱操作性が向上する。

[0020] この発明において、前記スピンドルガイド部と前記駆動部ハウジングの間に空間を設け、その空間に高圧空気を注入することにより前記スピンドルガイド部および前記駆動部ハウジング内の空間よりも高圧である高圧領域を生成するのが良い。

スピンドルガイド部と駆動部ハウジングの間に高圧領域を生成することにより、スピンドルガイド部で使用する冷却液や潤滑剤が駆動部ハウジング内に侵入することを防止できる。スピンドルガイド部の基端を駆動部ハウジングに結合したときに生じる空間を高圧領域とすれば、別に高圧領域用の空間を設けなくて済み、構造を簡単にできる。

[0021] 前記スピンドルガイド部内の前記回転軸を回転自在に支持する軸受を設ける場合、前記スピンドルガイド部内を通過する冷却液により前記軸受を冷却する冷却手段を設けるのが良い。

工具を回転させるスピンドル、回転軸等の回転する部材は、回転摩擦により発熱する。それに伴い、軸受が加熱される。冷却手段を設ければ、軸受や上記発熱箇所を冷却液により冷却することができる。スピンドルガイド部内に冷却液を通過させれば、冷却液供給用の管を別に設ける必要がなく、スピンドルガイド部を簡素化および小径化できる。

さらに、前記冷却液により軸受を潤滑する効果も得られる。冷却液を軸受

の潤滑に兼用されれば、軸受に一般的に使用されているグリス等を使用しなくてよく、しかも別に潤滑装置を設けなくて済む。

[0022] 前記スピンドルガイド部内を通過する冷却液、または外部から供給される冷却液により前記工具を冷却する冷却手段を設けてもよい。

加工時には、工具および被加工物が発熱する。冷却手段を設ければ、工具および被加工物を冷却液により冷却することができる。

[0023] 前記冷却液は、水もしくは生理食塩水であるのが望ましい。

冷却液が水もしくは生理食塩水であれば、先端部材を生体内に挿入して加工を行う場合に冷却液が生体に悪影響を与えない。

[0024] この発明において、前記スピンドルガイド部は湾曲した箇所を有していてもよい。

姿勢操作部材は可撓性であるため、スピンドルガイド部に湾曲した箇所があっても、ガイド孔内で進退させることができる。

図面の簡単な説明

[0025] この発明は、添付の図面を参考にした以下の好適な実施形態の説明から、より明瞭に理解されるであろう。しかしながら、実施形態および図面は単なる図示および説明のためのものであり、この発明の範囲を定めるために利用されるべきものではない。この発明の範囲は添付の請求の範囲によって定まる。添付図面において、複数の図面における同一の符号は、同一または相当する部分を示す。

[図1] この発明の第1実施形態にかかる遠隔操作型アクチュエータの概略構成を示す図で、(A)、(B)はそれぞれ形状が異なるスピンドルガイド部を装着した状態を示す。

[図2] (A)は図1(A)の遠隔操作型アクチュエータの先端部材およびスピンドルガイド部の断面図、(B)はそのIIIB-IIIB断面図、(C)は先端部材と回転軸との連結構造を示す図である。

[図3] (A)は同遠隔操作型アクチュエータの工具回転用駆動機構および姿勢変更用駆動機構の断面図、(B)はそのIIIIB-IIIIB断面図である。

[図4] 同遠隔操作型アクチュエータのスピンドルガイド部と駆動部ハウジングとの結合部の分解状態を示す断面図である。

[図5] (A) は同遠隔操作型アクチュエータのカップリングの平面図、(B) はその破断側面図、(C) はVC矢視図、(D) はVD矢視図である。

[図6] 異なる遠隔操作型アクチュエータのスピンドルガイド部と駆動部ハウジングとの結合部の分解状態を示す断面図である。

[図7] 冷却手段を備えた遠隔操作型アクチュエータの概略構成を示す図である。

[図8] 同遠隔操作型アクチュエータのスピンドルガイド部と駆動部ハウジングとの結合部の断面図である。

[図9] (A) はこの発明の第2実施形態にかかる遠隔操作型アクチュエータの先端部材およびスピンドルガイド部の断面図、(B) はそのIXB-IXB断面図である。

[図10] (A) はこの発明の第3実施形態にかかる遠隔操作型アクチュエータの先端部材およびスピンドルガイド部の断面図、(B) はそのXB-XB断面図である。

[図11] (A) は同遠隔操作型アクチュエータの工具回転用駆動機構および姿勢変更用駆動機構の断面図、(B) はそのXIIB-XIIB断面図である。

[図12] (A) はこの発明の第4実施形態にかかる遠隔操作型アクチュエータの先端部材およびスピンドルガイド部の断面図、(B) はそのXIIIB-XIIIB断面図である。

[図13] (A) はこの発明の第5実施形態にかかる遠隔操作型アクチュエータの先端部材およびスピンドルガイド部の断面図、(B) はそのXIIIIB-XIIIIB断面図、(C) は先端部材のハウジングを基端側から見た図である。

[図14] (A) はこの発明の第6実施形態にかかる遠隔操作型アクチュエータの先端部材およびスピンドルガイド部の断面図、(B) はそのXIVB-XIVB断面図である。

発明を実施するための形態

[0026] この発明の第1実施形態を図1(A)～図5(D)と共に説明する。図1(A), (B)において、この遠隔操作型アクチュエータは、回転式の工具1を保持する先端部材2と、この先端部材2が先端に姿勢変更自在に取付けられた細長形状のスピンドルガイド部3と、このスピンドルガイド部3の基端が結合された駆動部ハウジング4aと、この駆動部ハウジング4a内の工具回転用駆動機構4bおよび姿勢変更用駆動機構4cを制御するコントローラ5とを備える。駆動部ハウジング4aは、内蔵の工具回転用駆動機構4bおよび姿勢変更用駆動機構4cと共に駆動部4を構成する。スピンドルガイド部3の基端は駆動部ハウジング4aに対し、結合手段であるボルト51により、着脱自在に結合されている。図1の(A)と(B)は、それぞれ形状が異なるスピンドルガイド部3を装着した状態を示す。

[0027] 図2(A)は、遠隔操作型アクチュエータの先端部材2およびスピンドルガイド部3の断面を示す。先端部材2は、略円筒状のハウジング11の内部に、一对の軸受12によりスピンドル13が回転自在に支持されている。スピンドル13は、先端側が開口した筒状で、中空部に工具1のシャンク1aが嵌合状態に挿入され、回り止めピン14によりシャンク1aが回転不能に結合される。この先端部材2は、先端部材連結部15を介してスピンドルガイド部3の先端に取付けられる。先端部材連結部15は、先端部材2を姿勢変更自在に支持する手段であり、球面軸受からなる。具体的には、先端部材連結部15は、ハウジング11の基端の内径縮径部からなる被案内部11aと、スピンドルガイド部3の先端に固定された抜け止め部材21の鍔状部からなる案内部21aとで構成される。両者11a, 21aの互いに接する各案内面F1, F2は、スピンドル13の中心線CL上に曲率中心Oが位置し、基端側ほど径が小さい球面とされている。これにより、スピンドルガイド部3に対して先端部材2が抜け止めされるとともに、姿勢変更自在に支持される。

[0028] スピンドルガイド部3は、駆動部ハウジング4a内の工具回転用駆動源41(図3)の回転力を前記スピンドル13へ伝達する回転軸22を有する。

この例では、回転軸22はワイヤとされ、ある程度の弾性変形が可能である。ワイヤの材質としては、例えば金属、樹脂、グラスファイバー等が用いられる。ワイヤは単線であっても、撲り線であってもよい。図2（C）に示すように、スピンドル13と回転軸22とは、自在継手等の継手23を介して回転伝達可能に接続されている。継手23は、スピンドル13の閉塞した基端に設けられた溝13aと、回転軸22の先端に設けられ前記溝13aに係合する突起22aとで構成される。上記溝13aと突起22aとの連結箇所の中心は、前記案内面F1, F2の曲率中心Oと同位置である。回転軸22と突起22aは別部材として構成してもよい。

[0029] スピンドルガイド部3は、このスピンドルガイド部3の外郭となる外郭パイプ25を有する。外郭パイプ25は両端に貫通した中空状で、その中空孔24は、図2（B）に示すように、中心部の円形孔部24aと、この円形孔部24aの外周における互いに120度の位相をなす周方向位置から外径側へ凹んだ3つの溝状部24bとでなる。溝状部24bの先端の周壁は、断面半円形である。例えば、外郭パイプ25の外径は8～10mm、溝状部24以外の箇所の内径は3～5mmである。また、外郭パイプ25の材質としては、ステンレス、チタン等が適する。

外郭パイプ25を上記断面形状としたことにより、外郭パイプ25の溝状部24b以外の箇所の肉厚tを厚くすることができる。それにより、外郭パイプ25の断面2次モーメントを、同外径の中実シャフトの1/2以上とすることができる。例えば、ステンレス材料からなる外径8mmの中実シャフトの場合、断面2次モーメントは約200mm⁴である。

[0030] 前記中空孔24の円形孔部24aには、前記回転軸22が配置される。回転軸22は、図2（A）に示すように、それぞれ軸方向に離れて配置された複数の転がり軸受26によって回転自在に支持されている。各転がり軸受26間には、この転がり軸受26の内輪に予圧を発生させる内輪用ばね要素27Aと、外輪に予圧を発生させる外輪用ばね要素27Bとが交互に配置されている。これらのはね要素27A, 27Bは、例えば圧縮コイルばねである

。前記抜け止め部材 21 は、固定ピン 28 により外郭パイプ 25 のパイプエンド部 25a に固定され、その先端内周部で転がり軸受 29 を介して回転軸 22 の先端部を回転自在に支持している。パイプエンド部 25a は、外郭パイプ 25 と別部材とし、溶接等により結合してもよい。

[0031] 前記中空孔 24 の各溝状部 24b には、両端に貫通する中空のガイドパイプ 30 が設けられ、各ガイドパイプ 30 の内径孔であるガイド孔 30a 内に姿勢操作部材 31 (31U, 31L, 31R) が進退自在に挿通されている。この例では、姿勢操作部材 31 は、ワイヤ 31a と、その両端の柱状ピン 31b となる。先端部材 2 側の柱状ピン 31b の先端は球面状で、ハウジング 11 の基端面 11b に当接している。ハウジング 11 の基端面 11b は、外径側ほどスピンドルガイド部 3 側に近い傾斜面とされている。駆動部ハウジング 4a 側の柱状ピン 31b の先端も球面状で、後記レバー 43b (図 3 (A)) の側面に当接している。

[0032] 図 3 (A), (B) は、駆動部ハウジング 4a 内の工具回転用駆動機構 4b および姿勢変更用駆動機構 4c を示す。工具回転用駆動機構 4b は、工具回転用駆動源 41 を備える。工具回転用駆動源 41 は、例えば電動モータであり、その出力軸 41a が前記回転軸 22 の基端に結合させてある。なお、回転軸 22 は、後述するレバー 43b に形成された開口 44 を貫通させてある。

[0033] 姿勢変更用駆動機構 4c は、図 2 (B) に示す各姿勢操作部材 31 (31U, 31L, 31R) にそれぞれ対応する 3 個の姿勢変更用駆動源 42 (42U, 42L, 42R) を備える。姿勢変更用駆動源 42 は、例えば電動リニアアクチュエータであり、図 3 (A) の左右方向に移動する出力ロッド 42a の動きが、増力伝達機構 43 を介して前記姿勢操作部材 31 に伝達される。増力伝達機構 43 は、支軸 43a 回りに回動自在なレバー 43b (43bU, 43bL, 43bR) を有し、このレバー 43b における支軸 43a からの距離が長い作用点 P1 に出力ロッド 42a の力が作用し、支軸 43a からの距離が短い力点 P2 で姿勢操作部材 31 に力を与える構成であり、姿

勢変更用駆動源 4 2 の出力が増力して姿勢操作部材 3 1 に伝達される。増力伝達機構 4 3 を設けると、小さな出力のリニアアクチュエータでも姿勢操作部材 3 1 に大きな力を与えることができるので、リニアアクチュエータの小型化が可能になる。姿勢変更用駆動源 4 2 は、回転モータであってもよい。また、リニアアクチュエータ等を設ける代わりに、手動により先端部材 2 の姿勢を遠隔操作してもよい。

[0034] 姿勢変更用駆動機構 4 c には、各姿勢変更用駆動源 4 2 (4 2 U, 4 2 L, 4 2 R) の動作量をそれぞれ個別に検出する動作量検出器 4 5 (4 5 U, 4 5 L, 4 5 R) が設けられている。これら動作量検出器 4 5 の検出値は、姿勢検出手段 4 6 に出力される。姿勢検出手段 4 6 は、動作量検出器 4 5 の出力により、先端部材 2 の X 軸および Y 軸 (図 2 (B)) 回りの傾動姿勢を検出する。姿勢検出手段 4 6 は、上記傾動姿勢と動作量検出器 4 5 の出力信号との関係を演算式またはテーブル等により設定した関係設定手段 (図示せず) を有し、入力された出力信号から前記関係設定手段を用いて傾動姿勢を検出する。この姿勢検出手段 4 6 は、コントローラ 5 (図 1 (A)) に設けられたものであっても、あるいは外部の制御装置に設けられたものであってもよい。

[0035] また、姿勢変更用駆動機構 4 c には、電動アクチュエータである各姿勢変更用駆動源 4 2 (4 2 U, 4 2 L, 4 2 R) に供給される電力量をそれぞれ個別に検出する供給電力計 4 7 (4 7 U, 4 7 L, 4 7 R) が設けられている。これら供給電力計 4 7 の検出値は、荷重検出手段 4 8 に出力される。荷重検出手段 4 8 は、供給電力計 4 7 の出力により、先端部材 2 に作用する荷重を検出する。荷重検出手段 4 8 は、上記荷重と供給電力計 4 7 の出力信号との関係を演算式またはテーブル等により設定した関係設定手段 (図示せず) を有し、入力された出力信号から前記関係設定手段を用いて荷重を検出する。この荷重検出手段 4 8 は、コントローラ 5 (図 1 (A)) に設けられたものであっても、あるいは外部の制御装置に設けられたものであってもよい。
。

[0036] コントローラ5(図1(A))は、前記姿勢検出手段46および荷重検出手段48の検出値に基づき、工具回転用駆動源41および姿勢変更用駆動源42を制御する。

[0037] 図4は、スピンドルガイド部3と駆動部ハウジング4aの結合部の構造を示し、スピンドルガイド部3と駆動部ハウジング4aが分離された状態を表している。同図に示すように、スピンドルガイド部3の基端にフランジ部50が一体に設けられ、このフランジ部50を結合手段である複数本のボルト51により駆動部ハウジング4aに結合させてある。詳しくは、フランジ部50は、基端面の中央部に凸部50aを有し、この凸部50aを駆動部ハウジング4aの凹部52に嵌合させて結合される。凹部52の底部から反対側に貫通して、回転軸22が挿通される中心貫通孔53と、各姿勢操作部材31がそれぞれ挿通される偏心貫通孔54とが設けられている。複数本のボルト51は円周方向に分散して配置されており、その頭部51aをフランジ部50の駆動部ハウジング4aと反対側の側面に当接させ、軸部51bをフランジ部50のボルト挿通孔55に挿通させて、駆動部ハウジング4aのボルト孔56に螺合させてある。この図の例では、フランジ部50は、スピンドルガイド部3の外郭パイプ25と別部材であるが、外郭パイプ25に一体に形成されたものであってもよい。

[0038] また、スピンドルガイド部3と駆動部ハウジング4aの結合部には、これらスピンドルガイド部3側の回転軸22と駆動部ハウジング4a側の回転軸22との軸心回りの位相を合わせる位相合わせ手段57が設けられている。この位相合わせ手段57は、フランジ部50の駆動部ハウジング4aに対向する面の少なくとも1箇所に位相合わせピン58を突出させて設け、この位相合わせピン58の先端を、駆動部ハウジング4aの位相合わせ孔59に挿入させるものである。

[0039] 回転軸22は、スピンドルガイド部3内のガイド部内部分22bと、駆動部ハウジング4a内のハウジング内部分22cとでなり、これらガイド部内部分22bとハウジング内部分22cとが、カップリング60により、軸心

方向に分離可能かつ軸心回りに回転伝達可能に連結される。図5に示すように、カップリング60は、回転軸22のガイド部内部分22bの軸端に固定状態で嵌合したガイド部側カップリング体60aと、回転軸22のハウジング内部分22cの軸端に固定状態で嵌合したハウジング側カップリング体60bとでなる。ガイド部内部分22bとガイド部側カップリング体60aの固定、およびハウジング内部分22cとハウジング側カップリング体60bの固定は、例えば圧入により行われる。ガイド部側カップリング体60aの対向側端には係合溝61が形成され、ハウジング側カップリング体60bの対向側端には係合凸部62が形成され、スピンドルガイド部3と駆動部ハウジング4aとが結合した状態において、係合溝61に係合凸部62が係合することにより、ハウジング側カップリング体60bからガイド部側カップリング体60aへ回転伝達が可能になる。

[0040] この遠隔操作型アクチュエータの動作を説明する。

図3（A）の工具回転用駆動源41を駆動すると、その回転力が回転軸22を通してスピンドル13に伝達されて、スピンドル13と共に工具1が回転する。工具1を回転させて骨等を切削加工する際に先端部材2に作用する荷重は、供給電力計47の検出値から、荷重検出手段48によって検出される。このように検出される荷重の値に応じて遠隔操作型アクチュエータ全体の送り量や後記先端部材2の姿勢変更を制御することにより、先端部材2に作用する荷重を適正に保った状態で骨の切削加工を行える。

[0041] 使用時には、図3（B）の3つの姿勢変更用駆動源42（42U, 42L, 42R）を駆動し、図2（B）の各姿勢操作部材31（31U, 31L, 31R）を互いに連係させて進退させることで、先端部材2の姿勢変更を遠隔操作で行う。

例えば、上側の1つの姿勢操作部材31Uを先端側へ進出させ、かつ他の2つの姿勢操作部材31L, 31Rを後退させると、上側の姿勢操作部材31Uによって先端部材2のハウジング11が押されることにより、先端部材2は図2（A）において先端側が下向きとなる側へ案内面F1, F2に沿っ

て姿勢変更する。このとき、各姿勢操作部材31の進退量が適正になるよう、各姿勢変更用駆動源42が制御される。各姿勢操作部材31を逆に進退させると、左右の姿勢操作部材31L, 31Rによって先端部材2のハウジング11が押されることにより、先端部材2は図2(A)において先端側が上向きとなる側へ案内面F1, F2に沿って姿勢変更する。

[0042] また、上側の姿勢操作部材31Uは静止させた状態で、左側の姿勢操作部材31Lを先端側へ進出させ、かつ右側の姿勢操作部材31Rを後退させると、左側の姿勢操作部材31Lによって先端部材2のハウジング11が押されることにより、先端部材2は右向き、すなわち図2(A)において紙面の裏側向きとなる側へ案内面F1, F2に沿って姿勢変更する。左右の姿勢操作部材31L, 31Rを逆に進退させると、右の姿勢操作部材31Rによって先端部材2のハウジング11が押されることにより、先端部材2は左向きとなる側へ案内面F1, F2に沿って姿勢変更する。

[0043] このように姿勢操作部材31を円周方向の3箇所に設けることにより、先端部材2を上下左右の2軸(X軸、Y軸)の方向に姿勢変更することができる。その際、先端部材連結部15には、3つの姿勢操作部材31の圧力、および抜け止め部材21からの反力が作用しており、これらの作用力の釣り合いにより先端部材2の姿勢が決定される。この構成では、3つの姿勢操作部材31で先端部材2のハウジング11に加圧されるため、先端部材2の姿勢安定性が高い。

[0044] 先端部材2のハウジング11の基端面11bが外径側ほどスピンドルガイド部3側に近い傾斜面とされているため、姿勢操作部材31がハウジング11の基端面11bを押したときに、姿勢操作部材31に対してハウジング11の基端面11bが滑りやすく、ハウジング11の円滑な姿勢変更ができる。

[0045] 姿勢操作部材31はガイドパイプ30のガイド孔30aに挿通されているため、姿勢操作部材31が長手方向と交差する方向に位置ずれすることがなく、常に先端部材2に対し適正に作用することができ、先端部材2の姿勢変

更動作が正確に行われる。また、姿勢操作部材31はワイヤからなり可撓性であるため、スピンドルガイド部3が湾曲した状態でも先端部材2の姿勢変更動作が確実に行われる。さらに、スピンドル13と回転軸22との連結箇所の中心が案内面F1, F2の曲率中心Oと同位置であるため、先端部材2の姿勢変更によって回転軸22に対して押し引きする力がかからず、先端部材2が円滑に姿勢変更できる。

[0046] この遠隔操作型アクチュエータは、例えば人工関節置換手術において骨の髓腔部を削るのに使用されるものであり、施術時には、先端部材2の全部または一部が患者の体内に挿入して使用される。このため、上記のように先端部材2の姿勢を遠隔操作で変更できれば、常に工具1を適正な姿勢に保持した状態で骨の加工をすることができ、人工関節挿入用穴を精度良く仕上げることができる。

[0047] 細長形状であるスピンドルガイド部3は、図2（B）に示すように、外郭パイプ25の中心部に回転軸22を設け、この回転軸22との周囲に、姿勢操作部材31を収容したガイドパイプ30を互いに120度の位相をなす周方向位置に配置したことにより、回転軸22およびガイドパイプ30をバランス良く設けることができる。外郭パイプ25の溝状部24b以外の箇所の肉厚が厚いため、スピンドルガイド部3の剛性（断面2次モーメント）が高い。そのため、先端部材2の位置決め精度が向上させられるとともに、切削性を向上させられる。また、溝状部24bにガイドパイプ30を配置したことにより、ガイドパイプ30の円周方向の位置決めを容易に行え、組立性が良好である。

[0048] また、図2（A）に示すように、回転軸22を支持する転がり軸受26の外径面を、ガイドパイプ30で支持させたため、余分な部材を用いずに転がり軸受26の外径面を支持できる。また、ばね要素27A, 27Bにより転がり軸受26に予圧がかけられているため、ワイヤからなる回転軸22を高速回転させることができる。そのため、スピンドル13を高速回転させて加工することができ、加工の仕上がりが良く、工具1に作用する切削抵抗を低

減させられる。ばね要素 27A, 27B は隣合う転がり軸受 26 間に設けられているので、スピンドルガイド部 3 の径を大きくせずにばね要素 27A, 27B を設けることができる。

- [0049] 結合手段であるボルト 51 で駆動部ハウジング 4a に対しスピンドルガイド部 3 を着脱自在に結合したため、図 1 (A), (B) のように、1 つの駆動部ハウジング 4a に対して、被切削物の形状に合わせた様々な形状のスピンドルガイド部 3 を選択的に取付けることができる。また、駆動部ハウジング 4a からスピンドルガイド部 3 を容易に外すことができるため、例えば人工関節置換手術のような手術器具をして使用する場合、患者の体内に接触するスピンドルガイド部 3 のみを滅菌処理することが可能である。患者の体内に接触しない駆動部ハウジング 4a については、手術時にカバー等を覆うことで対応できる。これらのことから、遠隔操作型アクチュエータの装置全体の部品点数の削減とコスト低減ができる。
- [0050] 特に、この第 1 実施形態では、スピンドルガイド部 3 の基端にフランジ部 50 を設けたことにより、スピンドルガイド部 3 と駆動部ハウジング 4a の着脱が容易になり、着脱操作性の向上が図られている。また、結合手段をボルト 51 としたことで、着脱操作性が良好であり、しかも簡単で安価な構造が実現されている。
- [0051] スピンドルガイド部 3 としては、直線状のものの他、曲がり具合が異なる複数のものを用意しておくのが望ましい。スピンドルガイド部 3 は、全体がほぼ同一曲率の湾曲状であっても、部分的に曲率が異なる形状であってもよい。また、一部分のみが湾曲形状であってもよい。スピンドルガイド部 3 を湾曲形状とする場合、外郭パイプ 25、ガイドパイプ 30、および補強シャフト 34 (例えば、図 9 (A), (B)) を湾曲形状とする必要がある。また、回転軸 22 は変形しやすい材質を用いるのが良く、例えば形状記憶合金が適する。
- [0052] 図 6 は、スピンドルガイド部 3 と駆動部ハウジング 4a の結合部の異なる構造を示し、スピンドルガイド部 3 と駆動部ハウジング 4a が分離された状

態を表している。この結合部の構造も、前記同様、スピンドルガイド部3の基端にフランジ部50が一体に設けられ、このフランジ50の凸部50aを駆動部ハウジング4aの凹部52に嵌合させる。駆動部ハウジング4aのスピンドルガイド部3との対向面に環状突部65が設けられており、この環状突部65の内周にフランジ部50を嵌合させ、環状突部65の外周面に形成されたねじ部65aに結合手段であるナット部材66の内周ねじ部66aを螺合させることにより、フランジ部50を駆動部ハウジング4aに結合する。ナット部材66は袋状で、底部に開口66bを有し、この開口66bにスピンドルガイド部3が挿通され、開口66bの周囲の袋側の底面がフランジ部50の駆動部ハウジング4aと反対側の側面に当接することで、フランジ部50を駆動部ハウジング4aとナット部材66とで両側から挟み付けて固定する。この結合部の構造も、駆動部ハウジング4aに対するスピンドルガイド部3の着脱操作性が良好であり、しかも簡単で安価な構造が実現されている。

[0053] この遠隔操作型アクチュエータは、スピンドルガイド部3が中空状であることを利用して、工具1等を冷却する冷却手段70を図7のように設けることができる。すなわち、冷却手段70は、遠隔操作型アクチュエータの外部に設けた冷却液供給装置71と、この冷却液供給装置71から供給される冷却液をスピンドルガイド部3、および先端部材2の内部を通して先端側に導く冷却液供給管72とでなり、先端部材2の先端から工具1に向けて軸方向に冷却液を吐出させる。冷却液供給管72は、冷却液供給装置71からスピンドルガイド部3までの外部分72aと、スピンドルガイド部3および先端部材2の内部を通る内部分72bとでなり、内部分72bでは、スピンドルガイド部3の外郭パイプ25(図2(A)、(B))および先端部材2のハウジング11(図2(A))が冷却液供給管72になっている。

[0054] 冷却液がスピンドルガイド部3および先端部材2の内部を通過する際に、回転軸22、転がり軸受26、29、およびスピンドル13を冷却する。これらの回転する部分は、回転摩擦により発熱する。また、先端部材2から吐

出される冷却液により、工具 1 および被加工物が冷却される。このように、スピンドルガイド部 3 および先端部材 2 の内部に冷却液を通したことにより、冷却液供給用の管を外部に設けなくて済み、スピンドルガイド部 3 および先端部材 2 を簡素化ならびに小径化できる。外郭パイプ 25 内に通過させる冷却液の流量が少ない場合は、さらに外部から冷却液を供給し、工具 1 や被加工物を冷却してもよい。なお、前記冷却液を転がり軸受 26, 29 の潤滑に兼用させてもよい。そうすれば、軸受に一般的に使用されているグリス等を使用しなくてもよく、しかも別に潤滑装置を設けなくて済む。

[0055] 上記冷却液は、水もしくは生理食塩水であるのが望ましい。冷却液が水もしくは生理食塩水であれば、先端部材 2 を生体内に挿入して加工を行う場合に冷却液が生体に悪影響を与えないからである。冷却液を水もしくは生理食塩水とする場合、冷却液と接する部品の材質は、耐腐食性に優れたステンレスであるのが望ましい。この遠隔操作型アクチュエータを構成する他の部品も、ステンレス製であってもよい。

[0056] 上記冷却手段 70 を設ける場合、スピンドルガイド部 3 と駆動部ハウジング 4a の結合部を図 8 の構造とすることができます。すなわち、図 4 の結合部の構造において、フランジ部 50 の薄肉部 50b に、スピンドルガイド部 3 内と外部とを連通する冷却液注入孔 73 を設け、この冷却液注入孔 73 の外部側端に管継手 74 を介して冷却液供給管 72 の外部分 72a を結合してある。このようにすることで、図 8 の矢印で示すように、冷却液が冷却液供給管 72 の外部分 72a からスピンドルガイド部 3 に注入される。

[0057] 駆動部ハウジング 4a の凹部 52 にフランジ部 50 の凸部 50a を嵌合させた状態において、凹部 52 には凸部 50a に占められていない空間 75、換言すればスピンドルガイド部 3 と駆動部ハウジング 4a の間の空間 75 が形成されている。この空間 75 に高圧空気を注入するための高圧空気注入孔 76 が設けられている。回転軸 22 のガイド部内部分 22a が挿通されるフランジ部 50 の孔、および回転軸 22 のハウジング内部分 22b が挿通される中心貫通孔 53 は、シール部材 77 により密封する。シール部材 77 は、

例えば回転軸 22 のガイド部内部分 22a およびハウジング内部分 22b をそれぞれ支持する滑り軸受とする。また、フランジ部 50 の凸部 50a の根元部分と駆動部ハウジング 4a の凹部 52 の出口部分との間には、O リング 78 を介在させる。そして、ポンプ等により外部から高圧空気注入孔 76 を介して空間 75 に高圧空気を注入することで、空間 75 をスピンドルガイド部 3 および駆動部ハウジング 4a 内の空間よりも高圧である高圧領域に生成する。

[0058] このように、スピンドルガイド部 3 と駆動部ハウジング 4a の間に高圧領域を生成することにより、スピンドルガイド部 3 で使用する冷却液が駆動部ハウジング 4a 内に侵入することを防止できる。スピンドルガイド部 3 の基端を駆動部ハウジング 4a に結合したときに生じる空間 75 を高圧領域にすれば、別に高圧領域用の空間を設けなくて済み、構造を簡素にできる。

[0059] 図 9 (A), (B) は第 2 実施形態を示す。この遠隔操作型アクチュエータは、スピンドルガイド部 3 の外郭パイプ 25 を、前記第 1 実施形態の図 2 に示す形状のパイプに代えて、肉厚が均一のパイプにしてある。外郭パイプ 25 内には、互いに 120 度の位相をなす周方向位置に 3 本のガイドパイプ 30 が設けられ、各ガイドパイプ 30 の内径孔であるガイド孔 30a 内に姿勢操作部材 31 が進退自在に挿通してある。また、ガイドパイプ 30 と同一ピッチ円 C 上に、ガイドパイプ 30 と交互に補強シャフト 34 が配置されている。補強シャフト 34 は中実のシャフトで、スピンドルガイド部 3 の剛性を確保するためのものである。補強シャフト 34 は、ガイドパイプ 30 と共に、外郭パイプ 25 の内径面および転がり軸受 26 の外径面に接し、転がり軸受 26 の外径面を支持している。他は、前記第 1 実施形態と同じ構成である。

[0060] 図 10 (A), (B) は第 3 実施形態を示す。この遠隔操作型アクチュエータは、スピンドルガイド部 3 の外郭パイプ 25 の内径面と回転軸 22 の間にガイドパイプ 30 が 1 本だけ設けられ、このガイドパイプ 30 の内径孔であるガイド孔 30a 内に姿勢操作部材 31 が進退自在に挿通してある。また

、ガイドパイプ30と同一ピッチ円C上に、前記同様の補強シャフト34が複数本配置されている。姿勢操作部材31が位置する周方向位置に対し180度の位相の位置には、先端部材2のハウジング11の基端面とスピンドルガイド部3の外郭パイプ25の先端面との間に、例えば圧縮コイルばねからなる復元用弾性部材32が設けられている。この復元用弾性部材32は、先端部材2を所定姿勢側へ付勢する作用をする。案内面F1, F2は、曲率中心が点Oである球面、または点Oを通るX軸を軸心とする円筒面である。他は、前記第1実施形態と同じ構成である。

[0061] 図11(A), (B)は、この遠隔操作型アクチュエータの工具回転用駆動機構4bおよび姿勢変更用駆動機構4cを示す。姿勢変更用駆動機構4cは、姿勢変更用駆動源42が1個だけ設けられ、増力伝達機構43が1本の姿勢操作部材31に対応した形態とされている。工具回転用駆動機構4bは、図3(A), (B)のものと同じ構成である。

[0062] 先端部材2の姿勢変更は、以下のように行う。例えば、姿勢変更用駆動源42により姿勢操作部材31を先端側へ進出させると、姿勢操作部材31によって先端部材2のハウジング11が押されて、先端部材2は図10(A)において先端側が下向きとなる側へ案内面F1, F2に沿って姿勢変更する。逆に、姿勢変更用駆動源42により姿勢操作部材31を後退させると、復元用弾性部材32の弾性反発力によって先端部材2のハウジング11が押し戻され、先端部材2は図10(A)において先端側が上向きとなる側へ案内面F1, F2に沿って姿勢変更する。その際、先端部材連結部15には、姿勢操作部材31の圧力、復元用弾性部材32の弾性反発力、および抜け止め部材21からの反力が作用しており、これらの作用力の釣り合いにより先端部材2の姿勢が決定される。先端部材2の姿勢は、動作量検出器45の検出値から、姿勢検出手段46によって検出される。そのため、遠隔操作で先端部材2の姿勢を適正に制御できる。

[0063] 図12(A), (B)は第4実施形態を示す。この遠隔操作型アクチュエータは、外郭パイプ25内の互いに180度の位相にある周方向位置に2本

のガイドパイプ30を設け、そのガイドパイプ30の内径孔であるガイド孔30a内に姿勢操作部材31が進退自在に挿通してある。2本のガイドパイプ30間には、ガイドパイプ30と同一ピッチ円C上に複数本の補強シャフト34が配置されている。復元用弾性部材32は設けられていない。案内面F1, F2は、曲率中心が点Oである球面、または点Oを通るX軸を軸心とする円筒面である。

[0064] 駆動部4（図示せず）には、2つの姿勢操作部材31をそれぞれ個別に進退操作させる2つの姿勢変更用駆動源42（図示せず）が設けられており、これら2つの姿勢変更用駆動源42を互いに逆向きに駆動することで先端部材2の姿勢変更を行う。例えば、図12（A）に示す上側の姿勢操作部材31を先端側へ進出させ、かつ下側の姿勢操作部材31を後退させると、上側の姿勢操作部材31によって先端部材2のハウジング11が押されることにより、先端部材2は先端側が下向きとなる側へ案内面F1, F2に沿って姿勢変更する。逆に、両姿勢操作部材31を逆に進退させると、下側の姿勢操作部材31によって先端部材2のハウジング11が押されることにより、先端部材2は図12（A）において先端側が上向きとなる側へ案内面F1, F2に沿って姿勢変更する。その際、先端部材連結部15には、上下2つの姿勢操作部材31の圧力、および抜け止め部材21からの反力が作用しており、これらの作用力の釣り合いにより先端部材2の姿勢が決定される。この構成では、2つの姿勢操作部材31で先端部材2のハウジング11に加圧されるため、1つの姿勢操作部材31だけで加圧される前記実施形態に比べ、先端部材2の姿勢安定性を高めることができる。

[0065] 図13（A）～（C）は第5実施形態を示す。この遠隔操作型アクチュエータは、先端部材2のハウジング11の基端面11b（同図（C））に径方向の溝部11cを形成し、この溝部11cの底面に、姿勢操作部材31の球面状をした先端を当接させている。溝部11cおよび姿勢操作部材31は回転防止機構37を構成し、溝部11cに挿入された姿勢操作部材31の先端部が溝部11cの側面に当たることで、先端部材2がスピンドルガイド部3

に対してスピンドル13の中心線CL回りに回転するのを防止している。

- [0066] このような回転防止機構37を設けることにより、姿勢操作部材31の進退を制御する姿勢操作用駆動機構4c(図11(A))やその制御装置の故障等により工具1を保持する先端部材2が制御不能となった場合でも、先端部材2が中心線CL回りに回転して加工箇所の周りを傷付けたり、先端部材2自体が破損したりすることを防止できる。なお、図13(A)は姿勢操作部材31が1本である場合の例を示しているが、姿勢操作部材31が複数本である場合にも同様のことが言える。
- [0067] 上記各実施形態は、先端部材2のハウジング11の基端面11bにおける姿勢操作部材31が接する箇所が、外径側ほどスピンドルガイド部3側に近い傾斜面とされ、その傾斜面は断面直線状とされているが、図14(A)に示す第6実施形態のように、断面曲線状、例えば円弧状としてもよい。場合によっては、先端部材2のハウジング11の基端面11bを傾斜面とせずに、姿勢操作部材31の進退方向と垂直な面としてもよい。なお、図14(A)は姿勢操作部材31が1本である場合の例を示しているが、姿勢操作部材31が複数本である場合にも同様のことが言える。
- [0068] また、上記各実施形態は、姿勢操作部材31がワイヤ31aとその両端の柱状ピン31bとでなるが、柱状ピン31bを省いてワイヤ31aだけで姿勢操作部材31を構成してもよい。また、ワイヤ31aに代えて、比較的長手方向に短い柱状体や球体(図示せず)を複数並べて、姿勢操作部材31を構成してもよい。
- [0069] 以上、医療用の遠隔操作型アクチュエータについて説明したが、この発明はそれ以外の用途の遠隔操作型アクチュエータにも適用できる。例えば、機械加工用とした場合、湾曲状をした孔のドリル加工や、溝内部の奥まった箇所の切削加工が可能になる。
- [0070] 以上のとおり、図面を参照しながら好適な実施形態を説明したが、当業者であれば、本件明細書を見て、自明な範囲内で種々の変更および修正を容易に想定するであろう。したがって、そのような変更および修正は、請求の範

囲から定まる発明の範囲内のものと解釈される。

符号の説明

[0071] 1 …工具

2 …先端部材

3 …スピンドルガイド部

4 a …駆動部ハウジング

5 …コントローラ

1 3 …スピンドル

1 5 …先端部材連結部

2 2 …回転軸

2 2 a …突起

2 2 b …ガイド部内部分

2 2 c …ハウジング内部分

2 6, 2 9 …転がり軸受

3 0 …ガイドパイプ

3 0 a …ガイド孔

3 1 …姿勢操作部材

4 1 …工具回転用駆動源

4 2 …姿勢変更用駆動源

5 0 …フランジ部

5 1 …ボルト（結合手段）

5 7 …位相合わせ手段

6 0 …カップリング

6 5 …環状突部

6 6 …ナット部材

6 6 b …開口

7 0 …冷却手段

7 5 …空間

請求の範囲

- [請求項1] 細長形状のスピンドルガイド部と、このスピンドルガイド部の先端に先端部材連結部を介して姿勢変更自在に取付けられた先端部材と、前記スピンドルガイド部の基端に結合された駆動部ハウジングとを備え、
前記先端部材は、工具を保持するスピンドルを回転自在に支持し、前記スピンドルガイド部は、前記駆動部ハウジング内に設けられた工具回転用駆動源の回転を前記スピンドルに伝達する回転軸と、両端に貫通したガイド孔とを内部に有し、先端が前記先端部材に接して進退動作することにより前記先端部材を姿勢変更させる姿勢操作部材を前記ガイド孔内に進退自在に挿通し、前記姿勢操作部材を進退させる姿勢変更用駆動源を前記駆動部ハウジング内に設け、
結合手段により前記駆動部ハウジングに対し前記スピンドルガイド部を着脱自在に結合した遠隔操作型アクチュエータ。
- [請求項2] 請求項1において、前記回転軸は、前記スピンドルガイド部内のガイド部内部分と、前記駆動部ハウジング内のハウジング内部分となり、これらガイド部内部分とハウジング内部分とを、カップリングにより、軸心方向に分離可能かつ軸心回りに回転伝達可能に連結した遠隔操作型アクチュエータ。
- [請求項3] 請求項1において、前記スピンドルガイド部の前記駆動部ハウジング側端に、駆動部ハウジングに対し着脱自在なフランジ部を設けた遠隔操作型アクチュエータ。
- [請求項4] 請求項3において、前記結合手段は、前記フランジ部を前記駆動部ハウジングに結合する複数本のボルトである遠隔操作型アクチュエータ。
- [請求項5] 請求項3において、前記駆動部ハウジングの前記スピンドルガイド部との対向面に環状突部が設けられ、この環状突部の内周に前記フランジ部が嵌合し、前記結合手段は、底部に前記スピンドルガイド部が

挿通される開口を有し、その開口の周囲の底面が前記フランジ部の前記駆動部ハウジングと反対側の側面に当接し、前記環状突部の外周に形成されたねじ部に螺合して、前記フランジ部を前記駆動部ハウジングに結合するナット部材である遠隔操作型アクチュエータ。

[請求項6] 請求項1において、前記スピンドルガイド部と前記駆動部ハウジングの結合部に、スピンドルガイド部と駆動部ハウジングの前記回転軸の軸心回りの位相を合わせる位相合わせ手段を設けた遠隔操作型アクチュエータ。

[請求項7] 請求項1において、前記スピンドルガイド部と前記駆動部ハウジングの間に空間を設け、その空間に高圧空気を注入することにより前記スピンドルガイド部および前記駆動部ハウジング内の空間よりも高圧である高圧領域を生成した遠隔操作型アクチュエータ。

[請求項8] 請求項1において、前記スピンドルガイド部内の前記回転軸を回転自在に支持する軸受を設け、前記スピンドルガイド部内を通過する冷却液により前記軸受を冷却する冷却手段を設けた遠隔操作型アクチュエータ。

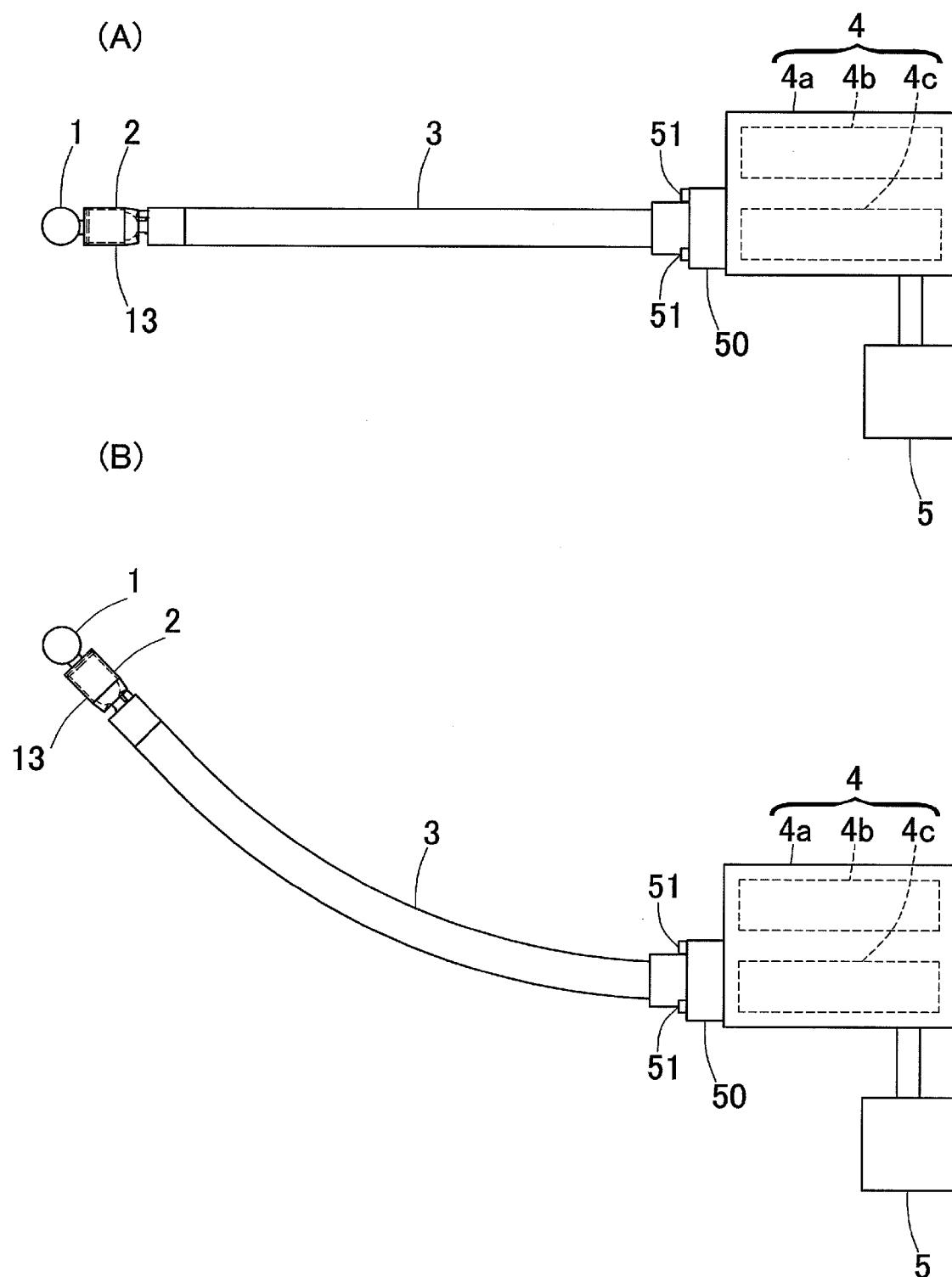
[請求項9] 請求項1において、前記スピンドルガイド部内を通過する冷却液、または外部から供給される冷却液により前記工具を冷却する冷却手段を設けた遠隔操作型アクチュエータ。

[請求項10] 請求項8において、前記冷却液は、水もしくは生理食塩水である遠隔操作型アクチュエータ。

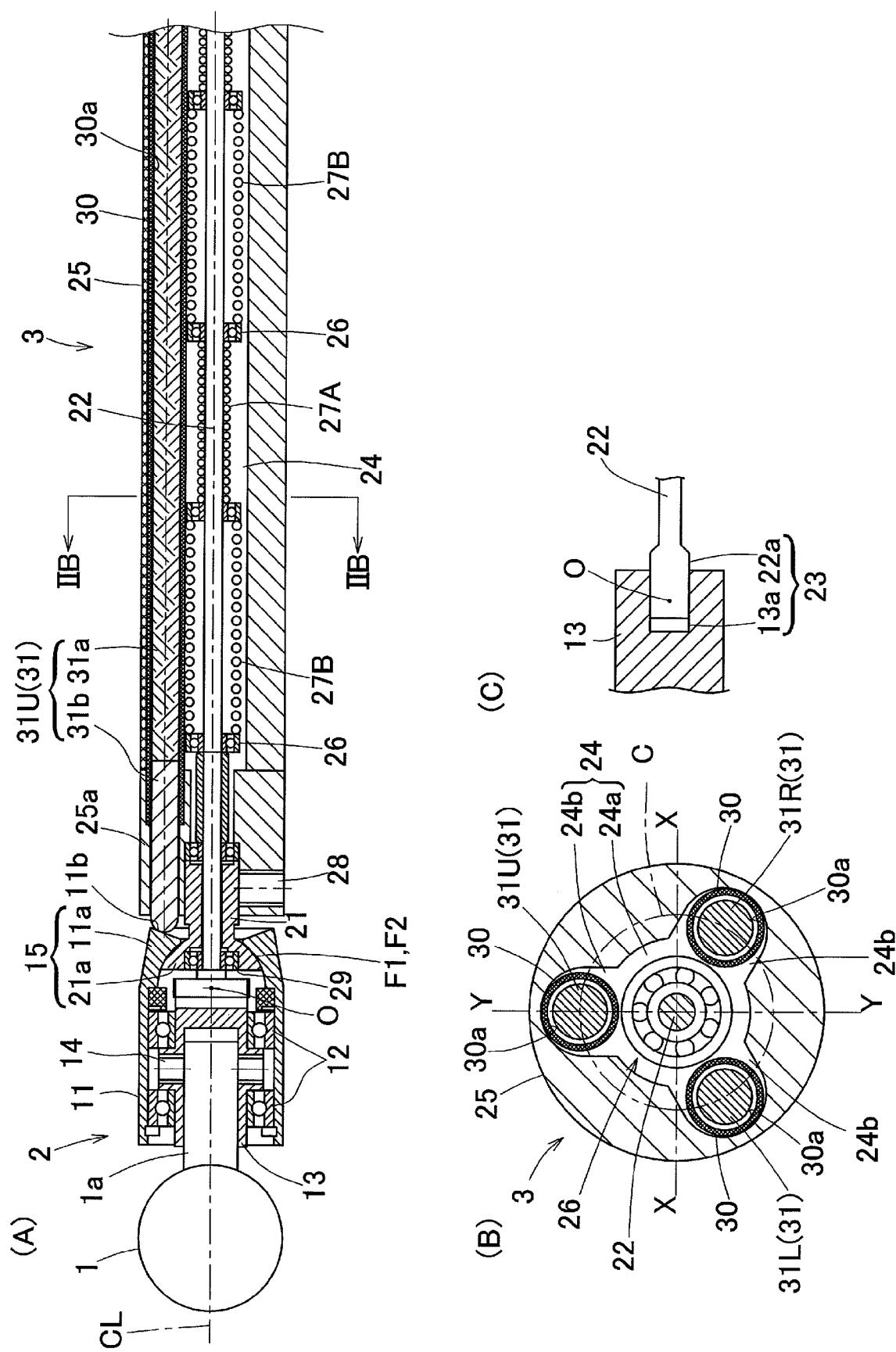
[請求項11] 請求項9において、前記冷却液は、水もしくは生理食塩水である遠隔操作型アクチュエータ。

[請求項12] 請求項1において、前記スピンドルガイド部は湾曲した箇所を有する遠隔操作型アクチュエータ。

[図1]

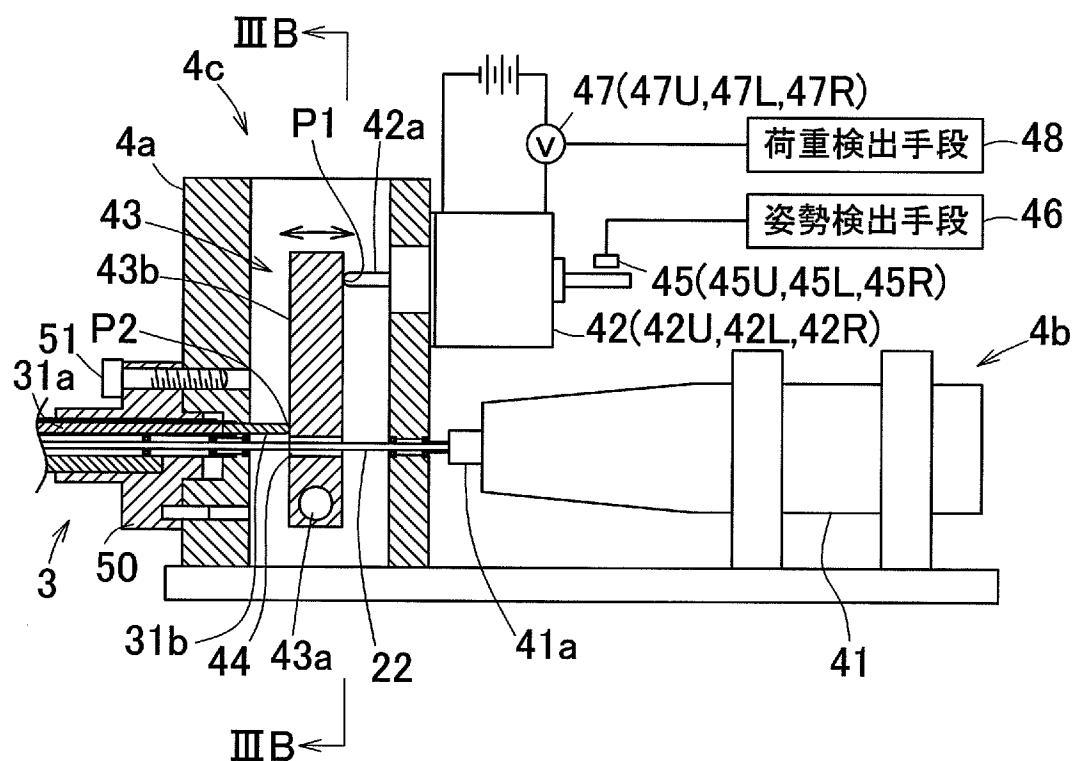


[図2]

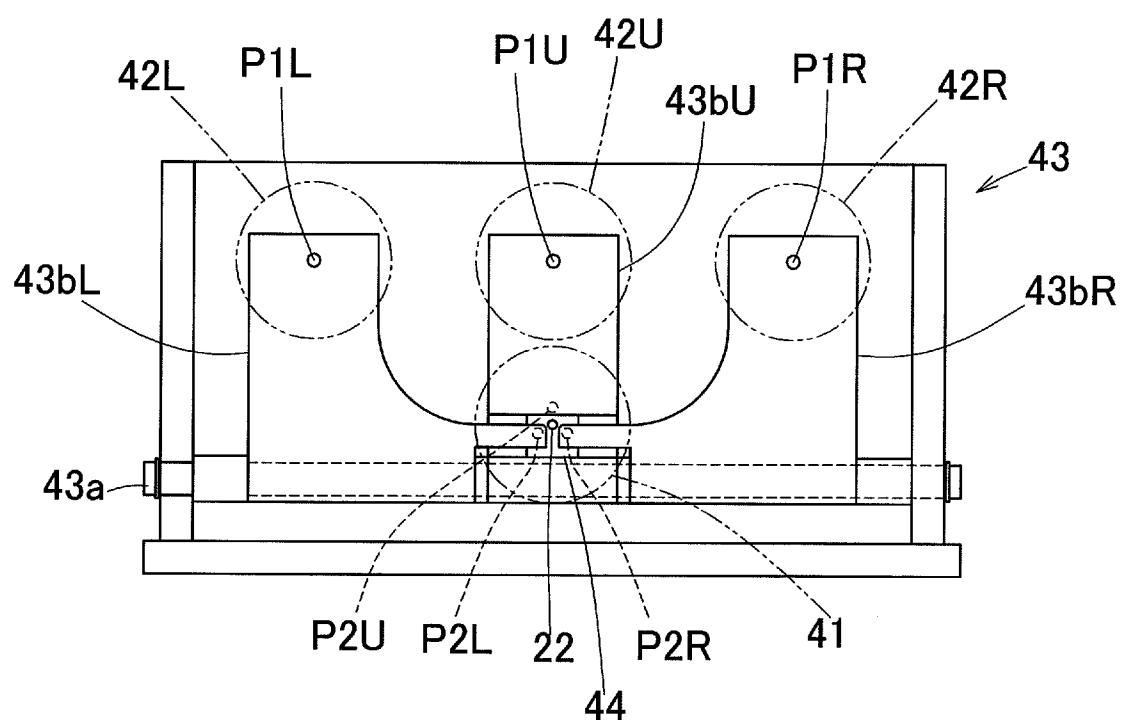


[図3]

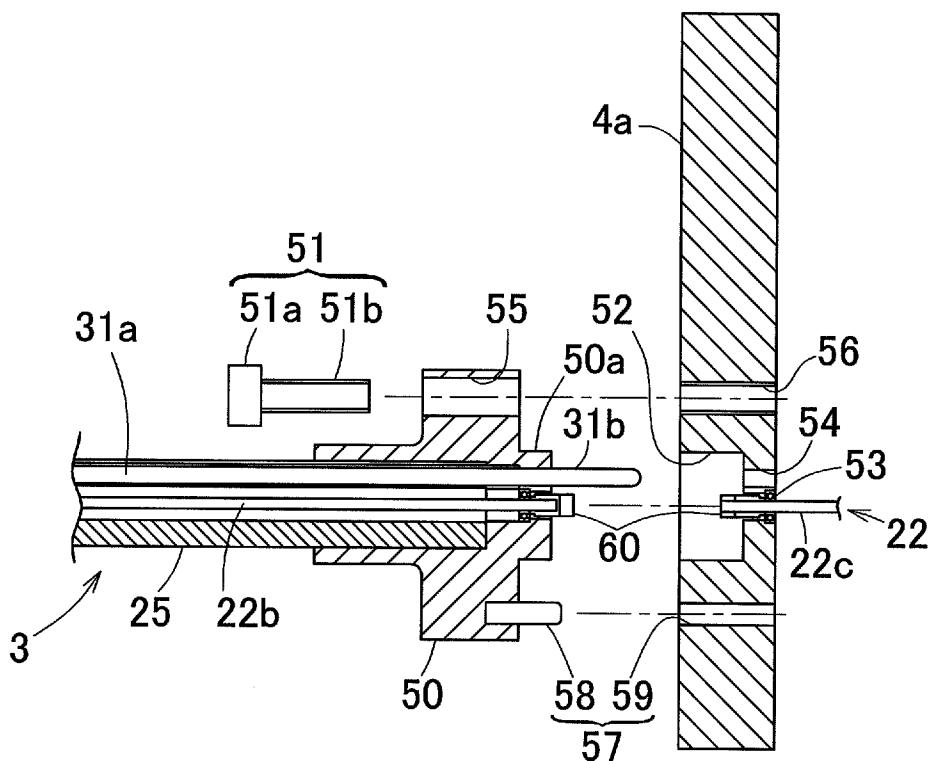
(A)



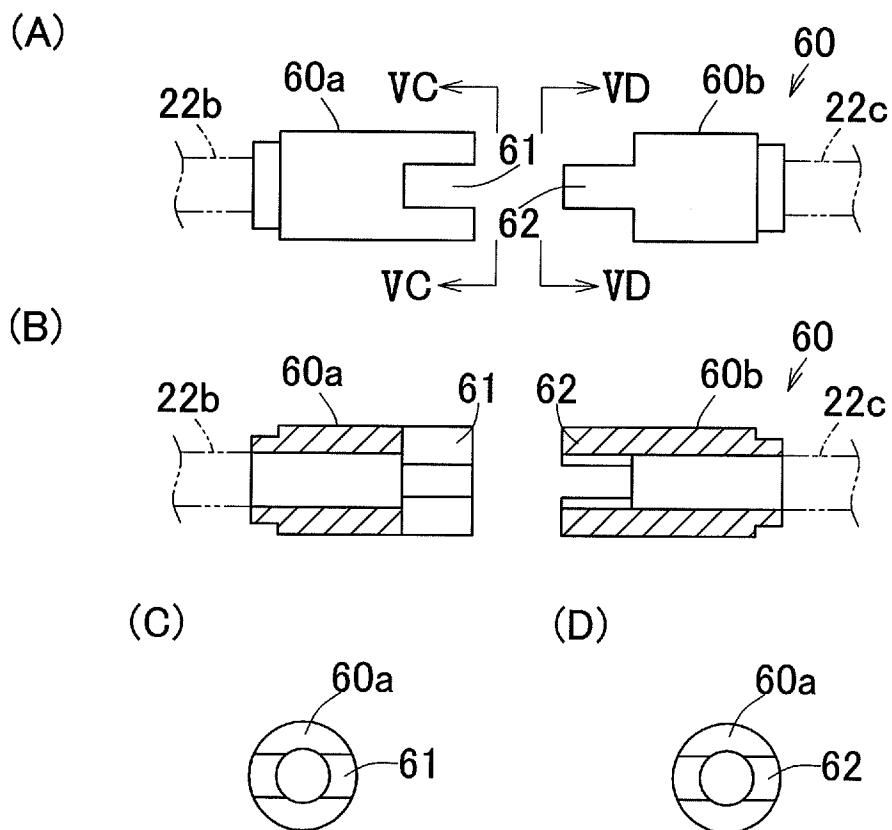
(B)



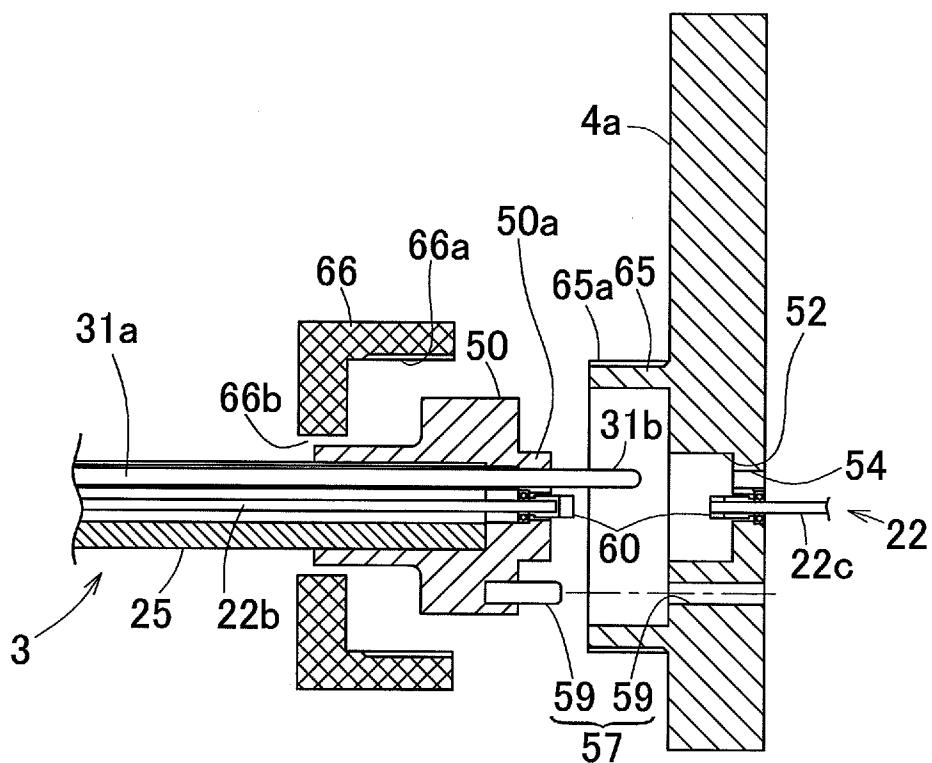
[図4]



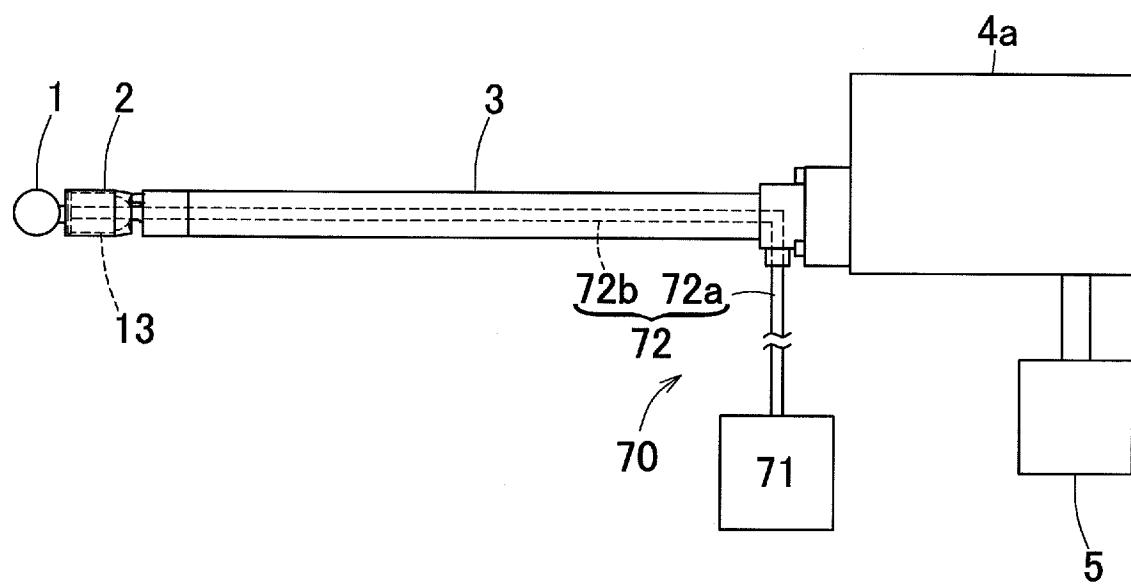
[図5]



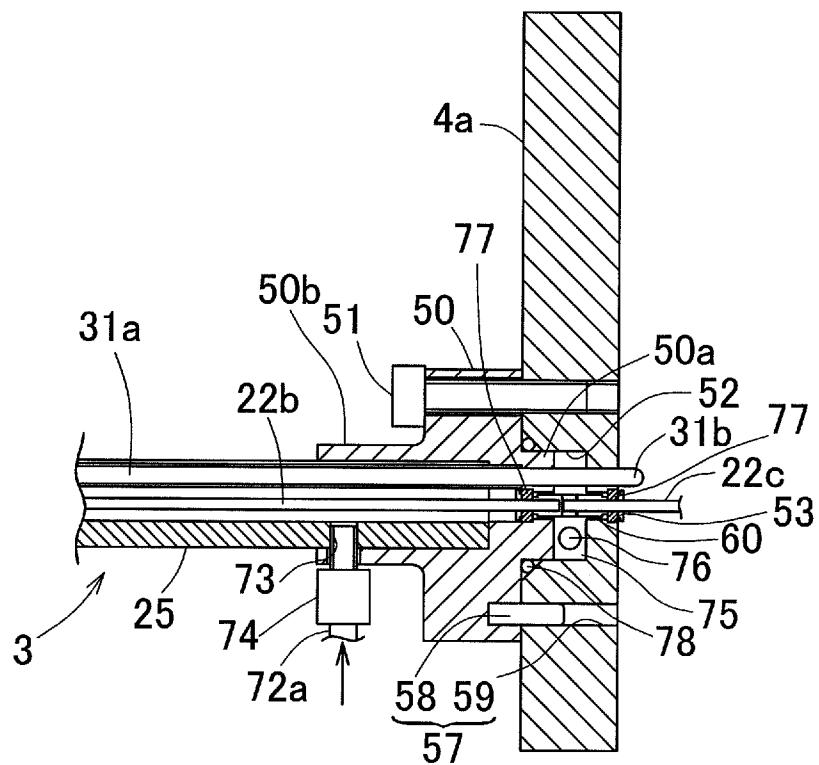
[図6]



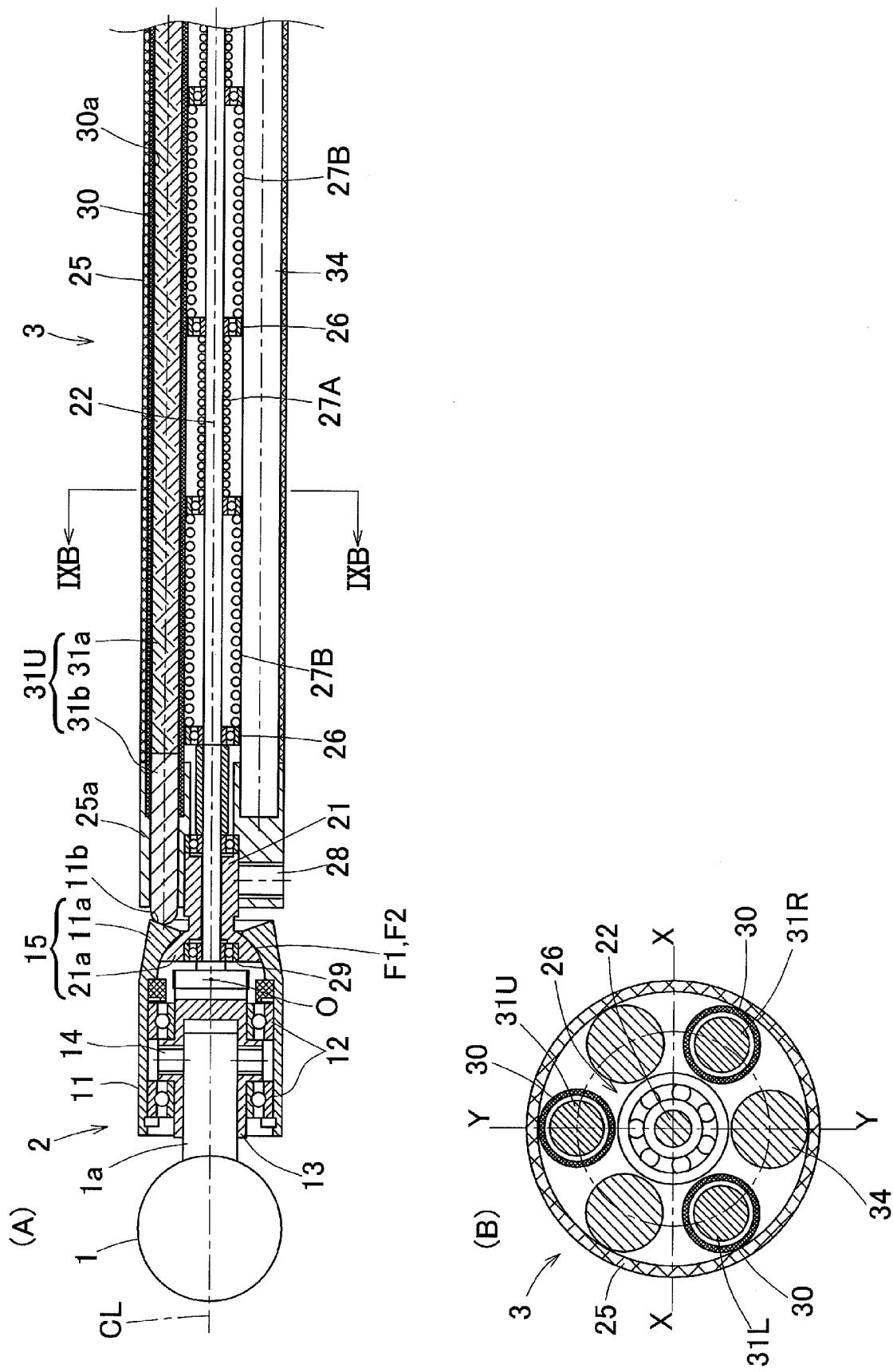
[図7]



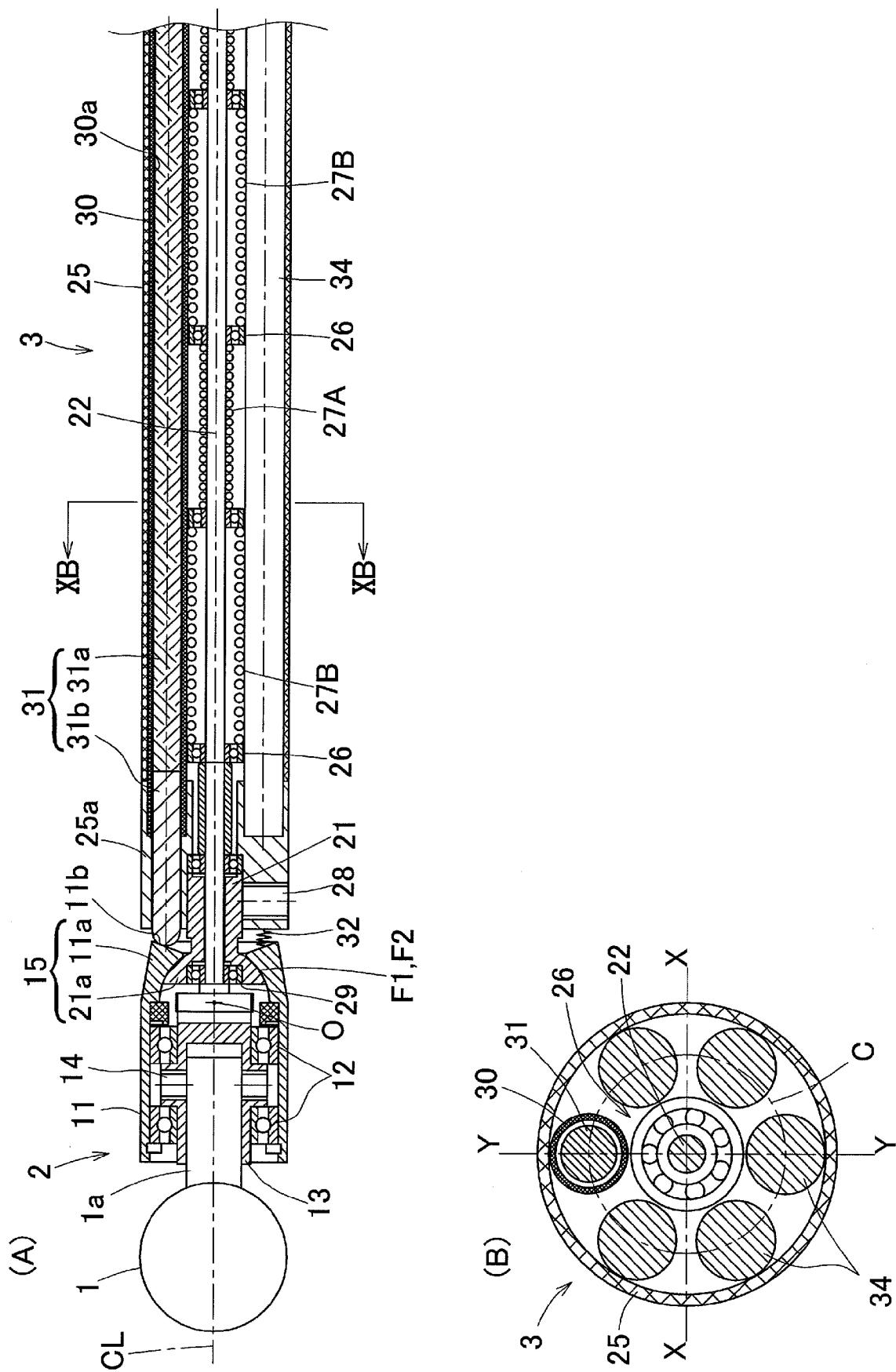
[図8]



[図9]

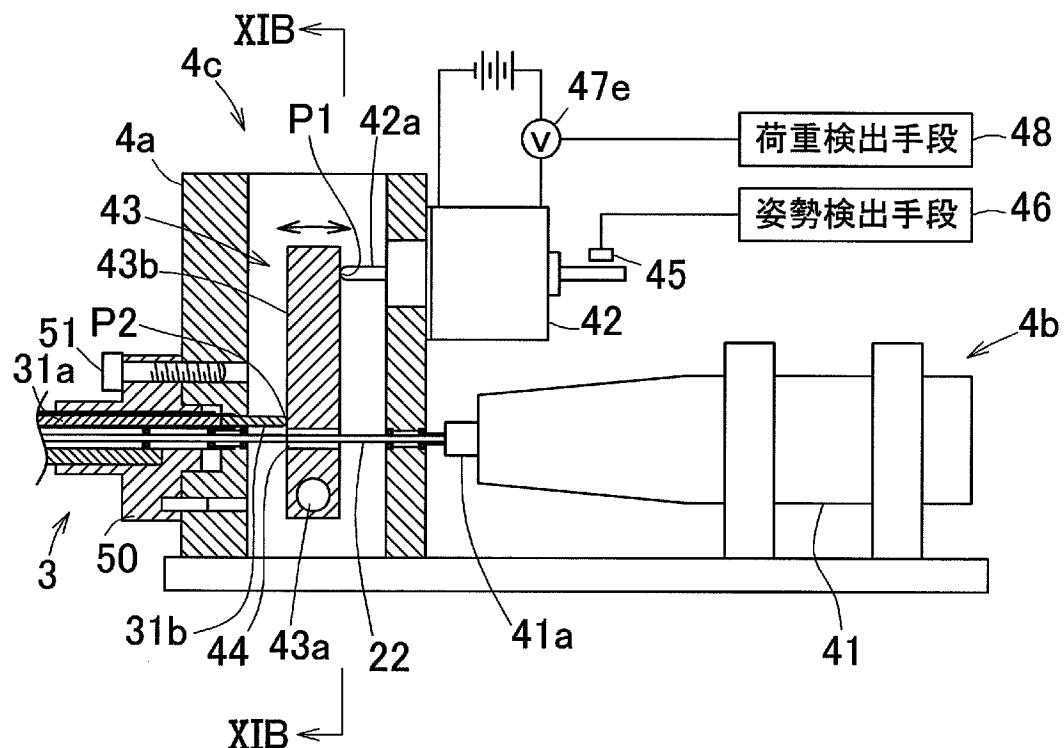


[図10]

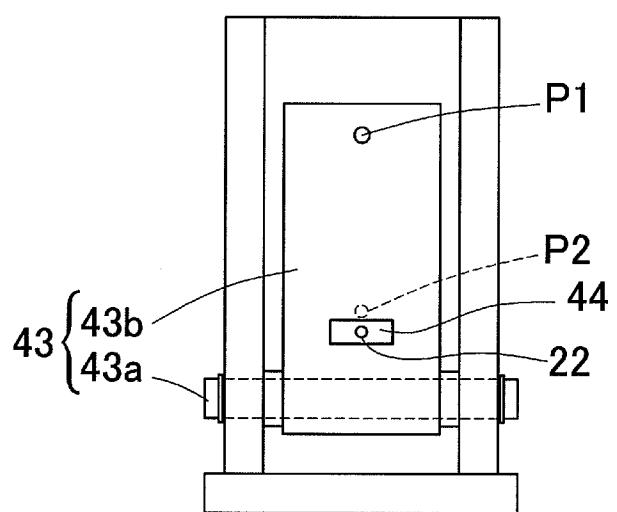


[図11]

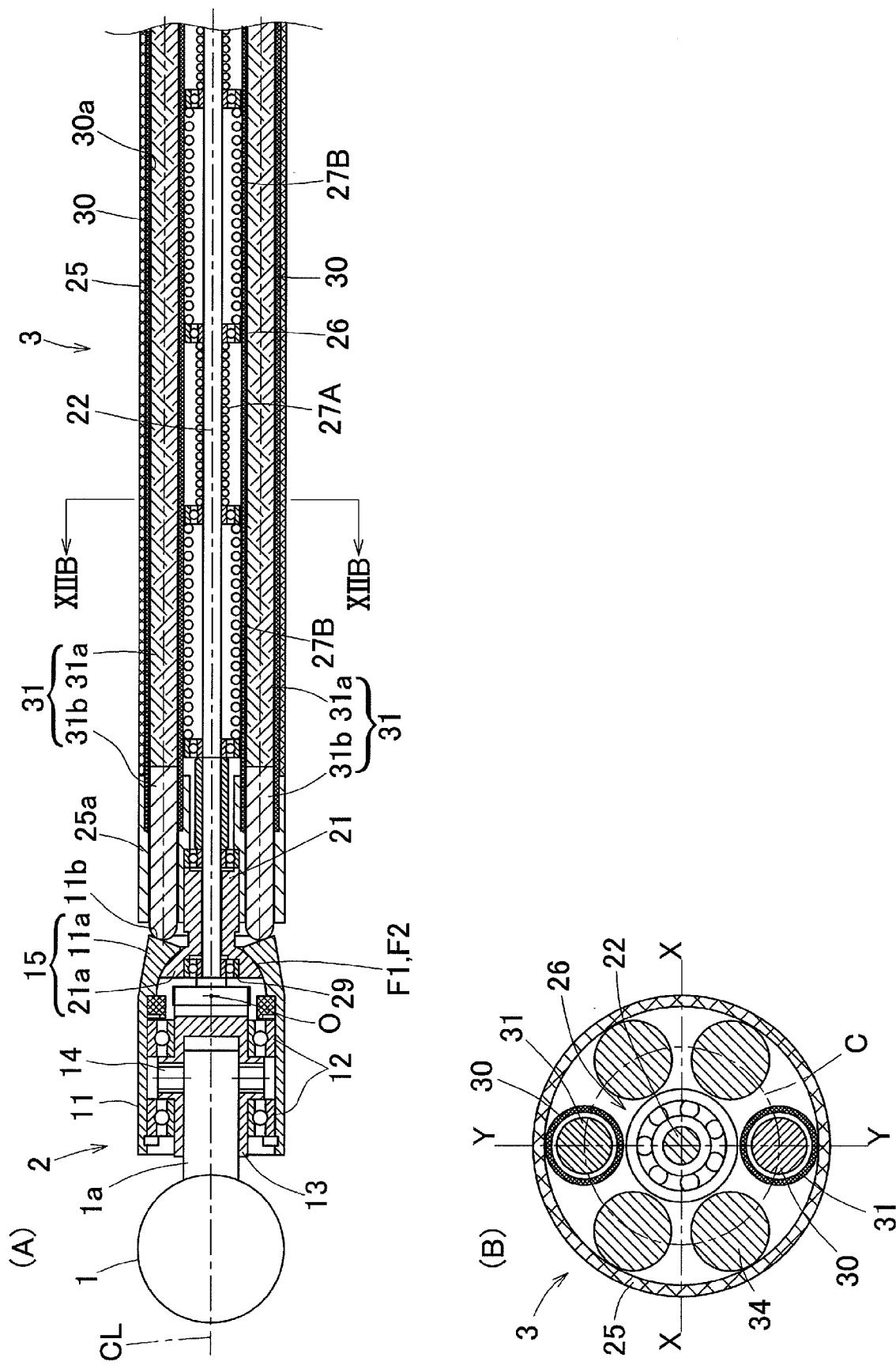
(A)



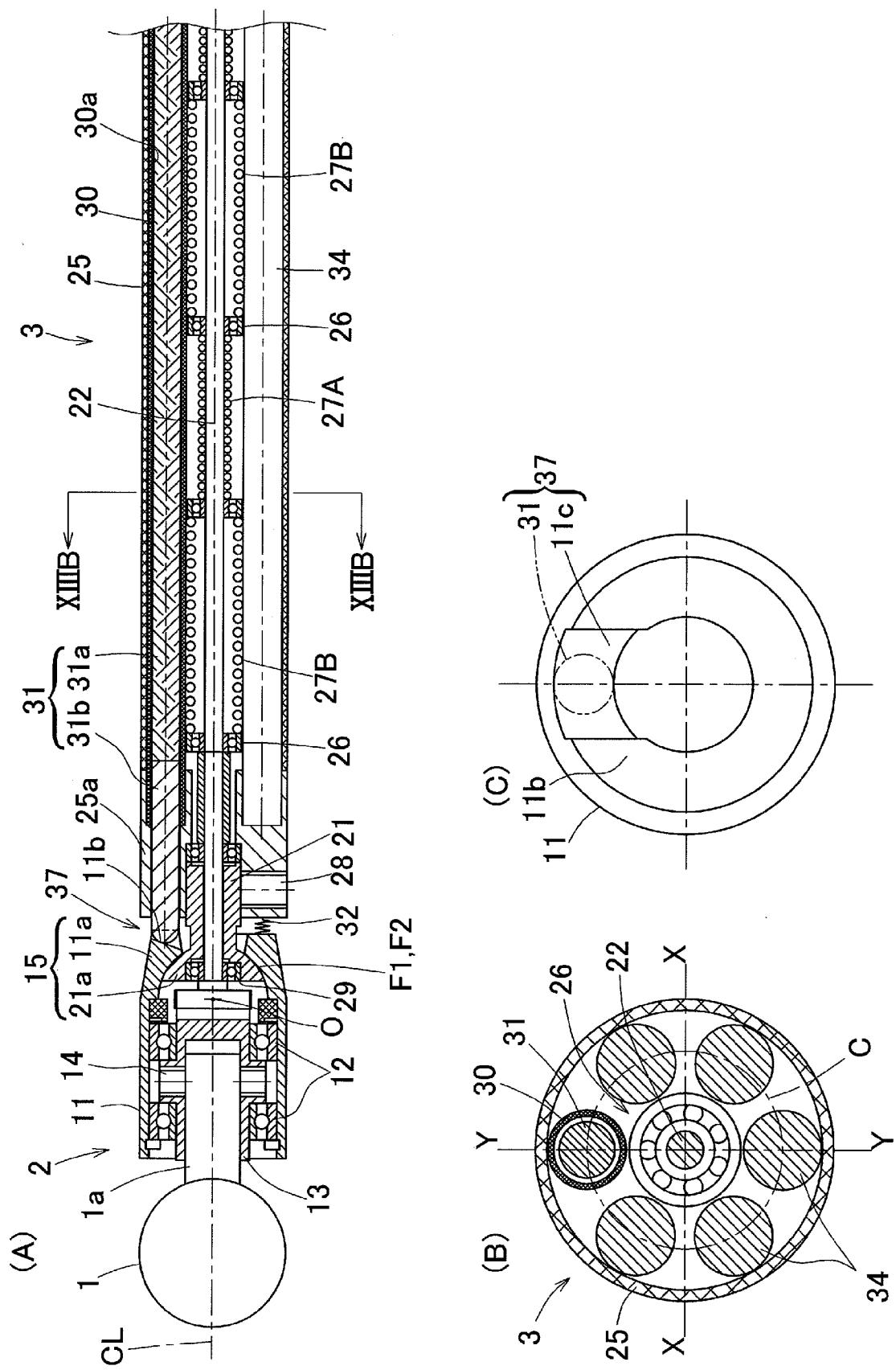
(B)



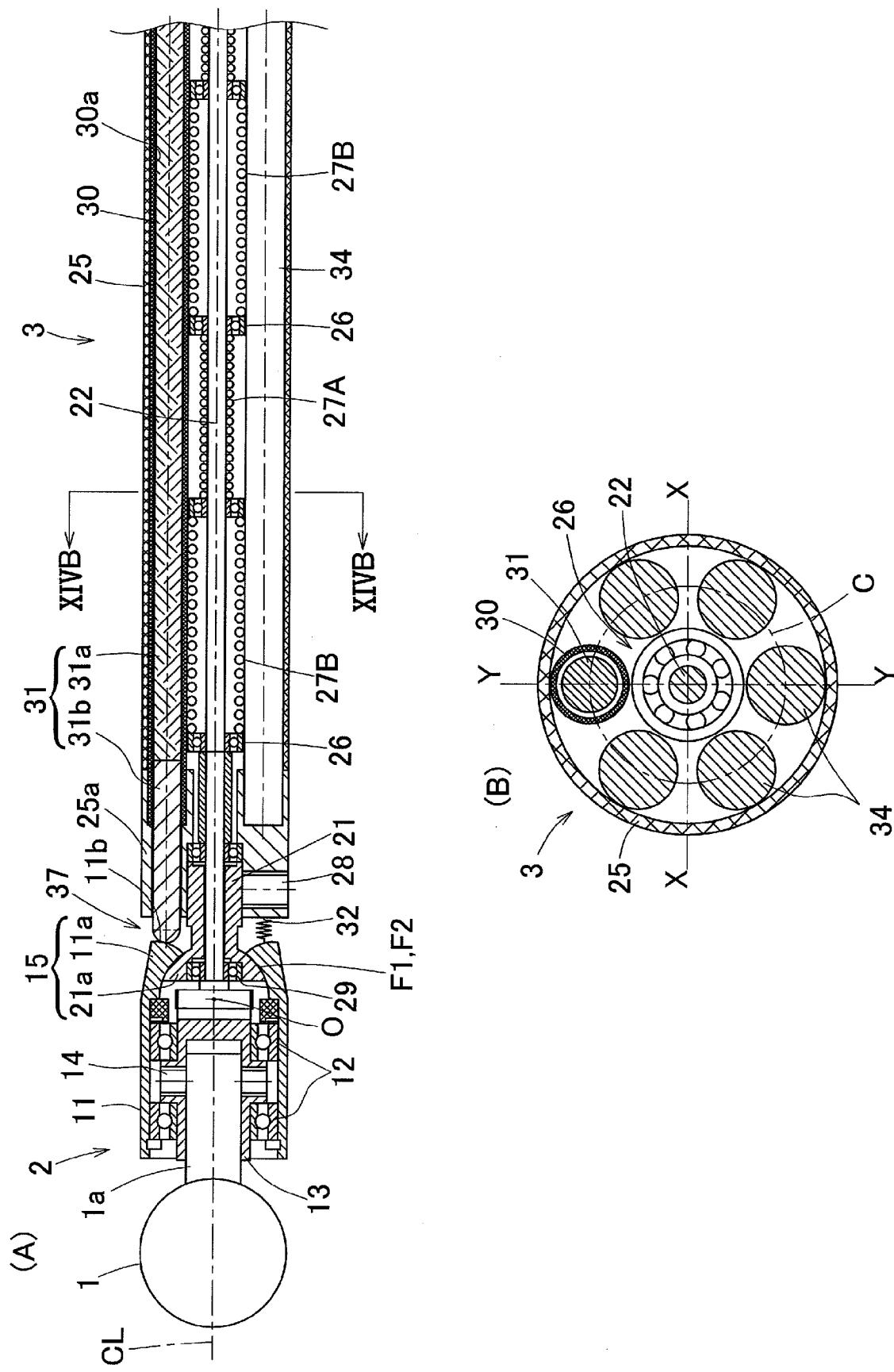
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/056304

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B17/56(2006.01)i, A61B17/16(2006.01)i, B23B39/14(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)

A61B17/56, A61B17/16, B23B39/14

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

<i>Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1922-1996</i>	<i>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</i>	<i>1996-2010</i>
<i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1971-2010</i>	<i>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1994-2010</i>

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.
Y A	JP 2005-528159 A (Office of Technology Licensing, Stanford University), 22 September 2005 (22.09.2005), paragraphs [0048] to [0055], [0063]; fig. 1, 4c, 4d, 6b & US 2003/0225364 A1 & WO 2003/101308 A1	1-6, 8-12 7
Y A	JP 2002-518067 A (Gary K. MICHELSON), 25 June 2002 (25.06.2002), paragraph [0020]; fig. 4A & US 6083228 A & WO 1999/063891 A1	1-6, 8-12 7

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
23 April, 2010 (23.04.10)

Date of mailing of the international search report
11 May, 2010 (11.05.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/056304

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2005-516662 A (Chana Gursharan SINGH), 09 June 2005 (09.06.2005), paragraphs [0099] to [0111]; fig. 3, 4 & US 2005/0131414 A1 & WO 2003/065906 A2	1-6, 8-12 7
Y	JP 2001-17446 A (Nakanishi Inc.), 23 January 2001 (23.01.2001), paragraphs [0009] to [0013]; fig. 2, 3 (Family: none)	8-11
Y	JP 2007-68636 A (Olympus Corp.), 22 March 2007 (22.03.2007), entire text; all drawings (Family: none)	8-11

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. A61B17/56(2006.01)i, A61B17/16(2006.01)i, B23B39/14(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. A61B17/56, A61B17/16, B23B39/14

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

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

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2005-528159 A (オフィス オブ テクノロジー ライセンシング スタンフォード ユニバーシティ) 2005.09.22, 段落【0048】-【0055】、【0063】、図1、4c、4d、6b & US 2003/0225364 A1 & WO 2003/101308 A1	1-6, 8-12 7
Y A	JP 2002-518067 A (ゲアリー ケイ. ミチエルソン) 2002.06.25, 段落【0020】、図4A & US 6083228 A & WO 1999/063891 A1	1-6, 8-12 7

 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 23.04.2010	国際調査報告の発送日 11.05.2010
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/JP） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 中島 成 電話番号 03-3581-1101 内線 3346 3 I 4424

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
Y A	JP 2005-516662 A (チャナ, ガーシャラン, シン) 2005.06.09, 段落【0099】-【0111】、図3、4 & US 2005/0131414 A1 & WO 2003/065906 A2	1-6, 8-12 7
Y	JP 2001-17446 A (株式会社ナカニシ) 2001.01.23, 段落【0009】-【0013】、図2、3 (ファミリーなし)	8-11
Y	JP 2007-68636 A (オリンパス株式会社) 2007.03.22, 全文、全図 (ファミリーなし)	8-11