

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2007 年 2 月 15 日 (15.02.2007)

PCT

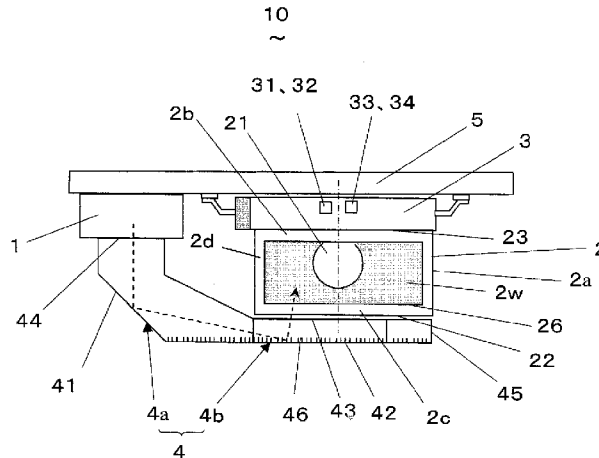
(10) 国際公開番号
WO 2007/018191 A1

- (51) 国際特許分類:
G01C 9/06 (2006.01) G01C 15/02 (2006.01)
G01C 9/24 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2006/315619
- (22) 国際出願日: 2006 年 8 月 8 日 (08.08.2006)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2005-230100 2005 年 8 月 8 日 (08.08.2005) JP
特願2005-230101 2005 年 8 月 8 日 (08.08.2005) JP
特願2005-230102 2005 年 8 月 8 日 (08.08.2005) JP
特願2006-144504 2006 年 5 月 24 日 (24.05.2006) JP
特願2006-143797 2006 年 5 月 24 日 (24.05.2006) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電工株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS, LTD.) [JP/JP]; 〒5718686 大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 阪本 浩司 (SAKAMOTO, Koji) [JP/JP]; 〒5718686 大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地 松下電工株式会社内 Osaka (JP). 岡村 幸彦 (OKAMURA, Yukihiro) [JP/JP]; 〒5718686 大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地 松下電工株式会社内 Osaka (JP). 中村 国法 (NAKAMURA, Kuninori) [JP/JP]; 〒5718686 大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地 松下電工株式会社内 Osaka (JP). 寺裏 浩一 (TERAURA, Koichi) [JP/JP]; 〒5718686 大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地 松下電工株式会社内 Osaka (JP). 大和 弘治 (YAMATO, Koji) [JP/JP]; 〒

[続葉有]

(54) Title: HORIZONTAL SENSOR AND LASER MARKER

(54) 発明の名称: 水平センサ及びそれを用いたレーザ墨出し器



(57) Abstract: A horizontal sensor (10) includes a light emitting diode (1) as a light source, a water level (2) filled with liquid (2w) so that an air bubble (21) remains, a light reception unit (3) having four light reception elements (31-34), a light guide unit (4a) for guiding the light from the light emitting diode (1), and a planar light emitting unit (4b) for performing planer light emission. The light from the light guide unit (4a) is applied as a diffusion light to the water level (2) by the planar light emitting unit (4b). The light quantity distribution of the projected light of the air bubble (21) on the light reception unit (3) has the minimum point in the vicinity of the center axis of the air bubble (21) and monotonously increases as apart from the center axis of the air bubble (21) in the range substantially identical to the radius of the air bubble (21). Thus, it is possible to make the size of the light reception plane of the light reception unit (3) smaller than the air bubble shadow of the diameter of the air bubble (21), which reduces the horizontal sensor and increases its accuracy.

(57) 要約: 水平センサ (10) は、光源である発光ダイオード 1、気泡 (21) が残るように液体 (2w) を封入した水準器 (2)、4つの受光素子 (31) ~ (34) からなる受光部 (3)、発光ダイオード 1 からの光をガイドする光ガイド部 (4a) と面発光する面発

[続葉有]



WO 2007/018191 A1



5718686 大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地 松下電
工株式会社内 Osaka (JP). 米田 孝 (YONEDA, Takashi)
[JP/JP]; 〒5718686 大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番
地 松下電工株式会社内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 板谷 康夫 (ITAYA, Yasuo); 〒5420081 大阪府
大阪市中央区南船場 3 丁目 9 番 1 0 号 徳島ビル 7 階
Osaka (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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,
BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ,
LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK,
MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH,
PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY,

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, LS, MW, MZ, NA, SD,
SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,
KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される
各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

光部 (4 b) を備えている。光ガイド部 (4 a) からの光を面発光部 (4 b) で拡散光として水準器 (2) に照射し、受光部 (3) 上の気泡 (2 1) の投影光の光量分布が、気泡 (2 1) の中心軸付近に極小点を持ち、かつこの気泡 (2 1) の半径と略同範囲において、気泡 (2 1) の中心軸から離れるにつれて単調増加するような特性を得る。これにより、受光部 (3) の受光面の大きさを気泡 (2 1) の直径の気泡影より小さくでき、水平センサの小型化、高精度化を図ることができる。

明 細 書

水平センサ及びそれを用いたレーザ墨出し器

技術分野

- [0001] 本発明は、設備、装置または器具などの水平度合いを検出したり傾斜度合いを検出するために用いられる水平センサと、この水平センサを用いたレーザ墨出し器に関する。

背景技術

- [0002] 一般に、水平センサでは、水準器内の気泡位置を検出して水平度合いや傾斜度合いを検知する。この気泡位置の検出方式としては、水準器に向かって光を照射し気泡の投影光の位置を受光素子で検出する光学透過式、水準器内に電極を備え、気泡位置によって変化する電極間の静電容量を検出する静電容量式、及び静電容量式と同様な構成で電極間の抵抗を検出する抵抗式などが挙げられる。これらの内、光学透過式は、水平度合いや傾斜度合いの検知精度や水準器の加工性等の点で優れていることから広く使用されている。
- [0003] このような従来の光学透過式の水平センサとしては、特許第3370619号公報に示されるように、発光ダイオードから成る光源、水準器、4つの受光素子等の主な部品から構成され、光源と受光素子が水準器を挟んで対向し、かつ光源、水準器、受光素子の中心軸が略一直線上に並ぶように配置された水平センサが知られている。この水平センサでは、気泡の直径が一定の場合、光源と水準器の距離が近くなるほど気泡の投影光の直径が大きくなるため、その分、受光素子も大きくする必要がある。そのため、従来は光源と水準器の間にある一定以上の距離を設けて光線をできるだけ平行にすることにより、気泡の直径と気泡の投影光の直径がほぼ等しくなるようにし、この投影光を受光する受光素子も気泡の直径と同程度の大きさのものが用いられてきた。すなわち、各受光素子の受光面の大きさを、気泡の大きさとほぼ同じ程度にするには、できるだけ平行な光線が必要とされていた。このため、光源と水準器の間に一定以上の距離を設けて光経路を長くする必要があり、水平センサを小型化することが困難であった。

[0004] ここで、図44(a)、(b)を参照して、従来の水平センサにおける気泡303aと受光素子である受光部302との平面上の位置関係を説明する。光源は水平センサの上面から水準器301内の気泡303a(又は、移動した気泡303b)を照射し、この気泡303aの投影光(この影を気泡影と呼ぶ)を受光部302を構成する4個の略正方形の受光ダイオード302aで受光する。4個の受光ダイオード302aは、受光面が全体として正形状になるように配列されて縦、横寸法が、気泡303aの直径の大きさとほぼ同じに設定され、受光面で受光した光の検出量に対応した電圧をそれぞれ出力し、これらの電圧を比較することにより、傾斜度を検出することができる。水平センサの水平度が保たれ、受光部302の受光面の中心に気泡303aの気泡影の中心が一致すると、4個の受光ダイオード302aの受光レベルが一致する。

[0005] 上記水平センサにおいて、気泡303aが受光面中心から移動したとき、その移動前後における受光面の光量分布の変化を図44(b)に示す。受光量分布P3は、気泡303aの移動が無いときの分布であり、受光量分布P4(破線)は、気泡303aが気泡303bに移動したときの分布である。気泡303aが移動して気泡303bに移ったとき、気泡303bの投影光の位置が受光ダイオード302aの受光面からずれるため、受光ダイオード302aで受光する受光量が変化し、これにより移動が検知される。

[0006] 次に、上記水平センサの受光部302を小型化するため、受光部302の大きさを気泡303aの径よりさらに小さくした場合について、図45(a)、(b)を参照して説明する。受光ダイオード302bを前述の例より小さくすると、4つの受光ダイオード302bの受光面積は、気泡303aの気泡影の面積より小さくなる。このため、4つの受光ダイオード302bは、気泡303aが気泡303bの位置に微小に移動しても、気泡303bの気泡影の中に入ったままとなる。従って、4つの受光ダイオード302bは、気泡303aと気泡303bのいずれの場合も気泡影に入ったままなので、受光量は変化せず傾斜度を検出することができない。このことにより、従来の水平センサでは、受光素子を気泡のサイズより小さくすることができず、水平センサの小型化をさらに困難にしていた。

[0007] また、従来から水平センサを用いたレーザ光線による基準線を照射するレーザ墨出し器において、レーザ照射部が搭載される水平制御ステージを水平に制御するための機構が設けられている。この水平制御機構としては、例えば、特開平11-5165

2号公報に示されるように、レーザ照射部を1本の支軸と2本の駆動軸とで支え、2本の駆動軸を上下させることによりレーザ照射部を水平に制御する水平制御機構が知られている。しかしながら、上述公報に示されるようなレーザ墨出し器の水平制御機構においては、地墨用のレーザ照射部を設けるには、支軸と駆動軸の間よりも外側にレーザ照射部を配置しなければならず、水平制御機構が大型化する。これにより墨出し器が大型化し、構造も複雑となり、ひいては、取扱い性や使い勝手、製造効率等が低下するという問題があった。

[0008] また、このようなレーザ墨出し器に用いられるレーザ光を分岐するビームスプリッタにおいて、特開平5-296840号公報に示されるように、1つの光源からの光を3方向に分岐する従来の光学系として、2つの三角プリズムの斜面同士を貼り合わせたビームスプリッタを2つ配置した構成が知られている。ところが、上記公報に示されるような構成においては、2つのビームスプリッタを備えるために、光学部品の部品点数が多くなり、構造が大型化し、また部品点数が増加すると光軸等の調整工程も増えるため、コスト高となる。

発明の開示

[0009] 本発明は、上記の問題を解決するためになされたものであり、受光部を小さくでき、また、光源と水準器間の距離を短くできることにより、微小な傾斜をも検出できる小型で高性能な光学透過式の水平センサを提供することを目的とする。また、本発明は、この種の水平センサを用いた小型のレーザ墨出し器を提供することを目的とする。

[0010] 上記課題を達成するために、本発明は、気泡が残るように液体を封入した水準器と、光源と、受光した光を電気信号に変換する4つ以上の受光素子とを備え、前記光源からの光を前記水準器に向かって照射し前記気泡の陰影を前記受光素子に投影させ、前記受光素子上の投影光の位置を該受光素子で検出することにより、水平度合いや傾斜度合いを検知する水平センサにおいて、前記受光素子上の投影光の光量分布が、前記気泡の中心軸付近に極小点を持ち、この気泡の半径と略同範囲において該気泡の中心軸から離れるにつれて単調増加する特性を持つようにしたものである。このことにより、受光素子上の投影光の光量分布が、気泡の中心軸付近に極小点を持ち、この気泡の半径と略同範囲において気泡の中心軸から離れるにつれて

単調増加する特性を持つので、受光素子を小さくしても、気泡の移動時の光量変化を良好に検知することが可能となり、小型で高精度な光学透過式の水平センサを得ることができる。

[0011] 本発明は、上記改良された発明において、平行光によって前記気泡を投影したときにできる投影光の面積以上の大きさの発光面積を有する面発光部を備え、この面発光部から前記水準器に向かって拡散された光を照射するようにすればよい。このことにより、受光量の光量分布が、概ね気泡の半径と同範囲において気泡の中心軸から離れるにつれて単調増加するような特性を得ることができるので、受光素子を気泡の直径より小さくして、気泡の微小移動変化を検知でき、測定精度を高めることができる。

[0012] 本発明は、上記改良された発明において、前記水準器に対して光源と受光素子とは同じ側に配置され、光源からの光を入射し、この光を前記面発光部にガイドする光ガイドを備え、この光ガイドは、光源からの光を全反射させる反射面を有したものとすればよい。このことにより、受光素子と水平方向に並ぶ光源の光を反射、屈折させて水準器近傍の面発光部にガイドできるので、水平センサの水準器軸方向の大きさ(厚さ)を小さくできる。

[0013] 本発明は、上記改良された発明において、前記光ガイドから入射した光を反射・屈折させ略均一に面放射するように、透明部材に凹凸又は溝形状を有する導光板を前記面発光部として配設したものとすればよい。このことにより、面発光部内で均一な拡散光を形成でき、光拡散用の外部部品を不用とし部品点数を抑制すると共に、水平センサの厚みを薄くすることができる。

[0014] 本発明は、上記改良された発明において、前記光ガイドから光を照射する出射面の光軸と、前記水準器の中心軸と、前記受光素子の光軸とを略一直線上になるように配置し、前記出射面と前記水準器の間に、拡散効果を有するシート状の部材を配設すればよい。このことにより、シート状の部材が光の拡散作用を有するので、面発光部の導光板の拡散用加工を簡略化又は不要にできる。

[0015] 本発明は、上記改良された発明において、前記気泡が摺動する面以外の少なくとも1つの水準器の面に、光を拡散する微小な凹凸を形成すればよい。このことにより、

光を拡散させる効果を水準器自体で形成することができるので、構成を簡略化でき、シート状部材も不要となるので、センサの厚みをさらに薄くできると共に、部品点数を低減でき小型化できる。

[0016] 本発明は、上記改良された発明において、前記光ガイドは、光源から射出した光が該光ガイドの入光面において概ね平行になるように、該入光面が凸型の円筒形状部とされ、この円筒形状部の軸が、光源の光軸と、光源の光軸が前記光ガイドの反射面に対して反射してできる軸とを含む平面の法線に平行とすればよい。このことにより、全反射面での反射効率が向上するので、光ガイドの伝送効率が高くなり、光ガイド内における光伝送ロスを低減することができる。

[0017] 本発明は、上記改良された発明において、前記光ガイドの反射面は、光源の光軸と、光源の光軸が該反射面に対して反射してできる軸とを含む平面での断面形状が放物面を成し、この放物面の焦点が、前記面発光部の入り口付近になるように形成すればよい。このことにより、面発光部に入射する光量が増加し、入射効率が向上する。これにより、面発光部から射出する光の強度が向上するため、水平センサの分解能が向上し、また、光源に印加する電力を低減でき、低消費電流化を実現できる。

[0018] 本発明は、上記改良された発明において、前記光ガイドは、前記円筒形状部の円筒面に沿って、前記円筒の軸方向に光を拡散させる複数の溝が形成されればよい。このことにより、光が面発光部内において円筒形状部の円筒の軸と同じ方向に広がって導光される。これにより、面発光部における円筒の軸と同じ方向の面発光均一性が向上し、気泡が円筒面の軸方向に移動した場合における水平センサの分解能が向上する。

[0019] 本発明は、上記改良された発明において、前記光ガイドは、前記面発光部の反射面に、前記円筒形状部の円筒の軸に平行に断面形状が三角形状の複数の溝が形成されており、かつ、その溝の光の入射側面の底角が $20\sim 40^\circ$ であり、前記光ガイドの面発光部の射出面と前記水準器の間に、頂角 90° の三角プリズムが形成されたシート状部材を、プリズムの稜線が前記光ガイドの溝の稜線と平行になるように配置すればよい。このことにより、面発光部から水準器に入射する光の面発光分布の対称性を向上できるので、温度による水平検出への影響を抑制し、水平検出精度を高

めることができる。

[0020] 本発明は、上記改良された発明において、前記光ガイドの面発光部の反射面に形成された三角形の溝と溝との間に、該面発光部に平行な平面を形成すればよい。このことにより、面発光部において、入口側と奥側とに同程度の光量が届くため、面発光部の発光均一性がより一層向上する。

[0021] 本発明は、上記改良された発明において、前記水準器に対して光源と受光素子に対向させると共に、前記光源の光軸と前記水準器の中心軸と前記受光素子の光軸とを略一直線上になるように配置し、前記光源と前記水準器の間に、光拡散用の拡散部を配設すればよい。このことにより、水平方向に配設される構成部材が少なくなるので、水平方向の小型化が可能となる。

[0022] 本発明は、上記改良された発明において、前記受光素子を4つ備え、これらの各受光素子の頂点のうち該受光素子全体の中心に最も近い頂点を、他の頂点より前記水準器から離れるように前記受光素子を配置すればよい。このことにより、受光部のみで同様の光量分布特性が得られるので、入射光として拡散光が必ずしも必要でなく、拡散用の反射面を備えた導光板やシート状部材等が不要となるので構成を簡単にでき、センサの小型化に寄与できる。また、部品点数の低減により低廉化できる。

[0023] 本発明は、上記改良された発明において、前記光ガイドの出射面の光軸と、前記水準器の中心軸と、前記受光素子の光軸とを略一直線上になるように配置し、前記光源と前記水準器の間に、前記光ガイドから照射された光を略平行に屈折させるように凸レンズを配設すればよい。このことにより、光ガイドの出射面からの光を集光させて水準器に入射することができ、光ガイドの出射面と水準器の間の距離を短くできるので、水平センサの厚みを薄くすることが可能となる。

[0024] 本発明は、上記改良された発明において、前記光源からの光が入射する側の水準器の面を、該光源からの光を略平行に屈折させるように該水準器の中心軸に対して略回転対称であり、かつ光源側に凸型となる形状とすればよい。このことにより、水準器自体に集光作用を持つため、発光ダイオード1と水準器の間に、凸レンズなどの光学部品を挿入することが不要となるため、水平センサを小型化及び部品点数の削減による低廉化が可能となる。

[0025] 本発明は、墨出し用のレーザ光を発光するレーザ照射部と、このレーザ照射部が搭載される水平度が制御可能な水平制御ステージと、この水平制御ステージの傾斜角度を検出する水平センサとを備え、前記水平制御ステージは、該ステージを支持する1本の支持軸と、該ステージを水平状態に制御するために駆動される2本の駆動軸とにより支持されており、前記支持軸及び駆動軸は、前記水平制御ステージに対する支持軸の結合点と前記一方の駆動軸の結合点とを結ぶ直線と、前記支持軸の結合点と前記他方の駆動軸の結合点とを結ぶ直線と、が互いに直交するような位置に配設され、前記水平制御ステージに対する支持軸の結合点は、機器直下を照射する地墨レーザの光路を妨げないように該ステージの中央付近を避けた周辺部に配設されており、水平センサとして前記のような水平センサを用いればよい。このことにより、水平制御ステージの支持軸が該ステージの中央付近を避けた周辺部に配設されるので、水平制御機構を大型化せず、簡略な構造で良好な墨出しを行うことができる。

[0026] 本発明は、上記改良された発明において、前記レーザ照射部は、断面が略直角三角形の柱状の2つのプリズムから構成され、少なくとも一方のプリズムの斜面に、該斜面を反射する光と透過する光に分岐するように薄膜を蒸着形成し、かつ、これら2つのプリズムの斜面同士を貼り合わせたビームスプリッタを備え、該ビームスプリッタは、該スプリッタに入射した光のうち、前記斜面に形成された薄膜で反射した光が次に当る該スプリッタの平面に、該光を透過光と反射光に分岐する薄膜を蒸着形成すればよい。このことにより、入射光を1つのビームスプリッタで3方向に分岐することができるので、ビームスプリッタ、さらにはレーザ墨出し器を小型化することができる。

図面の簡単な説明

[0027] [図1]図1は本発明の第1の実施形態による水平センサの構成図である。

[図2]図2は上記水平センサの外観図である。

[図3]図3(a)は上記水平センサの受光面による光量分布を示す図、図3(b)は光量分布のグラフである。

[図4]図4(a)は上記水平センサの気泡と受光素子の平面上の位置関係を示す図、図4(b)は気泡の移動前後における受光素子の受光レベル変化を示す図である。

[図5]図5(a)は本発明の第2の実施形態による水平センサの構成図、図5(b)はその外観図である。

[図6]図6(a)は本発明の第3の実施形態による水平センサの構成図、図6(b)はその外観図である。

[図7]図7(a)は本発明の第4の実施形態による水平センサの構成図、図7(b)はその外観図である。

[図8]図8は本発明の第5の実施形態における水平センサの構成図である。

[図9]図9(a)は本発明の第6の実施形態による水平センサの構成図、図9(b)はその外観図である。

[図10]図10(a)は本発明の第7の実施形態による水平センサの構成図、図10(b)は4つの受光素子と水準器の配置関係を示す図である。

[図11]図11は、上記第7の実施形態による水平センサの変形例の構成図である。

[図12]図12(a)は本発明の第8の実施形態による水平センサの構成図、図12(b)は光ガイドにおける光の反射を説明する図、図12(c)は光の反射を説明するための図である。

[図13]図13は本発明の第9の実施形態による水平センサの構成図である。

[図14]図14(a)は本発明の第10の実施形態による水平センサの光ガイドの構成図、図14(b)は前記光ガイドの正面図、図14(c)は図14(a)のA部の拡大図、図14(d)は図14(b)のB部の拡大図、図14(e)は前記光ガイドの光拡散を示す正面図、図14(f)は部分斜視図である。

[図15]図15(a)は本発明の第11の実施形態による水平センサの構成図、図15(b)は図15(a)のC部の拡大図、図15(c)は前記水平センサの光ガイドにおける光の反射を説明する図、図15(d)は図15(c)のD部の拡大図、図15(e)は図15(d)のE部の拡大図である。

[図16]図16(a)は上記センサの光ガイドにおける面発光分布の改善前を示す図、図16(b)は改善後を示す図である。

[図17]図17(a)は上記光ガイドの改善前における受光素子の光量検出の温度による影響を示す図、図17(b)は改善後を示す図である。

[図18]図18(a)は本発明の第12の実施形態による水平センサの構成図、図18(b)は上記センサにおける面発光部の厚さが適正な場合の面発光分布を示す図、図18(c)は同厚さが大きい場合を示す図である。

[図19]図19(a)は本発明の第13の実施形態による水平センサの光ガイドの構成図、図19(b)は図19(a)のF部の拡大図である。

[図20]図20(a)は本発明の第14の実施形態による水平センサの構成図、図20(b)はその外観図である。

[図21]図21(a)は本発明の第15の実施形態による水平センサの構成図、図21(b)はその外観図である。

[図22]図22は本発明の実施形態に係るレーザ墨出し器の水平制御機構の前方外観図である。

[図23]図23は同水平制御機構の後方外観図である。

[図24]図24は上記レーザ墨出し器における水平制御ステージの支持軸と駆動軸の配置を示すための平面透視図である。

[図25]図25は上記レーザ墨出し器におけるX方向の駆動系の外観図である。

[図26]図26は上記レーザ墨出し器におけるY方向の駆動系の外観図である。

[図27]図27は上記レーザ墨出し器における水平制御機構の概略図である。

[図28]図28は上記レーザ墨出し器における駆動モジュールの外観図である。

[図29]図29は同水平制御機構の正面図である。

[図30]図30は同水平制御機構の側面図である。

[図31]図31(a)は本発明の実施形態に係るビームスプリッタの構成図、図31(b)は同ビームスプリッタを構成する三角プリズムの構成図である。

[図32]図32は上記ビームスプリッタの面221の透過特性図である。

[図33]図33は同ビームスプリッタの面222の透過特性図である。

[図34]図34は同ビームスプリッタの面223の透過特性図である。

[図35]図35は同ビームスプリッタの光路概略図である。

[図36]図36は同ビームスプリッタの配置方向変更時の光路概略図である。

[図37]図37は本発明の他の実施形態に係るレーザ墨出し器の外観図である。

[図38]図38は同レーザ墨出し器のビームスプリッタの光路概略図である。

[図39]図39は同レーザ墨出し器のビームスプリッタの角度調整図である。

[図40]図40は本発明のさらに他の実施形態に係るビームスプリッタの光路概略図である。

[図41]図41は同ビームスプリッタを用いたレーザ墨出し器の使用状況を示す図である。

[図42]図42は本発明のさらに他の実施形態に係るレーザ墨出し器の使用状況を示す図である。

[図43]図43(a)は同レーザ墨出し器の垂直基準光学系の平面図、図43(b)は同レーザ墨出し器の垂直基準光学系の正面図である。

[図44]図44(a)は従来の水平センサの気泡と受光素子の位置関係を示す図、図44(b)は前記気泡の移動による受光量の変化を示す図である。

[図45]図45(a)は従来の受光素子を小さくした状態の気泡と受光素子の位置関係を示す図、図45(b)は前記気泡の移動前後における受光状態を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

[0028] 以下、本発明の第1の実施形態に係る水平センサ10について、図1乃至図4を参照して説明する。図1及び図2において、水平センサ10は、光源である発光ダイオード1と、気泡21が残るように略透明な液体2wを封入した円筒容器2aを持つ水準器2と、気泡21の平行光による投影光(これを気泡影と呼ぶ)より小さい受光面積を持ち4つの受光素子31~34からなる受光部3と、発光ダイオード1から入射した光を水準器2に導く導光板4とを備える。導光板4は、透明部材で形成され、光源からの光を面発光部4bまでガイドする光ガイド部4a(光ガイド)と水準器2を照射する面発光部4bとを備える。光ガイド部4aは、光源からの光が入る入光面44と、入射光を全反射させ面発光部4bにガイドする反射板41を有する。面発光部4bは、光ガイド部4aからの入射光を面発光とするための微小な凹凸又は溝形状の凹凸形状部46を表面に備えた反射面42と、面発光部4bから光を出射する出射面43と、終端面45とを有する。この凹凸形状部46は、光を拡散するための加工がさらに施されている。ここで、導光板4の面発光部4bは、面発光部4bを形成する透明部材の少なくとも1つの面に、面発光

のための微小な凹凸又は溝形状を持っていればよい。また、発光ダイオード1と受光部3は、共に1つのプリント基板5に実装され、水準器2に対して同じ側に配置される。

[0029] 水準器2は、その中心軸と受光部3の光軸とが略一直線上に配設され、かつ受光部3と面発光部4bの出射面43との間に配置されている。水準器2の円筒容器2aは、その内側が空洞で、かつその内側の面の少なくとも1つの面が略回転対称の曲面形状を有し、受光部3に対向する出射面23を持つ上底部2bと、その底厚の両面に光の入射面22と出射面26を有する下底部2cと、側壁部2dとを備えている。また、面発光部4bの出射面43の面積は、対向する水準器2の入射面22の面積とほぼ同じになるように設定している。

[0030] 上記構成において、発光ダイオード1から照射された光は、光ガイド部4aの入光面44に入射される。この入射光は、光ガイド部4a内の光経路において、光を水準器2にガイドするための反射面41で全反射され、図中右向きに進行方向を変更させられて、反射面42と出射面43に挟まれた面発光部4bの領域に入射する。この入射した光は、反射面42の表面に微小な凹凸ないしは溝状の凹凸形状部46が形成されているため、反射面42に当たった光は、反射面42で決定される方向へ反射して出射面43から出射され、水準器2に向かって進行する。この時、反射面42は、発光ダイオード1からの入射光を拡散し、出射面43全体から略均一な光量を持って、広い角度の光量分布を有する拡散光を照射する。このように、面発光部4bの出射面43は、面全体より拡散光を照射する照射面となる。この面発光部4bの出射面43は、気泡21を平行光によって投影したときにできる気泡影の面積以上の大きさの発光面積を有し、水準器2に向かって拡散光を照射する。ここで、面発光部4bの反射面42と出射面43の間は0.5mm～1.5mm程度あればよい。ため、面発光部4bの導光板4の厚さを薄くできることにより、導光板4が水平センサ10の大型化の要因とはならず、済み、受光部3を小型化しつつ、水平センサ10の厚さ(円筒形水準器の軸方向の大きさ)も小さく抑えることができる。また、面発光部4bの導光板4内に光拡散構造を有するため、光拡散用の部品が不要となり、部品点数の低減及びセンサの小型化に寄与することができる。

[0031] 上記出射面43全体から射出した拡散光は、出射面43に対向する水準器2の入射

面22に入射し、水準器2内の液体2wと気泡21との界面に当たり、この界面で屈折又は全反射され、水準器2の出射面23から射出され、受光部3の受光素子31～34に入射する。この拡散光によって照射された気泡21の投影光は、受光部3に投影され、受光素子31～34で受光される。そして、水準器2が傾斜し水準器2内の気泡21が移動すると、受光素子31～34に投影された気泡21の気泡影の位置が変化し、その結果、受光素子31～34の受光量が変化する。従って、この変化量を読み取ることで傾斜角を検出することができる。

[0032] 図3(a)、(b)を参照して、本実施形態の水平センサ10の受光部3における受光分布状態を説明する。図3(a)は、受光部3における平面上の2次元受光量分布(白黒の濃淡分布)を示し、図3(b)は、気泡21の中心を基準とする水平方向の1次元光量分布を示す。

[0033] 2次元光量分布は、出射面43からの拡散光により照射された気泡21の投影光を受光素子31～34により検出した光量により定まり、受光量が多いほど白く、少ないほど黒く示される。出射面43からの拡散光は、平行光と異なり出射面43から前方に、ほぼあらゆる角度で照射される。従って、この拡散光は、水準器2の入射面22から、広い角度範囲を持って水準器2内の気泡21に入射する。このとき、この入射光は、気泡21表面で反射、屈折されるが、気泡21が球形なので、その球面上の接線に直角に入射した光は直進するが、それ以外は液体2wと気泡21の間で屈折、反射される。このため、2次元受光量分布は、図3(a)のように、気泡21の中心と外周部で小さく(黒い部分)、中心と外周部の間に最大点(白い部分)を持つリング状の分布となる。

[0034] これにより、投影光の水平方向位置での光量分布は、図3(b)に示すように、気泡21の中心軸付近に極小点をもち、略気泡21の半径と同範囲において気泡21の中心軸(気泡の中心)から離れるにつれて単調増加するような特性を得ることができる。この特性によって、受光部3を気泡21の直径の気泡影21aより小さくしても、気泡21の微小移動時において、受光素子31～34により受光量変化を検出することが可能となる。また、この単調増加特性を中心軸から離れるにつれて直線的増加する特性を持つように構成(例えば、電氣的補正等を含む)することにより、気泡の位置による変

化を直線的に検出できるので、検知の直線性が良くなり、傾斜検知精度の誤差をより少なくすることが可能となる。

[0035] 図4(a)、(b)を参照して、上記受光量分布を持つ水平センサ10の気泡21移動時における受光量検出について説明する。図4(a)は、本実施形態の水平センサ10の上面から見たときの気泡21と受光部3の受光素子31～34との位置関係を示す。面発光部4bの出射面43からの拡散光は、水準器2内の気泡21を照射し、受光部3を構成する4個の略正方形の受光素子である受光ダイオード31～34で受光される。4個の受光ダイオード31～34は、受光面が全体として正形状になるように受光面の中心に対して対称に配列されて縦、横寸法が、気泡21の直径の大きさより小さくなるように設定されている。そして、受光面で受光した光の検出量に対応した電圧をそれぞれ出力し、これらの電圧を比較することにより、傾斜度を検出することができる。水平センサ10の水平度が保たれ、受光部3の受光面の中心に気泡21の気泡影の中心が一致すると、4個の受光ダイオード31～34の受光レベルが一致する。

[0036] 図4(b)は、上記水平センサ10において、受光部3を気泡影21aより小さくした場合において、気泡影21aが受光面中心から移動したとき、その移動前後における受光面の光量分布の変化を示す。受光量分布P1は、気泡21の移動が無いときの分布であり、受光量分布P2(破線)は、気泡21が移動し、気泡影21aが気泡影21bにシフトしたときの分布である。受光量分布P1は、図3(a)、(b)で示したように、気泡21の中心軸付近に極小点を持ち、この気泡の半径と略同範囲において気泡21の中心軸から離れるにつれて直線的に単調増加する特性を持ち、中心から左右に増加する略V字カーブの形をなす。従って、受光量分布P1は、受光面の中心で最小となり、中心から離れると必ず、受光レベルが変化する。水平状態で気泡21の移動前は、受光素子31～34の受光量は、すべて同じで、受光量分布P1のレベルI1でバランスが取られている。一方、気泡21が移動した移動後は、受光量分布P1が受光量分布P2にシフトするので、受光素子31～32の受光量は、受光量分布P2のレベルI2となり、受光素子33～34の受光量は、受光量分布P2のレベルI3となり大きくなっていく。このように、受光素子31～32と受光素子33～34で受光レベルが異なってくることにより、受光ダイオード31～34のそれぞれで受光する受光量に変化し、これにより移動が検知

される。これは、他の方向にずれても同様に検知される。

- [0037] 従って、気泡21の微小移動に対して、各受光素子31～34における受光量の変化を細かく検出することができる。そして、各受光素子31～34において、受光された光量に対応した電圧をそれぞれ出力し、これらの電圧を比較することにより、より微小な傾斜度を検出することが可能となる。
- [0038] 本実施形態の水平センサ10は、大きい実装面積を占める受光部3を、気泡21の気泡影21aより小さくし、拡散光の照射できる薄型の面発光部4bを形成したことにより、受光素子上の投影光の光量分布が、気泡21の中心軸付近に極小点を持ち、この気泡21の半径と略同範囲において気泡21の中心軸から離れるにつれて単調増加する光分布特性を得る光学系を実現することができ、小型で高精度のセンサを得ることができる。
- [0039] また、拡散光の形成において、導光板4の面発光部4bの出射面43と水準器2の入射面22の間に光を拡散する機能を有する微小な凹凸が設けられたシート状の部材（後述の図5(a)参照）を配置することにより、面発光部4bの反射面42の凹凸形状又は溝状の凹凸形状部46に拡散用の加工をすることが不要となり、その分、出射面43全体からの照射光量をより均一にすることが可能となる。また、上記シート状部材を配置する代わりに、水準器2の入射面22を粗面にすることにより拡散光を形成してもよい。
- [0040] さらに、光ガイド部4aの反射面41や面発光部4bの反射面42にシート状又は板状の高反射部材を配設することで、光ガイド部4aの入光面44に入射する光量と面発光部4bの出射面43から射出する光量の比を大きくすることができる。これにより、必要な傾斜検知精度を得るため光源となる発光ダイオード1の電流を小さくすることができ、水平センサ10の低消費電力化が可能となる。また、本実施形態のように、発光ダイオード1と受光部3を水準器2に対して同じ側に配置し、一般的に平板状をなす導光板4を、光源から面発光部4bまで全反射面を持つ光ガイド部4aを増設した構成にし、光源の光を水準器2の近傍の面発光部4bまで導くことにより、水準器軸方向のセンサの大きさ(厚さ)を大幅に小さくすることが可能となる。また、ここでは、発光ダイオード1と受光部3を水準器2に対して同じ側に配置した例を示したが、これに限定される

ものでない。例えば、前記両者を水準器軸方向に略一直線上に配置した場合は、水準器2の軸方向と直交する水平方向における水平センサ10の大きさを小さくすることができる。

[0041] 次に、本発明の第2の実施形態に係る水平センサ10について、図5(a)、(b)を参照して説明する。水平センサ10は、光源である発光ダイオード1と、気泡21が残るように略透明な液体2wを封入した円筒容器2aを持つ水準器2と、気泡21の平行光による投影光より小さい受光面積を持つ4つの受光素子31～34からなる受光部3と、発光ダイオード1と水準器2の間に配置されたシート状部材6(拡散部)で構成される。発光ダイオード1の光軸と、水準器2の中心軸と、受光部3の光軸は、略一直線上になるように配設され、かつ水準器2が発光ダイオード1と受光部3の間に配置されている。シート状部材6は、光拡散効果を有するように凹凸が形成されており、面発光部として機能する。

[0042] 水準器2の円筒容器2aは、その内側が空洞で、かつその内側の面の少なくとも1つの面が略回転対称の曲面形状を有し、受光部3に対向する出射面23を持つ上底部2bと、その底厚の両面に光の入射面22と出射面26を有する下底部2cと、側壁部2dとを備えている。なお、発光ダイオード1、シート状部材6、水準器2及び受光素子31～34は、図示していないフレームにより組み立てられる。

[0043] 上記構成において、発光ダイオード1から照射された光11は、シート状部材6で拡散されて拡散光12となる。この拡散光12は、水準器2の入射面22に入射され、水準器2内の液体2wと気泡21の界面に当たり、その界面で屈折又は全反射し水準器2の出射面23から射出されて、受光素子31～34に入射する。これにより、気泡21の投影光が受光素子31～34に投影され、受光量が検出される。

[0044] このとき、気泡21が照射される光は、発光ダイオード1の光をシート状部材6により拡散された拡散光であるため、受光部3において、前記図3(a)、(b)に示されたのと同様の光量分布特性が得られる。従って、水準器2が傾斜し、水準器2内の気泡21が微小移動すると、前記同様、その変化量を読み取ることができ、傾斜角を検出することができる。

[0045] 本実施形態の水平センサ10は、発光ダイオード1と水準器2の間にシート状部材6

を配設し、受光部3の受光面積を気泡21の気泡影より小さくすることにより、前記同様の光量分布特性が得られる。従って、この光量分布特性により、気泡21の微小移動時における受光素子31～34の光量変化を検出でき、高精度の検知特性を得ることができる。

[0046] また、光源、シート状部材6、水準器2、受光部3が水準器2の中心軸上の略一直線上にあるので、水平方向に配設される構成部材が少なくなるので、水平方向の小型化が可能となる。また、上記の高精度の検知特性を確保しつつ、センサに用いる電子部品の中でも広い実装面積を必要とする受光部3を小さくすることができるため、実装基板の幅、長さを小さくでき、水平センサ10の小型化に寄与することができる。また、さらに、シート状部材6で効率よく拡散光を形成できるので、必要な傾斜検知精度を得るための発光ダイオード等の光源の電流を小さくでき、低消費電力化が可能となる。ここでは、光源1からの光を拡散するための部材としてシート状部材6を用いたが、それ以外に、拡散加工を施した導光板4、水準器2の一面に施した拡散加工等を用いてもよい。さらに、シート状部材6に加えて、水準器2の入射面22を粗面にすることにより、2重に拡散して水準器2の入射面22に入射する光の拡がり角を一層大きくすることができるため、より鮮明で受光感度の高い光量分布特性を得ることができる。受光部3をより小さくすることを可能とする。

[0047] 次に、本発明の第3の実施形態に係る水平センサ10について、図6(a)、(b)を参照して説明する。水平センサ10は、光源としての4つの発光ダイオード1と、気泡21が残るように略透明な液体2wを封入した円筒容器2aを持つ水準器2と、気泡21の平行光による投影光より小さい受光面積を持つ4つの受光素子31～34からなる受光部3を備えている。4つの発光ダイオード1は、水準器2の中心軸に対して略回転対称になるように配置されている。

[0048] 水準器2は、水準器2の中心軸と受光部3の光軸が略一直線上になるように配設され、かつ発光ダイオード1と受光部3の間に配置されている。水準器2の円筒容器2aは、その内側が空洞で、かつその内側の面の1つの面が略回転対称の曲面形状を有し、受光部3に対向する出射面23を持つ上底部2bと、その底厚の両面に光の入射面22と出射面26を有する下底部2cと、側壁部2dとを備えている。

- [0049] 上記構成において、4つの発光ダイオード1から照射された各光11は、光源として複数の発光ダイオード1を使用することにより、水準器2の入射面22に入射する光の拡がり角を全体としてさらに大きくすることができ、拡散光を形成する。この拡散光12は、水準器2の入射面22に入射され、水準器2内の液体2wと気泡21の界面に当たり、その界面で屈折又は全反射し水準器2の出射面23から射出されて、受光素子31～34に入射する。これにより、気泡21の投影光が受光素子31～34に投影され、受光量が検出される。
- [0050] このとき、気泡21が照射される光は、複数の発光ダイオード1による拡散光であるため、受光部3において、前記図3(a)、(b)に示されたのと同様の光量分布特性が得られる。従って、水準器2が傾斜し、水準器2内の気泡21が微小移動すると、前記同様に、その変化量を読み取ることができ、傾斜角を検出することができる。
- [0051] 本実施形態の水平センサ10は、複数の発光ダイオード1を用いて入射光量を大きくし、光の拡がり角を大きくできるため、上記検知特性を確保しつつ、水平センサ10の電子部品の中でも広い実装面積が必要な受光部3をさらに小さくすることができるため、センサの高感度化、小型化に寄与することができる。また、光源の面積が実質広くなることにより、光源を水準器に接近させることができ、さらに薄型、小型化に寄与できる。また、発光ダイオード1と水準器2の間に上記シート状部材6を配置したり、水準器2の入射面22を粗面にすることにより、水準器2に入射する光量の均一性を高め、傾斜検知精度をさらに向上させることが可能となる。
- [0052] 次に、本発明の第4の実施形態に係る水平センサ10について、図7(a)、(b)を参照して説明する。水平センサ10は、光源である発光ダイオード1と、気泡21が残るように略透明な液体2wを封入した円筒容器2aを持つ水準器2と、発光ダイオード1からの光を水準器2まで誘導する透明部材よりなる光ガイド7と、上記シート状部材6と、気泡21の平行光による投影光より小さい受光面積を持つ4つの受光素子31～34からなる受光部3を備えている。
- [0053] 光ガイド7は、発光ダイオード1からからの光を入射する入光面74と、この入射光を全反射させる反射面71、72と、反射光を出射する出射面73を有している。また、発光ダイオード1と受光部3は、同じプリント基板5に実装され、水準器2に対して同じ側

に配置される。

- [0054] 水準器2は、その中心軸と受光部3の光軸が略一直線上になるように配設され、かつ受光部3と光ガイド7の出射面73との間に配置されている。さらに、光ガイド7の出射面73と水準器2の間に、上記シート状部材6が配置されている。水準器2の円筒容器2aは、水準器2の円筒容器2aは、その内側が空洞で、かつその内側の面の少なくとも1つの面が略回転対称の曲面形状を有し、受光部3に対向する出射面23を持つ上底部2bと、その底厚の両面に光の入射面22と出射面26を有する下底部2cと、側壁部2dとを備えている。
- [0055] 発光ダイオード1から照射された光は、光ガイド7の入光面74に入射し、入光面74に入射した光は、光ガイド7内の反射面71で全反射され、図中右向きに進行方向を変化させられ、さらに反射面72で全反射されて出射面73から射出する。出射面73から射出された光は、シート状部材6で拡散され、拡散光となって水準器2の入射面22に入射される。この拡散光は、液体2wと気泡21の界面に当たると、その界面で屈折又は全反射され、水準器2の出射面23から射出されて、受光素子31～34に入射する。これにより、気泡21の陰影が発光ダイオード1からの光によって受光素子31～34に投影され、受光量が検出される。
- [0056] このように、光ガイド7を設け、その出射面73と水準器2の間にシート状部材6を配設することにより、水準器2の入射面22に入射する光の拡がり角を大きくすることができ、前記と同様の光量分布特性を得ることができる。従って、この光量分布特性により、水準器2が傾斜し、水準器2内の気泡21が微小移動すると、前記同様に、その変化量を読み取ることができ、傾斜角を検出することができる。
- [0057] 本実施形態の水平センサ10は、上記検知特性を確保しつつ、水平センサに使用する電子部品の中でも広い実装面積が必要な受光部3を小さくすることができるため、水平センサの小型化に寄与することができる。また、光ガイド7を用いて入射光を効率良く伝送できるため、光ガイド7の入光面74から入射する光量と出射面73から射出する光量の比を大きくすることができると共に、シート状部材6で効率良く拡散光を形成できる。このため、必要な傾斜検知精度を得るための発光ダイオード1の電流を小さくすることができ、水平センサ10の低消費電力化が可能となる。また、光ガイド7

の出光部分を平板状にして、いわゆる導光板のようにしてもよく、この場合は、第1の実施形態と同様のものが得られる。また、この場合には、シート状部材6を備えることにより、導光板における光拡散加工を不要又は簡略化できる。また、光ガイド7の反射面71、72による光の反射と屈折により、前記第1の実施形態と同様に、光源の光を水準器2の近傍に導光できるので、水平センサ10の厚みを薄くすることができる。

[0058] 次に、本発明の第5の実施形態に係る水平センサ10について、図8を参照して説明する。水平センサ10は、光源である発光ダイオード1と、気泡21が残るように略透明な液体2wを封入した円筒容器2aを持つ水準器2と、気泡21の平行光による投影光より小さい受光面積を持つ4つの受光素子31～34からなる受光部3を備え、水準器2内の気泡が摺動する面以外の少なくとも1つの面に、光を拡散する微小な凹凸が形成されている。発光ダイオード1の光軸と、水準器2の中心軸と、受光部3の光軸とは、互いに略一直線上になるように配置され、かつ水準器2が発光ダイオード1と受光部3の間に配置されている。

[0059] 水準器2は、気泡21が摺動する面以外の面、例えば、入射面22、側壁内面24、出射面26の少なくとも1つの面に、光を拡散させるための微小な凹凸が形成されている。従って、今、出射面26に微小な凹凸が形成されているとすると、発光ダイオード1から照射された光は、水準器2の入射面22に入射し、その出射面26で拡散されて、拡散光となって水準器2の中の気泡21を照射する。また、同様に、入射面22又は側壁内面24に微小な凹凸を形成しても同様の拡散光を発生させることができる。

[0060] このように、気泡21が照射される光は、水準器2内で拡散され拡散光となるため、前記図3(a)、(b)に示されたのと同様の光量分布特性を得ることができる。従って、受光部3は、水準器2が傾斜し、水準器2内の気泡21が微小移動すると、前記同様に、その変化量を読み取ることができ、傾斜角を検出することができる。

[0061] 本実施形態の水平センサ10は、水準器2において、気泡21が摺動する面以外の少なくとも1つ面に光を拡散させるための微小な凹凸を形成したことにより、光を拡散させる効果を水準器2自体で形成することができる。従って、上記シート状部材6等を省略でき、部品点数の低減及びセンサの厚みを薄くすることが可能となり、センサの小型化に寄与することができる。

- [0062] 次に、本発明の第6の実施形態に係る水平センサ10について、図9(a)、(b)を参照して説明する。水平センサ10は、光源となる発光ダイオード1と、気泡21が残るように略透明な液体2wを封入した円筒容器2aを持つ水準器2と、気泡21の平行光による投影光より小さい受光面積を持つ4つの受光素子31～34からなる受光部3と、発光ダイオード1からの入射光を水準器2の側面に導く光ガイド7を備えている。
- [0063] 水準器2の中心軸と受光部3の光軸は、略一直線上になるように配設されている。水準器2は、側壁部2dの受光部3から遠い側の下底部2cの近くに、光ガイド7からの光の入射する入光部25を備え、下底部2cの底厚における受光部3から遠い側の面に、光を拡散する微小な凹凸又は溝形状を備えた反射面22aを備える。
- [0064] 光ガイド7は、透明部材で形成され、光源からの入射光の入る入光面74と、入射光を全反射させる反射面71と、光ガイド7の端面において水準器2側面の入光部25に光を照射する出射面73とを有する。また、発光ダイオード1と受光部3は、同じプリント基板5に実装され、水準器2に対して同じ側に配置されている。
- [0065] 発光ダイオード1から照射された光は、光ガイド7の入光面74に入射し、光ガイド7内の反射面71で全反射され、図中右向きに進行方向を変化させられた後、出射面73から射出され、水準器2の入光部25に入射される。水準器2の入光部25に入射された光は、反射面22aと出射面26で反射を繰り返しながら図中右方向へ進行する。
- [0066] ここで、反射面22aは、微小な凹凸又は溝形状による光の拡散形状をしているため、反射面22aに当たった光は、反射面22aの散乱形状で決定される方向へ反射されて出射面26から照射され、水準器2内の液体2w及び気泡21に向かって進行する。反射面22aに形成された凹凸形状又は溝形状は、出射面26全体から略均一な光量の光を射出し、この射出光された光の光量分布が拡がるように形成されている。このため、出射面26全体から射出された光は、拡散光となって、気泡21を照射することができる。
- [0067] このように、気泡21が照射される光は、散乱形状を持った反射面22aからの照射により拡散光となるため、受光部3において、前記図3(a)、(b)に示されたのと同様の光量分布特性を得ることができる。従って、水準器2が傾斜し、水準器2内の気泡21が微小移動すると、前記同様に、その変化量を読み取ることができ、傾斜角を検出する

ることができる。

[0068] 本実施形態の水平センサ10は、上記検知特性を確保しつつ、水平センサの電子部品の中でも広い実装面積が必要な受光部3を小さくすることができるため、水平センサの小型化に寄与することができる。また、光ガイド7からの光を水準器2の側面から入射し、凹凸形状又は溝形状を水準器2の反射面22aに形成することにより水準器2の外部に光の拡散部品を装着する必要がなく、水平センサの厚みをさらに薄くすることが可能となる。また、発光ダイオード1と受光部3は、同一基板上に実装されているが、それぞれを異なる基板に実装しても同等の効果が得られる。

[0069] 次に、本発明の第7の実施形態に係る水平センサ10について、図10(a)、(b)を参照して説明する。水平センサ10は、光源となる発光ダイオード1と、気泡21が残るように略透明な液体2wを封入した円筒容器2aを持つ水準器2と、4つの受光素子31～34からなる受光部3とを備える。受光素子31～34はそれぞれ受光部3の光軸に最も近い頂点が、他の頂点と比較して水準器2の出射面23から遠い位置になるように配置されている。それらの光軸から見た等価的な受光部3の面積は、気泡21の平行光による投影光の面積と同等以下にしてある。

[0070] 発光ダイオード1の光軸と、水準器2の中心軸と、受光部3の光軸とは、略一直線上になるように配置され、かつ水準器2が発光ダイオード1と受光部3の間に配置されている。

水準器2の円筒容器2aは、その内側が空洞で、かつその内側の面の少なくとも1つの面が略回転対称の曲面形状を有し、受光部3に対向する出射面23を持つ上底部2bと、その底厚の両面に光の入射面22と出射面26を有する下底部2cと、側壁部2dとを備える。

[0071] 発光ダイオード1から照射された光は、水準器2の入射面22に入射し、液体2wと気泡21の界面に当たると、その界面で屈折又は全反射され、水準器2の出射面23から射出され、受光素子31～34に入射する。これにより、気泡21の陰影が発光ダイオード1からの光によって受光素子31～34に投影される。

[0072] ここで、受光部3の受光素子31～34が、受光部3の光軸に最も近い頂点が、他の頂点と比較して水準器2の出射面23から遠い位置になるように配置されているので、

各受光素子31～34の受光面が、水準器2の出射面23から見て、等価的に菱形のような形状になる。従って各受光素子31～34の中央部で面積が大きく、上下の両頂点に向かうほど面積が小さくなる。これにより、受光部3で受光する光量分布は、前記図3(a)、(b)と同様の光量分布特性を得ることができる。従って、この光量分布特性によって、気泡21の微小移動時における受光素子31～34の光量変化を検出できる高精度の検知特性を得ることができる。

[0073] 本実施形態の水平センサ10は、受光部3のみで同様の光量分布特性が得られるので、入射光として拡散光が必ずしも必要でなく、拡散用の反射面42を備えた導光板4や、上記シート状部材6等が不要となるので、構成を簡単にでき、センサの小型化に寄与できる。また、これら拡散用の反射面42を備えた導光板4や、上記シート状部材6等が不要となることにより、部品点数を低減でき、低廉化が可能となる。

[0074] 図11は、前記第7の実施形態にの变形例を示し、光源のダイオード1が受光部3と同一基板上に実装され、発光ダイオード1からの入射光を水準器2に導く光ガイド7を備えた点で異なる。

[0075] 光ガイド7は、透明部材で形成され、入射光の入る入光面74と、入射光を全反射させる反射面71と、水準器2に向けて光を照射する出射面73とを有する。光ガイド7の出射面73の光軸と、水準器2の中心軸と、受光部3の光軸とは、略一直線上になるように配置され、かつ水準器2が光ガイド7の出射面73と受光部3の間に配置されている。

[0076] 発光ダイオード1からの光は、光ガイド74を経て、出射面73より水準器2の入射面22を照射する。入射面22からの入射光は、液体2wと気泡21の界面に当たると、その界面で屈折又は全反射され、水準器2の出射面23から射出され、受光素子31～34に入射する。これにより、気泡21の投影光が発光ダイオード1からの光によって受光素子31～34に投影される。

[0077] 本变形例によれば、受光部3の受光素子31～34が、受光部3の光軸に最も近い頂点が、他の頂点と比較して水準器2の出射面23から遠い位置になるように配置されると共に、光ガイド7により受光部3と同じ基板上にある光源の光を水準器2の入射面22の近傍まで導くので、受光部3のみで同様の光量分布特性が得られると共に、水準

器2の軸方向の水平センサ10の大きさ(厚さ)を小さくできる。

[0078] 次に、本発明の第8の実施形態に係る水平センサ10について、図12(a)、(b)を参照して説明する。本実施形態の水平センサ10は、図1乃至図4に示した第1の実施形態における導光板4を変形した部材を備えており、この部材を光ガイドと称して以下では説明する。なお、水平センサ10としての水準器や受光部は、前述の実施形態と同様あるので、図示を省いている。光ガイド7は、光源から射出した光L1がこの光ガイドの入光面76において概ね平行になるように、その入光面76が凸型の円筒形状部75を備え、この円筒形状部75は、その円筒形の軸R1が、光源の光軸R2と、この光源の光軸R2が光ガイドの反射面71(全反射面)に対して反射してできる軸R3とを含む平面の法線に平行となるように形成されている。

[0079] 上記円筒形状部75は、凸形の円筒形状の入光面76を有することにより、凸レンズの働きをする。これにより、光源から光ガイド7の入光面76に入射した光L1は、円筒形状部75の凸レンズ作用により、この凸レンズの光軸に沿う方向に屈折され、光ガイド7内でこの光軸に概ね平行な光L2となる。これにより、光ガイド7の反射面71で反射される光L2が全反射され易く成る。一方、図12(c)に示すように、光ガイド7が平面の入光面74を有する時は、入光面74はレンズ作用がないので入光面74から入射した光が、反射面71で全反射し難くなり、反射面71から光ガイドの外へ放射される光Lxが増え、光源からの光を水準器2に向けて照射する面発光部の位置にガイドする光量が低減してしまうことになる。

[0080] 本実施形態によれば、光ガイド7は、凸型の円筒形状の入光面76を有する円筒形状部75を備えたことにより、光ガイド7の反射面71で全反射の条件を満足しやすくなり、光ガイド7より外部に出射する光を抑え、光ガイドの伝送効率が上がり、光ガイド内における光伝送ロスを低減することができる。これにより、面発光部から面出射する均一光の強度が向上し、このため、水平センサ10の分解能が向上し、光源の発光ダイオード1に印加する電力を低減でき、水平センサ10の低消費電流化が実現できる。

[0081] 次に、本発明の第9の実施形態に係る水平センサ10について、図13を参照して説明する。本実施形態において、光ガイド7は、導光板状の面発光部77を備え、光ガイド7の反射面71が、光源の光軸R2と、この光軸R2が反射面71で反射してできる軸R

3との両軸を含む平面での断面形状が放物面を成し、この放物面の焦点が、光ガイド7の面発光部77の入り口付近になるように形成されている。

[0082] 光ガイド7は、光を反射する凹凸や溝を有する反射面72と、その平面より光を出射する出射面73とを有する導光板状の面発光部77を備え、光ガイド7の反射面71が、光源の光軸R2と、この光軸R2が反射面71で反射してできる軸R3との両軸を含む平面での断面形状が放物面を成し、この放物面の焦点が、光ガイド7の面発光部77の入り口付近になるように形成されている。

[0083] 上記構成において、光源の発光ダイオード1から光ガイド7の入光面76に入射した光L1は、凸レンズ作用を持つ円筒形状部75で光軸R2に沿う方向に屈折され、この光軸R2に概ね平行な光L2になって、放物面を成す反射面71で反射される。この平行な光L2は、この放物面で反射されると放物面の焦点(焦線)F1に絞られる。この焦点F1は、光ガイド7の面発光部77の入り口付近に来るように位置されている。また、この面発光部77の厚さは、光ガイド7の光ガイド部分(入光面76から反射面71、面発光部77に至る部分)に比較して光ガイド7の中で最も薄い部分となっており、面発光部77の入り口付近では光が入り難くなっている。従って、光ガイド7内の光L2を光ガイドの放物面を成す反射面71で反射して、最も厚みの薄い面発光部77の入り口付近で集光させることにより、面発光部77に光が入り易くなり、光の面発光部77への入射効率が向上する。

[0084] 本実施形態によれば、光ガイド7が放物面を成す反射面71を有し、この放物面で入光面76からの平行な光L2を反射させ、光を放物面の焦点に集めることができ、この焦点を面発光部77入り口付近としていることにより、面発光部77に入射する光量が増加する。これにより、面発光部77から射出する光の強度が向上するため、水平センサ10の分解能が向上し、また、光源に印加する電力を低減でき、低消費電流化を実現できる。

[0085] 次に、本発明の第10の実施形態に係る水平センサ10について、図14(a)～(f)を参照して説明する。本実施形態において、光ガイド7は、円筒形状部75における入光面の円筒に沿って、三角形又は台形の断面形状を有する複数の拡散溝76a(溝)を備える。また、この拡散溝76a(溝)の各溝は、円筒形の軸R1と直交する平面上に

あり、かつ、円筒の軸R1方向に略等間隔に円筒面のほぼ全体に配設されている。また、図14(e)、(f)に示すように、複数の拡散溝76a(溝)の形成された入光面76において、光源から射出された光L1が入射されると、この光L1は、前述のように、円筒形状の入光面76により、光源の光軸R2方向に平行化されると共に、複数の拡散溝76aの各溝で反射されることにより、円筒形の軸R1方向に拡散されて光ガイド7に入射される。従って、光ガイド7内において、光L2が円筒形の軸R1方向に広がるので、面発光部77の入口付近から入射された光L3は、面発光部77内において円筒形の軸R1と同じ方向に広がって導光される。これにより、面発光部77は、円筒面の軸R1方向における面発光均一性を向上することができる。

[0086] 本実施形態によれば、入光面76の円筒形状の円筒面に沿って、断面形状が三角形又は台形形状を有する複数の拡散溝76aを備えたことにより、面発光部77の軸R1方向の面発光均一性が向上し、気泡21が円筒面の軸R1方向に移動した場合における水平センサ10の分解能が向上する。

[0087] 次に、本発明の第11の実施形態に係る水平センサ10について、図15(a)～(e)を参照して説明する。本実施形態の光ガイド7は、面発光部77の反射面72に、断面形状が三角形の複数の三角溝72a(溝)が形成され、光ガイド7の面発光部77の出射面73と水準器2の間に、頂角90°の三角プリズム6pが形成されたシート状部材6a、6bを備えている。三角溝72aは、円筒形状部75の円筒の軸R1に平行に配設され、面発光部77の反射板72において、光の入射側面72bの底角 θ が20°～40°を成す。また、三角プリズム6pと三角溝72aは、プリズム6pの稜線Q2が光ガイド7の三角溝72aの稜線Q1と平行になるように配置されている。また、反射面72の外側に、この反射面72に平行に補助反射板78が設けられている。

[0088] 本実施形態の光ガイド7において、光ガイド7の反射面71からの光L3が面発光部77に入射されると、入射された光L4は、面発光部77内を通過する際、面発光部77の反射面72において、三角溝72aの底角 θ が20°～40度を成す入射側面72bで反射されるので、出射面73の法線に対し20°～40°で出射することになる。また、入射側面72bで反射されずに反射面72から出射面73と反対方向に出た光は、反射面72の下に設けられた補助反射板78で略全反射されて再度、面発光部77の反射面7

2に入射され、出射面73より出射される。これにより、面発光部77の面発光効率が高まる。

[0089] さらに、出射面73より出射された光は、シート状部材6a、6bに順次入射し、先ず、シート状部材6aの三角プリズム6pにより水準器2の円筒の中心軸方向に沿うように曲げられ、さらにシート状部材6bで再度、同様に曲げられるので、水準器2の中心軸とより平行に近い光線となる。これにより、シート状部材6a、6bの三角プリズム6pを通過した光の分布の中心が、面発光部77の出射面73に対して、概ね垂直となり、面発光分布は、水準器2の中心軸に対して略対称となり、対称性が向上される。この面発光分布が略対称な光となった光L5は、水準器2に入射され、水準器2の気泡21を通過して、受光部3における水準器2の中心軸に対して対称に配置された4分割のフォトダイオード(PD)の各受光素子31、32、33、34で受光され、光量が検出される。

[0090] ここで、上記光ガイド7における面発光の改善前と上記第11の実施形態による改善後の面発光分布状態について、図16(a)、(b)を参照して説明する。図16(a)に示す改善前では、光ガイド7は、面発光部77の三角溝72aや三角プリズム6pを有するシート状部材6を備えていないので、出射面73から出射される光の向きは、出射面73に水準器2の中心軸に対して平行方向から傾いてずれた方向となる非対称な面発光分布G1を形成している。従って、水準器2の気泡21に当たる光の方向が水準器2の中心軸に対して斜め方向となる。これにより、球形の気泡21を通過してきた光の受光光量は、A側の受光素子31、32とB側の受光素子33、34の左右で異なってくる。一方、図16(b)に示す改善後では、出射面73から出射される光の向きは、出射面73に水準器2の中心軸に対して略平行となり、面発光分布G2が略対称な光となるので、水準器2の気泡21を通過してきた光の光量は、A側とB側の左右で略同じで対称となる。

[0091] また、図17(a)、(b)は、水準器2の中心軸上の気泡21がある水平状態において、環境温度変化により温度が変化した場合、例えば、温度が上昇した場合の上記面発光分布の改善前と上記第11の実施形態による改善後における受光素子31、32、33、34のそれぞれの光量検出状態を示す。なお、水平状態のままで温度が上昇した場合は、気泡21の位置は水準器2の中心軸上で変わらないが、気泡21の径は小さ

くなる。改善前において、気泡21を通過してきた光のA側の受光素子31、32の受光量 L_a をとし、B側の受光素子33、34の受光量 L_b とし、それらの温度変化前後の差を Δp_1 、 Δp_2 とすると、改善前では面発光分布G1が傾いているので、 Δp_1 、 Δp_2 はいずれもゼロにはならない。この差 Δp_1 、 Δp_2 は、水準器2の水平度(Δp_1 、 Δp_2 がゼロで水平)を示すので、この場合は、水準器2が水平であるにも拘わらず水平を示さないので誤差を生じることになる。一方、改善後は、面発光分布G2が水準器2の中心軸に対して対称なので、温度が変化しても各受光素子のA側の受光量 L_a と、B側の受光量 L_b との差 Δq_1 、 Δq_2 はいずれも略ゼロになる。これにより、温度変化しても、気泡21の位置変動はないことが確認され、水平状態あることを精度良く検出できる。

[0092] このように、上記第11の実施形態によれば、光ガイド7の面発光部77から射出する光の分布の中心が、面発光部77の出射面73の法線に対し $20^\circ \sim 40^\circ$ となり、さらに頂角 90° の三角プリズムを通過した光の分布の中心が面発光部の出射面73に対し概ね垂直となる。すなわち面発光分布が水準器2の中心軸に対称となるため、気泡21が4分割PDの受光素子31～34の中心にある水平状態においては、気泡径が増減しても4分割PDの差分出力 Δq_1 、 Δq_2 が略ゼロに保たれる。これにより、温度変化によって気泡径が変化する場合においても水平を確実に検知し続けることができる。

[0093] 次に、本発明の第12の実施形態に係る水平センサ10について、図18(a)を参照して説明する。本実施形態において、光ガイド7の面発光部77の厚み t は、光ガイド7の設計により大きさは自由に替えることができる。ここで、図18(b)に示すように、 $t = 0.7 \sim 1.5 \text{ mm}$ とした場合は、面発光部77から射出される光量の面発光分布G3は、振幅変動が少なく、一様で平坦に近くなり、 t の大きさは適正となる。また、図18(c)に示すように、 t が大きい場合は、面発光分布G4は、振幅変動が大きく、面発光部77からの射出光量において明部、暗部が発生し、適性とはならない。また、面発光部77において、厚さ t が小さすぎると、面発光部77に入射する光量が低下し、このため、面発光部77から射出する光量が低下する。通常、光源位置の公差などで、光ガイド7の集光位置(焦点F1位置)が変動するが、面発光部77の厚さ t が小さい場合は、

集光位置が少しでもずれると、面発光部77に入射する光量が急激に低下してしまう。

[0094] 本実施形態によれば、面発光部77の厚み t を0.7～1.5mmの範囲の値にすることにより、面発光部77に入射する光量を確保しながら面発光均一性が向上する。

[0095] 次に、本発明の第13の実施形態に係る水平センサ10について、図19(a)、(b)を参照して説明する。同図においては、水平センサ10のうち光ガイド7の面発光部77の反射面72のみを図示している。面発光部77の反射面72の複数の三角溝72aの溝と溝との間に反射面72に平行な平面72cを有している。このように本実施形態においては、平面72cを設けたことにより、面発光部77に入射してきた光L4は、この平面72cに当たって全反射され、面発光部77の入口付近から奥へと進行する。これにより、面発光部77において入口側と奥側とに同程度の光量が届くため、面発光部77の発光均一性がより一層向上する。

[0096] 次に、本発明の第14の実施形態に係る水平センサ10について、図20(a)、(b)を参照して説明する。本実施形態の水平センサ10は、発光ダイオード1と水準器2の間に、光ガイド7から照射された光を略平行に屈折させるように凸レンズ8を配設した点で前記第4の実施形態と異なる。

[0097] 水平センサ10は、光源である発光ダイオード1と、気泡21が残るように略透明な液体2wを封入した円筒容器2aを持つ水準器2と、気泡21の平行光による投影光より小さい受光面積を持つ4つの受光素子31～34からなる受光部3と、発光ダイオード1からの入射光を水準器2に導く光ガイド7と、光ガイド7から射出した光の拡がり角を狭くする凸形状を有した凸レンズ8とを備えている。発光ダイオード1と受光部3は、同じプリント基板5に実装されている。

[0098] 光ガイド7は、透明部材で形成され、入射光の入る入光面74と、入射光を全反射させる反射面71と、水準器2に向けて光を照射する出射面73とを有する。水準器2は、水準器2の中心軸と受光部3の光軸とが略一直線上になるように、かつ受光部3と光ガイド7の出射面73との間に配置されている。さらに、光ガイド7の出射面73と水準器2の間に凸レンズ8が配置されている。また、凸レンズ8は、凸レンズ8の光軸と水準器2の中心軸と光ガイド7の出射面73の光軸とが略一直線上になるように配置されてい

る。

- [0099] 水準器2の円筒容器2aは、その内側が空洞で、かつその内側の面の少なくとも1つの面が略回転対称の曲面形状を有し、受光部3に対向する出射面23を持つ上底部2bと、その底厚の両面に光の入射面22と出射面26を有する下底部2cと、側壁部2dとを備えている。
- [0100] 発光ダイオード1から照射される光は、光ガイド7の入光面74に入射し、光ガイド7内の反射面71で全反射され、さらに反射面72で全反射されて、出射面73から射出される。出射面73から射出した光は、凸レンズ8により光の拡がり角を狭くなるように屈折され集光された後、水準器2の入射面22に入射する。この入射光は、液体2wと気泡21の界面に当たり、その界面で屈折又は全反射され、水準器2の出射面23から射出され、受光素子31～34に入射する。これにより、気泡21の投影光が発光ダイオード1からの光によって受光素子31～34に投影される。このように、レンズ8を用いて光源から光を集光することにより、水準器への入射光量を増やすことができ、傾斜検知精度を確保するために必要な発光ダイオード電流を低減することができる。
- [0101] 水準器2が傾斜し、水準器2内の気泡21が移動すると、受光素子31～34に投影される気泡21の投影光の位置が変化し、その結果、受光素子31～34が受光する光量に変化する。その変化量を読み取ることで傾斜角を検出することができる。ここで、光ガイド7の出射面73と水準器2の間に光の拡がり角を狭くするように凸形状を有した凸レンズ8を配設したことにより、水準器2の入射面22に入射する光の拡がり角を小さくすることができる。
- [0102] したがって、水準器2と出射面73との間隔が短くても、凸レンズ8により光ガイド7の出射面73からの光を集光させて水準器2に入射することができ、受光部3の大きさを気泡21の大きさと同程度まで小さくすることができる。これにより、光ガイド7の出射面43と水準器2の間の距離を短くでき、水平センサの厚みを薄くすることが可能となる。
- [0103] 次に、本発明の第15の実施形態に係る水平センサ10について、図21(a)、(b)を参照して説明する。水平センサ10は、光源である発光ダイオード1と、気泡21が残るように略透明な液体2wを封入した円筒容器2aを持つ水準器2と、気泡21の平行光より小さい受光面積を持ち4つの受光素子31～34からなる受光部3とを備える。

- [0104] 水準器2は、発光ダイオード1と受光部3の間に配置され、水準器2の中心軸と、発光ダイオード1の光軸と、受光部3の光軸は、略同一直線上になるように構成されている。水準器2の円筒容器2aは、その底厚の両面に光の入射面22bと出射面26を有する下底部2cを備えている。この入射面22bは、発光ダイオード1からの光を光軸に対し略平行に屈折させるように水準器2の中心軸に対して略回転対称であり、かつ発光ダイオード1側に凸型となる形状に構成されている。
- [0105] 発光ダイオード1から照射された光は、水準器2の凸形状の入射面22bに入射し、入射面22bにおいて、光の拡がり角が狭くなるように屈折される。そして、この屈折された光は、液体2wと気泡21の界面において屈折又は全反射され、水準器2の出射面23から射出されて、受光素子31～34に入射する。これにより、発光ダイオード1からの光によって、気泡21の投影光が受光素子31～34に投影される。
- [0106] 水準器2が傾斜し、水準器2内の気泡21が移動すると、受光素子31～34に投影される気泡21の投影光の位置が変化し、その結果、受光素子31～34が受光する光量に変化する。この変化量を読み取ることにより傾斜角を検出することができる。このように、水準器2の入射面22bの形状を発光ダイオード1に向かって凸形状とすることにより、入射面22bにおいて、入射光の拡がり角が狭くなるように光軸に対し略平行に屈折されるので、受光部3に投影される気泡21の投影光の大きさと気泡21の大きさを概ね等しくすることができる。
- [0107] 本実施形態の水平センサ10は、入射面22bを発光ダイオード1に向かって凸形状になるような形状を持つ水準器2を配設することにより、平行光を形成して受光部3の大きさを気泡21の大きさと同程度まで小さくすることができ、受光感度を高めることができる。また、水準器2自体に集光作用を持つため、集光のために、発光ダイオード1と水準器2の間に、凸レンズなどの光学部品を挿入することが不要となるため、水平センサ10の水準器軸方向の大きさ(水平センサの厚さ)を小さくでき、水平センサを小型化が可能となり、同時に部品点数の削減による低廉化も可能となる。
- [0108] 次に、本発明の実施形態に係るレーザ墨出し器について、図22乃至図24を参照して説明する。本実施形態のレーザ墨出し器は、水平制御ステージの傾斜角度を検出するために上述した水平センサ10を備えている。レーザ墨出し器は、墨出し用の

レーザ光を発光するレーザ照射部101と、このレーザ照射部101が搭載される水平度が制御可能な水平制御ステージ103とを有する。水平制御ステージ103は、墨出し用のレーザ光を発光するレーザ照射部101及び水平度を検知する水平センサ10を有する。この水平制御ステージ103は、その下方より3点で支持され、その内の1点は支持軸104であり、他の2点は2本の駆動軸105、106であり、2本の駆動軸105、106はそれぞれ駆動系107、108に連結され、この駆動系107、108の駆動により上下駆動され、もって、水平制御ステージ103の水平度が制御されるようになっている。また、支持軸104は、支持軸金具104aによって保持され、支持軸金具104aは底板117に固定されている。レーザ照射部101は、地墨レーザ119を下向きに発光する。水平センサ10は、水平制御ステージ103の水平度を検知する。駆動軸105、106及び支持軸104は、水平制御ステージ103とそれぞれボールジョイント120によって傾動自在に結合されている。

- [0109] 支持軸104、駆動軸105、106及び駆動系107、108について説明する。支持軸104は水平制御ステージ103の中央付近を避けて端部近傍に配設され、駆動軸105は、水平制御ステージ103の、図24における支持軸104を基準としてX方向に配設されており、駆動軸106は、同じく支持軸104を基準としてY方向に配設されている。水平制御ステージ103は、支持軸104と支持軸結合点121で結合し、駆動軸105とX駆動軸結合点122で結合し、駆動軸106とは、Y駆動軸結合点123とで結合している。また、支持軸4及び駆動軸105、106は、支持軸結合点121とX駆動軸結合点122とを結ぶ直線と、支持軸結合点121とY駆動軸結合点123とを結ぶ直線とが互いに直交するように配設されている。そして、支持軸結合点121とX駆動軸結合点122及びY駆動軸結合点123との間隔をできるだけ広くするように各結合点は、水平制御ステージ103の端部に配置されており、本実施形態では、支持軸結合点121とX駆動軸結合点122との間隔が25.5mmであり、支持軸結合点121とY駆動軸結合点123との間隔は、15.5mmである。各結合点を水平制御ステージ103の端部近傍に配置したことにより、水平制御ステージ103に、地墨レーザ119を通す光路ホール103aを設けることができ、また、各結合点間の距離を離したことにより水平制御ステージ103の傾斜角度の微調整が可能になる。このように、レーザ墨出し器を大型

化することなく、地墨レーザ119の光路を確保しつつ、簡略な構造で墨出しを良好に行なうことができる。

[0110] 駆動軸105、106を駆動させる駆動系107、108について図25乃至図27を参照して説明する。駆動系107、108は、駆動源のモータ109と、モータ109の軸に固定されているウォーム110と、ウォーム110と噛み合っているウォームホイール111と、ウォームホイール111と嵌合している嵌合ネジ112と、を備えている。そして、嵌合ネジ112の上部に駆動系107は、プレート113を、駆動系108は、プレート114を備えている。ウォーム110は、モータ109の軸に固定されており、ウォームホイール111と噛み合い、モータ109の回転を減速してウォームホイール111に伝える。ウォームホイール111は、内部に嵌合ネジ112を上下運動させるための雌ネジを有している。該雌ネジは、ウォームホイール111と一緒に回転する。嵌合ネジ112は、雄ネジの形状をし、該雌ネジに挿入され、嵌合ネジ112の上端部においてプレート113、114に固定されている。プレート113、114は、駆動軸105、106と結合しているので、モータ109の回転運動がウォーム110、ウォームホイール111、嵌合ネジ112、及びプレート113、114を経由して駆動軸105、106の上下運動に変換される。モータ109は、ブラケット115に固定ネジ115aによって固定されており、ウォームホイール111は、ブラケット115に回転自在に保持されている。ブラケット115は、プレート113、114を上下動自在に案内するガイドシャフト116を嵌合ネジ112に平行に備えている。

[0111] 駆動系107、108のモジュール化した部品を図28に示す。モータ109、ウォーム110及びウォームホイール111は、ブラケット115に一体化され、駆動モジュール124を構成している。この駆動モジュール124は、同等の構成のものが駆動軸105及び駆動軸106の両方の駆動に用いられるので、個別の部品を必要とせず、部品コストを削減することができる。

[0112] 本実施形態のレーザ墨出し器の水平制御機構において、上述の駆動モジュール124の配置構成について図29及び図30を参照して説明する。2つの駆動モジュール124は筐体側面板118に上下にずらせ、かつモータ109の軸方向が互いに逆方向になるように配設され、ブラケット115が固定ネジ115bにより、底板117に略垂直な筐体側面板118に固定されている。同一の筐体側面板118に配置されていることか

ら、ネジでの取り付け作業が1方向から行なえ、組み立てコストを低減することができる。また、駆動モジュール124を上下にずらせて逆向きに配置することによりコンパクトになり、地墨レーザ119の光路を確保できる。また、プレート113を上下段違いの面を有する形状にすることにより、地墨レーザの光路を避け、嵌合ネジ112よりも下方にあり、かつ、嵌合ネジ112から離れた位置にある駆動軸105を駆動させ、水平制御ステージ103を傾けることができる。

[0113] 上記水平制御機構の動作について説明する。水平センサ10は水平制御ステージ103の水平度を検知しており、検知したデータを図示していない水平制御部へ送信する。水平制御部は、水平センサ10の検知データを基に水平制御ステージ103を水平にするためにモータ109を回転させる。モータ109の回転により、モータ109の軸に取り付けられたウォーム110が回転し、ウォーム110は、噛み合っているウォームホイール111を減速して回転させる。ウォームホイール111の内部には雌ネジが形成されており、ウォームホイール111が回転すると該雌ネジも回転し、該雌ネジに嵌合している嵌合ネジ112は、プレート113、114に結合されているので回転せずに上下に運動する。嵌合ネジ112が上下に運動すると、嵌合ネジ112の上部に結合されているプレート113、114及び駆動軸105、106が上下に運動する。このとき、プレート113、114には、ピン穴113a、114aにおいてガイドシャフト116が嵌合ネジ112と平行に貫通しているので、プレート113、114及び駆動軸105、106はガイドシャフト116に案内されて嵌合ネジ112と平行に偏芯することなく直線的に上下動する。この時、嵌合ネジ112も偏芯することなく直線的に上下動するので、嵌合ネジ112とウォームホイール111との嵌合状態は、両者が円滑に連動できる状態で維持される。そして、駆動軸105、106と支持軸104は水平制御ステージ103とボールジョイント120で結合しており、ボールジョイント120は、結合部分が傾動自在に動き、また、ウォームホイール111の雌ネジと嵌合ネジ112との間や、プレート113、114とガイドシャフト116との間には、余裕が見込まれているので、駆動軸105、106が上下運動することにより、水平制御ステージ103は水平に駆動制御される。

[0114] 水平制御ステージ103の傾斜角度の精度について説明する。本実施形態では、モータ109に1ステップに18度回転するステップングモータを使用しており、モータ109

の軸に取り付けられたウォーム110とウォームホイール111のギア比を1/20としている。また、ウォームホイール111が1回転すると嵌合ネジ112が0.3mm変位するようにしているのでモータ109を1ステップ分駆動すると嵌合ネジ112の変位量は、下記の式より、0.00075mmとなる。

$$0.3(\text{mm}) \times (18(\text{度}) \times 1/20) / 360(\text{度}) = 0.00075(\text{mm})$$

[0115] この嵌合ネジ112の0.00075mmの変位量による水平制御ステージ103の傾き角度は、駆動系107のモータ109が1ステップ分回転すると支持軸結合点121とX駆動軸結合点122との距離が25.5mmであるので、駆動軸105の方向に0.0017度傾き、駆動系108のモータ109が1ステップ分回転すると、支持軸結合点121とY駆動軸結合点123との距離が15.5mmであるので、駆動軸106の方向に0.0028度傾く。このようにして、微小な変位を実現できる。また、複数枚の平歯車を使用せずに、ウォームホイール111とウォーム110のみでモータ109の減速を行なうので小型化することができ、部品コストを削減することができる。

[0116] レーザ墨出し器101において、ウォームホイール111は、雌ネジを有し、嵌合ネジ112は雄ネジの形状であるが、ウォームホイール111が、雄ネジを有し、嵌合ネジ112を雌ネジとしてもよい。また、水平制御ステージ103と支持軸104及び駆動軸105、106との結合をボールジョイント120で行なったが、傾動自在な各種の結合方法を採用することができる。また、駆動モジュール124と筐体側面板118との結合も固定ネジ115bで行なわずに、各種の結合方法を採用することができる。また、プレート113、114の形状も、上記実施形態での形状に限られず、嵌合ネジ112の運動を駆動軸105、106に伝える各種の形状を採用することができる。

[0117] ここで、本発明の実施形態に係る前記レーザ照射部101に用いられるビームスプリッタについて、図31(a)(b)を参照して説明する。ビームスプリッタ101aは、断面が略直角三角形の柱状の三角プリズム202及び三角プリズム203をそれぞれの斜面の面222と面231において貼り合わせられている。三角プリズム202、203の素材は、透明なガラスであることが望ましいが樹脂材料を用いることもできる。そして、面221をレーザ光A側に向け、面222で反射した光が上方を照射するように配置されている。三角プリズム202の面221、222、及び223にはそれぞれ、入射光を透過光と反射光

に分岐するような薄膜221a、222a、及び223aが蒸着されている。

[0118] 入射光量に対する透過光量の割合を表す透過率は、光の波長によって変わる。面221、222、及び223の透過率を説明する。図32は、面221の透過率を、図33は、面222の透過率を、図34は、面223の透過率を示す。各図とも横軸には、光の波長を示し、縦軸は、透過率を示す。レーザ墨出し器の光源として使用されるレーザダイオードの波長である635nmを点線で示している。各図に示されるように、635nmにおける、面221の透過率は、約100%であり、面222の透過率は、80%であり、面223の透過率は、70%である。

[0119] 薄膜が蒸着されたビームスプリッタ101aでのレーザ光の分岐について説明する。図35は、レーザダイオードから発したレーザ光が面221から入射し、各面で分岐する状態を示し、レーザ光Aの光量を1としたときの各分岐光の割合を各レーザ光に付した記号のカッコ内に記載している。面221に入射したレーザ光Aは、ほぼ全量が反射せずに三角プリズム202の中へ透過する。そして、三角プリズム202への入射光は、面222で80%が透過光Bとなり、20%が上方向へ反射する。そして、その反射したレーザ光の内の70%が面223を透過するレーザ光Cとなり、その光量は0.14である。面223で残りの30%が下方へのレーザ光Dとなりその光量は0.06となる。レーザ光Dは、面222で分岐され、光量0.06の80%である0.048は面222を透過して面232より出るレーザ光Eとなり、光量0.06の20%である光量0.012は面222を反射してレーザダイオードの方向へ戻るレーザ光Fとなる。よって、レーザダイオードから発せられたレーザ光の光量を1とすると、各分岐光の光量は、透過光Bが0.8で、上方へのレーザ光Cが0.14で、下方へのレーザ光Eが0.048で、レーザダイオードへ戻るレーザ光Fが0.012となる。

[0120] 以上のような構成にすることにより、入射光を1つのビームスプリッターで3方向に分岐することができ、ビームスプリッターを小型化し、部品点数の低減による低コスト化を図ることができる。

[0121] 図36は、ビームスプリッタ101aの配置を上下を逆にして最初の面222での反射光が下方を照射するようにし、上記の構成と同様の割合に入射光が分岐されるように透過率を調整した構成を示す。面222の透過率を77.5%とし、面223の透過率を21

%としている。この構成における各分岐光の光量は、ビームスプリッタ101aの前方への透過光Bが0.775で、面232を通過するレーザ光Eが0.138で、面223を通過するレーザ光Cが0.047となり、3方への分岐の割合は、第17の実施形態とほぼ同様になるが、レーザダイオードへのレーザ光Fが0.040と大きくなり、損失が大きいので適さない。また、ビームスプリッタ101aにおいて、円筒レンズ209を用いずに半円筒レンズを用いてもよい。また、ビームスプリッタ101aの各面の透過率は使用目的にあった値にすることができる。

[0122] 図37は、上記ビームスプリッタを使用したレーザ墨出し器の、直方体形状の室内での使用状況を示す。レーザ墨出し器は、垂直基準光学系204と水平基準光学系205とから構成されており、垂直基準光学系204は、墨出し用のレーザ光を発光するレーザダイオード206と、レーザ光を平行にするコリメートレンズ207と、平行にされたレーザ光を分岐するビームスプリッタ101aと、ビームスプリッタ101aを透過したレーザ光を斜め上方に反射する反射鏡208と、反射されたレーザ光をライン光にする円筒レンズ209とを備えている。レーザダイオード206は、レーザ光を水平に発光するように横向きに置かれている。レーザ光を分岐するビームスプリッタ101aは、筐体210に保持されており、筐体210の上面と下面には、直径1～3mmのアパーチャ211の穴が開けられている。筐体210は、柱状の三角プリズムの柱軸に平行な軸の回りに回転調整自在とされている。円筒レンズ209は、円柱の形状をしており、円柱軸がレーザ光に垂直で、かつ、水平になるように配設されている。

[0123] また、水平基準光学系205は、レーザダイオード206とコリメートレンズ207と円筒レンズ209を備えており、垂直基準光学系204より下方に配設され、垂直基準光学系204からの下ポイント244のレーザ光を通す下ポイントホール212を有している。水平基準光学系205のレーザダイオード206は、垂直基準光学系204のレーザダイオード206と同一の方向を照射し、下ポイント244の光路を妨げないように、下ポイントホール212よりも前方で、かつ、横方向にずらせて配設されている。

[0124] 本実施形態に係るレーザ墨出し器の動作について説明する。垂直基準光学系204においては、レーザダイオード206は、水平方向にレーザ光を発光し、該レーザ光はコリメートレンズ207によって、平行にされビームスプリッタ101aに入射する。そして

、第17の実施形態に係るビームスプリッタ101aを使用しているので、ビームスプリッタ101aを透過したレーザ光は、反射鏡208で斜め上方へ反射され、円筒レンズ209によって垂直方向に扇状に広がり、垂直基準ライン241となり室内正面と天井面を照射する。ビームスプリッタ101aで鉛直上方へ分岐したレーザ光は、アパーチャ211によって絞られて天井面を照射して上ポイント243となり、ビームスプリッタ101aで鉛直下方に分岐したレーザ光は、床面を照射して下ポイント244となる。

[0125] 水平基準光学系205においては、レーザダイオード206は、水平方向にレーザ光を発光し、該レーザ光は、コリメートレンズ207によって平行にされ円筒レンズ209によって水平方向に扇状に広がり、水平基準ライン242となり室内正面を照射する。

[0126] 本実施形態に係るレーザ墨出し器においては、1つのレーザダイオード206と1つのビームスプリッタ101aによって垂直基準ライン241と上ポイント243と下ポイント244を照射することができ、また、上ポイント243と下ポイント244を同一線上に照射することが可能となる。部品点数を少なくしたことにより、レーザ墨出し器の小型化及び低コスト化を図ることができ、かつ、光軸調整を容易にすることができる。また、前記実施形態に係るビームスプリッタ101aを用いているので、レーザ光の割合は、垂直基準ライン241が0.8で、上ポイント243が0.14で、下ポイント244が0.048となる。通常の墨出し作業においては、垂直基準ライン241の光量は上ポイント243や下ポイント244よりも多く必要であり、また、上ポイント243までの距離は、下ポイント244までよりも長いので、上ポイント243は、下ポイント244よりも光量が必要であるが、本実施形態では、明るさのバランスがとられており、その要求を満たしている。暗い部分の視認性が悪くないので、暗い部分を明るくするために全体を明るくしてJISのレーザの規格のクラス2を超えることもない。また、レーザダイオード206へ戻るレーザ光の割合が0.012と小さいので、レーザ光による温度上昇がなく、レーザダイオード駆動回路の制御を安定させることができ、また、レーザ光の無駄もない。

[0127] 更に、上ポイント243や下ポイント244よりも高い位置精度が要求される垂直基準ライン241がビームスプリッタ101aの透過光によって作られるので、ビームスプリッタ101aが温度変化や外力によって位置が変動しても、垂直基準ライン241の位置は、影響を受けないことがあげられる。また、上ポイント243及び下ポイント244は、アパー

チャ211によってレーザ光が絞られて略円形状で、かつ、小さくされているので、視認性が良くなる。また、反射鏡と円筒レンズにより垂直基準ライン241は、レーザ墨出し器の垂直上方まで照射するので、作業性を良くすることができる。

[0128] また、水平基準光学系205を垂直基準光学系204の下方に配設することにより、垂直基準ライン241の光路を避けることができるので、レーザ墨出し器の小型化及び低コスト化を図ることができる。また、通常の墨出し作業においては、水平基準ライン242が必要な作業においては、垂直基準ライン241、上ポイント243及び下ポイント244は不要であり、垂直基準ライン241が必要な作業においては水平基準ライン242は不要である。本実施形態の構成により、水平基準ライン242が必要な作業においては、水平基準光学系205のレーザダイオード206を点灯し、垂直基準光学系204のレーザダイオード206を消灯すれば、消費電流を抑えることができる。逆に、垂直基準ライン241が必要な作業においては、垂直基準光学系204のレーザダイオード206を点灯し、水平基準光学系205のレーザダイオード206を消灯すれば消費電流を抑えることができる。更に、垂直基準ライン241、上ポイント243及び下ポイント244だけを発光するレーザ墨出し器と、水平基準ライン242だけを発光するレーザ墨出し器と、垂直基準ライン241、上ポイント243及び下ポイント244と水平基準ライン242の全てを発光するレーザ墨出し器の3種類を、垂直基準光学系204と水平基準光学系205の組み合わせにより簡単に作ることができる。

[0129] 図38は、ビームスプリッタ101aにおける入射光と透過光と反射光の角度の関係を示す。図38では、ビームスプリッタ101aは面221の法線が水平線251と平行になるように置かれており、レーザ光Aは、水平線251との角度Hが θ_1 で面221に入射している。入射したレーザ光は、面222を透過するが、三角プリズム202と三角プリズム203とは同一の材質であるので角度Iと角度Qは等しく、また面221と面233の屈折率は同一であるので角度Hと角度Kも等しくなる。よってビームスプリッタ101aの透過光Bの水平線251との角度Kは、レーザ光Aと同じく θ_1 である。そして、上ポイント243へのレーザ光Cは、面222で反射しているが角度Iと角度Lとが等しいので角度Mと角度Nが等しくなり、面221と面223の屈折率が同一であるので角度Oは、角度Hと等しく θ_1 となる。また、下ポイント244へのレーザ光Eは、角度Pが、角度Nと等しく、

また、角度Jも角度Pと等しい。よって、角度Jは、角度Mと等しくなり、面221と面232の屈折率は同一であるので角度Rは、角度Hと等しく θ_1 となる。よって、上ポイント243及び下ポイント244へのレーザ光C、Eの垂直線252との角度と、レーザ光Aの水平線251との角度は等しくなる。

[0130] 図39は、ビームスプリッタ101aにおける、レーザ光Aとレーザ光C、Eとの角度の関係を利用した上ポイント243及び下ポイント244の光軸の調整方法を示す。上述の図38の関係から、レーザ光Aと面221の法線とが平行でないと上ポイント243と下ポイント244を照射するレーザ光は一直線にならない。このとき、ビームスプリッタ101aを保持する筐体210を、柱状の三角プリズム202の柱軸に平行な軸の回りに回転調整することにより、入射するレーザ光と面221の法線とを平行にし、上ポイント243と下ポイント244を照射するレーザ光を一直線にする。このようにして、上ポイント243及び下ポイント244の光軸調整を容易にすることができる。

[0131] 図40と図41を参照して、本発明のさらに他の実施形態に係るビームスプリッタとレーザ墨出し器について説明する。本実施形態に係るレーザ墨出し器は、上記上ポイント243に代えて天井十字ラインを照射するものであり、ビームスプリッタ101aの面22と面223における透過率が異なっており、また、筐体210の上部に円筒レンズを備えている。図40は、レーザダイオード206から発したレーザ光がビームスプリッタ101aの面221から入射し、各面で分岐する状態を示し、入射光の光量を1としたときの各分岐光の割合をカッコ内に記載している。面222の透過率は、50%であり、面223の透過率は、90%である。前方へのレーザ光Bは、光量が0.5となり、上方へのレーザ光Cは、光量が0.45となり、下方へのレーザ光Eは、光量が0.025となる。

[0132] 図41は、レーザ墨出し器の、直方体形状の室内での使用状況を示す。レーザ墨出し器は、垂直基準光学系204の筐体210の上部でレーザ光の光路上に、円筒レンズ209を備え、その柱軸がレーザダイオード206から水平に発光されたレーザ光と平行になるように配設されている。レーザダイオード206から発光されたレーザ光は、ビームスプリッタ101aへ入射し、透過光と上方への分岐光と下方への分岐光に分かれる。透過光は、光量が0.5で垂直基準ライン241となり、上方へ分岐したレーザ光は、光量が0.45で円筒レンズ209によって、扇状に広がり、垂直基準ライン241と垂直

な天井十字ライン245となり、下方へ分岐したレーザ光は、光量が0.025で下ポイント244となる。この構成により、垂直基準ライン241と天井十字ライン245の明るさが同等となり、ダウンライトの設置工事等に適したレーザ光を発光することができる。

[0133] 図42と図43を参照して、本発明の他の実施形態に係るレーザ墨出し器について説明する。本実施形態に係るレーザ墨出し器は、上記レーザ墨出し器におけるビームスプリッタ101aの配置の向きを変えて、上ポイント243と下ポイント244を照射せずに、両側方を照射するようにしている。図42は、レーザ墨出し器の垂直基準光学系204の外観と、直方体形状の室内での使用状況を示す。図43(a)は、図42の矢印U方向から見た図、図43(b)は、図42の矢印V方向から見た図である。

[0134] 本実施形態のレーザ墨出し器は、ビームスプリッタ101aの面223が図42の矢印W方向を向き、面232が矢印X方向を向くように配置されており、ビームスプリッタ101aの両側方に反射鏡208b、208cと円筒レンズ209b、209cを備えている。ビームスプリッタ101aは、光軸調整ができるように柱状の三角プリズムの柱軸に平行な軸の回りに回転調整自在とされている。反射鏡208b、208cは、水平なレーザ光を斜め上方に反射するように反射面を斜め上向きに設置されており、円筒レンズ209b、209cは、円柱軸がレーザダイオード206から発光されるレーザ光の方向と平行になるように配置されている。レーザダイオード206から発光されコリメートレンズ207によって平行にされたレーザ光は、ビームスプリッタ101aで透過光と図42の矢印W方向とX方向への反射光に分岐する。そして、矢印W方向への分岐光は、反射鏡208bで斜め上方へ反射し、円筒レンズ209bによって扇状に広がり、ライン光となり室内左側面と天井面を照射し、左垂直基準ライン246となる。矢印X方向への分岐光は反射鏡208cで斜め上方へ反射し、円筒レンズ209cによって扇状に広がり、ライン光となり室内右側面と天井面を照射し、右垂直基準ライン247となる。ビームスプリッタ101aの各面の透過率は適当な値にすればよい。1つのレーザダイオード206と1つのビームスプリッタ101aとで垂直基準ライン241と左垂直基準ライン246と右垂直基準ライン247を照射できるのでレーザ墨出し器を小型化し、低コスト化を図ることができる。

[0135] 以上のように、本発明は各種の実施形態により実現されるが、これらに限られることなく、発明の趣旨を逸脱しない範囲において、任意に変更することができる。この出

願は2005年8月8日付けの日本特許出願2005-230100、2005-230101、2005-230102、及び2006年5月24日付けの日本特許出願2006-144504、2006-143797の基ついて優先権主張を行う。その出願の内容の全体が参照によって、この出願に組み込まれる。

請求の範囲

- [1] 1. 気泡が残るように液体を封入した水準器と、光源と、受光した光を電気信号に変換する4つ以上の受光素子とを備え、前記光源からの光を前記水準器に向かって照射し前記気泡の陰影を前記受光素子に投影させ、前記受光素子上の投影光の位置を該受光素子で検出することにより、水平度合いや傾斜度合いを検知する水平センサにおいて、
- 前記受光素子上の投影光の光量分布が、前記気泡の中心軸付近に極小点を持ち、この気泡の半径と略同範囲において該気泡の中心軸から離れるにつれて単調増加する特性を持つようにしたことを特徴とする水平センサ。
- [2] 2. 平行光によって前記気泡を投影したときにできる投影光の面積以上の大きさの発光面積を有する面発光部を備え、該面発光部から前記水準器に向かって拡散された光を照射することを特徴とする請求項1に記載の水平センサ。
- [3] 3. 前記水準器に対して光源と受光素子とは同じ側に配置され、光源からの光を入射し、この光を前記面発光部にガイドする光ガイドを備え、この光ガイドは、光源からの光を全反射させる反射面を有したことを特徴とする請求項2に記載の水平センサ。
- [4] 4. 前記光ガイドから入射した光を反射・屈折させ略均一に面放射するように、透明部材に凹凸又は溝形状を有する導光板を前記面発光部として配設したことを特徴とする請求項3に記載の水平センサ。
- [5] 5. 前記光ガイドから光を照射する出射面の光軸と、前記水準器の中心軸と、前記受光素子の光軸とを略一直線上になるように配置し、
- 前記光ガイドの出射面と前記水準器の間に、拡散効果を有するシート状の部材を配設したことを特徴とする請求項3に記載の水平センサ。
- [6] 6. 前記気泡が摺動する面以外の少なくとも1つの水準器の面に、光を拡散する微小な凹凸を形成したことを特徴とする請求項3に記載の水平センサ。
- [7] 7. 前記光ガイドは、光源から射出した光が該光ガイドの入光面において概ね平行になるように、該入光面が凸型の円筒形状部とされ、この円筒形状部の軸が、光源の光軸と、光源の光軸が前記光ガイドの反射面に対して反射してできる軸とを含む平面の法線に平行であることを特徴とする請求項3に記載の水平センサ。

- [8] 8. 前記光ガイドの反射面は、光源の光軸と、光源の光軸が該反射面に対して反射してできる軸とを含む平面での断面形状が放物面を成し、この放物面の焦点が、前記面発光部の入り口付近になるように形成されていることを特徴とする請求項7に記載の水平センサ。
- [9] 9. 前記光ガイドは、前記円筒形状部の円筒面に沿って、前記円筒の軸方向に光を拡散させる複数の溝が形成されていることを特徴とする請求項7に記載の水平センサ。
- [10] 10. 前記光ガイドは、前記面発光部の反射面に、前記円筒形状部の円筒の軸に平行に断面形状が三角形状の複数の溝が形成されており、かつ、その溝の光の入射側面の底角が $20\sim 40^\circ$ であり、
前記光ガイドの面発光部の射出面と前記水準器の間に、頂角 90° の三角プリズムが形成されたシート状部材を、プリズムの稜線が前記光ガイドの溝の稜線と平行になるように配置したことを特徴とする請求項7に記載の水平センサ。
- [11] 11. 前記光ガイドの面発光部の反射面に形成された三角形状の溝と溝との間に、該面発光部に平行な平面を形成したことを特徴とする請求項10に記載の水平センサ。
- [12] 12. 前記水準器に対して光源と受光素子を対向させると共に、前記光源の光軸と前記水準器の中心軸と前記受光素子の光軸とを略一直線上になるように配置し、
前記光源と前記水準器の間に、光拡散用の拡散部を配設したことを特徴とする請求項2に記載の水平センサ。
- [13] 13. 前記受光素子を4つ備え、これらの各受光素子の頂点のうち該受光素子全体の中心に最も近い頂点を、他の頂点より前記水準器から離れるように前記受光素子を配置したことを特徴とする請求項1に記載の水平センサ。
- [14] 14. 前記光ガイドの出射面の光軸と、前記水準器の中心軸と、前記受光素子の光軸とを略一直線上になるように配置し、
前記光源と前記水準器の間に、前記光ガイドから照射された光を略平行に屈折させるように凸レンズを配設したことを特徴とする請求項13に記載の水平センサ。
- [15] 15. 前記光源からの光が入射する側の水準器の面を、該光源からの光を略平行に

屈折させるように該水準器の中心軸に対して略回転対称であり、かつ光源側に凸型となる形状としたことを特徴とする請求項13に記載の水平センサ。

- [16] 16. 墨出し用のレーザ光を発光するレーザ照射部と、このレーザ照射部が搭載される水平度が制御可能な水平制御ステージと、この水平制御ステージの傾斜角度を検出する水平センサとを備え、

前記水平制御ステージは、該ステージを支持する1本の支持軸と、該ステージを水平状態に制御するために駆動される2本の駆動軸とにより支持されており、

前記支持軸及び駆動軸は、前記水平制御ステージに対する支持軸の結合点と前記一方の駆動軸の結合点とを結ぶ直線と、前記支持軸の結合点と前記他方の駆動軸の結合点とを結ぶ直線と、が互いに直交するような位置に配設され、

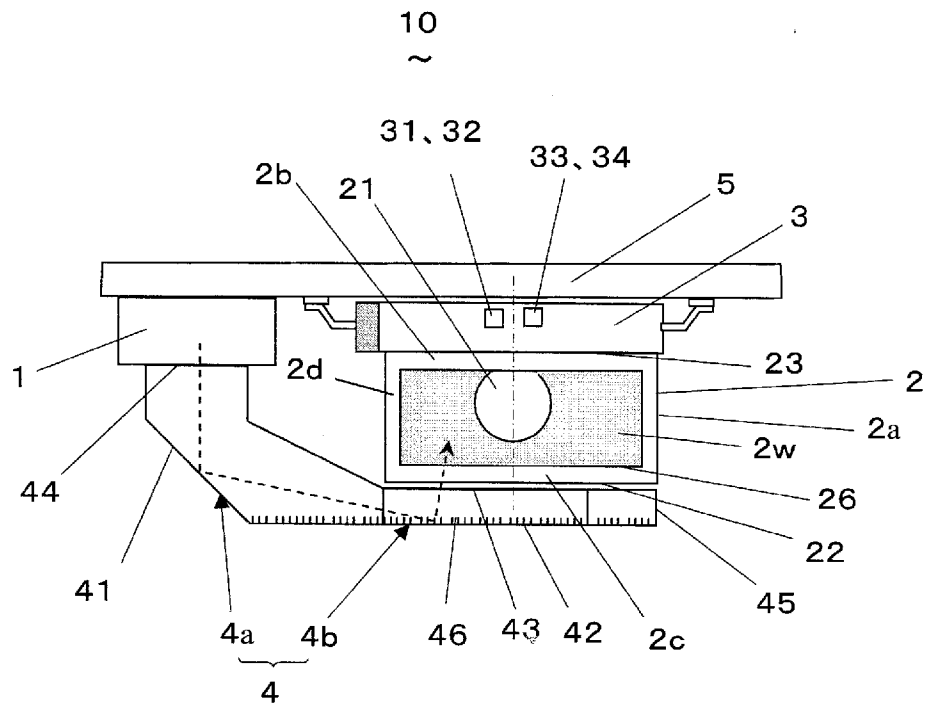
前記水平制御ステージに対する支持軸の結合点は、機器直下を照射する地墨レーザの光路を妨げないように該ステージの中央付近を避けた周辺部に配設されており、

前記水平センサとして請求項1に記載の水平センサを用いたことを特徴とするレーザ墨出し器。

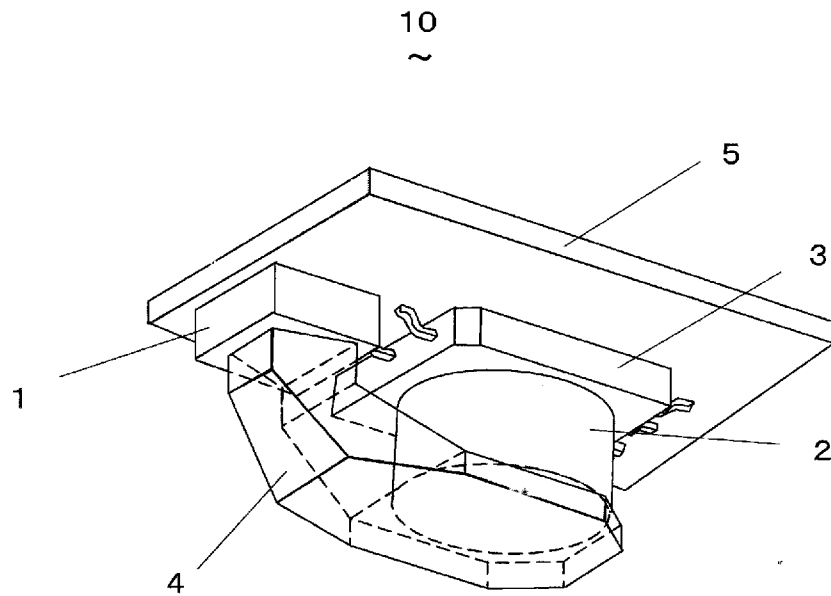
- [17] 17. 前記レーザ照射部は、

断面が略直角三角形の柱状の2つのプリズムから構成され、少なくとも一方のプリズムの斜面上に、該斜面を反射する光と透過する光に分岐するように薄膜を蒸着形成し、かつ、これら2つのプリズムの斜面同士を貼り合わせたビームスプリッタを備え、該ビームスプリッタは、該スプリッタに入射した光のうち、前記斜面上に形成された薄膜で反射した光が次に当る該スプリッタの平面に、該光を透過光と反射光に分岐する薄膜を蒸着形成したことを特徴とする請求項16に記載のレーザ墨出し器。

[図1]

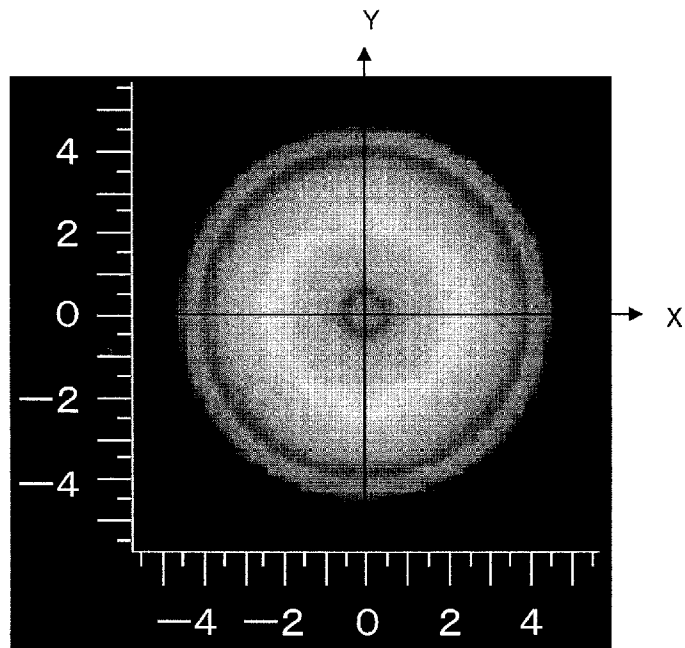


[図2]

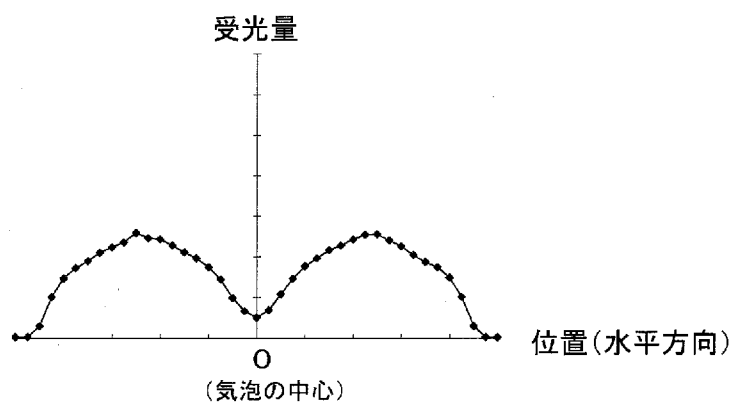


[図3]

(a)

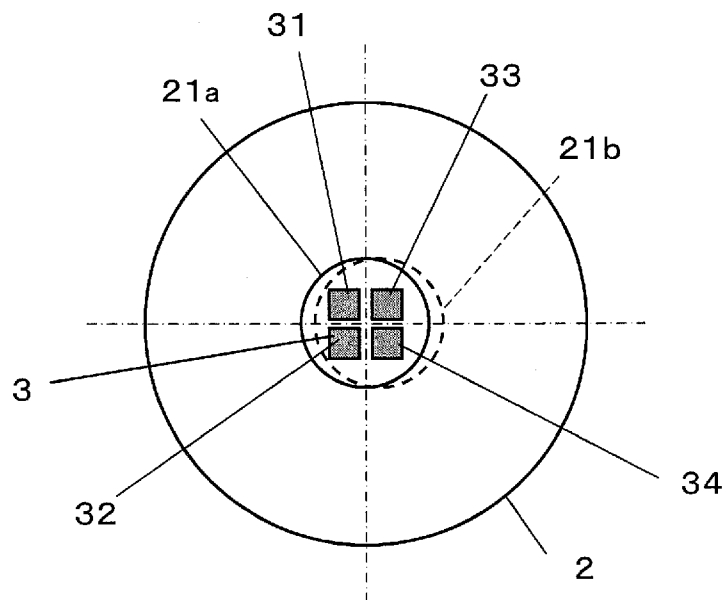


(b)

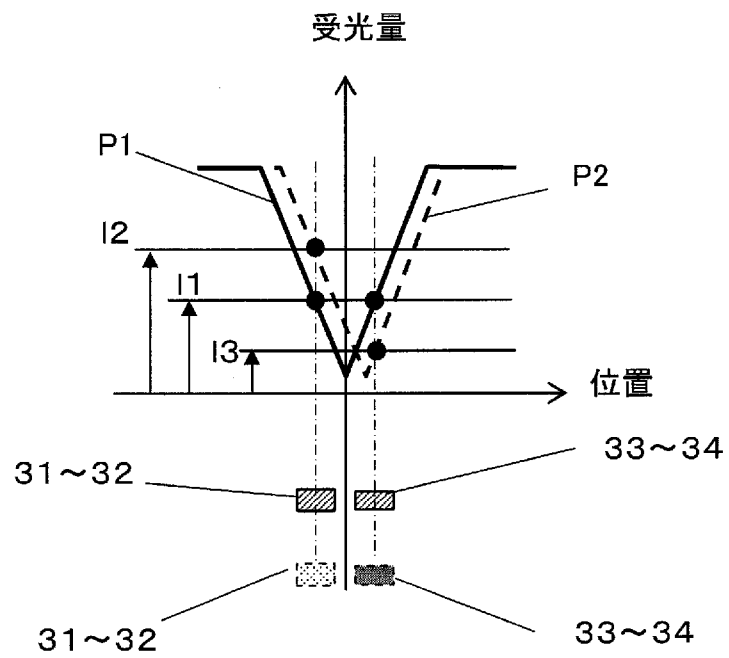


[図4]

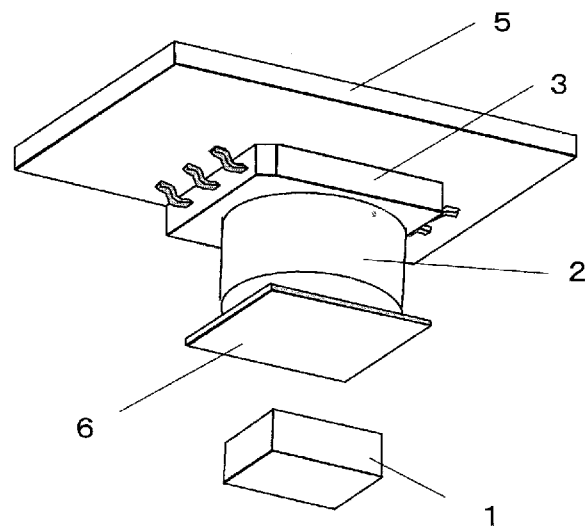
(a)



(b)

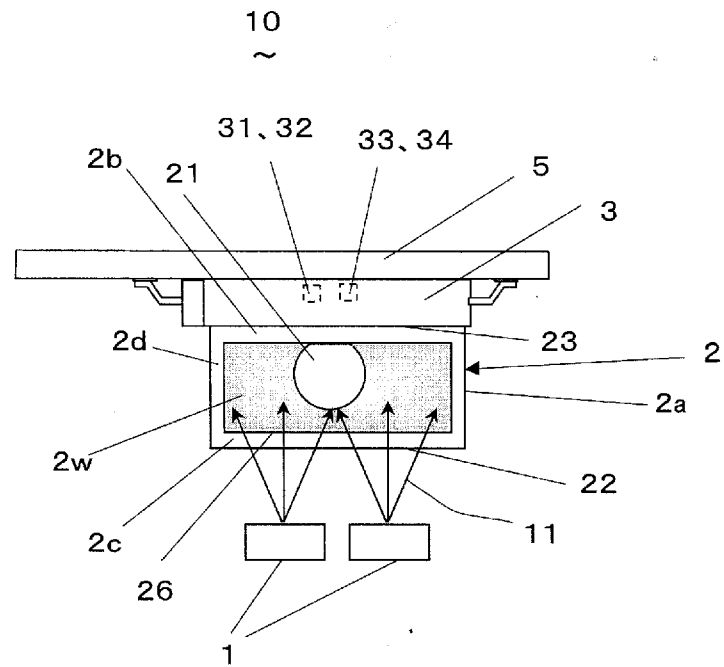


10
~

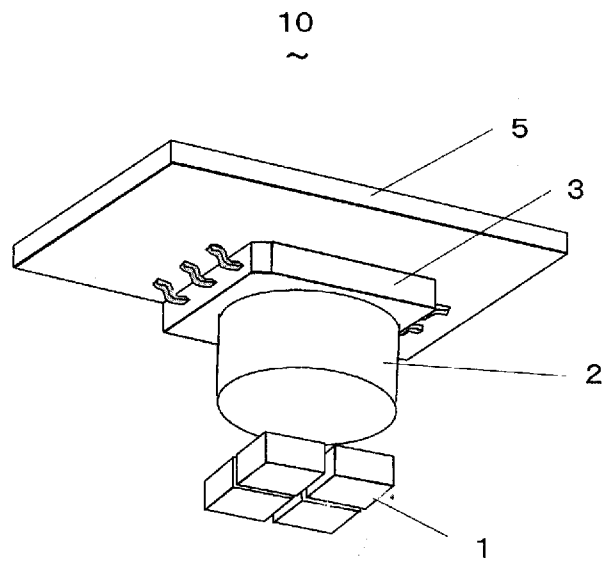


[図6]

(a)

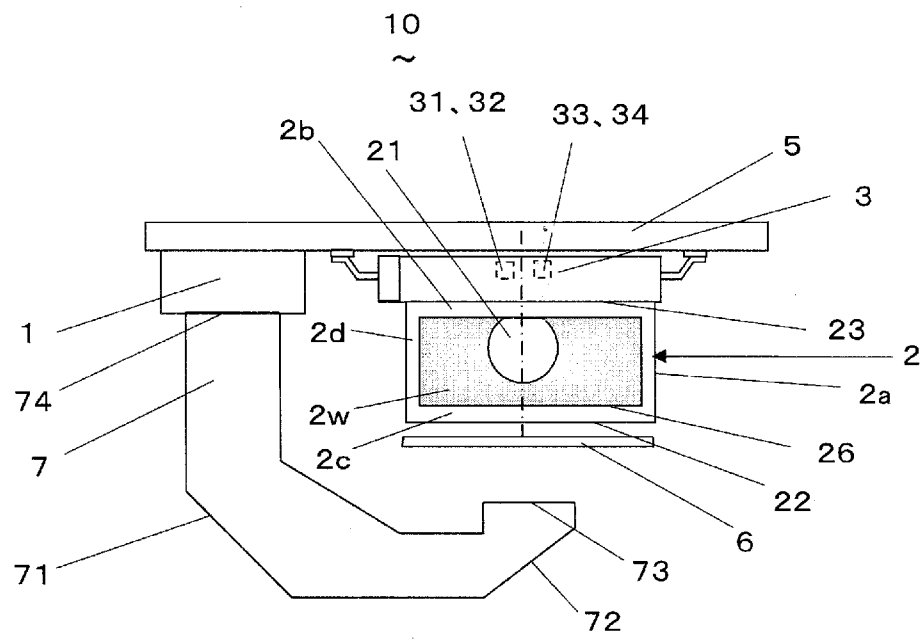


(b)

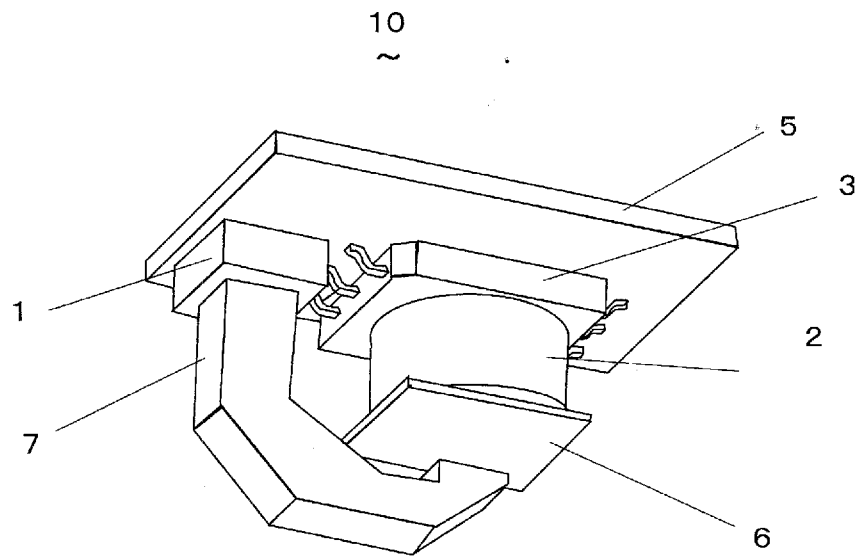


[図7]

(a)

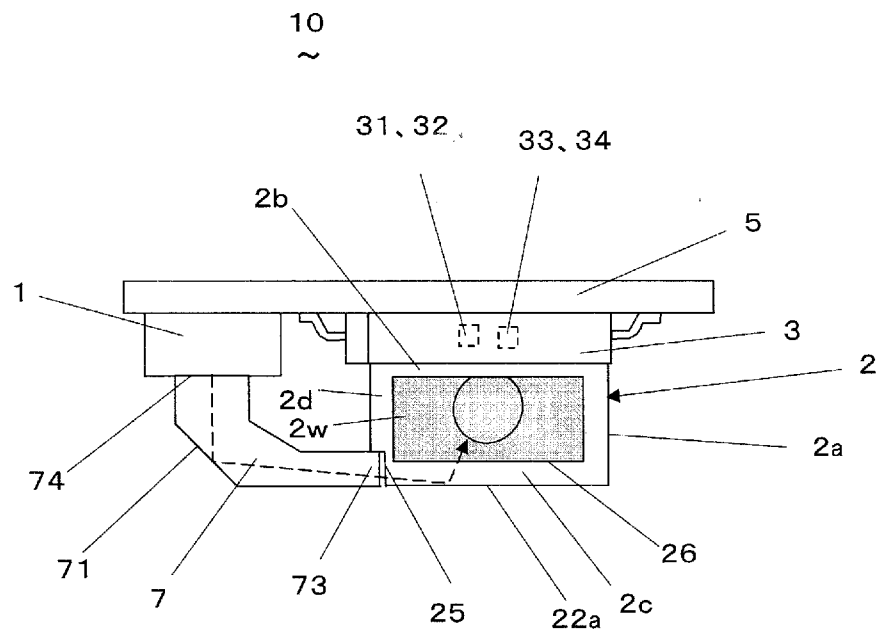


(b)

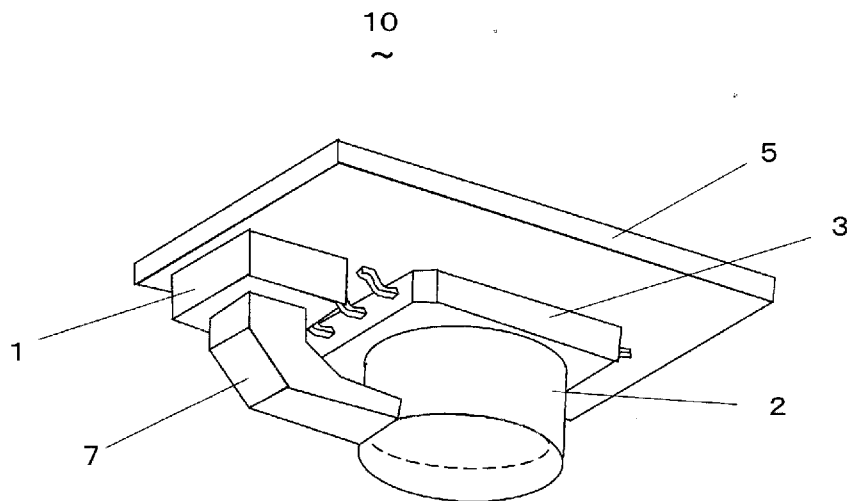


[図9]

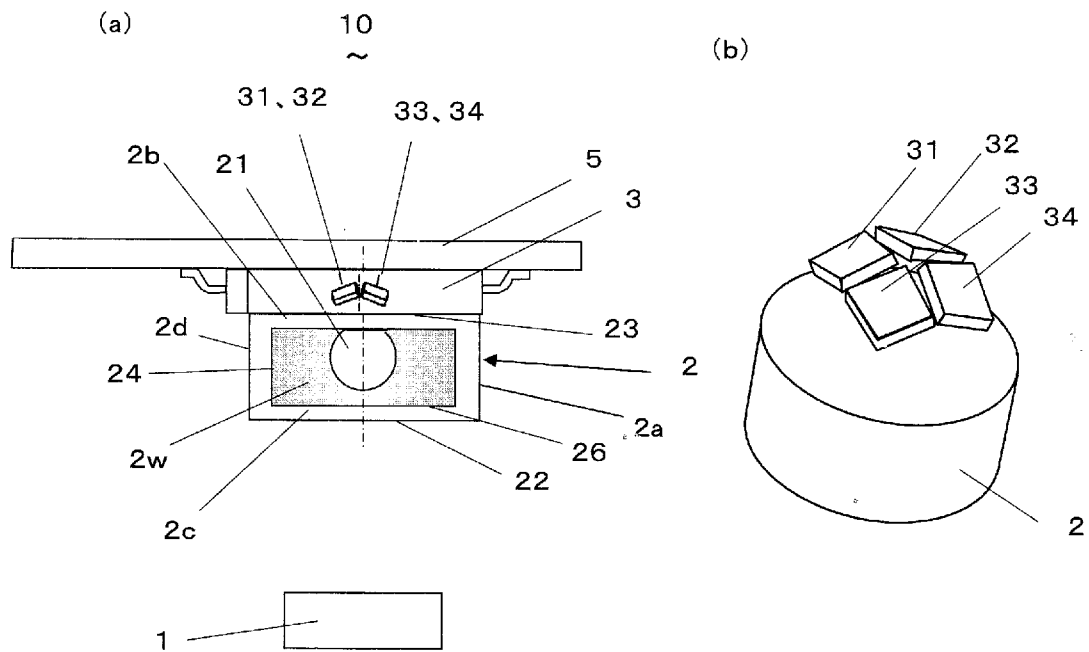
(a)



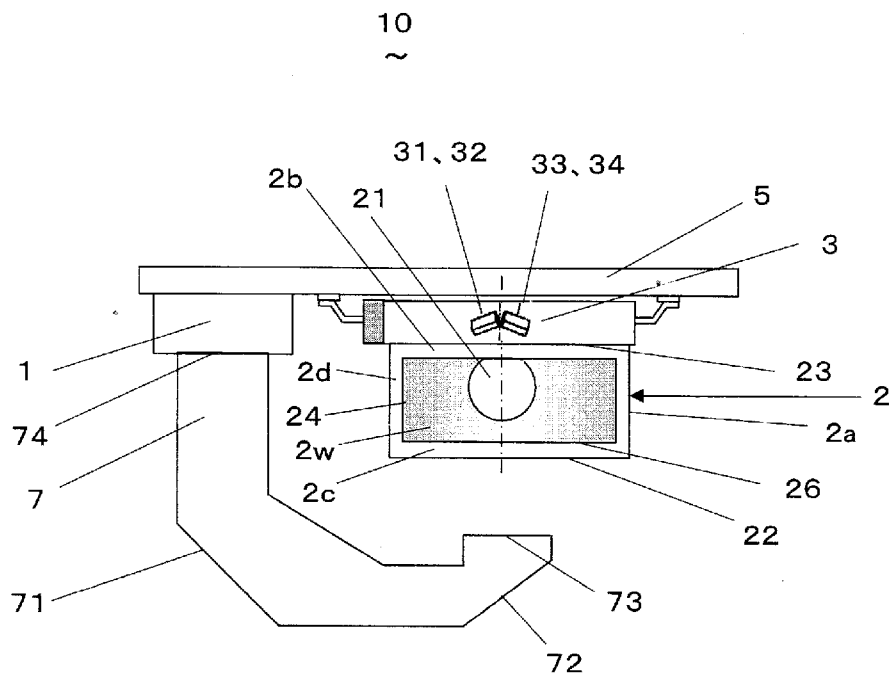
(b)



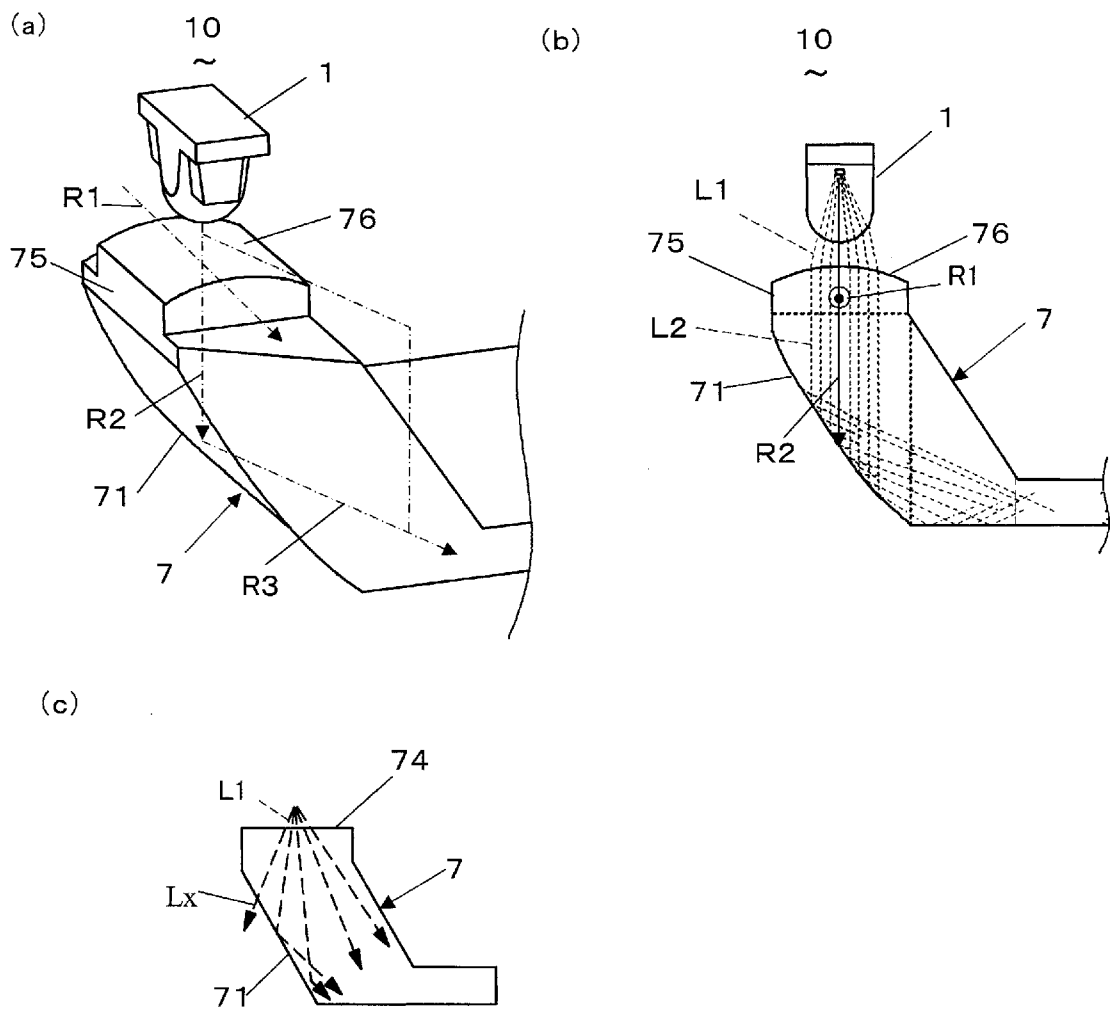
[図10]



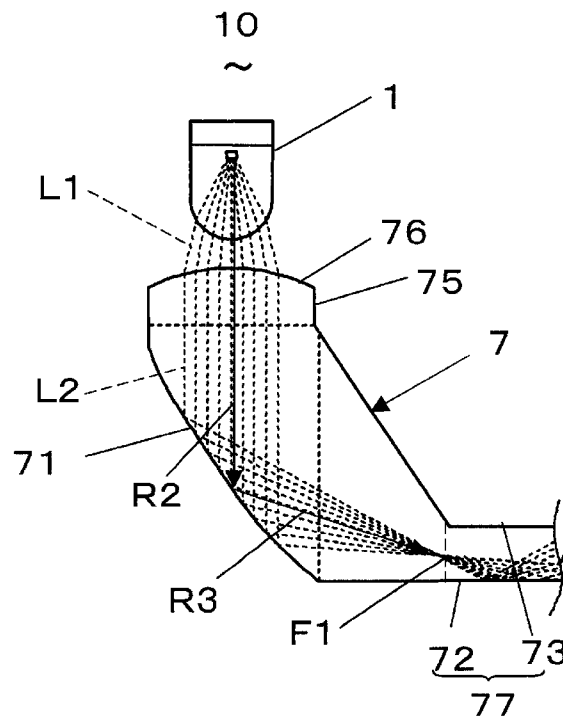
[図11]



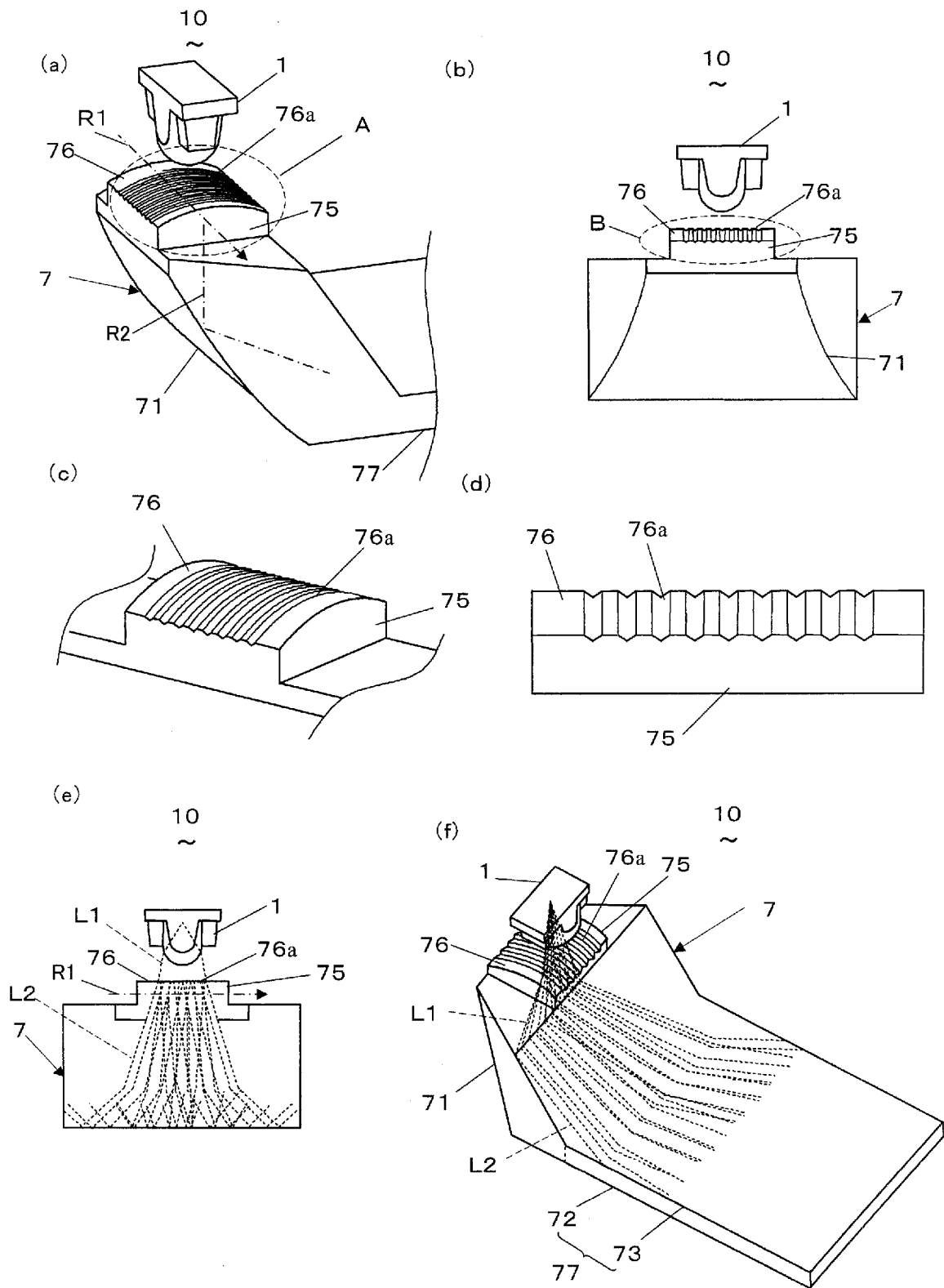
[図12]



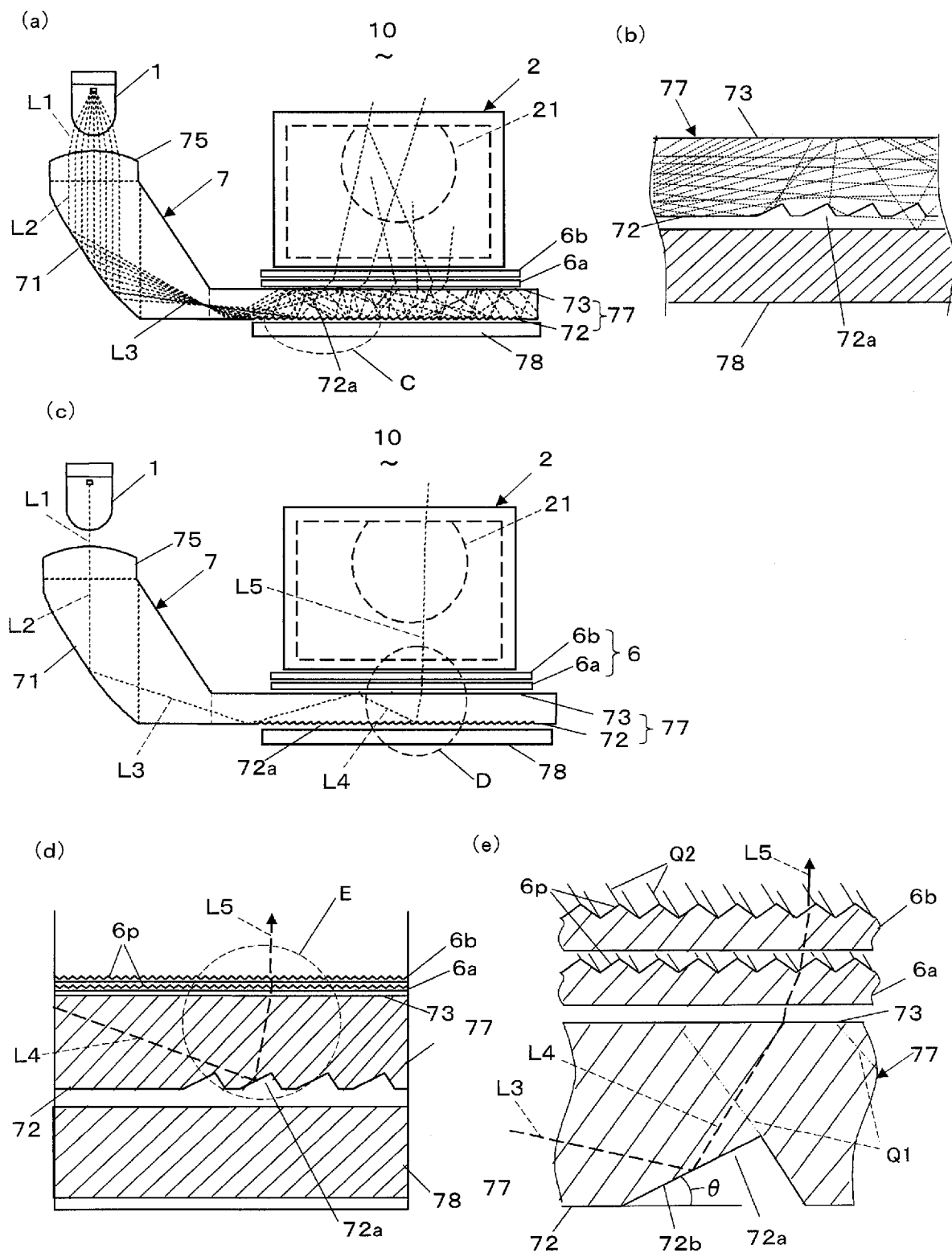
[図13]



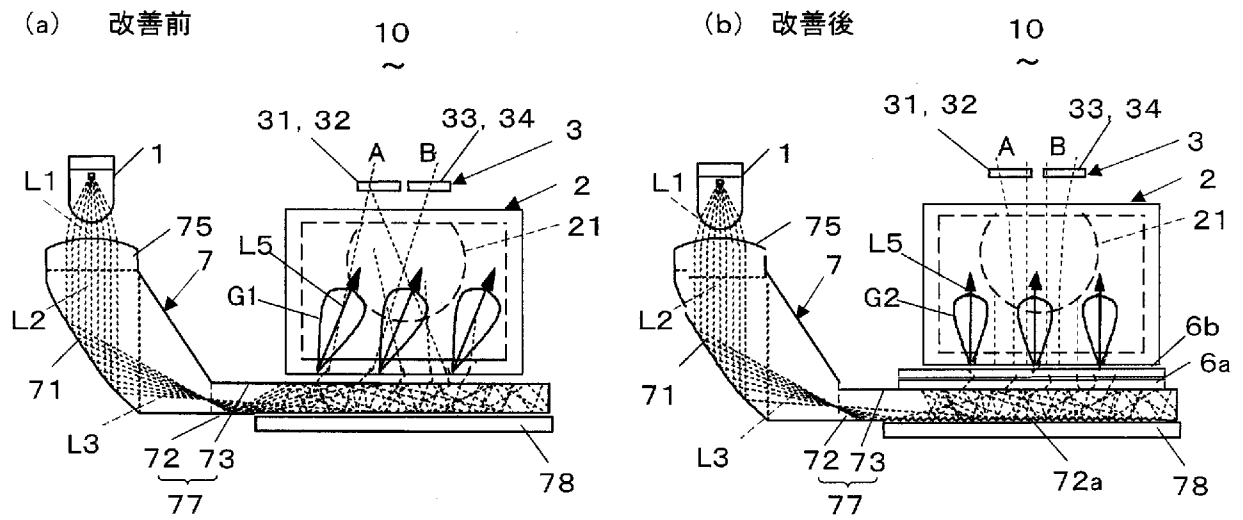
[図14]



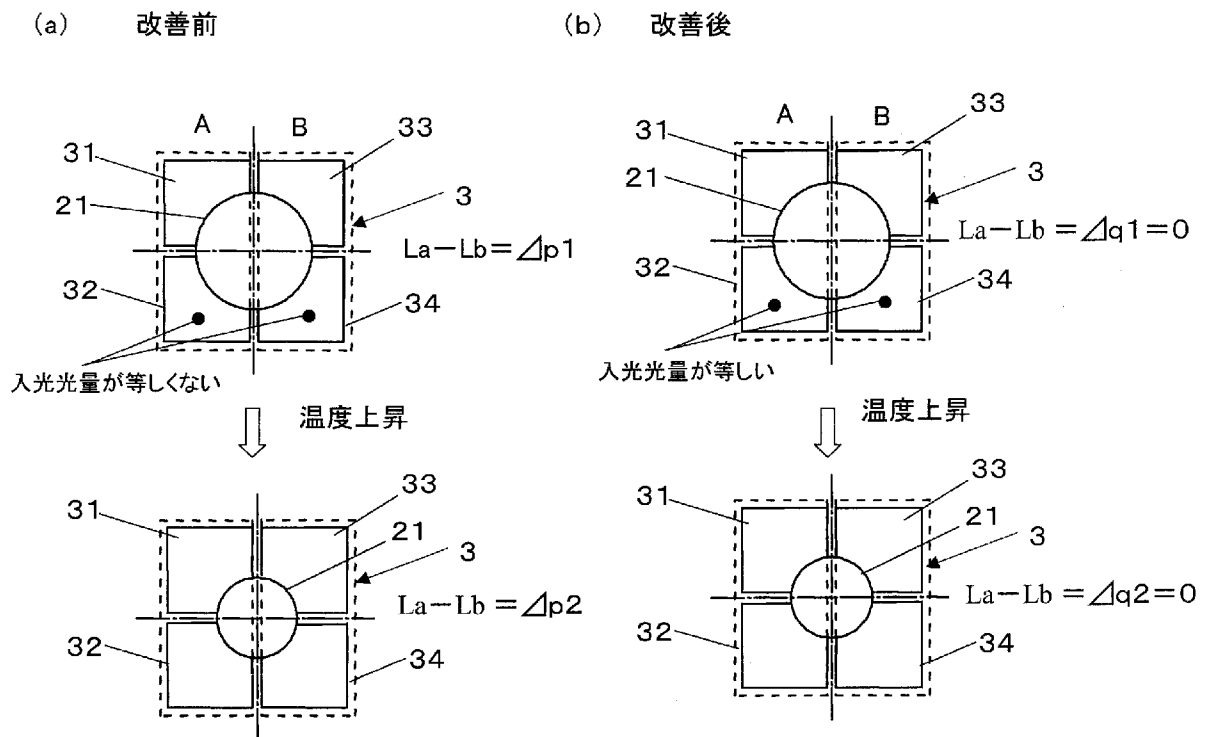
[図15]



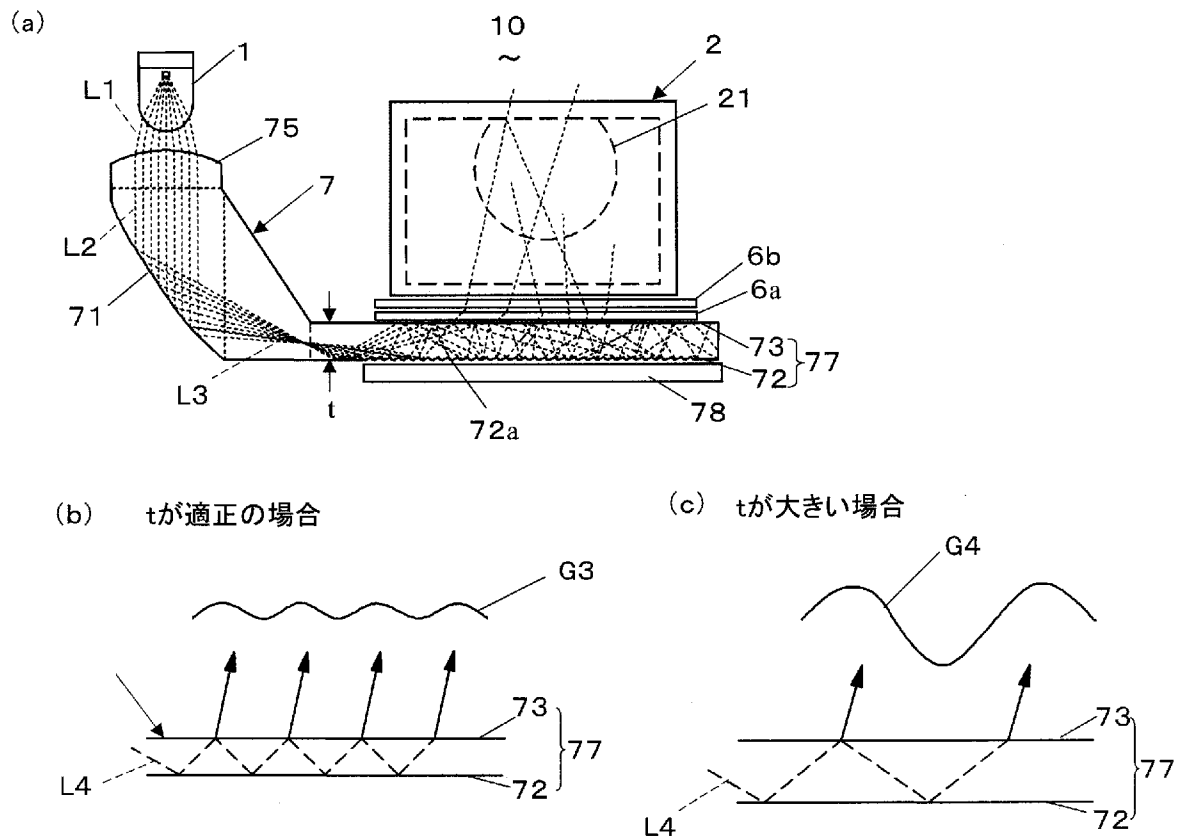
[図16]



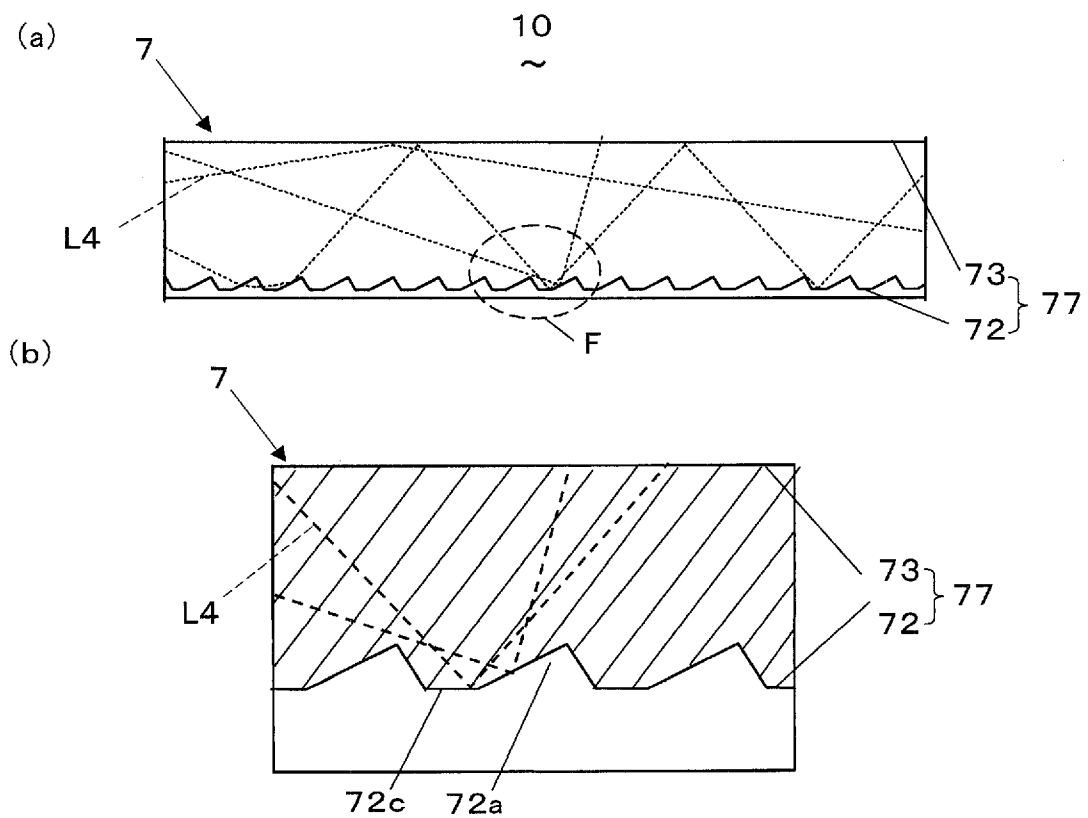
[図17]



[図18]

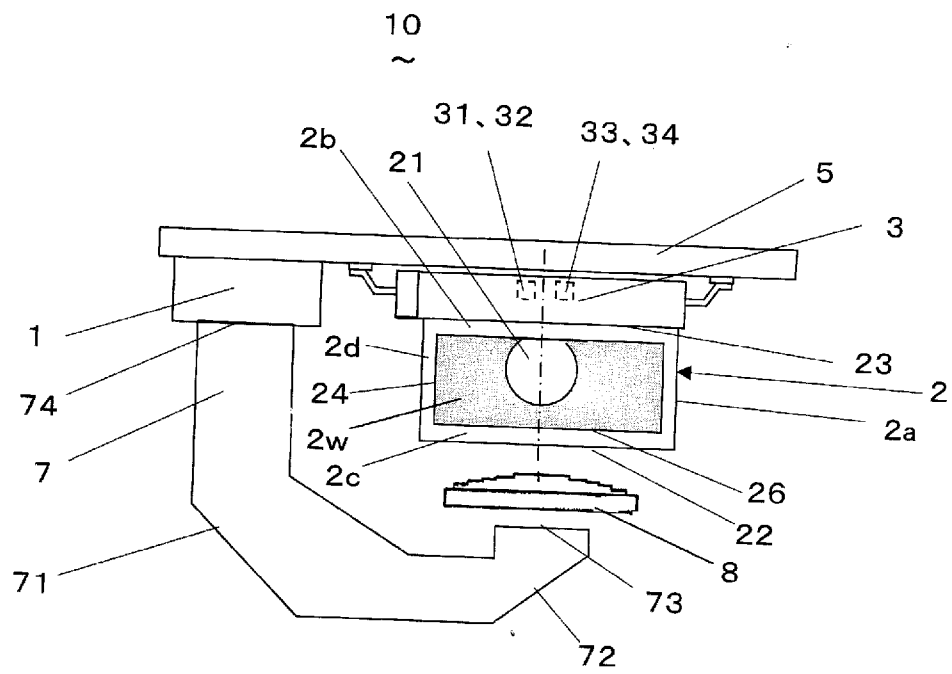


[図19]

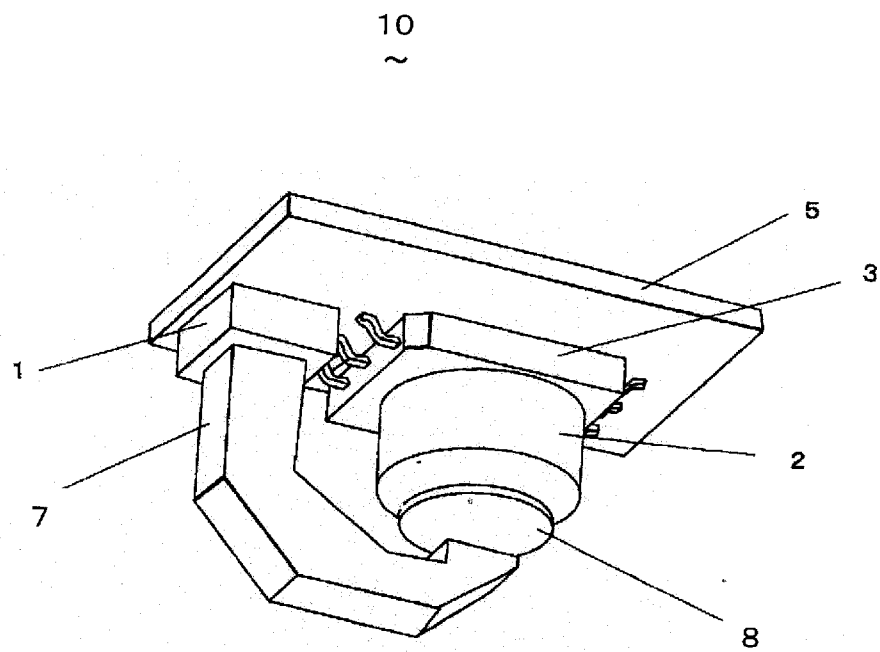


[図20]

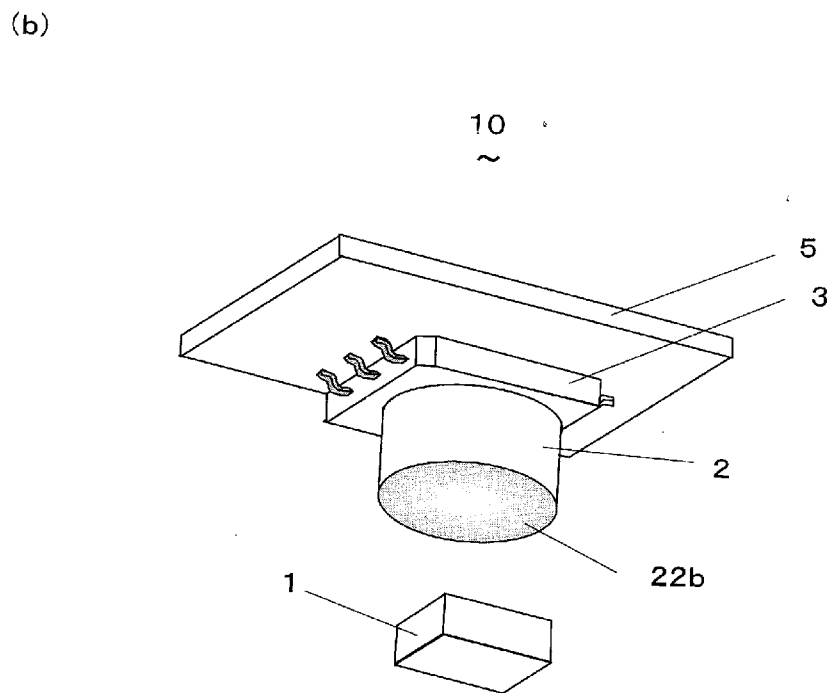
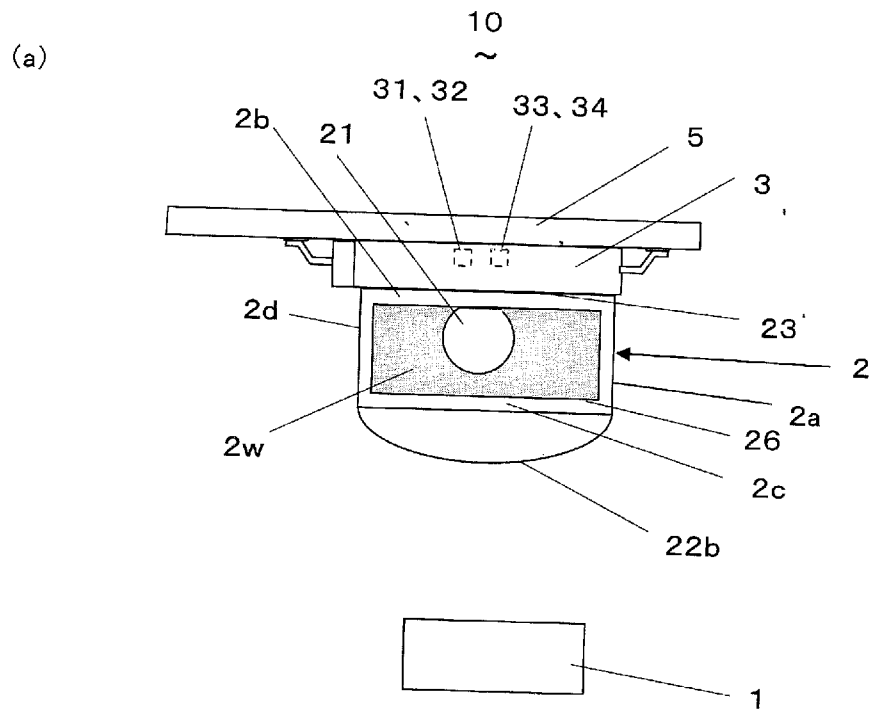
(a)



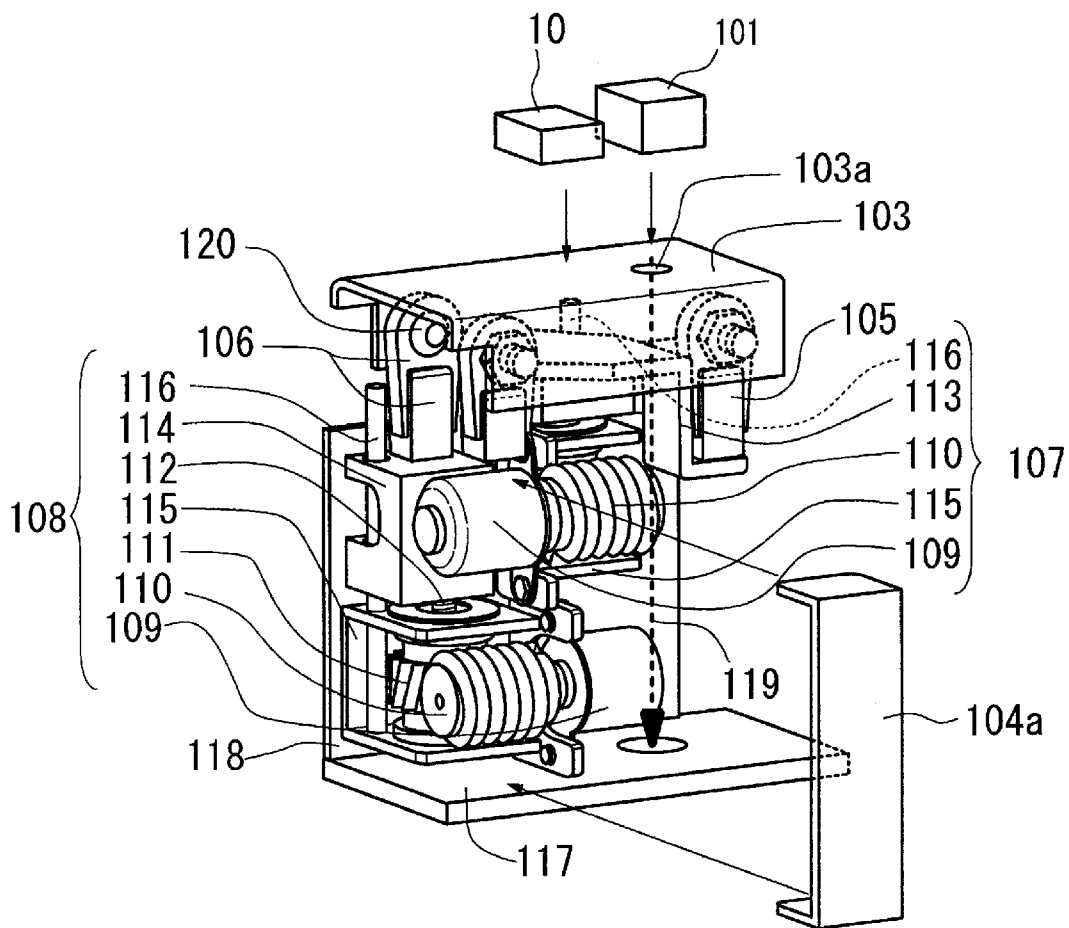
(b)



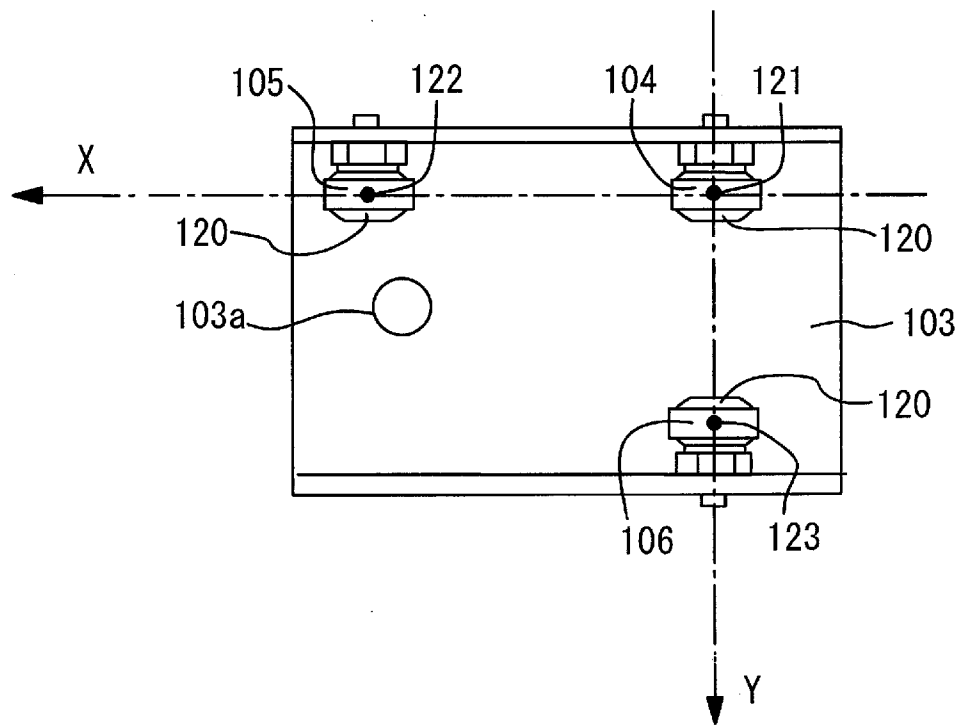
[図21]



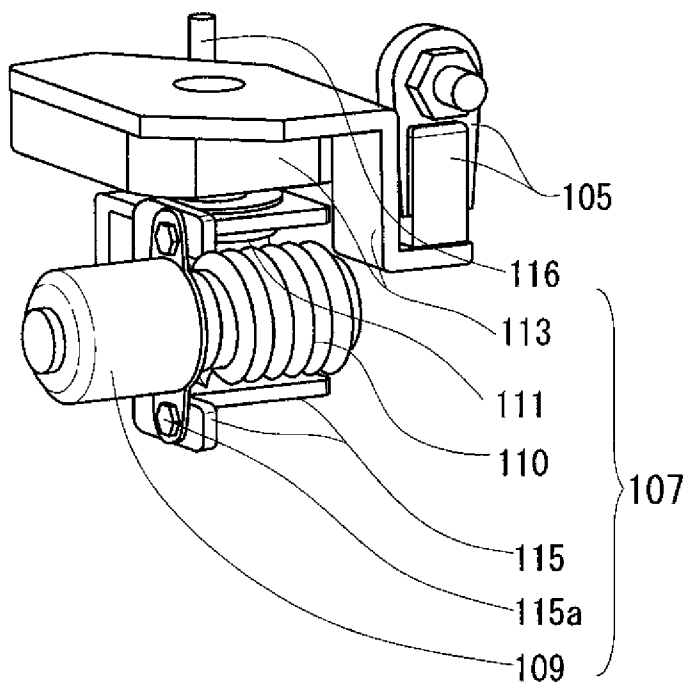
[図23]



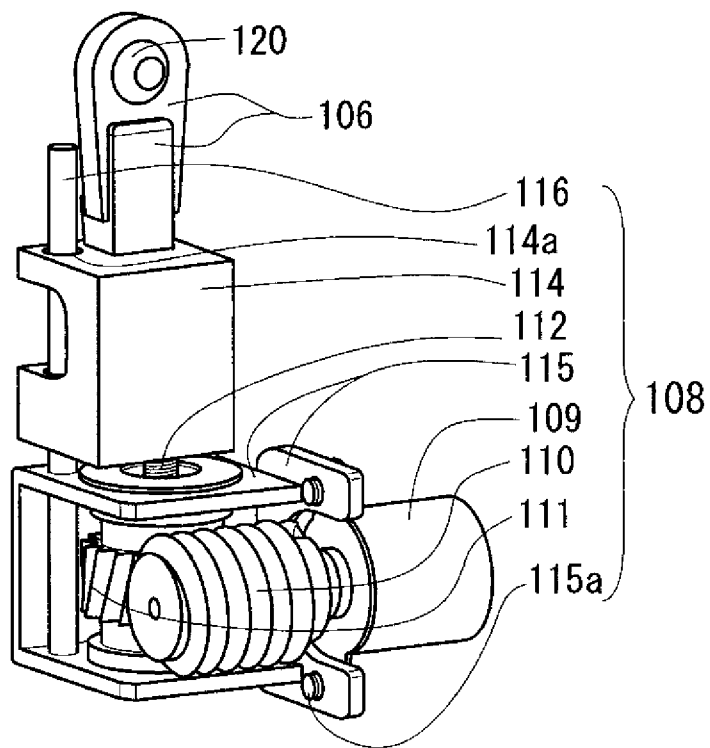
[図24]



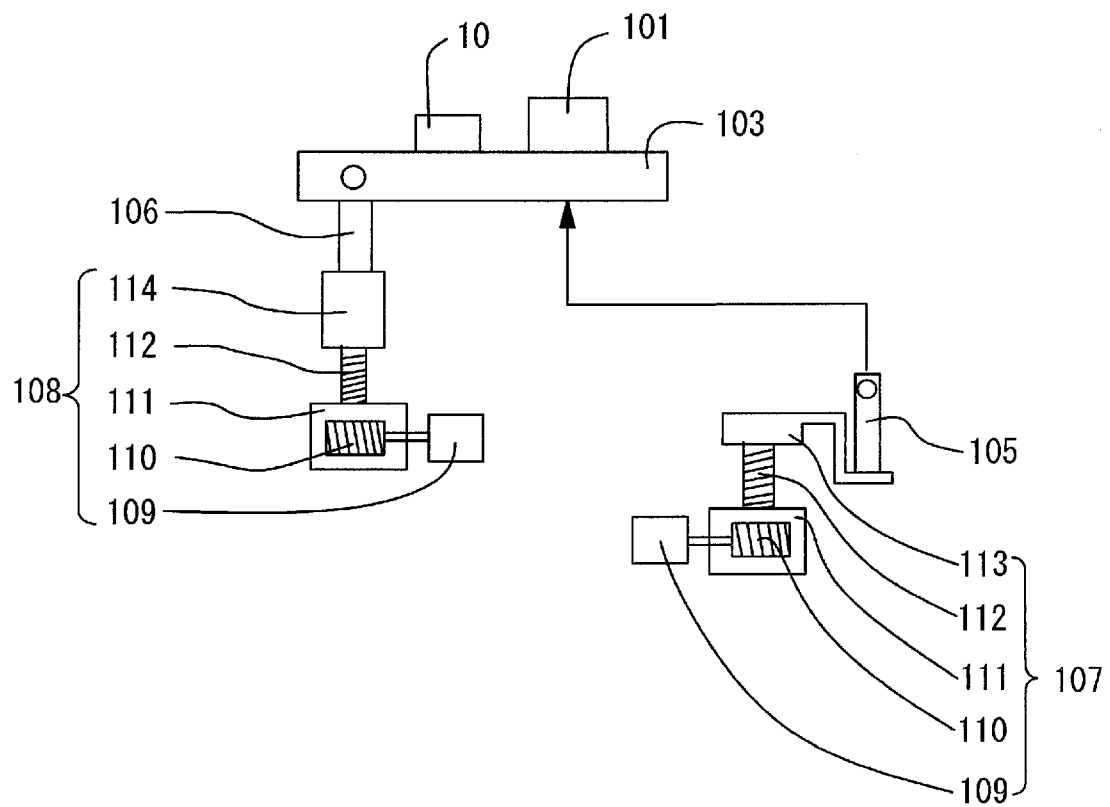
[図25]



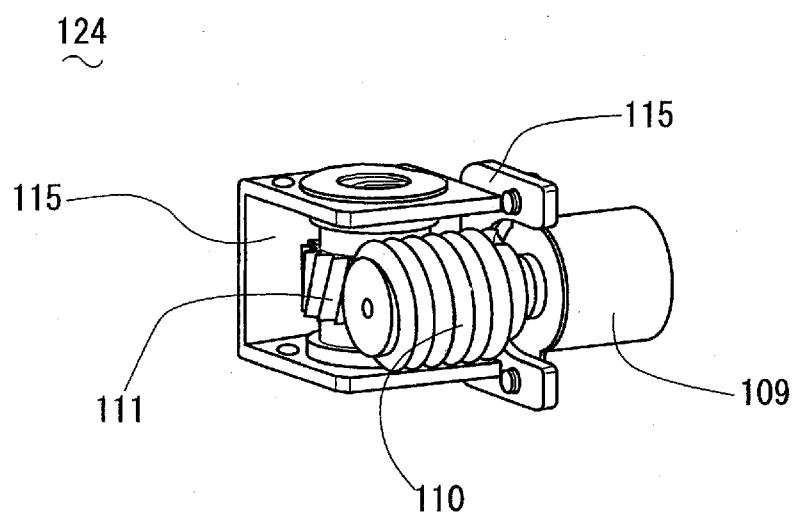
[図26]



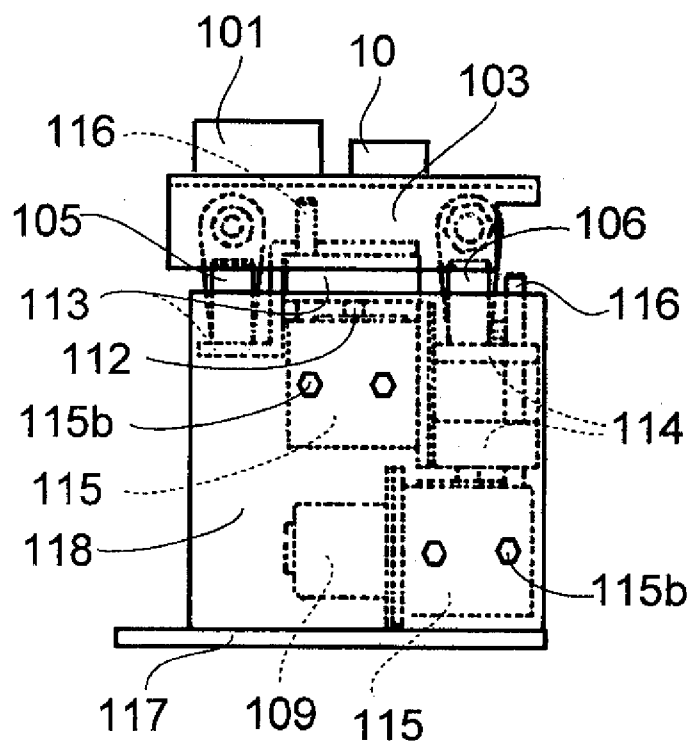
[図27]



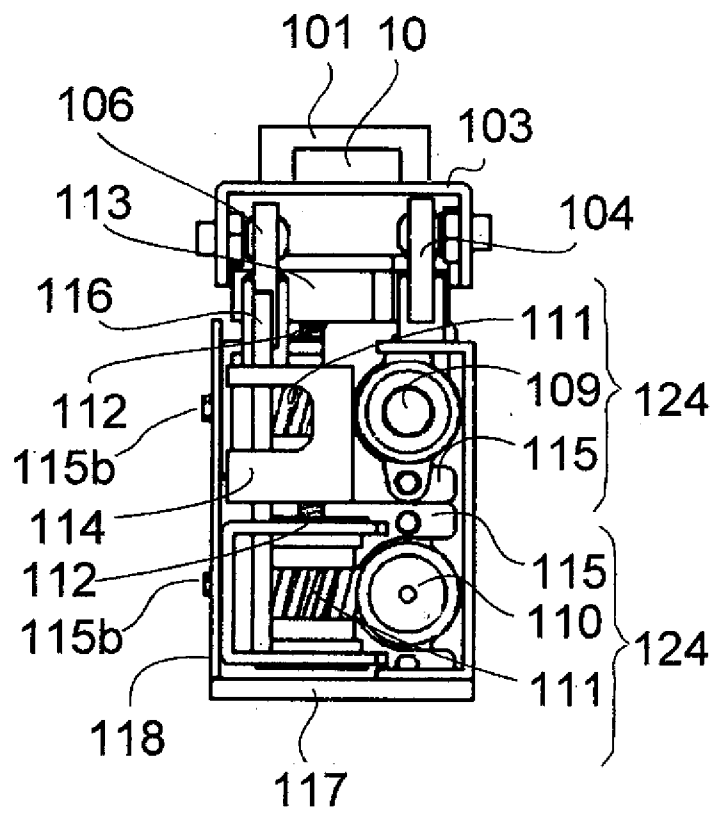
[図28]



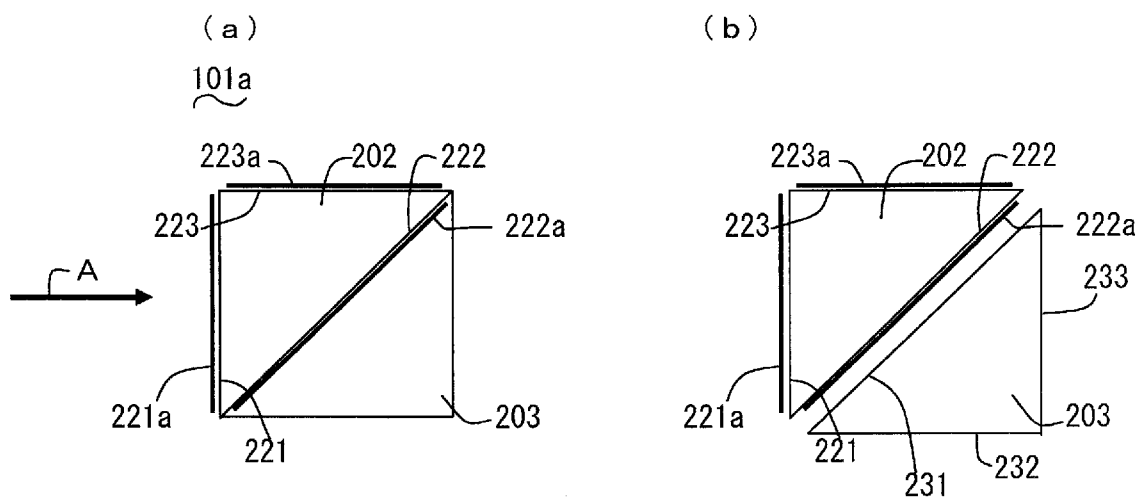
[図29]



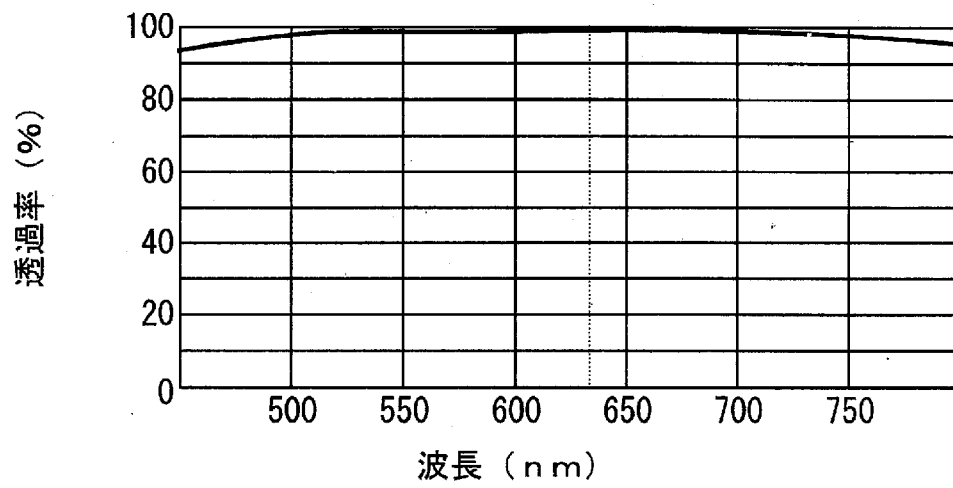
[図30]



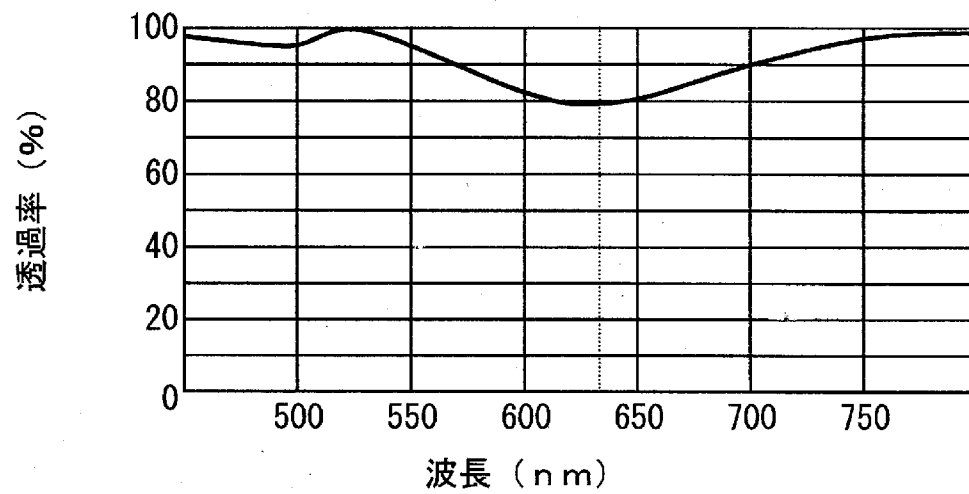
[図31]



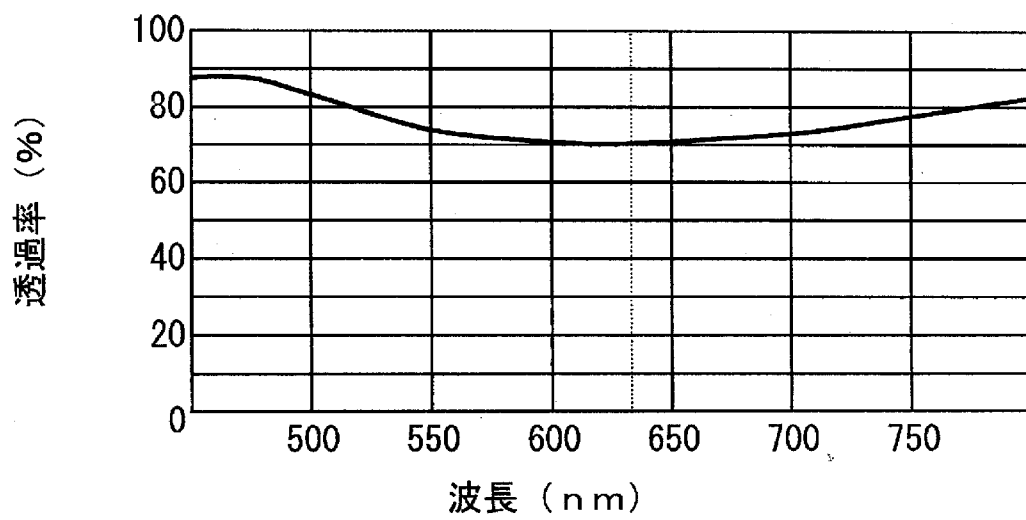
[図32]



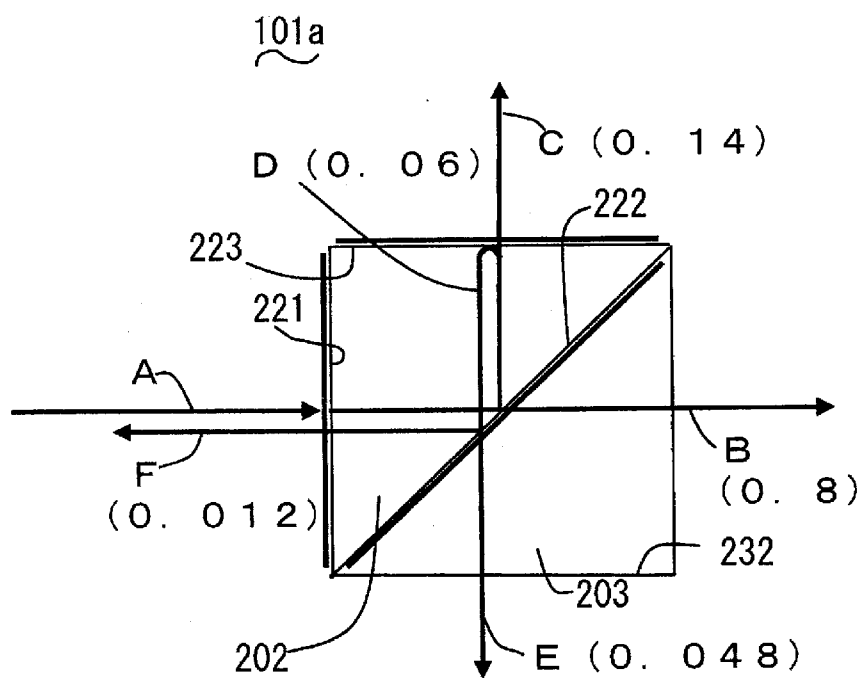
[図33]



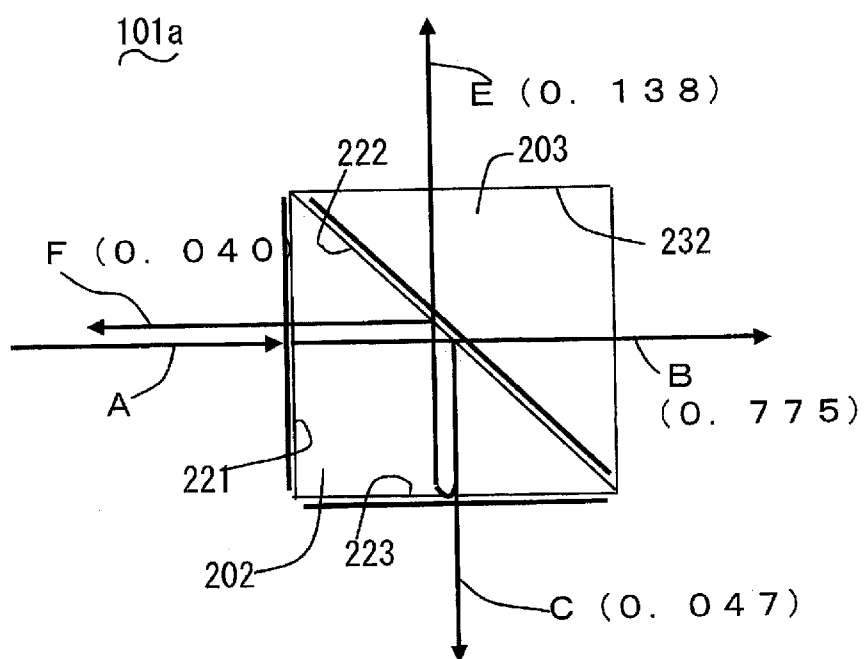
[図34]



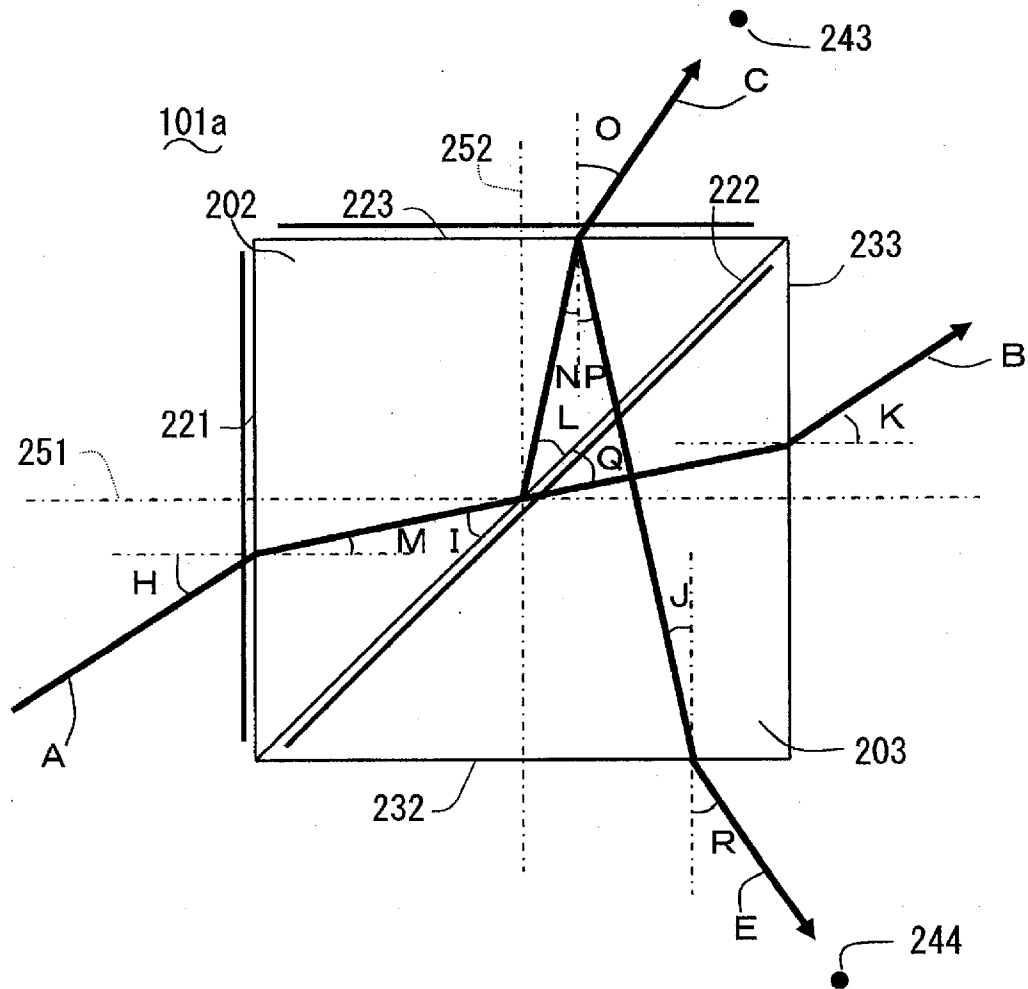
[図35]



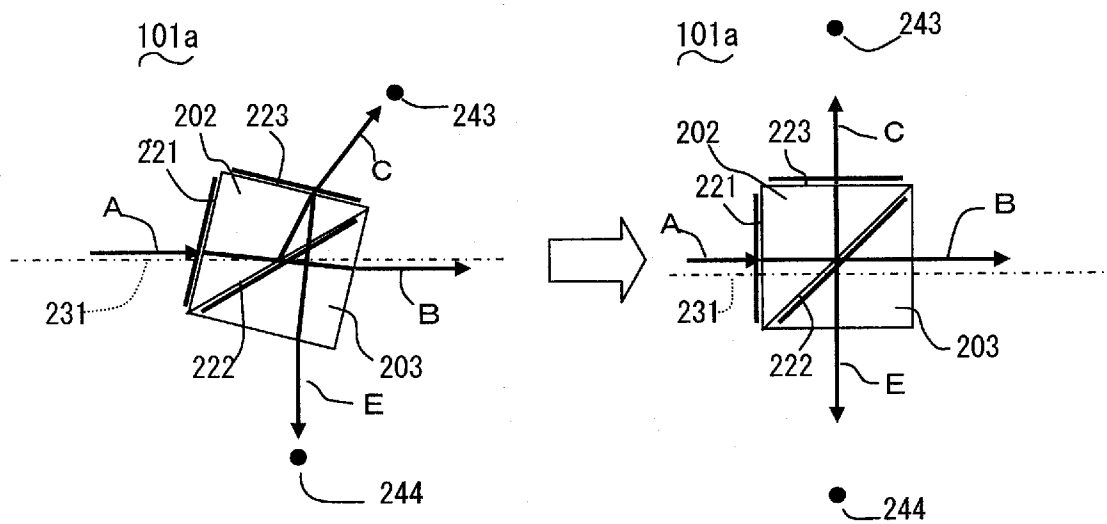
[図36]



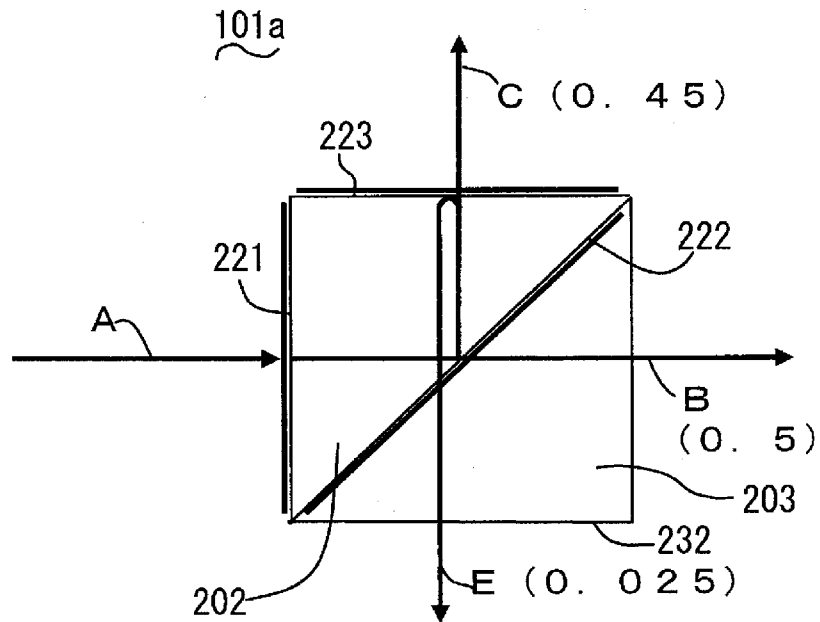
[図38]



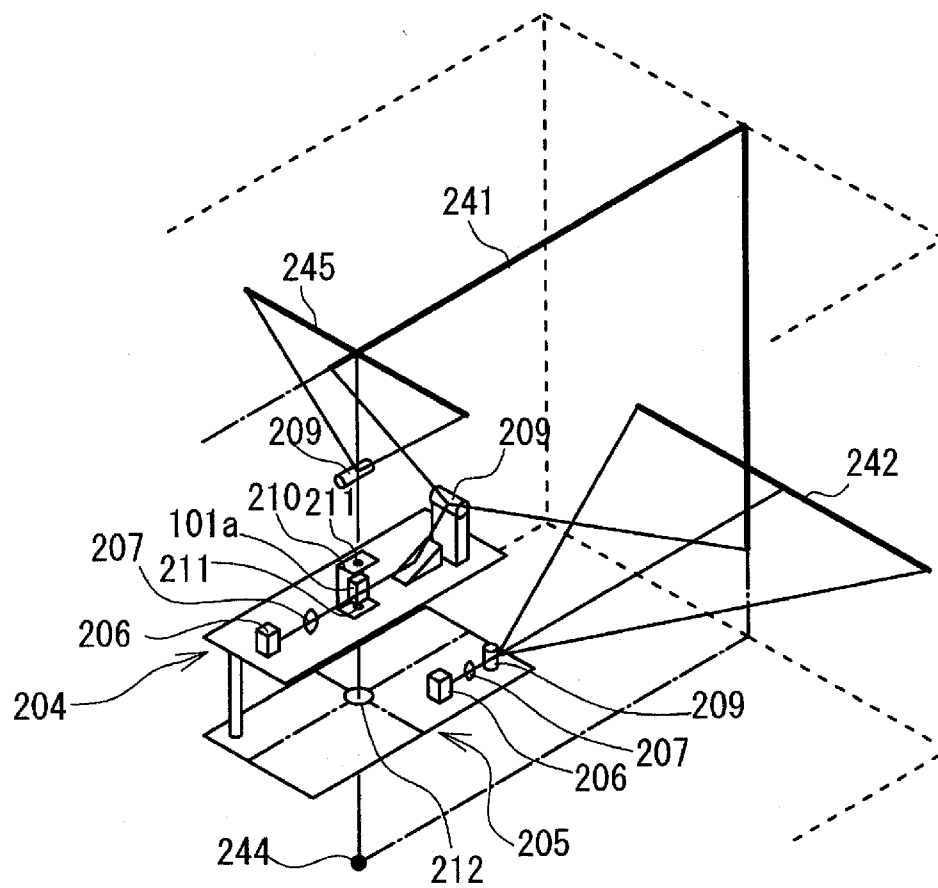
[図39]



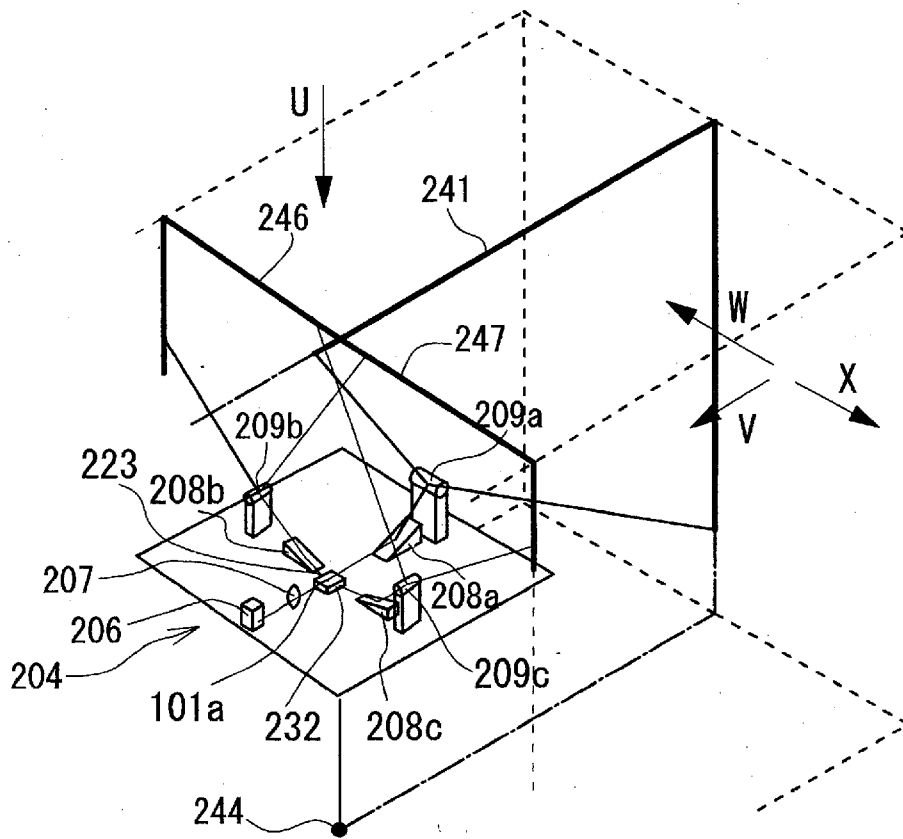
[図40]



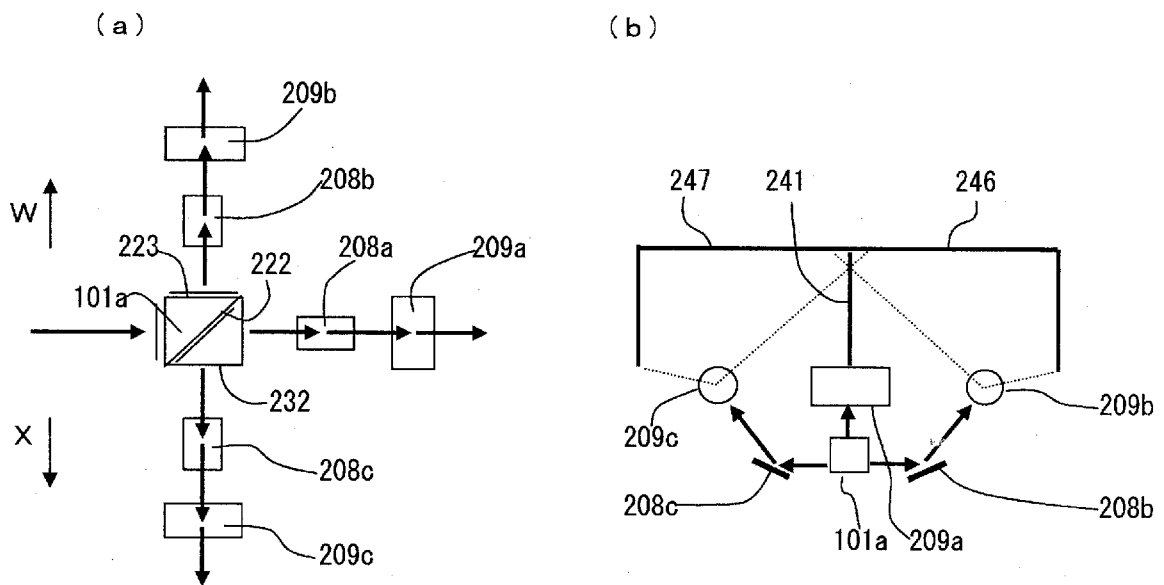
[図41]



[図42]

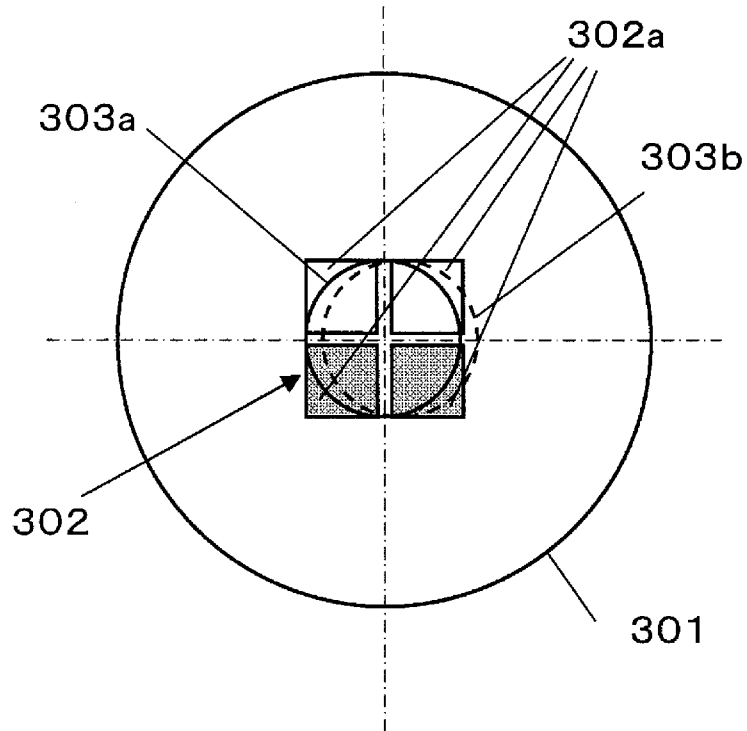


[図43]

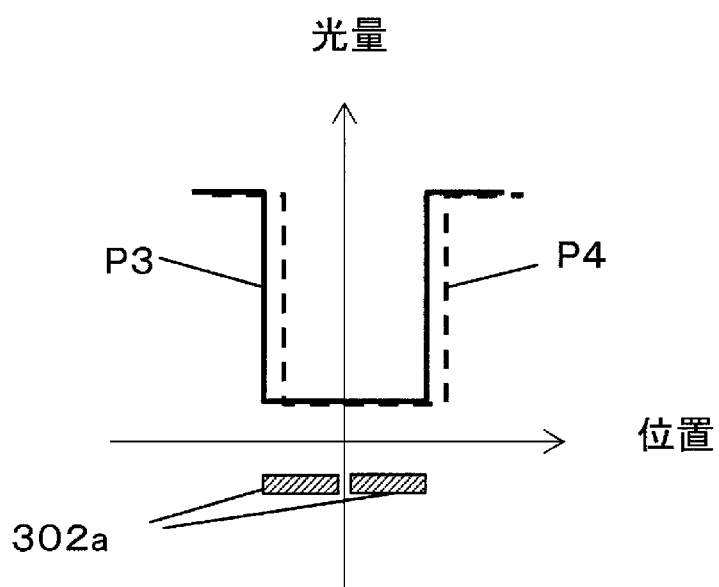


[図44]

(a)

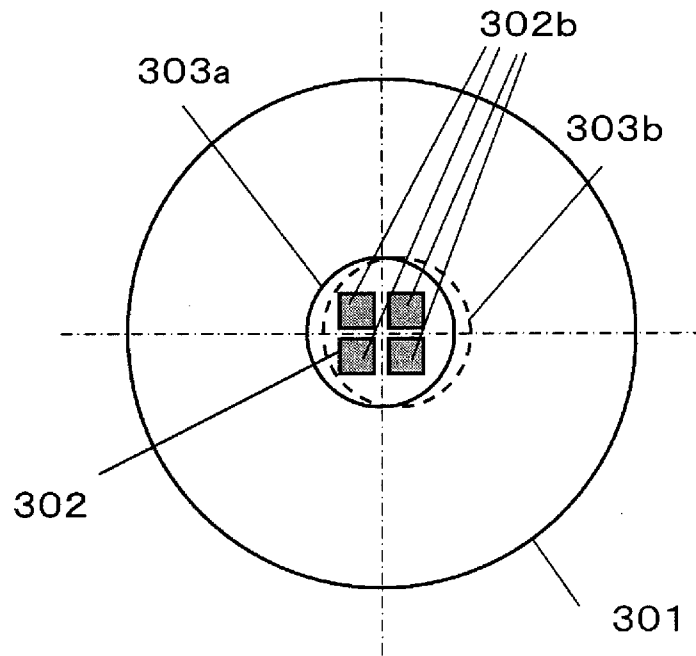


(b)

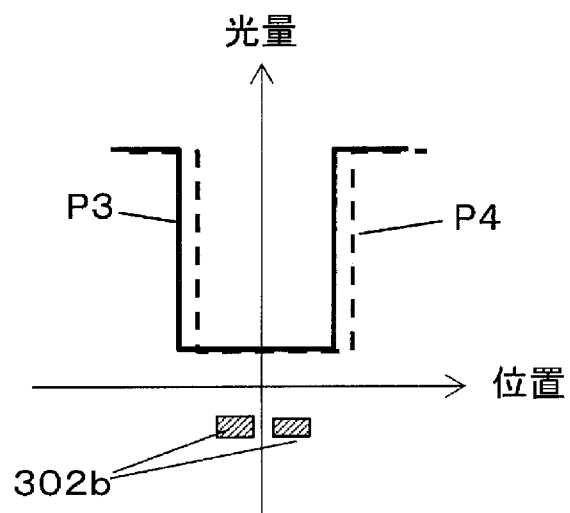


[図45]

(a)



(b)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/315619

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01C9/06(2006.01) i, G01C9/24(2006.01) i, G01C15/02(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)

G01C9/00-9/36, G01C15/00-15/02

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	1996-2006
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2006	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2006

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 A	JP 60-58508 A (Nippondenso Co., Ltd.), 04 April, 1985 (04.04.85), Page 3, upper right column, lines 1 to 9; all drawings (Family: none)	1, 2 3-17
A	JP 49-24694 B1 (Tokyo Kogaku Kikai Kabushiki Kaisha), 25 June, 1974 (25.06.74), Full text; all drawings (Family: none)	1-15
A	JP 9-250926 A (Nissho Kiki Corp.), 22 September, 1997 (22.09.97), Full text; all drawings (Family: none)	1-17



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
30 October, 2006 (30.10.06)

Date of mailing of the international search report
07 November, 2006 (07.11.06)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/315619

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 2002-243443 A (Kabushiki Kaisha Yasaka), 28 August, 2002 (28.08.02), Full text; all drawings (Family: none)	16, 17

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01C9/06(2006.01)i, G01C9/24(2006.01)i, G01C15/02(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01C9/00-9/36, G01C15/00-15/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 6 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 6 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 6 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 請求の範囲の番号
X	J P 6 0 - 5 8 5 0 8 A (日本電装株式会社) 1 9 8 5 . 0 4 . 0 4 , 第 3 頁 右 上 欄 第 1 - 9 行 , 全 図 (ファミリーなし)	1 , 2
A		3 - 1 7
A	J P 4 9 - 2 4 6 9 4 B 1 (東京光学機械株式会社) 1 9 7 4 . 0 6 . 2 5 , 全 文 , 全 図 (ファミリーなし)	1 - 1 5

☒ 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

3 0 . 1 0 . 2 0 0 6

国際調査報告の発送日

0 7 . 1 1 . 2 0 0 6

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

丑田 真悟

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 8

2 S

3 1 0 0

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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 請求の範囲の番号
A	J P 9-250926 A (ニッショー機器株式会社) 1997.09.22, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-17
A	J P 2002-243443 A (株式会社ヤサカ) 2002.08.28, 全文, 全図 (ファミリーなし)	16, 17