

(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11月9日(09.11.2017)



(10) 国際公開番号

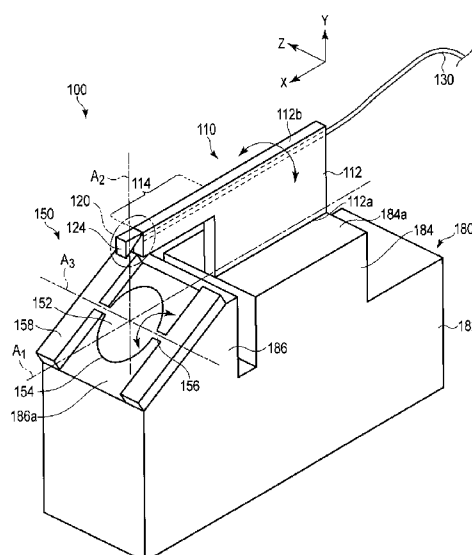
WO 2017/191684 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 26/10 (2006.01) **G02B 26/08** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/063665
- (22) 国際出願日: 2016年5月6日(06.05.2016)
- (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: 村上 賢治 (MURAKAMI, Kenji); 〒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: 蔵田 昌俊, 外 (KURATA, Masatoshi et al.); 〒1050014 東京都港区芝3丁目23番1号 セレスティン芝三井ビルディング11階 鈴榮特許総合事務所内 Tokyo (JP).

- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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,

(54) Title: TWO-DIMENSIONAL OPTICAL DEFLECTOR

(54) 発明の名称: 2次元光偏向器



(57) Abstract: A two-dimensional optical deflector (100) is provided with: a first deflector (110) and a second deflector (150) for deflecting a light beam; and a fixing member (180) for directly fixing both the first deflector and the second deflector. The first deflector is provided with a light emission unit (120) for generating a light beam from light guided by an optical waveguide means and emitting the light beam. The light emission unit is supported so as to be swingable about a first axis (A_1). The light emission unit emits a light beam towards the first axis in a first plane perpendicular to the first axis. The second deflector has a swingable reflective surface (152) for reflecting the light beam. The reflective surface is inclined by 45° in relation to the first axis in a non-swing state, and is also inclined by 45° in relation to a second axis (A_2) coinciding with the principal ray of the light beam emitted from the light emission unit in a non-swing state. The reflective surface is supported so as to be swingable about a third axis, which passes through the intersection between the first axis and the second axis and which is perpendicular to both the first axis and the second axis.

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：

- 国際調査報告（条約第21条(3)）
- 補正された請求の範囲（条約第19条(1)）

(57) 要約：2次元光偏向器（100）は、光ビームを偏向する第1偏向器（110）と第2偏向器（150）と、第1偏向器と第2偏向器を共に直接固定している固定部材（180）を備えている。第1偏向器は、光導波手段によって導光された光から光ビームを生成して出射する光出射部（120）を備えている。光出射部は第1軸（ A_1 ）の周りに揺動可能に支持されている。光出射部は、第1軸に垂直な第1平面内において、第1軸に向けて光ビームを出射する。第2偏向器は、光ビームを反射する揺動可能な反射面（152）を有している。反射面は、非揺動時において、第1軸に対して45度傾斜しており、さらに、非揺動時の光出射部から出射される光ビームの主光線に一致する第2軸（ A_2 ）に対しても45度傾斜している。反射面は、第1軸と第2軸の交点を通り第1軸と第2軸の両方に垂直な第3軸の周りに揺動可能に支持されている。

明 細 書

発明の名称： ２次元光偏向器

技術分野

[0001] 本発明は、光ビームを２次元的に偏向する２次元光偏向器に関する。

背景技術

[0002] 光ビームを２次元的に偏向する２次元光偏向器のひとつに、それぞれがミラーを有する二個のガルバノ偏向器を直交配置した構成のものがある。このような２次元光偏向器では、実際に光ビームを２次元的に偏向すると、像面上で光ビームの軌跡が歪む。

[0003] 米国特許第４８３８６３２号明細書は、このような歪みを低減した２次元光偏向器を開示している。図１８と図１９は、米国特許第４８３８６３２号明細書に開示されている２次元光偏向器を示している。図１８は、その２次元光偏向器の側面図であり、図１９は、その２次元光偏向器の正面図である。図１８と図１９に示されるように、この２次元光偏向器５００は、第１偏向器５１０と第２偏向器５２０とを備えている。第１偏向器５１０は、反射面を有する可動部５１２と、可動部５１２を第１軸 A_1 の周りに揺動可能に支持するブラケット５１４とを有している。第２偏向器５２０は、第１偏向器５１０を第１軸 A_1 に直交する第２軸 A_2 の周りに揺動させる。第１偏向器５１０は、非偏向時の可動部５１２の反射面が第２軸 A_2 に対して 45° の角度となるように、第２偏向器５２０に固定されている。偏向される光ビーム L_{B1} は、第２軸 A_2 に平行に第１偏向器５１０に入射する。可動部５１２の反射面で反射された光ビーム L_{B2} は、レンズ５３２を介して、像面５３４に入射する。

[0004] ２次元光偏向器５００は、単純な構成で非常に小型でありながら、像面上の光ビームの軌跡の歪みの低減を実現している。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 2次元光偏向器500においては、第2偏向器520は、第1偏向器510を一体的に入射光ビームに平行な揺動軸の周りに揺動させている。そのため、第1偏向器510のサイズ・質量・慣性モーメントは、単純な構成で非常に小型の2次元光偏向器の実現には重要な要素である。しかし、米国特許第4838632号明細書は、第1偏向器の具体的な構成については示唆も教示もない。また、非偏向時の可動部512の反射面が第2軸 A_2 に対して 45° の角度となるようにする手法についても示唆も教示もない。

[0006] 第1偏向器510を第2偏向器520と一体的に構成した場合、第1偏向器510に必要な構成を鑑みれば、第1偏向器510の質量・慣性モーメントが大きくなることは想像に難しくなく、第2偏向器520の駆動には大きな駆動力が必要となり、結果として大きな消費電力が必要になると容易に想像できる。

[0007] 本発明はこのような現状を踏まえてなされたものであり、その目的は、像面上の光ビームの軌跡の歪みが低減された消費電力の少ない2次元光偏向器を提供することである。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明は、コリメート光ビームを2次元的に偏向する2次元光偏向器に向けられている。その2次元光偏向器は、コリメート光ビームを一つの平面内において偏向する第1偏向器と、コリメート光ビームを別の一つの平面内において偏向する第2偏向器と、前記第1偏向器と前記第2偏向器を共に直接固定している固定部材を備えている。前記第1偏向器は、光導波手段によって導光された光から前記コリメート光ビームを生成して出射する光出射部を備えている。前記光出射部は、前記光出射部の外を通して延びている第1軸の周りに揺動可能に支持されている。前記光出射部は、前記第1軸に垂直な第1平面内において、前記第1軸に向けてコリメート光ビームを出射する。したがって、前記光出射部の揺動は、前記第1平面内のコリメート光ビームの偏向を引き起こす。前記第2偏向器は、前記光出射部から出射されたコリメート光ビームを反射する揺動可能な反射面を有している。前記反射面は、

非揺動時において、前記第 1 軸に対して 4 5 度傾斜しており、さらに、非揺動時の前記光出射部から出射されるコリメート光ビームの主光線に一致する第 2 軸に対しても 4 5 度傾斜している。したがって、前記反射面は、前記第 1 平面内のコリメート光ビームの偏向を、前記第 2 軸に垂直な第 2 平面内のコリメート光ビームの偏向に変換する。さらに、前記反射面は、前記第 1 軸と前記第 2 軸の交点を通るとともに前記第 1 軸と前記第 2 軸の両方に垂直な第 3 軸の周りに揺動可能に支持されており、したがって、前記反射面の前記第 3 軸の周りの揺動は、前記第 3 軸に垂直な第 3 平面内のコリメート光ビームの偏向を引き起こす。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、像面上の光ビームの軌跡の歪みが低減された消費電力の少ない 2 次元光偏向器が提供される。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図 1 は、本発明の第 1 実施形態の 2 次元光偏向器の斜視図を示している。

[図2]図 2 は、本発明の第 1 実施形態の 2 次元光偏向器の側面図を示している。

[図3]図 3 は、本発明の第 1 実施形態の 2 次元光偏向器の上面図を示している。

[図4]図 4 は、光出射部とクラッド固定部の構成例を示している。

[図5]図 5 は、光出射部とクラッド固定部の別の構成例を示している。

[図6]図 6 は、光出射部の揺動によるコリメート光ビームの第 2 平面内における偏向を示している。

[図7]図 7 は、反射面の揺動によるコリメート光ビームの第 3 平面内における偏向を示している。

[図8]図 8 は、光出射部の揺動と反射面の揺動の組み合わせによるコリメート光ビームの 2 次元的な偏向を示している。

[図9]図 9 は、第 1 偏向器の可動部とヒンジ部の斜視図を示している。

[図10]図10は、図9に示された可動部とヒンジ部の側面図を示している。

[図11]図11は、本発明の第1実施形態の変形例の2次元光偏向器の斜視図を示している。

[図12]図12は、本発明の第2実施形態の2次元光偏向器の側面図を示している。

[図13]図13は、本発明の第2実施形態の2次元光偏向器の上面図を示している。

[図14]図14は、本発明の第3実施形態の2次元光偏向器の側面図を示している。

[図15]図15は、本発明の第3実施形態の2次元光偏向器の上面図を示している。

[図16]図16は、本発明の第3実施形態の変形例の2次元光偏向器の側面図を示している。

[図17]図17は、本発明の第3実施形態の変形例の2次元光偏向器の上面図を示している。

[図18]図18は、米国特許第4838632号明細書に開示された従来例の2次元光偏向器の側面図を示している。

[図19]図19は、米国特許第4838632号明細書に開示された従来例の2次元光偏向器の上面図を示している。

発明を実施するための形態

[0011] <第1実施形態>

図1と図2と図3は、それぞれ、本発明の第1実施形態の2次元光偏向器100の斜視図と側面図と上面図を示している。続く説明において、各要素の位置関係や方向等は、図1に示されたXYZ直交座標系にしたがって説明する。また、図1にしたがって、便宜上、+Y方向を上方、-Y方向を下方とし、また、+X方向を前方、-X方向を後方とする。また、ZX平面に平行な平面を水平面とする。

[0012] 2次元光偏向器100は、コリメート光ビームを2次元的に偏向する光学

デバイスであり、コリメート光ビームを一つの平面内たとえばYZ平面に沿って偏向する第1偏向器110と、コリメート光ビームを別の一つの平面たとえばXY平面に沿って偏向する第2偏向器150と、第1偏向器と第2偏向器を共に直接固定している固定部材180を備えている。

[0013] 固定部材180は、ベース部182から上方向に突出した二つの凸部、第1偏向器固定台184と第2偏向器固定台186を有している。第1偏向器固定台184は、第1偏向器110が固定される第1偏向器固定面184aを有しており、この第1偏向器固定面184aは、ZX平面に平行である。一方、第2偏向器固定台186は、第2偏向器150が固定される第2偏向器固定面186aを有しており、この第2偏向器固定面186aは、ZX平面に対してZ軸の周りに45度傾斜している。ここにおいて、45度との表記は、機能的に相違が実質的に生じない範囲を含むものとする。

[0014] 第1偏向器110は、光導波手段であるところの光ファイバ130によって導光された光からコリメート光ビームを生成して出射する光出射部120と、光出射部120の外を通して延びている第1軸 A_1 の周りに光出射部120を揺動可能に支持している片持ち梁112を備えている。図示されていないが、第1偏向器110はまた、片持ち梁112を揺動駆動するための駆動機構すなわちドライブを備えている。ドライブの駆動には、電磁駆動、静電駆動、圧電駆動など、公知の任意の駆動が適用されてよい。

[0015] 片持ち梁112は、固定部材180の第1偏向器固定台184の第1偏向器固定面184aに片持ちに固定されており、第1軸 A_1 は、片持ち梁112の固定端112aを通して延びている。片持ち梁112は、その自由端112bの近傍に、第1軸 A_1 に平行して延伸している延伸部114を有しており、延伸部114の先端部に光出射部120が設けられている。光出射部120は、第1軸 A_1 に垂直なYZ平面に沿って、第1軸 A_1 に向けてコリメート光ビームを出射する。したがって、第1軸 A_1 の周りの光出射部120の揺動は、YZ平面に沿ったコリメート光ビームの偏向を引き起こす。さらに、光出射部120から出射されたコリメート光ビームは常に第1軸 A_1 を通過する

。

[0016] 第2偏向器150は、光出射部120から出射されたコリメート光ビームを反射する揺動可能な反射面152を有している。反射面152は、非揺動時において、第1軸 A_1 を含むZX平面に対して45度傾斜している。反射面152はさらに、非揺動時の光出射部120から出射されるコリメート光ビームの主光線に一致する第2軸 A_2 を含むYZ平面に対しても45度傾斜している。したがって、反射面152は、YZ平面内のコリメート光ビームの偏向を、第2軸 A_2 に垂直なXY平面に沿ったコリメート光ビームの偏向に変換する。

[0017] さらに、反射面152は、第1軸 A_1 と第2軸 A_2 の交点を通るとともに第1軸 A_1 と第2軸 A_2 の両方に垂直な第3軸 A_3 の周りに揺動可能に支持されている。したがって、反射面152の第3軸 A_3 の周りの揺動は、第3軸 A_3 に垂直なXY平面に沿ったコリメート光ビームの偏向を引き起こす。

[0018] したがって、第1軸 A_1 の周りの光出射部120の揺動と第3軸 A_3 の周りの反射面152の揺動の組み合わせによって、コリメート光ビームは、YZ平面に沿って2次元的に偏向される。

[0019] 第2偏向器150は、たとえばMEMS偏向器によって構成されている。MEMS偏向器によって構成された第2偏向器150は、反射面152が設けられた可動部154と、可動部154を第3軸 A_3 の周りに揺動可能に支持している一対のヒンジ部156と、ヒンジ部156を支持している一対の支持部158を備えている。支持部158は、スペーサ160を介して、第2偏向器固定台186の第2偏向器固定面186aに固定されている。これによって、可動部154は、第2偏向器固定面186aから間隔を置いて揺動可能に支持されている。図示されていないが、第2偏向器150はまた、可動部154を揺動駆動するための駆動機構すなわちドライブを備えている。ドライブの駆動には、電磁駆動、静電駆動、圧電駆動など、公知の任意の駆動が適用されてよい。実際のMEMS偏向器は、ドライブが設けられるため、図示した構成よりも複雑かつ大型化されることは容易に想定される。

[0020] MEMS偏向器によって構成された第2偏向器150は、ラスタースキャンにおいて、高速スキャン側として用いられる。高速スキャンでは、Q値の利得を活用できる共振駆動を採用した方が消費電力を低減することができる。また、第2偏向器150の主材はMEMS技術によって作製されるため、シリコン基板を主材として用いられる場合が多い。ただし、ヒンジ部156についてはシリコンのみならず、シリコン窒化物等のシリコン化合物やポリイミドなどの有機物が採用されることもある。また、図示では、ヒンジ部156は、ストレート形状をしているが、屈曲ヒンジなどで構成されていてもよい。

[0021] 図2に示されるように、第1偏向器固定台184の第1偏向器固定面184aの高さは、第2偏向器150の反射面152の揺動軸とちょうど同じ高さになるように設計されている。また、片持ち梁112は、図3に示されるように、片持ち梁112の厚みの中心（Z軸方向）を第2偏向器150の方向に延長すると、片持ち梁112の厚みの中心線が第2偏向器150の反射面152の中心で交差するように配置されている。この設計が第2偏向器150の可動部154の慣性モーメント低減（高速化）の観点から望ましい位置関係となる。

[0022] 図2に示されるように、片持ち梁112の長さ（Y軸方向の寸法）は、片持ち梁112の自由端112bの高さが第2偏向器固定面186aよりも高くなる様に設計されている。片持ち梁112の自由端112bの近傍に設けられた延伸部114は、第2偏向器150に向かって前方すなわち+X方向に延びている。延伸部114の端部に設けられた光出射部120は、第2偏向器150の反射面152の上方すなわち+Y方向に位置している。

[0023] 図4に示されるように、片持ち梁112は、特に延伸部114は、光ファイバ130のクラッド134を固定しているクラッド固定部116を有している。クラッド固定部116は、光ファイバ130のクラッド134がフィットして収容される空洞部116aを有している。この空洞部116aは、第1軸A₁に平行して延びている。空洞部116aは、たとえば溝または貫通

孔で構成されている。光ファイバ130のクラッド134は、接着によって溝または貫通孔に固定されている。

[0024] クラッド固定部116の空洞部116aに挿入される光ファイバ130の部分は、光ファイバ130からジャケット138とコーティング部136が剥ぎ取られたクラッド134となっている。光ファイバ130のコーティング部136やジャケット138の直径は公差が大きいため、コーティング部136やジャケット138の直径に合わせて空洞部116aの直径を大きくすると、光ファイバ130からの光の出射方向の再現性良く光ファイバ130を固定することが難しくなる。これに対して、クラッド134の直径は、コーティング部136やジャケット138に比べて公差が小さいので、空洞部116aの直径を適切に設計することができ、光ファイバ130からの光の出射方向の高い再現性が得られる。

[0025] 図4と図5に示されるように、光出射部120は、光ファイバ130から出射される光をコリメート光ビームに成形するコリメートレンズ122を備えている。したがって、コリメート光ビームは、コリメートレンズ122から第1軸A₁に沿って出射される。光出射部120はさらに、コリメートレンズ122から第1軸A₁に沿って出射されたコリメート光ビームを第2軸A₂に沿って反射面に向けて偏向させるプリズム124を備えている。プリズム124は、プリズム取付部124aを介して、延伸部114に固定されている。

[0026] コリメートレンズ122は、たとえば図4に示されるように、光ファイバ130に直に固定されている。また、図5に示されるように、クラッド固定部116が、空洞部116aの前方端に、空洞部116aよりも小径の光ファイバ位置決め部116bを有し、延伸部114がさらに、光ファイバ位置決め部116bの前方に、光ファイバ130からの出射光に影響を与えない径の伝播部118を有し、伝播部118の前方端である延伸部114の先端にコリメートレンズ122が取付けられている構成であってもよい。この場合、光ファイバ位置決め部116bと伝播部118は、光ファイバ130か

らの出射光に影響を与えない直径を有するように設計されている。

[0027] 図1～図3において、このように構成された2次元光偏向器100において、光ファイバ130からの出射光は、+X軸方向に進行する間にコリメートレンズ122によってコリメート光ビームに変えられ、その後、プリズム124によって反射されて-Y軸方向に偏向された後、第2偏向器150の反射面152に到達する。

[0028] 片持ち梁112は、第1偏向器固定面184a上を通るX軸に平行な第1軸 A_1 の周りに揺動する。第1偏向器固定面184aが第2偏向器150の反射面152の揺動軸と同じ高さになっているため、片持ち梁112が揺動することに応じて、プリズム124によって反射されたコリメート光ビームの進行方向は変化するものの、プリズム124によって反射されたコリメート光ビームは常に第1軸 A_1 と第3軸 A_3 の交点に向かう。その後、コリメート光ビームは、第1軸 A_1 と第3軸 A_3 の交点に配置された反射面152によって前方すなわち+X方向に反射される。反射面152によって反射されたコリメート光ビームは、光出射部120の揺動によって第2平面内において偏向され、また、反射面152の揺動によって第3平面内において偏向される。

[0029] 以下、2次元光偏向器100におけるコリメート光ビームの偏向動作について図6～図8を参照しながら詳しく説明する。続く説明では、第1軸 A_1 に垂直な平面を第1平面 P_1 、第2軸 A_2 に垂直な平面を第2平面 P_2 、第3軸 A_3 に垂直な平面を第3平面 P_3 とする。

[0030] 光出射部120は、第1平面 P_1 上において、第1軸 A_1 の周りに揺動可能に配置されている。光出射部120は、揺動時、第1軸 A_1 から一定の半径の円周上を所定の角度範囲で往復移動する。光出射部120は、第1平面 P_1 上において、第1軸 A_1 に向けてコリメート光ビームを出射するため、光出射部120から出射されたコリメート光ビームは常に、第1軸 A_1 と第1平面 P_1 の交点に到達する。第1軸 A_1 と第1平面 P_1 の交点上には反射面152が配置されている。反射面152は、第3軸 A_3 の周りに揺動可能に配置されてい

る。第3軸 A_3 は、第1軸 A_1 と第1平面 P_1 の交点上を通り、第1軸 A_1 と第2軸 A_2 の両方に垂直に延びている。反射面152は、非揺動時において、第1平面 P_1 に対して第3軸 A_3 の周りに45度傾斜している。

[0031] 非揺動時の光出射部120から出射されたコリメート光ビームは、第2軸 A_2 に沿って進行した後に反射面152に入射し、非揺動時の反射面152によって、第1軸 A_1 に沿って反射される。

[0032] 図6に示されるように、光出射部120が第1軸 A_1 の周りに揺動されると、非揺動時の反射面152によって反射されたコリメート光ビームは第2平面 P_2 内において偏向される。

[0033] また図7に示されるように、反射面152が第3軸 A_3 の周りに揺動されると、非揺動時の光出射部120から出射され反射面152によって反射されたコリメート光ビームは、第3平面 P_3 内において偏向される。

[0034] したがって、第1軸 A_1 の周りの光出射部120の揺動と、第3軸 A_3 の周りの反射面152の揺動が組み合わされることによって、図8に示されるように、反射面152によって反射されたコリメート光ビームは、2次元的に走査され得る。

[0035] 次にこの2次元光偏向器100を用いてラスタースキャンを行った場合について説明する。ここで、第1偏向器110は低速スキャンに適用され、第2偏向器150は高速スキャンに適用される。光出射部120から出射され反射面152によって反射されたコリメート光ビームは、光出射部120の揺動によって、図8に示される低速スキャンSL方向にスキャンされる。また光出射部120から出射され反射面152によって反射されたコリメート光ビームは、反射面152の揺動によって、図8に示される高速スキャンSH方向にスキャンされる。これらの光出射部120の揺動と反射面152の揺動が組み合わされることによって、コリメート光ビームがラスタースキャンされる。この場合の揺動周波数は、高速スキャンに対しては例えば4kHzや8kHz、低速スキャンに対しては15Hz～60Hz程度が想定される。

[0036] ここで、第2偏向器150の反射面152の揺動軸である第3軸 A_3 は、厳密には第2偏向器150の反射面152上にはなく、図9と図10に示されるように、ヒンジ部156の断面の中央にあり、第3軸 A_3 と反射面152の間にはオフセット d が存在している。ただし、MEMS技術によって作製された第2偏向器150は一般的にヒンジ部156の厚みが薄いため、このオフセット d は現実的には無視しても差し支えない。つまり、本明細書において、反射面152が第3軸 A_3 の周りに揺動するとは、不具合が生じない範囲内において、反射面152から外れた第3軸 A_3 の周りに揺動することを許容するものとする。

[0037] 本実施形態の2次元光偏向器100は、米国特許第4838632号明細書に開示された従来例の2次元光偏向器500のように偏向器の上に別の偏向器が搭載された構成ではないが、従来例の2次元光偏向器500と同様に、ほぼ長方形の走査面となるラスタースキャンが実現できる。一方において、片持ち梁112に搭載されている要素は、小型で軽量の光ファイバ130とコリメートレンズ122とプリズム124だけであるので、従来例の2次元光偏向器500に比べて、片持ち梁112の慣性モーメントは大幅に低減されている。このため、従来例の2次元光偏向器500と同等の応答性を確保した場合でも、それに必要な駆動力は大幅に低減されることとなり、揺動に必要な消費電力が大幅に低減される。また、駆動力の低減に伴い、駆動に必要な容積も低減され、従来例の2次元光偏向器500と比べて大幅な小型化も達成することができる。

[0038] <変形例>

図11は第1実施形態の変形例を示している。図1に示された2次元光偏向器100では、片持ち梁112は、延伸部114を片側に有しているため、外力による衝撃等によって延伸部114が予期せぬ動きをする可能性がある。本変形例の2次元光偏向器100Aは、図11に示されるように、片持ち梁112Aは、その自由端近傍に、第1軸 A_1 に平行して延伸部114とは逆の方向に延伸している調整用延伸部119を有している。この調整用延伸

部 1 1 9 は、延伸部 1 1 4 と同様の機械的特性を有している。例えば、調整用延伸部 1 1 9 は延伸部 1 1 4 と同じ長さ同じ質量を有している。このように、片持ち梁 1 1 2 A が、延伸部 1 1 4 と同様の調整用延伸部 1 1 9 を延伸部 1 1 4 の反対側に有しているため、振動等に対するバランスが向上し、外部からの衝撃に対して強くなる。

[0039] <第 2 実施形態>

図 1 2 と図 1 3 は、それぞれ、本発明の第 2 実施形態の 2 次元光偏向器の側面図と正面図を示している。図 1 2 と図 1 3 において、図 1 ～図 3 に示した部材と同一の参照符号を付した部材は同様の部材であり、その詳しい説明は省略する。以下、相違部分に重点をおいて説明する。つまり、以下の説明で触れない部分は、第 1 実施形態と同様である。

[0040] 第 1 実施形態では、光出射部 1 2 0 を揺動する機構が、片持ち梁を利用して構成されていたが、本実施形態では、可動板を利用して構成されている。

[0041] 2 次元光偏向器 2 0 0 は、コリメート光ビームを一つの平面内たとえば Y Z 平面に沿って偏向する第 1 偏向器 2 1 0 と、コリメート光ビームを別の一つの平面たとえば X Y 平面に沿って偏向する第 2 偏向器 1 5 0 と、第 1 偏向器と第 2 偏向器を共に直接固定している固定部材 2 8 0 を備えている。

[0042] 固定部材 2 8 0 は、ベース部 2 8 2 から上方向に突出した二つの凸部、支柱部 2 8 4 と第 2 偏向器固定台 2 8 6 を有している。第 2 偏向器固定台 2 8 6 は、第 1 実施形態の第 2 偏向器固定台 1 8 6 と同様の構成をしている。つまり、第 2 偏向器固定台 2 8 6 の第 2 偏向器固定面は、Y Z 平面に対して Z 軸の周りに 4 5 度傾斜している。第 2 偏向器 1 5 0 は、第 1 実施形態で説明した通りである。

[0043] 第 1 偏向器 2 1 0 は、固定部材 2 8 0 から第 1 軸 A_1 に沿って延びている 2 本のトーションヒンジ 2 1 4 と、トーションヒンジ 2 1 4 によって支持された揺動部材 2 1 2 と、揺動部材 2 1 2 に取り付けられた光出射部 1 2 0 を備えている。光出射部 1 2 0 の構成は、第 1 実施形態において説明された通りである。図示されていないが、第 1 偏向器 2 1 0 はまた、揺動部材 2 1 2 を

揺動駆動するための駆動機構すなわちドライブを備えている。ドライブの駆動には、電磁駆動、静電駆動、圧電駆動など、公知の任意の駆動が適用されてよい。

[0044] 一方のトーションヒンジ214は、固定部材280の支柱部284から第1軸 A_1 に沿って延びており、もう一方のトーションヒンジ214は、第2偏向器固定台286から第1軸 A_1 に沿って延びている。2本のトーションヒンジ214は、互いの中心軸が一致するように同軸上に配置されている。2本のトーションヒンジ214は、揺動部材212を固定部材280に対して第1軸 A_1 の周りに揺動可能に支持している。

[0045] 揺動部材212は、その上方すなわち+Y方向の側の端部に、第1軸 A_1 に平行して前方すなわち+X方向に延伸している延伸部216を有しており、光出射部120は、延伸部216の先端部に設けられている。延伸部216は、第1実施形態と同様に、光導波手段であるところの光ファイバ130のクラッドを固定しているクラッド固定部を有している。延伸部216に設けられたクラッド固定部は、図示されていないが、第1実施形態において説明されたクラッド固定部116と同様の構成をしている。

[0046] 揺動部材212はさらに、その下方すなわち-Y方向の側の端部に、第1軸 A_1 に平行して後方すなわち-X方向に第1軸 A_1 に平行して延伸部216とは逆の方向に延伸している調整用延伸部218を有している。調整用延伸部218は、延伸部216と同様の機械的特性を有している。延伸部216と調整用延伸部218は、第1軸 A_1 上の一点に対して対称に配置されている。つまり、延伸部216と調整用延伸部218は、第1軸 A_1 を基準にして反対側に位置し、互いに逆方向に延びている。

[0047] このように光出射部120が設けられた側の反対側の揺動部材212の端部にも調整用延伸部218が形成されていることによって、揺動部材212は、トーションヒンジ214の中心軸を中心として、その両側で同じ慣性モーメントになるように構成されている。

[0048] 本実施形態の2次元光偏向器200において、第1偏向器210の揺動軸

は第1軸 A_1 上に延びており、第2偏向器150の反射面152の揺動軸は第3軸 A_3 上に位置し、第3軸 A_3 は、第1軸 A_1 上の一点を通過して横切り、第1軸 A_1 に垂直に延びている。

[0049] このような構成のため、本実施形態の2次元光偏向器200においても、第1実施形態の2次元光偏向器100と同様に、光出射部120から出射されるコリメート光ビームは常に第2偏向器150の反射面152に、その揺動軸上に入射する。第2偏向器150の反射面152によって反射されたコリメート光ビームは、第1偏向器210の揺動部材212の第1軸 A_1 の周りの揺動によってYZ平面に沿って偏向され、また、第2偏向器150の反射面152の第3軸 A_3 の周りの揺動によってXY平面に沿って偏向される。

[0050] 本実施形態の2次元光偏向器200も、第1実施形態の2次元光偏向器100と同様に、米国特許第4838632号明細書に開示された偏向器の上に別の偏向器が搭載された従来例の2次元光偏向器500と同様に、ほぼ長方形の走査面となるラスタースキャンが実現できる。一方において、揺動部材212に搭載されている要素は、小型で軽量の光ファイバ130とコリメートレンズ122とプリズム124だけであるので、従来例の2次元光偏向器500に比べて、揺動部材212の慣性モーメントは大幅に低減されている。このため、従来例の2次元光偏向器500と同等の応答性を確保した場合でも、それに必要な駆動力は大幅に低減されることとなり、揺動に必要な消費電力が大幅に低減される。また、駆動力の低減に伴い、駆動に必要な容積も低減され、従来例の2次元光偏向器500と比べて大幅な小型化も達成することができる。

[0051] さらに、本実施形態の2次元光偏向器200は、第1実施形態の2次元光偏向器100に比べて、外力に対するロバスト性がさらに高い構成となっている。第1実施形態の様に第1偏向器110が片持ち梁112を有している場合には、外部からの強い振動によっても、光ファイバ130からのコリメート光ビームが想定外の揺動を起こす可能性がある。これに対して、本実施形態では、揺動部材212がトーションヒンジ214を中心としてその両側

に同じ慣性モーメントを持ってバランスされているため、外部からの振動により、想定外の揺動が発生しづらい。このため、第1偏向器210が揺動部材212を有している本実施形態の2次元光偏向器200は、第1偏向器110が片持ち梁112を有している第1実施形態の2次元光偏向器100に比べて、外力に対するロバスト性がさらに高い構成となっている。

[0052] <第3実施形態>

図14と図15は、それぞれ、本発明の第3実施形態の2次元光偏向器の側面図と正面図を示す。図14と図15において、図1～図3に示した部材と同一の参照符号を付した部材は同様の部材であり、その詳しい説明は省略する。以下、相違部分に重点をおいて説明する。つまり、以下の説明で触れない部分は、第1実施形態と同様である。

[0053] 本実施形態の2次元光偏向器300は、米国特許第4838632号明細書に開示された従来例の2次元光偏向器500と同じく、ガルバノ偏向器312を備えている。ただし、ガルバノ偏向器312に第2偏向器150は搭載されていない。

[0054] 2次元光偏向器300は、コリメート光ビームを一つの平面内たとえばYZ平面内において偏向する第1偏向器310と、コリメート光ビームを別の一つの平面たとえばXY平面内において偏向する第2偏向器150と、第1偏向器と第2偏向器を共に直接固定している固定部材380を備えている。

[0055] 固定部材380は、ベース部382から上方向に突出した二つ凸部、第1偏向器固定台384と第2偏向器固定台386を有している。第2偏向器固定台386は、第1実施形態の第2偏向器固定台186と同様の構成をしている。つまり、第2偏向器固定台386の第2偏向器固定面は、YZ平面に対してZ軸の周りに45度傾斜している。第2偏向器150は、第1実施形態で説明した通りである。

[0056] 第1偏向器310は、第1偏向器固定台384に固定されたガルバノ偏向器312を備えている。ガルバノ偏向器312は、第1軸A₁の周りに揺動可能な回転シャフト312aを有している。第1偏向器310はさらに、ガル

バノ偏向器 312 の回転シャフト 312a に取り付けられた光導波手段であるところの光ファイバを固定する光ファイバ固定治具 314 と、光ファイバ固定治具 314 に設けられた光出射部 120 を備えている。

[0057] 光ファイバ固定治具 314 は、第 1 軸 A_1 に平行して延伸している延伸部 316 を有している。光出射部 120 は、延伸部 316 の先端部に設けられている。光出射部 120 は、延伸部 316 の先端部に形成された貫通孔に挿入され固定された光ファイバ 130 と、光ファイバ 130 の先端に設けられたコリメートレンズ 122 を有している。

[0058] 図 14 と図 15 には詳しく示されていないが、延伸部 316 は、光ファイバ 130 のクラッドを固定しているクラッド固定部 320 を有している。クラッド固定部 320 は、第 1 実施形態と同様に、光ファイバ 130 のクラッドがフィットして収容される空洞部を有している。空洞部は、たとえば溝または貫通孔で構成されている。光ファイバ 130 は、延伸部 316 に形成された空洞部にクラッドが挿入されて接着されることによって、光ファイバ固定治具 314 に固定されている。光ファイバ 130 のクラッドが収容される空洞部は、延伸部 316 の先端部を貫通し、第 1 軸 A_1 に向かって延びている。このため、光出射部 120 から出射されるコリメート光ビームは常に第 1 軸 A_1 を通過する。

[0059] 光ファイバ固定治具 314 はさらに、第 1 軸 A_1 を基準にして延伸部 316 の反対側の部分に調整用延伸部 318 を有している。調整用延伸部 318 は、延伸部 316 と同様の機械的特性たとえば重量を有しており、揺動軸を中心として慣性モーメントのバランスが取れるように配慮された設計となっている。当然のことながら、調整用延伸部 318 は、厚みを変えることによって慣性モーメントが調整されてもよい。

[0060] 第 2 偏向器 150 は、反射面 152 の揺動軸が第 1 軸 A_1 上の一点を通過して横切るように配置されている。したがって、光ファイバ 130 から出射されたコリメート光ビームは、ガルバノ偏向器 312 の揺動軸と第 2 偏向器 150 の揺動軸の交点に入射するように構成されている。ガルバノ偏向器 312

の揺動によってコリメート光ビームの第2偏向器150の反射面152に入射する方向は変化するが、コリメート光ビームが入射する第2偏向器150の反射面152上の位置は変化しない。第2偏向器150の反射面152によって反射されたコリメート光ビームは、第1偏向器310によって、すなわち光ファイバ固定治具314の揺動によってZX平面に沿って偏向され、また、第2偏向器150によって、すなわち反射面152の揺動によって、XY平面に沿って偏向される。したがって、これらの揺動を組み合わせることによって、第2偏向器150の反射面152によって反射されたコリメート光ビームは2次元的にスキャンすることができる。このとき、ガルバノ偏向器312が低速スキャンに適用され、第2偏向器150が高速スキャンに適用されることによって、良好なラスタースキャンが実現される。

[0061] 以上の構成において、第1および第2実施形態と同様に、米国特許第4838632号明細書に開示された偏向器の上に別の偏向器が搭載された従来例の2次元光偏向器500と同様に、ほぼ長方形の走査面となるラスタースキャンが実現できる。一方において、ガルバノ偏向器312に搭載されている要素は、小型で軽量の光ファイバ固定治具314と光ファイバ130とコリメートレンズ122だけであるので、従来例の2次元光偏向器500に比べて、ガルバノ偏向器312の回転シャフト312aにかかる慣性モーメントが大幅に低減されている。このため、従来例の2次元光偏向器500と同等の応答性を確保した場合でも、それに必要な駆動力は大幅に低減されることとなり、揺動に必要な消費電力が大幅に低減される。

[0062] また、本実施形態の2次元光偏向器300の構成は、ガルバノ偏向器の上に第2偏向器が配置された従来例の2次元光偏向器500の構成に近く、またガルバノ偏向器312は一般的に市販されており、ガルバノ偏向器の上に第2偏向器が配置された構成からの転換も容易である。

[0063] <変形例>

図16と図17は、それぞれ、本発明の第3実施形態の変形例の側面図と正面図を示している。図16と図17において、図14と図15に示した部

材と同一の参照符号を付した部材は同様の部材であり、その詳しい説明は省略する。以下、相違部分に重点をおいて説明する。

- [0064] 本変形例の２次元光偏向器３００Ａは、図１４と図１５に示された第１偏向器３１０に代えて、第１偏向器３１０Ａを備えている。第１偏向器３１０Ａは、図１４と図１５に示された光ファイバ固定治具３１４に代えて、光ファイバ固定治具３１４Ａを備えている。
- [0065] 本変形例の２次元光偏向器３００Ａでは、光ファイバ固定治具３１４Ａは、第１軸 A_1 に平行して延伸している延伸部３１６Ａを有している。光出射部１２０は、延伸部３１６Ａの先端部に設けられている。
- [0066] 図１６と図１７には詳しく示されていないが、延伸部３１６Ａは、光ファイバ１３０のクラッドを固定しているクラッド固定部３２０Ａを有している。クラッド固定部３２０Ａは、第１実施形態と同様に、光ファイバ１３０のクラッドがフィットして収容される空洞部を有している。空洞部は、たとえば溝または貫通孔で構成されている。光ファイバ１３０は、延伸部３１６Ａに形成された空洞部にクラッドが挿入されて接着されることによって、光ファイバ固定治具３１４Ａに固定されている。光ファイバ１３０のクラッドが収容される空洞部は、延伸部３１６Ａの少なくとも先端の近くにおいては、第１軸 A_1 に平行して延びている。
- [0067] 光出射部１２０は、光ファイバ１３０から出射される光をコリメート光ビームに成形するコリメートレンズ１２２と、コリメートレンズ１２２から第１軸 A_1 に沿って出射されたコリメート光ビームを第２軸 A_2 に沿って反射面に向けて偏向させるプリズムを備えている。光出射部１２０は、第１実施形態と同様に構成されている。
- [0068] 本変形例の２次元光偏向器３００Ａでは、図１４と図１５に示された２次元光偏向器３００に比べて、光ファイバ１３０の設置用の空洞部３１６ａが長く確保されている。このため、光ファイバ１３０から出射されるコリメート光ビームの方向の再現性が向上されており、光ファイバ１３０を所望の方向に向けて容易に固定することができ、組み立て性が改善されている。

請求の範囲

- [請求項1] コリメート光ビームを2次元的に偏向する2次元光偏向器であって、
- 、
- コリメート光ビームを一つの平面内において偏向する第1偏向器と
- 、
- コリメート光ビームを別の一つの平面内において偏向する第2偏向器と、
- 前記第1偏向器と前記第2偏向器を共に直接固定している固定部材を備えており、
- 前記第1偏向器は、光導波手段によって導光された光から前記コリメート光ビームを生成して出射する光出射部を備えており、前記光出射部は、前記光出射部の外を通して延びている第1軸の周りに揺動可能に支持されており、前記光出射部は、前記第1軸に垂直な第1平面に沿って、前記第1軸に向けてコリメート光ビームを出射し、したがって、前記光出射部の揺動は、前記第1平面に沿ったコリメート光ビームの偏向を引き起こし、
- 前記第2偏向器は、前記光出射部から出射されたコリメート光ビームを反射する揺動可能な反射面を有し、前記反射面は、非揺動時において、前記第1軸を含む平面に対して45度傾斜しており、さらに、非揺動時の前記光出射部から出射されるコリメート光ビームの主光線に一致する第2軸を含む平面に対しても45度傾斜しており、したがって、前記反射面は、前記第1平面内のコリメート光ビームの偏向を、前記第2軸に垂直な第2平面に沿ったコリメート光ビームの偏向に変換し、さらに、前記反射面は、前記第1軸と前記第2軸の交点を通るとともに前記第1軸と前記第2軸の両方に垂直な第3軸の周りに揺動可能に支持されており、したがって、前記反射面の前記第3軸の周りの揺動は、前記第3軸に垂直な第3平面内のコリメート光ビームの偏向を引き起こす2次元光偏向器。

- [請求項2] 請求項1に記載の2次元光偏向器において、前記第2偏向器はMEMS偏向器によって構成されており、前記MEMS偏向器は、前記反射面が設けられた可動部と、前記可動部を前記第2軸の周りに揺動可能に支持しているヒンジ部を備えている請求項1に記載の2次元光偏向器。
- [請求項3] 請求項1または2に記載の2次元光偏向器において、前記第1偏向器は、前記光出射部を前記第1軸の周りに揺動可能に支持している片持ち梁を備えており、前記片持ち梁は、前記固定部材に片持ちに固定されており、前記第1軸は、前記片持ち梁の固定端を通して延びており、前記片持ち梁は、前記第1軸に平行して延伸している延伸部を有しており、前記光出射部は、前記延伸部の先端部に設けられており、前記延伸部は、前記光導波手段のクラッドを固定しているクラッド固定部を有している2次元光偏向器。
- [請求項4] 請求項3に記載の2次元光偏向器において、前記片持ち梁は、前記第1軸に平行して前記延伸部とは逆の方向に延伸している調整用延伸部を有しており、前記調整用延伸部は、前記延伸部と同様の機械的特性を有している2次元光偏向器。
- [請求項5] 請求項3または4に記載の2次元光偏向器において、
前記クラッド固定部は、前記光導波手段の前記クラッドがフィットして収容される空洞部を有しており、前記空洞部は、前記第1軸に平行して延びており、
前記光出射部は、前記光導波手段から出射される光を前記コリメート光ビームに成形するコリメートレンズと、前記コリメートレンズから前記第1軸に沿って出射された前記コリメート光ビームを前記第2軸に沿って前記反射面に向けて偏向させるプリズムを備えている2次元光偏向器。
- [請求項6] 請求項1または2に記載の2次元光偏向器において、前記第1偏向器は、前記固定部材から前記第1軸に沿って延びている2本のトーチ

ョンヒンジと、前記トーションヒンジによって前記固定部材に対して前記第1軸の周りに揺動可能に支持された揺動部材を備えており、前記揺動部材は、前記第1軸に平行して延伸している延伸部を有しており、前記光出射部は、前記延伸部の先端部に設けられており、前記延伸部は、前記光導波手段のクラッドを固定しているクラッド固定部を有している2次元光偏向器。

[請求項7] 請求項6に記載の2次元光偏向器において、前記揺動部材は、前記第1軸に平行して、前記延伸部とは逆の方向に延伸している調整用延伸部を有しており、前記調整用延伸部は、前記延伸部と同様の機械的特性を有している2次元光偏向器。

[請求項8] 請求項3または4に記載の2次元光偏向器において、
前記クラッド固定部は、前記光導波手段の前記クラッドがフィットして収容される空洞部を有しており、前記空洞部は、前記第1軸に平行して延びており、
前記光出射部は、前記光導波手段から出射される光を前記コリメート光ビームに成形するコリメートレンズと、前記コリメートレンズから前記第1軸に沿って出射された前記コリメート光ビームを前記第2軸に沿って前記反射面に向けて偏向させるプリズムを備えている2次元光偏向器。

[請求項9] 請求項1または2に記載の2次元光偏向器において、
前記第1偏向器は、前記第1軸の周りに揺動可能な回転シャフトを有しているガルバノ偏向器と、前記ガルバノ偏向器の前記回転シャフトに取り付けられた光導波手段固定治具を有しており、
前記光導波手段固定治具は、前記第1軸に平行して延伸している延伸部を有しており、前記光出射部は、前記延伸部の先端部に設けられており、前記延伸部は、前記光導波手段のクラッドを固定しているクラッド固定部を有している2次元光偏向器。

[請求項10] 請求項9に記載の2次元光偏向器において、前記光導波手段固定治

具は、前記回転シャフトを基準にして前記延伸部の反対側に調整用延伸部を有しており、前記調整用延伸部は、前記延伸部と同様の機械的特性を有している２次元光偏向器。

[請求項11]

請求項９または１０に記載の２次元光偏向器において、

前記クラッド固定部は、前記光導波手段の前記クラッドがフィットして収容される空洞部を有しており、前記空洞部は、前記第１軸に平行して延びており、

前記光出射部は、前記光導波手段から出射される光を前記コリメート光ビームに成形するコリメートレンズと、前記コリメートレンズから前記第１軸に沿って出射された前記コリメート光ビームを前記第２軸に沿って前記反射面に向けて偏向させるプリズムを備えている２次元光偏向器。

補正された請求の範囲
[2016年8月22日(22.08.2016)国際事務局受理]

- [請求項1] コリメート光ビームを2次元的に偏向する2次元光偏向器であって、
- 、
- コリメート光ビームを一つの平面内において偏向する第1偏向器と
- 、
- コリメート光ビームを別の一つの平面内において偏向する第2偏向器と、
- 前記第1偏向器と前記第2偏向器を共に直接固定している固定部材を備えており、
- 前記第1偏向器は、光導波手段によって導光された光から前記コリメート光ビームを生成して出射する光出射部を備えており、前記光出射部は、前記光出射部の外を通して延びている第1軸の周りに揺動可能に支持されており、前記光出射部は、前記第1軸に垂直な第1平面に沿って、前記第1軸に向けてコリメート光ビームを出射し、したがって、前記光出射部の揺動は、前記第1平面に沿ったコリメート光ビームの偏向を引き起こし、
- 前記第2偏向器は、前記光出射部から出射されたコリメート光ビームを反射する揺動可能な反射面を有し、前記反射面は、非揺動時において、前記第1軸を含む平面に対して45度傾斜しており、さらに、非揺動時の前記光出射部から出射されるコリメート光ビームの主光線に一致する第2軸を含む平面に対しても45度傾斜しており、したがって、前記反射面は、前記第1平面内のコリメート光ビームの偏向を、前記第2軸に垂直な第2平面に沿ったコリメート光ビームの偏向に変換し、さらに、前記反射面は、前記第1軸と前記第2軸の交点を通るとともに前記第1軸と前記第2軸の両方に垂直な第3軸の周りに揺動可能に支持されており、したがって、前記反射面の前記第3軸の周りの揺動は、前記第3軸に垂直な第3平面内のコリメート光ビームの偏向を引き起こす2次元光偏向器。

- [請求項2] (補正後) 請求項1に記載の2次元光偏向器において、前記第2偏向器はMEMS偏向器によって構成されており、前記MEMS偏向器は、前記反射面が設けられた可動部と、前記可動部を前記第3軸の周りに揺動可能に支持しているヒンジ部を備えている請求項1に記載の2次元光偏向器。
- [請求項3] 請求項1または2に記載の2次元光偏向器において、前記第1偏向器は、前記光出射部を前記第1軸の周りに揺動可能に支持している片持ち梁を備えており、前記片持ち梁は、前記固定部材に片持ちに固定されており、前記第1軸は、前記片持ち梁の固定端を通して延びており、前記片持ち梁は、前記第1軸に平行して延伸している延伸部を有しており、前記光出射部は、前記延伸部の先端部に設けられており、前記延伸部は、前記光導波手段のクラッドを固定しているクラッド固定部を有している2次元光偏向器。
- [請求項4] 請求項3に記載の2次元光偏向器において、前記片持ち梁は、前記第1軸に平行して前記延伸部とは逆の方向に延伸している調整用延伸部を有しており、前記調整用延伸部は、前記延伸部と同様の機械的特性を有している2次元光偏向器。
- [請求項5] 請求項3または4に記載の2次元光偏向器において、
前記クラッド固定部は、前記光導波手段の前記クラッドがフィットして收容される空洞部を有しており、前記空洞部は、前記第1軸に平行して延びており、
前記光出射部は、前記光導波手段から出射される光を前記コリメート光ビームに成形するコリメートレンズと、前記コリメートレンズから前記第1軸に沿って出射された前記コリメート光ビームを前記第2軸に沿って前記反射面に向けて偏向させるプリズムを備えている2次元光偏向器。
- [請求項6] 請求項1または2に記載の2次元光偏向器において、前記第1偏向器は、前記固定部材から前記第1軸に沿って延びている2本のトーチ

ョンヒンジと、前記トーションヒンジによって前記固定部材に対して前記第1軸の周りに揺動可能に支持された揺動部材を備えており、前記揺動部材は、前記第1軸に平行して延伸している延伸部を有しており、前記光出射部は、前記延伸部の先端部に設けられており、前記延伸部は、前記光導波手段のクラッドを固定しているクラッド固定部を有している2次元光偏向器。

[請求項7] 請求項6に記載の2次元光偏向器において、前記揺動部材は、前記第1軸に平行して、前記延伸部とは逆の方向に延伸している調整用延伸部を有しており、前記調整用延伸部は、前記延伸部と同様の機械的特性を有している2次元光偏向器。

[請求項8] 請求項3または4に記載の2次元光偏向器において、
前記クラッド固定部は、前記光導波手段の前記クラッドがフィットして收容される空洞部を有しており、前記空洞部は、前記第1軸に平行して延びており、

前記光出射部は、前記光導波手段から出射される光を前記コリメート光ビームに成形するコリメートレンズと、前記コリメートレンズから前記第1軸に沿って出射された前記コリメート光ビームを前記第2軸に沿って前記反射面に向けて偏向させるプリズムを備えている2次元光偏向器。

[請求項9] 請求項1または2に記載の2次元光偏向器において、
前記第1偏向器は、前記第1軸の周りに揺動可能な回転シャフトを有しているガルバノ偏向器と、前記ガルバノ偏向器の前記回転シャフトに取り付けられた光導波手段固定治具を有しており、

前記光導波手段固定治具は、前記第1軸に平行して延伸している延伸部を有しており、前記光出射部は、前記延伸部の先端部に設けられており、前記延伸部は、前記光導波手段のクラッドを固定しているクラッド固定部を有している2次元光偏向器。

[請求項10] 請求項9に記載の2次元光偏向器において、前記光導波手段固定治

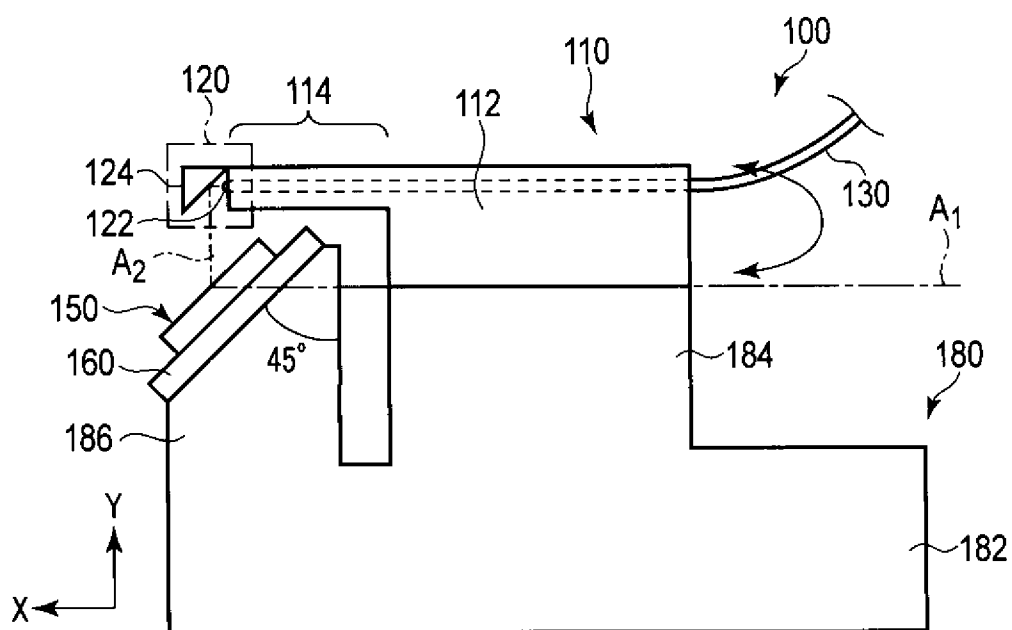
具は、前記回転シャフトを基準にして前記延伸部の反対側に調整用延伸部を有しており、前記調整用延伸部は、前記延伸部と同様の機械的特性を有している２次元光偏向器。

[請求項11] 請求項９または１０に記載の２次元光偏向器において、

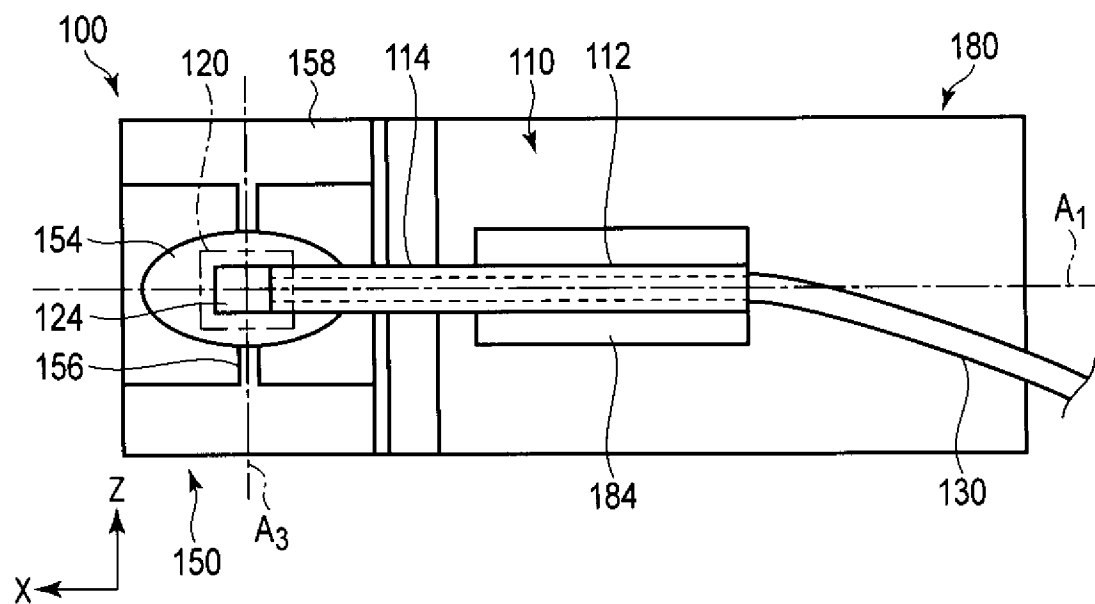
前記クラッド固定部は、前記光導波手段の前記クラッドがフィットして収容される空洞部を有しており、前記空洞部は、前記第１軸に平行して延びており、

前記光出射部は、前記光導波手段から出射される光を前記コリメート光ビームに成形するコリメートレンズと、前記コリメートレンズから前記第１軸に沿って出射された前記コリメート光ビームを前記第２軸に沿って前記反射面に向けて偏向させるプリズムを備えている２次元光偏向器。

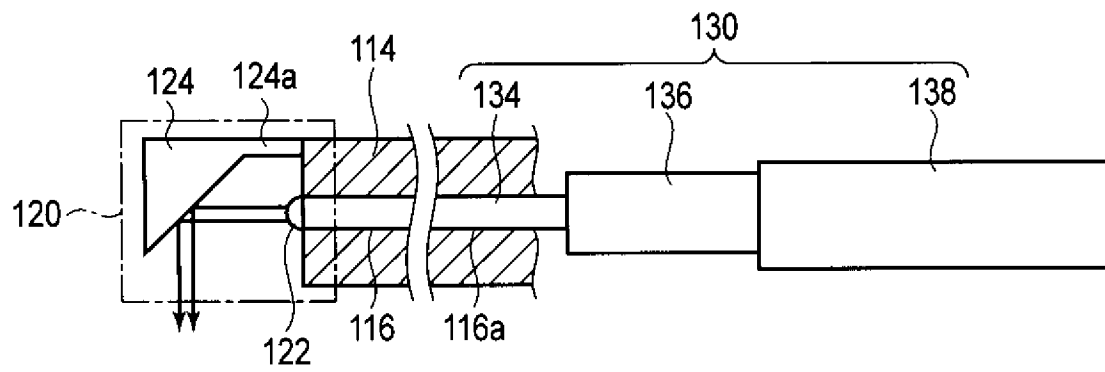
[図2]



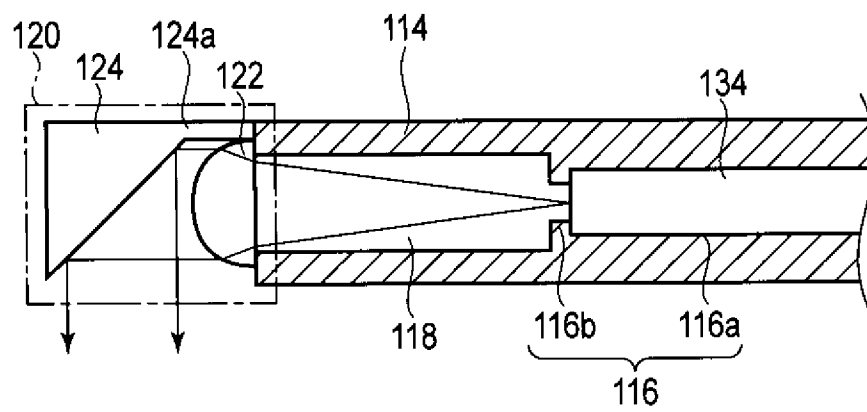
[図3]



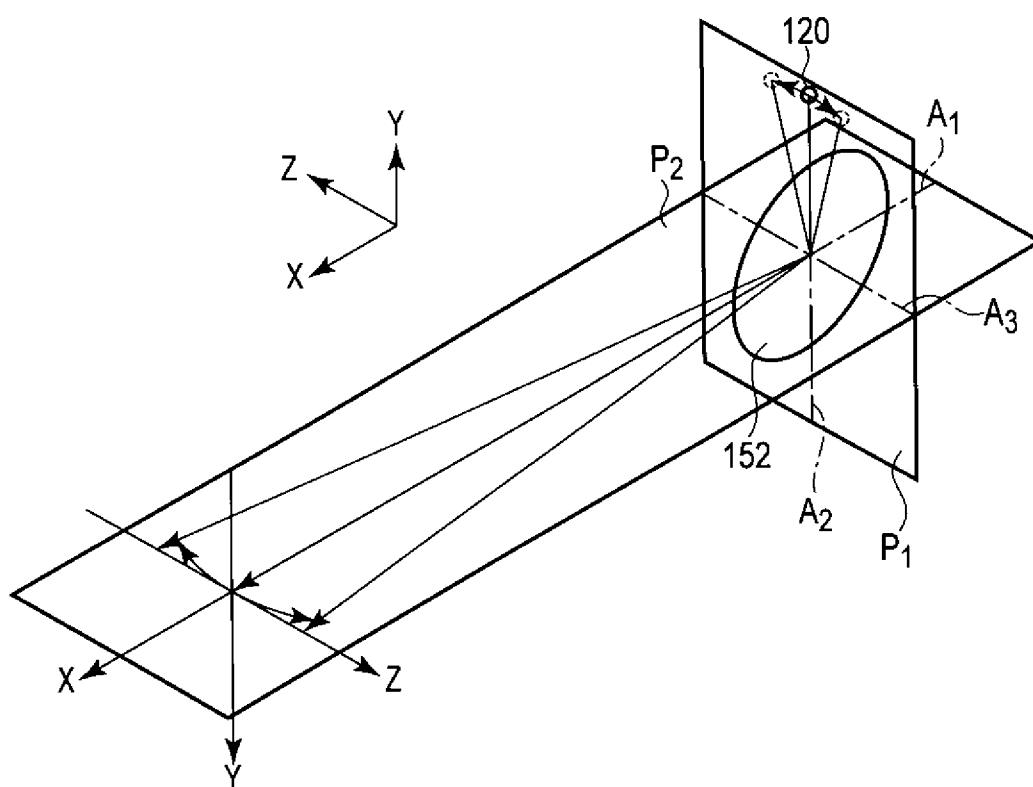
[図4]



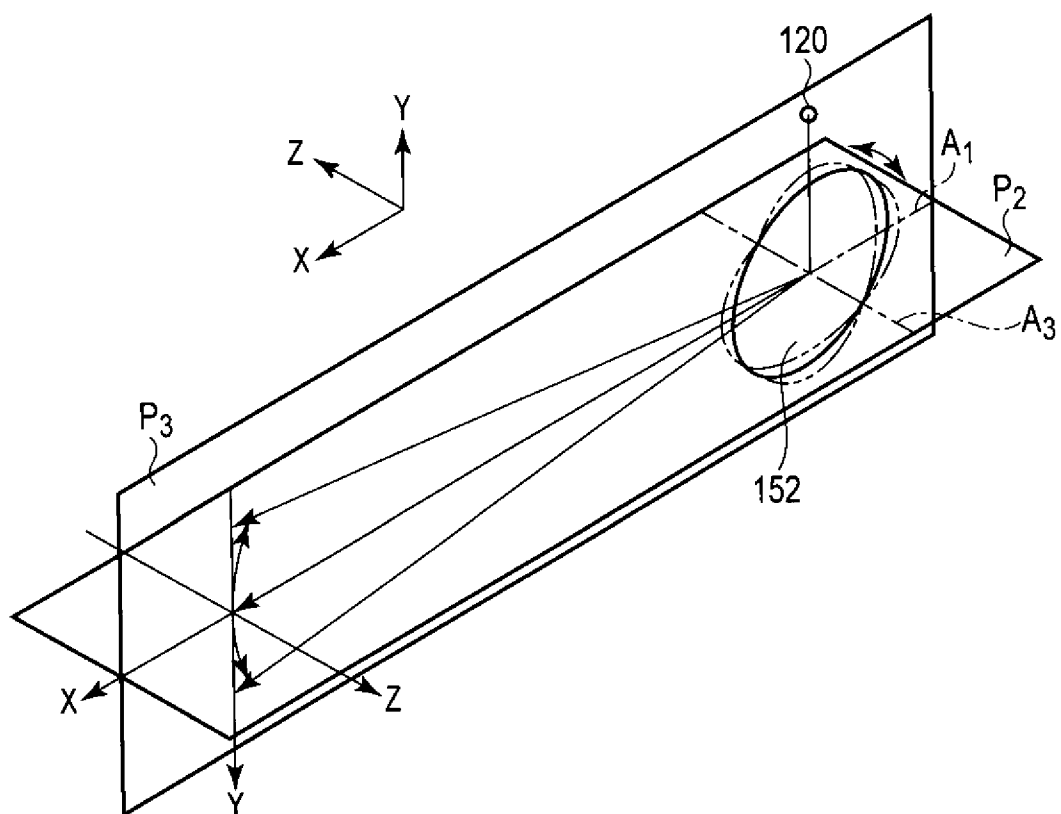
[図5]



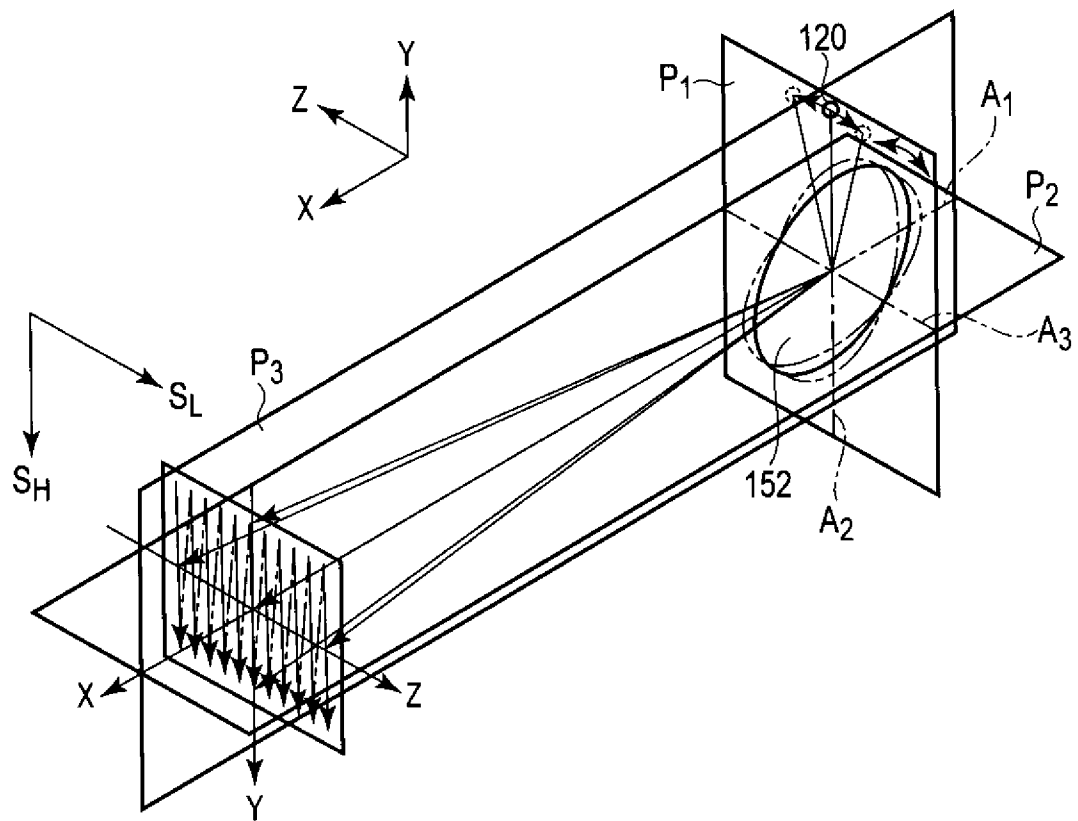
[図6]



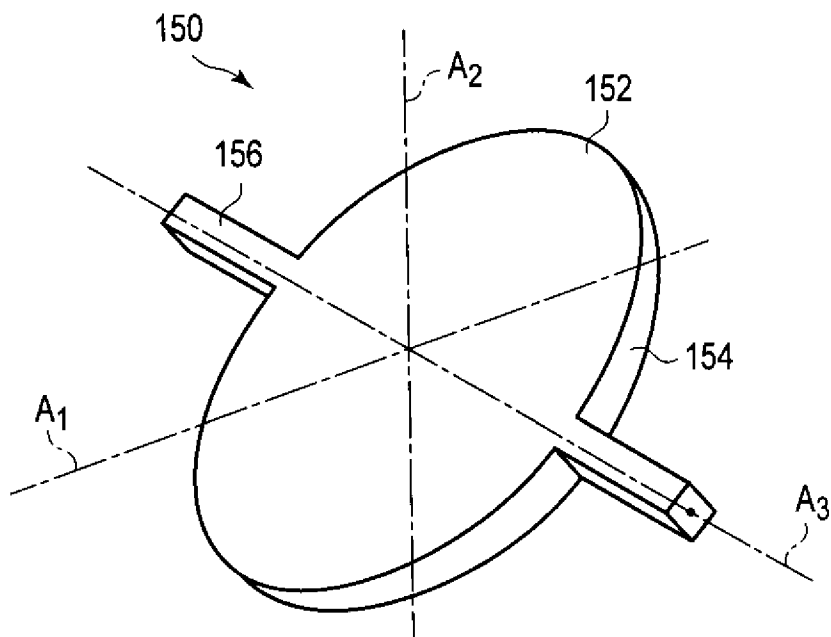
[図7]



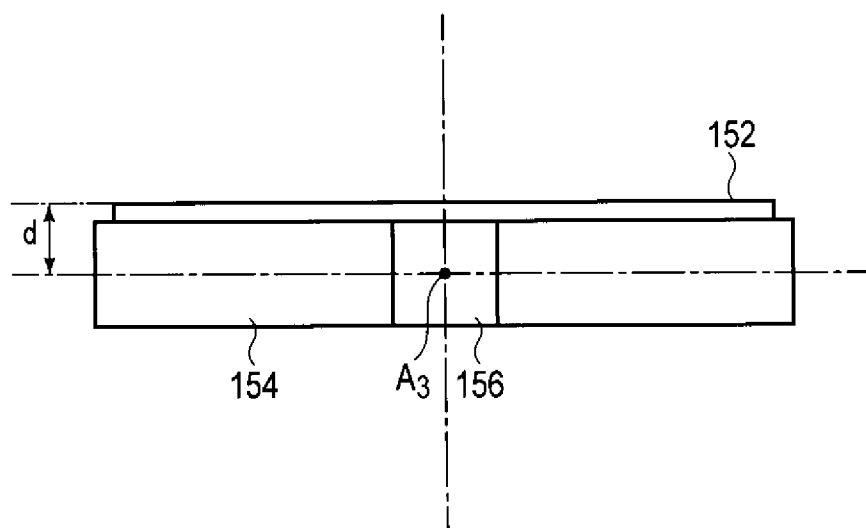
[図8]



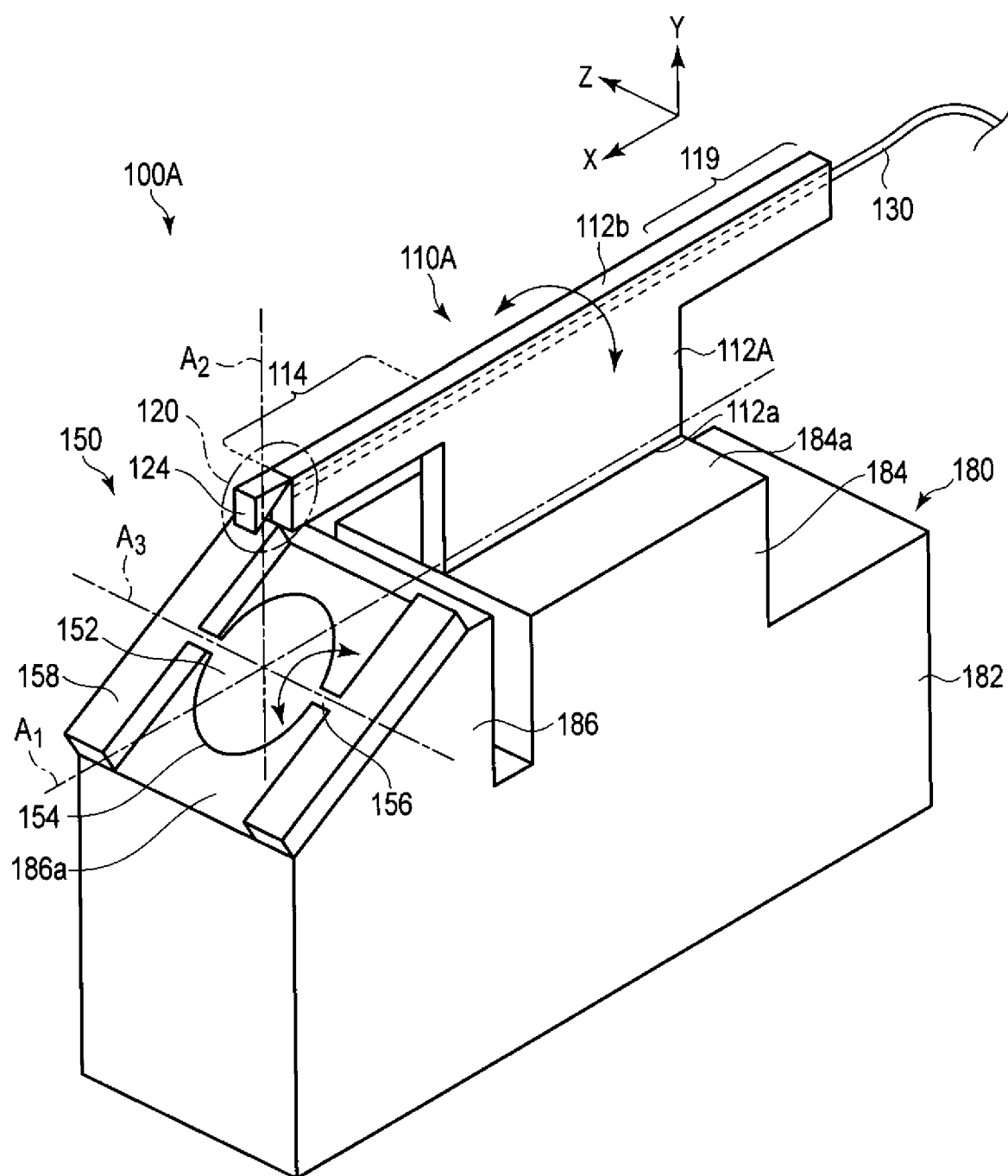
[図9]



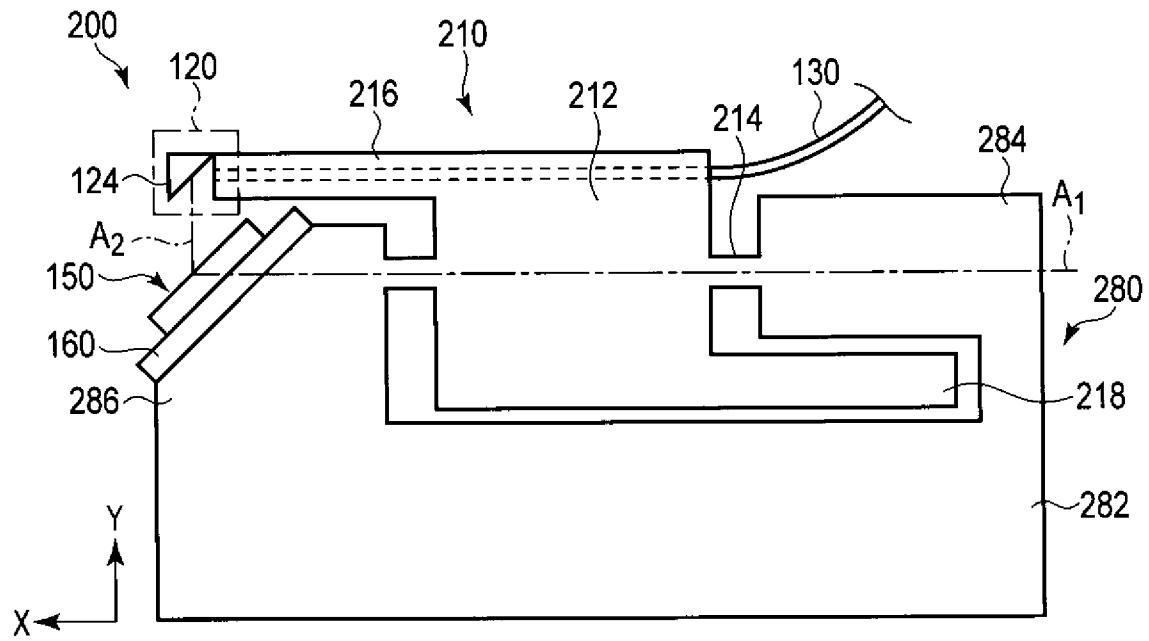
[図10]



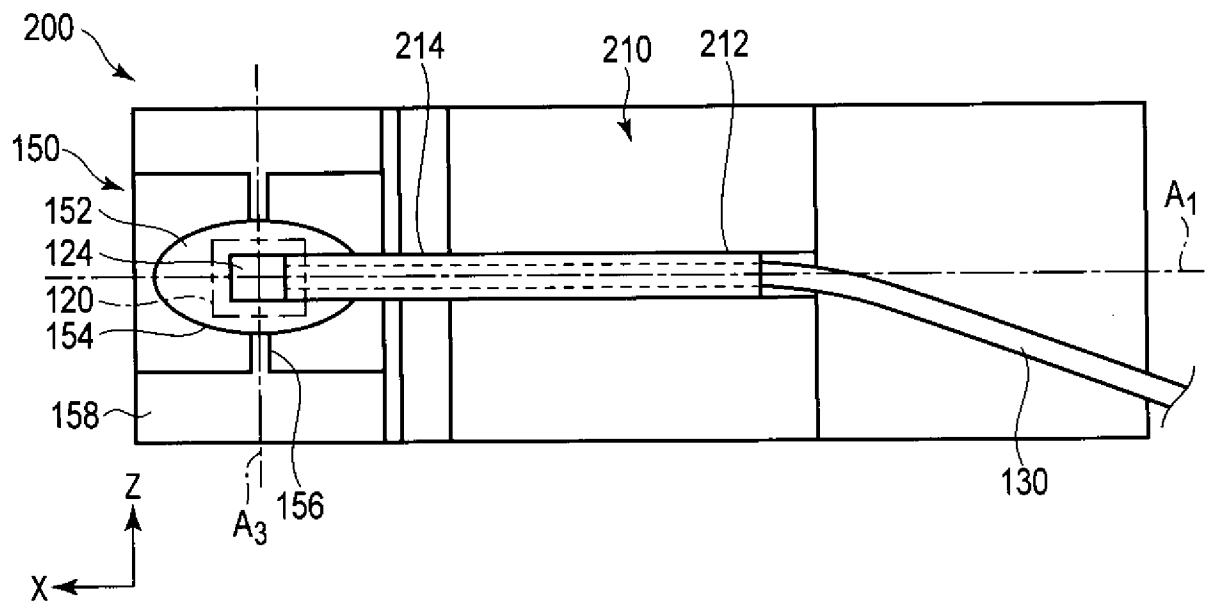
[図11]



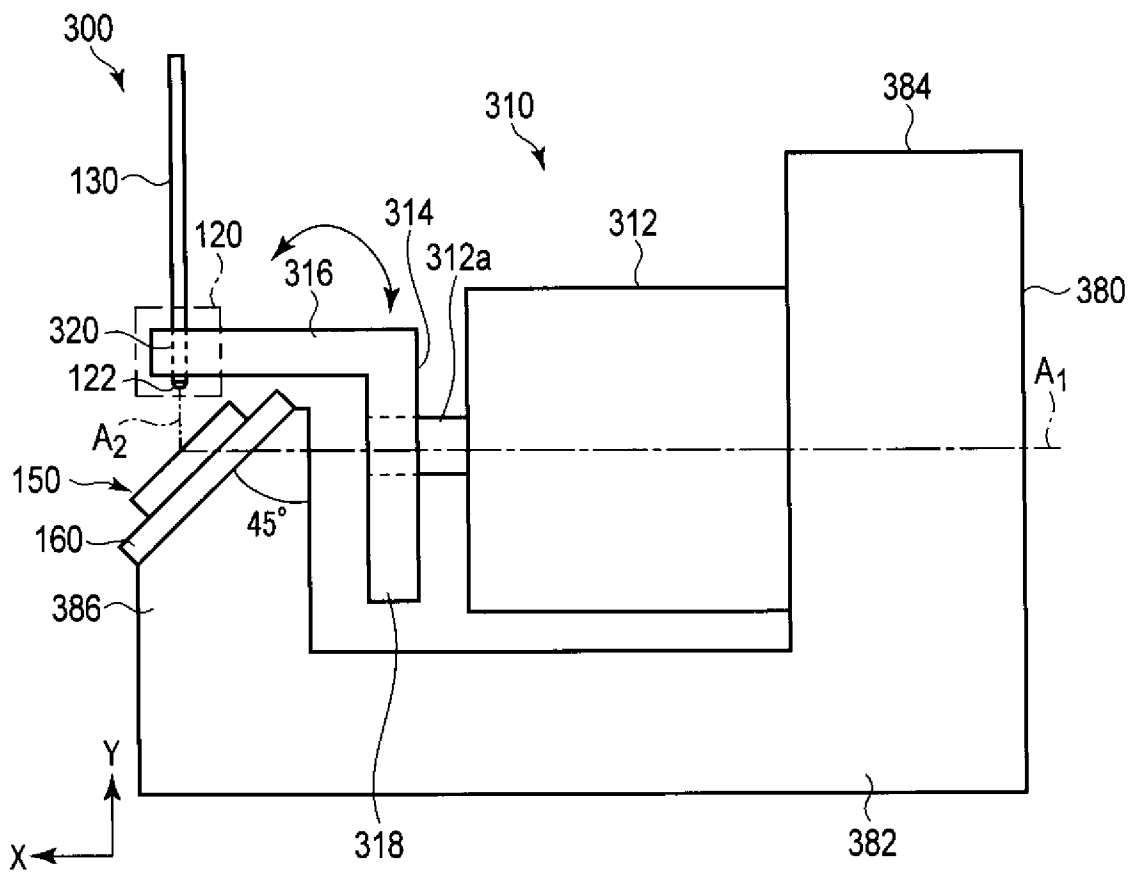
[図12]



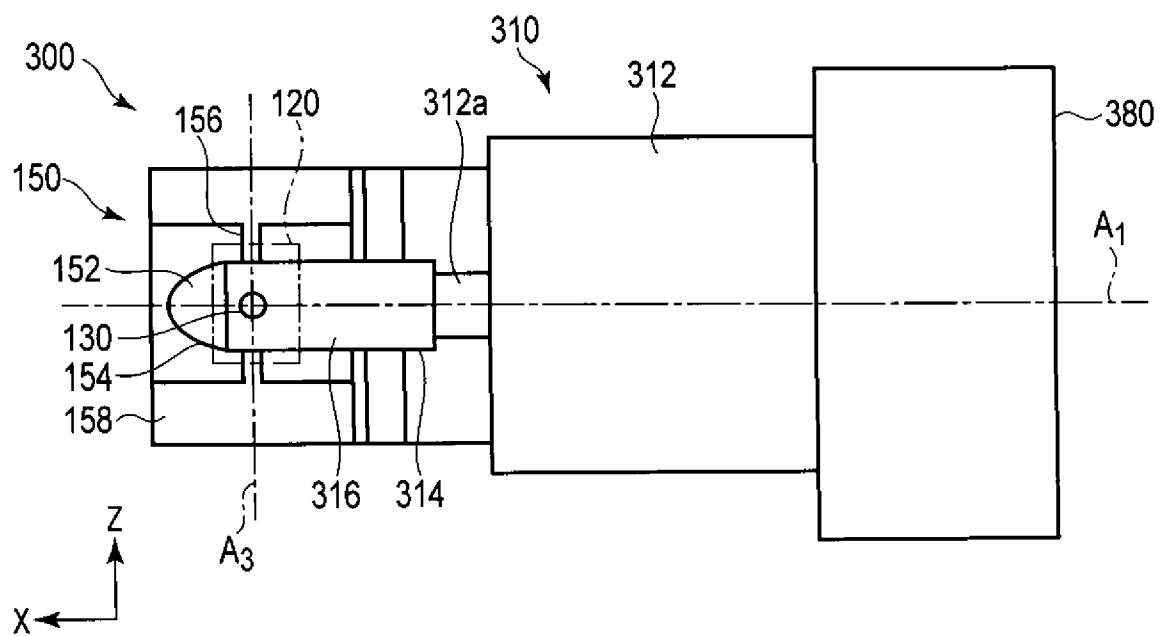
[図13]



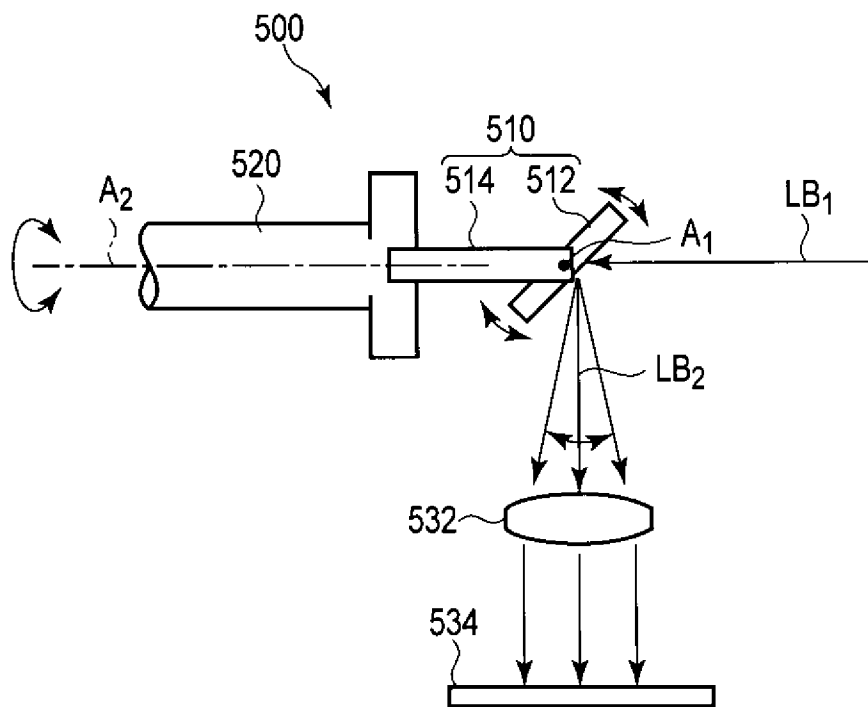
[図14]



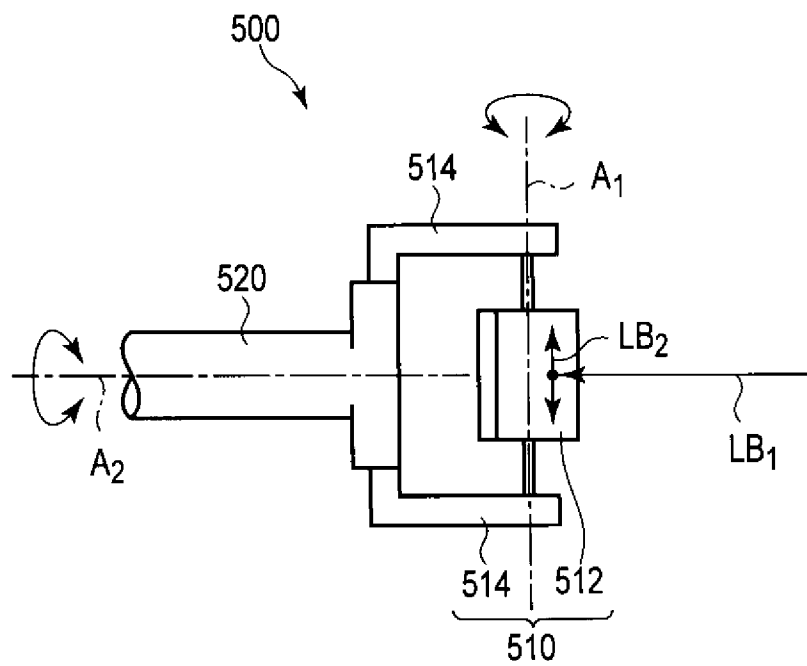
[図15]



[図18]



[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/063665

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B26/10(2006.01)i, G02B26/08(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B26/10, G02B26/08

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
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 2015/022760 A1 (Namiki Precision Jewel Co., Ltd.), 19 February 2015 (19.02.2015), entire text; all drawings & CN 105451627 A	1-11
A	JP 2009-201969 A (Fujifilm Corp.), 10 September 2009 (10.09.2009), entire text; all drawings & US 2009/0198125 A1	1-11
A	JP 2012-231911 A (Olympus Corp.), 29 November 2012 (29.11.2012), paragraphs [0009], [0041] to [0045] (Family: none)	1-11

☐ 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
07 July 2016 (07.07.16)

Date of mailing of the international search report
19 July 2016 (19.07.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

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, G02B26/08(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G02B26/10, G02B26/08

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016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 2015/022760 A1（並木精密宝石株式会社）2015.02.19, 全文, 全図 & CN 105451627 A	1-11
A	JP 2009-201969 A（富士フイルム株式会社）2009.09.10, 全文, 全図 & US 2009/0198125 A1	1-11
A	JP 2012-231911 A（オリンパス株式会社）2012.11.29, [0009], [0041]-[0045]（ファミリーなし）	1-11

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
「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

07.07.2016

国際調査報告の発送日

19.07.2016

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）

右田 昌士

2 L

9513

電話番号 03-3581-1101 内線 3295