

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3908297号

(P3908297)

(45) 発行日 平成19年4月25日(2007.4.25)

(24) 登録日 平成19年1月26日(2007.1.26)

(51) Int. Cl. F I
GO 1 C 15/00 (2006.01)
 GO 1 C 15/00 1 O 3 A
 GO 1 C 15/00 1 O 3 C
 GO 1 C 15/00 1 O 3 E

請求項の数 8 (全 29 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平8-90198 (22) 出願日 平成8年3月19日(1996.3.19) (65) 公開番号 特開平9-257478 (43) 公開日 平成9年10月3日(1997.10.3) 審査請求日 平成15年3月13日(2003.3.13)</p> <p>前置審査</p>	<p>(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</p> <p>(74) 代理人 100083563 弁理士 三好 祥二</p> <p>(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</p> <p>(72) 発明者 平野 聡 東京都板橋区蓮沼町75番1号 株式会社 トプコン内</p> <p>審査官 関根 洋之</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザ測量機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

レーザ光線を回転照射し基準面を形成し、形成された基準面を傾斜させる傾斜手段を有するレーザ照射装置と、該レーザ照射装置に設けられ、検出レーザ光線を水平方向に発すると共に所要範囲で又は全周回転させ、該検出レーザ光線の反射から傾斜設定方向に置かれた対象反射体を検出する対象反射体検出装置と、前記レーザ照射装置と前記対象反射体検出装置とを一体に回転させる本体回転装置とから構成され、前記対象反射体検出装置は検出レーザ光線の射出方向を検出する角度検出器を有し、前記傾斜手段の傾斜方向と合致する基準位置を検出可能であり、該基準位置と前記検出レーザ光線の反射から前記傾斜設定方向と前記傾斜手段の傾斜方向との誤差を検出し、前記本体回転装置は前記対象反射体検出装置の検出した誤差を解消する様、前記レーザ照射装置を回動し、前記傾斜手段の傾斜方向を前記対象反射体に向け、該対象反射体の方向に前記基準面の傾斜を設定可能としたことを特徴とするレーザ測量機。

【請求項2】

前記対象反射体検出装置は、前記検出レーザ光線を発する発光部と、前記レーザ光線を往復走査させる回動部と、該回動部の回転位置を検出するエンコーダと、前記対象反射体からの反射レーザ光線を受光検出する反射光検出部と、該反射光検出部と前記エンコーダの信号に基づき前記対象反射体の中心を検知する位置判別部とを有し、前記本体回転装置は前記レーザ照射装置を回動させる回動モータと、前記位置判別部の信号に基づいて前記回動モータを制御する回動制御部とを具備する請求項1のレーザ測量機。

10

20

【請求項 3】

対象反射体検出装置が検出レーザー光線を鉛直方向に扇状に広げて照射する光学手段を有する請求項 1 のレーザー測量機。

【請求項 4】

対象反射体検出装置が検出レーザー光線を水平方向、鉛直方向の 2 方向に往復走査可能とした請求項 1 のレーザー測量機。

【請求項 5】

対象反射体検出装置が本体回転装置と一体化し、鉛直方向に鉛直レーザー光線を照射する鉛直レーザー光線発光部と、該鉛直レーザー光線発光部から照射される鉛直レーザー光線を鉛直方向に向ける鉛直補償機構とを具備する請求項 1 のレーザー測量機。

10

【請求項 6】

レーザー照射装置の傾斜手段の傾斜方向と対象反射体検出装置からの検出レーザー光線の方向とが所定の角度を有する請求項 1 のレーザー測量機。

【請求項 7】

対象反射体検出装置と本体回転装置とをレーザー照射装置に対して着脱可能とした請求項 1 のレーザー測量機。

【請求項 8】

回転装置が回転拘束手段と回転ノブの回転を対象反射体検出装置の回転に変換する手動回転手段と所要の回転力以上で回転を許容する手段とを具備する請求項 1 のレーザー測量機。

20

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、レーザー光により測定基準平面、特に水平基準面の他に水平基準面に対して所定の角度に傾斜した任意傾斜設定面を形成可能なレーザー測量機に関するものである。

【0002】**【従来の技術】**

広範囲に亘り水平な基準レベルを作る為、光学式レベルに代わり、レーザー測量機が使用されている。

【0003】

斯かるレーザー測量機は、レーザー光線を水平方向に投光することによりレーザー光線により水平基準線を形成したり、或はレーザー光線を回転するプリズムを介して水平方向に投光し、レーザー光線により水平基準面を形成している。

30

【0004】

建築、土木工事では前記水平基準面を利用して位置出し、水平レベルの設定が行われる。例えば、受光器でレーザー光線を検知することで基準位置を測定し、或は内装関係の窓の取付け位置、天井の水平等の墨出しに利用される。

【0005】

又、本願出願人が特開平 6 - 26861 号で提案した様に、最近では斯かるレーザー測量機は水平レベルの設定だけでなく、傾斜レベルの設定を行う場合にも使用できる様になっており、道路の排水傾斜、道路勾配等の工事に使用されている。

40

【0006】

特開平 6 - 26861 号で提案されたレーザー測量機のレーザー照射装置 4 を、図 25 ~ 図 32 により説明する。

【0007】

ケーシング 5 の中央には切頭円錐形の凹部 6 が形成され、該凹部 6 の中央に支持座 7 が形成してある。該支持座 7 は、円形の貫通孔 8 の内周を 3 等分した位置に 3 次曲面で滑らかに隆起させた突起 9 を形成したものである。

【0008】

前記貫通孔 8 にレーザー光を発するレーザー投光器 10 を落込み、該レーザー投光器 10 の頭部

50

11を前記支持座7に係合支持させる。該頭部11は下部が球面形状をしており、この球面部11aが前記3つの突起9に摺動自在に当接する。而して、前記レーザ投光器10は垂線に対して如何なる方向にも自在に傾動可能に支持される。

【0009】

前記頭部11にモータ座14を設け、該モータ座14には走査モータ15を設け、該走査モータ15の出力軸にはギア16を嵌着する。該ギア16は後述する走査ギア17に噛合させる。

【0010】

前記レーザ投光器10の頭部11には該レーザ投光器10の軸心に合致させ、軸受12を介してミラー保持体13を回転自在に設ける。該ミラー保持体13には走査ギア17を嵌着し、前記した様に走査ギア17をギア16に噛合させ、前記走査モータ15によってミラー保持体13が垂直軸心を中心に回転される様にする。又、ミラー保持体13にはペンタプリズム18を設け、前記レーザ投光器10から発せられるレーザ光線を投光窓19を通して水平方向に射出する様になっている。

10

【0011】

前記レーザ投光器10の中途部にセンサ支持棚63を設け、該センサ支持棚63に水平を検知する傾斜検出器である固定気泡管20、固定気泡管21をその方向が直角に交差する様に設ける。この固定気泡管20、21は、静電容量検出型の電気気泡管であり、水平面を基準として傾斜角度に対応した電気信号を出力するものである。

【0012】

前記レーザ投光器10の下端に略直角3角形状のベースプレート64を固着し、該ベースプレート64の直角頂部近傍に支柱70を立設し、該支柱70の上端には球67を固着する。前記ベースプレート64の上方に直角L字状の傾動基板62を配置し、該傾動基板62の裏面L字状の頂部に円錐状の凹部99を形成し、該凹部99に前記球67を嵌合させ、前記支柱70によって前記傾動基板62の頂部を支承させ、該傾動基板62は前記球67を中心にピボット運動を可能とする。更に該傾動基板62と前記ベースプレート64との間にスプリング68を設け、前記円錐状の凹部99を前記球67に押圧すると共に、前記傾動基板62を図25中時計方向に付勢する。

20

【0013】

該傾動基板62に傾動傾斜検出器である任意角設定気泡管65、任意角設定気泡管66を前記L字形状に沿って相互に直交する線上に設ける。

30

【0014】

軸受板72を前記センサ支持棚63の下方に位置させ、前記軸受板72を前記レーザ投光器10より突設する。前記ベースプレート64の前記支柱70を頂点とする3角形を形成する位置に、傾動螺子52、傾動螺子53を回転自在に立設し、該傾動螺子52と該傾動螺子53の上端を前記軸受板72にそれぞれ回転自在に支承させる。

【0015】

前記傾動螺子52の下端を前記ベースプレート64より下方に突設させ、該傾動螺子52の突出端に傾動ギア54を嵌着し、該傾動ギア54を後述する傾動ギア56に噛合する。又、前記傾動螺子53の下端を前記ベースプレート64より下方に突設させ、傾動螺子53の突出端に傾動ギア55を嵌着し、該傾動ギア55を後述する傾動ギア57に噛合させる。

40

【0016】

前記傾動螺子52に傾動ナット48を螺合し、該傾動ナット48には断面円のナットピン50を突設する。前記傾動基板62の任意角設定気泡管65側の端面より該任意角設定気泡管65の中心線と平行に断面円の傾動ピン60を突設し、該傾動ピン60を前記ナットピン50に当接させる。更に、ベースプレート64と前記軸受板72との間に2本の平行なガイドピン71を掛渡して設け、該2本のガイドピン71により前記傾動ピン60を摺動自在に挟持し、前記傾動基板62の水平方向の回転を規制し、且前記傾動ピン60の上下方向、及び該傾動ピン60の軸心を中心とする回転を許容する。

50

【0017】

前記傾動螺子53に傾動ナット49を螺合し、該傾動ナット49には断面円のナットピン51を突設する。前記傾動基板62の任意角設定気泡管66側の端面より該任意角設定気泡管66の中心線と平行に断面円の傾動ピン61を突設し、該傾動ピン61を前記ナットピン51に当接させる。

【0018】

前記ベースプレート64の下面に脚柱73を垂設し、該脚柱73を介してモータベースを兼ねる傾斜検知体23を固着する。該傾斜検知体23の上面には傾動モータ58、傾動モータ59を設け、該傾動モータ58の出力軸には前述した傾動ギア56を嵌着し、前記傾動モータ59の出力軸には前述した傾動ギア57を嵌着し、それぞれ前記傾動ギア54、傾動ギア55に噛合させる。

10

【0019】

前記傾斜検知体23の下面にはリング状の反射鏡を設け、前記傾斜検知体23と対峙した位置に、又前記ケーシング5と前記レーザ投光器10とが垂直状態の時の該レーザ投光器10の軸心を中心に同一円周上に所要数(本実施例では4つ)の発光素子と受光素子の組から成る光センサ24a, 24b, 24c, 24dを設ける。

【0020】

前記レーザ投光器10の頭部11から水平方向に傾動アーム25、傾動アーム26を直交させて延出し、それぞれ前記凹部6の円錐面を貫通させて、前記ケーシング5の内部に位置させ、両傾動アーム25、傾動アーム26の先端に係合ピン27、係合ピン28を突設する。該係合ピン27、該係合ピン28は円柱形状であり、その円柱のそれぞれの軸心は相互に直交し、前記球面部11aの球心を通る平面内に含まれる様位置関係を決定する。又、前記係合ピン27、前記係合ピン28のいずれか一方、例えば係合ピン27については水平方向の移動を規制し、上下方向にのみ移動可能とする。特に図示しないが、前記係合ピン27を上下方向に延びるガイド溝に摺動自在に係合させ、或は上下方向に延びる壁面に係合ピン27をスプリング等の付勢手段を介して摺動自在に押圧する等の手段が考えられる。

20

【0021】

前記ケーシング5の内壁に柵板29、柵板30を設け、該柵板29にレベル調整モータ31を設け、前記柵板30にレベル調整モータ32を設け、前記レベル調整モータ31の回転軸に駆動ギア33、前記レベル調整モータ32に駆動ギア34を嵌着する。前記係合ピン27に直交し、ケーシング5の天井部と前記柵板29とに掛渡るスクリーシャフト35を回転自在に設け、該スクリーシャフト35に被動ギア36を嵌着し、該被動ギア36は前記駆動ギア33に噛合させる。前記スクリーシャフト35にスライドナット37を螺合し、該スライドナット37にピン38を突設し、該ピン38と前記係合ピン27とを摺動可能に当接させる。

30

【0022】

同様に、前記係合ピン28に直交し、ケーシング5の天井部と前記柵板30とに掛渡るスクリーシャフト39を回転自在に設け、該スクリーシャフト39に被動ギア40を嵌着し、該被動ギア40は前記駆動ギア34に噛合させる。前記スクリーシャフト39にスライドナット41を螺合し、該スライドナット41にピン42を突設し、該ピン42と前記係合ピン28とを摺動可能に当接させる。

40

【0023】

前記ケーシング5の天井部、前記スクリーシャフト35と前記スクリーシャフト39との間にスプリング受け43を設け、該スプリング受け43と前記レーザ投光器10との間にスプリング44を張設し、該レーザ投光器10を図25中前記支持座7を中心に時計方向に付勢する。

【0024】

図中、45はレーザ測量機を駆動する為の電池を収納する電池ボックスである。又、上記したレーザ測量機のレーザ照射装置4はレベル出しの為のレベル出しボルト46を介して

50

図示しない三脚に設けられる。又、47は前記ミラー保持体13の周囲を圍繞するガラス窓である。

【0025】

次に、図30は本従来例の制御装置を示す。

【0026】

前記固定気泡管20、前記任意角設定気泡管65の検出結果は切換え回路85を介して角度検出回路87に入力され、前記固定気泡管21、前記任意角設定気泡管66の検出結果は切換え回路86を介して角度検出回路88に入力される。該角度検出回路88及び前記角度検出回路87には基準角度92、基準角度91が設定されている。該基準角度91、92は通常は0°である。

10

【0027】

前記切換え回路85により前記角度検出回路87に固定気泡管20からの信号が入力されると、角度検出回路87は基準角度91との偏差量を検出し、前記角度検出回路87の信号はモータ制御器89に入力され、該モータ制御器89によって前記レベル調整モータ31を駆動制御する。

【0028】

又、切換え回路85により角度検出回路87に、固定気泡管20及び任意角設定気泡管65からの両信号が入力されると、角度検出回路87はその偏差量に対応した信号を出力し、この信号が傾斜駆動回路83に入力され、該傾斜駆動回路83によって前記傾動モータ58が駆動制御される。又、前記切換え回路85により前記角度検出回路87に前記任意角設定気泡管65からの信号が入力されると、角度検出回路87は基準角度91との偏差量を検出し、角度検出回路87の信号はモータ制御器89に入力され、該モータ制御器89によってレベル調整モータ31を駆動制御する。

20

【0029】

前記角度検出回路88の信号はモータ制御器90に入力され、該モータ制御器90によって前記レベル調整モータ32を駆動制御する。又、前記角度検出回路88の信号及び任意角設定器82からの信号が傾斜駆動回路84に入力され、該傾斜駆動回路84によって前記傾動モータ59が駆動制御される。

【0030】

又、前記角度検出回路87、前記角度検出回路88の角度偏差は、判別器93に入力され、該判別器93は前記角度検出回路87、前記角度検出回路88の角度偏差の内大きな方の角度偏差を選択し、該選択した角度偏差の変化に応じた出力を表示器駆動器94に出力し、該表示器駆動器94は表示器95に偏差の値に応じた表示をさせる様になっている。

30

【0031】

レーザ光線により形成される基準平面は水平、或は任意の角度に設定可能であり、先ず以下に於いて水平基準面を形成する上記レーザ測量機の整準作動を説明する。

【0032】

レーザ照射装置4が設置され、無調整の状態ではレーザ投光器10の軸心は一般に鉛直線と合致してなく、前記固定気泡管20、固定気泡管21は水平ではない。前記切換え回路85、前記切換え回路86は前記固定気泡管20、前記固定気泡管21からの信号が前記角度検出回路87、前記角度検出回路88に入力される様にする。

40

【0033】

前記基準角度91、92が0°とすると前記角度検出回路87、前記角度検出回路88からは角度偏差信号が出力される。この角度偏差信号が出力されると前記モータ制御器89、前記モータ制御器90はこの角度偏差信号が0となる様に前記レベル調整モータ31、前記レベル調整モータ32を所要の方向に駆動する。

【0034】

この両レベル調整モータ31、32に関連する作動を一方、例えばレベル調整モータ31について説明する。

【0035】

50

該レベル調整モータ31が駆動されると、該レベル調整モータ31の回転は、前記駆動ギア33、前記被動ギア36を介して前記スクリーシャフト35に伝達され、該スクリーシャフト35の回転で前記スライドナット37が昇降する。該スライドナット37の昇降動は、前記ピン38、前記係合ピン27を介して前記傾動アーム25に伝達され、前記レーザ投光器10を傾動させる。

【0036】

前記した様に、係合ピン27は水平方向の動きが規制され上下方向にのみ移動可能であるので、前記レーザ投光器10の傾動方向は規制され、前記球面部11aの球心を通る係合ピン28の軸心を中心に傾動する。次に、前記レベル調整モータ32が駆動されると、前記スクリーシャフト39が回転して前記ピン42を介して前記係合ピン28が上下動する。

10

【0037】

前記係合ピン27の水平方向の動きは、溝(図示せず)によって規制され、上下方向の動きは、前記ピン38と前記スプリング44により規制されるので、係合ピン27は前記球面部11aの球心を通る該係合ピン27の軸心を中心に回転する動きのみが許容される。

【0038】

前記ピン42を上下動させると、該ピン42と前記係合ピン28との間で軸心方向の摺動を伴いつつ、該係合ピン28に上下方向の変化が与えられ、前記レーザ投光器10は前記係合ピン27の軸心を中心に傾動する。ここで、前記した様に係合ピン27の断面は円であるので、該係合ピン27の回転によって、該係合ピン27の軸心の傾きは変化することがない。即ち、各レベル調整モータ31, 32による傾動作動は他方の傾動軸即ち係合ピン27、係合ピン28の軸心の傾きに影響を及ぼすことがない。従って、一軸の傾動調整作業を他軸の傾動調整作業とは独立に行え、傾動調整作業及び該傾動調整作業に関連する制御シーケンスは著しく簡略化される。

20

【0039】

尚、前記レーザ投光器10はスプリング44によって図25中時計方向に付勢されているので、レーザ投光器10は前記スライドナット37の動きに正確に追従する。

【0040】

該レーザ投光器10の傾動作動について、前記した様にレーザ投光器10の球面部11aが前記突起9により3点支持されているので、該レーザ投光器10の支持は安定でぐらつくことはなく、又球面部11aと円滑な曲面で形成された前記突起9との接触であるので、前記レーザ投光器10はあらゆる傾動方向に円滑に自在に動き得、レーザ投光器10の姿勢調整は容易に行える。

30

【0041】

該レーザ投光器10が傾動し整準が進むと、前記固定気泡管20、固定気泡管21からの検出値も水平に近付き、最終的には前記モータ制御器89とモータ制御器90の出力する角度偏差が0となって整準作動が完了する。

【0042】

尚、前記固定気泡管20、固定気泡管21は検出範囲が狭く、所定の範囲を越えると飽和状態となり、傾き方向は検出できるが傾斜角の値を検出することができなくなる。従って、機械的な調整範囲を越えて前記レベル調整モータ31, 32、駆動ギア33, 34、被動ギア36, 40、前記スクリーシャフト35, 39、スライドナット37, 41、傾動アーム25, 26等から成る調整機構が動作しない様、前記光センサ24a, 24b, 24c, 24dが設けられている。即ち、機械的調整範囲の限界に達すると光センサ24a, 24b, 24c, 24dのいずれか1つから発する光が前記傾斜検知体23に設けた反射鏡で反射して再び光センサで受光され機械的調整範囲の限界に達したことが検知され、前記レベル調整モータ31, 32が停止され、或は表示装置に機械的調整範囲の限界であることが表示され、或はブザー等による警報が発せられる。

40

【0043】

斯かる状態になった場合は、前記レベル出しボルト46を利用して調整範囲となる様粗調

50

整し、再度整準作動を開始させる。

【 0 0 4 4 】

整準作動が完了すると、前記レーザ投光器 1 0 からレーザ光線を発光し、更に前記走査モータ 1 5 を駆動して前記レーザ投光器 1 0 を鉛直軸心を中心に回転させ、前記ペンタプリズム 1 8 からレーザ光線を水平方向に射出し、更に回転させることでレーザ光線による水平基準面が形成される。

【 0 0 4 5 】

この整準作動の過程に於いて、整準開始から整準完了迄、若干の時間が要される。この間、作業者に整準作動の進行状況を表示して、整準作動が適正に行われていることを作業者に知らせ、作業者の不安を解消する。

10

【 0 0 4 6 】

前記判別器 9 3 によって前記角度検出回路 8 7、前記角度検出回路 8 8 から出力される角度偏差の大きさを判断し、角度偏差の大きい方を選択し、選択した角度偏差の変化の状態を前記表示器駆動器 9 4 に出力し、更に角度偏差の変化に応じ表示内容を変化させ前記表示器 9 5 に表示させる。

【 0 0 4 7 】

尚、角度偏差の大きい方を選択したのは、該角度偏差の大きい方の角度調整により多くの時間を要するということによる。角度偏差の大小の選択の代わりに、前記角度検出回路 8 7、前記角度検出回路 8 8 から出力される角度偏差の和を求め、角度偏差の和の値に応じて表示内容を変化させてもよい。

20

【 0 0 4 8 】

角度偏差と時間の関係を示せば、図 3 1 の通りであり、この関係から表示内容を変更する位置を予め設定しておき、角度偏差が設定した位置となると表示を切換え、作業者の整準作業の進捗状態を知らせる。

【 0 0 4 9 】

次に、前述の様に水平基準面を形成した後、レーザ光線により形成される基準平面を任意の角度に設定する場合について説明する。

【 0 0 5 0 】

前記任意角設定器 8 1、前記任意角設定器 8 2 より基準面を傾斜させたい数値を前記傾斜駆動回路 8 3、前記傾斜駆動回路 8 4 にそれぞれ入力する。

30

【 0 0 5 1 】

前記固定気泡管 2 0 と前記任意角設定気泡管 6 5、及び前記固定気泡管 2 1 と前記任意角設定気泡管 6 6 の検出結果が同一かどうかをそれぞれ判定し、更にそれぞれ一致させる。この時、前記固定気泡管 2 0、前記固定気泡管 2 1 は水平状態であれば好ましいが、必ずしも水平でなくとも飽和状態になっていなければ可能である。

【 0 0 5 2 】

両固定気泡管 2 0、2 1 と両任意角設定気泡管 6 5、6 6 との出力が一致すると、前記任意角設定気泡管 6 5、前記任意角設定気泡管 6 6 とを前記任意角設定器 8 1、前記任意角設定器 8 2 により設定した角度と一致させる様に傾斜させ、更に前記任意角設定気泡管 6 5 及び前記任意角設定気泡管 6 6 が水平になる様に前記レーザ投光器 1 0 を傾斜させれば、求める任意角基準平面を形成するレーザ投光器 1 0 の回転軸心となり、該レーザ投光器 1 0 を回転させて基準面を形成すれば、所望のレーザ光線基準面が形成される。

40

【 0 0 5 3 】

更に、具体的に説明する。尚、前記任意角設定気泡管 6 5 に対する角度設定作業と、前記任意角設定気泡管 6 6 に対する角度設定作業とは同様な作業となるので、以下は前記任意角設定気泡管 6 5 について説明する。

【 0 0 5 4 】

前記切換え回路 8 5 に入力装置、或いは図示しない制御装置から切換え信号を入力し、前記固定気泡管 2 0 からの信号と前記任意角設定気泡管 6 5 からの信号とを前記角度検出回路 8 7 に入力させる。該角度検出回路 8 7 に於いて前記両気泡管 2 0、6 5 が検出する角

50

度の偏差を求め、偏差が存在する場合は、この偏差信号を前記傾斜駆動回路 8 3 に入力する。

【 0 0 5 5 】

該傾斜駆動回路 8 3 は前記傾動モータ 5 8 を駆動する。該傾動モータ 5 8 の駆動によって前記傾動ギア 5 6 が回転し、該傾動ギア 5 6 の回転は前記傾動ギア 5 4 を介して傾動螺子 5 2 に伝達され、前記傾動ナット 4 8 が所要の方向に上下移動する。前記傾動ナット 4 8 の前記ナットピン 5 0 と前記傾動ピン 6 0 の係合により、前記傾動基板 6 2 が前記偏差が 0 となる方向に傾動される。

【 0 0 5 6 】

前記傾動基板 6 2 の傾動は前記任意角設定気泡管 6 5 によって検出され、更に切換え回路 8 5 を介して前記角度検出回路 8 7 に入力される。 10

【 0 0 5 7 】

前記角度検出回路 8 7 により、前記固定気泡管 2 0 と前記任意角設定気泡管 6 5 との検出角度の偏差が漸次演算され、該検出角度偏差は前記傾斜駆動回路 8 3 にフィードバックされ、該検出角度偏差が 0 になる迄、前記傾動モータ 5 8 が駆動される。

【 0 0 5 8 】

前記検出角度偏差が 0 となった状態は、前記レーザ投光器 1 0 の軸心と前記任意角設定気泡管 6 5、前記任意角設定気泡管 6 6 が検出した平面とが垂直となっている。

【 0 0 5 9 】

次に、前記任意角設定器 8 1 より設定角度を前記傾斜駆動回路 8 3 に入力し、傾斜基準面 20 設定作動を開始させる。

【 0 0 6 0 】

該傾斜駆動回路 8 3 に於いて前記任意角設定器 8 1 によって入力された設定角度に対応した角度になる様に前記傾動モータ 5 8 を駆動し、前記傾動基板 6 2 を求める傾斜基準面とは逆の方向に傾斜させる。

【 0 0 6 1 】

ここで、傾動モータ 5 8 は、例えばパルスモータを用い、傾斜駆動回路 8 3 は傾動基板 6 2 の傾動角度とその傾動に必要なパルスモータのパルス数を予め記憶し、任意角設定器 8 1 により設定された角度に対応したパルス数を出力して傾動モータ 5 8 を駆動させる。

【 0 0 6 2 】

該傾動モータ 5 8 によって前記傾動螺子 5 2 が回転され、前記傾動ナット 4 8 が所要の方向、例えば下方に移動される。 30

【 0 0 6 3 】

傾動ナット 4 8 の動きは前述した様に前記ナットピン 5 0、前記傾動ピン 6 0 を介して前記傾動基板 6 2 に伝達され、該傾動基板 6 2 を前記球 6 7 を中心に図 2 5 中反時計方向に傾動させる。

【 0 0 6 4 】

前記した様に、傾動ピン 6 0 は前記ガイドピン 7 1 にガイドされ垂直方向のみに傾動し、従って前記傾動ピン 6 0 の傾動は前記任意角設定気泡管 6 6 の傾斜に影響を与えない。

【 0 0 6 5 】

前記傾動基板 6 2 の傾動によって前記角度検出回路 8 7 からの出力値が変化し、前記傾斜駆動回路 8 3 で演算した比較結果が減少する。 40

【 0 0 6 6 】

該比較結果が 0 となると、前記傾動モータ 5 8 の駆動が停止し、前記傾動基板 6 2 の傾斜設定作業が完了するが、この完了の信号は前記切換え回路 8 5 にも入力され、前記任意角設定気泡管 6 5 からの信号のみが前記基準角度 9 1 に入力される様に回路の切換えが行われる。

【 0 0 6 7 】

尚、前記任意角設定気泡管 6 6 についての傾動作動も同様に行われるが、前述した様に傾動ピン 6 0 は前記ガイドピン 7 1 にガイドされているので、任意角設定気泡管 6 6 の傾動 50

作動は前記任意角設定気泡管 6 5 に影響を与えない。従って、前記傾動基板 6 2 の 2 方向の傾動作動はそれぞれ独立して制御可能であり、傾動基板 6 2 の 2 方向の傾動作動に関する制御シーケンスは簡単である。

【 0 0 6 8 】

前記傾動基板 6 2 の傾斜設定作業が完了すると、前記任意角設定気泡管 6 5 の検出結果を基に、傾斜基準面の設定の為、前記レーザ投光器 1 0 の傾動作業が開始される。このレーザ投光器 1 0 の傾動作業の設定作動は、前記任意角設定気泡管 6 5 の検出結果が水平を示す様になされるが、該作動は前記固定気泡管 2 0、前記固定気泡管 2 1 を基に整準作業を行った場合と同様であるので説明を省略する。

【 0 0 6 9 】

傾斜基準面の設定作動が完了した状態を図 2 9 で示す。この傾斜基準面の設定作動が完了した状態では、前記傾動基板 6 2 が水平となっている。

【 0 0 7 0 】

前記固定気泡管 2 0 と前記任意角設定気泡管 6 5 との一致作動は、前記傾動基板 6 2 の傾動作動精度を保証する為に行われるが、傾動作動を行う度に、或は所要回数繰返した後で行ってもよい。

【 0 0 7 1 】

図 3 2 は前記任意角設定器 8 1、前記任意角設定器 8 2 を内蔵したコントローラ 9 6 の 1 例を示しており、前記傾動基板 6 2 の傾斜を、X - Y の 2 軸の傾斜によって支持する様になっており、設定した数値は表示部 9 7、表示部 9 8 に表示される様になっている。

【 0 0 7 2 】

以上は、レーザ光線で形成される基準面をどの向きに向かって傾斜させるかについては調整が完了しているとして説明したが、実際には先ずレーザ測量機のレーザ照射装置 4 の向きを傾斜させたい方向（水平方向の向き）に正確に設定する作業を行う。

【 0 0 7 3 】

従来、傾斜させたい向きに設定する作業は、図 2 5 に示される様にレーザ照射装置 4 の上面に設けられた視準器 7 5 を利用して行われていた。レーザ照射装置 4 内に構成された傾斜設定機構の傾斜方向と、傾斜を設定及び検出する気泡管の長手方向とは平行に構成され、同様に前記視準器 7 5 の視準方向も平行になる様に機械的な関係が設定されている。レーザ照射装置 4 の向きもこれに合わせている。前記視準器 7 5 を傾斜させたい方向に設定する作業とは、レーザ照射装置 4 を回転又は移動して、レーザ照射装置 4 内に構成された傾斜設定機構の傾斜方向及び気泡管を所定の方角に向けることに他ならない。ところで、レーザ照射装置 4 は通常、三脚上に取付けられているので、三脚上での操作を説明する。

【 0 0 7 4 】

傾斜を設定すべき方向には予めターゲット等の目標物（図示せず）が設置されており、該目標物に視準器 7 5 でレーザ測量機本体を正確に対向させることでレーザ照射装置 4 の向きを傾斜させたい方向に設定する。

【 0 0 7 5 】

レーザ照射装置 4 を固定している螺子（図示せず）を緩め、レーザ照射装置 4 を回転させる。視準器 7 5 より目標物を視準してレーザ照射装置 4 の向きを目標物に正確に設定する。

【 0 0 7 6 】

【 発明が解決しようとする課題 】

上記レーザ測量機の一連の設定作業の内傾斜角（高低角）の設定は、上記説明でも明らかな様に、水平を基準とし、気泡管等の傾斜検出器により電氣的に検出した傾斜情報により行われるので測量者の人為的誤差は介在しない。従って、高い精度で傾斜角の設定を行える。

【 0 0 7 7 】

ところが、傾斜させたい向きにレーザ照射装置 4 を設定させる作業は視準器 7 5 を使用し、合致したかどうかは測量者の人為的判断によっている。更に、元来視準器 7 5 は高度の

10

20

30

40

50

技術を要せずに視準をするものであり、視準望遠鏡と異なり視準精度は良くない。この為、視準器 75 による向き設定は、視準器 75 自体の精度の低さに人為的誤差も介在して、向きの設定は十分な精度であるとは言えなかった。視準器 75 による向き設定は、余り精度を要求されない従来の土木作業等では特に問題がなかったが、近年の機械化された土木工事で高精度が要求される状況では精度的な問題が生じていた。

【0078】

本発明は斯かる実情に鑑み、レーザ測量機の高低角を設定する場合のレーザ測量機の向き設定を人為的誤差をなくして精度良く自動的に設定可能としようとするものである。

【0079】

【課題を解決するための手段】

本発明は、レーザ光線を回転照射し基準面を形成し、形成された基準面を傾斜させる傾斜手段を有するレーザ照射装置と、該レーザ照射装置に設けられ、検出レーザ光線を水平方向に発すると共に所要範囲で又は全周回転させ、該検出レーザ光線の反射から傾斜設定方向に置かれた対象反射体を検出する対象反射体検出装置と、前記レーザ照射装置と前記対象反射体検出装置とを一体に回転させる本体回転装置とから構成され、前記対象反射体検出装置は検出レーザ光線の射出方向を検出する角度検出器を有し、前記傾斜手段の傾斜方向と合致する基準位置を検出可能であり、該基準位置と前記検出レーザ光線の反射から前記傾斜設定方向と前記傾斜手段の傾斜方向との誤差を検出し、前記本体回転装置は前記対象反射体検出装置の検出した誤差を解消する様、前記レーザ照射装置を回動し、前記傾斜手段の傾斜方向を前記対象反射体に向け、該対象反射体の方向に前記基準面の傾斜を設定可能としたレーザ測量機に係り、又前記対象反射体検出装置は、前記検出レーザ光線を発する発光部と、前記レーザ光線を往復走査させる回動部と、該回動部の回転位置を検出するエンコーダと、前記対象反射体からの反射レーザ光線を受光検出する反射光検出部と、該反射光検出部と前記エンコーダの信号に基づき前記対象反射体の中心を検知する位置判別部とを有し、前記本体回転装置は前記レーザ照射装置を回動させる回動モータと、前記位置判別部の信号に基づいて前記回動モータを制御する回動制御部とを具備するレーザ測量機に係り、又対象反射体検出装置が検出レーザ光線を鉛直方向に扇状に広げて照射する光学手段を有するレーザ測量機に係り、又対象反射体検出装置が検出レーザ光線を水平方向、鉛直方向の2方向に往復走査可能としたレーザ測量機に係り、又対象反射体検出装置が本体回転装置と一体化し、鉛直方向に鉛直レーザ光線を照射する鉛直レーザ光線発光部と、該鉛直レーザ光線発光部から照射される鉛直レーザ光線を鉛直方向に向ける鉛直補償機構とを具備するレーザ測量機に係り、又レーザ照射装置の傾斜手段の傾斜方向と対象反射体検出装置からの検出レーザ光線の方向とが所定の角度を有するレーザ測量機に係り、又対象反射体検出装置と本体回転装置とをレーザ照射装置に対して着脱可能としたレーザ測量機に係り、更に又回転装置が回転拘束手段と回転ノブの回転を対象反射体検出装置の回転に変換する手動回転手段と所要の回転力以上で回転を許容する手段とを具備するレーザ測量機に係るものである。

【0080】

従って、本発明では対象反射体検出装置が対象反射体の位置を検出し、レーザ照射装置の基準レーザ光線の照射方向が自動的に設定されるので、レーザ光線による基準線、基準面の形成が容易となると共に作業性、精度が向上する。

【0081】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しつつ本発明の一実施の形態を説明する。

【0082】

本発明では、傾斜させたい方向に対象物（対象反射体 168）を置き、レーザ光線照射装置 1 がレーザ光線を対象反射体 168 に向かって照射し、該対象反射体 168 から反射されたレーザ光線をレーザ光線照射装置 1 自体が認識し、該対象反射体 168 に対する前記レーザ光線照射装置 1、実質的には内蔵された傾斜設定機構の傾斜方向の向きを修正するものである。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 3 】

前記レーザ光線照射装置 1 はレーザ照射装置 4、該レーザ照射装置 4 の上部に取付けられる対象反射体検出装置 3、前記レーザ照射装置 4 の下部に取付けられる本体回転装置 1 5 1 を有する。前記対象反射体検出装置 3 は前記対象反射体 1 6 8 に向かって該対象反射体 1 6 8 検出用のレーザ光線を発し、前記レーザ照射装置 4 は基準線或は基準面を形成するレーザ光線を発する。又前記対象反射体検出装置 3 から発するレーザ光線と前記レーザ照射装置 4 の傾斜設定機構の傾斜方向とは同一方である。尚、レーザ照射装置 4 については図 2 5 で示したものと同様であるので説明を省略する。

【 0 0 8 4 】

前記本体回転装置 1 5 1 は図示しない三脚の托架部に取付けられ、前記レーザ照射装置 4 は前記本体回転装置 1 5 1 を介して托架部に取付けられ、該本体回転装置 1 5 1 は電池ボックス 4 5 下面に設けられた三脚取付螺子 1 5 2 に固定螺子 1 5 9 により固着される。

10

【 0 0 8 5 】

回転軸 1 5 4 を軸受 1 5 5 を介して中空形状の固定軸 1 5 6 に回転自在に設ける。前記回転軸 1 5 4 は中央に下方に向けて中空の軸部 1 5 3 が突設され、該軸部 1 5 3 は前記固定軸 1 5 6 を回転自在に貫通する。前記軸部 1 5 3 に回転ギア 1 5 7 を固着し、更に軸部 1 5 3 にはエンコーダ 1 5 8 のパターンリング 1 5 8 a が固着され、前記固定軸 1 5 6 側にはエンコーダ 1 5 8 の検出部 1 5 8 b が取付けられている。

【 0 0 8 6 】

回転モータ 1 6 0 は前記固定軸 1 5 6 の底面に設けられ、前記回転モータ 1 6 0 の出力軸に嵌着された出力ギア 1 6 1 が前記回転ギア 1 5 7 に噛合する。又、前記回転軸 1 5 4 と前記固定軸 1 5 6 間には前述したパターンリング 1 5 8 a、検出部 1 5 8 b から成るエンコーダ 1 5 8 が設けられ、該エンコーダ 1 5 8 により前記回転軸 1 5 4 と前記固定軸 1 5 6 との間の相対回転角度が検出されるようになっており、検出された回転角度は固定軸 1 5 6 に設けられた回転制御部 1 6 9 に入力される。前記回転モータ 1 6 0 は該回転制御部 1 6 9 によって駆動され、又回転が制御される。

20

【 0 0 8 7 】

前記本体回転装置 1 5 1 を下面から貫通する固定螺子 1 5 9 が前記三脚取付螺子 1 5 2 に螺着し、レーザ照射装置 4 と本体回転装置 1 5 1 とを合体している。前記固定螺子 1 5 9 には下方より三脚取付用の螺子孔が穿設され、該螺子孔を介して図示しない三脚に固定される様にされている。而して、前記レーザ照射装置 4 は本体回転装置 1 5 1 に対して前記回転モータ 1 6 0 により回転され、その回転角は前記エンコーダ 1 5 8 により検出される。

30

【 0 0 8 8 】

次に、図 4 に於いて前記対象反射体検出装置 3 を説明する。該対象反射体検出装置 3 は発光部 1 6 2、回動部 1 6 3、反射光検出部 1 6 4、走査制御部 1 6 5、発光素子駆動部 1 6 6、アライメント表示部 1 6 7 から構成される。

【 0 0 8 9 】

前記発光部 1 6 2 を説明する。レーザダイオード 1 0 1 の光軸上に、該レーザダイオード 1 0 1 側からコリメータレンズ 1 0 2、孔明きミラー 1 0 3 が順次配設され、前記レーザダイオード 1 0 1 から射出されるレーザ光線は前記コリメータレンズ 1 0 2 により平行光束とされ、前記孔明きミラー 1 0 3 を通って前記回動部 1 6 3 へと射出される。前記レーザダイオード 1 0 1 は前記発光素子駆動部 1 6 6 により発光されるが、該発光素子駆動部 1 6 6 により変調が掛けられ、レーザダイオード 1 0 1 より発せられるレーザ光線は他の外来光とは区別できる様になっている。

40

【 0 0 9 0 】

前記回動部 1 6 3 は前記発光部 1 6 2 から入射されたレーザ光線を水平方向に射出走査するものであり、該発光部 1 6 2 からのレーザ光線の光軸を 90° 変向する前記ミラー 1 7 5 が前記発光部 1 6 2 の光軸を中心に回転自在に支持され、更に走査モータ 1 7 6 によりギア 1 7 7、走査ギア 1 7 8 を介して回転される。前記ミラー 1 7 5 と一体に回転する様エンコーダ 1 0 5 を設ける。

50

【 0 0 9 1 】

該エンコーダ 1 0 5 はロータ 1 0 9 と検出器 1 0 7 から構成され、基準位置を示すインデックスが設けられたインクリメンタルエンコーダである。インデックスが示す基準位置からの出力をカウントすることで、基準位置からの角度を検出することができる。基準位置を示すインデックスが検知された時がレーザ光線の照射方向と傾斜設定機構の傾斜方向とが一致した時、又は所定の位置関係になった時である。所定の位置関係とは、例えば 9 0 ° 方向、1 8 0 ° 方向である。往復走査は傾斜方向を中心に左右略同じ角度で行われる。

【 0 0 9 2 】

前記対象反射体 1 6 8 は前記回動部 1 6 3 から射出されたレーザ光線が照射された時に該回動部 1 6 3 に向かってレーザ光線を反射する様になっている。前記対象反射体 1 6 8 は、例えば図 5 (A)、図 6 (A) に示される。図 5 (A) に示されるものは基板 1 2 1 上に反射層 1 2 2 が形成され、前記回動部 1 6 3 からの光を再び該回動部 1 6 3 へ入射させる様反射する。前記反射層 1 2 2 はビーズ、微小なプリズム等から構成される再帰反射面である。又、図 6 (A) に示されるものは、該反射層 1 2 2 を前記基板 1 2 1 の両幅端部に形成し、反射層を 2 つとし、前記対象反射体 1 6 8 からの反射と不要な反射物からの反射とを区別し易くしたものである。

10

【 0 0 9 3 】

而して、図 5 (A) で示す対象反射体 1 6 8 をレーザ光線が走査すると、前記対象反射体 1 6 8 からの反射レーザ光線は図 5 (B) の様に対象反射体 1 6 8 と同幅を有するパルス状となり、図 6 (A) で示す対象反射体 1 6 8 をレーザ光線が走査すると、前記対象反射体 1 6 8 からの反射レーザ光線は図 6 (B) の様に前記図 5 (B) の中間部が抜けた 2 つのパルス状となる。

20

【 0 0 9 4 】

前記対象反射体 1 6 8 からの反射レーザ光線は前記ミラー 1 7 5 に入射し、前記ミラー 1 7 5 に入射した反射レーザ光線は前記孔明きミラー 1 0 3 に向けて変向され、該孔明きミラー 1 0 3 は前記反射光検出部 1 6 4 に反射レーザ光線を入射させる。

【 0 0 9 5 】

次に、前記反射光検出部 1 6 4 について説明する。

【 0 0 9 6 】

前記孔明きミラー 1 0 3 の反射光軸上にコンデンサレンズ 1 1 0、フォトダイオード等から成る第 1 受光器 1 1 4 を前記孔明きミラー 1 0 3 側から順次配設し、前記第 1 受光器 1 1 4 が前記対象反射体 1 6 8 からの反射レーザ光線を受光する様にし、該第 1 受光器 1 1 4 からの出力は反射光検出回路 1 1 6 に入力される。該反射光検出回路 1 1 6 はレーザ光線の受光信号を検出する為の電気的フィルタ (図示せず) を具備しており、前記第 1 受光器 1 1 4 からの受光信号の内変調が掛けられたレーザ光線を他の外来光から抽出して検出し、更に増幅等所要の信号処理をして前記アライメント表示部 1 6 7 に出力する。

30

【 0 0 9 7 】

該アライメント表示部 1 6 7 は、位置判別部 1 1 7 と、表示器 1 1 8 を有し、前記位置判別部 1 1 7 には前記反射光検出回路 1 1 6 からの前記第 1 受光器 1 1 4 の受光状態を示す信号が入力されると共に前記回動部 1 6 3 に設けられた前記ミラー 1 7 5 の回転位置を検出する前記エンコーダ 1 0 5 からの角度信号が入力される。該エンコーダ 1 0 5 からの角度信号は、前記対象反射体 1 6 8 からの反射レーザ光線を受光した時点の受光状態に対応する前記エンコーダ 1 0 5 の角度信号である。従って、図 5 に示す前記対象反射体 1 6 8 からの反射レーザ光線を受光して得られた信号 (図 5 (B) 参照) の立上がり時と立下がり時点の前記エンコーダ 1 0 5 の信号、基準位置からの角度信号を得ることで前記対象反射体 1 6 8 の重心位置、即ち対象反射体 1 6 8 の中心位置は容易に求めることができる。

40

【 0 0 9 8 】

又、図 6 に示す前記対象反射体 1 6 8 についても同様に反射レーザ光線を受光して得られた信号 (図 6 (B) 参照) の立上がり時と立下がり時点の前記エンコーダ 1 0 5 の信号、基準位置からの角度信号を得ることで前記対象反射体 1 6 8 の重心位置、即ち対象反射体 1

50

68の中心位置を求めることができる。

【0099】

前記位置判別部117は前記反射光検出回路116の受光信号及び前記エンコーダ105からの角度信号から、受光信号の重心位置、即ち前記対象反射体168の中心位置を演算し、演算結果を前記表示器118及び前記回動制御部169に入力する。該表示器118は前記レーザ照射装置4の向きがずれていると、該レーザ照射装置4の修正すべき向きを表示する方向矢印118a, 118cで示し、更に該レーザ照射装置4が前記対象反射体168に正対した場合は中央の表示部118bで知らせる。図7により傾斜方向の設定、傾斜基準面の形成について説明する。

【0100】

測定斜面に対象反射体168を設置し、前記視準器75により前記レーザ光線照射装置1の向きを前記対象反射体168に概略合せる(図7(A))。前記対象反射体検出装置3より検出用レーザ光線を照射し、前記走査モータ176により前記ミラー175を所要角度の範囲で往復回転し、照射レーザ光線を往復走査する。前記本体回転装置151を駆動し、前記レーザ照射装置4を介して前記対象反射体検出装置3を回転する。即ち、前記対象反射体検出装置3から照射される検出用レーザ光線は往復走査しながら対象反射体168を検知すべく全周回転される。

【0101】

検出用レーザ光線が前記対象反射体168を通過し、該対象反射体168からの反射光を前記対象反射体検出装置3が検知すると、検知した位置を基準と実際に検出用レーザ光線を照射している方向との位置関係が前記表示器118に表示される。即ち、表示器118は照射方向が基準方向よりずれている場合、向きを戻す方向の矢印118aを点灯し、照射方向が基準方向に合致した場合は前記表示部118bが点灯して知らせる。

【0102】

レーザ光線照射装置1の傾斜方向の誤差の補正として、対象反射体装置3にエンコーダ105及び本体回転装置151にエンコーダ158が設けられている場合及び本体回転装置151にエンコーダ158がない場合が考えられ、先ずエンコーダ158がある場合を説明する。対象反射体装置3が往復走査をし対象反射体168を検知すると、エンコーダ105の出力からレーザ光線照射装置1の傾斜方向との誤差を演算し、本体回転装置151に出力する。本体回転装置151は対象反射体装置3からの出力信号に基づいて誤差を補正する方向に回転する。回転量はエンコーダ158より算出する。

【0103】

次に、本体回転装置151のエンコーダ158がない場合の誤差の補正を説明する。対象反射体装置3が対象反射体168を往復走査すると、対象反射体168より立上がり又は立下がりの検知信号が得られる。エンコーダ105上の検知信号の位置の中心にインデックスが位置していればレーザ光線照射装置1の傾斜方向である。検知信号の中心にインデックス信号が位置する様に本体回転装置151を回転させればよい。但し、検知と回転を繰返すフィードバックの必要がある。

【0104】

検出用レーザ光線の照射方向が基準方向に一致したら、前記レーザ照射装置4の傾斜設定機構により基準方向でのレーザ光線の傾斜角を設定する。傾斜角の設定が完了すると前記レーザ照射装置4側の走査モータ15が(図25、図29参照)駆動して基準レーザ光線を全周走査して傾斜基準面を形成する。尚、傾斜方向の設定後に傾斜基準面の形成をすると説明したが、最初に基準面の設定を行ってもよい。傾斜方向の設定後に基準面にずれが生じても補正は容易である。概略方向を合わせておく場合には補正量も小さい。

【0105】

図8に於いて第2の実施の形態を説明する。該第2の実施の形態では対象反射体168が図10に示される様に、基板121上に反射層122が形成され、図中左半分に / 4 複屈折部材123が貼設され、例えば前記反射層122露出部分が入射光束の偏光方向を保存して反射する偏光保存反射部、前記 / 4 複屈折部材123部分が入射光束に対して偏

10

20

30

40

50

光方向を変換して反射する偏光変換反射部として偏光方向が異なる様に構成されたものである。

【0106】

前記反射層122は再帰反射材から成り、複数の微小なコーナキューブ、又は球反射体等を配置したものである。又、前記 / 4 複屈折部材123は入射光束に対して偏光反射光束が / 4 の位相差を生じさせる作用を有する。

【0107】

次に、該第2の実施の形態に於ける対象反射体検出装置3を説明する。

【0108】

直線偏光のレーザ光線を射出するレーザダイオード101の光軸上に、該レーザダイオード101側からコリメータレンズ102、第1 / 4 複屈折部材104、孔明きミラー103が順次配設され、前記レーザダイオード101から射出される直線偏光のレーザ光線は前記コリメータレンズ102により平行光束とされ、前記第1 / 4 複屈折部材104で円偏光に変換される。円偏光のレーザ光線は前記孔明きミラー103を通過して回動部163へと射出される。該回動部163は発光部162から入射されたレーザ光線を基準平面に射出走査する。

10

【0109】

又、該回動部163には前記対象反射体168からの偏光反射レーザ光線が入射する様になっており、前記ミラー175に入射した偏光反射レーザ光線は前記孔明きミラー103に向けて変向され、該孔明きミラー103は反射光検出部164に偏光反射レーザ光線を入射させる。

20

【0110】

次に、前記反射光検出部164について説明する。

【0111】

前記孔明きミラー103の反射光軸上にコンデンサレンズ110、第2 / 4 複屈折部材111、ピンホール112、偏光ビームスプリッタ113、フォトダイオード等から成る第1受光器114を前記孔明きミラー103側から順次配設し、前記偏光ビームスプリッタ113の反射光軸上にフォトダイオード等から成る第2受光器115を配設する。前記第1受光器114、前記第2受光器115からの出力は反射光検出回路116に入力される。

30

【0112】

前記偏光ビームスプリッタ113は前記反射光検出部164に入射する偏光反射レーザ光線を分割して前記第1受光器114、前記第2受光器115に入射させるが、前記発光部162から射出されたレーザ光線が前記 / 4 複屈折部材123を2回透過し本体に戻ってきた偏光反射レーザ光線が前記第1受光器114に、又それとは異なる偏光方向の反射層122からのレーザ光線が前記第2受光器115に入射する様、前記第2 / 4 複屈折部材111、前記偏光ビームスプリッタ113を配置する。

【0113】

前記偏光反射光検出回路116の一例を図9により説明する。

【0114】

前記第1受光器114、前記第2受光器115の出力はアンプ131、アンプ135を介して差動アンプ132に入力され、又該差動アンプ132の出力は同期検波部133を介して差動アンプ134に入力される。又、前記第1受光器114、前記第2受光器115の出力は前記アンプ131、前記アンプ135を介して加算アンプ136に入力され、該加算アンプ136の出力は同期検波部138を介して差動アンプ139に入力される。該差動アンプ139、及び前記差動アンプ134の出力は走査制御部165、発光素子駆動部166、アライメント表示部167に入力される様になっている。又、前記発光素子駆動部166は前記反射光検出回路116からのクロック信号を基に前記レーザダイオード101から射出される偏光レーザ光線をパルス変調する。

40

【0115】

50

前記発光素子駆動部 166 により駆動される前記レーザダイオード 101 が発する偏光レーザ光線は、発振回路 140 からのクロック信号を基に変調されている。前記レーザダイオード 101 からの射出された直線偏光のレーザ光線は、前記コリメータレンズ 102 で平行光束にされ、更に前記第 1 / 4 複屈折部材 104 を透過することで円偏光のレーザ光線となる。円偏光レーザ光線は前記孔明きミラー 103 を透過し、前記ミラー 175 により基準平面に変向され射出される。

【0116】

該ミラー 175 は前記走査モータ 176 により前記ギア 177、前記走査ギア 178 を介して所要角度の範囲で往復走査される。ミラー 175 から射出される偏光レーザ光線は往復走査しながら前記本体回転装置 151 により全周に走査する。

10

【0117】

回転の走査により偏光レーザ光線が前記対象反射体 168 を通過する。通過した際に前記対象反射体 168 により偏光レーザ光線が反射され、該偏光反射レーザ光線が前記ミラー 175 に入射する。

【0118】

前記した様に、対象反射体 168 の半面は単に反射層 122 であり、又他の半面は / 4 複屈折部材 123 が貼設されている。従って、前記反射層 122 露出部分で反射された偏光反射レーザ光線は入射偏光レーザ光線の偏光状態が保存された円偏光であり、前記 / 4 複屈折部材 123 を透過して前記反射層 122 で反射され、更に前記 / 4 複屈折部材 123 を透過した偏光反射レーザ光線は、入射偏光レーザ光線の偏光状態に対して / 2 20

【0119】

前記対象反射体 168 で反射された偏光反射レーザ光線は、前記ミラー 175 により 90° 変向され前記孔明きミラー 103 に入射し、該孔明きミラー 103 は反射レーザ光線をコンデンサレンズ 110 に向けて反射する。前記コンデンサレンズ 110 は反射レーザ光線を収束光として第 2 / 4 複屈折部材 111 に入射する。円偏光で戻ってきた反射レーザ光線は前記第 2 / 4 複屈折部材 111 により直線偏光に変換され、ピンホール 112 に入射する。前記した様に反射層 122 露出部分で反射された反射レーザ光線と / 4 複屈折部材 123 で反射された反射レーザ光線とは位相が / 2 異なっている為、前記第 2 / 4 複屈折部材 111 により直線偏光に変換された 2 つの反射レーザ光線では偏光面 30

【0120】

該ピンホール 112 は対象反射体検出装置 3 から射出された偏光レーザ光線に対して光軸のずれた正対しない反射レーザ光線を第 1 受光器 114、第 2 受光器 115 に入射しない様にする作用を有し、該ピンホール 112 を通過した反射レーザ光線は前記偏光ビームスプリッタ 113 に入射する。

【0121】

該偏光ビームスプリッタ 113 は、前記発光部 162 から射出した偏光レーザ光線と偏光方向が同様の偏光のレーザ光線を透過し、発光部 162 から射出した偏光レーザ光線と 90° 偏光方向が異なる偏光のレーザ光線を反射する作用を有し、偏光ビームスプリッタ 1 40

【0122】

該第 1 受光器 114、該第 2 受光器 115 の受光状態は、対象反射体検出装置 3 の外で / 4 複屈折部材を 2 回透過した偏光反射レーザ光線、即ち前記対象反射体 168 の前記 / 4 複屈折部材 123 部分で反射された偏光反射レーザ光線が前記反射光検出部 164 に入光すると、前記した第 2 / 4 複屈折部材 111 と偏光ビームスプリッタ 113 の関係から、前記第 1 受光器 114 に入射する光量の方が前記第 2 受光器 115 に入射する光量よりも多くなり、又 / 4 複屈折部材を透過していない偏光反射レーザ光線、即ち前記対 50

象反射体 168 の前記反射層 122 露出部分で反射された偏光反射レーザ光線が入光すると前記第 2 受光器 115 に入射する光量の方が前記第 1 受光器 114 に入射する光量よりも多くなる。

【0123】

而して、前記第 1 受光器 114、前記第 2 受光器 115 への偏光反射レーザ光線の入射光量の差を取ることで、入射した偏光反射レーザ光線が前記対象反射体 168 の前記反射層 122 露出部で反射されたものか、前記 / 4 複屈折部材 123 部分で反射されたものかを識別することができる。即ち、前記反射層 122 露出部と前記 / 4 複屈折部材 123 部分との境界、即ち前記対象反射体 168 の中心を検出できる。

【0124】

更に詳述する。

【0125】

前記 / 4 複屈折部材 123 を 2 回透過した反射レーザ光線の場合、前記反射光検出部 164 の第 1 受光器 114 に入射する光量の方が第 2 受光器 115 に入射する光量より多くなる。その信号を図 11 中 a, b に示す。第 1 受光器 114、第 2 受光器 115 からの信号を前記アンプ 131、前記アンプ 135 で増幅し、前記差動アンプ 132 にて差を取る。その信号を図 11 中 c に示す。該差動アンプ 132 の出力信号を前記発振回路 140 からのクロック 1 で同期検波すると、バイアス電圧に対し正の電圧(図 11 中 d で示す)、クロック 2 で同期検波すると、バイアス電圧に対し負の電圧(図 11 中 e で示す)が得られる。同期検波で得られた電圧の差を取ると(d - e)、前記差動アンプ 134 の出力は

【0126】

前記 / 4 複屈折部材 123 を透過していない反射レーザ光線の場合、前記反射光検出部 164 の第 2 受光器 115 に入射する光量の方が第 1 受光器 114 に入射する光量より多くなる。その信号を図 11 中 h, i に示す。第 1 受光器 114、第 2 受光器 115 からの信号を前記アンプ 131、前記アンプ 135 で増幅し、前記差動アンプ 132 にて差を取る。その信号を図 11 中 j で示す。該差動アンプ 132 の出力信号を前記発振回路 140 からの前記クロック 1 で同期検波すると、バイアス電圧に対し負の電圧(図 11 中 k で示す)、前記クロック 2 で同期検波すると、バイアス電圧に対し正の電圧(図 11 中 l で示す)が得られる。同期検波で得られた電圧の差を取ると(k - l)、前記差動アンプ 134 の出力はバイアス電圧に対し負の電圧(図 11 中 m で示す)が得られる。

【0127】

図 10、図 12 (A) に示す対象反射体 168 を偏光レーザ光線が走査した場合、反射光検出回路 116 の差動アンプ 134 の出力は図 12 (B) に示す波形となる。該差動アンプ 134 の出力に正の信号が出て、正の信号の立下がりから所定時間以内に負の信号の立下がりがあった場合、位置判別部 117 は前記対象反射体 168 であると識別し、更に信号の立下がりがあった場合の境界位置(信号値が 0)を前記対象反射体 168 の中心と判断する。

【0128】

尚、前記対象反射体 168 を用いた場合、偏光レーザ光線の回転方向が逆であると前記反射光検出回路 116 の前記差動アンプ 134 の出力信号の正負が逆の順番になることは言う迄もない。

【0129】

対象反射体 168 の中心が求められた後のレーザ照射装置 4 の向きの修正については前述した実施の形態と同様であるので説明を省略する。

【0130】

次に図 13 ~ 図 15 に於いて、レーザ照射装置 4 を手動により回転し、レーザ照射装置 4 の向きを調整する手動式の本体回転装置 151 を具備したレーザ光線照射装置 1 を説明する。

【0131】

10

20

30

40

50

回転枠 154 を軸受 155 を介して中空形状の固定枠 156 に回転自在に設ける。前記回転枠 154 は中央に下方に向けて中空の軸部 153 が突設され、該軸部 153 は前記固定枠 156 を回転自在に貫通する。前記軸部 153 に固定環 145 を回転自在に嵌合し、該固定環 145 の下側にウェーブワッシャ 146 を介在させウォームホイール 147 を嵌合させ、又前記固定枠 156 を回転自在に貫通する微調整ロッド 142 を設け、該微調整ロッド 142 の先端には前記ウォームホイール 147 に嚙合するウォームギア 143 を形成する。又、前記固定環 145 には前記固定枠 156 を回転自在に貫通する固定螺子 148 が螺合し、該固定螺子 148 の先端は前記軸部 153 に当接可能となっている。前記微調整ロッド 142 の外部突出端には回転ノブ 199 を設け、前記固定螺子 148 の外部突出端には固定ノブ 200 が設けられている。

10

【0132】

レーザー照射装置 4 の向き調整について説明する。

【0133】

粗調整は前記固定ノブ 200 を回して前記固定螺子 148 を緩め、前記レーザー照射装置 4 を所要方向に手で回転する。前記ウォームホイール 147 と前記軸部 153 間には前記ウェーブワッシャ 146 による摩擦力が作用しており、前記レーザー照射装置 4 に掛ける回転力を前記摩擦力より大きくすると手で回転する。次に微調整は、前記回転ノブ 199 を回して微調整ロッド 142 を回転することで前記ウォームギア 143、前記ウォームホイール 147 を介して前記レーザー照射装置 4 が微回転する。

【0134】

而して、該レーザー照射装置 4 を所要方向に正確に対向させることができる。前記レーザー照射装置 4 の方向が決定すると前記固定螺子 148 を締め込み、レーザー照射装置 4 をロックする。

20

【0135】

図 16、図 17 は対象反射体検出装置 3 の他の例を示しており、レーザー光線の照射窓にシリンドリカルレンズ 179 を前記ミラー 175 と一体に回転する様にしたものであり、前記シリンドリカルレンズ 179 を通すことでレーザー光線が上下方向にのみ拡大し、扇状のビームとしたものである。斯くの如くビームを上下方向に拡大すると対象反射体 168 の位置がレーザー光線の光軸に対して上下方向にずれていても該対象反射体 168 からの反射光が得られ、対象反射体 168 の検出範囲が拡大し、レーザー光線照射装置 1 と対象反射体 168 の最初の設置が容易になる。

30

【0136】

図 18、図 19 に示すものは、レーザー光線を上下方向に往復走査可能としたものであり、凹字状のホルダブロック 180 に水平方向の軸心を有する回転軸 181 を介してミラー 175 が揺動自在に支持され、前記回転軸 181 には鉛直走査ギア 182 が固着され、該鉛直走査ギア 182 には鉛直走査モータ 183 の駆動ギア 184 が嚙合している。前記回転軸 181 に関して回転軸 181 の回転角を検出するエンコーダ 185 を設ける。

【0137】

而して、前記鉛直走査モータ 183 により駆動ギア 184、鉛直走査ギア 182 を介して前記ミラー 175 を上下方向に所要範囲で往復回転することで、レーザー光線を上下方向に走査でき、更に前記本体回転装置 151 によりレーザー照射装置 4 を回転することで、上下方向の往復走査しつつ、水平方向に回転して対象反射体 168 の検出を行うことができる。従って、上記した対象反射体検出装置 3 と同様、対象反射体 168 が光軸から外れていても該対象反射体 168 の検出を行うことができる。

40

【0138】

図 20、図 21 に示すものは、レーザー光線を水平方向に往復走査可能とすると共に更にレーザー光線を上下方向に往復走査可能としたものである。

【0139】

ホルダブロック 180 に水平軸心を有する回転軸 181 を介してミラーホルダ 186 を回転自在に設け、該ミラーホルダ 186 にミラー 175 を鉛直軸 187 を中心に回転自在に

50

設け、該ミラー 175 を鉛直軸心、水平軸心の 2 方向に回転自在に支持する。而して、前記走査モータ 176 によりギア 177、走査ギア 178 を介して前記ミラー 175 を水平方向に往復回転させ得、又前記鉛直走査モータ 183 により駆動ギア 184、鉛直走査ギア 182、ミラーホルダ 186 を介して前記ミラー 175 を上下方向に往復回転させ得る。従って、前記レーザ照射装置 4 を回転させることで、前記対象反射体検出装置 3 から対象反射体 168 に対し照射するレーザ光線を上下方向、水平方向に往復走査させつつ水平方向に走査することができる。

【0140】

図 18、図 19 で示した対象反射体検出装置 3、図 20、図 21 で示した対象反射体検出装置 3 の様に、レーザ光線を上下方向、水平方向に往復走査しつつ対象反射体 168 を検出する場合に、使用される対象反射体 168 を図 22、図 23 で示す。該対象反射体 168 を用いた場合、水平方向、及び上下方向の中心位置を検出することができる。

10

【0141】

ここで本実施の形態に使用される前記対象反射体 168 を図 22 (A) で説明する。基板 121 上の中心位置に関して、上下左右の対称位置にも反射層 122 を設けたものであり、図 22 (A) では矩形の前記基板 121 の周囲に前記反射層 122 が形成されている。該対象反射体 168 に対して上下方向にレーザ光線を走査すると、水平方向に走査したと同様図 22 (B) に示す様にパルス状に 2 つの反射レーザ光線が受光されるので、受光光線の重心位置を演算することで垂直方向の中心位置が分る。

【0142】

従って、先ず水平方向の走査で水平方向の中心位置が求められ、次に水平方向の中心位置で上下方向に走査し、上下方向の中心位置即ち対象反射体 168 の中心位置を求める。該対象反射体 168 の中心を検出することで傾斜角が検出される。この検出された傾斜角に合致する様レーザ照射装置 4 側の傾斜機構でレーザ照射装置 4 からの基準レーザ光線の傾斜角を設定することも可能である。

20

【0143】

図 23 は上下方向に往復走査させつつ本体回転装置 151 を回転させ、水平方向に走査させ、更に図 8 で示した対象反射体検出装置 3 の様にレーザ光線の偏光方向を検出できる反射光検出部 164 を有する場合に使用される対象反射体 168 の他の例を示している。

【0144】

矩形の基板 121 上に反射層 122 が形成され、対角線で 2 分割された一方に $\pi/4$ 複屈折部材 123 が貼設され、他方は前記反射層 122 露出部分であり、該露出部分は入射光束の偏光方向を保存して反射する偏光保存反射部、前記 $\pi/4$ 複屈折部材 123 部分は入射光束に対して偏光方向を変換して反射する偏光変換反射部として偏光方向が異なる様構成されたものである。而して、分割された前記反射層 122 露出部分と前記 $\pi/4$ 複屈折部材 123 部分は走査方向の幅が走査位置の移動と共に逆比例する様に構成されている。

30

【0145】

前記反射層 122 露出部分で反射された反射レーザ光線と前記 $\pi/4$ 複屈折部材 123 で反射された反射レーザ光線とでは位相が $\pi/2$ 異なっている為、前記第 2 $\pi/4$ 複屈折部材 111 により直線偏光に変換された 2 つの反射レーザ光線では偏光面が 90° 異なっている。従って、前述した様に反射層 122 露出部分で反射された反射レーザ光線と $\pi/4$ 複屈折部材 123 で反射された反射レーザ光線とでは、図 23 (B) に示される如く前記第 1 受光器 114 と前記第 2 受光器 115 に入射する光量に差異が生じる。

40

【0146】

而して、回転照射したレーザ光線を前記対象反射体 168 に走査し、更に走査位置を上下に移動することで、前記反射層 122 露出部分で反射された反射レーザ光線と前記 $\pi/4$ 複屈折部材 123 で反射された反射レーザ光線とで信号の強さが逆比例で変化し、両者の信号の一致したところが対象反射体 168 の中心であり、前記偏光反射光検出回路 116 により前記対象反射体 168 の中心を検知することができる。

【0147】

50

又、図 2 3 で示される対象反射体 1 6 8 を使用した場合は、水平方向の往復走査を行い、更に上下方向の往復走査を行うことで、対象反射体 1 6 8 の中心が検出でき、傾斜角の検出を行うことができる。この検出された傾斜角に合致する様レーザー照射装置 4 側の傾斜機構でレーザー照射装置 4 からの基準レーザー光線の傾斜角を設定する。検出後の傾斜角の設定、基準面の形成の具体的な作動については前述した通りである。

【 0 1 4 8 】

図 2 4 は対象反射体検出装置 3 と本体回転装置 1 5 1 とを一体化し、レーザー照射装置 4 の下側に設け、更に鉛直レーザー光線を下方に発することができるようにすると共に常に鉛直方向を向く様な補正機構を具備した構成を示している。尚、図中図 2 中で示したものと同様な構成については同符号を付してあり、又対象反射体検出装置 3 の実質的構成については

10

【 0 1 4 9 】

レーザー照射装置 4 に接続プレート 1 8 9 を固定螺子 1 5 9 により固定し、前記接続プレート 1 8 9 を介して対象反射体検出装置 3 を固着し、該対象反射体検出装置 3 の下面に本体回転装置 1 5 1 を固着する。回転枠 1 5 4 の中央より垂設した軸部 1 5 3 を中空とし該軸部 1 5 3 の内部に鉛直補償機構 1 9 0 を設ける。

【 0 1 5 0 】

該鉛直補償機構 1 9 0 を説明する。軸受台 1 9 1 に揺動軸 1 9 2 を介して揺動自在に揺動ブロック 1 9 3 を設け、該揺動ブロック 1 9 3 に振り子 1 9 4 を揺動自在に垂下する。該振り子 1 9 4 に反射鏡 1 9 5 を設け、前記固定枠 1 5 6 の前記反射鏡 1 9 5 に対峙する位置にレーザーダイオード等の発光体 1 9 6 とコリメータレンズ 1 9 7 等の光学系から成る鉛直レーザー光線発光部 1 9 8 を設ける。

20

【 0 1 5 1 】

而して、前記鉛直レーザー光線発光部 1 9 8 から発せられたレーザー光線は前記反射鏡 1 9 5 により下方に向け反射される。反射方向は前記揺動ブロック 1 9 3 と前記振り子 1 9 4 が 2 方向に揺動自在であるので前記鉛直レーザー光線発光部 1 9 8 から発せられる鉛直レーザー光線は前記反射鏡 1 9 5 により常に鉛直下方に反射され、該鉛直レーザー光線の投影位置は

30

【 0 1 5 2 】

【 発明の効果 】

以上述べた如く本発明によれば、測量機の設置方向を測量機自体で検知し、向きの設定を行うので、人為的誤差が介在せず正確であり、又検出レーザー光線を鉛直方向に広げること対象反射体の検出範囲が広くなりレーザー測量機と対象反射体との位置合わせが簡単となり作業性が向上し、又下方にレーザー光線を発する場合はレーザー測量機の基準位置への合わせが容易になる。特に、レーザー測量機を地表より高い位置に設置しなければならない場合等特に有用である等の優れた効果を発揮する。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明の一実施の形態のレーザー測量機の斜視図である。

40

【 図 2 】 該レーザー測量機の部分破断図である。

【 図 3 】 該レーザー測量機の対象反射体検出装置の部分概略図である。

【 図 4 】 該実施の形態の光学系、制御系を示すブロック図である。

【 図 5 】 (A) (B) は対象反射体の一例を示す説明図である。

【 図 6 】 (A) (B) は他の対象反射体の一例を示す説明図である。

【 図 7 】 該実施の形態の作動説明図である。

【 図 8 】 本発明の第 2 の実施の形態の光学系、制御系を示すブロック図である。

【 図 9 】 該第 2 の実施の形態の反射光検出回路の一例を示す回路図である。

【 図 1 0 】 該第 2 の実施の形態に用いられる対象反射体の斜視図である。

【 図 1 1 】 前記反射光検出回路の作動説明図である。

50

【図12】(A)(B)は対象反射体、レーザ光線、反射光検出回路からの出力の関係を示す説明図である。

【図13】レーザ照射装置の向きを手動で調整可能な手動調整機構を具備したレーザ測量機の斜視図である。

【図14】該レーザ測量機の一部を破断した正面図である。

【図15】同前手動調整機構部の要部平面図である。

【図16】レーザ照射装置に設けられる対象反射体検出装置の他の例を示す断面図である。

【図17】該対象反射体検出装置の要部平面図である。

【図18】レーザ照射装置に設けられる対象反射体検出装置の更に他の例を示す断面図である。 10

【図19】該対象反射体検出装置の要部平面図である。

【図20】レーザ照射装置に設けられる対象反射体検出装置の又更に他の例を示す断面図である。

【図21】該対象反射体検出装置の要部平面図である。

【図22】(A)(B)は対象反射体の一例を示す説明図である。

【図23】(A)(B)は他の対象反射体の一例を示す説明図である。

【図24】他の実施の形態を示す部分断面図である。

【図25】従来例を示す断面図である。

【図26】図25のA-A矢視図である。 20

【図27】図25のB-B矢視図である。

【図28】図25のC-C矢視図である。

【図29】従来例の作動説明図である。

【図30】従来例の制御系を示すブロック図である。

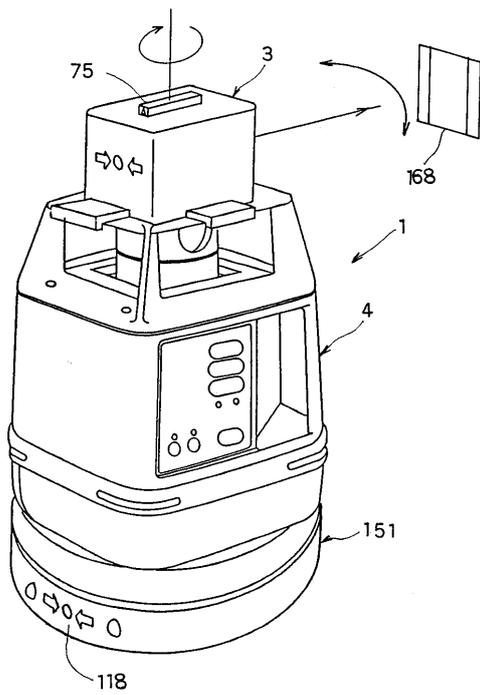
【図31】整準状態を示す線図である。

【図32】コントローラの一例を示す説明図である。

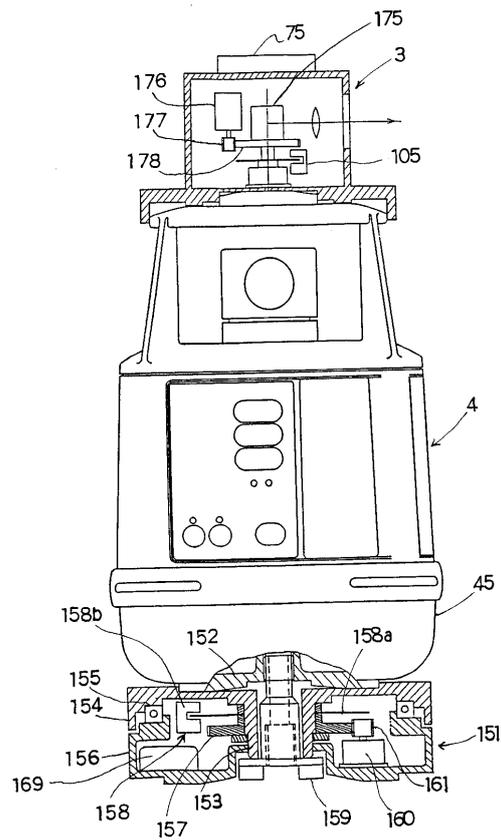
【符号の説明】

3	対象反射体検出装置	
4	レーザ照射装置	
101	レーザダイオード	30
103	孔明きミラー	
105	エンコーダ	
114	第1受光器	
116	反射光検出回路	
117	位置判別部	
118	表示器	
151	本体回転装置	
157	回転ギア	
160	回転モータ	
162	発光部	40
163	回転部	
164	反射光検出部	
166	発光素子駆動部	
167	アライメント表示部	
169	回転制御部	
175	ミラー	
176	走査モータ	
177	ギア	
190	鉛直補償機構	
195	反射鏡	50

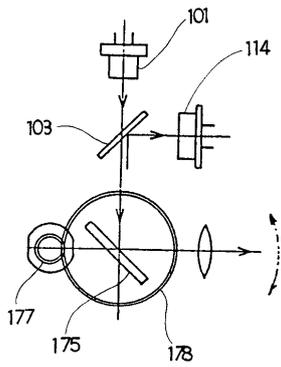
【図1】



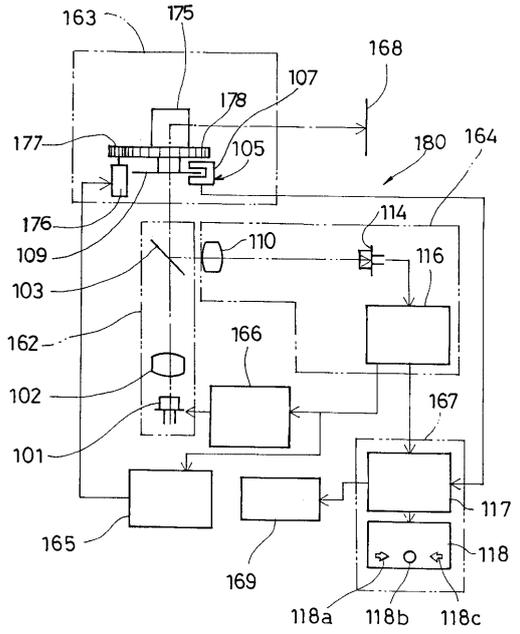
【図2】



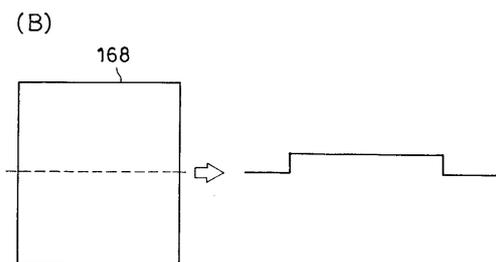
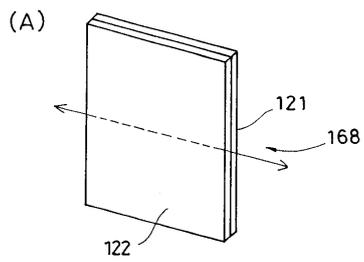
【 図 3 】



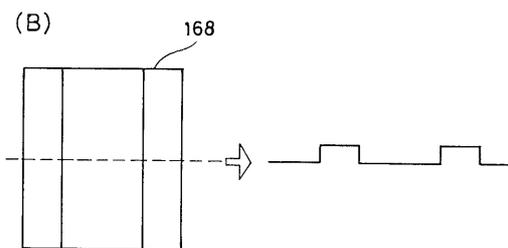
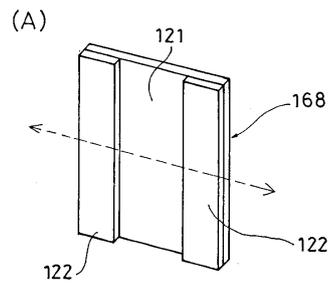
【 図 4 】



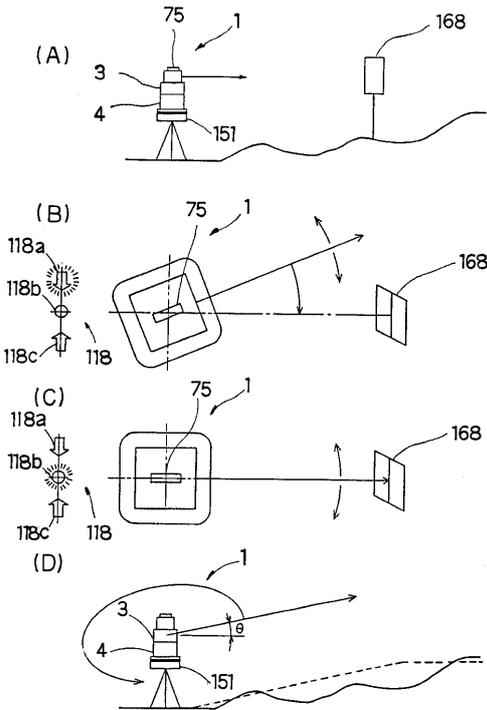
【 図 5 】



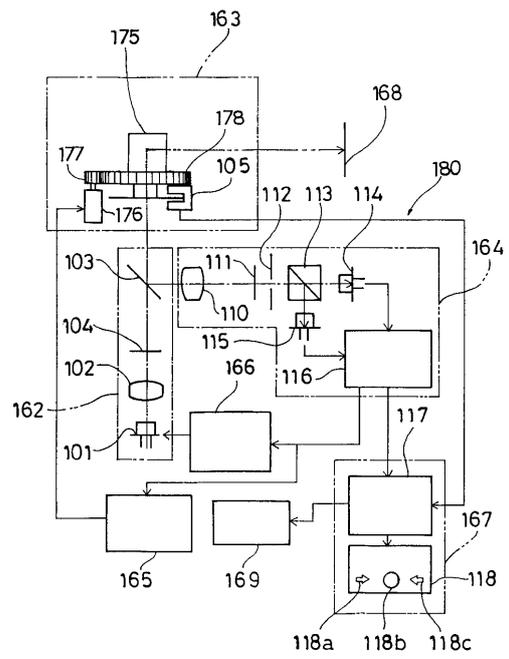
【 図 6 】



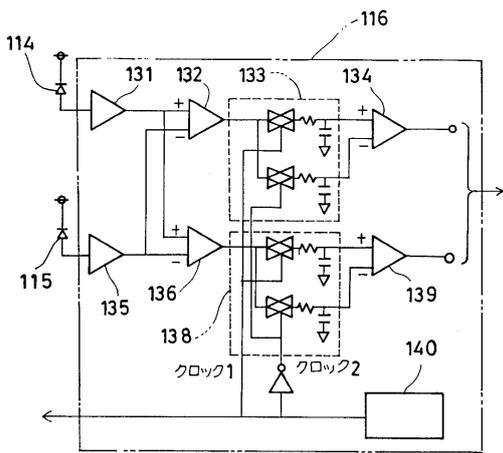
【 図 7 】



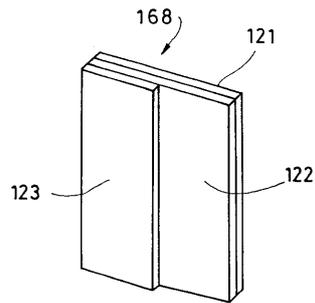
【 図 8 】



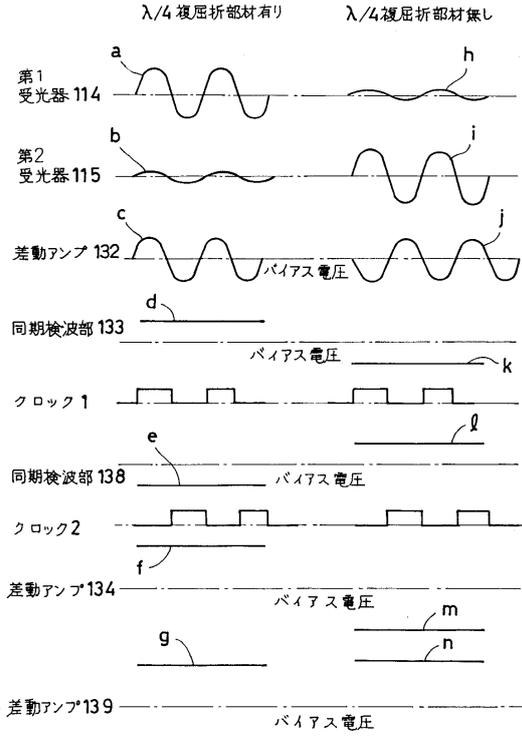
【 図 9 】



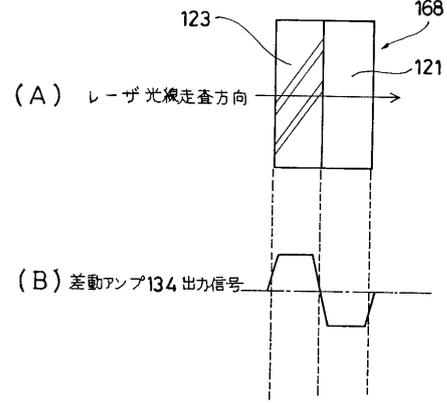
【 図 10 】



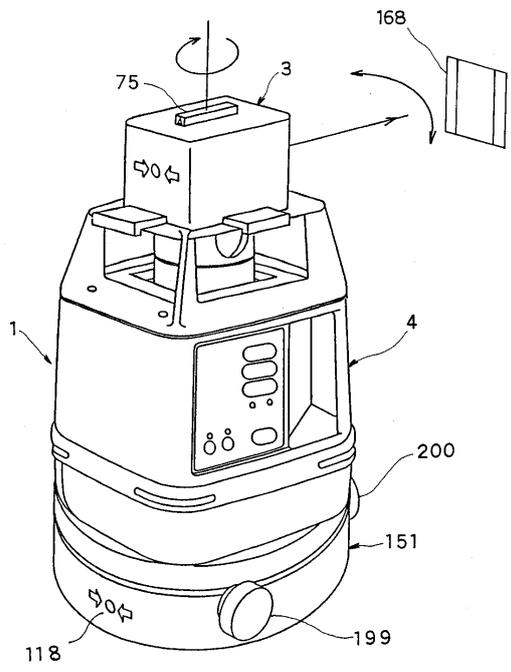
【図11】



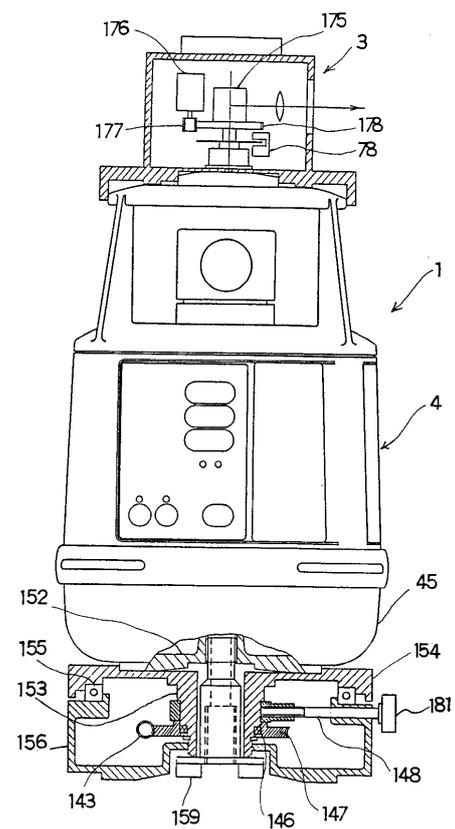
【図12】



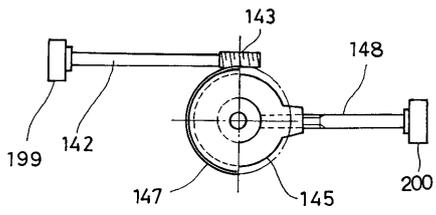
【図13】



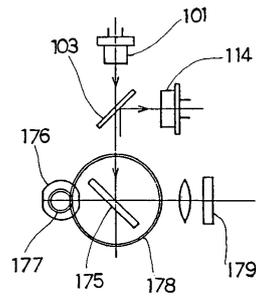
【図14】



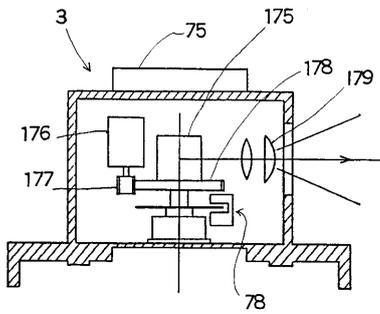
【 図 1 5 】



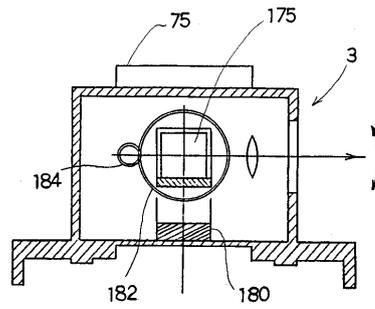
【 図 1 7 】



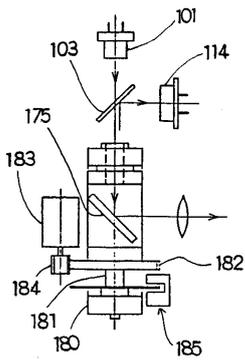
【 図 1 6 】



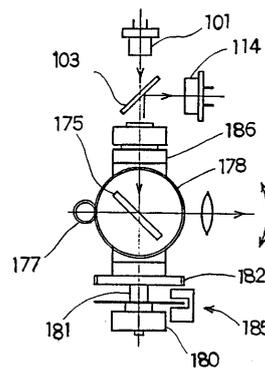
【 図 1 8 】



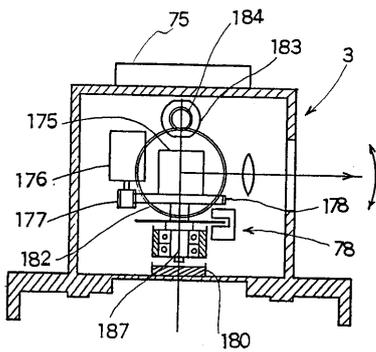
【 図 1 9 】



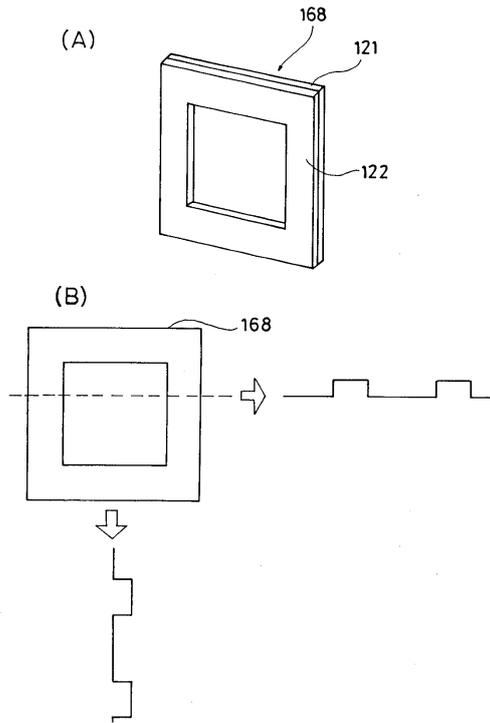
【 図 2 1 】



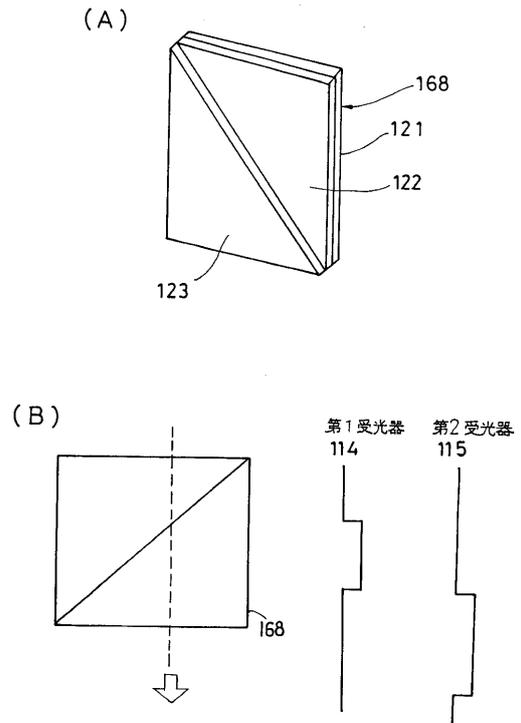
【 図 2 0 】



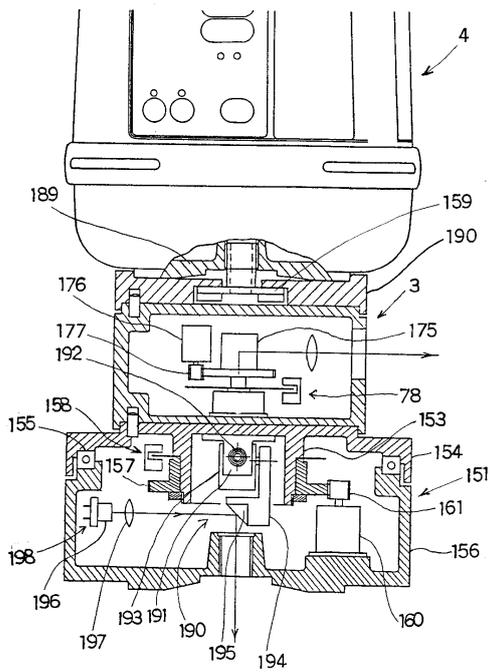
【 図 2 2 】



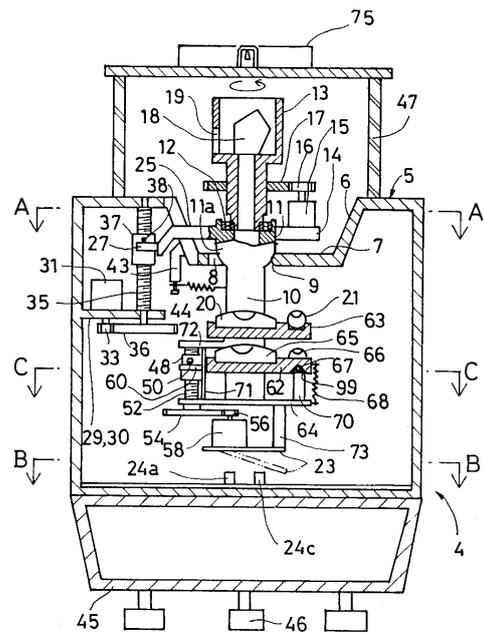
【 図 2 3 】



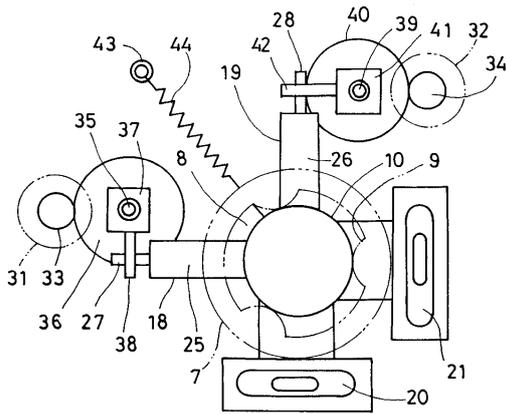
【 図 2 4 】



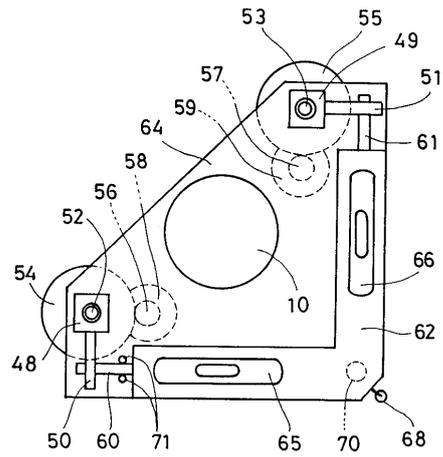
【 図 2 5 】



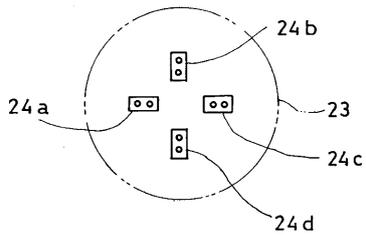
【 図 2 6 】



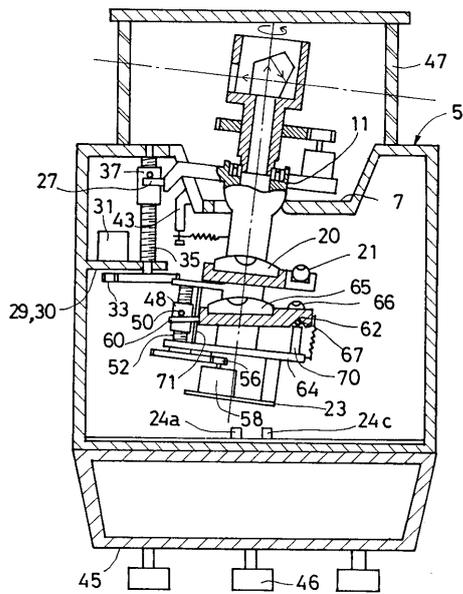
【 図 2 8 】



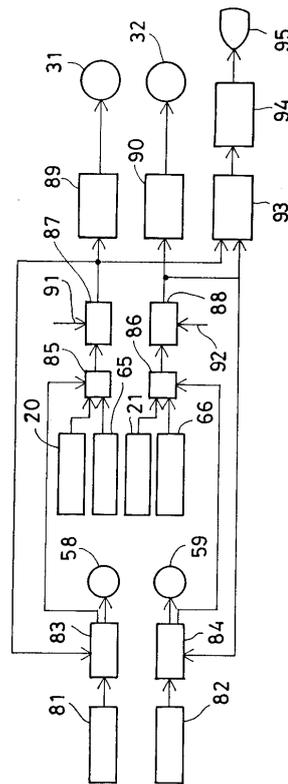
【 図 2 7 】



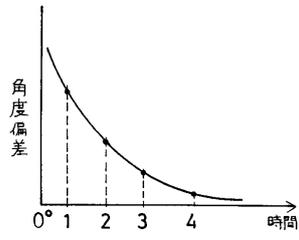
【 図 2 9 】



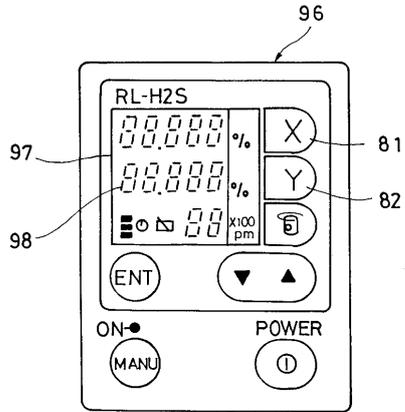
【 図 3 0 】



【 図 3 1 】



【 図 3 2 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平06 - 026861 (JP, A)
特開平07 - 012569 (JP, A)
特開平06 - 137870 (JP, A)
特開平06 - 307855 (JP, A)

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