

(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 5 日(05.10.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/168809 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/JP2016/082309
- (22) 国際出願日: 2016 年 10 月 31 日(31.10.2016)
- (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:
PCT/JP2016/060813 2016 年 3 月 31 日(31.03.2016) JP
- (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 2 9 5 1 番地 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 横田 博一(YOKOTA, Hirokazu); 〒1928507 東京都八王子市石川町 2 9 5 1 番地 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP). 葛西 靖明(KASAI, Yasuaki); 〒1928507 東京都八王子市石川町 2 9 5 1 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 2 9 5 1 番地 オリンパス

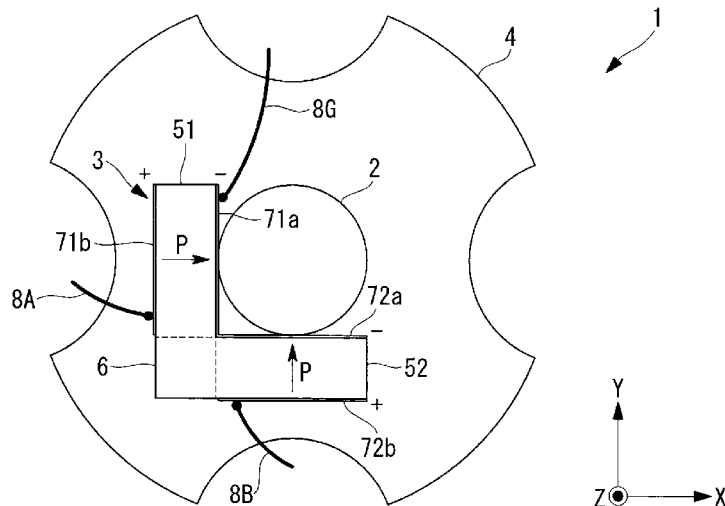
株式会社内 Tokyo (JP). 安見 卓志(YASUMI, Takashi); 〒1928507 東京都八王子市石川町 2 9 5 1 番地 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP).

- (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, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, 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, KW, 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,

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL FIBRE 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: This optical fibre scanner (1) is provided with an optical fibre (2), and a fixed member (3) which is fixed to the outer circumferential surface of the optical fibre (2). The fixed member (3) is provided with: two vibration parts (51, 52) which are respectively disposed adjacent to the optical fibre (3) in radial directions of the optical fibre (3) which intersect each other, and which expand and contract in the longitudinal direction of the optical fibre (3); and a connecting part (6) which connects the two vibration parts (51, 52). The two vibration parts (51, 52) are respectively provided with an inner surface which abuts the outer circumferential surface of the optical fibre (3).

(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た固定部材 (3) とを備え、該固定部材 (3) が、光ファイバ (3) の互いに交差する径方向において光ファイバ (3) とそれぞれ隣接し光ファイバ (3) の長手方向に伸縮する 2 つの振動部 (51, 52) と、該 2 つの振動部 (51, 52) を接続する接続部 (6) とを備え、2 つの振動部 (51, 52) が、光ファイバ (3) の外周面に突き当たる内面をそれぞれ有する。



WO 2017/168809 A1



ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, 添付公開書類:

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).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

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、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、圧電素子の伸縮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。）。光を2次元的に走査するためには、互いに直交する2軸方向（X方向およびY方向）の屈曲振動を光ファイバに発生させる必要がある。そのため、特許文献1の光ファイバスキャナにおいては、光ファイバの周方向に90°ずれた位置にX方向用の圧電素子とY方向用の圧電素子を配置している。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2014-71423号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、円筒状の光ファイバの外周面に平板状の圧電素子を貼り付ける作業は難しく、各圧電素子の貼り付け位置に誤差が生じ得る。光ファイバスキャナによる光の走査軌跡の形状は、X方向用の圧電素子とY方向用の圧電素子との相対位置に影響されるので、光ファイバへの圧電素子の貼り付け位置にずれが生じると、光の走査軌跡にも理想の走査軌跡からのずれが生じる。その結果、光ファイバスキャナの走査性能に個体差が生じ、安定した走査性能を得ることが難しいという問題がある。

[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、組立精度を向上

して安定した走査性能を得る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、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た固定部材とを備え、該固定部材が、前記光ファイバの第1の径方向において前記光ファイバと隣接し、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第1の振動部と、前記第1の径方向と交差する前記光ファイバの第2の径方向において前記光ファイバと隣接し、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第2の振動部と、前記第1の振動部と前記第2の振動部とを接続する接続部とを備え、前記第1の振動部が、前記光ファイバの外周面に突き当たる第1の内面を有し、前記第2の振動部が、前記第1の内面と角度を成して配置され、前記光ファイバの外周面に突き当たる第2の内面を有する光ファイバスキャナである。

[0007] 本発明の第1の態様によれば、第1の振動部に電圧が印加されると、該第1の振動部が光ファイバの長手方向に変形することによって光ファイバが第1の径方向に屈曲変形し、光ファイバの先端が第1の径方向に変位する。これにより、光ファイバの先端から射出される光が第1の径方向に走査される。同様に、第2の振動部に電圧が印加されると、該第2の振動部が光ファイバの長手方向に変形することによって光ファイバが第2の径方向に屈曲変形し、光ファイバの先端が第2の径方向に変位する。これにより、光ファイバの先端から射出される光が、第1の径方向に交差する第2の径方向に走査される。したがって、第1の振動部および第2の振動部に同時に電圧を印加することによって、光を2次元的に走査することができる。

[0008] この場合に、第1の振動部および第2の振動部はそれぞれ、単一の部材からなる固定部材の一部として構成されているので、第1の振動部と第2の振動部との相対位置は固定である。さらに、光ファイバスキャナの組立工程

において、互いに角度を成す第1の内面および第2の内面に光ファイバの外周面を径方向に突き当てることによって、固定部材に対して光ファイバが所定の位置に位置決めされる。したがって、第1の振動部、第2の振動部および光ファイバの3者間の相対位置が一意に決まる。これにより、光ファイバスキャナの組立精度を向上し、安定した走査性能を得ることができる。

[0009] 上記第1の態様においては、前記接続部の少なくとも一部分が、前記第1の振動部および前記第2の振動部の振動吸収性よりも高い振動吸収性を有していてもよい。

このようにすることで、第1の振動部と第2の振動部との間の接続部において振動が吸収されるので、第1の振動部と第2の振動部との間で伸縮振動が伝達し合うことを防止することができる。

[0010] 上記第1の態様においては、前記接続部の前記光ファイバとは反対側に位置する外側部分が、前記第1の振動部および前記第2の振動部の振動吸収性よりも高い振動吸収性を有することが好ましい。

このようにすることで、第1の振動部および第2の振動部とは異なる材料を用いて接続部の振動吸収性を高める場合に、接続部の加工を容易にすることができる。

[0011] 上記第1の態様においては、前記固定部材が、前記光ファイバの前記第1の内面とは反対側に設けられ、前記光ファイバの外周面に接触する第3の内面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立工程において、第1の内面、第2の内面および第3の内面によって囲まれる空間内に開口部から光ファイバを径方向に挿入することができる。さらに、3つの内面によって周方向に位置が異なる3点で光ファイバの外周面を支持することによって、光ファイバをより安定的に保持することができる。

[0012] 上記第1の態様においては、前記光ファイバの前記第1の振動部とは反対側に設けられ、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第3の振動部を備え、該第3の振動部が、前記第3の内面を有していてもよい。

。

このようにすることで、第1の径方向においてより強い変形力を第1および第3の振動部によって光ファイバに与えることができる。

[0013] 上記第1の態様においては、前記固定部材が、前記光ファイバの前記第2の内面とは反対側において前記第2の径方向に開放されていてもよい。

上記第1の態様においては、前記第1の内面および前記第3の内面が、前記第2の径方向において前記光ファイバの半径よりも大きな寸法を有し、前記固定部材の、前記光ファイバの前記第2の内面とは反対側における開口が、前記第2の径方向に垂直な方向において前記光ファイバの直径よりも大きな寸法を有していてもよい。

このようにすることで、開口部から容易に光ファイバを挿入することができる。また、光ファイバの中心軸が3つの内面によって囲まれる空間内に位置するように、光ファイバを配置することができる。

[0014] 上記第1の態様においては、前記第2の径方向における前記第2の振動部の寸法が、前記第1の径方向における前記第1の振動部および前記第3の振動部の寸法よりも大きくてもよい。

このようにすることで、第1の径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の径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る。したがって、3つの振動部に交番電圧を与えて光ファイバを屈曲振動させる場合に、光ファイバの屈曲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、前記固定部材が、前記第1の振動部、前記第2の振動部および前記接続部を備える第1の固定部材と、前記光ファイバの前記第2の内面とは反対側に設けられ、前記光ファイバの外周面に接触する第4の内面を有する第4の振動部を備える第2の固定部材とを備え、前記第1の固定部材および前記第2の固定部材が、前記長手軸回りの周方向において互いに隣接して配置され、前記光ファイバの外周面を囲む筒状に密着状態に組み立てられていてもよい。

このようにすることで、光ファイバスキャナの組立工程において、第1の

固定部材の第1の内面および第2の内面に光ファイバの外周面を突き当てて位置決めした後、第1の固定部材および第2の固定部材が筒を形成するように、第2の固定部材を第1の固定部材に取り付けることができる。さらに、4つの内面によって周方向に位置が異なる4点で光ファイバの外周面を支持することによって、光ファイバをより安定的に保持することができる。

[0016] 上記第1の態様においては、前記固定部材が、前記第1の振動部、前記第2の振動部および前記接続部を備える第1の固定部材と、前記光ファイバの前記第1の内面とは反対側に設けられ、前記光ファイバの外周面に接触する第3の内面を有する第3の振動部と、前記光ファイバの前記第2の内面とは反対側に設けられ、前記光ファイバの外周面に接触する第4の内面を有する第4の振動部と、前記第3の振動部と前記第4の振動部とを接続する第2の接続部とを備える第2の固定部材とを備え、前記第1の固定部材および前記第2の固定部材が、前記長手軸回りの周方向において互いに隣接し、前記光ファイバの外周面を取り囲む筒状に密着状態に組み立てられていてもよい。

このようにすることで、光ファイバスキャナの組立工程において、第1の固定部材の第1の内面および第2の内面に光ファイバの外周面を突き当てて位置決めした後、第1の固定部材および第2の固定部材が筒を形成するように、第2の固定部材を第1の固定部材に取り付けることができる。さらに、4つの内面によって周方向に位置が異なる4点で光ファイバの外周面を支持することによって、光ファイバをより安定的に保持することができる。

[0017] 上記第1の態様においては、前記第1の固定部材および前記第2の固定部材が、前記周方向の両端に前記長手方向の少なくとも一部に沿って面取り部を有し、前記第1の固定部材および前記第2の固定部材が、前記面取り部同士を密着させて密着状態に組み立てられていてもよい。

このようにすることで、第1の固定部材および第2の固定部材が互いに密着するように容易に組み立てることができる。

[0018] 上記第1の態様においては、前記光ファイバの外周面に、前記光ファイバの基端から前記固定部材の先端近傍まで前記外周面を被覆する金属被膜が設

けられていてもよい。

このようにすることで、精密な接合に適した半田を固定部材と光ファイバとの接合に用いることができるので、組立精度をさらに向上することができる。また、金属被膜によって光ファイバを保護することができる。さらに、光ファイバを介して各振動部と電氣的に接続される他の部材をグランド（GND）電極として使用することができるので、GND用のリード線を固定部材に直接接続する必要がなく、リード線の配線を容易にすることができる。

[0019] 上記第１の態様においては、前記光ファイバが、前記第１の径方向および前記第２の径方向に側面を有する角柱形状であってもよい。

このようにすることで、光ファイバの第１の径方向の振動および第２の径方向の振動を互いに確実に分離することができる。

[0020] 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、前記固定部材の前記第１の振動部および前記第２の振動部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

[0021] 本発明によれば、組立精度を向上して安定した走査性能を得ることができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0022] [図１]本発明の第１の実施形態に係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３]本発明の第１の実施形態に係る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３の固定部材を先端側から長手軸方向に見た正面図である。

[図5]図3の固定部材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3の固定部材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7]図3の固定部材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8]図3の固定部材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]本発明の第2の実施形態に係る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10]図9の固定部材を先端側から長手軸方向に見た正面図である。

[図11]図10の固定部材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12]図10の固定部材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13]図8の固定部材の変形例を先端側から長手軸方向に見た分解正面図である。

発明を実施するための形態

[0023] (第1の実施形態)

以下に、本発明の第1の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1から図8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。

[0024] 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。

[0025] 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。

[0026] 光ファイバスキャナ1は、図2および図3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固定部材3と、該固定部材3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に固定する固定部4とを備えている。

[0027] 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。

[0028] 固定部材3は、光ファイバ2の先端よりも該光ファイバ2の基端側の位置において光ファイバ2の外周面に設けられ、光ファイバ2の先端部分（以下、「突出部」という。）2aが固定部材3の先端面から突出している。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（第1の径方向）およびY方向（第2の径方向）とする。

- [0029] X Y平面における固定部材3の横断面形状は、図3および図4に示されるように、光ファイバ2の円筒状の外周面に互いに垂直な2つの平坦な内面51a, 52aで接するL形状である。2つの内面51a, 52aと光ファイバ2の外周面は、接着剤によって固定されている。固定部材3は、全体にわたって均質な圧電材料（例えば、チタン酸ジルコン酸鉛）から形成され、継ぎ目の無い一体構造を有する。このような固定部材3は、例えば、角柱状の圧電材料から切り出すことによって作製される。
- [0030] 固定部材3は、光ファイバ2とX方向に隣接する第1の振動部51と、光ファイバ2とY方向に隣接する第2の振動部52と、第1の振動部51と第2の振動部52とを接続する接続部6とから構成されている。接続部6は、第1の振動部51の第2の振動部52側に位置する端部と、第2の振動部52の第1の振動部51側に位置する端部との間に設けられている。
- [0031] 固定部材3の先端側および基端側は、Z方向に開放され、固定部材3の、光ファイバ2の第1の振動部51とは反対側および第2の振動部52とは反対側は、それぞれX方向およびY方向に開放されている。したがって、光ファイバ2と固定部材3との組立工程において、光ファイバ2を内面51a, 52aに向かって径方向に接近させて内面51a, 52aに突き当てることができるようになっている。
- [0032] 第1の振動部51は、光ファイバ2の外周面に突き当たる平坦な第1の内面51aと、該第1の内面51aよりもX方向において外側に位置し、第1の内面51aと対向する第1の外面51bとを有している。第1の内面51aは、光ファイバ2の外周面のY方向の接線に沿ってZ方向に平行に配置されている。第1の内面51aおよび第1の外面51bにはそれぞれ電極71a, 71bが形成され、第1の内面51aと第1の外面51bとの間の領域において圧電材料がX方向に分極している。これにより、第1の内面51aと第1の外面51bとの間には、電極71a, 71b間の電圧の印加によってZ方向に伸縮する第1の圧電活性領域51cが形成されている。図中の矢印Pは、圧電材料の分極方向を示している。

[0033] 第2の振動部52は、光ファイバ2の外周面に突き当たる平坦な第2の内面52aと、該第2の内面52aよりもY方向において外側に位置し、第2の内面52aと対向する第2の外表面52bとを有している。第2の内面52aは、光ファイバ2の外周面のX方向の接線に沿ってZ方向に平行に配置されている。第2の内面52aおよび第2の外表面52bにはそれぞれ電極72a, 72bが形成され、第2の内面52aと第2の外表面52bとの間の領域において圧電材料がY方向に分極している。これにより、第2の内面52aと第2の外表面52bとの間には、電極72a, 72b間の電圧の印加によってZ方向に伸縮する第2の圧電活性領域52cが形成されている。

[0034] 第1の振動部51の電極71a, 71bは、光ファイバ2の中心軸をY方向に跨ぐように配置されている。電極71a, 71bは、光ファイバ2の中心軸の両側における寸法が等しくなるように配置されていることが好ましい。

第2の振動部52の電極72a, 72bは、光ファイバ2の中心軸をX方向に跨ぐように配置されている。電極72a, 72bは、光ファイバ2の中心軸の両側における寸法が等しくなるように配置されていることが好ましい。

[0035] 電極71bにはA相用のリード線8Aが接続され、電極72bにはB相用のリード線8Bが接続され、電極71aまたは電極72aにはGND用のリード線8Gが接続されている。リード線8A, 8B, 8G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。電極71a, 71b, 72a, 72bとリード線8A, 8B, 8Gとの接続には導電性接着剤または半田が使用される。

[0036] なお、図3および図4に示される電極71a, 72aは、内面51a, 52a全面にそれぞれ形成されて互いに接続されているが、これに代えて、図5に示されるように、電極71a, 72aが内面51a, 52aの一部のみにそれぞれ形成されて互いに分離されていてもよい。この場合には、GND用のリード線8Gは、電極71aおよび電極72aの各々に1本ずつ接続

される。外面 5 1 b, 5 2 b に形成される電極 7 1 b, 7 2 b も、図 5 に示されるように、外面 5 1 b, 5 2 b の一部分のみに形成されていてもよい。

[0037] 固定部 4 は、円柱状の部材からなり、光ファイバ 2 の径方向外側に設けられている。固定部 4 の内周面は光ファイバ 2 の外周面と接着剤によって固定され、固定部 4 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、光ファイバ 2 が先端を自由端とする片持ち梁状に固定部 4 によって支持されている。

[0038] 駆動制御装置 7 0 は、A 相用のリード線 8 A を介して電極 7 1 b 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 8 B を介して電極 7 2 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 8 A および B 相用のリード線 8 B にそれぞれ供給する。

[0039] 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 1 0 および観察装置 1 0 0 の作用について説明する。

本実施形態に係る観察装置 1 0 0 を用いて被写体 A を観察するには、駆動制御装置 7 0 を作動させ、光源 5 0 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 8 A, 8 B を介して電極 7 1 b, 7 2 b に所定の駆動周波数を有する交番電圧を印加させる。

[0040] A 相の交番電圧が電極 7 1 b に供給されて第 1 の圧電活性領域 5 1 c に X 方向に電圧が印加されると、第 1 の圧電活性領域 5 1 c が分極方向に直交する Z 方向に伸縮振動し、固定部 4 の位置を節とし光ファイバ 2 の先端を腹とする X 方向の屈曲振動が光ファイバ 2 の突出部 2 a に励起され、光ファイバ 2 の先端が X 方向に振動する。これにより、光ファイバ 2 の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。

[0041] B 相の交番電圧が電極 7 2 b に供給されて第 2 の圧電活性領域 5 2 c に Y

方向に交番電圧が印加されると、第2の圧電活性領域52cが分極方向に直交するZ方向に伸縮振動し、固定部4の位置を節とし光ファイバ2の先端を腹とするY方向の屈曲振動が光ファイバ2の突出部2aに励起され、光ファイバ2の先端がY方向に振動する。これにより、光ファイバ2の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。

[0042] 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。

[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の組立方法について説明する。

本実施形態に係る光ファイバスキャナ1を組み立てるには、固定部材3の第1の内面51aおよび第2の内面52aに接着剤を塗布する。次に、第1の内面51aおよび第2の内面52aの両方に光ファイバ2の外周面が突き当たるように、光ファイバ2と固定部材3との相対位置を決定する。次に、接着剤を硬化させて光ファイバ2の外周面に固定部材3を固定する。これにより、光ファイバ2と固定部材3とを組み立てることができる。

[0045] この場合に、本実施形態によれば、光ファイバ2をX方向およびY方向に屈曲振動させるための2つの振動部51、52はそれぞれ、単一の部材から形成される固定部材3の一部である。すなわち、第1の振動部51と第2

の振動部 5 2 との相対位置は固定である。さらに、固定部材 3 が有する互いに垂直な 2 つの内面 5 1 a, 5 2 a に光ファイバ 2 の外周面を突き当てることによって、固定部材 3 に対して光ファイバ 2 が所定の位置に位置決めされる。したがって、第 1 の振動部 5 1 と第 2 の振動部 5 2 と光ファイバ 2 との間の相対位置を一意に決めることができる。これにより、光ファイバスキャナ 1 の組立精度を向上し、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、固定部材 3 が、継ぎ目の無い一体構造からなることとしたが、これに代えて、第 1 の振動部 5 1、第 2 の振動部 5 2 および接続部 6 を構成する 3 個のブロックを互いに接合することによって、全体として単一の部材からなる固定部材 3 が形成されていてもよい。

[0047] 本実施形態においては、接続部 6 の全体が圧電材料からなることとしたが、これに代えて、図 6 および図 7 に示されるように、接続部 6 の少なくとも一部分が、第 1 の振動部 5 1 および第 2 の振動部 5 2 のうち少なくとも一方よりも高い振動吸収性を有する振動吸収部材 9 から構成されていてもよい。図 6 の例においては、接続部 6 の一部分のみが振動吸収部材 9 から構成されている。図 7 の例においては、接続部 6 の全体が振動吸収部材 9 から構成されている。

[0048] このようにすることで、第 1 の圧電活性領域 5 1 c と第 2 の圧電活性領域 5 2 c との間での振動の伝達を抑制することができる。振動吸収部材 9 の材料は、硬質な樹脂、例えば PEEK、エンジニアプラスチックまたはエラストマであることが好ましい。

図 6 に示されるように、接続部 6 の一部分のみに振動吸収部材 9 を設ける場合には、振動吸収部材 9 は、接続部 6 のうち光ファイバ 2 とは反対側に位置する外側部分に設けられることが好ましい。このようにすることで、接続部 6 の加工を容易にすることができる。

[0049] 本実施形態においては、単一の固定部材 3 を備えることとしたが、これに代えて、図 8 に示されるように、光ファイバ 2 を取り囲む四角筒を固定部材

3と共に形成するように、固定部材（第1の固定部材）3と周方向に隣接して配置されるもう1つの固定部材（第2の固定部材）301をさらに備えていてもよい。

第2の固定部材301は、第1の固定部材3と同様に、XY平面において、光ファイバ2の外周面に互いに垂直な2つの平坦な内面53a, 54aで接するL字形状の横断面形状を有している。

[0050] 第2の固定部材301は、第1の振動部51とは反対側において光ファイバ2とX方向に隣接する第3の振動部53と、第2の振動部52とは反対側において光ファイバ2とY方向に隣接する第4の振動部54と、第3の振動部53と第4の振動部54とを接続する接続部（第2の接続部）601とから構成されている。

[0051] 第3の振動部53は、第1の振動部51と同様の構成を有している。すなわち、第3の振動部53は、光ファイバ2をX径方向に挟んで第1の内面51aと対向し、光ファイバ2の外周面に突き当たる平坦な第3の内面53aを有している。第3の振動部53の内面53aには、もう1本のGND用のリード線8Gが接続される電極73aが形成され、第3の振動部53の外面53bには、もう1本のA相用のリード線8Aが接続される電極73bが形成されている。これにより、内面53aと外面53bとの間には、Z方向に伸縮する第3の圧電活性領域53cが形成されている。

[0052] 第4の振動部54は、第2の振動部52と同様の構成を有している。すなわち、第4の振動部54は、光ファイバ2をY径方向に挟んで第2の内面52aと対向し、光ファイバ2aの外周面に突き当たる平坦な第4の内面54aを有している。第4の振動部54の内面54aには、電極73aと接続する電極74aが形成され、第4の振動部54の外面54bには、もう1本のB相用のリード線8Bが接続される電極74bが形成されている。これにより、内面54aと外面54bとの間には、Z方向に伸縮する第4の圧電活性領域54cが形成されている。

[0053] 光ファイバスキャナの組立工程において、第1および第2の内面51a,

5 2 a に光ファイバ 2 の外周面が突き当たるように光ファイバ 2 と第 1 の固定部材 3 との相対位置を決定した後、第 2 の固定部材 3 0 1 を、第 3 および第 4 の内面 5 3 a, 5 4 a が光ファイバ 2 の外周面に突き当たるように、第 1 の固定部材 3 および光ファイバ 2 に対して位置決めする。このときに、周方向に隣接する第 1 の振動部 5 1 の端部と第 4 の振動部 5 4 の端部とが互いに密着し、周方向に隣接する第 2 の振動部 5 2 の端部と第 3 の振動部 5 3 の端部とが互いに密着するように、第 2 の固定部材 3 0 1 の周方向の両端部の形状が設計されている。次に、接着剤を硬化させて光ファイバ 2 の外周面に固定部材 3, 3 0 1 を固定する。

[0054] 本変形例によれば、光ファイバ 2 の外周面を全周にわたって覆う固定部材 3, 3 0 1 によって、光ファイバ 2 を保護することができる。また、光ファイバ 2 は、X 方向および Y 方向にそれぞれ 2 つの圧電活性領域 5 1 c, 5 3 c ; 5 2 c, 5 4 c の伸縮振動によって振動させられるので、より大きな振動振幅を得ることができる。

[0055] (第 2 の実施形態)

次に、本発明の第 2 の実施形態に係る光ファイバスキャナ 1 0 1、照明装置および観察装置について図 9 から図 1 2 を参照して説明する。本実施形態においては、第 1 の実施形態と異なる構成について主に説明し、第 1 の実施形態と共通する構成については同一の符号を付して説明を省略する。

[0056] 本実施形態に係る光ファイバスキャナ 1 0 1 は、図 9 および図 1 0 に示されるように、固定部材 3 1 が、第 1 の振動部 5 1 とは反対側において光ファイバ 2 と X 方向に隣接する第 3 の振動部 5 3 と、第 3 の振動部 5 3 と第 2 の振動部 5 2 とを接続するもう 1 つの接続部 6 1 とをさらに有している点で、第 1 の実施形態と異なっている。

[0057] 接続部 6 1 は、第 3 の振動部 5 3 の第 2 の振動部 5 2 側に位置する端部と、第 2 の振動部 5 2 の第 3 の振動部 5 3 側に位置する端部との間に設けられている。したがって、X Y 平面における固定部材 3 1 の横断面形状は、2 つの直角の角を有する U 字形状であり、固定部材 3 1 は、光ファイバ 2 の第 2

の振動部 5 2 とは反対側において開放されている。固定部材 3 1 は、全体にわたって均質な圧電材料（例えば、チタン酸ジルコン酸鉛）から形成され、継ぎ目の無い一体構造を有する。このような固定部材 3 1 は、例えば、角柱状の圧電材料から切り出すことによって作製される。

[0058] 第 3 の振動部 5 3 は、光ファイバ 2 の外周面に突き当たる平坦な第 3 の内面 5 3 a と、該第 3 の内面 5 3 a よりも X 方向において外側に位置し、第 3 の内面 5 3 a と対向する第 3 の外面 5 3 b とを有している。したがって、光ファイバ 2 は、3 つの内面 5 1 a, 5 2 a, 5 3 a によって囲まれた空間内に配置され、光ファイバ 2 の外周面は、周方向に 90° ずつずれた 3 点において内面 5 1 a, 5 2 a, 5 3 a によって支持されている。

[0059] 光ファイバ 2 の第 2 の振動部 5 2 とは反対側における開口の X 方向の幅寸法 W は、光ファイバ 2 の直径以上である。したがって、光ファイバスキャナ 1 0 1 の組立工程において、3 つの内面 5 1 a, 5 2 a, 5 3 a に囲まれる空間内に光ファイバ 2 を径方向に挿入することができるようになっている。

[0060] 第 3 の内面 5 3 a は、光ファイバ 2 の外周面の Y 方向の接線に沿って Z 方向に平行に配置されている。第 1 の内面 5 1 a および第 3 の内面 5 3 a の Y 方向における高さ寸法 H は、光ファイバ 2 の中心軸が 3 つの内面 5 1 a, 5 2 a, 5 3 a に囲まれる空間内に位置するように、光ファイバ 2 の半径よりも大きくなっている。

[0061] 第 3 の内面 5 3 a および第 3 の外面 5 3 b にはそれぞれ電極 7 3 a, 7 3 b が形成され、第 3 の内面 5 3 a と第 3 の外面 5 3 b との間の領域において圧電材料が X 方向に分極している。これにより、第 3 の内面 5 3 a と第 3 の外面 5 3 b との間には、電極 7 3 a, 7 3 b 間の電圧の印加によって Z 方向に伸縮する第 3 の圧電活性領域 5 3 c が形成されている。電極 7 3 a, 7 3 b は、光ファイバ 2 の中心軸を Y 方向に跨ぐように配置されている。電極 7 3 a, 7 3 b は、光ファイバ 2 の中心軸の両側における寸法が等しくなるように配置されていることが好ましい。電極 7 3 a, 7 3 b は、図 5 に示される電極 7 1 a, 7 2 a, 7 1 b, 7 2 b のように、内面 5 3 a および外面 5

3 b の一部分のみにそれぞれ形成されていてもよい。

[0062] 電極 7 3 b には A 相用のもう 1 つのリード線 8 A が接続されている。駆動制御装置 7 0 は、A 相用のリード線 8 A を介して電極 7 3 b に A 相の交番電圧を印加する。ここで、第 1 の圧電活性領域 5 1 c の分極方向と第 3 の圧電活性領域 5 3 c の分極方向は、X 方向の同一の側を向いている。したがって、電極 7 1 b および電極 7 3 b に A 相の交番電圧が同時に印加されると、第 1 の圧電活性領域 5 1 c および第 3 の圧電活性領域 5 3 c 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、光ファイバ 2 の突出部 2 a に X 方向の屈曲振動が励起されるようになっている。

[0063] 第 1 および第 3 の圧電活性領域 5 1 c, 5 3 c の X 方向における厚さ寸法（すなわち、電極 7 1 a, 7 1 b 間の距離および電極 7 3 a, 7 3 b 間の距離）ならびに第 2 の圧電活性領域 5 2 c の Y 方向における厚さ寸法（すなわち、電極 7 2 a, 7 2 b 間の距離）は、互いに等しくなっている。駆動制御装置 7 0 は、A 相の交番電圧の大きさの 2 倍の大きさを有する B 相の交番電圧を電極 7 2 b に供給する。これにより、第 1 の振動部 5 1 および第 3 の振動部 5 3 による X 方向の屈曲振動の振幅と、第 2 の振動部 5 2 による Y 方向の屈曲振動の振幅とが互いに等しくなり、光の走査軌跡全体の形状が真円状となる。

[0064] このような光ファイバスキャナ 1 0 1 を組み立てるには、固定部材 3 1 の第 1 の内面 5 1 a、第 2 の内面 5 2 a および第 3 の内面 5 3 a に接着剤を塗布する。次に、3 つの内面 5 1 a, 5 2 a, 5 3 a によって囲まれる空間内に光ファイバ 2 を径方向に挿入し、第 1 の内面 5 1 a、第 2 の内面 5 2 a および第 3 の内面 5 3 a の全てに光ファイバ 2 の外周面が突き当たるように、光ファイバ 2 と固定部材 3 1 との相対位置を決定する。次に、接着剤を硬化させて光ファイバ 2 の外周面に固定部材 3 1 を固定する。これにより、光ファイバ 2 と固定部材 3 1 とを組み立てることができる。

[0065] この場合に、本実施形態によれば、光ファイバ 2 を X 方向および Y 方向に屈曲振動させるための 3 つの振動部 5 1, 5 2, 5 3 はそれぞれ、単一の部

材から形成される固定部材 3 の一部分である。すなわち、第 1 の振動部 5 1 と第 2 の振動部 5 2 と第 3 の振動部 5 3 との相対位置は固定である。さらに、固定部材 3 1 が有する 3 つの内面 5 1 a, 5 2 a, 5 3 a に光ファイバ 2 の外周面を突き当てることによって、固定部材 3 1 に対して光ファイバ 2 が所定の位置に位置決めされる。したがって、第 1 の振動部 5 1 と第 2 の振動部 5 2 と第 3 の振動部 5 3 と光ファイバ 2 との間の相対位置を一意に決めることができる。これにより、光ファイバスキャナ 1 0 1 の組立精度を向上し、所望の走査性能を有する光ファイバスキャナ 1 0 1 を安定的に製造することができるという利点がある。

[0066] 本実施形態においては、3 つの圧電活性領域 5 1 c, 5 2 c, 5 3 c の厚さ寸法が全て等しいこととしたが、これに代えて、図 1 1 に示されるように、第 2 の圧電活性領域 5 2 c が第 1 および第 3 の圧電活性領域 5 1 c, 5 3 c よりも大きな厚さ寸法を有していてもよい。

このようにすることで、突出部 2 a 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近くなるので、突出部 2 a 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。

[0067] さらに、第 2 の圧電活性領域 5 2 c が第 1 および第 3 の圧電活性領域 5 1 c, 5 3 c の各々の 2 倍の厚さ寸法を有する場合には、A 相および B 相の交番電圧の大きさが等しいときに 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、全ての電極 7 1 b, 7 2 b, 7 3 b 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。

[0068] 本実施形態においては、第 3 の振動部 5 3 に代えて、圧電材料以外の材料からなる支持部材が設けられていてもよい。この場合にも、光ファイバ 2 の外周面が周方向の 3 点で固定部材 3 1 によって支持されるように、支持部材が、光ファイバ 2 の外周面と接触する内面（第 3 の内面）を有する。

本実施形態においては、図 6 および図 7 に示されるような振動吸収部材 9

が、接続部 6， 6 1 に設けられていてもよい。

[0069] 本実施形態においては、単一の固定部材 3 1 を備えることとしたが、これに代えて、図 1 2 に示されるように、光ファイバ 2 を取り囲む四角筒を固定部材 3 1 と共に形成するように、固定部材（第 1 の固定部材） 3 1 と周方向に隣接して配置されるもう 1 つの固定部材（第 2 の固定部材） 3 1 1 をさらに備えていてもよい。

第 2 の固定部材 3 1 1 は、光ファイバ 2 の外周面に平坦な内面 5 4 a で接する平板状であり、第 2 の振動部 5 2 とは反対側において光ファイバ 2 と Y 方向に隣接する第 4 の振動部 5 4 を備える。

[0070] 第 4 の振動部 5 4 は、第 1 の実施形態において説明した図 8 の第 4 の振動部 5 4 と同様の構成を有している。すなわち、本変形例における第 4 の振動部 5 4 は、光ファイバ 2 を Y 径方向に挟んで第 2 の内面 2 a と対向する平坦な第 4 の内面 5 4 a を有し、内面 5 4 a と外面 5 4 b との間には、Z 方向に伸縮する第 4 の圧電活性領域 5 4 c が形成されている。

[0071] 光ファイバスキャナの組立工程において、第 1、第 2 および第 3 の内面 5 1 a， 5 2 a， 5 3 a に光ファイバ 2 の外周面が突き当たるように光ファイバ 2 と第 1 の固定部材 3 1 との相対位置を決定した後、第 2 の固定部材 3 1 1 を、第 4 の内面 5 4 a が光ファイバ 2 の外周面に突き当たるように、第 1 の固定部材 3 1 および光ファイバ 2 に対して位置決めする。このときに、周方向に隣接する第 1 の振動部 5 1 の端部と第 4 の振動部 5 4 の端部とが互いに密着し、周方向に隣接する第 3 の振動部 5 3 の端部と第 4 の振動部 5 4 の端部とが互いに密着するように、第 2 の固定部材 3 1 1 の両端部の形状が設計されている。次に、接着剤を硬化させて光ファイバ 2 の外周面に固定部材 3 1， 3 1 1 を固定する。

[0072] 本変形例によれば、光ファイバ 2 の外周面を全周にわたって覆う固定部材 3， 3 0 1 によって、光ファイバ 2 を保護することができる。また、光ファイバ 2 は、X 方向および Y 方向にそれぞれ 2 つの圧電活性領域 5 1 c， 5 3 c； 5 2 c， 5 4 c の伸縮振動によって振動させられるので、より大きな振

動振幅を得ることができる。

[0073] 上述した第1および第2の実施形態においては、基端から固定部材3, 31の先端近傍まで外周面が金属被膜によって被覆された光ファイバ2を使用してもよい。

このようにすることで、光ファイバ2と固定部材3, 31の内面51a, 52a, 53aとの接合に、精密な接合に好適な半田を使用することができるので、光ファイバスキャナ1, 101の組立精度をさらに向上することができる。また、金属被膜によって光ファイバ2を保護することができ、組み立て時における光ファイバ2の破損を防ぐことができる。さらに、内面51a, 52a, 53aの電極71a, 72a, 73aが金属被膜を介して固定部4と電氣的に接続されるので、電極71a, 72a, 73aではなく固定部4に単一のGND用のリード線8Gを接続して固定部4を共通のGND電極として機能させることが可能となる。これにより、リード線8Gの配線作業を容易にすることができるという利点がある。

[0074] 上述した第1のおよび第2の実施形態において、図8および図12に示されるような角筒を形成する2つの固定部材3, 301; 31, 311を備える場合には、図13に示されるように、各固定部材3, 301の周方向の端部に面取り部14, 15が設けられていてもよい。

面取り部14, 15は、第1の固定部材3と第2の固定部材301とを角筒状に組み立てたときに互いに密着するように、形成されている。図13には、平坦な面取り部14, 15が示されているが、面取り部14, 15は、凹凸を有してもよく、曲面であってもよい。また、面取り部14, 15は、固定部材3, 301の長手方向の全長にわたって形成されていてもよく、長手方向の一部分のみに形成されていてもよい。

このように面取り部14, 15を設けることによって、2つの固定部材3, 301を互いに容易に密着状態に組み立てることができる。

[0075] 上述した第1および第2の実施形態においては、光ファイバ2が円柱状であることとしたが、これに代えて、図13に示されるように、X方向に対向

する２つの側面とＹ方向に対向する２つの側面とを有する四角柱状の光ファイバ２１を用いてもよい。光ファイバ２１は、少なくとも２つの側面が固定部材の２つの内面５１ａ，５２ａと突き当たるように、固定部材に対して位置決めされる。図１３には、一例として、四角柱状の光ファイバ２１と２つの固定部材３，３０１との組み合わせが示されているが、光ファイバ２１を、これまで説明したいずれの固定部材と組み合わせてもよい。

このように、四角柱状の光ファイバ２１を用いることによって、光ファイバ２のＸ方向の振動およびＹ方向の振動を互いに確実に分離することができる。

符号の説明

- [0076] １，１０１ 光ファイバスキャナ
２ 光ファイバ
３，３１ 固定部材
４ 固定部
５１，５２，５３ 振動部
５１ａ，５２ａ，５３ａ 内面
５１ｂ，５２ｂ，５３ｂ 外面
５１ｃ，５２ｃ，５３ｃ 圧電活性領域
６，６１ 接続部
７１ａ，７１ｂ，７２ａ，７２ｂ，７３ａ，７３ｂ 電極
８Ａ，８Ｂ，８Ｇ リード線
９ 振動吸収部材
１０ 照明装置
１１ 集光レンズ
１２ 枠体
１３ 光ファイバ
２０ 内視鏡
２０ａ 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（電圧供給部）
- 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、
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た固定部材とを備え、
該固定部材が、
前記光ファイバの第1の径方向において前記光ファイバと隣接し、
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第1の振動部と、
前記第1の径方向と交差する前記光ファイバの第2の径方向において前記光ファイバと隣接し、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第2の振動部と、
前記第1の振動部と前記第2の振動部とを接続する接続部とを備え、
前記第1の振動部が、前記光ファイバの外周面に突き当たる第1の内面を有し、
前記第2の振動部が、前記第1の内面と角度を成して配置され、前記光ファイバの外周面に突き当たる第2の内面を有する光ファイバスキナ。
- [請求項2] 前記接続部の少なくとも一部分が、前記第1の振動部および前記第2の振動部の振動吸収性よりも高い振動吸収性を有する請求項1に記載の光ファイバスキナ。
- [請求項3] 前記接続部の前記光ファイバとは反対側に位置する外側部分が、前記第1の振動部および前記第2の振動部の振動吸収性よりも高い振動吸収性を有する請求項2に記載の光ファイバスキナ。
- [請求項4] 前記固定部材が、前記光ファイバの前記第1の内面とは反対側に設けられ、前記光ファイバの外周面に接触する第3の内面を有する請求項1から請求項3のいずれかに記載の光ファイバスキナ。
- [請求項5] 前記光ファイバの前記第1の振動部とは反対側に設けられ、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第3の振動部を備え、

該第3の振動部が、前記第3の内面を有する請求項4に記載の光ファイバスキャナ。

[請求項6] 前記固定部材が、前記光ファイバの前記第2の内面とは反対側において前記第2の径方向に開放されている請求項4または請求項5に記載の光ファイバスキャナ。

[請求項7] 前記第1の内面および前記第3の内面が、前記第2の径方向において前記光ファイバの半径よりも大きな寸法を有し、

前記固定部材の、前記光ファイバの前記第2の内面とは反対側における開口が、前記第2の径方向に垂直な方向において前記光ファイバの直径よりも大きな寸法を有する請求項6に記載の光ファイバスキャナ。

[請求項8] 前記第2の径方向における前記第2の振動部の寸法が、前記第1の径方向における前記第1の振動部および前記第3の振動部の寸法よりも大きい請求項6または請求項7に記載の光ファイバスキャナ。

[請求項9] 前記固定部材が、
前記第1の振動部、前記第2の振動部および前記接続部を備える第1の固定部材と、

前記光ファイバの前記第2の内面とは反対側に設けられ、前記光ファイバの外周面に接触する第4の内面を有する第4の振動部を備える第2の固定部材とを備え、

前記第1の固定部材および前記第2の固定部材が、前記長手軸回りの周方向において互いに隣接して配置され、前記光ファイバの外周面を囲む筒状に密着状態に組み立てられている請求項4または請求項5に記載の光ファイバスキャナ。

[請求項10] 前記固定部材が、
前記第1の振動部、前記第2の振動部および前記接続部を備える第

1の固定部材と、

前記光ファイバの前記第1の内面とは反対側に設けられ、前記光ファイバの外周面に接触する第3の内面を有する第3の振動部と、前記光ファイバの前記第2の内面とは反対側に設けられ、前記光ファイバの外周面に接触する第4の内面を有する第4の振動部と、前記第3の振動部と前記第4の振動部とを接続する第2の接続部とを備える第2の固定部材とを備え、

前記第1の固定部材および前記第2の固定部材が、前記長手軸回りの周方向において互いに隣接し、前記光ファイバの外周面を取り囲む筒状に密着状態に組み立てられている請求項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] 前記第1の固定部材および前記第2の固定部材が、前記周方向の両端に前記長手方向の少なくとも一部に沿って面取り部を有し、

前記第1の固定部材および前記第2の固定部材が、前記面取り部同士を密着させて密着状態に組み立てられている請求項9または請求項10に記載の光ファイバスキャナ。

[請求項12] 前記光ファイバの外周面に、前記光ファイバの基端から前記固定部材の先端近傍まで前記外周面を被覆する金属被膜が設けられている請求項1から請求項11のいずれかに記載の光ファイバスキャナ。

[請求項13] 前記光ファイバが、前記第1の径方向および前記第2の径方向に側面を有する角柱形状である請求項1から請求項12のいずれかに記載の光ファイバスキャナ。

[請求項14] 照明光を発生する光源と、

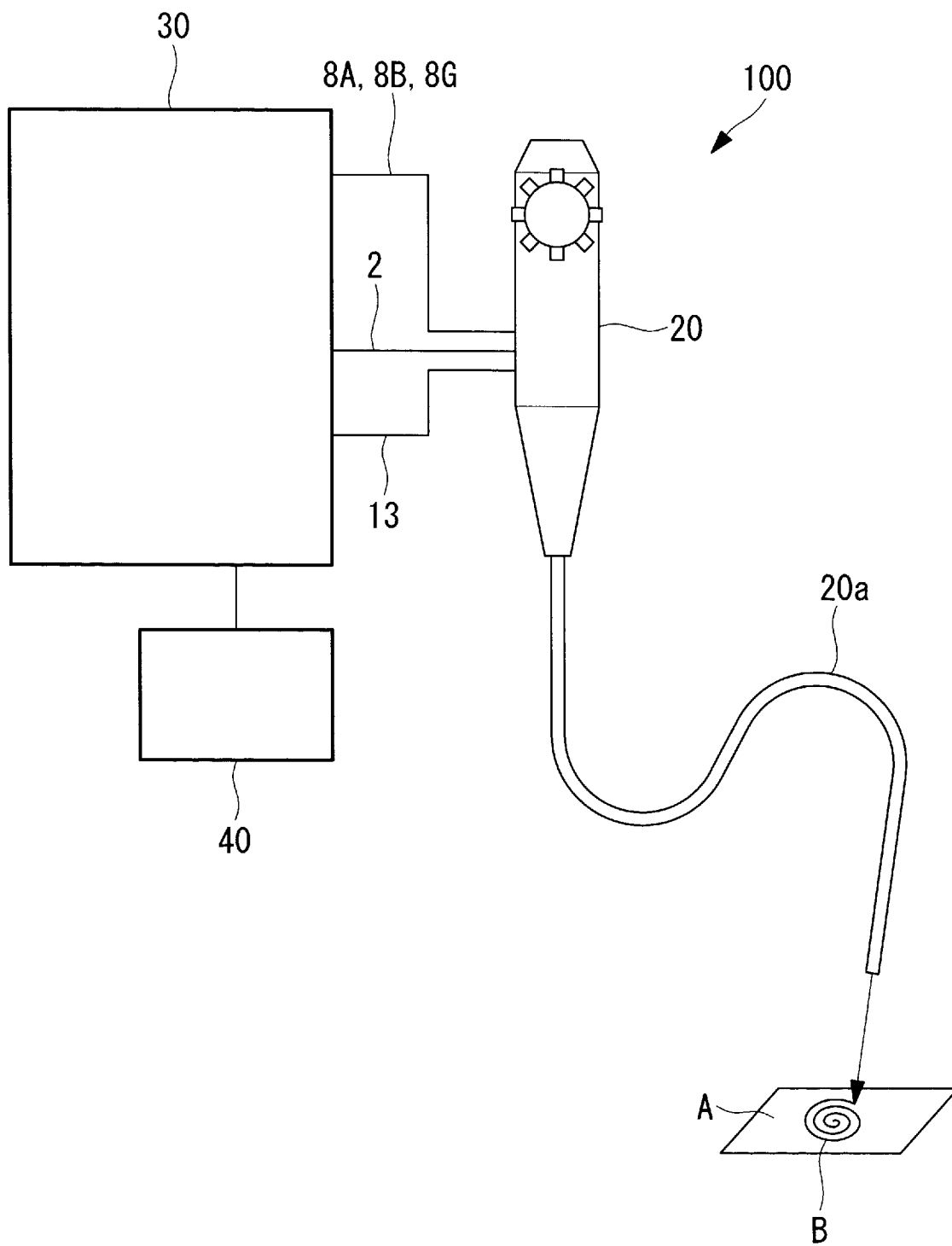
該光源に前記光ファイバの基端が接続される請求項1から請求項13のいずれかに記載の光ファイバスキャナとを備える照明装置。

[請求項15] 請求項14に記載の照明装置と、

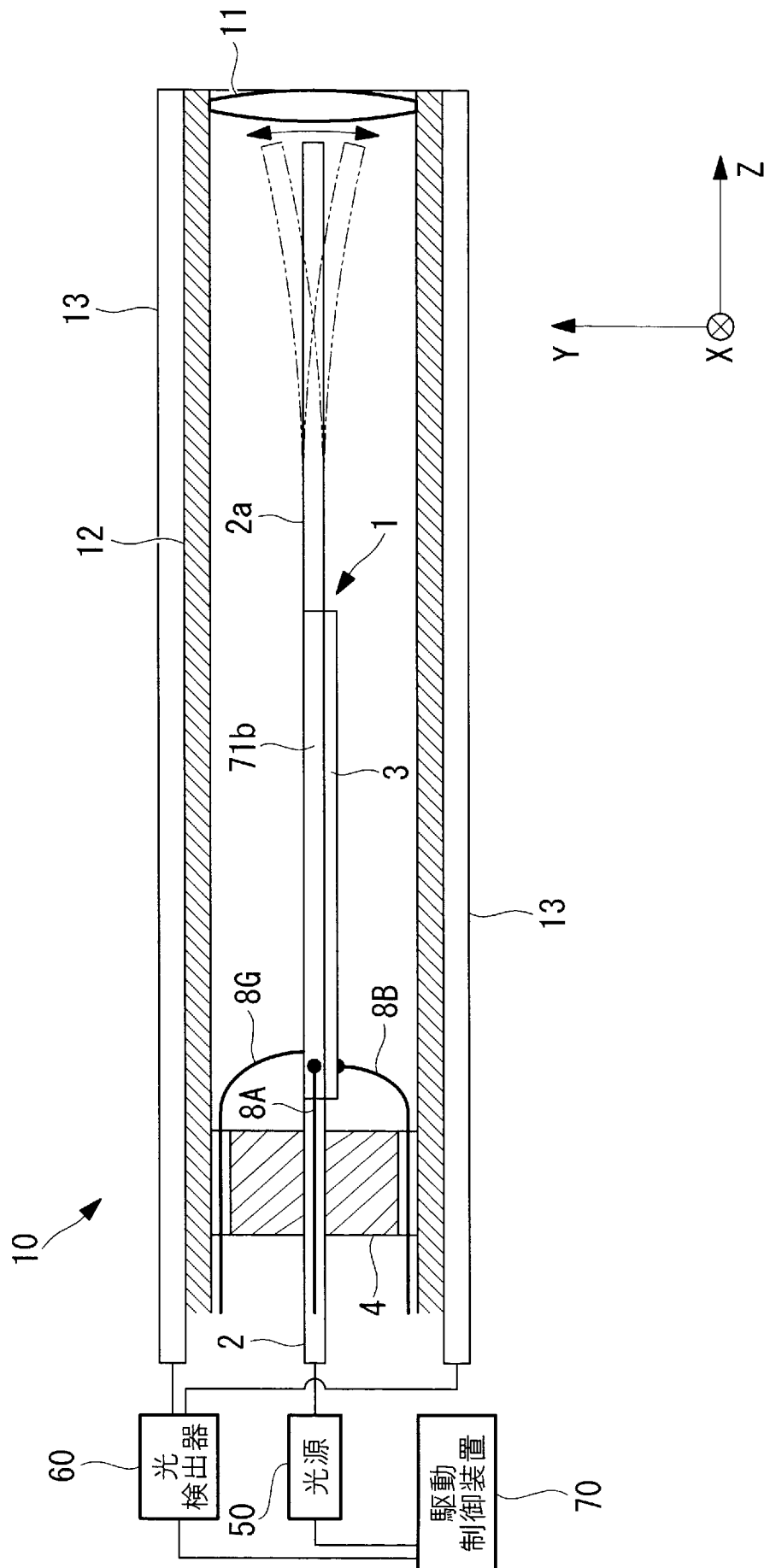
該照明装置からの照明光が被写体に照射されることにより、被写体から戻る戻り光を検出する光検出部と、

前記固定部材の前記第 1 の振動部および前記第 2 の振動部に前記電圧を供給する電圧供給部とを備える観察装置。

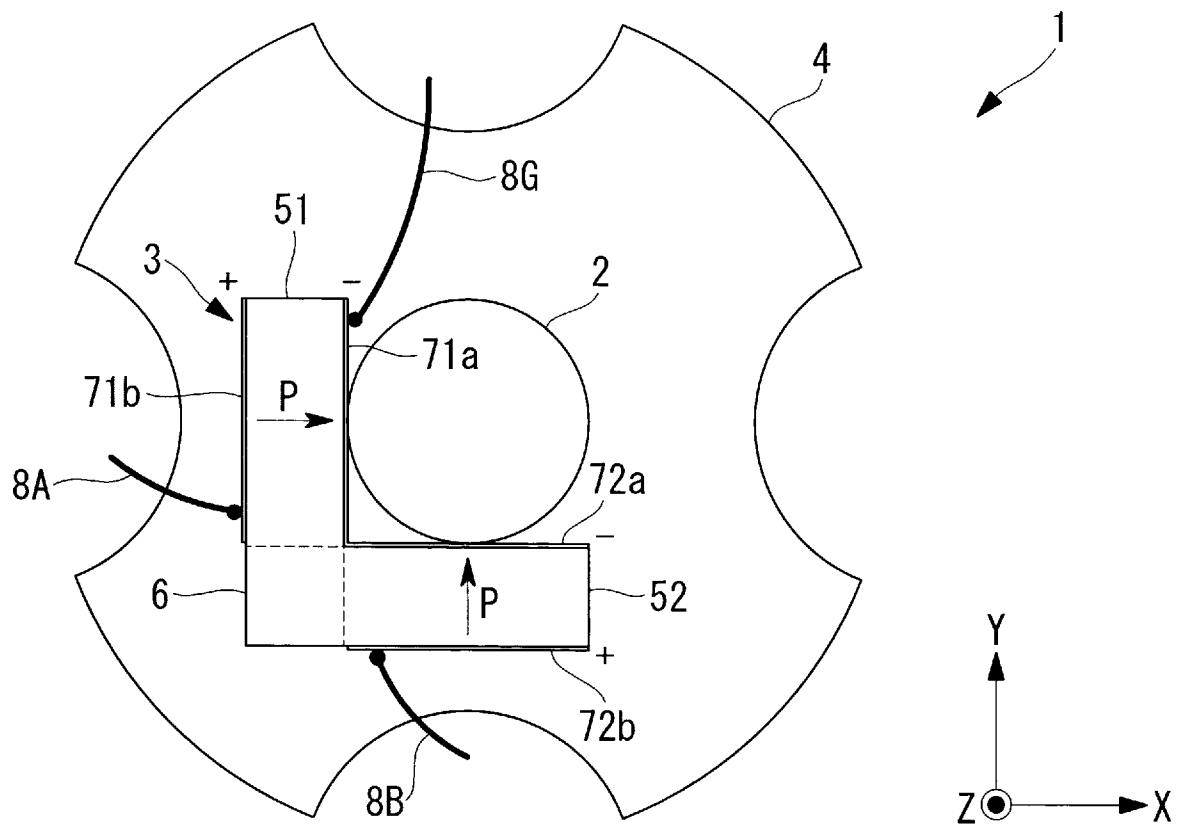
[図1]



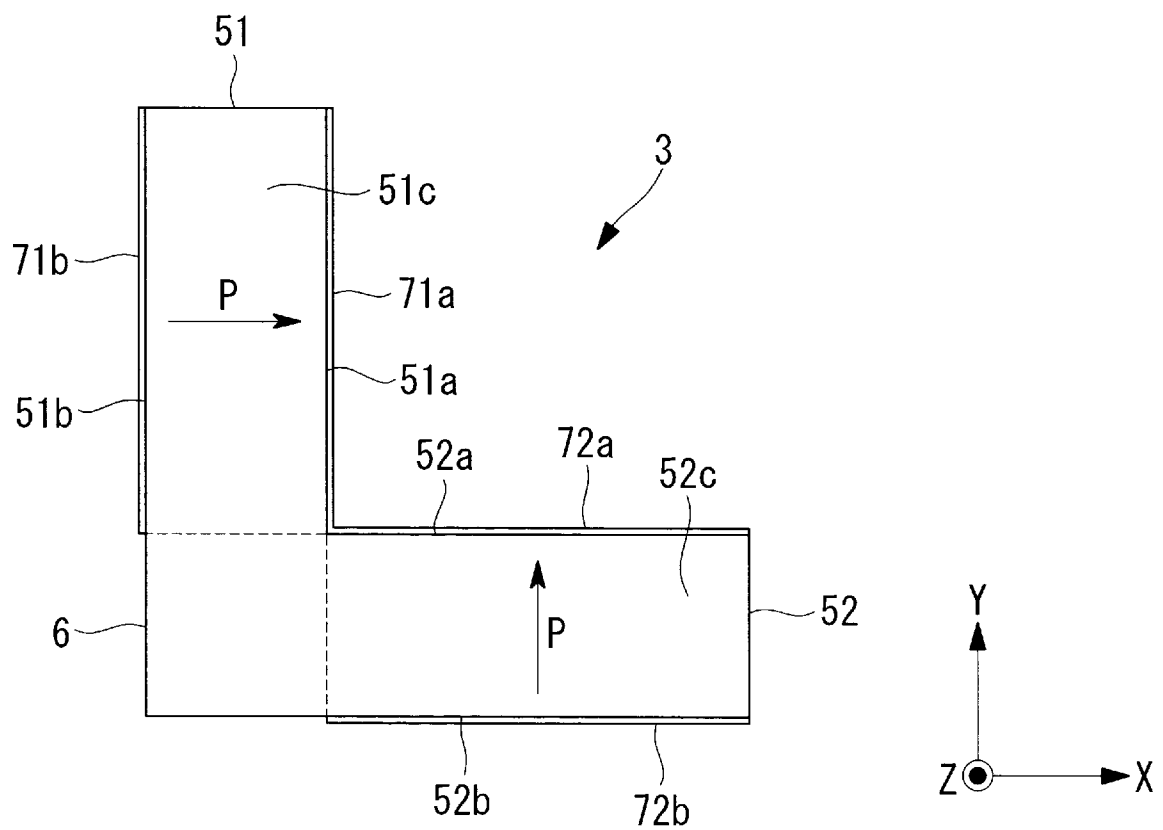
[図2]



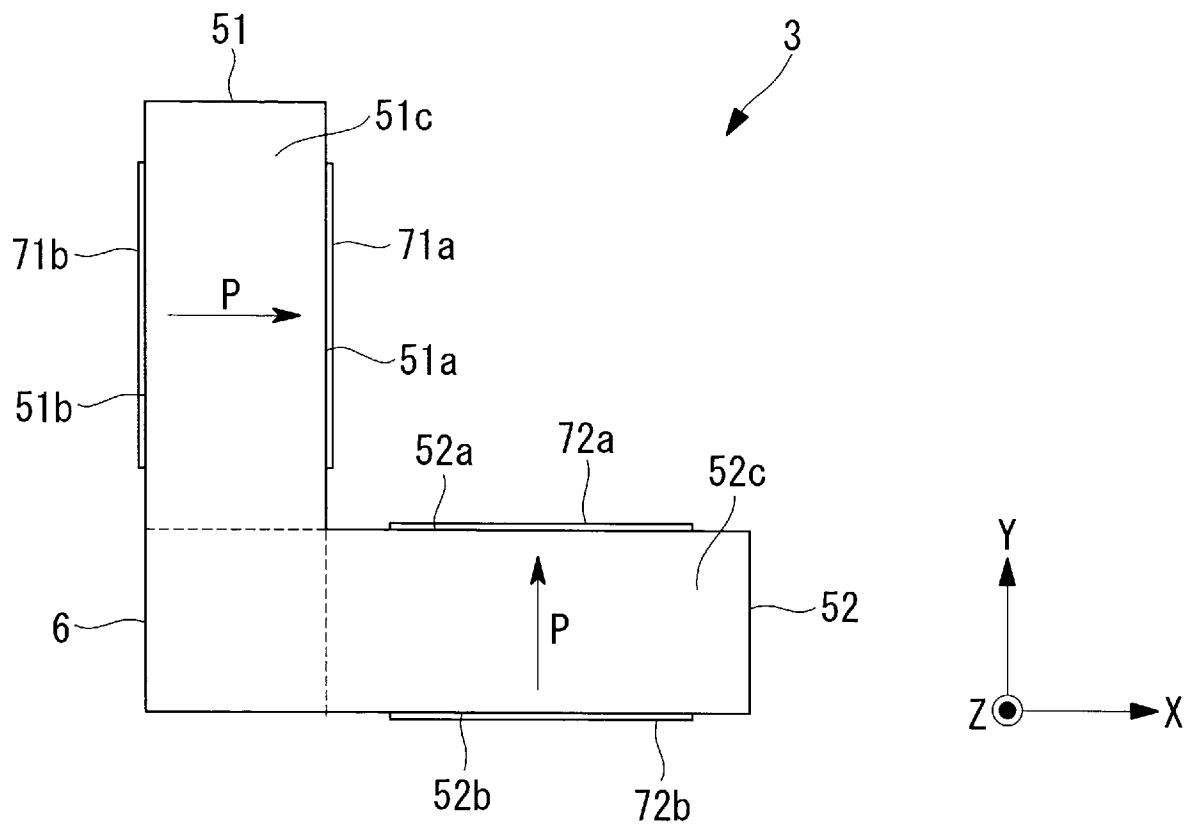
[図3]



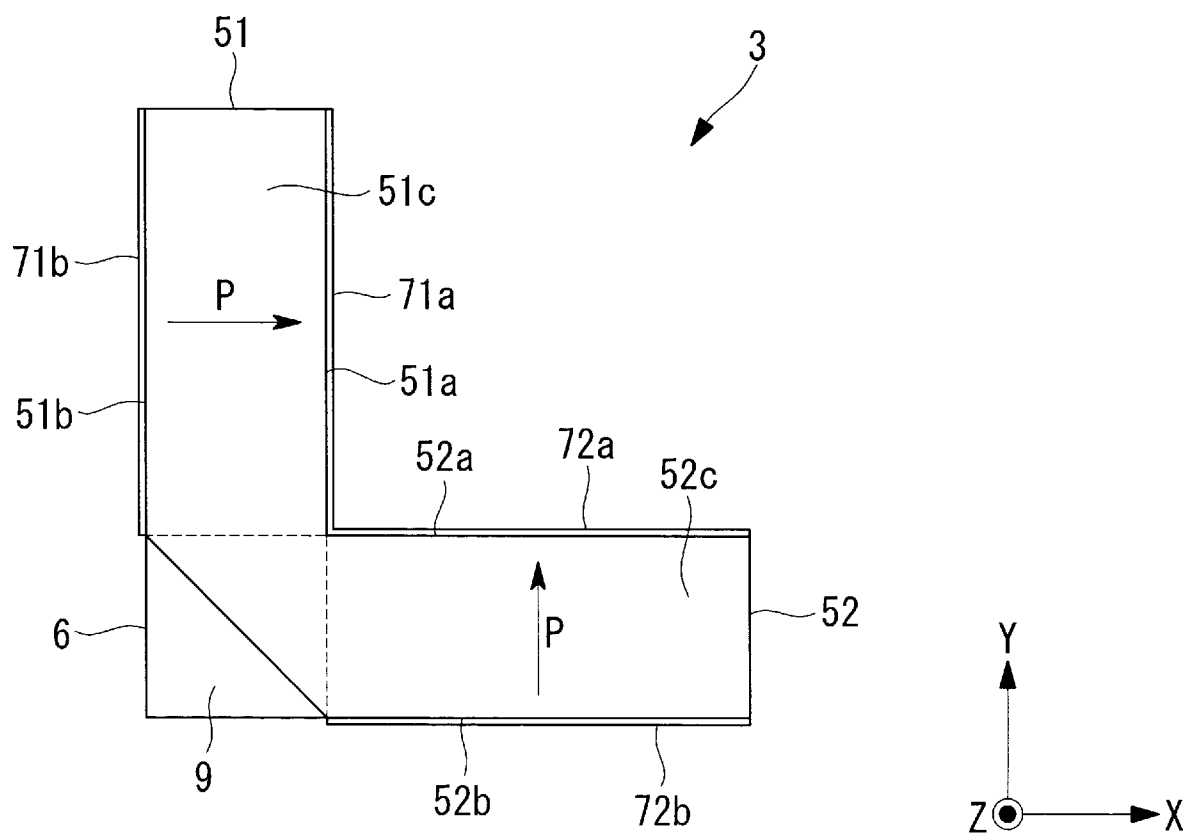
[図4]



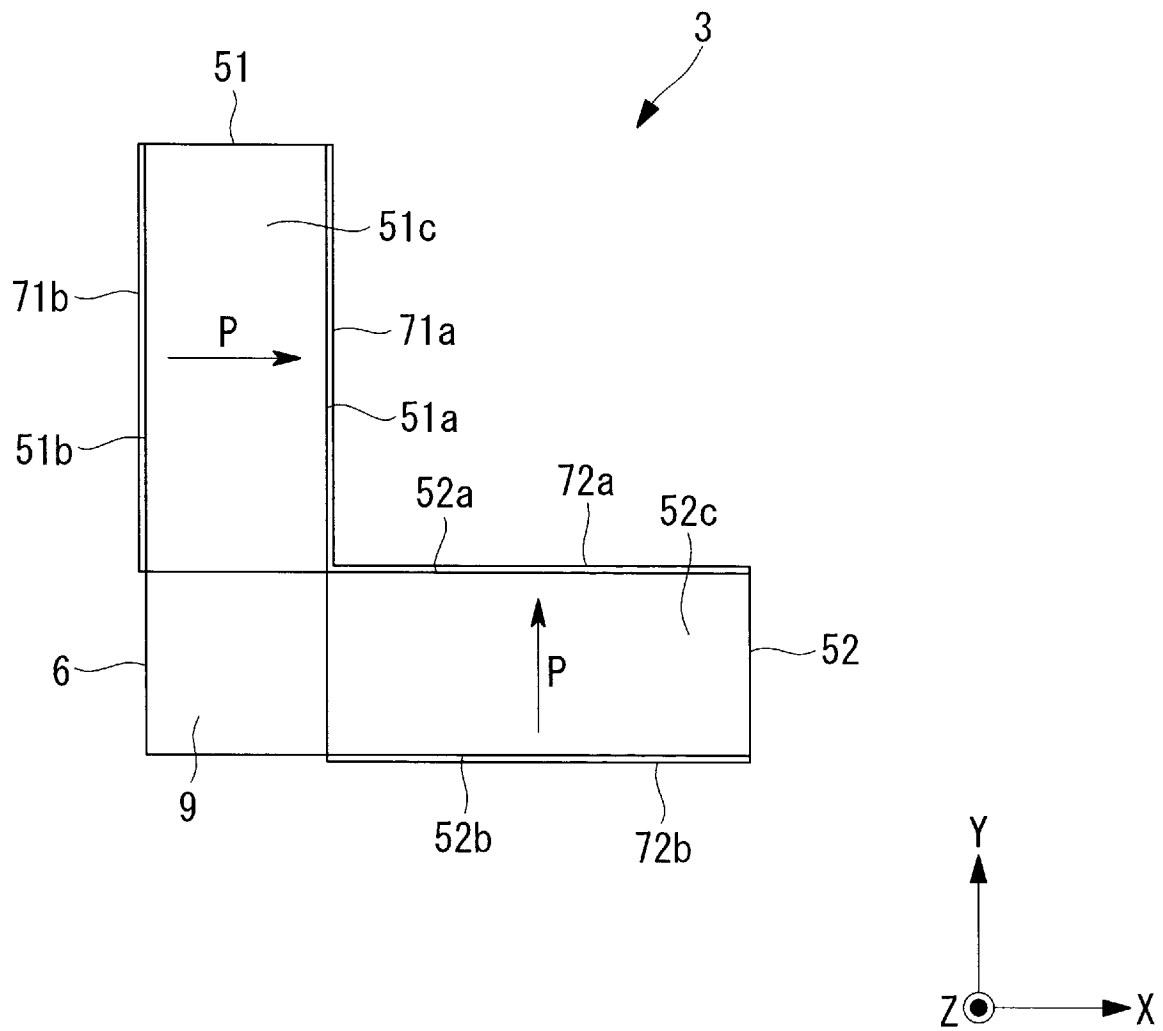
[図5]



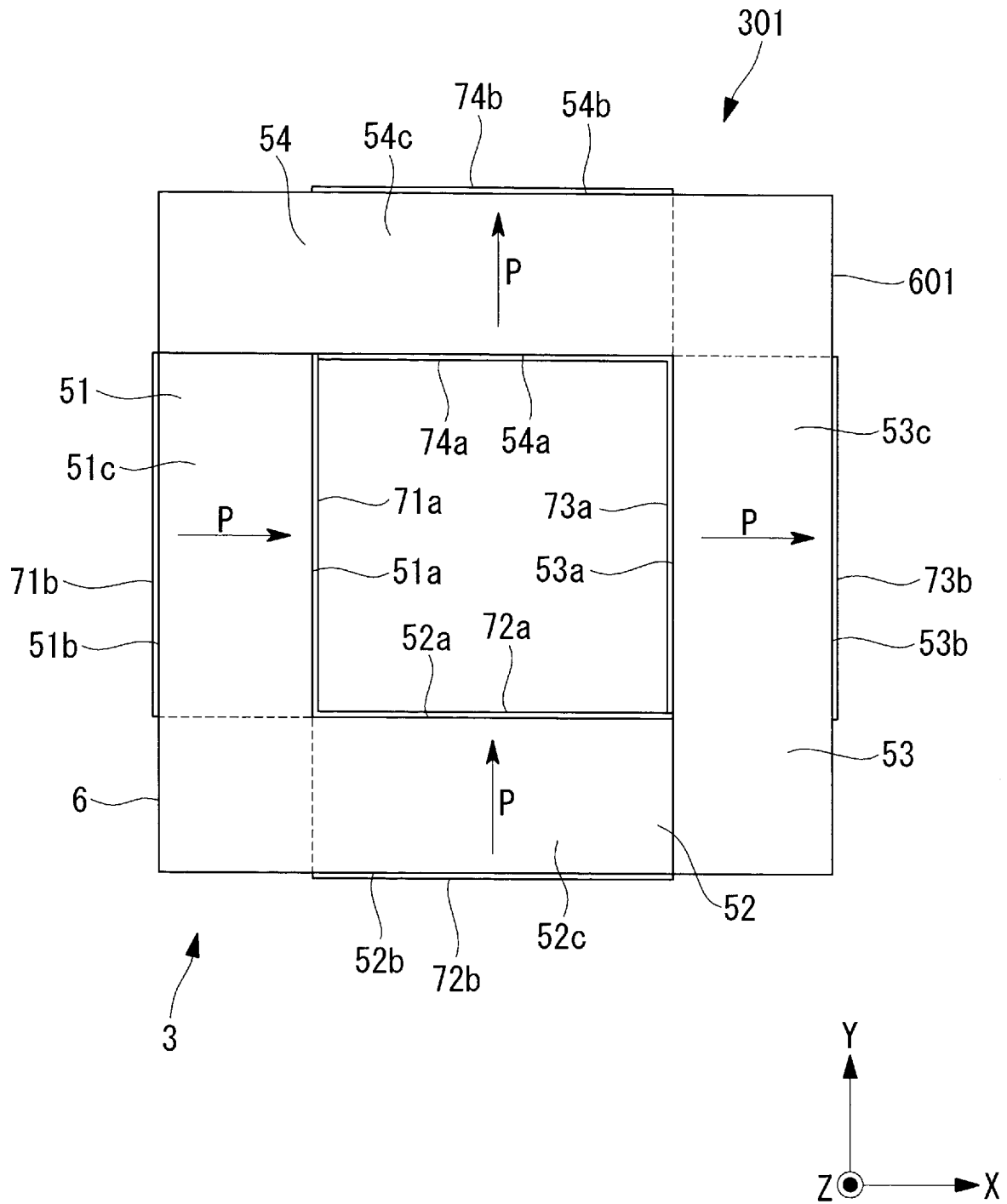
[図6]



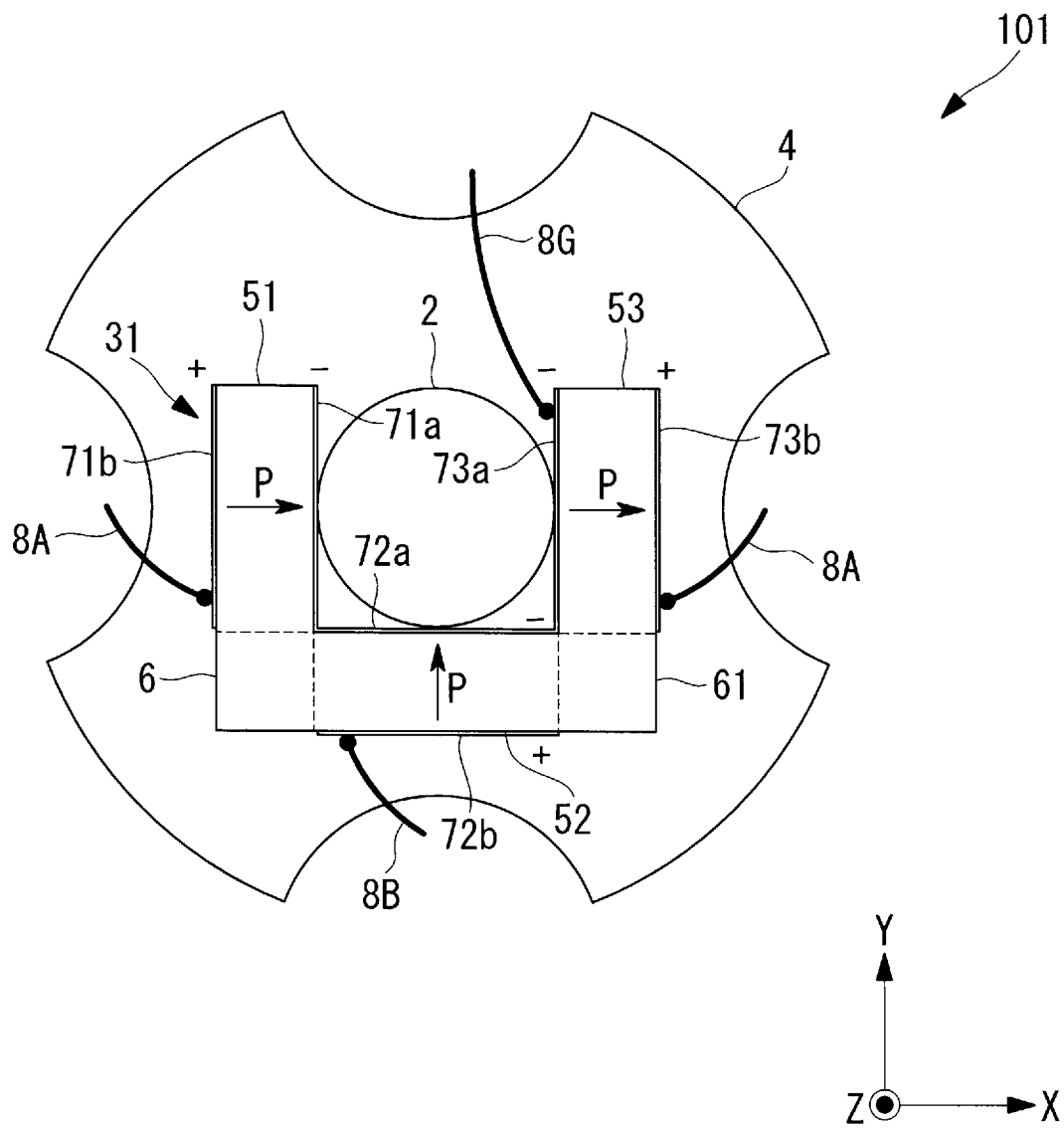
[図7]



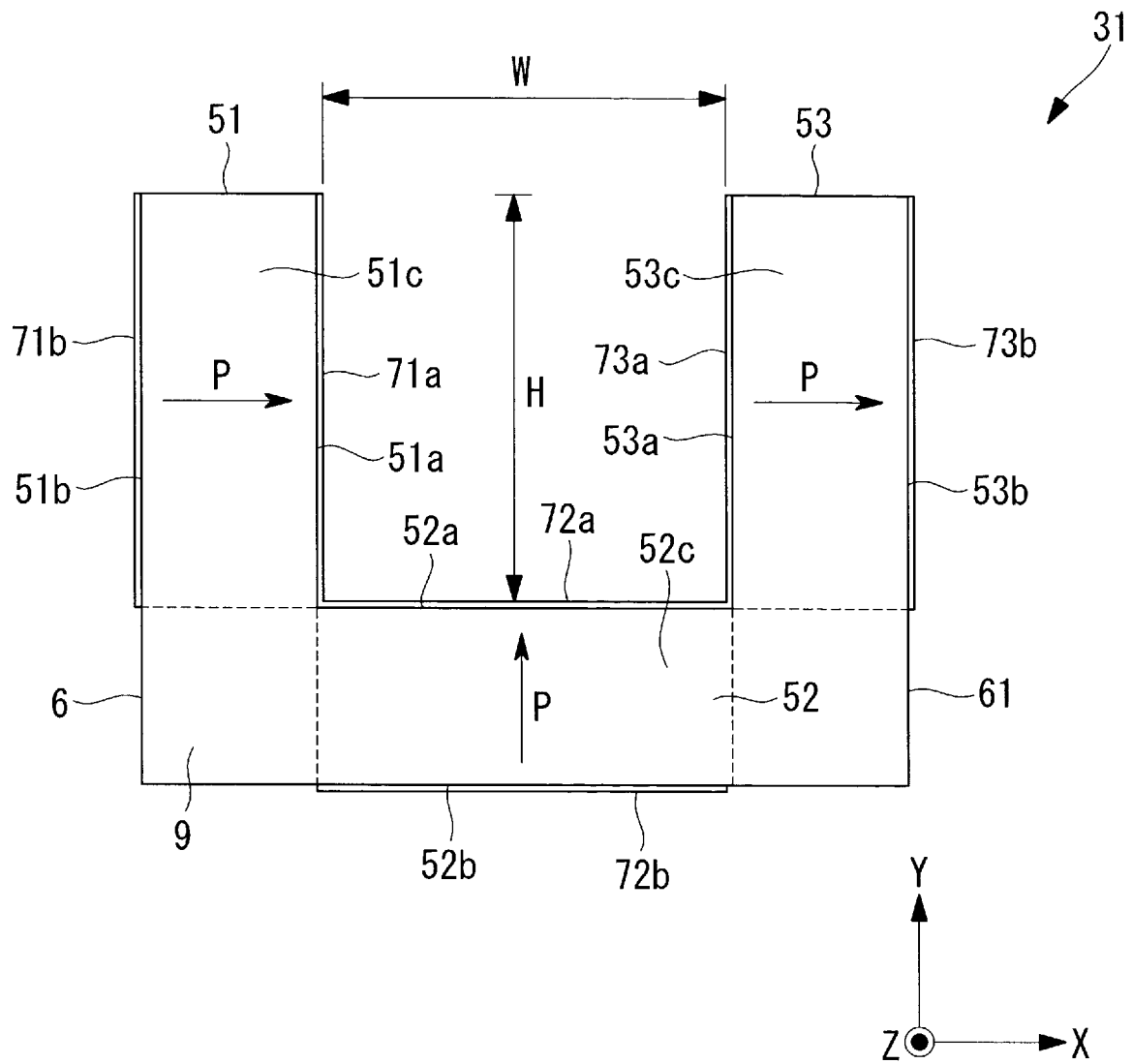
[図8]



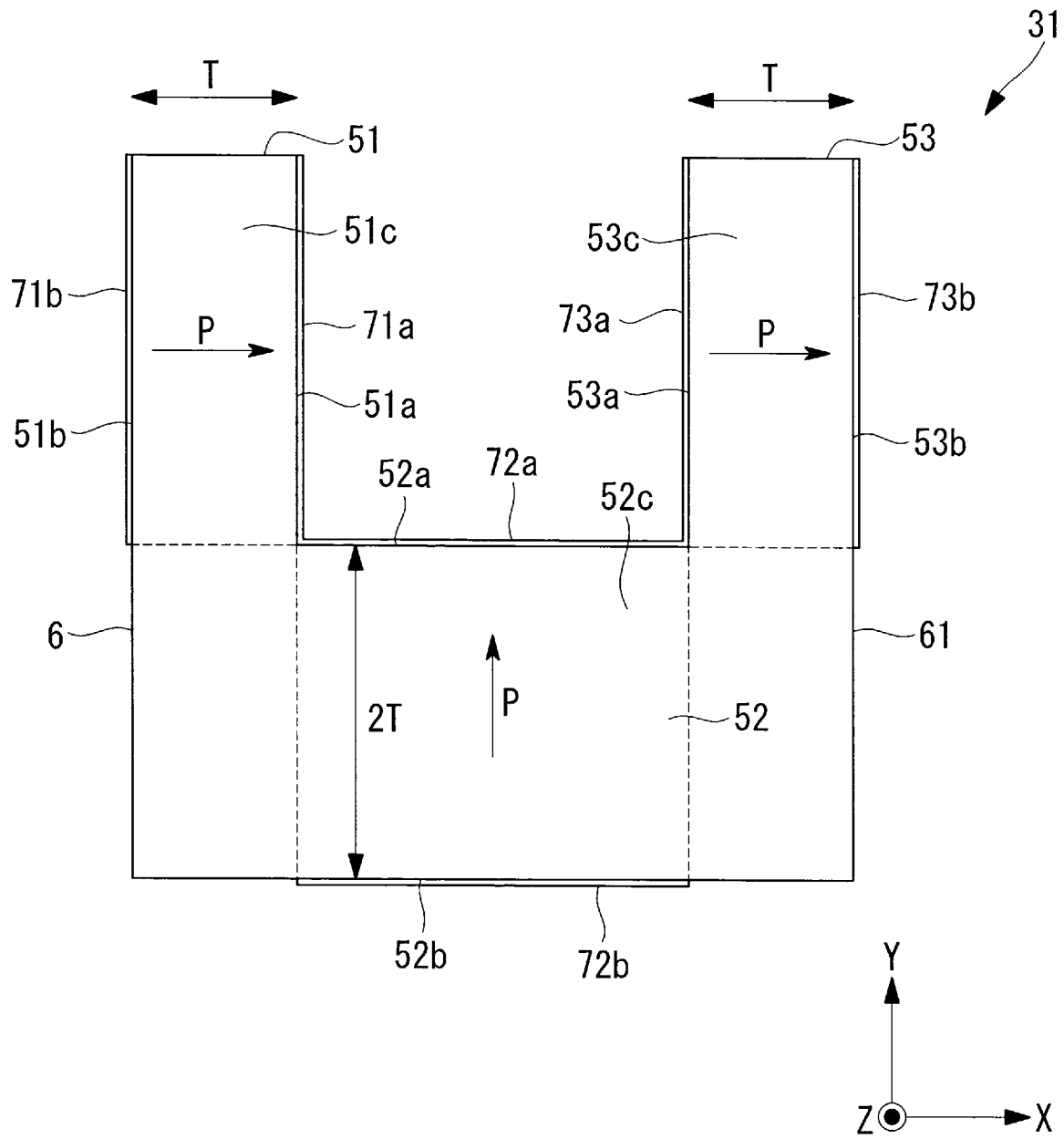
[図9]



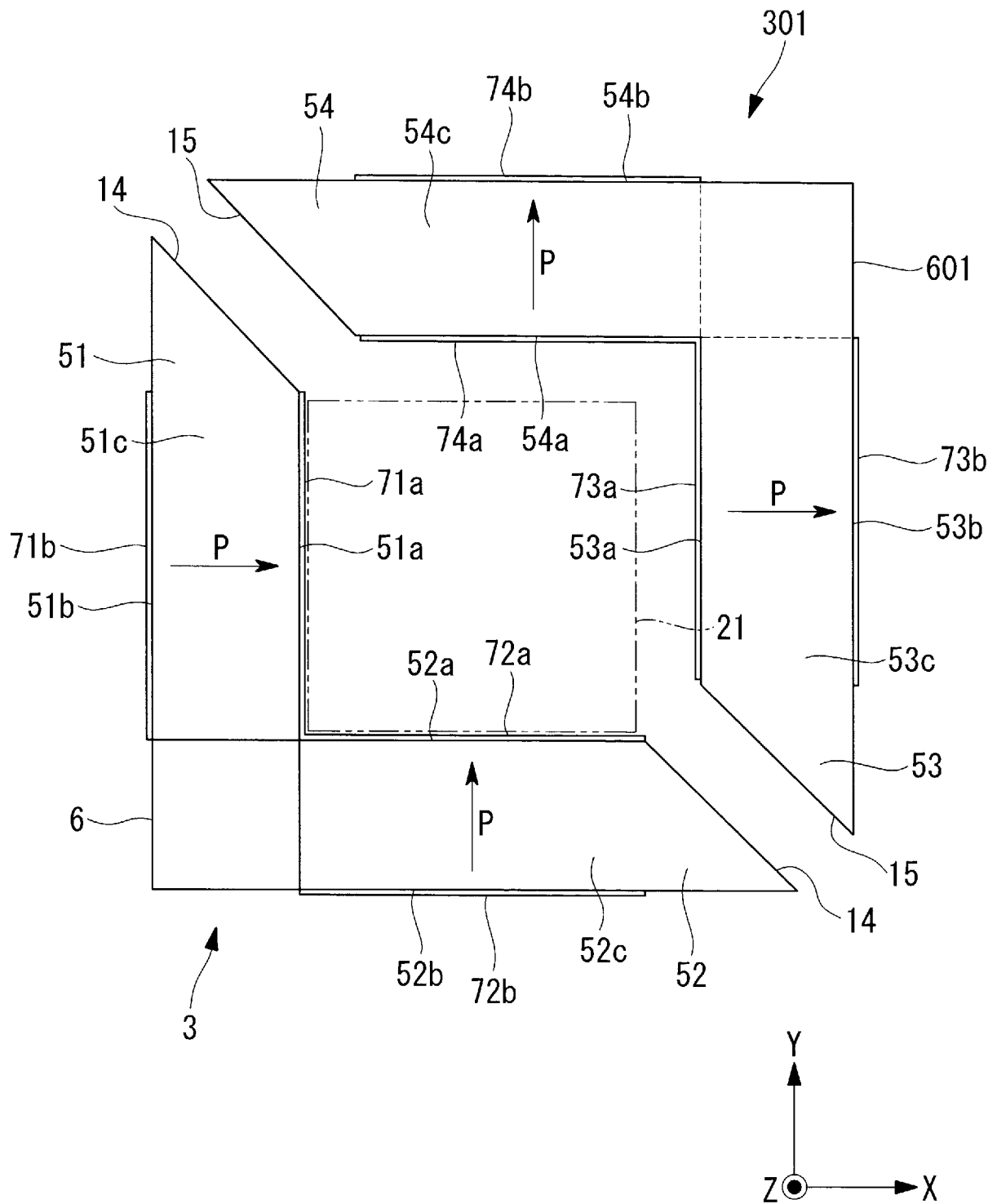
[図10]



[図11]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/082309

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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	WO 2014/054524 A1 (Olympus Corp.), 10 April 2014 (10.04.2014), paragraphs [0101] to [0111], [0118] to [0122]; fig. 29 to 33, 37 to 38	1, 4-5, 12, 14-15
Y		2-3
Y	paragraphs [0060] to [0063], [0101] to [0102]; fig. 11 to 12, 29	1-5, 12, 14-15
A	paragraphs [0064] to [0065]; fig. 13 & US 2015/0205050 A1 paragraphs [0180] to [0193], [0201] to [0205]; fig. 29 to 33, 37 to 38; paragraphs [0122] to [0126], [0180] to [0183]; fig. 11 to 12, 29; paragraphs [0127] to [0128]; fig. 13 & EP 2905648 A1 & CN 104620156 A & JP 2014-71423 A & JP 2014-137565 A	9-11

☒ 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
05 January 2017 (05.01.17)

Date of mailing of the international search report
17 January 2017 (17.01.17)

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/JP2016/082309

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2010/0261958 A1 (CORNELL UNIVERSITY), 14 October 2010 (14.10.2010), paragraph [0046]; fig. 3 & WO 2009/064746 A2 & CN 101909509 A & US 8553337 B2	1-5, 12, 14-15
Y	JP 2013-244045 A (Olympus Corp.), 09 December 2013 (09.12.2013), paragraph [0039]; fig. 5 (Family: none)	2-3
A	JP 8-240729 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 17 September 1996 (17.09.1996), paragraph [0014]; fig. 3 (Family: none)	13
A	JP 2016-9121 A (Olympus Corp.), 18 January 2016 (18.01.2016), paragraphs [0039] to [0046]; fig. 9 to 12 & WO 2015/198585 A1	1-15
A	WO 2012/073958 A1 (Olympus Corp.), 07 June 2012 (07.06.2012), entire text; all drawings & US 2013/0257222 A1 & JP 5914355 B2	1-15
A	JP 2008-511039 A (Auckland Uniservices Ltd.), 10 April 2008 (10.04.2008), entire text; all drawings & US 2008/0131048 A1 & WO 2006/022557 A1	1-15
A	CN 104013377 A (SHANGHAI UNIVERSITY), 03 September 2014 (03.09.2014), entire text; all drawings (Family: none)	1-15

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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	WO 2014/054524 A1 (オリンパス株式会社) 2014. 04. 10, 段落[0101]-[0111], [0118]-[0122], 図 29-33, 37-38	1, 4-5, 12, 14-15
Y		2-3
Y	段落[0060]-[0063], [0101]-[0102], 図 11-12, 29	1-5, 12, 14-15
A	段落[0064]-[0065], 図 13 & US 2015/0205050 A1 段落[0180]-[0193], [0201]-[0205], 図 29-33, 37-38 段落[0122]-[0126], [0180]-[0183], 図 11-12, 29	9-11

☑ 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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

05. 01. 2017

国際調査報告の発送日

17. 01. 2017

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

2 L

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
	段落[0127]-[0128], 図 13 & EP 2905648 A1 & CN 104620156 A & JP 2014-71423 A & JP 2014-137565 A	
Y	US 2010/0261958 A1 (CORNELL UNIVERSITY) 2010. 10. 14, 段落[0046], 図 3 & WO 2009/064746 A2 & CN 101909509 A & US 8553337 B2	1-5, 12, 14-15
Y	JP 2013-244045 A (オリンパス株式会社) 2013. 12. 09, 段落[0039], 図 5 (ファミリーなし)	2-3
A	JP 8-240729 A (古河電気工業株式会社) 1996. 09. 17, 段落[0014], 図 3 (ファミリーなし)	13
A	JP 2016-9121 A (オリンパス株式会社) 2016. 01. 18, 段落[0039]-[0046], 図 9-12 & WO 2015/198585 A1	1-15
A	WO 2012/073958 A1 (オリンパス株式会社) 2012. 06. 07, 全文, 全図 & US 2013/0257222 A1 & JP 5914355 B2	1-15
A	JP 2008-511039 A (オークランド・ユニサーヴィシズ・リミテッド) 2008. 04. 10, 全文, 全図 & US 2008/0131048 A1 & WO 2006/022557 A1	1-15
A	CN 104013377 A (SHANGHAI UNIVERSITY) 2014. 09. 03, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-15