

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4653898号
(P4653898)

(45) 発行日 平成23年3月16日 (2011. 3. 16)

(24) 登録日 平成22年12月24日 (2010. 12. 24)

(51) Int. Cl.		F I	
GO 1 C	9/20	(2006. 01)	GO 1 C 9/20
GO 1 C	9/06	(2006. 01)	GO 1 C 9/06 A
GO 1 C	15/00	(2006. 01)	GO 1 C 15/00 1 O 5 S

請求項の数 12 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2001-94003 (P2001-94003)	(73) 特許権者	000220343 株式会社トプコン 東京都板橋区蓮沼町75番1号
(22) 出願日	平成13年3月28日 (2001. 3. 28)	(74) 代理人	100083563 弁理士 三好 祥二
(65) 公開番号	特開2002-286448 (P2002-286448A)	(72) 発明者	大友 文夫 東京都板橋区蓮沼町75番1号 株式会社トプコン内
(43) 公開日	平成14年10月3日 (2002. 10. 3)	(72) 発明者	古平 純一 東京都板橋区蓮沼町75番1号 株式会社トプコン内
審査請求日	平成20年3月12日 (2008. 3. 12)	審査官	須中 栄治

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 傾斜検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

自由液面を形成する液体部材と、構造部材に固定された固定反射部材と、直線偏光を前記液体部材に投光する自由液面投光系と、該自由液面投光系と同位相の直線偏光を前記固定反射部材に投光する固定反射部材投光系と、前記液体部材への入射、反射の共通光路に設けられた / 4 位相差板と、前記固定反射部材への入射、反射の共通光路に設けられた / 4 位相差板と、前記液体部材の自由液面からの反射光と前記固定反射部材からの反射光のみを透過し受光素子に導く偏光光学部材を有する受光光学系と、前記受光素子が受光した2つの反射像の偏差から装置自体の傾きを演算する演算処理部を具備することを特徴とする傾斜検出装置。

【請求項 2】

前記自由液面投光系に第1パターンが設けられ、前記固定反射部材投光系に第2パターンが設けられ、前記反射像はパターン像である請求項1の傾斜検出装置。

【請求項 3】

前記第1パターン、第2パターンは暗視野パターンである請求項2の傾斜検出装置。

【請求項 4】

投光光束の偏光方向が偏光板により方向付けされている請求項1の傾斜検出装置。

【請求項 5】

前記自由液面投光系、固定反射部材投光系、受光光学系がビームスプリッタを有し、該ビームスプリッタが半透過面を透過する透過光に対して傾斜する面を有している請求項1

の傾斜検出装置。

【請求項 6】

前記自由液面投光系と、前記固定反射部材投光系とが共通の光源と、該光源からの光線を前記液体部材への光束と、前記固定反射部材への光束とに分割するビームスプリッタとを具備する請求項 1 の傾斜検出装置。

【請求項 7】

前記共通の光源からの光束が透過する様配置されたパターンを具備し、該パターンは更に前記液体部材への光束が透過するパターンと固定反射部材への光束を透過するパターンを有している請求項 6 の傾斜検出装置。

【請求項 8】

前記液体部材が容器に収納され、該容器の上面は前記自由液面を透過する透過光に対して傾斜している請求項 1 の傾斜検出装置。

【請求項 9】

前記自由液面投光系は光線を前記液体部材に向け反射し、該液体部材からの反射光を透過するハーフミラーを具備し、該ハーフミラーと前記液体部材とは光学的に一体に構成されている請求項 1 の傾斜検出装置。

【請求項 10】

前記ハーフミラーと前記液体部材とは光学部材を介して光学的に一体化されている請求項 9 の傾斜検出装置。

【請求項 11】

前記液体部材の屈折率と、前記光学部材の屈折率とは、近似値となっている請求項 10 の傾斜検出装置。

【請求項 12】

前記液体部材と前記光学部材との間に反射防止膜が施されている請求項 10 の傾斜検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は自由液面を形成する液体部材を利用した傾斜検出装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

本出願人は特開平 11 - 118482 号に於いて、自由液面を利用した傾斜検出装置を提案している。

【0003】

図 11、図 12 に於いて、特開平 11 - 118482 号で示される傾斜検出装置について概略を説明する。

【0004】

水平方向に光線を発する第 1 光源 1、例えば LED が設けられ、該第 1 光源 1 の光軸上に第 1 コンデンサレンズ 2、第 1 パターン 3、第 2 コンデンサレンズ 4、第 1 ハーフミラー 5 が配設され、該第 1 ハーフミラー 5 の反射光軸上に液体部材 6 が配設され、該液体部材 6 は自由液面 6 a を形成する様に容器 7 に入れられている。前記液体部材 6 の材質としては適度な粘性を有する液体、例えばシリコンオイルが使用される。前記第 1 光源 1 と液体部材 6 の自由液面 6 a とは共役な位置に配置されている。

【0005】

前記第 1 ハーフミラー 5 で反射された光線は前記自由液面 6 a で反射され、前記第 1 ハーフミラー 5 を透過する。該第 1 ハーフミラー 5 の透過光軸上に第 3 コンデンサレンズ 9、受光手段 11 が配設される。

【0006】

前記第 1 光源 1 から発せられた光線は、前記第 1 コンデンサレンズ 2 で平行光束とされる。前記第 1 パターン 3 を透過した光線は前記第 2 コンデンサレンズ 4 を透過し、前記第 1

10

20

30

40

50

ハーフミラー 5 で上方に反射され、前記自由液面 6 a で反射され、更に前記第 1 ハーフミラー 5、第 3 コンデンサレンズ 9 を透過して、前記受光手段 1 1 で受光される。前記第 2 コンデンサレンズ 4、第 3 コンデンサレンズ 9 は前記第 1 パターン 3 の像を前記受光手段 1 1 に結像する。該受光手段 1 1 の受光結果は演算処理部 1 3 に入力される。

【 0 0 0 7 】

前記受光手段 1 1 には基準位置が設定されており、傾斜検出装置自体が水平である場合に前記自由液面 6 a から反射され、前記受光手段 1 1 に結像したパターン像が基準位置に合致する様になっている。

【 0 0 0 8 】

傾斜検出装置自体が 傾斜すると、前記自由液面 6 a は水平を維持するので該自由液面 6 a は装置自体に対して相対的に 傾斜することになる。従って、前記液体部材 6 の屈折率を n とすると、前記自由液面 6 a で反射された光線は入射光軸に対して $2n$ の偏角を生じる。前記第 3 コンデンサレンズ 9 の焦点距離を f とすると前記受光手段 1 1 上での移動量 L は、下記数式 1 で表される。

【 0 0 0 9 】

$L = f \times \tan(2n) \dots$ 数式 1

【 0 0 1 0 】

而して、前記演算処理部 1 3 に於いて基準位置に対するパターン像の前記 L を求め、更に逆算することで傾斜検出装置自体の傾斜 を求めることができる。

【 0 0 1 1 】

【発明が解決しようとする課題】

上記した従来の傾斜検出装置では、受光素子上に基準位置を設定しており、この為、基準位置が経時的に変化する可能性がある。又、環境温度の変化により受光素子が移動する可能性もある。斯かる場合、基準位置が変位する為、傾斜検出に誤差が発生するという問題があった。

【 0 0 1 2 】

又、傾斜検出装置を備えた装置、例えば測量機等で作業に応じ機能を有するユニットを着脱する様になっているものがある。この場合、従来の傾斜検出装置では、傾斜検出装置が設けられているアッセンプリの傾斜しか検出できないので、ユニットの傾斜については不確定となっていた。

【 0 0 1 3 】

本発明は斯かる実情に鑑み、経時的な誤差、環境温度の変化に影響されることなく、正確な傾斜が検出でき、更に、傾斜検出装置が設けられているアッセンプリに他のアッセンプリを取付けた場合にも、他のアッセンプリを含んだ傾斜の検出を可能としたものである。

【 0 0 1 4 】

【課題を解決するための手段】

本発明は、自由液面を形成する液体部材と、構造部材に固定された固定反射部材と、前記液体部材に投光する自由液面投光系と、前記固定反射部材に投光する固定反射部材投光系と、前記液体部材の自由液面からの反射光と前記固定反射部材からの反射光を受光素子に導く受光光学系と、前記受光素子が受光した 2 つの反射像の偏差から装置自体の傾きを演算する演算処理部を具備する傾斜検出装置に係り、又前記自由液面投光系に第 1 パターンが設けられ、前記固定反射部材投光系に第 2 パターンが設けられ、前記反射像はパターン像である傾斜検出装置に係り、又前記第 1 パターン、第 2 パターンは暗視野パターンである傾斜検出装置に係り、又前記自由液面投光系、固定反射部材投光系は同位相の直線偏光を投光し、前記液体部材への入射、反射の共通光路に $1/4$ 位相差板が設けられ、前記固定反射部材への入射、反射の共通光路に $1/4$ 位相差板が設けられ、前記受光光学系は前記液体部材、固定反射部材からの反射光のみを透過する偏光光学部材を具備した傾斜検出装置に係り、又投光光束の偏光方向が偏光板により方向付けされている傾斜検出装置に係り、又前記自由液面投光系、固定反射部材投光系、受光光学系がビームスプリッタを有し、該ビームスプリッタが半透過面を透過する透過光に対して傾斜する面を有している傾斜

10

20

30

40

50

検出装置に係り、又前記自由液面投光系と、前記固定反射部材投光系とが共通の光源と、該光源からの光線を前記液体部材への光束と、前記固定反射部材への光束とに分割するビームスプリッタとを具備する傾斜検出装置に係り、又前記共通の光源からの光束が透過する様配置されたパターンを具備し、該パターンは更に前記液体部材への光束が透過するパターンと固定反射部材への光束を透過するパターンを有している傾斜検出装置に係り、又前記液体部材が容器に収納され、該容器の上面は前記自由液面を透過する透過光に対して傾斜している傾斜検出装置に係り、又前記自由液面投光系は光線を前記液体部材に向け反射し、該液体部材からの反射光を透過するハーフミラーを具備し、該ハーフミラーと前記液体部材とは光学的に一体に構成されている傾斜検出装置に係り、又前記ハーフミラーと前記液体部材とは光学部材を介して光学的に一体化されている傾斜検出装置に係り、又前記液体部材の屈折率と、前記光学部材の屈折率とは、近似値となっている傾斜検出装置に係り、更に又前記液体部材と前記光学部材との間に反射防止膜が施されている傾斜検出装置に係るものである。

10

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しつつ本発明の実施の形態を説明する。

【0016】

図1に於いて、本発明の第1の実施の形態を説明する。尚、図1中、図11中で示したものと同等のものには同符号を付してある。

【0017】

20

水平方向に光線を発する第1光源1、例えばLEDが設けられ、該第1光源1の光軸上に第1コンデンサレンズ2、第1パターン3、第2コンデンサレンズ4、第1ハーフミラー5が配設され、該第1ハーフミラー5の反射光軸上に液体部材6が配設され、該液体部材6は自由液面6aを形成する様に容器(図示せず)に入れられている。前記液体部材6の材質としては適度な粘性を有する液体、例えばシリコンオイルが使用される。前記第1光源1と前記自由液面6aとは共役な位置に配置することも可能である。共役な位置に配設することで、前記自由液面6aでの反射面積が最小となり、前記液体部材6の表面張力による誤差を最小にすることができる。更に、該液体部材6の体積を少なくするという効果もある。

【0018】

30

前記第1光源1、第1コンデンサレンズ2、第1パターン3、第2コンデンサレンズ4、第1ハーフミラー5等は自由液面投光系8を構成する。

【0019】

前記第1ハーフミラー5で反射された光線は前記自由液面6aで反射され、前記第1ハーフミラー5を透過する。該第1ハーフミラー5の透過光軸10上に第2ハーフミラー15、第3コンデンサレンズ9、受光手段11が配設される。該受光手段11は例えばCCDエリアセンサが用いられる。

【0020】

前記第1ハーフミラー5の透過光軸10と平行な投光光軸を有する第2光源17が配設され、該第2光源17の投光光軸上に第4コンデンサレンズ18、第2パターン19、第5コンデンサレンズ20、第3ハーフミラー21が配設され、該第3ハーフミラー21は前記第2ハーフミラー15と対向している。

40

【0021】

前記第3ハーフミラー21の透過光軸上に該透過光軸と垂直な反射部材22が配設されている。該反射部材22は傾斜検出装置の筐体等の構造部材に取付けられている。従って、傾斜検出装置自体が水平に正しく設置された場合は前記反射部材22の反射面は水平となる。

【0022】

前記第2光源17、第4コンデンサレンズ18、第2パターン19、第5コンデンサレンズ20、第3ハーフミラー21等は固定反射部材投光系24を構成し、前記第1ハーフミ

50

ラー 5、第 2 ハーフミラー 1 5、第 3 ハーフミラー 2 1、第 3 コンデンサレンズ 9、受光手段 1 1 等は受光光学系 1 2 を構成する。

【 0 0 2 3 】

而して、前記第 1 光源 1 から射出された光線は、第 1 コンデンサレンズ 2 で平行光束とされ、前記第 1 パターン 3、第 2 コンデンサレンズ 4 を透過した後、前記第 1 ハーフミラー 5 で反射され、更に前記自由液面 6 a で反射され、前記第 1 ハーフミラー 5、第 2 ハーフミラー 1 5、前記第 3 コンデンサレンズ 9 を透過して前記受光手段 1 1 により受光される。即ち、前記第 1 パターン 3 の第 1 パターン像 3 a (図示せず) は前記第 3 コンデンサレンズ 9 により前記受光手段 1 1 に結像される。

【 0 0 2 4 】

又、前記第 2 光源 1 7 から射出された光線は、前記第 4 コンデンサレンズ 1 8 で平行光束とされ、前記第 2 パターン 1 9 を透過し、更に前記第 5 コンデンサレンズ 2 0、第 3 ハーフミラー 2 1 を透過し、前記反射部材 2 2 で反射され、前記第 3 ハーフミラー 2 1、第 2 ハーフミラー 1 5 で反射され、前記第 3 コンデンサレンズ 9 を経て前記受光手段 1 1 に受光される。即ち、前記第 2 パターン 1 9 の第 2 パターン像 1 9 a (図示せず) も前記第 3 コンデンサレンズ 9 を経て前記受光手段 1 1 に結像される。

【 0 0 2 5 】

尚、前記反射部材 2 2 からの反射光で前記第 2 ハーフミラー 1 5 で反射された状態の反射光軸 2 3 は前記透過光軸 1 0 が鉛直の場合に該透過光軸 1 0 に合致する。従って、前記第 1 パターン 3 の第 1 パターン像 3 a と第 2 パターン 1 9 の第 2 パターン像 1 9 a とが合致する様になっている。

【 0 0 2 6 】

前記透過光軸 1 0 は前記自由液面 6 a で反射されたものであり、従って、傾斜検出装置自体が傾斜していると、前記液体部材 6 の自由液面 6 a は傾斜検出装置自体に対して相対的に傾斜し、その結果入射光軸に対して反射光軸 2 3 が偏角する。

【 0 0 2 7 】

前述した様に、前記自由液面 6 a が 傾斜した場合、液体部材 6 の屈折率 n とすると反射光軸は $2n$ 偏角し、数式 1 で示した通り前記受光手段 1 1 上では、前記第 1 パターン像 3 a は $f \times \tan(2n)$ だけ基準位置から移動する。

【 0 0 2 8 】

一方、前記固定反射部材投光系 2 4 の投光光軸は傾斜検出装置自体に対して固定され、又前記反射部材 2 2 も傾斜検出装置自体に対して固定されている。従って、前記反射部材 2 2 で反射された光線の、前記受光手段 1 1 での受光位置 (第 2 パターン像 1 9 a の位置) は傾斜検出装置自体の傾斜に拘らず一定している。

【 0 0 2 9 】

而して、前記第 2 パターン像 1 9 a に対する前記第 1 パターン像 3 a 間の偏差は、即ち該第 1 パターン像 3 a の移動量 L として検出することができ、前記受光手段 1 1 の第 2 パターン像 1 9 a に対する第 1 パターン 3 の方向を検出することで、傾斜方向も検出することが可能である。

【 0 0 3 0 】

演算処理部 1 3 に於いて、前記受光手段 1 1 からの受光信号に基づき前記第 1 パターン像 3 a と第 2 パターン像 1 9 a との偏差を求め、更に偏差に基づき傾斜量、傾斜方向が演算される。

【 0 0 3 1 】

尚、前記受光光学系 1 2 からの第 2 パターン像 1 9 a は基準として使用するものであるから、傾斜検出装置自体が水平な状態に於いて、前記反射部材 2 2 からの反射光軸 2 3 と前記自由液面 6 a からの反射光軸 2 3 は必ずしも合致していなくても、又平行でなくてもよい。要は前記受光手段 1 1 に傾斜検出装置自体の傾斜に拘らず固定した第 2 パターン像 1 9 a が形成されればよい。更に、傾斜検出装置自体が水平状態で前記第 1 パターン像 3 a と第 2 パターン像 1 9 a とは前記受光手段 1 1 上で必ずしも合致する必要はなく、両者の

10

20

30

40

50

ずれ量は演算する場合の補正值とすればよい。

【0032】

前記第1パターン像3aの移動量Lについての演算について説明する。

【0033】

前記第1パターン3、第2パターン19は共に透明基板に不透明なパターンを形成するか、或は不透明な基板にパターンを打抜いたものであり、暗視野パターンを形成する。前記第1パターン3は例えば図2に示され、前記第2パターン19は例えば図3に示される。

【0034】

先ず、前記第1パターン3について説明すると、該第1パターン3はスリット26を所定等間隔(ピッチ)pで打抜き形成したスリット列であり、該スリット列の方向を例えばX軸方向とする。前記各スリット26は一方向に漸次幅が減少する細長3角形状をしており、長手方向がY軸方向に一致している。

【0035】

次に、前記第2パターン19はスリット27a、27bを十字状に打抜きしたものであり、前記受光手段11に投影された状態で前記スリット27aがY軸方向と平行であり、前記スリット27bがX軸方向と平行であり、該スリット27bは前記スリット26を横切る位置である。

【0036】

前記した様に、傾斜検出装置自体が傾斜すると、前記自由液面6aが傾斜検出装置自体に対し相対的に傾斜し、前記受光手段11上で $f \times \tan(2n)$ だけ移動する。

【0037】

図4に示す様に、前記スリット26・・・の特定のパターンをスタートパターンとして着目し、水平基準位置即ち前記受光手段11上のスリット27aと前記スタートパターンとの距離dxを測定すればよい。

【0038】

又、ピッチ間隔以下の距離に関しては、前記受光手段11の出力のフーリエ変換を行うことにより、ピッチ間隔に対する水平基準位置との位相差を計算する。

【0039】

$$x p / (2 \dots) \dots \dots \text{数式 2}$$

【0040】

数式2によりを求めることにより、ピッチ間隔以下の距離を高精度に測定可能である。そして、上記スタートパターンの距離から求めたピッチ間隔以上の距離と合わせることで、全体の距離を演算することができる。

【0041】

又、Y軸方向の移動量(傾き角)であるが、Y軸方向の移動量は、幅が変化するスリット26の3角形状より演算する。

【0042】

即ち、前記スリット27bが前記スリット26をX軸方向に横切る様投影され、而も前記スリット27bは移動しないので、傾斜検出装置自体がY軸方向に傾くと、前記スリット27bが横切る3角形のスリット26の幅が変化することになる。この変化量は、Y軸方向の傾き角と比例する為、前記演算処理部13は幅の変化を基にY軸方向の傾き角を算出することができる。

【0043】

測定精度を上げる為に、全てのスリット26についての横切る幅について演算を行い、平均dyaveを求め、ピッチ幅p及び予め決められた比例関係kより、受光手段11上の距離Lを下記数式3により求めることができる。

【0044】

$$L = k \times d y a v e / p \dots \dots \text{数式 3}$$

【0045】

更に、数式1よりY軸方向の傾きを計算することができる。

【0046】

尚、幅が変化するスリット26は、3角形に限ることなく、幅が変化し、傾きとの対応が設定されるものであればよい。

【0047】

図5により、本発明の第2の実施の形態を説明する。

【0048】

尚、図5中、図1中で示したものと同等のものには同符号を付し、その説明は省略する。

【0049】

図5の実施例では第1ハーフミラー5、第2ハーフミラー15、第3ハーフミラー21についての変更である。それぞれ同様の変更であるので、以下は第1ハーフミラー5について説明する。

10

【0050】

前記第1ハーフミラー5を半透過面28aを有するビームスプリッタ28としたものである。該ビームスプリッタ28では前記第1光源1からの光線の内、前記半透過面28aの透過光に対して傾斜する面28bを有する。

【0051】

該面28bは前記半透過面28aを透過した光線を入射光軸から偏向させて反射するので、前記面28bの反射光は前記受光手段11に入射しない。この為、該受光手段11が受光する光線に対してノイズが減少する。

【0052】

20

図6により、本発明の第3の実施の形態を説明する。

【0053】

尚、図6中、図1中で示したものと同等のものには同符号を付し、その説明は省略する。

【0054】

図6は、前記半透過面28aと前記液体部材6とを光学的に一体化させる為の光学部材29を具備している。該光学部材29は前記液体部材6と同一、又は近似した屈折率を有している。この為、該液体部材6と前記光学部材29との境界面での反射、屈折が防止されるので、不要な反射光の発生が防止でき、高精度の測定を実現させることができる。

【0055】

又、前記光学部材29と液体部材6との屈折率が異なる場合、前記光学部材29と液体部材6と接する面に、前記光学部材29の屈折率と液体部材6の屈折率との中間の媒質を用いた反射防止膜を設けることにより、この境界面での反射光を減少させることができる。

30

【0056】

図7により、本発明の第4の実施の形態を説明する。

【0057】

尚、図7中、図1中で示したものと同等のものには同符号を付し、その説明は省略する。

【0058】

該第4の実施の形態は、前記液体部材6が容器31に封入された場合を示している。

【0059】

該容器31の上内面、即ち前記自由液面6aに対峙する上内面31aは前記自由液面6aに対して傾斜している。

40

【0060】

前記受光手段11は前記自由液面6aで反射された反射光を受光しているが、前記液体部材6に入射した光線の大部分(90%以上)は前記自由液面6aを透過している。この為、前記容器31の上内面31aで反射される反射光の光量は前記自由液面6aで反射される光線の光量と比較し、無視できない値となる。前記上内面31aを傾斜することで、該上内面31aで反射光が偏向し、前記自由液面6aでの反射光と外れることから前記上内面31aでの反射光は前記受光手段11で受光されない。

【0061】

従って、該受光手段11での受光のS/N比が向上し、測定精度が向上する。

50

【 0 0 6 2 】

図 8 により傾斜検出装置の第 5 の実施の形態を説明する。

【 0 0 6 3 】

尚、図 8 中、図 1 中で示したものと同等のものには同符号を付し、その説明は省略する。

【 0 0 6 4 】

該第 5 の実施の形態では図 1 で示した構成に偏光部材を追加したものであり、図 1 の実施例に於ける第 1 ハーフミラー 5、第 2 ハーフミラー 1 5、第 3 ハーフミラー 2 1 での透過及び反射の効率を向上させたものである。

【 0 0 6 5 】

前記第 1 光源 1 と前記第 1 コンデンサレンズ 2 との間に第 1 偏光板 3 2 を配設し、又前記液体部材 6 と前記第 1 ハーフミラー 5 との間、即ち光線の入射、反射の共通光路内に第 1 / 4 偏光部材 3 3 を配設する。同様に、前記第 2 光源 1 7 と前記第 4 コンデンサレンズ 1 8 との間に第 2 偏光板 3 4 を配設し、又前記反射部材 2 2 と前記第 3 ハーフミラー 2 1 との間に第 2 / 4 偏光部材 3 5 を配設する。又、前記第 1 ハーフミラー 5、第 2 ハーフミラー 1 5、第 3 ハーフミラー 2 1 として偏光ビームスプリッタが用いられる。前記第 1 ハーフミラー 5、第 2 ハーフミラー 1 5、第 3 ハーフミラー 2 1 は S 偏光を反射し、P 偏光を透過する様になっている。

10

【 0 0 6 6 】

光源としては、偏光が規定されない光源として LED 等が用いられる。

【 0 0 6 7 】

前記第 1 光源 1 から発せられた光線は、前記第 1 偏光板 3 2 で S 偏光の直線偏光になり、前記第 1 ハーフミラー 5 に入射する。前記した様に該第 1 ハーフミラー 5 は S 偏光を反射し、P 偏光を透過する偏光ビームスプリッタとして作用する。従って、前記第 1 光源 1 からの光線は前記液体部材 6 へ向かって反射される。該液体部材 6 で反射された光線は前記第 1 / 4 偏光部材 3 3 を 2 回透過することとなり、P 偏光の直線偏光となる。従って、前記第 1 ハーフミラー 5、第 2 ハーフミラー 1 5 を透過し、前記受光手段 1 1 で受光される。

20

【 0 0 6 8 】

前記第 2 光源 1 7 から発せられた光線は P 偏光の直線偏光であり、前記第 3 ハーフミラー 2 1 を透過して前記反射部材 2 2 で反射される。該反射部材 2 2 で反射される過程で、前記第 2 / 4 偏光部材 3 5 を 2 回透過することとなるので、反射光は S 偏光となる。従って、前記第 3 ハーフミラー 2 1、第 2 ハーフミラー 1 5 で反射されて、前記受光手段 1 1 に受光される。

30

【 0 0 6 9 】

上記した様に、偏光を用いて、反射、透過を行っているので、効率が向上し、前記受光手段 1 1 での受光量が多くなり、測定精度が向上する。

【 0 0 7 0 】

尚、半導体レーザの様に、直線偏光のレーザ光線を発する光源を使用すれば、前記第 1 偏光板 3 2、第 2 偏光板 3 4 は省略することができる。

【 0 0 7 1 】

図 9、図 1 0 により傾斜検出装置の第 6 の実施の形態を説明する。

40

【 0 0 7 2 】

該実施の形態では、図 1 で示した第 1 の実施の形態に於ける第 1 光源 1、第 2 光源 1 7 を 1 つの光源で機能させる様にしたものである。

【 0 0 7 3 】

第 1 光源 1 の光軸上に第 1 コンデンサレンズ 2、第 1 パターン 3、第 2 コンデンサレンズ 4 を順次配設し、前記第 2 コンデンサレンズ 4 に対向してビームスプリッタ 3 7、該ビームスプリッタ 3 7 の上面に容器（図示せず）に入れられた液体部材 6 が設けられている。前記ビームスプリッタ 3 7 を挟んで第 2 コンデンサレンズ 4 の反対側にミラー等の反射手段 3 8 を配設し、該反射手段 3 8 の反射面に臨む様に反射部材 2 2 が配設されている。該

50

反射部材 2 2 は傾斜検出装置自体の筐体等固定の構造部材に取付けられ、傾斜検出装置自体が水平にセットされた状態で反射面が水平となる様になっている。

【 0 0 7 4 】

前記液体部材 6 の自由液面 6 a と対向して第 3 コンデンサレンズ 9、更に受光手段 1 1 が配設されている。

【 0 0 7 5 】

前記第 1 パターン 3 には光軸を挟んで両側にパターン 3 9、4 0 が形成される。而して、前記パターン 3 9 を透過した光束が前記液体部材 6 に向かう様に、又前記パターン 4 0 を透過した光束が前記反射部材 2 2 に向かう様に光学的配置を決定する。

【 0 0 7 6 】

前記第 1 光源 1、第 1 コンデンサレンズ 2、第 1 パターン 3、第 2 コンデンサレンズ 4、ビームスプリッタ 3 7 は自由液面投光系を構成し、前記第 1 光源 1、第 1 コンデンサレンズ 2、第 1 パターン 3、第 2 コンデンサレンズ 4、ビームスプリッタ 3 7、反射手段 3 8 は固定反射部材投光系を構成し、前記ビームスプリッタ 3 7、第 3 コンデンサレンズ 9 は受光光学系を構成する。

【 0 0 7 7 】

前記第 1 光源 1 から発せられた光線は前記第 1 コンデンサレンズ 2 で平行光束とされ、前記第 1 パターン 3 では平行光束が透過する。該第 1 パターン 3 を透過した平行光束の内、前記パターン 3 9 を透過した光束は前記ビームスプリッタ 3 7 の半透過面 3 7 a で反射され、前記自由液面 6 a に至る。前記第 1 パターン 3 と前記自由液面 6 a は共役な位置に配置され、前記パターン 3 9 は前記自由液面 6 a で結像される。該自由液面 6 a で反射され半透過面 3 7 a を透過した光束は前記第 3 コンデンサレンズ 9 により前記受光手段 1 1 に結像される。

【 0 0 7 8 】

前記パターン 4 0 を透過した光束は前記半透過面 3 7 a を透過し、前記反射手段 3 8 で反射偏向され、前記反射部材 2 2 に向かう。更に、該反射部材 2 2、反射手段 3 8、半透過面 3 7 a で反射された光束は、前記第 3 コンデンサレンズ 9 で前記受光手段 1 1 に結像される。

【 0 0 7 9 】

而して、前記受光手段 1 1 上には前記自由液面 6 a で反射されたパターン 3 9 と、前記反射部材 2 2 で反射されたパターン 4 0 が同時に結像される。

【 0 0 8 0 】

傾斜検出装置自体が傾斜すると前記自由液面 6 a は水平を維持するので、傾斜検出装置自体に対して相対的に傾斜する。

【 0 0 8 1 】

前記した光学系は傾斜検出装置自体に一体且つ固定して設けられているので、前記受光手段 1 1 のパターン 3 9 の受光位置が傾斜と共に移動する。

【 0 0 8 2 】

移動量は、上述したと同様に、前記自由液面 6 a の傾斜角、液体の屈折率 n 、第 3 コンデンサレンズ 9 の焦点距離 f とすると、前述した数式 1、即ち、 $L = f \times \tan(2n$

【 0 0 8 3 】

一方、前記反射部材 2 2 で反射されたパターン 4 0 は傾斜検出装置自体が傾斜しても変化はなく、前記受光手段 1 1 上の受光位置は変わらない。従って、両パターン 3 9、4 0 像の位置の変位を求めることで、傾斜検出装置自体の傾斜角を求めることができる。

【 0 0 8 4 】

次に、前記反射部材 2 2 を傾斜検出装置自体に着脱可能に取付けられたアッセンブリ、部品に取付けた場合、アッセンブリ、部品を水平とするには前記反射部材 2 2 と前記自由液面 6 a とを平行にすればよい。従って、前記受光手段 1 1 で受光されるパターン 3 9 の受光位置とパターン 4 0 の受光位置との偏差を 0 とすれば、前記自由液面 6 a と前記反射部

10

20

30

40

50

材 2 2 が平行となるので、偏差が 0 となる方向に傾斜検出装置自体を整準すればよい。従って、複数のアッセンブリ、部品を傾斜検出装置自体に着脱して使用する場合に、精度よく水平を補償した状態での機器の使用が可能となる。

【 0 0 8 5 】

【発明の効果】

以上述べた如く本発明によれば、自由液面を形成する液体部材と、構造部材に固定された固定反射部材と、前記液体部材に投光する自由液面投光系と、前記固定反射部材に投光する固定反射部材投光系と、前記液体部材の自由液面からの反射光と前記固定反射部材からの反射光を受光素子に導く受光光学系と、前記受光素子が受光した 2 つの反射像の偏差から装置自体の傾きを演算する演算処理部を具備するので、経時的な誤差、環境温度の変化に影響されることなく、正確な傾斜が検出でき、更に、固定反射部材を傾斜検出装置が設けられるアッセンブリ以外のアッセンブリに取付けた場合、他のアッセンブリを含んだ傾斜の検出が可能となる等の優れた効果を発揮する。

10

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施の形態を示す基本構成図である。

【図 2】該実施の形態に使用されるパターンを示す説明図である。

【図 3】該実施の形態に使用される他のパターンを示す説明図である。

【図 4】前記パターンを受光することによって得られる受光手段の出力図である。

【図 5】第 2 の実施の形態を示す要部概略図である。

【図 6】第 3 の実施の形態を示す要部概略図である。

20

【図 7】第 4 の実施の形態を示す要部概略図である。

【図 8】第 5 の実施の形態を示す基本構成図である。

【図 9】第 6 の実施の形態を示す基本構成図である。

【図 10】該第 6 の実施の形態で使用されるパターンを示す説明図である。

【図 11】従来の基本構成図である。

【図 12】自由液面と反射光の偏角を示す説明図である。

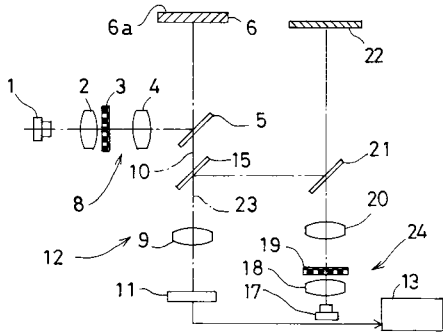
【符号の説明】

1	第 1 光源
3	第 1 パターン
5	第 1 ハーフミラー
6	液体部材
6 a	自由液面
8	自由液面投光系
1 1	受光手段
1 2	受光光学系
1 3	演算処理部
1 5	第 2 ハーフミラー
1 7	第 2 光源
1 9	第 2 パターン
2 1	第 3 ハーフミラー
2 2	反射部材
2 4	固定反射部材投光系
3 2	第 1 偏光板
3 3	第 1 / 4 偏光部材
3 4	第 2 偏光板
3 5	第 2 / 4 偏光部材

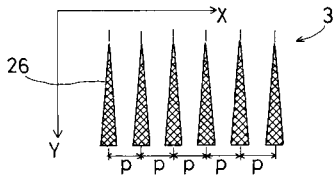
30

40

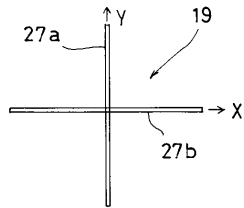
【図1】



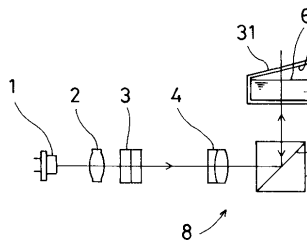
【図2】



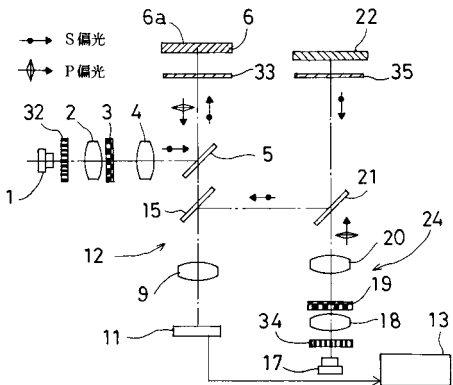
【図3】



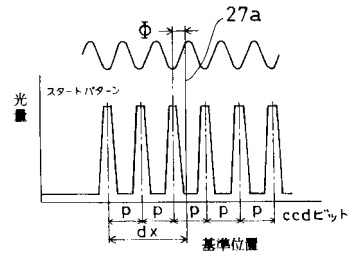
【図7】



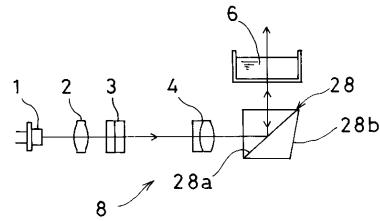
【図8】



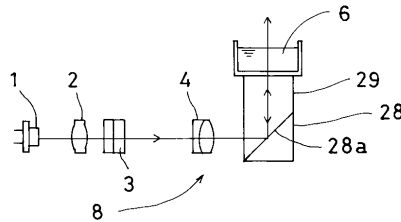
【図4】



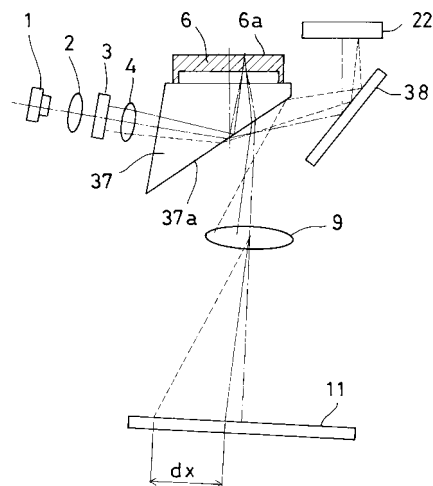
【図5】



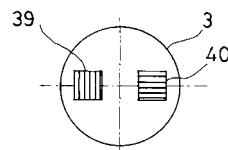
【図6】



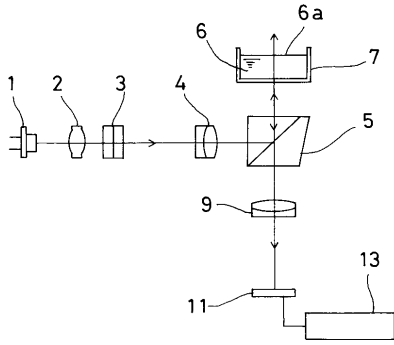
【図9】



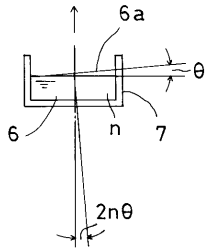
【図10】



【図 1 1】



【図 1 2】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平05 - 256647 (JP, A)
特開昭62 - 274211 (JP, A)
特開平11 - 118482 (JP, A)
特開2000 - 105119 (JP, A)
特開昭58 - 099712 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01C9/06

G01C9/20