

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7360298号
(P7360298)

(45)発行日 令和5年10月12日(2023.10.12)

(24)登録日 令和5年10月3日(2023.10.3)

(51)国際特許分類 F I
 G 0 1 C 15/00 (2006.01) G 0 1 C 15/00 1 0 3 D
 G 0 1 S 7/481(2006.01) G 0 1 S 7/481 A
 G 0 1 C 15/00 1 0 3 A

請求項の数 8 (全14頁)

(21)出願番号	特願2019-192484(P2019-192484)	(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	令和1年10月23日(2019.10.23)	(74)代理人	100083563 弁理士 三好 祥二
(65)公開番号	特開2021-67540(P2021-67540A)	(72)発明者	湯浅 太一 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	令和3年4月30日(2021.4.30)	審査官	飯村 悠斗
審査請求日	令和4年8月25日(2022.8.25)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 測量装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

測距光源から発せられる測距光を射出光軸上へ射出する投光光学系と、測定対象物からの反射測距光を受光し、受光部へと導く受光光学系と、水平回転軸を中心に水平回転する托架部と、該托架部に設けられ鉛直回転軸を中心に鉛直回転し、前記投光光学系からの前記測距光を前記測定対象物に照射すると共に、該測定対象物からの反射測距光を前記受光光学系へと入射させる走査鏡と、前記托架部の水平角を検出する水平角検出部と、前記走査鏡の鉛直角を検出する鉛直角検出部と、前記反射測距光の受光結果と前記水平角検出部の検出結果と前記鉛直角検出部の検出結果に基づき前記測定対象物の3次元座標を演算する演算制御部と、前記射出光軸上に設けられた所定の板厚を有する多層膜光学素子とを具備し、前記受光光学系は軸外し放物面又は軸外し自由曲面の反射面を有する反射鏡を有し、該反射鏡により前記反射測距光を受光部へと集光させつつ導く様構成され、前記多層膜光学素子は前記測距光源から近接した位置にある第1の入射面と、前記測距光源から離れた位置にある第2の入射面を有し、該第2の入射面の前記測距光の入射部分に前記測距光の一部を反射し残部を透過するビームスプリッタ膜が形成され、該ビームスプリッタ膜を除く部分には反射防止膜が形成され、前記測距光は前記ビームスプリッタ膜により反射され、前記反射測距光は前記ビームスプリッタ膜と前記反射防止膜とを透過する様構成された測量装置。

10

【請求項2】

参照光受光部と、前記測距光源からの光の一部を内部参照光として分離し、前記参照光

20

受光部へと導く内部参照光光学系を更に具備し、該内部参照光光学系は、前記射出光軸上に設けられたビームスプリッタにより前記内部参照光を分離し、前記演算制御部は、前記反射測距光の受光タイミングと前記内部参照光の受光タイミングとの時間差に基づき前記測定対象物迄の距離を演算する様構成された請求項1に記載の測量装置。

【請求項3】

参照光受光部と、前記測距光源からの光の一部を内部参照光として分離し、前記参照光受光部へと導く内部参照光光学系を更に具備し、該内部参照光光学系は、前記ビームスプリッタ膜により前記内部参照光を分離し、前記演算制御部は、前記反射測距光の受光タイミングと前記内部参照光の受光タイミングとの時間差に基づき前記測定対象物迄の距離を演算する様構成された請求項1に記載の測量装置。

10

【請求項4】

追尾光源から発せられる追尾光を前記測距光と同軸に偏向する追尾投光光学系と、前記測定対象物からの反射追尾光を受光し、撮像素子へと導く追尾受光光学系とを更に具備し、前記演算制御部は、前記反射追尾光の前記撮像素子上での受光位置に基づき、前記測定対象物を追尾する様前記托架部と前記走査鏡とを制御する様構成された請求項1～請求項3のうちのいずれか1項に記載の測量装置。

【請求項5】

前記第1の入射面には赤外光又は近赤外光を反射し可視光を透過するロングパスフィルタが設けられ、前記測距光は赤外光又は近赤外光であり、前記追尾光は可視光であり、前記測距光と前記追尾光の共通光軸上に前記第2の入射面が位置する様前記多層膜光学素子が配置された請求項4に記載の測量装置。

20

【請求項6】

前記追尾投光光学系は、前記追尾光の広がり角を調整可能な広がり角調整部を有し、該広がり角調整部により、所定の広がり角を有する追尾光と平行光束であるレーザポインタ光とが切替え可能となる様構成された請求項5に記載の測量装置。

【請求項7】

前記走査鏡で反射された外光が前記追尾受光光学系を介して前記撮像素子に入射し、該撮像素子に入射した外光に基づき測距光の光軸を中心とした画像を取得する様構成された請求項4～請求項6のうちのいずれか1項に記載の測量装置。

【請求項8】

前記走査鏡と一体に回転する窓ガラスを更に具備し、該窓ガラスは前記測距光の光軸に対して傾斜している請求項1～請求項7のうちのいずれか1項に記載の測量装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、測定対象物の3次元座標を取得可能な測量装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

レーザスキャナやトータルステーション等の測量装置は、測定対象物として反射プリズムを用いたプリズム測距、反射プリズムを用いないノンプリズム測距により測定対象物迄の距離を検出する光波距離測定装置を有している。

40

【0003】

光波距離測定装置の受光部はレンズを含む光学系を有し、入射光がレンズの屈折作用によって受光面上に結像される様になっている。該光学系の対物レンズは焦点距離 f を有し、この焦点距離 f は光波距離測定装置が求められる性能によって決定される。例えば、鉛直測定をする場合、受光光量を確保する為、レンズの口径は大きくなり、レンズの大径化に伴い焦点距離も長くなる。

【0004】

この為、光波距離測定装置の受光部は、光学系を収納可能な大きさと、焦点距離 f を確保可能な光軸方向の長さを必要とする。従って、光学系の大きさ、焦点距離の制約により

50

、受光部の小型化が困難となっていた。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開2018-179588号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は、光学系を小型化し、装置全体の小型化を図る測量装置を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、測距光源から発せられる測距光を射出光軸上へ射出する投光光学系と、測定対象物からの反射測距光を受光し、受光部へと導く受光光学系と、水平回転軸を中心に水平回転する托架部と、該托架部に設けられ鉛直回転軸を中心に鉛直回転し、前記投光光学系からの前記測距光を前記測定対象物に照射すると共に、該測定対象物からの反射測距光を前記受光光学系へと入射させる走査鏡と、前記托架部の水平角を検出する水平角検出部と、前記走査鏡の鉛直角を検出する鉛直角検出部と、前記反射測距光の受光結果と前記水平角検出部の検出結果と前記鉛直角検出部の検出結果に基づき前記測定対象物の3次元座標を演算する演算制御部とを具備し、前記受光光学系は軸外し放物面又は軸外し自由曲面の反射面を有する反射鏡を有し、該反射鏡により前記反射測距光を受光部へと集光させつつ導く様構成された測量装置に係るものである。

【0008】

又本発明は、所定の板厚を有する多層膜光学素子が前記射出光軸上に設けられ、前記多層膜光学素子は前記測距光源から近接した位置にある第1の入射面と、前記測距光源から離れた位置にある第2の入射面を有し、該第2の入射面の前記測距光の入射部分に前記測距光の一部を反射し残部を透過するビームスプリッタ膜が形成され、該ビームスプリッタ膜を除く部分には反射防止膜が形成され、前記測距光は前記ビームスプリッタ膜により反射され、前記反射測距光は前記ビームスプリッタ膜と前記反射防止膜とを透過する様構成された測量装置に係るものである。

【0009】

又本発明は、参照光受光部と、前記測距光源からの光の一部を内部参照光として分離し、前記参照光受光部へと導く内部参照光光学系を更に具備し、該内部参照光光学系は、前記射出光軸上に設けられたビームスプリッタにより前記内部参照光を分離し、前記演算制御部は、前記反射測距光の受光タイミングと前記内部参照光の受光タイミングとの時間差に基づき前記測定対象物迄の距離を演算する様構成された測量装置に係るものである。

【0010】

又本発明は、参照光受光部と、前記測距光源からの光の一部を内部参照光として分離し、前記参照光受光部へと導く内部参照光光学系を更に具備し、該内部参照光光学系は、前記ビームスプリッタ膜により前記内部参照光を分離し、前記演算制御部は、前記反射測距光の受光タイミングと前記内部参照光の受光タイミングとの時間差に基づき前記測定対象物迄の距離を演算する様構成された測量装置に係るものである。

【0011】

又本発明は、追尾光源から発せられる追尾光を前記測距光と同軸に偏向する追尾投光光学系と、前記測定対象物からの反射追尾光を受光し、撮像素子へと導く追尾受光光学系とを更に具備し、前記演算制御部は、前記反射追尾光の前記撮像素子上での受光位置に基づき、前記測定対象物を追尾する様前記托架部と前記走査鏡とを制御する様構成された測量装置に係るものである。

【0012】

又本発明は、前記第1の入射面には赤外光又は近赤外光を反射し可視光を透過するロングパスフィルタが設けられ、前記測距光は赤外光又は近赤外光であり、前記追尾光は可視

10

20

30

40

50

光であり、前記測距光と前記追尾光の共通光軸上に前記第 2 の入射面が位置する様前記多層膜光学素子が配置された測量装置に係るものである。

【 0 0 1 3 】

又本発明は、前記追尾投光光学系は、前記追尾光の広がり角を調整可能な広がり角調整部を有し、該広がり角調整部により、所定の広がり角を有する追尾光と平行光束であるレーザーポインタ光とが切替え可能となる様構成された測量装置に係るものである。

【 0 0 1 4 】

又本発明は、前記走査鏡で反射された外光が前記追尾受光光学系を介して前記撮像素子に入射し、該撮像素子に入射した外光に基づき測距光の光軸を中心とした画像を取得する様構成された測量装置に係るものである。

10

【 0 0 1 5 】

更に又本発明は、前記走査鏡と一体に回転する窓ガラスを更に具備し、該窓ガラスは前記測距光の光軸に対して傾斜している測量装置に係るものである。

【発明の効果】

【 0 0 1 6 】

本発明によれば、測距光源から発せられる測距光を射出光軸上へ射出する投光光学系と、測定対象物からの反射測距光を受光し、受光部へと導く受光光学系と、水平回転軸を中心に水平回転する托架部と、該托架部に設けられ鉛直回転軸を中心に鉛直回転し、前記投光光学系からの前記測距光を前記測定対象物に照射すると共に、該測定対象物からの反射測距光を前記受光光学系へと入射させる走査鏡と、前記托架部の水平角を検出する水平角検出部と、前記走査鏡の鉛直角を検出する鉛直角検出部と、前記反射測距光の受光結果と前記水平角検出部の検出結果と前記鉛直角検出部の検出結果に基づき前記測定対象物の 3 次元座標を演算する演算制御部とを具備し、前記受光光学系は軸外し放物面又は軸外し自由曲面の反射面を有する反射鏡を有し、該反射鏡により前記反射測距光を受光部へと集光させつつ導く様構成されたので、前記受光光学系の光軸方向の長さを短くすることができ、光学系の小型化及び装置全体の小型化を図ることができるという優れた効果を発揮する。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 7 】

【図 1】本発明の実施例に係る測量装置を示す正断面図である。

【図 2】本発明の実施例に係る距離測定部を示す構成図である。

30

【図 3】前記距離測定部の多層膜光学素子の第 2 の入射面を示す側面図である。

【図 4】(A) (B) は、測距光射出部と内部参照光受光部の変形例を示す構成図である。

【図 5】測距光射出部と内部参照光受光部の変形例を示す構成図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 8 】

以下、図面を参照しつつ本発明の実施例を説明する。

【 0 0 1 9 】

先ず、図 1 に於いて、本発明の実施例に係る測量装置について説明する。

【 0 0 2 0 】

測量装置 1 は、例えばレーザスキャナであり、三脚（図示せず）に取付けられる整準部 2 と、該整準部 2 に取付けられた測量装置本体 3 とから構成される。尚、測定はノンプリズム測定が行われる。

40

【 0 0 2 1 】

前記整準部 2 は整準ネジ 1 0 を有し、該整準ネジ 1 0 により前記測量装置本体 3 の整準を行う。

【 0 0 2 2 】

該測量装置本体 3 は、固定部 4 と、托架部 5 と、水平回転軸 6 と、水平回転軸受 7 と、水平回転駆動部としての水平回転モータ 8 と、水平角検出部としての水平角エンコーダ 9 と、鉛直回転軸 1 1 と、鉛直回転軸受 1 2 と、鉛直回転駆動部としての鉛直回転モータ 1 3 と、鉛直角検出部としての鉛直角エンコーダ 1 4 と、鉛直回転部である走査鏡 1 5 と、

50

操作部と表示部とを兼用する操作パネル 16 と、演算制御部 17 と、記憶部 18 と、距離測定部 19 等を具備している。尚、前記演算制御部 17 としては、本装置に特化した CPU、或は汎用 CPU が用いられる。

【0023】

前記水平回転軸受 7 は前記固定部 4 に固定される。前記水平回転軸 6 は鉛直な軸心 6a を有し、前記水平回転軸 6 は前記水平回転軸受 7 に回転自在に支持される。又、前記托架部 5 は前記水平回転軸 6 に支持され、前記托架部 5 は水平方向に前記水平回転軸 6 と一体に回転する様になっている。

【0024】

前記水平回転軸受 7 と前記托架部 5 との間には前記水平回転モータ 8 が設けられ、該水平回転モータ 8 は前記演算制御部 17 により制御される。該演算制御部 17 は、前記水平回転モータ 8 により、前記托架部 5 を前記軸心 6a を中心に回転させる。

10

【0025】

前記托架部 5 の前記固定部 4 に対する相対回転角は、前記水平角エンコーダ 9 によって検出される。該水平角エンコーダ 9 からの検出信号は前記演算制御部 17 に入力され、該演算制御部 17 により水平角データが演算される。該演算制御部 17 は、前記水平角データに基づき、前記水平回転モータ 8 に対するフィードバック制御を行う。

【0026】

又、前記托架部 5 には、水平な軸心 11a を有する前記鉛直回転軸 11 が設けられている。該鉛直回転軸 11 は、前記鉛直回転軸受 12 を介して回転自在となっている。尚、前記軸心 6a と前記軸心 11a の交点が、測距光の射出位置であり、前記測量装置本体 3 の座標系の原点となっている。

20

【0027】

前記托架部 5 には、凹部 21 が形成されている。前記鉛直回転軸 11 は、一端部が前記凹部 21 内に延出し、前記一端部に前記走査鏡 15 が固着され、該走査鏡 15 は前記凹部 21 に収納されている。

【0028】

又、前記鉛直回転軸 11 の他端部には、前記鉛直角エンコーダ 14 が設けられている。前記鉛直回転軸 11 に前記鉛直回転モータ 13 が設けられ、該鉛直回転モータ 13 は前記演算制御部 17 に制御される。該演算制御部 17 は、前記鉛直回転モータ 13 により前記鉛直回転軸 11 を回転させ、前記走査鏡 15 は前記軸心 11a を中心に回転される。

30

【0029】

前記走査鏡 15 の回転角は、前記鉛直角エンコーダ 14 によって検出され、検出信号は前記演算制御部 17 に入力される。該演算制御部 17 は、検出信号に基づき前記走査鏡 15 の鉛直角データを演算し、該鉛直角データに基づき前記鉛直回転モータ 13 に対するフィードバック制御を行う。

【0030】

又、前記演算制御部 17 で演算された水平角データ、鉛直角データや測定結果、測定点間隔（後述）、測定角度間隔（後述）は、前記記憶部 18 に保存される。該記憶部 18 としては、磁気記憶装置としての HDD、光記憶装置としての CD、DVD、半導体記憶装置としての RAM、ROM、DRAM、メモリカード、USBメモリ等種々の記憶手段が用いられる。該記憶部 18 は、前記托架部 5 に対して着脱可能であってもよく、或は図示しない通信手段を介して外部記憶装置や外部データ処理装置にデータを送出可能としてもよい。

40

【0031】

前記記憶部 18 には、測距作動を制御するシーケンスプログラム、測距作動により距離を演算する演算プログラム、水平角データ及び鉛直角データに基づき角度を演算する演算プログラム、距離と角度に基づき所望の測定点の 3 次元座標を演算する演算プログラム、測定対象物を追尾する為の追尾プログラム、測定点の間隔や測定角度の間隔を設定する為の設定プログラム、測距光や追尾光（後述）の広がり角を調整する為の広がり角調整プロ

50

グラム等の各種プログラムが格納される。又、前記演算制御部 17 により各種プログラムが実行されることで、各種処理が実行される。

【0032】

前記操作パネル 16 は、例えばタッチパネルであり、測距の指示や測定条件、例えば測定点間隔や測定角度間隔の変更等を行う操作部と、測距結果等を表示する表示部とを兼用している。

【0033】

次に、図 2 を参照して前記距離測定部 19 について説明する。

【0034】

該距離測定部 19 は、主に測距光射出部 22、測距光受光部 23、内部参照光受光部 24、追尾光射出部 25、追尾光受光部 26 を有している。

10

【0035】

前記測距光射出部 22 は、射出光軸 27 を有し、該射出光軸 27 上に測距光源である発光素子 28、例えばレーザダイオード (LD) が設けられている。又、前記射出光軸 27 上に第 1 平行平板 29、投光レンズ 31、第 1 ビームスプリッタ 32、偏向光学部材としての多層膜光学素子 33 が設けられている。尚、前記第 1 平行平板 29、前記投光レンズ 31、前記第 1 ビームスプリッタ 32、前記多層膜光学素子 33 は投光光学系を構成する。

【0036】

前記発光素子 28 は、赤外又は近赤外波長のレーザ光線をパルス発光し、或はレーザ光線をバースト発光する。

20

【0037】

前記第 1 平行平板 29 は、例えば所定の厚みを有する板状のガラスであり、図示しない駆動機構により前記射出光軸 27 に対して挿脱可能となっている。前記第 1 平行平板 29 を前記射出光軸 27 上に挿入した際には、測距光の広がり角が大きくなり、前記第 1 平行平板 29 を前記射出光軸 27 上から抜脱した際には、測距光の広がり角が小さくなる様に構成されている。従って、ノンプリズム測距を行なう際には、前記第 1 平行平板 29 を前記射出光軸 27 上から抜脱し、ビーム径の小さい測距光が用いられる。又、プリズム測距を行なう際には、前記第 1 平行平板 29 を前記射出光軸 27 上に挿入し、ビーム径の大きい測距光が用いられる。

30

【0038】

前記第 1 ビームスプリッタ 32 は、1%程度の光を反射し、99%程度の光を透過する光学特性を有している。前記第 1 ビームスプリッタ 32 は、前記発光素子 28 から発せられたレーザ光線の一部を内部参照光として内部参照光軸 34 (後述) 上へと偏向し、前記光の残りの大部分を測距光として透過させる。

【0039】

前記多層膜光学素子 33 は、例えば所定の板厚を有する板状のガラスであり、前記射出光軸 27 に対して例えば 45°傾斜している。前記多層膜光学素子 33 の厚みは、例えば 40 の時 15mm 程度となる。又、前記多層膜光学素子 33 の前記発光素子 28 に近接した位置にある一方の面 (第 1 の入射面) は、赤外光又は近赤外光を透過し可視光を反射するロングパスフィルタ膜が設けられたロングパスフィルタ面 35 となっている。

40

【0040】

前記多層膜光学素子 33 の前記発光素子 28 から離れた位置にある他方の面 (第 2 の入射面) は、ビームスプリッタ膜 53 が設けられたビームスプリッタ面 36 となっている。図 3 に示される様に、前記ビームスプリッタ膜 53 は、前記ビームスプリッタ面 36 のうち、測距光が入射する部分にのみ形成されている。即ち、前記ビームスプリッタ面 36 に、前記測距光の光束と略同等の楕円状の前記ビームスプリッタ膜 53 が形成され、該ビームスプリッタ膜 53 を除く部分には反射防止膜 54 が形成される。前記ビームスプリッタ膜 53 は、80%程度の光を反射し、20%程度の光を透過する光学特性を有している。更に、前記多層膜光学素子 33 は、角部が面取りされた面取り部 37 が形成されている。

50

【 0 0 4 1 】

又、前記測距光受光部 2 3 は、受光光軸 3 8 を有し、該受光光軸 3 8 上に前記多層膜光学素子 3 3 と反射鏡 3 9 が設けられている。又、該反射鏡 3 9 の反射光軸 3 8 上には受光部 4 1、例えば受光ファイバが設けられている。該受光部 4 1 は受光した光を受光素子へと導く。尚、前記受光部 4 1 の受光位置に受光素子を設けてもよい。又、前記多層膜光学素子 3 3、前記反射鏡 3 9 は受光光学系を構成する。

【 0 0 4 2 】

前記反射鏡 3 9 は、軸外し放物面の反射面を有する軸外し放物面鏡であり、反射測距光を集光しつつ、前記受光光軸 3 8 を 3 0 ° ~ 6 0 ° 程度、例えば 4 5 ° の軸外し量で偏向する様になっている。

10

【 0 0 4 3 】

前記内部参照光受光部 2 4 は、前記内部参照光軸 3 4 を有し、該内部参照光軸 3 4 上に参照光受光部 4 2、例えば受光ファイバが設けられている。又、前記内部参照光軸 3 4 上に、受光レンズ 4 3 及び前記第 1 ビームスプリッタ 3 2 が設けられている。尚、該第 1 ビームスプリッタ 3 2、前記受光レンズ 4 3 は内部参照光光学系を構成する。

【 0 0 4 4 】

前記追尾光射出部 2 5 は追尾射出光軸 4 4 を有し、該追尾射出光軸 4 4 上に追尾光源である追尾発光素子 4 5、例えば可視光を発光するレーザダイオード (L D) が設けられている。又、前記追尾射出光軸 4 4 上には、第 2 平行平板 4 6、投光レンズ 4 7、第 2 ビームスプリッタ 4 8 が設けられ、更に該第 2 ビームスプリッタ 4 8 の反射光軸上に前記多層膜光学素子 3 3 が設けられている。尚、前記第 2 平行平板 4 6、前記投光レンズ 4 7、前記第 2 ビームスプリッタ 4 8、前記多層膜光学素子 3 3 は追尾投光光学系を構成する。

20

【 0 0 4 5 】

前記第 2 平行平板 4 6 は、例えば所定の厚みを有する板状のガラスであり、図示しない駆動機構により前記追尾射出光軸 4 4 に対して挿脱可能となっている。前記第 2 平行平板 4 6 を前記追尾射出光軸 4 4 上に挿入した際には、前記追尾発光素子 4 5 から発せられた光が所定の広がり角を有する追尾光となる様広がり角が調整される。又前記第 2 平行平板 4 6 を前記追尾射出光軸 4 4 上から抜脱した際には、前記追尾発光素子 4 5 から発せられた光は、広がり角を有さない平行光束のレーザポインタ光として射出される。

【 0 0 4 6 】

又、前記第 2 ビームスプリッタ 4 8 は、5 0 % 程度の光を透過し、5 0 % 程度の光を反射する光学特性を有している。又、前記第 2 ビームスプリッタ 4 8 を透過した追尾光 (レーザポインタ光) は、前記多層膜光学素子 3 3 の前記ロングパスフィルタ面 3 5 により測距光と同軸に (前記射出光軸 2 7 上に) 偏向する。即ち、前記ロングパスフィルタ面 3 5 は、測距光と追尾光の共通光路上に位置する。

30

【 0 0 4 7 】

前記追尾光受光部 2 6 は、追尾受光光軸 4 9 を有し、該追尾受光光軸 4 9 上に前記多層膜光学素子 3 3、前記第 2 ビームスプリッタ 4 8、複数のレンズからなる受光レンズ群 5 1、撮像素子 5 2 が設けられている。

【 0 0 4 8 】

該撮像素子 5 2 は、画素の集合体である C C D、或は C M O S センサであり、各画素は画像素子上での位置が特定できる様になっている。例えば、各画素は、前記撮像素子 5 2 の中心を原点とした画素座標を有し、該画素座標によって画像素子上での位置が特定される。

40

【 0 0 4 9 】

前記第 2 平行平板 4 6 を前記追尾射出光軸 4 4 上に挿入した状態では、前記追尾光射出部 2 5 と前記追尾光受光部 2 6 は追尾部を構成する。前記撮像素子 5 2 上での反射追尾光の受光位置と、該撮像素子 5 2 の中心との位置偏差に基づき、前記演算制御部 1 7 が前記水平回転モータ 8、前記鉛直回転モータ 1 3 を駆動することで、測定対象物の追尾が行える様になっている。

50

【 0 0 5 0 】

又、前記第 2 平行平板 4 6 を前記追尾射出光軸 4 4 上から抜脱した状態では、前記追尾光射出部 2 5 はレーザポインタ照射部を構成し、前記追尾光受光部 2 6 は撮像部を構成する。前記追尾発光素子 4 5 から射出された追尾光（レーザポインタ光）は、前記ロングパスフィルタ面 3 5 により測距光と同軸に偏向される。従って、レーザポインタ光により測距光の照射位置を確認することができる。又、前記走査鏡 1 5 を介して入射した外光が前記撮像素子 5 2 に受光されることで、測距光と同軸の画像（測距光の光軸を中心とした画像）を取得することができる。

【 0 0 5 1 】

次に、前記距離測定部 1 9 を有する測量装置 1 により測定及び追尾を行う場合について説明する。尚、本実施例に於いては、再帰反射性を有するプリズムを測定対象物とするプリズム測定となっている。又、前記第 1 平行平板 2 9 は前記射出光軸 2 7 上に挿入され、前記第 2 平行平板 4 6 は前記追尾射出光軸 4 4 上に挿入されている。

10

【 0 0 5 2 】

前記発光素子 2 8 は、赤外又は近赤外のレーザ光線をパルス発光又はバースト発光する。該レーザ光線は、前記第 1 平行平板 2 9 を透過する過程で所定の広がり角となる様拡径された後、前記投光レンズ 3 1 で平行光束とされ、前記第 1 ビームスプリッタ 3 2 に入射する。

【 0 0 5 3 】

該第 1 ビームスプリッタ 3 2 に入射したレーザ光線のうち、一部は内部参照光として前記内部参照光軸 3 4 上に反射され、前記受光レンズ 4 3 を介して前記参照光受光部 4 2 に受光される。

20

【 0 0 5 4 】

又、前記第 1 ビームスプリッタ 3 2 に入射したレーザ光線の残部は、測距光として前記多層膜光学素子 3 3 に入射する。測距光は、前記ロングパスフィルタ面 3 5 を透過する際に偏向され、前記ビームスプリッタ面 3 6 の前記ビームスプリッタ膜 5 3 で反射される。該ビームスプリッタ膜 5 3 で反射された測距光の光軸（前記射出光軸 2 7 ）は、前記ロングパスフィルタ面 3 5 から射出される際に前記軸心 1 1 a と合致する様偏向され、前記走査鏡 1 5 に入射する。該走査鏡 1 5 が前記軸心 1 1 a を中心に回転することで、前記走査鏡 1 5 で直角に反射された測距光は、前記軸心 1 1 a と直交し、且つ前記軸心 6 a を含む平面内で回転（走査）される。

30

【 0 0 5 5 】

測定対象物で反射された測距光（以下反射測距光）は、前記走査鏡 1 5 に入射し、該走査鏡 1 5 で反射され直角に偏向される。該走査鏡 1 5 で偏向された反射測距光は、前記ロングパスフィルタ面 3 5、前記ビームスプリッタ面 3 6 を順次透過し、前記反射鏡 3 9 で反射されると共に偏向され、更に集光され、前記受光部 4 1 で受光される。

【 0 0 5 6 】

ここで、測距光は所定の広がり角を有しており、反射測距光も所定の広がり角を有している。従って、近距離測定をする場合には反射測距光の光束径が小さくなり、遠距離測定をする場合には反射測距光の光束径が大きくなる。

40

【 0 0 5 7 】

この為、遠距離を測定する場合には、前記ビームスプリッタ膜 5 3 に入射する反射測距光の割合は僅かであり、前記反射防止膜 5 4 を透過した反射測距光のみで十分な光量を確保できる。一方で近距離を測定する場合には、前記ビームスプリッタ膜 5 3 に入射する反射測距光の割合が増加するので、前記反射防止膜 5 4 を透過した反射測距光のみでは十分な光量を確保できない。本実施例では、前記ビームスプリッタ膜 5 3 に入射した反射測距光の一部が前記ビームスプリッタ膜 5 3 を透過するので、近距離測定の場合でも十分な光量を確保できる。

【 0 0 5 8 】

尚、前記走査鏡 1 5 に反射された測距光の光軸上には、前記走査鏡 1 5 と一体に回転す

50

る窓ガラス 55 が設けられている。該窓ガラス 55 は、測距光の光軸に対して所定角度傾斜しており、前記窓ガラス 55 で反射した測距光（迷光）が前記受光部 41 へと入射するのを防止している。

【0059】

前記距離測定部 19 は、前記発光素子 28 の発光タイミングと、前記受光部 41 の受光タイミングの時間差（即ち、パルス光の往復時間）と光速に基づき、測距光の 1 パルス毎に測距を実行する（Time Of Flight）。前記発光素子 28 は、発光のタイミング、即ちパルス間隔が変更可能となっている。

【0060】

又、前記距離測定部 19 は前記内部参照光受光部 24 を有している。従って、前記参照光受光部 42 が受光した内部参照光の受光タイミングと、前記受光部 41 が受光した反射測距光の受光タイミングの時間差と光速に基づき測距を行うことで、より高精度な測距が可能となる。

10

【0061】

前記托架部 5 と前記走査鏡 15 とがそれぞれ定速で回転し、該走査鏡 15 の鉛直方向の回転と、前記托架部 5 の水平方向の回転との協働により、測距光が 2 次元に走査される。又、パルス光毎の測距により測距データ（斜距離）が得られ、各パルス光毎に前記鉛直角エンコーダ 14、前記水平角エンコーダ 9 により鉛直角、水平角を検出することで、鉛直角データ、水平角データが取得できる。鉛直角データ、水平角データ、測距データとにより、測定対象物に対応する 3 次元の点群データが取得できる。

20

【0062】

又、上記した測距作動と並行して、前記追尾発光素子 45 から追尾光が射出される。追尾光は、前記第 2 平行平板 46、前記投光レンズ 47 を透過する過程で僅かに拡散され、前記第 2 ビームスプリッタ 48 で反射された後に前記多層膜光学素子 33 に入射する。該多層膜光学素子 33 の前記ロングパスフィルタ面 35 で反射された追尾光は、前記走査鏡 15 で直角に反射され、拡散しながら測定対象物に照射される。

【0063】

測定対象物で反射された反射追尾光は、前記走査鏡 15、前記ロングパスフィルタ面 35 で順次反射され、前記第 2 ビームスプリッタ 48、前記受光レンズ群 51 を順次透過し、前記撮像素子 52 に入射する。前記演算制御部 17 は、前記撮像素子 52 の中心と反射追尾光の入射位置との偏差を演算し、該偏差に基づき、反射追尾光の入射位置が前記撮像素子 52 の中心となる様前記水平回転モータ 8 と前記鉛直回転モータ 13 の駆動を制御する。これにより、前記測量装置本体 3 が測定対象物を追尾する。

30

【0064】

又、前記第 2 平行平板 46 を前記追尾射出光軸 44 上から抜脱した際には、追尾光をレーザポインタ光として測定点に照射させ、前記追尾光受光部 26 により測定点を中心とした画像を取得できる。

【0065】

上述の様に本実施例では、受光光学系に設けられた反射鏡として、 $30^\circ \sim 60^\circ$ 程度の軸外し量を有する軸外し放物面鏡を用いている。この為、前記受光光軸 38 を直角を超えて鋭角で反射させることができるので、前記受光部 41 を前記多層膜光学素子 33 と前記反射鏡 39 との間に配置させることができる。

40

【0066】

従って、前記距離測定部 19（受光光学系）の光軸方向の長さを短くすることができるので、前記距離測定部 19 の光学系の小型化が図れると共に、測量装置全体の小型化を図ることができる。

【0067】

又、前記走査鏡 15 と一体に回転される前記窓ガラス 55 は、測距光の光軸に対して傾斜しているので、該窓ガラス 55 で反射した測距光が前記受光部 41 に受光されることによる測定誤差を防止することができ、測定精度を向上させることができる。

50

【 0 0 6 8 】

又、前記第 1 平行平面板 2 9 の挿脱により、測距光の広がり角を調整することができるので、ビーム径の小さい測距光を用いたノンプリズム測距、ビーム径の大きい測距光を用いたプリズム測距を使い分けることができる。

【 0 0 6 9 】

又、前記第 2 平行平面板 4 6 の挿脱により、前記追尾光射出部 2 5 と前記追尾光受光部 2 6 がレーザポインタ照射部と撮像部を兼用する構成となっているので、レーザポインタ照射部や撮像部を別途設ける必要がなく、部品点数の削減及び製作コストの低減を図ることができる。

【 0 0 7 0 】

又、再帰反射性を有するプリズム等を自動追尾可能となるので、1 人作業にて追尾及び測定が可能となり、作業性を向上させることができる。

【 0 0 7 1 】

又、前記撮像素子 5 2 は、前記走査鏡 1 5 を介して外光を受光できるので、前記托架部 5 で遮られる下方を除き、全周の画像を取得することができる。

【 0 0 7 2 】

又、前記多層膜光学素子 3 3 の前記ビームスプリッタ面 3 6 に於いて、測距光が入射する箇所を前記ビームスプリッタ膜 5 3 としているので、反射測距光が前記ビームスプリッタ膜 5 3 を透過することができ、近距離測定時の受光量を確保することができる。

【 0 0 7 3 】

尚、本実施例では、板状のガラスである前記第 1 平行平面板 2 9、前記第 2 平行平面板 4 6 の挿脱によりプリズム測距とノンプリズム測距の切替え、追尾光とレーザポインタ光の切替えを行っている。一方で、前記第 1 平行平面板 2 9、前記第 2 平行平面板 4 6 に代えて液体レンズを用いてもよい。該液体レンズの焦点距離を変化させることで、該液体レンズを挿脱することなくプリズム測距とノンプリズム測距の切替え、追尾光とレーザポインタ光の切替えを行うことができる。前記第 1 平行平面板 2 9、前記第 2 平行平面板 4 6、液体レンズは広がり角調整部として総称される。

【 0 0 7 4 】

又、前記追尾光射出部 2 5 と前記追尾光受光部 2 6 とを入替えてもよい。即ち、前記第 2 ビームスプリッタ 4 8 の反射光軸上に前記追尾光受光部 2 6 を設け、前記第 2 ビームスプリッタ 4 8 の透過光軸上に前記追尾光射出部 2 5 を設けてもよい。

【 0 0 7 5 】

又、本実施例では、前記追尾光射出部 2 5 がレーザポインタ照射部を兼用しているが、前記追尾光射出部 2 5 に対してレーザポインタ照射部を別途設けてもよい。この場合、前記撮像素子 5 2 に不可視光を受光可能なフィルタを設けることで、追尾光を不可視光とすることができる。又、前記第 2 平行平面板 4 6 は省略することができる。

【 0 0 7 6 】

更に、本実施例では、前記反射鏡 3 9 として軸外し放物面鏡を用いているが、軸外し自由曲面の反射面を有する軸外し自由曲面鏡を用いてもよい。

【 0 0 7 7 】

尚、前記測距光射出部 2 2 と前記内部参照光受光部 2 4 は、本実施例の構成に限られるものではない。例えば、図 4 (A) に示される様に、前記第 1 ビームスプリッタ 3 2 の反射光軸上にミラー 5 6 を設け、該ミラー 5 6 の反射光軸上に前記受光レンズ 4 3 及び前記参照光受光部 4 2 を設けてもよい。或は、図 4 (B) に示される様に、前記第 1 ビームスプリッタ 3 2 を 1 % 程度の光を透過し、9 9 % 程度の光を反射する光学特性とし、前記第 1 ビームスプリッタ 3 2 の透過光軸上に前記受光レンズ 4 3 及び前記参照光受光部 4 2 を設けてもよい。

【 0 0 7 8 】

更に、前記測距光射出部 2 2 と前記測距光受光部 2 3 は、図 5 に示される変形例の様に構成してもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 9 】

図 5 の変形例では、前記多層膜光学素子 3 3 の前記ビームスプリッタ膜 5 3 の透過光軸上に前記受光レンズ 4 3 及び前記参照光受光部 4 2 が設けられている。即ち、前記ビームスプリッタ膜 5 3 に前記第 1 ビームスプリッタ 3 2 の機能を兼用させている。

【 0 0 8 0 】

従って、該第 1 ビームスプリッタ 3 2 を省略することができ、部品点数を削減できるので、装置構成の簡略化及び製作コストの低減を図ることができる。

【 符号の説明 】

【 0 0 8 1 】

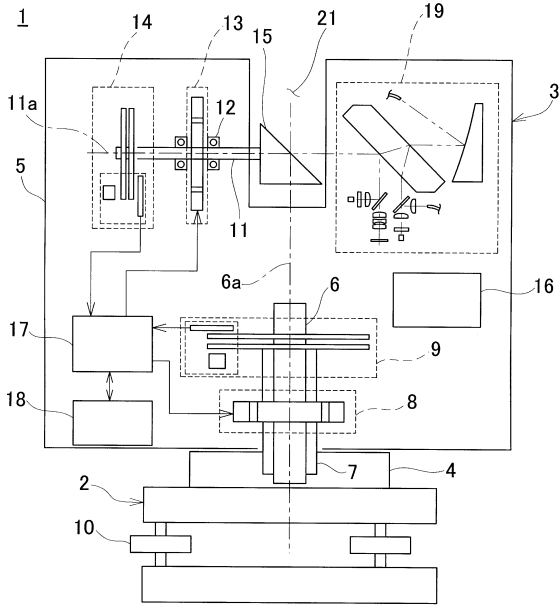
1	測量装置	10
3	測量装置本体	
8	水平回転モータ	
9	水平角エンコーダ	
1 3	鉛直回転モータ	
1 4	鉛直角エンコーダ	
1 5	走査鏡	
1 7	演算制御部	
1 9	距離測定部	
2 2	測距光射出部	
2 3	測距光受光部	20
2 4	内部参照光受光部	
2 5	追尾光射出部	
2 6	追尾光受光部	
2 8	発光素子	
2 9	第 1 平行平板	
3 2	第 1 ビームスプリッタ	
3 3	多層膜光学素子	
3 5	ロングパスフィルタ面	
3 6	ビームスプリッタ面	
3 9	反射鏡	30
4 1	受光部	
4 2	参照光受光部	
4 5	追尾発光素子	
4 6	第 2 平行平板	
5 2	撮像素子	
5 3	ビームスプリッタ膜	

40

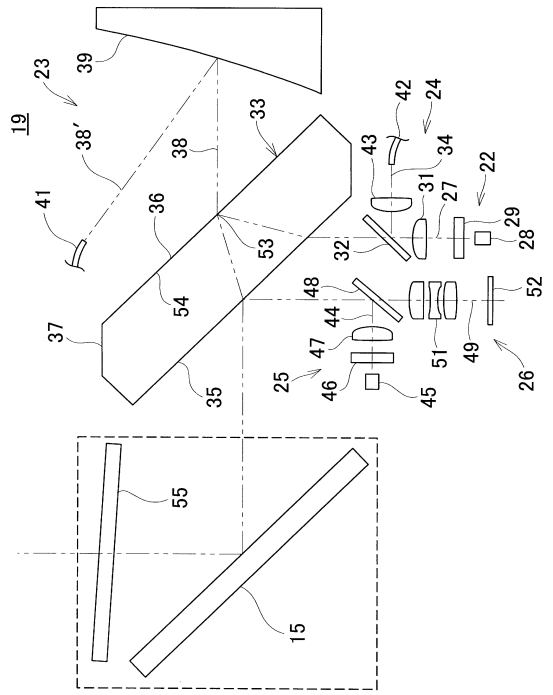
50

【図面】

【図 1】



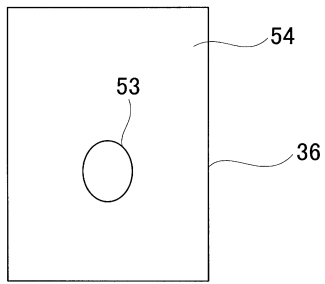
【図 2】



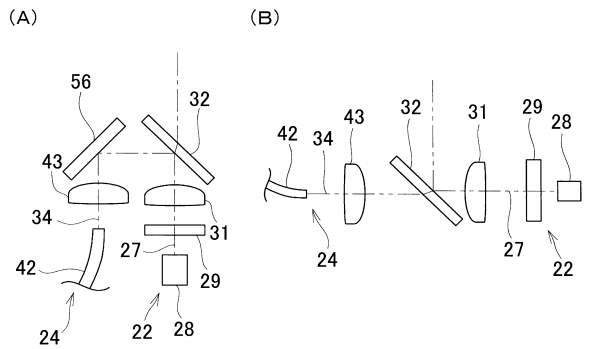
10

20

【図 3】



【図 4】

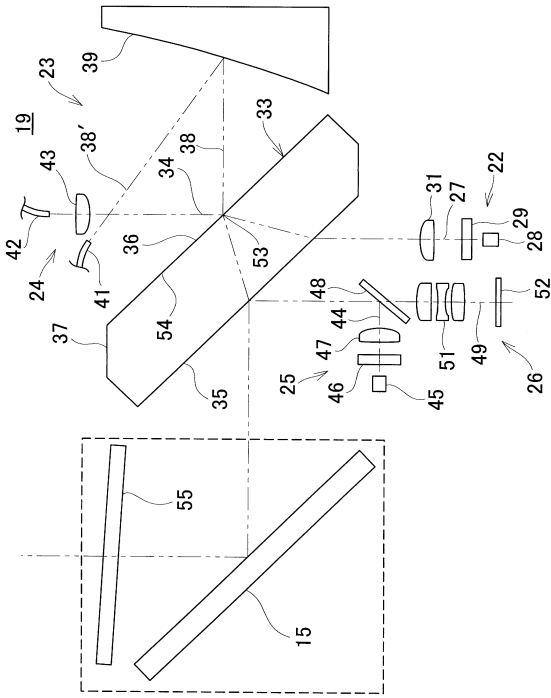


30

40

50

【図 5】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2019-052867(JP,A)
特開2017-072464(JP,A)
特開2005-221336(JP,A)
特開平03-175390(JP,A)
特開昭50-137762(JP,A)

- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G01C 15/00
G01C 3/06
G01S 7/481