

(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  
2017年10月26日(26.10.2017)



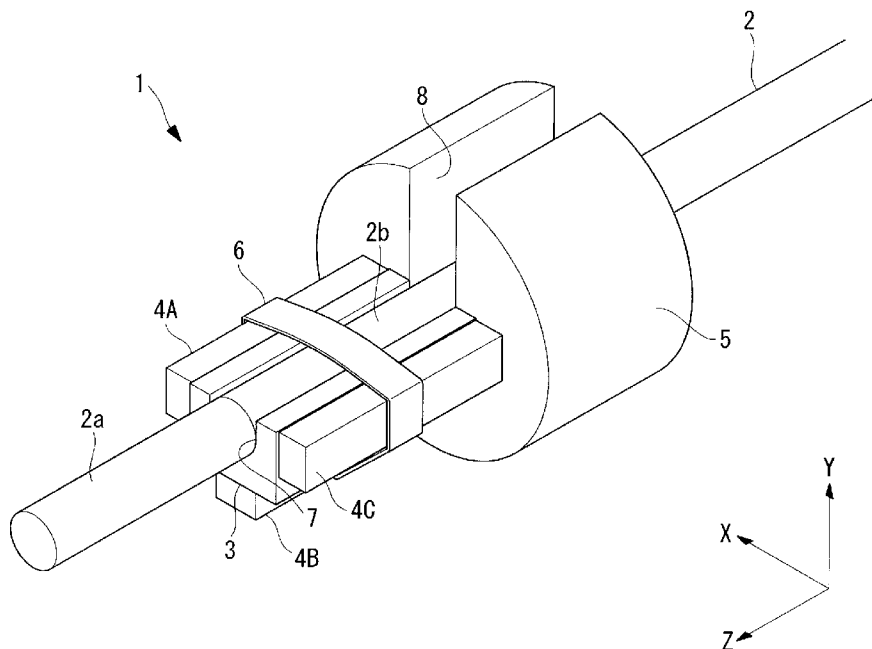
(10) 国際公開番号

WO 2017/183157 A1

- (51) 国際特許分類:  
*G02B 26/10* (2006.01)      *G02B 26/08* (2006.01)  
*A61B 1/00* (2006.01)      *H01L 41/09* (2006.01)  
*G02B 23/26* (2006.01)
- (21) 国際出願番号:                      PCT/JP2016/062650
- (22) 国際出願日:                      2016年4月21日(21.04.2016)
- (25) 国際出願の言語:                      日本語
- (26) 国際公開の言語:                      日本語
- (71) 出願人: オリンパス株式会社 (OLYMPUS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1928507 東京都八王子市石川町2951番地 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 葛西 靖明(KASAI, Yasuaki); 〒1928507 東京都八王子市石川町2951番地 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP). 横田 博一(YOKOTA, Hirokazu); 〒1928507 東京都八王子市石川町2951番地 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP). 鶴田 博士(TSURUTA, Hiroshi); 〒1928507 東京都八王子市石川町2951番地 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP). 安見 卓志(YASUMI, Takashi); 〒1928507 東京都八王子市石川町2951番地 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 上田 邦生, 外 (UEDA, Kunio et al.); 〒2208137 神奈川県横浜市西区みなとみらい2-2-1 横浜ランドマークタワー37F Kanagawa (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,

(54) Title: OPTICAL FIBER SCANNER, ILLUMINATION DEVICE, AND OBSERVATION DEVICE

(54) 発明の名称: 光ファイバスキャナ、照明装置および観察装置



(57) Abstract: An optical fiber scanner (1) is provided with the following: an optical fiber (2); an elastic member (3) which is fixed to the outer circumferential surface of the optical fiber (2) and which covers a longitudinal-direction portion of the optical fiber (2); piezoelectric elements (4A, 4B, 4C) which are fixed to the outer surface of the elastic member (3); and an insertion portion (7) which is formed in the elastic member (3) from the distal end surface thereof to the base end surface thereof, which has an opening on the radial outer side of the optical fiber (2), and into which a longitudinal-direction



WO 2017/183157 A1

BA, BB, BG, BH, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

portion of the optical fiber (2) is disposed.

(57) 要約 : 光ファイバスキャナ (1) は、光ファイバ (2) と、該光ファイバ (2) の外周面に固定され、該光ファイバ (2) の長手方向の一部分を覆う弾性部材 (3) と、該弾性部材 (3) の外面に固定された圧電素子 (4 A, 4 B, 4 C) と、弾性部材 (3) に先端面から基端面まで形成され、光ファイバ (2) の径方向外側に開口を有し、光ファイバ (2) の長手方向の一部分が配置される嵌込部 (7) とを備える。

## 明 細 書

**発明の名称**：光ファイバスキャナ、照明装置および観察装置

### 技術分野

[0001] 本発明は、光ファイバスキャナ、照明装置および観察装置に関するものである。

### 背景技術

[0002] 従来、片持ち梁状に支持された光ファイバと、該光ファイバの外周面に固定された圧電素子とを備え、圧電素子によって光ファイバを屈曲振動させて光ファイバの先端面から射出される光を走査する光ファイバスキャナが知られている（例えば、特許文献1参照。）。特許文献1の光ファイバスキャナにおいては、筒状の圧電素子の貫通孔内に光ファイバが長手方向に挿入されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特許第5069310号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1の光ファイバスキャナを組み立てるためには、圧電素子の貫通孔内に光ファイバを長手方向に挿入する作業が必要となる。しかしながら、この挿入作業を、折れや傷等の損傷を光ファイバに生じることなく行うことは難しい。光ファイバに損傷が生じると、光ファイバスキャナの性能が低下したり性能に個体差が生じたりするという問題がある。特に光ファイバの先端面が損傷されると、先端面からの光の射出量が低下して画像の明るさが低下したり、光ビームのスポット径が大きくなって画像の分解能が低下したりするなどの性能の低下を招く。

[0005] 本発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであって、組立作業を容易に行うことができる光ファイバスキャナおよびこれを備える照明装置および

観察装置を提供することを目的とする。

### 課題を解決するための手段

[0006] 上記目的を達成するため、本発明は以下の手段を提供する。

本発明の第1の態様は、長手軸を有し、先端部から光を射出する光ファイバと、該光ファイバの前記先端部よりも前記光ファイバの基端部側の位置において前記光ファイバの外周面に固定され、該光ファイバの長手方向の一部分を覆う弾性部材と、該弾性部材の外面に固定され、電圧の印加によって前記光ファイバの長手方向に伸縮する圧電素子と、前記弾性部材に先端面から基端面まで形成され、前記光ファイバの径方向外側に開口を有し、前記光ファイバの前記長手方向の一部分が配置される嵌込部とを備える光ファイバスキヤナである。

[0007] 本発明の第1の態様によれば、圧電素子に電圧が印加されると、圧電素子が光ファイバの長手方向に変形し、圧電素子が固定されている弾性部材および光ファイバが屈曲変形し、光ファイバの先端が径方向に変位する。これにより、光ファイバの先端から射出される光を走査することができる。

[0008] この場合に、光ファイバが配置されている弾性部材の嵌込部は、弾性部材の先端側および基端側のみならず径方向外側にも開口している。したがって、光ファイバスキヤナの組み立て工程において、光ファイバを、長手方向ではなく径方向に開口を介して嵌込部内に嵌め込むことによって、光ファイバと弾性部材との組み立て作業を容易に行うことができる。

[0009] 上記第1の態様においては、前記嵌込部の前記開口が、前記長手軸に直交する方向に前記光ファイバの直径寸法よりも大きな幅を有していてもよい。

このようにすることで、嵌込部の開口近傍が硬質な材料から形成されている場合であっても、開口を介して嵌込部内に光ファイバを嵌め込むことができる。なお、嵌込部の開口近傍が弾性材料から形成されている場合には、開口の幅が光ファイバの直径以下であってもよい。

[0010] 上記第1の態様においては、前記嵌込部の径方向外側に設けられ、前記嵌込部を幅方向に覆う押さえ部材を備えていてもよい。

このようにすることで、光ファイバを嵌込部内により安定的に保持することができる。

[0011] 上記第1の態様においては、前記圧電素子よりも基端部側において前記光ファイバの径方向外側に設けられるとともに前記弾性部材と固定され、前記弾性部材よりも大きな外径寸法を有する筒状の保持部材を備え、該保持部材は、前記弾性部材の前記嵌込部と長手方向に連通し、前記弾性部材の前記嵌込部と同一側に開口を有し、前記光ファイバが配置される保持部材側嵌込部を備えていてもよい。前記保持部材側嵌込部の前記開口が、前記長手軸に直交する方向に前記光ファイバの直径寸法よりも大きな幅を有していてもよい。

このようにすることで、光ファイバスキャナの組み立て工程において、嵌込部および保持部材側嵌込部の両方に同時に光ファイバを径方向に嵌め込むことができる。

[0012] 上記第1の態様においては、前記嵌込部は、長手方向に交差する断面において略半円形状を有するU字溝または四角形状を有する角溝であってもよい。また、上記第1の態様においては、前記弾性部材は、周の一部分が先端から基端まで長手方向に切り欠かれた角筒状または略半円筒状の外表面を有していてもよい。

このようにすることで、弾性部材の外表面および嵌込部の内表面形状を、特に3個の圧電素子を備える場合に好適な形状とすることができる。

[0013] 上記第1の態様においては、前記圧電素子が、前記光ファイバの中心軸を該光ファイバの径方向に跨ぐように配置されていてもよい。

このようにすることで、光ファイバの中心軸に直交するベクトル成分を有する変形力を光ファイバに与えることができる。

[0014] 上記第1の態様においては、3つの前記圧電素子および前記嵌込部の開口が、前記光ファイバの周方向に均等に間隔をあけて配置され、前記嵌込部の開口と前記径方向に対向する位置に配置されている圧電素子の厚さが、他の2つの前記圧電素子の厚さよりも大きくてもよい。

このようにすることで、光ファイバは、嵌込部の開口と対向する単一の圧電素子と、他の2つの圧電素子とによって、互いに直交する第1の方向および第2の方向に屈曲変形される。この場合に、第1の方向における光ファイバの屈曲振動の共振周波数と第2の方向における光ファイバの屈曲振動の共振周波数とが近くなり、光ファイバの振動をより安定させることができる。

[0015] 上記第1の態様においては、3つの前記圧電素子および前記嵌込部の開口が、前記光ファイバの周方向に均等に間隔をあけて配置され、前記嵌込部の開口と前記径方向に対向する位置に配置されている圧電素子は、他の2つの前記圧電素子を形成する材料に比べて、前記電圧に対する変形量大きい材料から形成されていてもよい。

このようにすることで、光ファイバは、嵌込部の開口と対向する単一の圧電素子と、他の2つの圧電素子とによって、互いに直交する第1の方向および第2の方向に屈曲変形される。この場合に、3つの圧電素子に等しい大きさの電圧を印加したときに、単一の圧電素子による第1の方向の光ファイバの変形量と、他の2つの圧電素子による第2の方向の光ファイバの変形量とが等しくなる。これにより、3つの圧電素子に印加する電圧の制御を容易にすることができる。

[0016] 本発明の第2の態様は、照明光を発生する光源と、該光源に前記光ファイバの基端が接続される第1の態様に係る光ファイバスキャナとを備える照明装置である。

本発明の第3の態様は、第2の態様に係る照明装置と、該照明装置からの照明光が被写体に照射されることにより、被写体から戻る戻り光を検出する光検出部と、前記圧電素子に前記電圧を供給する電圧供給部とを備える観察装置である。

### 発明の効果

[0017] 本発明によれば、組立作業を容易に行うことができるという効果を奏する。

### 図面の簡単な説明

[0018] [図1]本発明の一実施形態に係る光ファイバスキャナおよび照明装置を備える観察装置の全体構成図である。

[図2]図1の観察装置の内視鏡の挿入部先端の内部構成を示す長手軸に沿った縦断面図である。

[図3A]図2の光ファイバスキャナの斜視図である。

[図3B]図3Aの光ファイバスキャナを先端側から長手軸方向に見た正面図である。

[図4]図2の光ファイバスキャナの変形例を先端側から長手軸方向に見た正面図である。

[図5]図2の光ファイバスキャナの他の変形例を先端側から長手軸方向に見た正面図である。

[図6]図2の光ファイバスキャナの他の変形例を先端側から長手軸方向に見た正面図である。

[図7A]図2の光ファイバスキャナの他の変形例の斜視図である。

[図7B]図7Aの光ファイバスキャナを先端側から長手軸方向に見た正面図である。

[図8]図2の光ファイバスキャナの他の変形例を先端側から長手軸方向に見た正面図である。

[図9]図2の光ファイバスキャナの他の変形例を先端側から長手軸方向に見た正面図である。

### 発明を実施するための形態

[0019] 以下に、本発明の一実施形態に係る光ファイバスキャナ1、照明装置10および観察装置100について図面を参照して説明する。

本実施形態に係る観察装置100は、図1に示されるように、細長い挿入部20aを有する内視鏡20と、該内視鏡20に接続された制御装置本体30と、該制御装置本体30に接続されたディスプレイ40とを備えている。観察装置100は、内視鏡20の挿入部20aの先端から射出される照明光を被写体A上でスパイラル状の走査軌跡Bに沿って走査し、被写体Aの画像

を取得する光走査型内視鏡装置である。

[0020] 観察装置100は、図2に示されるように、被写体Aに照明光を照射する照明装置10と、照明光が照射されることによって被写体Aから戻る戻り光を検出するフォトダイオードのような光検出器（光検出部）60と、照明装置10および光検出器60を駆動制御する駆動制御装置（電圧供給部）70とをさらに備えている。光検出器60および駆動制御装置70は制御装置本体30内に設けられている。

[0021] 照明装置10は、制御装置本体30内に設けられ照明光を発生する光源50と、挿入部20a内に設けられ、光源50から発せられた照明光を導光して先端から射出する照明用の光ファイバ2を有する光ファイバスキャナ1と、光ファイバ2よりも先端側に配置され、光ファイバ2から射出された照明光を集光させる集光レンズ11と、光ファイバスキャナ1および集光レンズ11を収納する細長い筒状の枠体12と、該枠体12の外周面上に周方向に配列して設けられ、被写体Aからの戻り光（例えば、照明光の反射光または蛍光）を光検出器60に導光する複数の検出用の光ファイバ13とを備えている。

[0022] 光ファイバスキャナ1は、図2から図3Bに示されるように、光ファイバ2と、光ファイバ2の外周面に固定された弾性部材3と、該弾性部材3の外周面に固定された複数枚の圧電素子4A、4B、4Cと、該圧電素子4A、4B、4Cよりも基端側において光ファイバ2に設けられ光ファイバ2を枠体12に固定する保持部材5と、弾性部材3に設けられた押さえ部材6とを備えている。図2において、押さえ部材6は省略されている。

[0023] 光ファイバ2は、マルチモードファイバまたはシングルモードファイバであり、長手軸を有する円柱状のガラス材からなる。光ファイバ2の外周面には、該光ファイバ2を補強および保護するための樹脂コーティング2bが施されている。図2および図3Aに示される光ファイバ2は、基端から弾性部材3の先端まで樹脂コーティング2bが施されているが、基端から先端まで樹脂コーティング2bが施されていてもよい。光ファイバ2は、枠体12の

長手方向に沿って配され、枠体 12 の基端から制御装置本体 30 へ延びている。光ファイバ 2 の先端は枠体 12 の内部の先端部近傍に配置され、光ファイバ 2 の基端は制御装置本体 30 内の光源 50 に接続されている。

[0024] 弾性部材 3 は、光ファイバ 2 の先端部よりも該光ファイバ 2 の基端部側の位置において光ファイバ 2 の外周面に設けられている。以下、弾性部材 3 の先端面から先端側に突出している光ファイバ 2 の先端部分を突出部 2 a という。弾性部材 3 は、図 3 A および図 3 B に示されるように、3 つの平坦な側面と、嵌込部 7 が形成された 1 つの側面とを有する四角柱状である。

[0025] 嵌込部 7 は、弾性部材 3 の長手方向に直交する横断面において略半円形状を有する U 字溝からなり、弾性部材 3 の先端面から基端面まで弾性部材 3 の全長にわたって長手方向に形成されている。光ファイバ 2 は嵌込部 7 内に長手方向に配置され、嵌込部 7 の内面と光ファイバ 2 の外周面とがエポキシ系接着剤によって互いに固定されている。

[0026] 弾性部材 3 の側面における嵌込部 7 の開口の幅寸法（長手方向に直交する方向における寸法）は、光ファイバ 2 の直径寸法以上である。したがって、光ファイバ 2 を嵌込部 7 内へ径方向に嵌め込むことができるようになっている。嵌込部 7 の深さ寸法（嵌込部 7 が形成されている側面に直交する方向における寸法）は、光ファイバ 2 の半径寸法よりも大きくなっている。したがって、嵌込部 7 内に嵌め込まれた光ファイバ 2 の中心軸が嵌込部 7 内に位置するようになっている。

[0027] 弾性部材 3 は、弾性と高い剛性とを有する材質から構成されている。このような材質は、例えば、金属（ニッケル、ステンレス鋼、鉄、アルミニウム合金、チタン等）、合成樹脂（硬性プラスチック）、ガラスおよびカーボンから選択される。後述するように、弾性部材 3 を共通グラウンド（GND）として用いる場合には、弾性部材 3 が少なくとも表面において導電性を有するように、弾性部材 3 は、導電性の金属材料から構成されるか、または導電性の金属材料からなる被膜が表面に形成される。

[0028] 圧電素子 4 A, 4 B, 4 C は、例えば、チタン酸ジルコン酸鉛（PZT）

などの圧電セラミックス材料からなる矩形の平板状である。圧電素子 4 A, 4 B, 4 C は、表面に+の電極処理が施され、裏面に-の電極処理が施されており、これによって+極から-極に向かって板厚方向に分極している。図中の圧電素子 4 A, 4 B, 4 C に付されている矢印は、圧電素子 4 A, 4 B, 4 C の分極方向を示している。

[0029] 圧電素子 4 A, 4 B, 4 C は、弾性部材 3 の 4 つの側面のうち、嵌込部 7 が形成されている側面以外の 3 つの平坦な側面に 1 枚ずつ、エポキシ系接着剤によって固定されている。これにより、3 枚の圧電素子 4 A, 4 B, 4 C および嵌込部 7 の開口は、光ファイバ 2 の周方向に略均等に間隔をあけて配置されている。以下、光ファイバ 2 の長手方向を Z 方向とし、光ファイバ 2 の互いに直交する 2 つの径方向を X 方向および Y 方向とする。特に、嵌込部 7 の幅方向を X 方向とし、嵌込部 7 の深さ方向を Y 方向とする。

[0030] 3 枚の圧電素子は、A 相(X 方向)用の 2 枚の圧電素子 4 A, 4 C と、B 相(Y 方向)用の 1 枚の圧電素子 4 B とからなる。図 3 B に示されるように、A 相用の 2 枚の圧電素子 4 A, 4 C は、分極方向が X 方向に平行になりかつ互いに同一の側を向くように、配置されている。B 相用の圧電素子 4 B は、分極方向が Y 方向に平行になるように配置されている。さらに、A 相用の圧電素子 4 A, 4 C は光ファイバ 2 の中心軸を Y 方向に跨ぐように、B 相用の圧電素子 4 B は光ファイバ 2 の中心軸を X 方向に跨ぐように、それぞれ配置されている。

[0031] A 相用の 2 枚の圧電素子 4 A, 4 C には A 相用のリード線 (図示略) が導電性接着剤によって接続され、B 相用の 1 枚の圧電素子 4 B には B 相用のリード線 (図示略) が導電性接着剤によって接続され、保持部材 5 には GND 用のリード線 (図示略) が導電性接着剤によって接続されている。A 相用、B 相用および GND 用のリード線は、制御装置本体 30 内の駆動制御装置 70 に接続されている。

[0032] 保持部材 5 は、弾性部材 3 よりも大きな外形寸法を有する円柱状であり、外周面の周方向の一部分に嵌込部 (保持部材側嵌込部) 8 が形成されている

。嵌込部 8 は、保持部材 5 の長手方向に直交する横断面において U 字状の内面を有する U 字溝からなり、保持部材 5 の先端面から基端面まで保持部材 5 の全長にわたって長手方向に形成されている。嵌込部 8 は、嵌込部 7 と長手方向に連通するように嵌込部 7 と一列に並んで配置されている。光ファイバ 2 は嵌込部 8 内に長手方向に配置され、嵌込部 8 の内面と光ファイバ 2 の外周面とがエポキシ系接着剤によって互いに固定されている。

[0033] 保持部材 5 の外周面における嵌込部 8 の開口の幅寸法（長手方向に直交する方向における寸法）は、光ファイバ 2 の直径寸法以上である。したがって、光ファイバ 2 を嵌込部 8 内へ径方向に嵌め込むことができるようになっている。

[0034] 保持部材 5 の先端面は、弾性部材 3 の基端面と接触して配置され該弾性部材 3 の基端面と導電性接着剤によって固定されている。保持部材 5 の外周面は、枠体 1 2 の内壁に固定されている。これにより、弾性部材 3 および光ファイバ 2 の突出部 2 a は、先端を自由端とする片持ち梁状に保持部材 5 によって支持されている。

[0035] 光ファイバ 2 は、樹脂コーティングに代えて、金属コーティングが外周面に施されていてもよい。このようにすることで、光ファイバ 2 と弾性部材 3 および保持部材 5 との固定に、エポキシ系接着剤または半田を使用することができる。

[0036] 駆動制御装置 7 0 は、A 相用のリード線を介して圧電素子 4 A, 4 C に所定の駆動周波数を有する A 相の交番電圧を印加し、B 相用のリード線を介して圧電素子 4 B に所定の駆動周波数を有する B 相の交番電圧を印加する。所定の駆動周波数は、光ファイバ 2 の突出部 2 a の固有振動数と等しい周波数または固有振動数の近傍の周波数に設定される。ここで、駆動制御装置 7 0 は、位相が互いに  $\pi/2$  だけ異なり、かつ、振幅が正弦波状に時間変化する A 相の交番電圧および B 相の交番電圧を A 相用のリード線および B 相用のリード線にそれぞれ供給する。

[0037] 押さえ部材 6 は、例えば、リングのような周方向に弾性を有する環状の

部材か、または熱収縮チューブからなる。押さえ部材6は、弾性部材3および圧電素子4A、4B、4Cの周囲に巻かれ、弾性部材3の側面における嵌込部7の開口を幅方向に覆うように配置されている。押さえ部材6は、圧電素子4A、4B、4Cを介して弾性部材3に固定されている。このような押さえ部材6によって、光ファイバ2が嵌込部7、8内にさらに安定に保持されるようになっている。ここで、押さえ部材6は、光ファイバ2の応力が最大となる圧電素子4A、4B、4Cの長手方向の中心またはその近傍を通るように、設けられていることが好ましい。図2および図3Aにおいては弾性部材3のみに押さえ部材6が設けられているが、もう1つの押さえ部材が保持部材5にも設けられていてもよい。

[0038] 次に、このように構成された光ファイバスキャナ1、照明装置10および観察装置100の作用について説明する。

本実施形態に係る観察装置100を用いて被写体Aを観察するには、駆動制御装置70を作動させ、光源50から光ファイバ2に照明光を供給させるとともに、リード線を介して圧電素子4A、4B、4Cに所定の駆動周波数を有する交番電圧を印加させる。

[0039] A相の交番電圧が印加された圧電素子4A、4Cは、分極方向に直交するZ方向に伸縮振動する。このときに、2枚の圧電素子4A、4Cのうち、一方がZ方向に縮み、他方がZ方向に伸びることにより、弾性部材3に、保持部材5の位置を節とするX方向の屈曲振動が励起される。そして、弾性部材3の屈曲振動が光ファイバ2に伝達されることにより、突出部2aが交番電圧の駆動周波数と等しい周波数でX方向に屈曲振動して光ファイバ2の先端がX方向に振動し、先端から射出される照明光がX方向に直線的に走査される。

[0040] B相の交番電圧が印加された圧電素子4Bは、分極方向に直交するZ方向に伸縮振動し、弾性部材3に保持部材5の位置を節とするY方向の屈曲振動が励起される。そして、弾性部材3の屈曲振動が光ファイバ2に伝達されることにより、突出部2aが交番電圧の駆動周波数と等しい周波数でY方向に

屈曲振動し、先端から射出される照明光がY方向に直線的に走査される。

[0041] ここで、A相の交番電圧の位相とB相の交番電圧の位相とは互いに $\pi/2$ ずれており、かつ、A相の交番電圧およびB相の交番電圧の振幅が正弦波状に時間変化することによって、光ファイバ2の先端がスパイラル状の軌跡に沿って振動し、照明光が被写体A上においてスパイラル状の軌跡に沿って2次元的に走査される。また、駆動周波数は突出部2aの固有振動数と等しいまたは近傍の周波数であるので、突出部2aを効率的に励振させることができる。

[0042] このときに、弾性部材3を介して3枚の圧電素子4A、4B、4Cの弾性部材3側の電極と電氣的に接続されている保持部材5は、共通GNDとして機能するようになっている。さらに、保持部材5と電氣的に接続されている枠体12も、共通GNDとして機能するようになっている。

[0043] 被写体Aからの戻り光は、複数本の光ファイバ13によって受光され、その強度が光検出器60によって検出される。駆動制御装置70は、照明光の走査周期と同期して光検出器60に戻り光を検出させ、検出された戻り光の強度を照明光の走査位置と対応付けることによって被写体Aの画像を生成する。生成された画像は、制御装置本体30からディスプレイ40に出力され該ディスプレイ40に表示される。

[0044] ここで、光ファイバスキャナ1の組み立て方法について説明する。

まず、2つの嵌込部7、8が一行に並び、かつ、同一側に開口するように、弾性部材3の基端面と保持部材5の先端面とを接合して、一体化された弾性部材3および保持部材5からなるユニットを組み立てる。次に、ユニットの嵌込部7、8の内面に接着剤を塗布し、嵌込部7、8内に光ファイバ2を径方向に嵌め込み、接着剤を硬化させる。これにより、光ファイバ2と弾性部材3と保持部材5とを組み立てることができる。

[0045] このように、弾性部材3および保持部材5からなるユニットには、径方向外側に開口し光ファイバ2の直径以上の幅寸法を有する嵌込部7、8が全長にわたって設けられているので、光ファイバ2を長手方向ではなく径方向に

嵌込部 7, 8 内に挿入することができ、弾性部材 3 および保持部材 5 と光ファイバ 2 とを容易に組み立てることができる。これにより、光ファイバ 2 が折れたり光ファイバ 2 の外周面、特に先端面に傷が付いたりすることを防止し、所望の走査性能を有する光ファイバスキャナ 1 を安定的に製造することができるという利点がある。

[0046] 本実施形態においては、嵌込部 7 の径方向外側の開口が光ファイバ 2 の直径寸法以上の幅寸法を有することとしたが、嵌込部 7 の近傍における弾性部材 3 の弾性変形によって開口の幅寸法を一時的に拡大することが可能である場合には、嵌込部 7 の径方向外側の開口の幅寸法が光ファイバ 2 の直径寸法よりも小さくてもよい。例えば、自然状態（外力が作用していない状態）において開口の少なくとも一部分が閉塞しており、光ファイバ 2 の嵌め込み時に開口の幅を拡大してもよい。

同様に、嵌込部 8 の近傍において保持部材 5 が弾性材料から形成され、弾性材料の弾性変形によって開口の幅寸法を一時的に拡大することが可能である場合には、嵌込部 8 の径方向外側の開口の幅寸法が光ファイバ 2 の直径寸法よりも小さくてもよい。

[0047] 本実施形態においては、弾性部材 3 が、1 つの側面の一部分が長手方向に切り欠かれた四角筒状の外表面を有し、嵌込部 7 が U 字溝からなることとしたが、弾性部材 3 の外表面形状および嵌込部 7 の内表面形状は適宜変更可能である。

図 4 から図 6 には、弾性部材 3 および嵌込部 7 の形状の変形例が示されている。図 4 から図 6 において、保持部材 5 および押さえ部材 6 の図示は省略している。

[0048] 図 4 の嵌込部 7 は、矩形の横断面形状を有する角溝からなる。

図 5 の弾性部材 3 は、略半円筒状の外表面形状を有し、U 字溝からなる嵌込部 7 が平坦面に形成されている。

図 6 の弾性部材 3 は、円柱の一部分を長手方向に切り欠いた部分円柱状であり、角溝からなる嵌込部 7 が形成されている。

[0049] 図4および図6のように、角溝からなる嵌込部7を採用した場合には、光ファイバ2の外周面と弾性部材3とが、面接触ではなく線接触する。この場合には、圧電素子4A、4B、4Cからの駆動力が狭い接触領域のみから光ファイバ2に伝達し、不要な力が光ファイバ2に伝播されないため、光ファイバ2の走査特性をさらに安定させることができるという利点がある。

[0050] 本実施形態においては、嵌込部7が、Y方向の一侧においてのみ開口することとしたが、これに代えて、図7Aから図8に示されるように、X方向の一侧においても開口していてもよい。この場合には、弾性部材3は、略L字状の横断面形状を有する。弾性部材3の外面は、図7Aおよび図7Bに示されるように、互いに垂直な2つの平坦面から構成されていてもよく、図8に示されるように、略半円筒面であってもよい。図8において、保持部材5および押さえ部材6の図示は省略している。

図7Aから図8に示されるように、略L字状の弾性部材3には、A相用の圧電素子4AおよびB相用の圧電素子4Bが1つずつ設けられる。

[0051] 本実施形態においては、3枚の圧電素子4A、4B、4Cおよび嵌込部7の開口が光ファイバ2の周方向に略均等に間隔をあけて配置される構成において、互いに等しい厚さ寸法を有する圧電素子4A、4B、4Cを図3Aから図6に例示したが、これに代えて、図9に示されるように、嵌込部7の開口と光ファイバ2の径方向に対向する位置に配置されているB相用の圧電素子4Bが、他の2枚のA相用の圧電素子4A、4Cの厚さ寸法の2倍の厚さ寸法を有していてもよい。図9において、保持部材5および押さえ部材6の図示は省略している。図9には、部分円筒状の弾性部材3および角溝からなる嵌込部7が示されているが、図3Bから図5に示される形状の弾性部材3および嵌込部7を採用してもよい。

[0052] このようにすることで、突出部2aのX方向における屈曲振動の共振周波数とY方向における屈曲振動の共振周波数とが等しくなるので、突出部2aをより安定的に屈曲振動させることができ、より安定した走査軌跡Bを得ることができる。さらに、A相およびB相の交番電圧の大きさを等しくするこ

とによって、X方向およびY方向における突出部2 aの屈曲振動の振幅が等しくなる。すなわち、全ての圧電素子4 A, 4 B, 4 Cに等しい大きさの交番電圧を供給すればよいので、交番電圧の制御を容易にすることができる。

[0053] あるいは、3枚の圧電素子4 A, 4 B, 4 Cおよび嵌込部7の開口が光ファイバ2の周方向に略均等に間隔をあけて配置される構成において、A相用の圧電素子4 A, 4 CおよびB相用の圧電素子4 Bが、図3 Aから図6に示されるように、互いに等しい厚さ寸法を有し、B相用の圧電素子4 Bの材料として、A相用の圧電素子4 A, 4 Cの材料の圧電定数 $d_{31}$ の2倍の圧電定数 $d_{31}$ を有する材料を採用してもよい。圧電定数 $d_{31}$ は、交番電圧に対する圧電素子のZ方向の変形量を表す値であり、圧電定数 $d_{31}$ が大きい程、同一の大きさの交番電圧に対する圧電素子のZ方向の変形量が大きいことを意味する。

このようにしても、A相およびB相の交番電圧の大きさを等しくすることができる。

[0054] 本実施形態においては、弾性部材3および保持部材5が別々の部材からなることとしたが、これに代えて、単一の部材から形成されていてもよい。また、弾性部材3が、圧電素子4 A, 4 B, 4 Cの基端側へ延びるより長い形状を有し、弾性部材3の外周面に保持部材5が固定されていてもよい。

## 符号の説明

- [0055] 1 光ファイバスキャナ  
2 光ファイバ  
3 弾性部材  
4 A, 4 B, 4 C 圧電素子  
5 保持部材  
6 押さえ部材  
7, 8 嵌込部  
10 照明装置  
11 集光レンズ

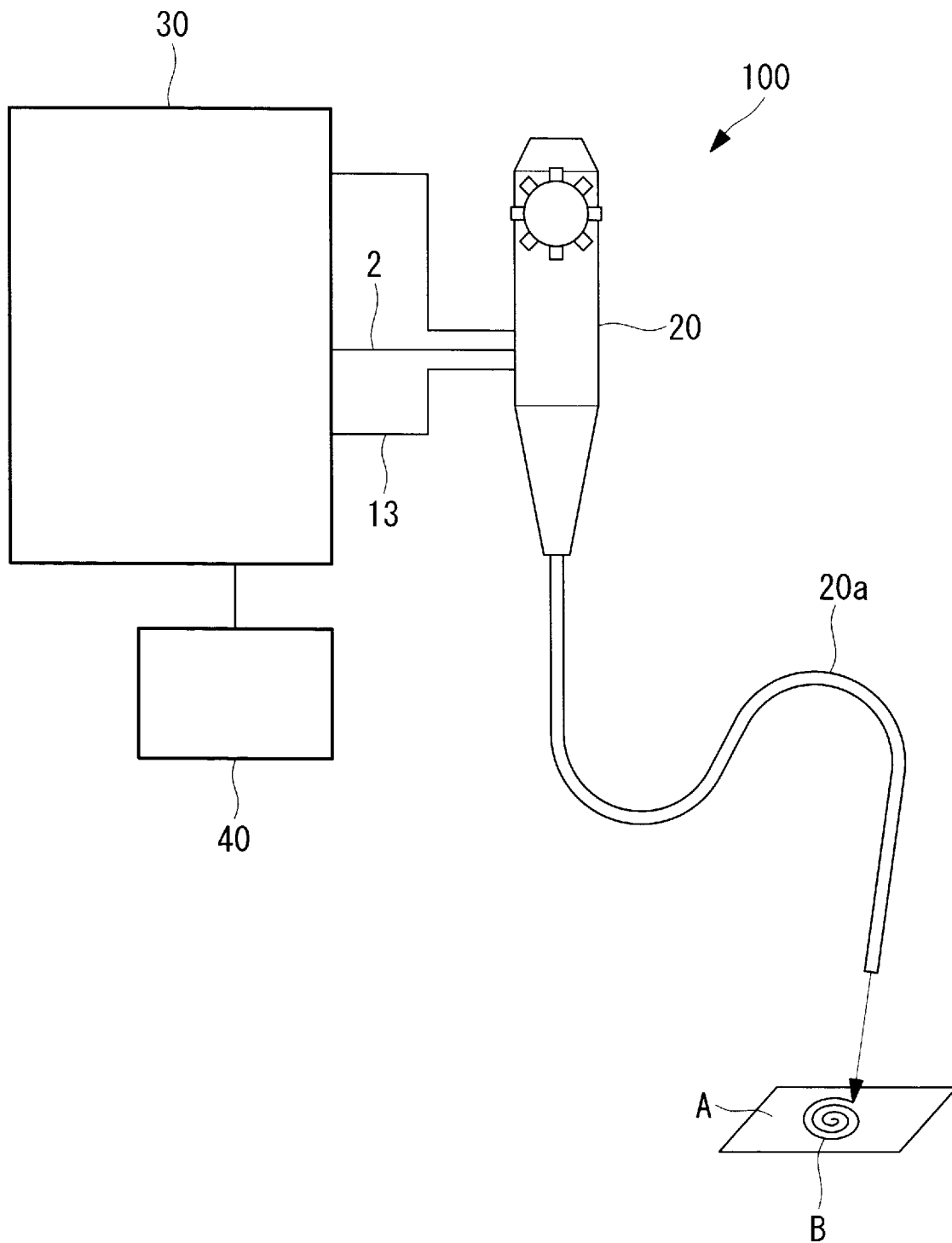
- 1 2 枠体
- 1 3 光ファイバ
- 2 0 内視鏡
- 2 0 a 挿入部
- 3 0 制御装置本体
- 4 0 ディスプレイ
- 5 0 光源
- 6 0 光検出器（光検出部）
- 7 0 駆動制御装置
- 1 0 0 観察装置
- A 被写体
- B 走査軌跡

## 請求の範囲

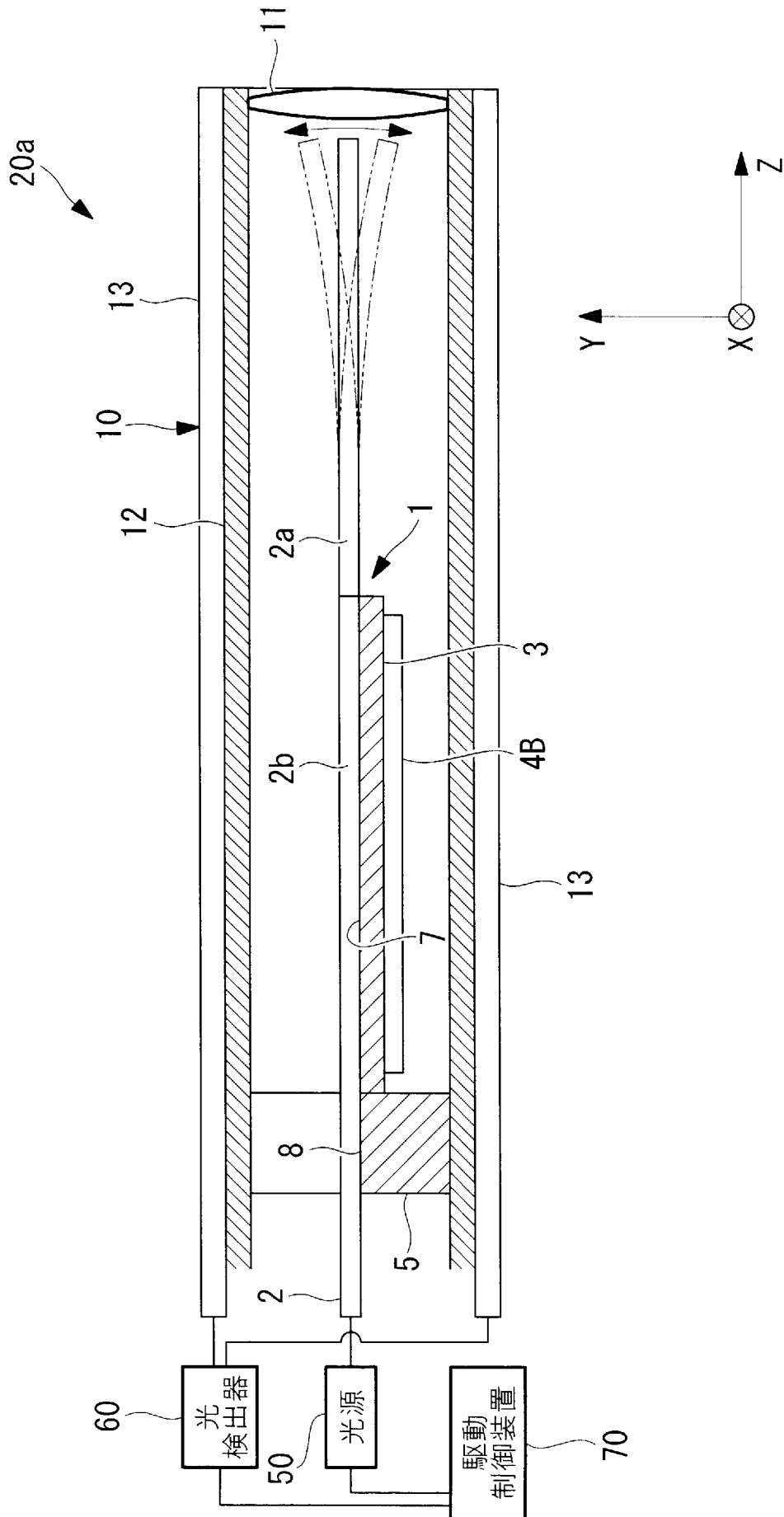
- [請求項1] 長手軸を有し、先端部から光を射出する光ファイバと、  
該光ファイバの前記先端部よりも前記光ファイバの基端部側の位置において前記光ファイバの外周面に固定され、該光ファイバの長手方向の一部分を覆う弾性部材と、  
該弾性部材の外面に固定され、電圧の印加によって前記光ファイバの長手方向に伸縮する圧電素子と、  
前記弾性部材に先端面から基端面まで形成され、前記光ファイバの径方向外側に開口を有し、前記光ファイバの前記長手方向の一部分が配置される嵌込部とを備える光ファイバスキャナ。
- [請求項2] 前記嵌込部の前記開口が、前記長手軸に直交する方向に前記光ファイバの直径寸法よりも大きな幅を有する請求項1に記載の光ファイバスキャナ。
- [請求項3] 前記嵌込部の径方向外側に設けられ、前記嵌込部を幅方向に覆う押さえ部材を備える請求項1に記載の光ファイバスキャナ。
- [請求項4] 前記圧電素子よりも基端部側において前記光ファイバの径方向外側に設けられるとともに前記弾性部材と固定され、前記弾性部材よりも大きな外径寸法を有する筒状の保持部材を備え、  
該保持部材は、前記弾性部材の前記嵌込部と前記長手方向に連通し、前記弾性部材の前記嵌込部と同一側に開口を有し、前記光ファイバが配置される保持部材側嵌込部を備える請求項1から請求項3のいずれかに記載の光ファイバスキャナ。
- [請求項5] 前記保持部材側嵌込部の前記開口が、前記長手軸に直交する方向に前記光ファイバの直径寸法よりも大きな幅を有する請求項4に記載の光ファイバスキャナ。
- [請求項6] 前記嵌込部は、前記長手方向に交差する断面において略半円形状を有するU字溝または四角形状を有する角溝からなる請求項1から請求項3のいずれかに記載の光ファイバスキャナ。

- [請求項7] 前記弾性部材は、周の一部分が先端から基端まで長手方向に切り欠かれた角筒状または略半円筒状の外面を有する請求項1から請求項3のいずれかに記載の光ファイバスキャナ。
- [請求項8] 前記圧電素子が、前記光ファイバの中心軸を該光ファイバの径方向に跨ぐように配置されている請求項1から請求項3のいずれかに記載の光ファイバスキャナ。
- [請求項9] 3つの前記圧電素子および前記嵌込部の開口が、前記光ファイバの周方向に均等に間隔をあけて配置され、  
前記嵌込部の開口と前記径方向に対向する位置に配置されている圧電素子の厚さが、他の2つの前記圧電素子の厚さよりも大きい請求項1から請求項3のいずれかに記載の光ファイバスキャナ。
- [請求項10] 3つの前記圧電素子および前記嵌込部の開口が、前記光ファイバの周方向に均等に間隔をあけて配置され、  
前記嵌込部の開口と前記径方向に対向する位置に配置されている圧電素子は、他の2つの前記圧電素子を形成する材料に比べて、前記電圧に対する変形量が大きい材料から形成されている請求項1から請求項3のいずれかに記載の光ファイバスキャナ。
- [請求項11] 照明光を発生する光源と、  
該光源に前記光ファイバの基端が接続される請求項1から請求項3のいずれかに記載の光ファイバスキャナとを備える照明装置。
- [請求項12] 請求項11に記載の照明装置と、  
該照明装置からの照明光が被写体に照射されることにより、被写体から戻る戻り光を検出する光検出部と、  
前記圧電素子に前記電圧を供給する電圧供給部とを備える観察装置。

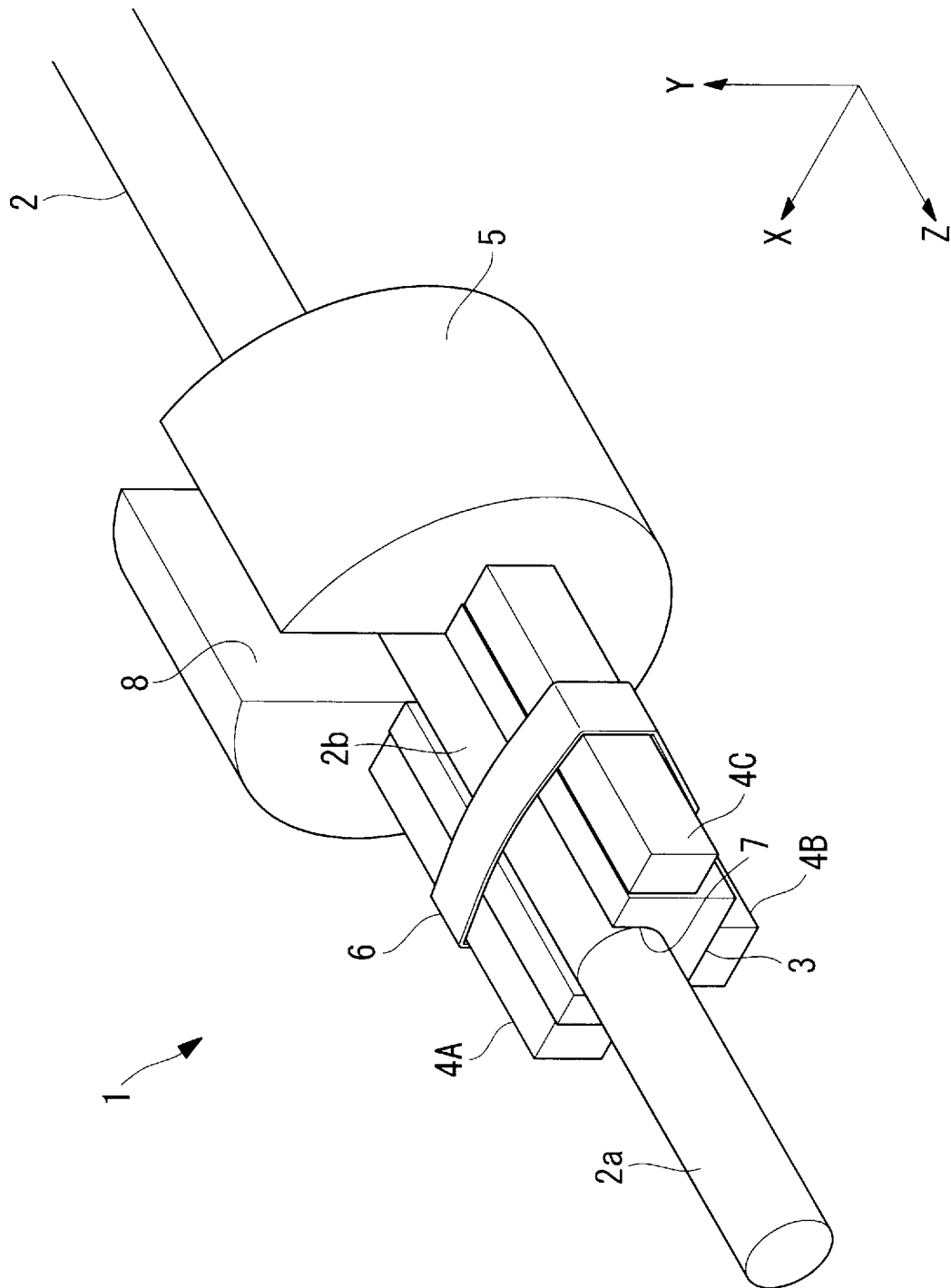
[図1]



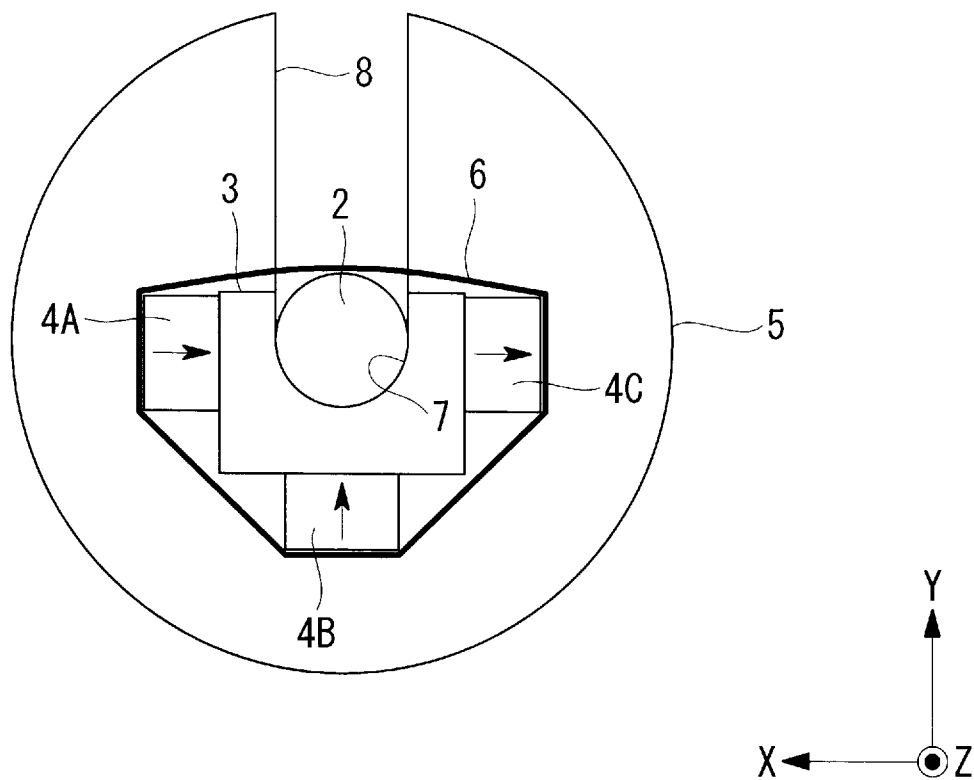
[図2]



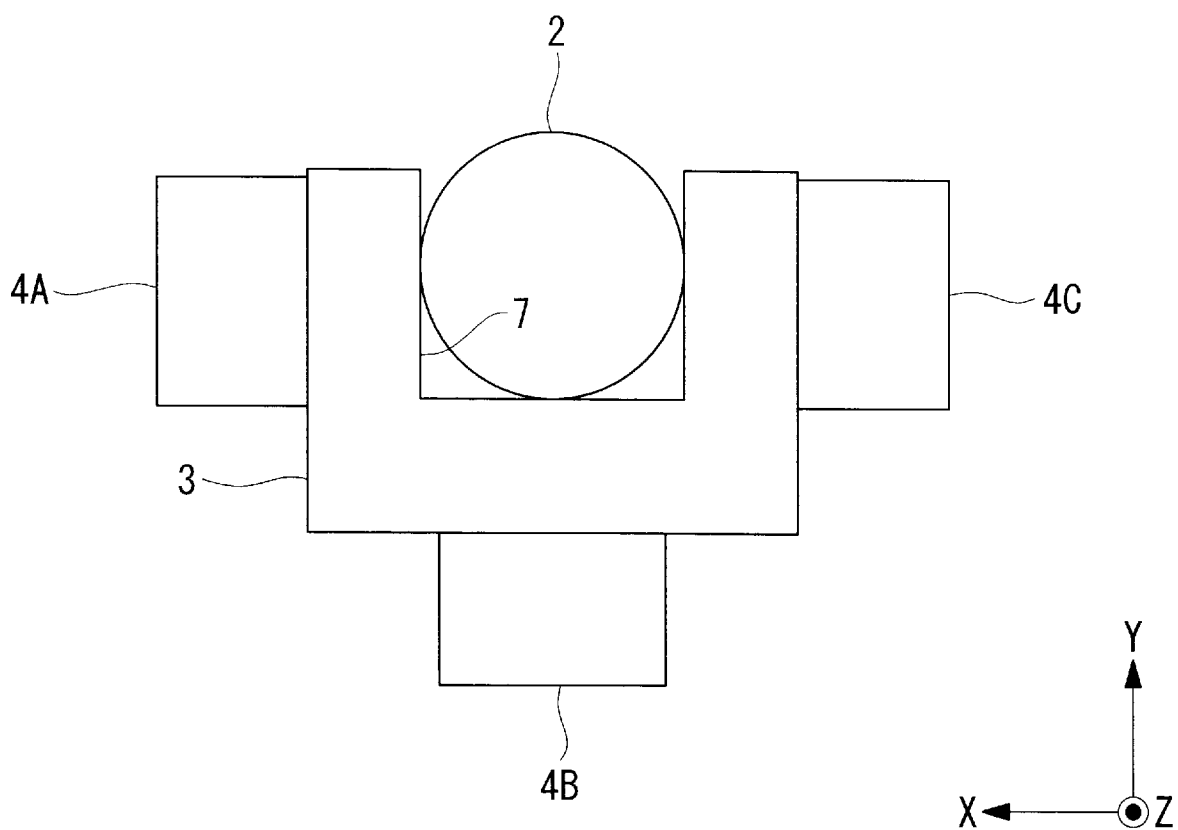
[図3A]



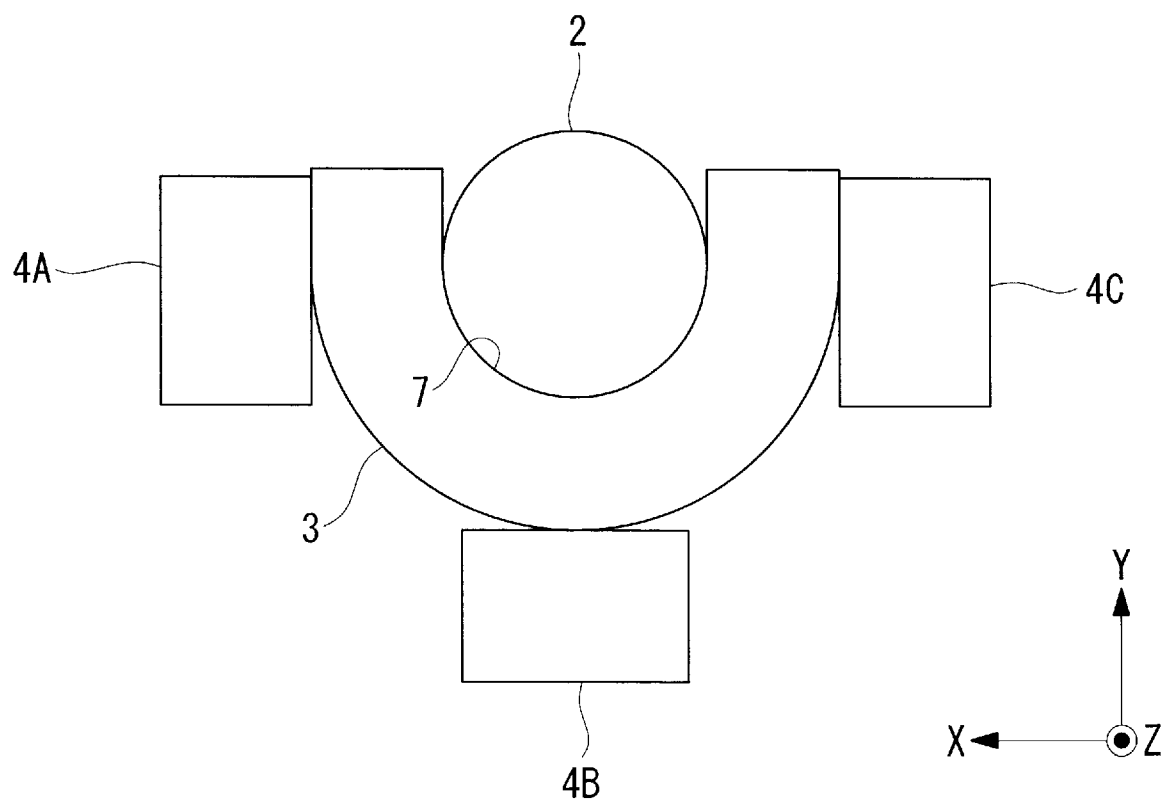
[図3B]



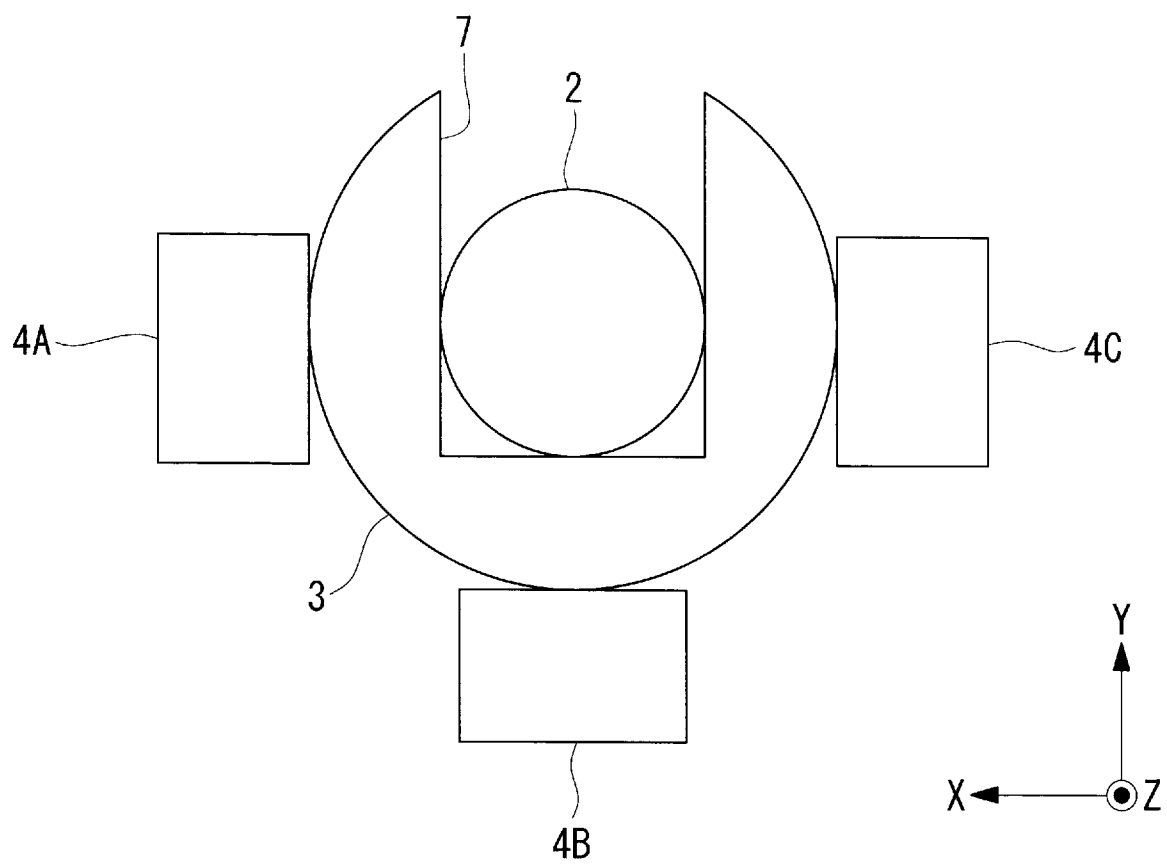
[図4]



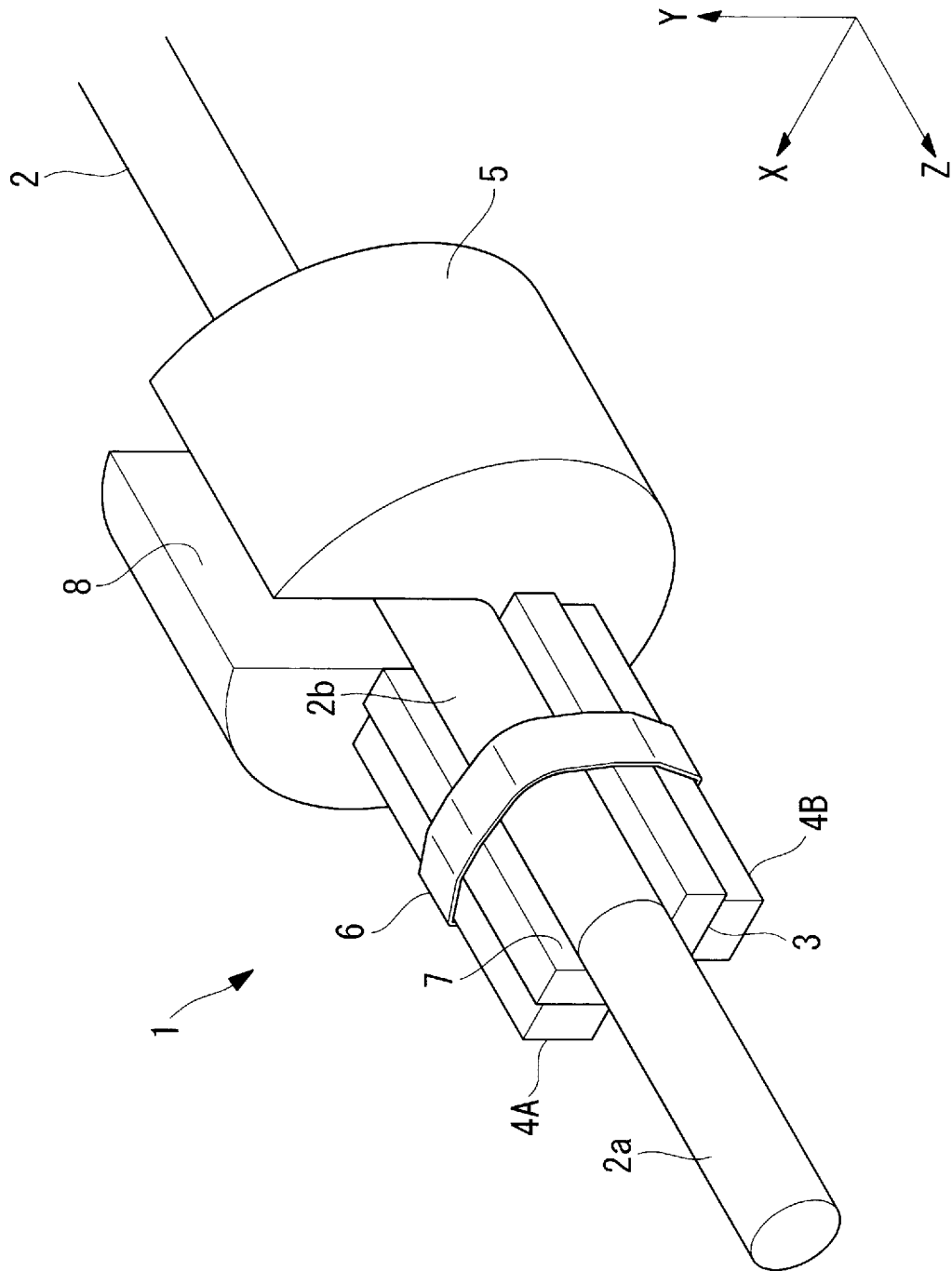
[図5]



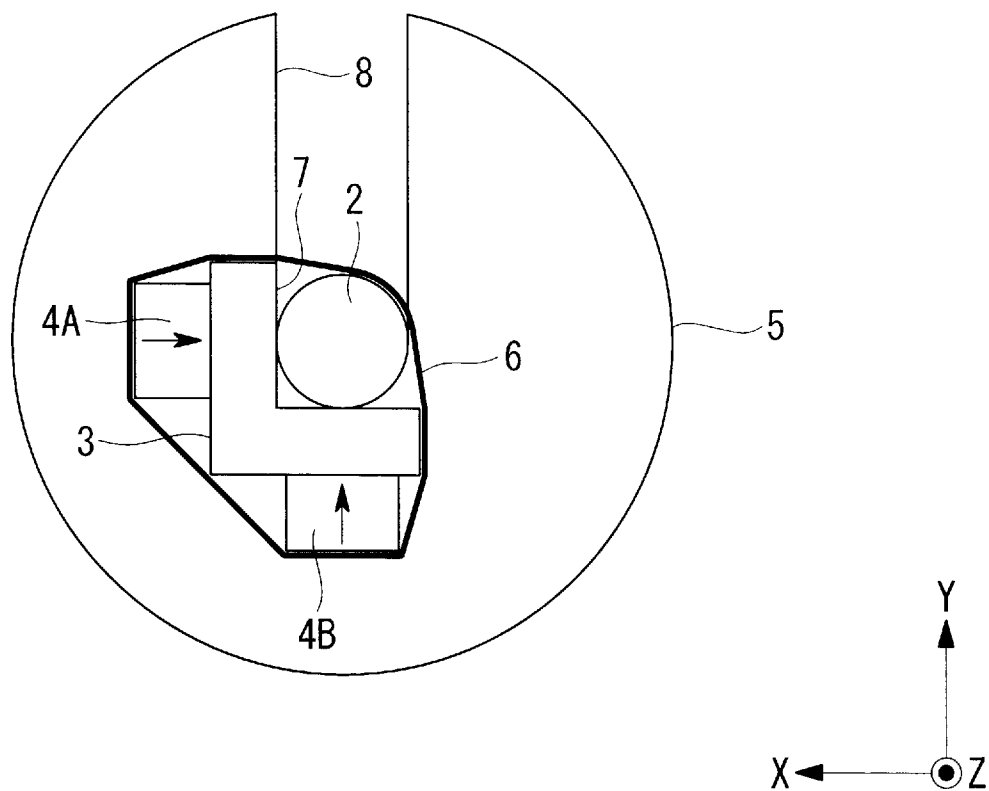
[図6]



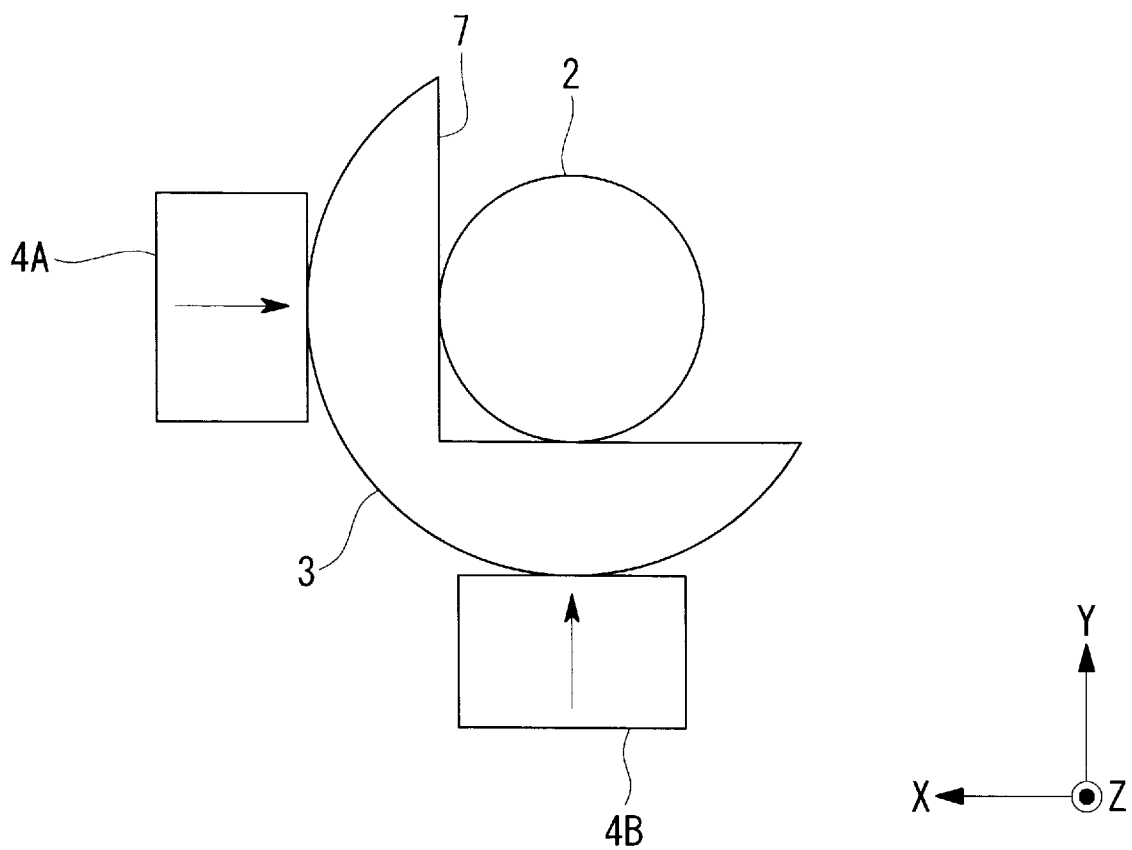
[図7A]



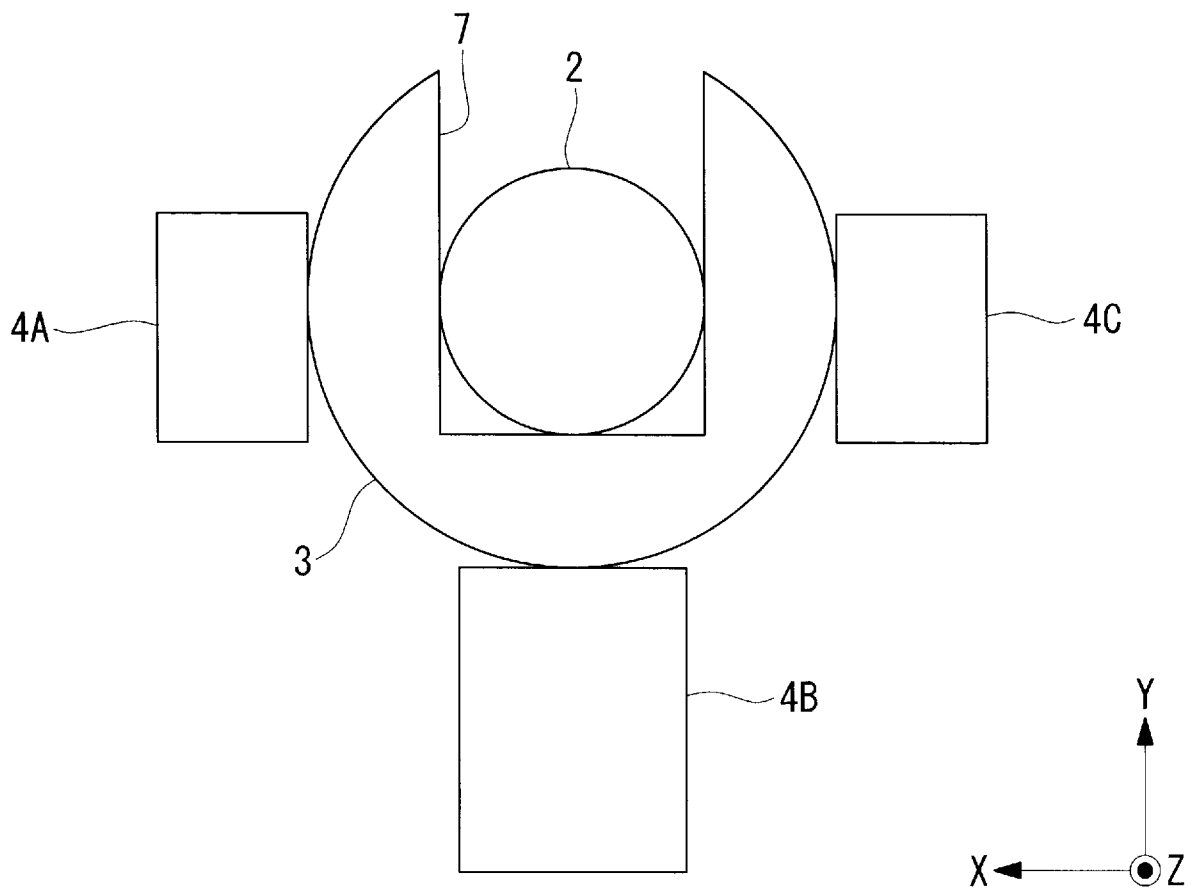
[図7B]



[図8]



[図9]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2016/062650

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
G02B26/10(2006.01)i, A61B1/00(2006.01)i, G02B23/26(2006.01)i, G02B26/08(2006.01)i, H01L41/09(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)  
G02B26/10, A61B1/00, G02B23/26, G02B26/08, H01L41/09

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2015/163001 A1 (Olympus Corp.), 29 October 2015 (29.10.2015), entire text; all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 3-261908 A (Fujitsu Ltd.), 21 November 1991 (21.11.1991), entire text; all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 2008-116922 A (Optiscan Pty Ltd.), 22 May 2008 (22.05.2008), entire text; all drawings & US 2009/0015894 A1 & EP 1901107 A1	1-12

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

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 06 June 2016 (06.06.16)	Date of mailing of the international search report 21 June 2016 (21.06.16)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer  Telephone No.
--	---

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2016/062650

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 61-106126 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 24 May 1986 (24.05.1986), entire text; all drawings (Family: none)	1-12

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G02B26/10(2006.01)i, A61B1/00(2006.01)i, G02B23/26(2006.01)i, G02B26/08(2006.01)i, H01L41/09(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. G02B26/10, A61B1/00, G02B23/26, G02B26/08, H01L41/09

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2015/163001 A1 (オリンパス株式会社) 2015.10.29, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 3-261908 A (富士通株式会社) 1991.11.21, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2008-116922 A (オプティスキャン・ピーティワイ・リミテッド) 2008.05.22, 全文, 全図 & US 2009/0015894 A1 & EP 1901107 A1	1-12

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

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

の日の後に公表された文献

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

国際調査を完了した日

06.06.2016

国際調査報告の発送日

21.06.2016

国際調査機関の名称及びあて先

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

特許庁審査官 (権限のある職員)

堀部 修平

2L

9215

電話番号 03-3581-1101 内線 3295

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 61-106126 A (オリンパス光学工業株式会社) 1986.05.24, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-12