

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3673954号
(P3673954)

(45) 発行日 平成17年7月20日(2005.7.20)

(24) 登録日 平成17年5月13日(2005.5.13)

(51) Int.Cl.⁷

F I

G O 1 C 9/06

G O 1 C 9/06

A

G O 1 C 9/00

G O 1 C 9/00

A

G O 1 C 9/18

G O 1 C 9/18

Z

請求項の数 7 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平8-119759

(22) 出願日 平成8年4月17日(1996.4.17)

(65) 公開番号 特開平9-280859

(43) 公開日 平成9年10月31日(1997.10.31)

審査請求日 平成15年3月14日(2003.3.14)

(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

(74) 代理人 100089967

弁理士 和泉 雄一

(72) 発明者 熊谷 薫

東京都板橋区蓮沼町75番1号 株式会社
トプコン内

(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

審査官 岡田 卓弥

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 傾斜センサ及びこれを使用した測量機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光源と、この光源からの光を平行にするための第1の光学系と、この第1の光学系からの光を通過させる暗視野パターンと、この暗視野パターンを転向させるためのハーフミラーと、このハーフミラーにより転向されたパターンを反射させるための自由表面を有する第1の液体部材と、この第1の液体部材で反射されたパターンを結像させるための第2の光学系と、この第2の光学系で結像された像を受光するための受光手段と、この受光手段の受光信号に基づき、傾きを演算するための演算処理手段とからなり、前記暗視野パターンは、複数のスリットから形成されており、一方向にはパターンの中心線が等ピッチに配置され、かつ、直交する方向に沿ってはパターン幅が変化する様に配置されている傾斜センサ。

10

【請求項2】

光源と、この光源からの光を平行にするための第1の光学系と、この第1の光学系からの光を通過させる暗視野パターンと、この暗視野パターンを斜め方向から入射する様に配置され、自由表面を有する第1の液体部材と、この第1の液体部材で反射されたパターンを結像させるための第2の光学系と、この第2の光学系で結像されたパターンを受光するための受光手段と、この受光手段の受光信号に基づき、傾きを演算するための演算処理手段とからなり、前記暗視野パターンは、複数のスリットから形成されており、一方向にはパターンの中心線が等ピッチに配置され、かつ、直交する方向に沿ってはパターン幅が変化する様に配置されている傾斜センサ。

20

【請求項 3】

光源と、この光源からの光を平行にするための第 1 の光学系と、この第 1 の光学系からの光を通過させる暗視野パターンと、この暗視野パターンを鉛直方向から入射する様に配置され、自由表面を有する第 1 の液体部材と、この第 1 の液体部材を透過した光を結像させるための第 2 の光学系と、この第 2 の光学系で結像された像を受光するための受光手段と、この受光手段の受光信号に基づき、傾きを演算するための演算処理手段とからなり、前記暗視野パターンは、複数のスリットから形成されており、一方向にはパターンの中心線が等ピッチに配置され、かつ、直交する方向に沿ってはパターン幅が変化するように配置されている傾斜センサ。

【請求項 4】

10

暗視野パターンを転向させるためのハーフミラーを透過した光を反射させ、第 2 の光学系を経由し、同一の受光手段に入射させるための自由表面を有する第 2 の液体部材とを備えており、2 方向使用可能に構成されている請求項 1 記載の傾斜センサ。

【請求項 5】

受光手段は、複数のスリット列の像と直交する方向（X 方向）に配置されたリニアセンサであり、演算処理手段が、パターンのピッチ間隔以上の動きを、リニアセンサに対する移動量により求め、パターンのピッチ間隔以下の動きを、フーリエ変換によるパターンの位相を演算することにより求めることにより、X 方向の傾きを求める様に構成されており、Y 方向に変化するスリット像の幅を利用することにより、Y 方向の傾きを求める様に構成されている請求項 1 ～ 4 の何れか 1 項記載の傾斜センサ。

20

【請求項 6】

自由表面を有する液体部材に代えて、揺動自在な懸垂部材となっている請求項 1 ～ 5 の何れか 1 項記載の傾斜センサ。

【請求項 7】

測量装置本体に取り付けられており、測量装置本体の X 方向及び Y 方向の傾きを検出する請求項 1 ～ 6 の何れか 1 項記載の傾斜センサを使用した測量機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、自由表面を有する液体部材を利用した傾斜センサに係わり、特に、測量機の傾斜センサに最適であり、1 個のリニアセンサのみで、X 軸及び Y 軸の 2 軸方向の傾きを検出することのできる傾斜センサ及びこれを使用した測量機に関するものである。

30

【0002】

【従来の技術】

従来から測量機の傾きを検出する素子として、図 9 に示す気泡管 10000 が使用されていた。この気泡管 10000 は、内部に気泡 5000 を封入すると共に、電極 6000、7000 を形成し、静電容量を電氣的に計測することにより、傾きを測定することができる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

40

しかしながら上記気泡管 10000 は、外周部をガラスから構成しているため、衝撃に弱く、高い機械精度を要求されるので、コストが高いという問題点があった。

【0004】

更に、X、Y 方向の傾きを計測するためには、2 軸方向に 2 個の気泡管 10000 を必要とし、コスト高の原因となっていた。

【0005】

また、気泡管 10000 は、周囲の温度変化にも影響を受け、温度変化に対する補正等を施さなければならないという問題点があった。

【0006】

【課題を解決するための手段】

50

本発明は上記課題に鑑み案出されたもので、光源と、この光源からの光を平行にするための第1の光学系と、この第1の光学系からの光を通過させる暗視野パターンと、この暗視野パターンを転向させるためのハーフミラーと、このハーフミラーにより転向されたパターンを反射させるための自由表面を有する第1の液体部材と、この第1の液体部材で反射されたパターンを結像させるための第2の光学系と、この第2の光学系で結像された像を受光するための受光手段と、この受光手段の受光信号に基づき、傾きを演算するための演算処理手段とからなり、前記暗視野パターンは、複数のスリットから形成されており、一方向にはパターンの中心線が等ピッチに配置され、かつ、直交する方向に沿ってはパターン幅が変化する様に配置されて構成されている。

【0007】

10

また本発明は、光源と、この光源からの光を平行にするための第1の光学系と、この第1の光学系からの光を通過させる暗視野パターンと、この暗視野パターンを斜め方向から入射する様に配置され、自由表面を有する第1の液体部材と、この第1の液体部材で反射されたパターンを結像させるための第2の光学系と、この第2の光学系で結像されたパターンを受光するための受光手段と、この受光手段の受光信号に基づき、傾きを演算するための演算処理手段とからなり、前記暗視野パターンは、複数のスリットから形成されており、一方向にはパターンの中心線が等ピッチに配置され、かつ、直交する方向に沿ってはパターン幅が変化する様に配置されて構成されている。

【0008】

次に本発明は、光源と、この光源からの光を平行にするための第1の光学系と、この第1の光学系からの光を通過させる暗視野パターンと、この暗視野パターンを鉛直方向から入射する様に配置され、自由表面を有する第1の液体部材と、この第1の液体部材を透過した光を結像させるための第2の光学系と、この第2の光学系で結像された像を受光するための受光手段と、この受光手段の受光信号に基づき、傾きを演算するための演算処理手段とからなり、前記暗視野パターンは、複数のスリットから形成されており、一方向にはパターンの中心線が等ピッチに配置され、かつ、直交する方向に沿ってはパターン幅が変化する様に配置されて構成されている。

20

【0009】

更に本発明は、暗視野パターンを転向させるためのハーフミラーを透過した光を反射させ、第2の光学系を経由し、同一の受光手段に入射させるための自由表面を有する第2の液体部材とを備えており、2方向使用可能に構成することもできる。

30

【0010】

そして本発明の受光手段は、複数のスリット列の像と直交する方向(X方向)に配置されたリニアセンサであり、演算処理手段が、パターンのピッチ間隔以上の動きを、リニアセンサに対する移動量により求め、パターンのピッチ間隔以下の動きを、フーリエ変換によるパターンの位相を演算することにより求めることにより、X方向の傾きを求める様になっており、Y方向に変化するスリット像の幅を利用することにより、Y方向の傾きを求める様に構成することもできる。

【0011】

また本発明は、自由表面を有する液体部材に代えて、揺動自在な懸垂部材とすることもできる。

40

【0012】

更に本発明の傾斜センサを使用した測量機は、測量装置本体に取り付けられており、測量装置本体のX方向及びY方向の傾きを検出する構成にすることもできる。

【0013】

【発明の実施の形態】

以上の様に構成された本発明は、第1の光学系が、光源からの光を平行にし、暗視野パターンが、第1の光学系からの光を通過させ、ハーフミラーが暗視野パターンを転向させ、自由表面を有する第1の液体部材が、ハーフミラーにより転向されたパターンを反射させ、第2の光学系が、第1の液体部材で反射されたパターンを結像させ、受光手段が、第2

50

の光学系で結像された像を受光し、演算処理手段が、受光手段の受光信号に基づき、傾きを演算する様になっており、暗視野パターンは、複数のスリットから形成されており、一方向にはパターンの中心線が等ピッチに配置され、かつ、直交する方向に沿ってはパターン幅が変化する様に配置されている。

【 0 0 1 4 】

また本発明は、第 1 の光学系が、光源からの光を平行にし、暗視野パターンが、第 1 の光学系からの光を通過させ、自由表面を有する第 1 の液体部材が、暗視野パターンを斜め方向から入射する様に配置されており、第 2 の光学系が、第 1 の液体部材で反射されたパターンを結像させ、受光手段が、第 2 の光学系で結像されたパターンを受光し、演算処理手段が、受光手段の受光信号に基づき、傾きを演算する様になっており、暗視野パターンは、複数のスリットから形成されており、一方向にはパターンの中心線が等ピッチに配置され、かつ、直交する方向に沿ってはパターン幅が変化する様に配置されている。

10

【 0 0 1 5 】

次に本発明は、第 1 の光学系が、光源からの光を平行にし、暗視野パターンが第 1 の光学系からの光を通過させ、自由表面を有する第 1 の液体部材が、暗視野パターンを鉛直方向から入射する様に配置されており、第 2 の光学系が、第 1 の液体部材を透過した光を結像させ、受光手段が、第 2 の光学系で結像された像を受光し、演算処理手段が、受光手段の受光信号に基づき、傾きを演算する様になっており、暗視野パターンは、複数のスリットから形成されており、一方向にはパターンの中心線が等ピッチに配置され、かつ、直交する方向に沿ってはパターン幅が変化する様に配置されている。

20

【 0 0 1 6 】

更に本発明は、自由表面を有する第 2 の液体部材が、暗視野パターンを転向させるためのハーフミラーを透過した光を反射させ、第 2 の光学系を経由し、同一の受光手段に入射させる様になっており、2 方向使用可能にすることもできる。

【 0 0 1 7 】

そして本発明の受光手段は、リニアセンサを、複数のスリット列の像と直交する方向（X 方向）に配置し、演算処理手段が、パターンのピッチ間隔以上の動きを、リニアセンサに対する移動量により求め、パターンのピッチ間隔以下の動きを、フーリエ変換によるパターンの位相を演算することにより求めることにより、X 方向の傾きを求める様になっており、Y 方向に変化するスリット像の幅を利用することにより、Y 方向の傾きを求める様になっている。

30

【 0 0 1 8 】

また本発明は、自由表面を有する液体部材に代えて、揺動自在な懸垂部材とすることもできる。

【 0 0 1 9 】

更に本発明の傾斜センサを使用した測量機は、測量装置本体に取り付けられており、測量装置本体の X 方向及び Y 方向の傾きを検出することもできる。

【 0 0 2 0 】

【 実施例 】

【 0 0 2 1 】

本発明の実施例を図面に基づいて説明する。

40

【 0 0 2 2 】

「第 1 実施例」

【 0 0 2 3 】

図 1 は、本第 1 実施例の傾斜センサ 1 0 0 0 の光学的構成を示すもので、光源 1 0 0 と、コンデンサーレンズ 2 0 0 と、暗視野パターン 3 0 0 と、第 1 のパターンリレーレンズ 4 0 0 と、ハーフミラー 5 0 0 と、自由表面を有する第 1 の液体部材 6 0 0 と、第 2 のパターンリレーレンズ 7 0 0 と、受光手段 8 0 0 と、演算処理手段 9 0 0 とから構成されている。

【 0 0 2 4 】

50

本第1実施例の光源100はLEDであるが、何れの光源を使用することができる。

【0025】

コンデンサーレンズ200は、光源100からの光を平行にするためのものであり、第1の光学系に該当するものである。

【0026】

暗視野パターン300は、受光手段800にパターン像を形成するためのものである。

【0027】

図2は、本第1実施例の暗視野パターン300を示すもので、複数のスリット列310、310・・・から構成されている。ここで、複数のスリット列310、310・・・と直交する方向をX方向とし、スリット310の長手方向をY方向とする。

10

【0028】

この複数のスリット列310、310・・・は、各スリット310の中心点が間隔Pで等間隔に配置されており、かつ、直交する方向に沿ってはパターン幅が変化する様に配置されている。

【0029】

第1のパターンリレーレンズ400は、暗視野パターン300を通過した光をハーフミラー500に導くものである。

【0030】

ハーフミラー500で転向された光は上方に向かい、自由表面を有する第1の液体部材600に入射する。そして、自由表面を有する第1の液体部材600で反射された光は、ハーフミラー500を透過して、下方の受光手段800に向かう様になっている。

20

【0031】

自由表面を有する第1の液体部材600は、シリコンオイル等の適度の粘性を有する液体が充填されている。第1の液体部材600は、自由表面を有するので、表面は必ず水平を保つ様になっている。

【0032】

第2のパターンリレーレンズ700は、自由表面を有する第1の液体部材600で反射され、ハーフミラー500を透過した光を、受光手段800上に結像するためのものである。即ち、第2のパターンリレーレンズ700は、暗視野パターン300の像を受光手段800上に形成するためのものである。

30

【0033】

なお、第2のパターンリレーレンズ700は、第2の光学系に該当するものであり、受光手段800から、第2のパターンリレーレンズ700の焦点距離f離れた位置に配置されている。

【0034】

受光手段800は、暗視野パターン300の像を受光し、電気信号に変換するためのものであり、本第1実施例では、CCD(電荷結合素子)リニアセンサが採用されている。

【0035】

演算処理手段900は、CPUを含む演算処理装置であり、全体の制御を司ると共に、暗視野パターン300のスリット像の移動距離を算出し、対応する傾き角を演算するためのものである。

40

【0036】

以上の様に構成された本第1実施例では、傾斜センサ1000が傾けば、第1の液体部材600の自由表面は水平を保つので、傾斜角度に比例して、受光手段800上の暗視野パターン300の像が移動することになる。

【0037】

ここで傾斜センサ1000が角度 θ 傾いた場合には、図6に示す様に、第1の液体部材600の屈折率をnとすると、自由表面からの反射光は $2n\theta$ 傾くことになる。受光手段800であるリニアセンサ上の距離をLとすると、

【0038】

50

$L = f * \tan(2n\theta)$ 第1式

【0039】

となる。

【0040】

従って、暗視野パターン300のスリット310の移動量を受光手段800が検出し、演算処理手段900が傾き角に変換すれば、傾斜センサ1000の傾き θ を測定することができる。

【0041】

「第2実施例」

【0042】

図3は、本第2実施例の傾斜センサ2000の光学的構成を示すもので、光源100と、コンデンサーレンズ200と、暗視野パターン300と、第1のパターンリレーレンズ400と、自由表面を有する第1の液体部材600と、第2のパターンリレーレンズ700と、受光手段800と、演算処理手段900とから構成されている。

【0043】

本第2実施例の傾斜センサ2000は、第1実施例の傾斜センサ1000のハーフミラー500が省略されており、第1のパターンリレーレンズ400により、自由表面を有する第1の液体部材600に対して、斜めの方向から光を入射させる構成となっており、自由表面を有する第1の液体部材600で反射した光も、斜めの方向に出射し、第2のパターンリレーレンズ700により、受光手段800上に結像する様になっている。従って受光手段800は、傾けて配置されている。

【0044】

なお、その他の構成は、第1実施例と同様であるから、説明を省略する。

【0045】

「第3実施例」

【0046】

図4は、本第3実施例の傾斜センサ3000の光学的構成を示すもので、光源100と、コンデンサーレンズ200と、暗視野パターン300と、第1のパターンリレーレンズ400と、自由表面を有する第1の液体部材600と、第2のパターンリレーレンズ700と、受光手段800と、演算処理手段900とから構成されている。

【0047】

本第3実施例の傾斜センサ3000は、第1実施例の傾斜センサ1000のハーフミラー500と第1のパターンリレーレンズ400とが省略されており、自由表面を有する第1の液体部材600に対して、鉛直上方の方向から光を入射させる構成となっており、自由表面を有する第1の液体部材600を透過した光は、鉛直下方に出射し、第2のパターンリレーレンズ700により、受光手段800上に結像する様になっている。

【0048】

なお、その他の構成は、第1実施例及び第2の実施例と同様であるから、説明を省略する。

【0049】

次に、演算処理手段900の傾き角の演算処理を詳細に説明する。

【0050】

受光手段800であるリニアセンサは、複数のスリット列310、310 の像と直交する方向(X方向)に配置されている。

【0051】

従って、X方向の傾き角については、図7に示す様に、スリット310 の特定のパターンをスタートパターンとして着目し、予め設定しておく水平基準位置から距離dxを測定すればよい。

【0052】

またピッチ間隔以下の距離に関しては、リニアセンサの出力のフーリエ変換を行うことに

10

20

30

40

50

より、ピッチ間隔に対する水平基準位置との位相差 φ を計算し、

【 0 0 5 3 】

$\varphi * p / (2 \pi)$ 第 2 式

【 0 0 5 4 】

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。

【 0 0 5 5 】

そして演算処理手段 9 0 0 は、全体の移動量から、対応する X 方向の傾き角を演算することができる。

10

【 0 0 5 6 】

次に Y 方向の傾き角であるが、Y 方向の傾き角は、幅が変化する 3 角形のスリット 3 1 0 b より演算する。

【 0 0 5 7 】

即ち、X 方向にリニアセンサが配置されているので、Y 方向に傾くと、3 角形のスリット 3 1 0 b の受光幅が変化することになる。この変化量は、Y 方向の傾き角と比例するため、演算処理手段 9 0 0 は Y 方向に傾き角を算出することができる。

【 0 0 5 8 】

Y 方向の幅の測定は、図 7 に示す様に、リニアセンサの出力を微分することにより、その立ち上がりとしち下がりの距離を測定することができる。また、測定精度を上げるために、全ての信号について演算を行い、平均の幅 $d y_{ave}$ を求め、フーリエ変換により得られたピッチ幅 p 及び予め決められた比例関係 k より、リニアセンサ上の距離 L を

20

【 0 0 5 9 】

$L = k * d y_{ave} / p$ 第 3 式

【 0 0 6 0 】

と表すことができる。更に、第 1 式より Y 方向の傾きを計算することができる。

【 0 0 6 1 】

なお、幅が変化するスリットは、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。

【 0 0 6 2 】

30

以上の様に、1 つのリニアセンサを利用するだけで、X 方向及び Y 方向の 2 軸方向の傾きを検出することができる。

【 0 0 6 3 】

また、リニアセンサでなく、エリアセンサを採用すれば、等間隔に形成された複数のスリット 3 1 0、3 1 0 . . . を使用することで、X 方向及び Y 方向の 2 軸の傾きを検出することができる。

【 0 0 6 4 】

更に、自由表面を有する第 1 の液体部材 6 0 0 に代えて、揺動自在な懸垂部材とすることもできる。

【 0 0 6 5 】

40

「第 4 実施例」

【 0 0 6 6 】

図 5 は、本第 4 実施例の傾斜センサ 4 0 0 0 の光学的構成を示すもので、光源 1 0 0 と、コンデンサーレンズ 2 0 0 と、暗視野パターン 3 0 0 と、第 1 のパターンリレーレンズ 4 0 0 と、ハーフミラー 5 0 0 と、自由表面を有する第 1 の液体部材 6 0 0 と、自由表面を有する第 2 の液体部材 6 1 0 と、第 2 のパターンリレーレンズ 7 0 0 と、受光手段 8 0 0 と、演算処理手段 9 0 0 とから構成されている。

【 0 0 6 7 】

上記第 1 の実施例と同様な方法にて実施する場合には、第 1 の液体部材 6 0 0 は自由表面を形成し、第 2 の液体部材 6 1 0 は光路上より外れるため、第 1 の実施例と同様な構成と

50

なる。

【0068】

図5に示す様に本第4実施例は、全体を左に90度回転させると、第2の液体部材610が自由表面を形成し、第1の液体部材600が光路から外れるようになる。即ち、第1実施例を90度回転させても使用可能な様に、第2の液体部材610を配置したものである。

【0069】

従って、傾斜センサ4000が傾けば、第2の液体部材610の自由表面は水平を保つため、傾斜角度に比例して、受光手段800上の暗視野パターン300の像が移動することになる。

【0070】

ハーフミラー500を透過したパターン像は、第2の液体部材610で反射し、更に、ハーフミラー500及び第2のパターンリレーレンズ700を経由して、受光手段800上に結像される。この場合、第1の液体部材600に入射した光は、液体が光路上より外れるため、反射されることはない。

【0071】

即ち、第2の液体部材610を追加するだけで、図5の傾斜センサ4000は2方向で使用可能となる。

【0072】

また、図10及び図11に示す様な電子式セオドライト20000等に傾斜センサを取り付ければ、測量装置本体のX方向及びY方向の傾きを検出することができる。

【0073】

【効果】

以上の様に構成された本発明は、光源と、この光源からの光を平行にするための第1の光学系と、この第1の光学系からの光を通過させる暗視野パターンと、この暗視野パターンを転向させるためのハーフミラーと、このハーフミラーにより転向されたパターンを反射させるための自由表面を有する第1の液体部材と、この第1の液体部材で反射されたパターンを結像させるための第2の光学系と、この第2の光学系で結像された像を受光するための受光手段と、この受光手段の受光信号に基づき、傾きを演算するための演算処理手段とからなり、前記暗視野パターンは、複数のスリットから形成されており、一方向にはパターンの中心線が等ピッチに配置され、かつ、直交する方向に沿ってはパターン幅が変化するように配置されているので、機械的強度が高く、高精度な傾斜センサを提供することができるという効果がある。

【0074】

そして本発明の受光手段は、受光手段は、複数のスリット列の像と直交する方向(X方向)に配置されたりニアセンサであり、演算処理手段が、パターンのピッチ間隔以上の動きを、ニアセンサに対する移動量により求め、パターンのピッチ間隔以下の動きを、フーリエ変換によるパターンの位相を演算することにより求めることにより、X方向の傾きを求める様に構成されており、Y方向に変化するスリット像の幅を利用することにより、Y方向の傾きを求める様に構成されているので、1つのニアセンサで、X方向及びY方向の2軸の傾きを検出することができ、構造が簡便となって信頼性が向上し、コストも安価となるという卓越した効果がある。

【0075】

更に本発明は、スリット像のピッチ間隔以下の移動量については、演算処理手段が、フーリエ変換によりスリットパターンの位相を演算することにより算出するので、暗視野パターンの精度を必要以上に高くする必要がなく、高精度な傾き角測定を行うことができる。特に、フーリエ変換を使用しているので、暗視野パターンのスリットの形状誤差及びピッチ誤差が、最終的な傾き角には軽減されて伝播するという卓越した効果がある。

【0076】

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例の傾斜センサ1000の構成を示す図である。

10

20

30

40

50

【図 2】本実施例の暗視野パターン 3 0 0 を説明する図である。

【図 3】第 2 実施例の傾斜センサ 2 0 0 0 の構成を示す図である。

【図 4】第 3 実施例の傾斜センサ 3 0 0 0 の構成を示す図である。

【図 5】第 4 実施例の傾斜センサ 4 0 0 0 の構成を示す図である。

【図 6】第 1 実施例の第 1 の流体部材 6 0 0 を説明する図である。

【図 7】演算処理手段 9 0 0 の傾き角の演算処理を説明する図である。

【図 8】演算処理手段 9 0 0 の傾き角の演算処理を説明する図である。

【図 9】従来技術を説明する図である。

【図 1 0】本実施例を電子式セオドライト 2 0 0 0 0 に応用した例を説明する図である。

【図 1 1】本実施例を電子式セオドライト 2 0 0 0 0 に応用した例を説明する図である。 10

【符号の説明】

2 0 0 0 0 電子式セオドライト

1 0 0 0 第 1 実施例の傾斜センサ

2 0 0 0 第 2 実施例の傾斜センサ

3 0 0 0 第 3 実施例の傾斜センサ

4 0 0 0 第 4 実施例の傾斜センサ

1 0 0 光源

2 0 0 コンデンサーレンズ

3 0 0 暗視野パターン

3 1 0 スリット

4 0 0 第 1 のパターンリレーレンズ

5 0 0 ハーフミラー

6 0 0 自由表面を有する第 1 の液体部材

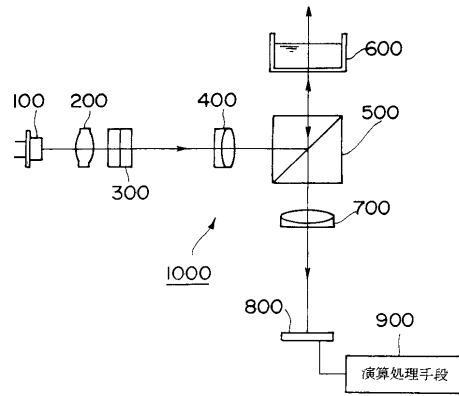
6 1 0 自由表面を有する第 2 の液体部材

7 0 0 第 2 のパターンリレーレンズ

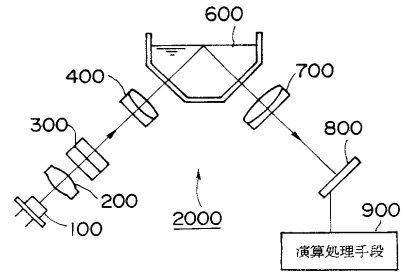
8 0 0 受光手段

9 0 0 演算処理手段

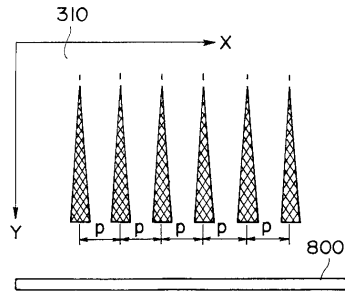
【 図 1 】



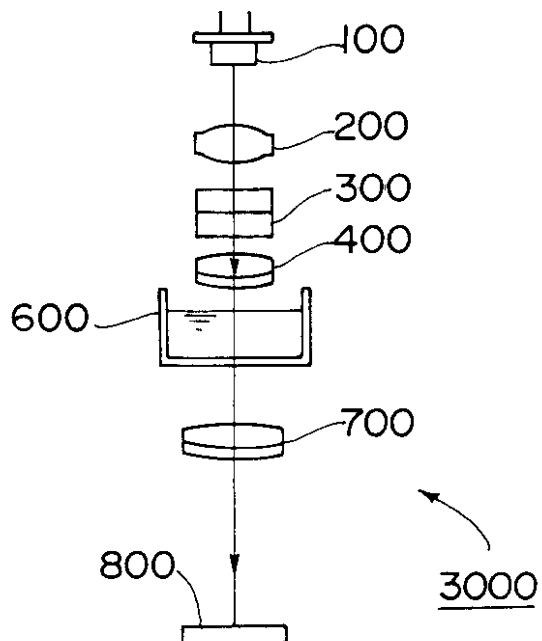
【 図 3 】



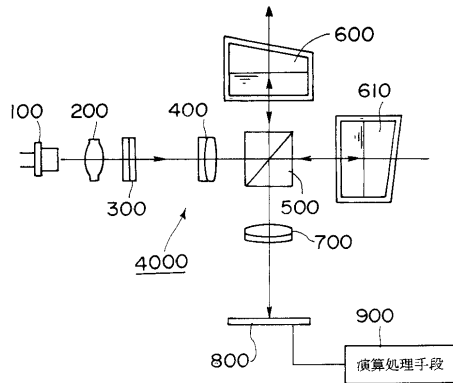
【 圖 2 】



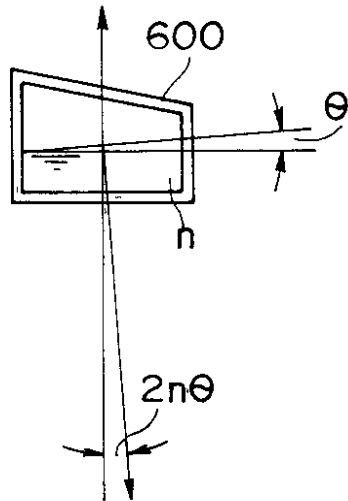
【 図 4 】



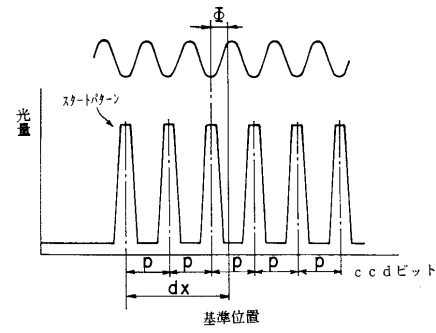
【 図 5 】



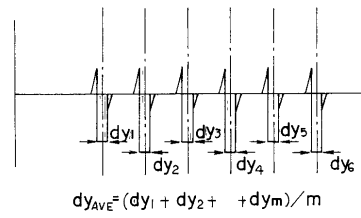
【図 6】



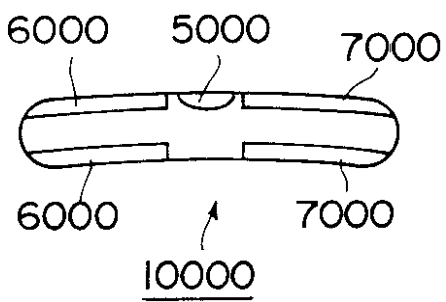
【図 7】



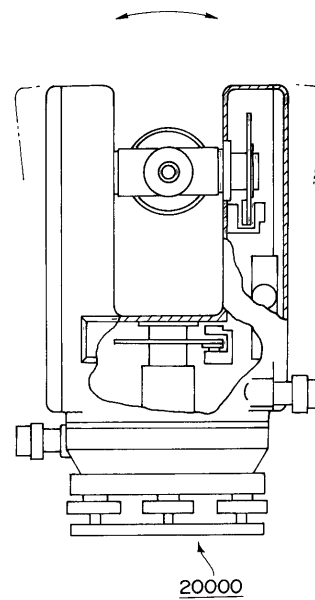
【図 8】



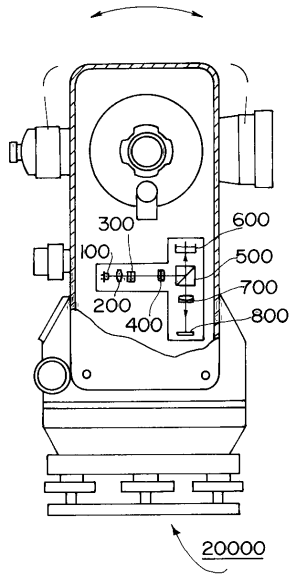
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平05 - 099666 (JP, A)
特開平07 - 208986 (JP, A)
特開平08 - 014903 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
G01C 1/00-15/00