(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3729931号
(P3729931)
(45)発行日　平成17年12月21日(2005.12.21)　(24)登録日　平成17年10月14日(2005.10.14)

(51)Int.Cl.[7]　F I
G01C 9/06　G01C 9/06　A
G01C 9/24　G01C 9/24

請求項の数 6　(全 10 頁)

(21)出願番号　特願平8-123684
(22)出願日　平成8年5月17日(1996.5.17)
(65)公開番号　特開平9-304060
(43)公開日　平成9年11月28日(1997.11.28)
審査請求日　平成15年5月16日(2003.5.16)

(73)特許権者　000148623
株式会社ソキア
神奈川県厚木市長谷２６０番地６３
(74)代理人　100060025
弁理士　北村　欣一
(74)代理人　100082315
弁理士　田代　作男
(74)代理人　100092381
弁理士　町田　悦夫
(72)発明者　平川　琢己
神奈川県厚木市長谷字柳町２６０－６３
株式会社ソキア　厚木工場内

審査官　▲うし▼田　真悟

最終頁に続く

(54)【発明の名称】傾斜角検知器

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

内側が略球形に窪んだ凹レンズが嵌め込まれた気泡管と少なくとも１方向の気泡の動きを許容するレンズ板が嵌め込まれた気泡管とを、凹レンズとレンズ板とが互いに直角になるように相互に位置決めすると共に、両気泡管に光源からの光を透過させ、透過光を受光する光電センサで求めた各気泡管内の気泡の影の位置から傾斜角を検知する傾斜角検知器において、上記光源と光電センサとの内の少なくとも一方を共用したことを特徴とする傾斜角検知器。

【請求項２】

液体と共に気泡が封入された気泡管に光を透過させる光源と透過光を受光する光電センサとを有し、光電センサで求めた気泡の影の位置から傾斜角を検知する傾斜角検知器において、気泡管に互いに直角な２面を形成すると共に、一方の面に内側が略球形に窪んだ凹レンズを嵌め込むと共に他方の面に少なくとも１方向の気泡の動きを許容するレンズ板を嵌め込んだことを特徴とする傾斜角検知器。

【請求項３】

上記光源と光電センサとの内の少なくとも一方を共用したことを特徴とする請求項２記載の傾斜角検知器。

【請求項４】

磁性流体と共に気泡が封入された気泡管に、気泡を挟んで対向する対の誘導コイルを巻回し、該誘導コイルの少なくとも一方のインダクタンスの変化から傾斜角を検知する傾斜

角検知器において、気泡管に互いに直角な２面を形成すると共に、一方の面に内側が略球形に窪んだ凹レンズを嵌め込むと共に他方の面に少なくとも１方向の気泡の動きを許容するレンズ板を嵌め込み、かつ、凹レンズの中央を挟んで対向する２対の誘導コイルを、対向する方向が互いに直角になるように巻回すると共に、レンズ板の中央を挟んで上記１方向に対向する１対の誘導コイルを巻回したことを特徴とする傾斜角検知器。

【請求項５】

液体状の誘電体と共に気泡が封入された気泡管の内面に、気泡を挟んで対向する対の検知電極と、両検知電極の対向方向と直角方向に間隔を存して配置したベース電極とを有し、気泡の移動による検知電極とベース電極との間の静電容量の変化から傾斜角を検知する傾斜角検知器において、気泡管に互いに直角な２面を形成すると共に、一方の面に内側が略球形に窪んだ凹レンズを嵌め込むと共に他方の面に少なくとも１方向の気泡の動きを許容するレンズ板を嵌め込み、かつ、凹レンズの中央を挟んで対向する２対の検知電極を、対向する方向が互いに直角になるように設けると共に、レンズ板の中央を挟んで上記１方向に対向する１対の検知電極を設けたことを特徴とする傾斜角検知器。

【請求項６】

内部に非充填の空間が形成される量の透明な液体を充填した密閉容器に透明な入出光面と、該入出光面の一辺に交わる反射面とを設けると共に、該入出光面に対向する光源と、該光源から照射し入出光面を通って液面で反射し、次に反射面で反射し、再び液面で反射した後入出光面から出てきた光を受光する受光センサとを備え、受光センサの受光位置から傾斜角を検知する傾斜角検知器において、上記入出光面が第１の入出光面であり、上記反射面の第１の入出光面との交辺の対辺に交わる上記第１の入出光面に対して平行な第２の入出光面を有しており、上記第１の入出光面に対応して上記光源と上記受光センサとを有する第１のセンサユニットと、上記第２の入出光面に対応して送光部と受光部とを有する第２のセンサユニットとを設けたことを特徴とする傾斜角検知器。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、基準平面設定装置に用いられる傾斜角検知器に関する。

【０００２】

【従来の技術】

例えば特開平５－３２２５６３号公報により、回転ヘッドを備えた基準平面設定装置が知られている。このような基準平面設定装置は回転ヘッドの側面から回転ヘッドの回転軸線に対して直角方向にレーザ光を照射し、周りの壁面等に基準となる１つの平面を設定するために用いられる。回転軸線を垂直に設定すると基準平面は水平面となり、基準平面設定装置を横に倒して回転軸線を水平にすると垂直な基準平面を設定することができる。従って、基準平面設定装置には回転軸線に直交する互いに直角な２方向についての傾斜を検知し回転軸線を鉛直にするための傾斜角検知器と、基準平面設定装置を横転した際に回転軸線を水平にするための傾斜角検知器とが内蔵されている。

【０００３】

このような傾斜角検知器としては、例えば、特開平２－４２３１１号公報により、内側が略球形に窪んだ凹レンズが埋め込まれた気泡管や円筒形状に窪んだレンズ板が嵌め込まれた円形気泡管に光源からの光を透過させ、透過光を受光する光電センサで求めた気泡の影の位置からＸ－Ｙ方向の傾斜角を検知するようにしたものが知られている。

【０００４】

また、磁性流体と共に気泡が封入された棒状気泡管に、気泡を挟んで対向する１対の誘導コイルを巻回し、棒状気泡管が傾斜して気泡が一方の誘導コイル側に移動すると、該一方の誘導コイルのコアに相当する部分の磁性流体量が減少してインダクタンスが変化することに着目し、該インダクタンスの変化量から傾斜角を検知するようにした傾斜角検知器が知られている。

【０００５】

また、液体状の誘電体と共に気泡が封入された気泡管の内面に、気泡を挟んで対向する１対の検知電極と、両検知電極の対向方向と直角方向に間隔を存して配置したベース電極とを有し、気泡の移動による検知電極とベース電極との間の静電容量の変化から傾斜角を検知するようにした傾斜角検知器が知られている。

【０００６】

また、特公平３－４５３２２号公報により、液面が形成されるように内部に略半分の量の透明な液体を充填した密閉容器に、透明な入出光面と、該入出光面の一辺に直交する反射面とを設けると共に、該入出光面に対向する光源と、該光源から照射し入出光面を通って液面で反射し、次に反射面で反射し、再び液面で反射した後入出光面から出てきた光を受光する受光センサとを備え、液面の傾きによる受光センサの受光位置の変化から傾斜角を検知する傾斜角検知器が知られている。

【０００７】

【発明が解決しようとする課題】

上記従来の傾斜角検知器は、１つの検知器で１方向もしくは互いに直角な２方向の傾斜しか検知することしかできないため、基準平面設定装置のように３方向についての傾斜を検知する必要がある場合には、少なくとも２個の傾斜角検知器を用いなければならず、そのため基準平面設定装置が大型化するという不具合が生じる。

【０００８】

本発明は、３方向の傾斜を検知し得る小型の傾斜角検知器を提供することを課題とする。

【０００９】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明は、内側が略球形に窪んだ凹レンズが嵌め込まれた気泡管と少なくとも１方向の気泡の動きを許容するレンズ板が嵌め込まれた気泡管とを、凹レンズとレンズ板とが互いに直角になるように相互に位置決めすると共に、両気泡管に光源からの光を透過させ、透過光を受光する光電センサで求めた各気泡管内の気泡の影の位置から傾斜角を検知する傾斜角検知器において、上記光源と光電センサとの内の少なくとも一方を共用したことを特徴とする。

【００１０】

尚、気泡管に互いに直角な２面を形成すると共に、一方の面に内側が略球形に窪んだ凹レンズを嵌め込むと共に他方の面に少なくとも１方向の気泡の動きを許容するレンズ板を嵌め込み、気泡管を共用してもよく、その場合には更に、上記光源と光電センサとの内の少なくとも一方を共用できる。

【００１１】

ところで、気泡管を供給する場合に、気泡管に磁性流体を充填し、凹レンズの中央を挟んで対向する２対の誘導コイルを、対向する方向が互いに直角になるように巻回すると共に、レンズ板の中央を挟んで上記１方向に対向する１対の誘導コイルを巻回する。

【００１２】

あるいは、気泡管を共用する場合に、凹レンズの中央を挟んで対向する２対の検知電極を、対向する方向が互いに直角になるように設けると共に、レンズ板の中央を挟んで上記１方向に対向する１対の検知電極を設け、各検知電極との間に静電容量が生じるようにベース電極を設ける。

【００１３】

一方、内部に非充填の空間が形成される量の透明な液体を充填した密閉容器に透明な入出光面と、該入出光面の一辺に交わる反射面とを設けると共に、該入出光面に対向する光源と、該光源から照射し入出光面を通って液面で反射し、次に反射面で反射し、再び液面で反射した後入出光面から出てきた光を受光する受光センサとを備え、受光センサの受光位置から傾斜角を検知する傾斜角検知器において、上記入出光面の上記一辺の対辺に交わる上記反射面に対して平行な第２の反射面を設けたことを特徴とする。

【００１４】

尚、上記反射面の上記入出光面との交辺の対辺に交わる上記入出光面に対して平行な第２

の入出光面を設けるようにしてもよい。

【００１５】

気泡管に光源からの光を透過して光電センサで受光するものでは、光源と光電センサとの内の少なくとも一方を共用することにより部品点数を少なくすることができ、これにより傾斜角検知器全体が小さくなる。

【００１６】

ところで、基準平面設定装置では同時に３方向の傾斜角を検知することはなく通常は回転ヘッドの回転軸線に直交する互いに直角な２方向の傾斜角を検知し、横転させた状態では１方向、即ち回転軸線方向の傾斜角を検知すればよい。そこで、気泡管に互いに直角な２面を設け、一方の面で互いに直角な２方向についての傾斜角を検知し、他方の面で１方向の傾斜角を検知するようにして気泡管を共用する。尚、このように気泡管を共用する場合には光源や光電センサを共用することにより更に小型化を図ることができる。

【００１７】

ところで、気泡管内に磁性流体を充填し誘導コイルのインダクタンスの変化から傾斜角を検知するものや、液体状の誘電体を充填し検知電極とベース電極との間の静電容量の変化から傾斜角を検知するものでも気泡管を共用することができ、該共用により傾斜角検知器を小型化することができる。

【００１８】

尚、透明な液体を充填しその液体の液面で光を反射させて傾斜角を検知するものでは、入出光面の一辺とその対辺とに各々交わる互いに平行な第１と第２の１対の反射面を設けることにより、第１の反射面での反射による傾斜角の検知と、第２の反射面側に９０度回転させた状態での第２の反射面での反射による横転時の傾斜角の検知とを行うことができる。

【００１９】

さらに、第１の入出光面と、反射面の第１の入出光面との交辺の対辺に交わる第１の入出光面に対して平行な第２の入出光面を有し、第１の入出光面に対応して光源と受光センサとを有する第１のセンサユニットと、第２の入出光面に対応して送光部と受光部とを有する第２のセンサユニットとを設けてもよい。

このように反射面の入出光面との交辺の対辺に交わる入出光面に平行な第２の入出光面を設ける場合には第２の入出光面側に９０度回転させることにより横転時の傾斜角の検知を行うことができる。

【００２０】

【発明の実施の形態】

図１を参照して、１は第１の気泡管であり、少なくとも一面１１は透明もしくは半透明に形成されており、また該一面１１に対向する面には円形の窓穴１２が気泡管１の内部空間に連通するように形成されている。そして、気泡管１内に気泡が形成される量の透明な液体を充填し、該窓穴１２を片面が球形に窪んだ凹レンズＬ１で塞ぐ。すると凹レンズＬ１が上面になる状態（図示の状態）では気泡は凹レンズＬ１の中央に位置し、Ｘ軸方向またはＹ軸方向に気泡管１が傾くと気泡は凹レンズＬ１に対して相対的に移動する。そこで、凹レンズＬ１の上面に４分割された光電センサＳ１を取り付け、光源３からの光をコリメータレンズ３１を介して平行にした後上記一面１１に照射するようにした。気泡が凹レンズＬ１の中央に位置している状態では４分割された光電センサＳ１の各セルの出力はすべて同一であるが、気泡が凹レンズＬ１に対して移動すると、気泡の影がいずれかのセルにかかり、そのセルの出力が低下する。従って、どのセルがどの程度の出力低下状態になったかということがわかれば気泡管１の傾斜方向及び傾斜角を求めることができる。また、第２の気泡管２を第１の気泡管１に対して９０度回動した状態になるよう相対的に位置決めした状態で設け、第１の気泡管１に面する側面２１を透明もしくは半透明に形成すると共に、該側面２１に対向する面に矩形の窓穴２２を開設した。そして、第２の気泡管２内に透明な液体を充填した後、片面が円筒形状に窪んだレンズ板Ｌ２で窓穴２２を塞いだ。該レンズ板Ｌ２の円筒部分の曲率は凹レンズＬ１の曲率と同じに設定した。従って、凹レ

ンズＬ１を用いた場合の感度とレンズ板Ｌ２を用いた場合の感度とは同じになる。そして、更にレンズ板Ｌ２の窪みの軸線方向に対向するように２分割された光電センサＳ２をレンズ板Ｌ２の外側面に取り付けた。また、上記コリメータレンズ３１と第１の気泡管１との間にビームスプリッタ４を配設し、光源３からの光を第２の気泡管２に分岐させるようにした。従って、Ｙ軸を中心に時計回りに９０度回転させレンズ板Ｌ２の取付面が上面になるようにすると、気泡管２がＺ軸方向に沿って傾くことにより気泡はレンズ板Ｌ２の窪みの軸線方向に沿って相対的に移動する。すると２分割された光電センサＳ２の両セルの内の一方の出力が低下し、該出力の低下量から気泡管２の傾斜方向及び傾斜角を知ることができる。ところで、図１に示した実施形態ではビームスプリッタ４をコリメータレンズ３１と第１の気泡管１との間に配設したが、光源３とコリメータレンズ３１との間に配設してもよい。但し、その場合にはビームスプリッタ４と第２の気泡管２との間に別途コリメータレンズ３１を追加する必要がある。

【００２１】

ところで、上記図１に示したものでは光源３を共用するものであったが、図２に示すように光電センサを共用するようにしてもよい。尚、図２に示すものでは４分割された光電センサＳ１を用いる。４分割された光電センサＳ１によって気泡の影の移動を検知することができるので、気泡の影のＺ方向の移動量からＺ軸の傾器量の検知もできる。また、図３に示すように光源３及び光電センサの双方を共用するようにしてもよい。尚、図３において４は反射鏡、Ａは気泡である。

【００２２】

以上、図１乃至図３に示したものでは円形の気泡管を２個用いたが、図４に示すように、気泡管を共用し、１個の気泡管６を用いるようにしてもよい。該気泡管６は互いに直角な２面に各々窓穴を設け凹レンズＬ１とレンズ板Ｌ２とを嵌め込んだものである。従って、図４に示す状態では気泡は凹レンズＬ１の略中央に位置しているが、円形気泡管６を９０度回転しレンズ板Ｌ２が上面になるようにすると円形気泡管６内を移動して気泡はレンズ板Ｌ２の下面に移動する。尚、図５に示すように光源３や気泡管及び光電センサを共用してもよい。

【００２３】

ところで、図４に示したものでは気泡管６に光源３からの光を透過させ、気泡の影の位置から傾斜角を検知するものであったが、図６に示すように、気泡管６に磁性流体を充填するようにしてもよい。その場合には、凹レンズＬ１の中央を挟んで対峙する２対の誘導コイル（ヘルムホイルコイル）７１・７１・７２・７２と、レンズ板Ｌ２の中央を挟んで対峙する１対の誘導コイル７３・７３を気泡管６に巻回する。このように構成すると、気泡管が傾かず気泡が凹レンズＬ１またはレンズ板Ｌ２の中央に位置する場合には気泡を挟んで対峙する誘導コイルのインダクタンスは等しい値になる。ところが気泡管６が傾いて気泡が移動すると、気泡が移動した側の誘導コイルのコアに相当する部分の磁性流体の量が減少し、インダクタンスが変化する。従って、図６に示す状態では２対の誘導コイル７１・７１・７２・７２のインダクタンスの変化量から気泡管６の傾斜方向及び傾斜角を検知することができる。また、気泡管６を９０度回転させレンズ板Ｌ２が上面になるようにすると１対の誘導コイル７３・７３のインダクタンスの変化量から気泡管の傾斜角を検知することができる。

【００２４】

あるいは図７に示すように、気泡管６内に液体状の誘電体を充填すると共に、凹レンズＬ１及びレンズ板Ｌ２が取り付けられている面に対向する面の内側全面にわたってベース電極８１を張り付けると共に、凹レンズＬ１の内面に４分割した検知電極８２を張り付け、レンズ板Ｌ２の内面に２分割した検知電極８３を張り付けてもよい。このように誘電体が充填された気泡管６内に検知電極８２・８３とベース電極８１との間で静電容量（キャパシタンス）が発生する。次に気泡が移動すると、検知電極８２または検知電極８３のいずれかの部分に触れ、その部分の検知電極と誘電体との接触を断つ。すると静電容量が変化するので、該変化から傾斜方向や傾斜角を検知する。

【００２５】
以上説明した実施形態はいずれも気泡管内の気泡の移動から気泡管の傾斜角を検知するものであったが、図８（Ａ）（Ｂ）に示すように、例えば立方体からなる密閉容器９の一面に透明な入出光面９１を形成すると共に、該入出光面９１を挟み該入出光面９１の一辺とその対辺とに各々交わる１対の面の一方を第１の反射面９２とし、他方を第２の反射面９３とした。そして該密閉容器９内には略半分の量の透明な液体Ｗを注入した。また、入出光面９１の外側にはコリメータレンズ３１を挟んでセンサユニット１００を配設した。該センサユニット１００は送光部と受光部とを備えており、送光部から照射された光はコリメータレンズ３１から入出光面９１を通って液体Ｗの液面ＷＳで反射された後、反射面９２に到達する。すると、光は該反射面９２で反射され再び液面ＷＳで反射された後入出光面９１及びコリメータレンズ３１を通ってセンサユニット１００の受光部に帰ってくる。該受光部には例えば画像センサのように受光部に帰ってきた光の位置を検知することができるセンサが取り付けられている。従って、密閉容器９が傾くと液面ＷＳが密閉容器９に対して相対的に傾斜し、受光部に帰ってくる光の位置が変化する。その変化の方向及び変化量を受光部のセンサで検知し、その結果から密閉容器の傾斜方向及び傾斜角を検知する。

【００２６】
本実施形態のものでは入出光面９１を挟んで対向し上記反射面９２に対して平行な第２の反射面９３を設けた。従って、Ｙ軸を中心に９０度回転させると図８（Ａ）に示す状態から図８（Ｂ）に示す状態になり、センサユニット１００の送光部から出た光は第２の反射面９３で反射されて受光部へと戻っていく。

【００２７】
ところで、図８に示すものでは密閉容器９に１つの入出光面９１と入出光面９１を挟んで互いに平行な２つの反射面９２・９３を設けたが、図９に示すように、１つの反射面９２を挟み該反射面９２の一辺とその対辺とに各々交わる１対の面の一方である第１の入出光面９１に対して平行な他方の面である第２の入出光面９４を設けるようにしてもよい。尚、そのように構成する場合には第１の入出光面９１に対向して設けたセンサユニット１００の他に第２の入出光面９４に対向させて第２のセンサユニット１０１を設ける必要がある。該構成によれば、図９（Ａ）に示す状態では第１のセンサユニット１００から照射された光は第１の入出光面９１を通って液面ＷＳ及び反射面９２で反射され、再び液面ＷＳで反射されたあと第１の入出光面９１を通ってセンサユニット１００に帰る。そして、密閉容器９を９０度回転させると図９（Ｂ）に示す状態になり、第２のセンサユニット１０１から照射された光は第２の入出光面９４を通って液面ＷＳ及び反射面９２で反射され、再び液面ＷＳで反射されたあと第２の入出光面９４を通ってセンサユニット１０１に帰る。

【００２８】
【発明の効果】
以上のように、本発明によると、基準平面設定装置に用いられる３方向の傾斜角を検知する傾斜角検知器を小型化することができる。

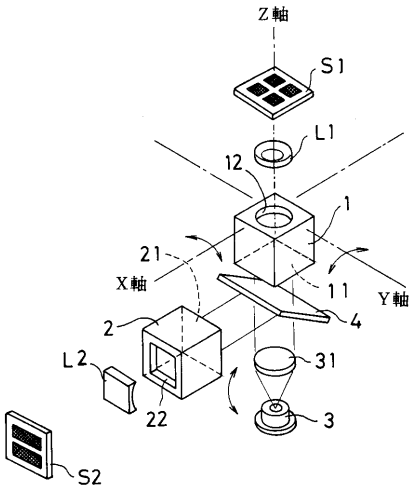
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明の第１の実施の形態の構成を示す分解斜視図
【図２】第２の実施の形態の構成を示す斜視図
【図３】第３の実施の形態の構成を示す図
【図４】第４の実施の形態の構成を示す分解斜視図
【図５】第５の実施の形態の構成を示す図
【図６】第６の実施の形態の構成を示す斜視図
【図７】第７の実施の形態の構成を示す斜視図
【図８】（Ａ）第８の実施の形態の構成を示す斜視図
（Ｂ）９０度回転時の状態を示す斜視図
【図９】（Ａ）第９の実施の形態の構成を示す斜視図

（Ｂ）９０度回転時の状態を示す斜視図

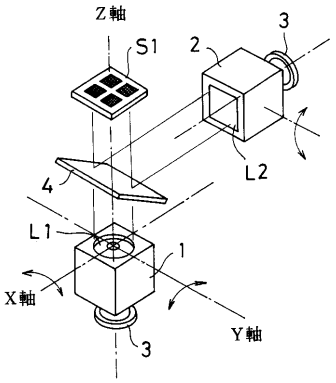
【符号の説明】

１　第１の気泡管
２　第２の気泡管
３　光源
４　ビームスプリッタ
６　気泡管
９　密閉容器
３１　コリメータレンズ
７１・７２・７３　誘導コイル
８１　ベース電極
８２・８３　検知電極
９１　第１の入出光面
９２　第１の反射面
９３　第２の反射面
９４　第２の入出光面
１００　第１のセンサユニット
１０１　第２のセンサユニット
Ｌ１　凹レンズ
Ｌ２　レンズ板
Ｓ１　光電センサ
Ｓ２　光電センサ
ＷＳ　液面

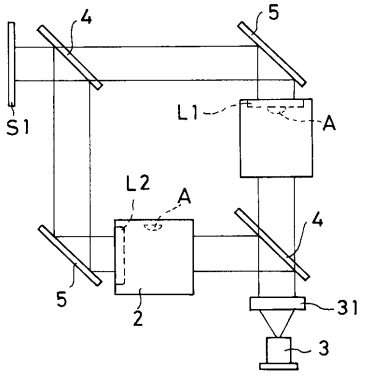
【図１】



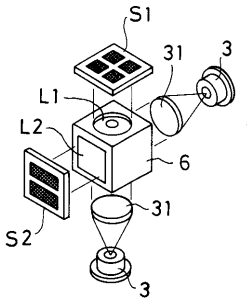
【図２】



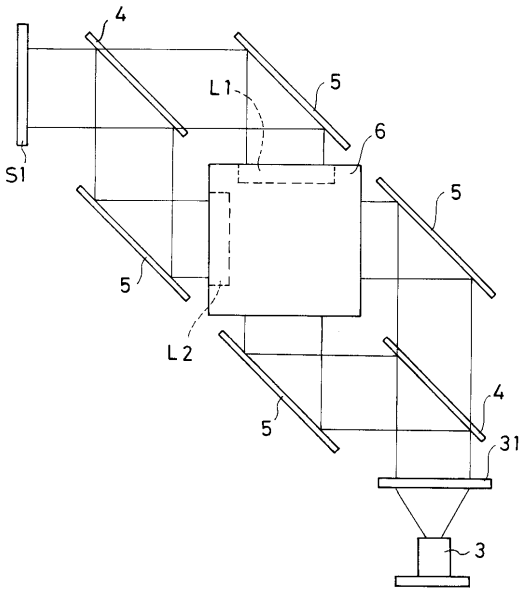
【図３】



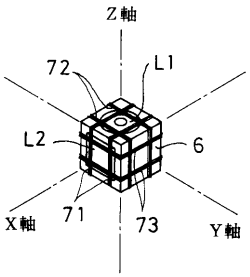
【図４】


S1
31
3
L1
L2
6
31
S2
3

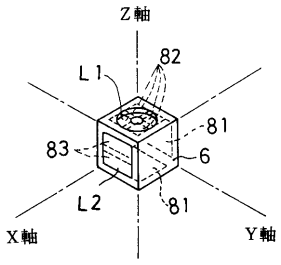
【図５】


4
L1
5
6
S1
5
5
L2
5
4
31
3

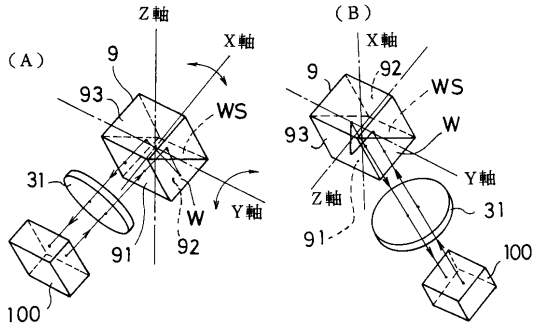
【図６】


Z軸
72
L1
L2
6
X軸
71
73
Y軸

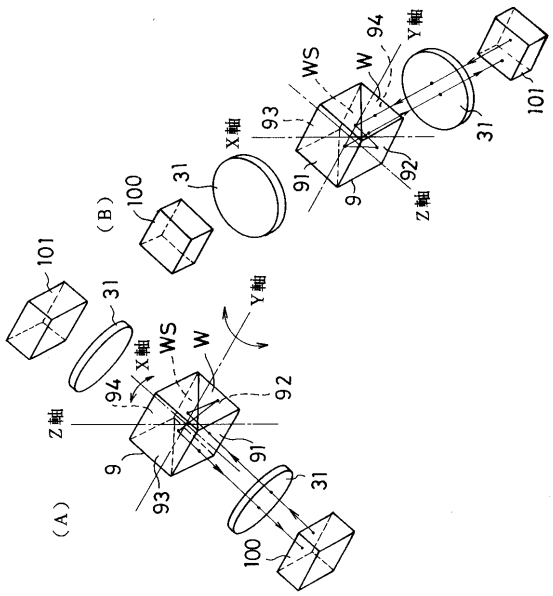
【図７】


Z軸
L1
82
81
83
6
L2
81
X軸
Y軸

【図８】


(A)
Z軸
X軸
9
93
WS
31
W
Y軸
91
92
100
(B)
X軸
9
92
WS
93
W
Y軸
Z軸
31
91
100

【図９】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０８－０３５８３５（ＪＰ，Ａ）
特開昭５８－０９９７１２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
G01C 9/00-9/36