

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7037860号
(P7037860)

(45)発行日 令和4年3月17日(2022.3.17)

(24)登録日 令和4年3月9日(2022.3.9)

(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

請求項の数 8 (全21頁)

(21)出願番号	特願2017-221500(P2017-221500)	(73)特許権者	000220343 株式会社トブコン 東京都板橋区蓮沼町75番1号
(22)出願日	平成29年11月17日(2017.11.17)	(74)代理人	100083563 弁理士 三好 祥二
(65)公開番号	特開2019-90770(P2019-90770A)	(72)発明者	大友 文夫 埼玉県朝霞市朝志ヶ丘4丁目2番地26号
(43)公開日	令和1年6月13日(2019.6.13)	(72)発明者	石鍋 郁夫 東京都板橋区蓮沼町75番1号 株式会社トブコン内
審査請求日	令和2年11月2日(2020.11.2)	(72)発明者	熊谷 薫 東京都板橋区蓮沼町75番1号 株式会社トブコン内
		審査官	續山 浩二

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 測量装置及び測量装置システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

測距光を射出する測距光射出部と、前記測距光が測定対象で再帰反射された反射測距光と、該反射測距光と同軸で入射する背景光とを受光する受光部と、前記反射測距光を受光し測距を行う測距部と、前記反射測距光から分離された背景光を受光し、背景画像を取得する画像撮像部と、前記測距光の光軸と前記背景光の光軸を一体に偏向させる光軸偏向部と、該光軸偏向部を制御する演算制御部とを有し、前記光軸偏向部は複数のプリズム柱を平行に配列した一対のディスクプリズムと、該ディスクプリズムを個別に回転させる回転駆動部と、前記各ディスクプリズムの回転角度を検出する射出方向検出部を有し、前記測距光の波長と前記背景光の波長が異なり、前記演算制御部は、前記光軸偏向部の波長特性により生じる測距光軸に対する光軸ズレを、該波長特性、前記射出方向検出部の検出結果に基づき前記画像撮像部が取得する画像上で補正する様構成された測量装置。

【請求項2】

広角画像を取得する広角撮像部を具備し、該広角撮像部の光軸は測距光軸と平行で既知の関係性を有し、前記演算制御部は測定点の測定時の前記光軸偏向部による前記測距光軸の偏向に基づき、測定点の測定位置を広角画像上に示す請求項1に記載の測量装置。

【請求項3】

前記測距光と同一光軸で追尾光を照射し、測定対象から反射追尾光を受光して追尾を行う、追尾部を有し、前記背景光は前記追尾光の波長を含み、前記画像撮像部と前記追尾部とが兼用される請求項1に記載の測量装置。

【請求項 4】

前記反射測距光から前記背景光を分離する光学部材は、前記反射測距光以外の波長を分離し、前記画像撮像部が取得する背景画像はRGBのカラー画像であり、前記光軸偏向部の制御情報を基に、RGBの画像ズレを補正する請求項1に記載の測量装置。

【請求項 5】

測距光を射出する測距光射出部と、前記測距光が測定対象で再帰反射された反射測距光と、該反射測距光と同軸で入射する反射追尾光とを受光する受光部と、前記反射測距光を受光し測距を行う測距部と、測距光軸と同一光軸で追尾光を射出し、前記反射測距光から分離された前記反射追尾光を受光し、前記測距光軸との偏差を検出し、該偏差に基づき追尾制御情報を演算し、追尾を行う追尾部と、前記測距光と前記追尾光を一体に偏向させる光軸偏向部と、該光軸偏向部を制御し、前記測距光軸を測定対象に向け測定を行う演算制御部とを有し、前記光軸偏向部は複数のプリズム柱を平行に配列した一対のディスクプリズムと、該ディスクプリズムを個別に回転させる回転駆動部と、前記各ディスクプリズムの回転角度を検出する射出方向検出部を有し、前記追尾制御情報は前記射出方向検出部の検出結果を含み、前記光軸偏向部は前記追尾制御情報に基づき制御される様構成された測量装置。

10

【請求項 6】

前記測距光の波長と前記追尾光の波長が異なり、前記演算制御部は、前記光軸偏向部の波長特性により生じる測距光軸に対する光軸ズレを、該波長特性、前記射出方向検出部の検出結果に基づき前記追尾部が取得する画像上で補正し、補正結果に基づき追尾を実行する請求項5に記載の測量装置。

20

【請求項 7】

前記追尾光は、前記光軸偏向部の波長特性により生じる測距光軸に対する最大の光軸ズレ以上の広がりをもつ請求項6に記載の測量装置。

【請求項 8】

請求項1～請求項7のいずれかの測量装置と、該測量装置を設置する為の支持装置と、前記測量装置の支持部である設置台ユニットとを具備し、該設置台ユニットは、前記測量装置を水平方向、鉛直方向に回転駆動する回転駆動部と、水平回転角、鉛直回転角を検出する角度検出器とを有し、前記演算制御部は前記光軸偏向部の回転駆動部を制御して測定対象の追尾を実行すると共に、測距光軸の偏向角が0となる様、前記設置台ユニットの前記回転駆動部及び前記光軸偏向部の前記回転駆動部を制御する様構成された測量装置システム。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、追尾機能を有する測量装置及び測量装置システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

追尾機能を有する測量装置としてトータルステーションがある。トータルステーションでは、測距光学系を兼ねる高倍率の望遠鏡で測定対象を視準し、測定を実行し、更に望遠鏡を水平回転/鉛直回転させ、異なる測定対象を視準する等して、異なる測定対象毎に順次視準して測定を実行し、或は測定対象の移動に追従して望遠鏡を水平回転/鉛直回転させ、測定対象を追尾しつつ、測定対象を視準して測定を実行している。

40

【0003】

ところが、望遠鏡の倍率が高く、画角は2°前後と非常に狭く、更に望遠鏡自体イナーシャが大きい。更に、望遠鏡の支持機構は高い剛性が要求される為、支持機構部も大きなイナーシャをもっている。

【0004】

この為、測定対象の変更に際し、望遠鏡を高速で水平回転/鉛直回転させ、迅速に測定対象を視準することが難しく、更に追尾する場合に、測定対象の動きが早い場合は、動きに

50

追従できず望遠鏡の視野から外れてしまうことがある。一旦、測定対象が視野から外れると、望遠鏡の画角が狭い為、再び測定対象を捉える迄に時間が掛り、測定の作業性低下の要因となっていた。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特表2006-503275号公報

特許第4356050号公報

特開2016-151423号公報

特開2017-106813号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は、高速度で測定対象を視準可能な測量装置及び測量装置システム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、測距光を射出する測距光射出部と、前記測距光が測定対象で再帰反射された反射測距光と、該反射測距光と同軸で入射する背景光とを受光する受光部と、前記反射測距光を受光し測距を行う測距部と、前記反射測距光から分離された背景光を受光し、背景画像を取得する画像撮像部と、前記測距光の光軸と前記背景光の光軸を一体に偏向させる光軸偏向部と、該光軸偏向部を制御する演算制御部とを有し、前記光軸偏向部は複数のプリズム柱を平行に配列した一対のディスクプリズムと、該ディスクプリズムを個別に回転させる回転駆動部と、前記各ディスクプリズムの回転角度を検出する射出方向検出部を有する測量装置に係るものである。

20

【0008】

又本発明は、前記測距光の波長と前記背景光の波長が異なり、前記演算制御部は、前記光軸偏向部の波長特性により生じる測距光軸に対する光軸ズレを、該波長特性、前記射出方向検出部の検出結果に基づき前記画像撮像部が取得する画像上で補正する測量装置に係るものである。

30

【0009】

又本発明は、広角画像を取得する広角撮像部を具備し、該広角撮像部の光軸は測距光軸と平行で既知の関係を有し、前記演算制御部は測定点の測定時の前記光軸偏向部による前記測距光軸の偏角に基づき、測定点の測定位置を広角画像上に示す測量装置に係るものである。

【0010】

又本発明は、前記測距光と同一光軸で追尾光を照射し、測定対象から反射追尾光を受光して追尾を行う、追尾部を有し、前記背景光は前記追尾光の波長を含み、前記画像撮像部と前記追尾部とが兼用される測量装置に係るものである。

【0011】

又本発明は、前記反射測距光から前記背景光を分離する光学部材は、前記反射測距光以外の波長を分離し、前記画像撮像部が取得する背景画像はRGBのカラー画像であり、前記光軸偏向部の制御情報を基に、RGBの画像ズレを補正する測量装置に係るものである。

40

【0012】

又本発明は、測距光を射出する測距光射出部と、前記測距光が測定対象で再帰反射された反射測距光と、該反射測距光と同軸で入射する反射追尾光とを受光する受光部と、前記反射測距光を受光し測距を行う測距部と、測距光軸と同一光軸で追尾光を射出し、前記反射測距光から分離された前記反射追尾光を受光し、前記測距光軸との偏差を検出し、該偏差に基づき追尾制御情報を演算し、追尾を行う追尾部と、前記測距光と前記追尾光を一体に偏向させる光軸偏向部と、該光軸偏向部を制御し、前記測距光軸を測定対象に向け測定を

50

行う演算制御部とを有し、前記光軸偏向部は複数のプリズム柱を平行に配列した一対のディスクプリズムと、該ディスクプリズムを個別に回転させる回転駆動部と、前記各ディスクプリズムの回転角度を検出する射出方向検出部を有し、前記追尾制御情報は前記射出方向検出部の検出結果を含み、前記光軸偏向部は前記追尾制御情報に基づき制御される様構成された測量装置に係るものである。

【0013】

又本発明は、前記測距光の波長と前記追尾光の波長が異なり、前記演算制御部は、前記光軸偏向部の波長特性により生じる測距光軸に対する光軸ズレを、該波長特性、前記射出方向検出部の検出結果に基づき前記追尾部が取得する画像上で補正し、補正結果に基づき追尾を実行する測量装置に係るものである。

10

【0014】

又本発明は、前記追尾光は、前記光軸偏向部の波長特性により生じる測距光軸に対する最大の光軸ズレ以上の広がりを持つ測量装置に係るものである。

【0015】

又本発明は、上記のいずれかの測量装置と、該測量装置を設置する為の支持装置と、前記測量装置の支持部である設置台ユニットとを具備し、該設置台ユニットは、前記測量装置を水平方向、鉛直方向に回転駆動する回転駆動部と、水平回転角、鉛直回転角を検出する角度検出器とを有し、前記演算制御部は前記光軸偏向部の回転駆動部を制御して測定対象の追尾を実行すると共に、測距光軸の偏向角が0となる様、前記設置台ユニットの前記回転駆動部及び前記光軸偏向部の前記回転駆動部を制御する様構成された測量装置システムに係るものである。

20

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、測距光を射出する測距光射出部と、前記測距光が測定対象で再帰反射された反射測距光と、該反射測距光と同軸で入射する背景光とを受光する受光部と、前記反射測距光を受光し測距を行う測距部と、前記反射測距光から分離された背景光を受光し、背景画像を取得する画像撮像部と、前記測距光の光軸と前記背景光の光軸を一体に偏向させる光軸偏向部と、該光軸偏向部を制御する演算制御部とを有し、前記光軸偏向部は複数のプリズム柱を平行に配列した一対のディスクプリズムと、該ディスクプリズムを個別に回転させる回転駆動部と、前記各ディスクプリズムの回転角度を検出する射出方向検出部を有するので、測距光軸を変更する前記ディスクプリズムは軽量であり、高速回転、高応答が可能であり、視準方向の変更があった場合に迅速に対応可能である。

30

【0017】

又本発明によれば、測距光を射出する測距光射出部と、前記測距光が測定対象で再帰反射された反射測距光と、該反射測距光と同軸で入射する反射追尾光とを受光する受光部と、前記反射測距光を受光し測距を行う測距部と、測距光軸と同一光軸で追尾光を射出し、前記反射測距光から分離された前記反射追尾光を受光し、前記測距光軸との偏差を検出し、該偏差に基づき追尾制御情報を演算し、追尾を行う追尾部と、前記測距光と前記追尾光を一体に偏向させる光軸偏向部と、該光軸偏向部を制御し、前記測距光軸を測定対象に向け測定を行う演算制御部とを有し、前記光軸偏向部は複数のプリズム柱を平行に配列した一対のディスクプリズムと、該ディスクプリズムを個別に回転させる回転駆動部と、前記各ディスクプリズムの回転角度を検出する射出方向検出部を有し、前記追尾制御情報は前記射出方向検出部の検出結果を含み、前記光軸偏向部は前記追尾制御情報に基づき制御される様構成されたので、測距光軸を偏向する前記ディスクプリズムは軽量であり、高速回転、高応答が可能であり、高速且つ高応答で追尾が可能である。

40

【0018】

更に又本発明によれば、上記のいずれかの測量装置と、該測量装置を設置する為の支持装置と、前記測量装置の支持部である設置台ユニットとを具備し、該設置台ユニットは、前記測量装置を水平方向、鉛直方向に回転駆動する回転駆動部と、水平回転角、鉛直回転角を検出する角度検出器とを有し、前記演算制御部は前記光軸偏向部の回転駆動部を制御し

50

て測定対象の追尾を実行すると共に、測距光軸の偏向角が0となる様、前記設置台ユニットの前記回転駆動部及び前記光軸偏向部の前記回転駆動部を制御する様構成されたので、測距光軸を偏向する前記ディスクプリズムは軽量であり、高速回転、高応答が可能であり、高速且つ高応答で追尾が可能であると共に広範囲での追尾が可能であるという優れた効果を発揮する。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明の実施例に係る測量装置システムの外觀図である。

【図2】該測量装置システムに於ける測量装置の正面図である。

【図3】該測量装置の概略構成図である。

10

【図4】該測量装置に於ける光軸偏向部の要部拡大図である。

【図5】該測量装置の光学系の要部構成図である。

【図6】光学系に於ける屈折率が異なる追尾光と測距光の挙動を示す説明図である。

【図7】本実施例の光軸偏向部によって偏向される波長の異なる光線間の偏向角と偏角差との関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、図面を参照しつつ本発明の実施例を説明する。

【0021】

図1～図3により、本発明の実施例に係る測量装置システムを説明する。

20

【0022】

図1中、1は測量装置システムであり、0は光軸が偏向されていない状態での測距光軸を示し、この時の測距光軸を基準光軸とする。

【0023】

前記測量装置システム1は、主に支持装置としての三脚2、測量装置3、該測量装置3の支持部である設置台ユニット4を有している。

【0024】

該設置台ユニット4は前記三脚2の上端に取付けられ、前記測量装置3は前記設置台ユニット4によって上下方向、左右方向にそれぞれ回転可能に支持される。

【0025】

30

図2に示される様に、前記設置台ユニット4は、前記三脚2の上端に固定される台座5、該台座5に固定して取付けられる水平基盤6、該水平基盤6に水平方向に回転可能に設けられる托架部7を有している。該托架部7に前記測量装置3が鉛直方向に回転可能に取付けられる。

【0026】

前記托架部7の下面からは、水平回転軸8が突設され、該水平回転軸8は軸受（図示せず）を介して前記水平基盤6に回転自在に嵌合している。前記托架部7は、前記水平回転軸8を中心に水平方向に回転自在となっている。

【0027】

又、該水平回転軸8と前記水平基盤6との間には、水平角（前記水平回転軸8を中心とした回転方向の角度）を検出する水平角検出器9（例えばエンコーダ）が設けられ、該水平角検出器9によって前記托架部7の前記水平基盤6に対する水平方向の相対回転角が検出される様になっている。

40

【0028】

前記水平基盤6には水平回転ギア11が前記水平回転軸8と同心に固定され、該水平回転ギア11には水平ピニオンギア12が噛合している。前記托架部7には、水平モータ13が設けられ、前記水平ピニオンギア12は前記水平モータ13の出力軸に固着されている。

【0029】

該水平モータ13の駆動により、前記水平ピニオンギア12が回転し、該水平ピニオンギア12が前記水平回転ギア11の回りを公転する。更に、前記托架部7と前記測量装置3

50

とが一体に回転する。而して、前記水平モータ 13 によって、前記測量装置 3 が水平方向に回転される。

【0030】

前記托架部 7 は凹部を有する凹形状であり、凹部に前記測量装置 3 が収納されている。該測量装置 3 は、鉛直回転軸 14 を介して前記托架部 7 に支持され、前記測量装置 3 は前記鉛直回転軸 14 を中心に鉛直方向に回転自在となっている。

【0031】

前記鉛直回転軸 14 の一端には、鉛直回転ギア 15 が嵌合、固着され、該鉛直回転ギア 15 にはピニオンギア 16 が噛合している。該ピニオンギア 16 は前記托架部 7 に設けられた鉛直モータ 17 の出力軸に固着されている。該鉛直モータ 17 が駆動されることで、前記ピニオンギア 16 が回転され、更に前記鉛直回転ギア 15、前記鉛直回転軸 14 を介して前記測量装置 3 が鉛直方向に回転される。

10

【0032】

又、前記鉛直回転軸 14 と前記托架部 7 との間には、鉛直角（前記鉛直回転軸 14 を中心とした回転方向の角度）を検出する鉛直角検出器 18（例えばエンコーダ）が設けられている。該鉛直角検出器 18 により、前記測量装置 3 の前記托架部 7 に対する鉛直方向の相対回転角が検出される。

【0033】

前記水平モータ 13、前記鉛直モータ 17 は、第 2 モータドライバ 32（後述）によって駆動され、該第 2 モータドライバ 32 を介し、制御部としての演算制御部 26（後述）によって所要のタイミングで所要の回転量となる様に駆動制御される。

20

【0034】

前記水平モータ 13 の回転量（即ち、前記托架部 7 の水平角）は、前記水平角検出器 9 によって検出される。前記鉛直モータ 17 の回転量（即ち、前記測量装置 3 の鉛直角）は、前記鉛直角検出器 18 によって検出される。

【0035】

而して、前記測量装置 3 の水平角、鉛直角はそれぞれ、前記水平角検出器 9、前記鉛直角検出器 18 によって検出され、検出結果はそれぞれ前記演算制御部 26 に入力される。尚、前記水平モータ 13 と前記鉛直モータ 17 とによって回転駆動部が構成される。

【0036】

前記水平角検出器 9 と前記鉛直角検出器 18 とにより、前記測量装置 3 の鉛直回転角及び水平回転角を検出する角度検出器、即ち方向角検出器が構成される。

30

【0037】

図 3、図 4 により前記測量装置 3 について更に説明する。

【0038】

該測量装置 3 は、主に、測距光射出部 21、受光部 22、追尾部 23、広角撮像部 24、測距演算部 25、前記演算制御部 26、記憶部 27、姿勢検出部 28、射出方向検出部 29、第 1 モータドライバ 31、前記第 2 モータドライバ 32、撮像制御部 34、画像処理部 35、表示部 36、光軸偏向部 37 を具備し、これらは筐体 40 に収納され、一体化されている。尚、前記測距光射出部 21、前記受光部 22、前記測距演算部 25、前記光軸偏向部 37 等は、測距部 38 を構成する。

40

【0039】

前記姿勢検出部 28 は、前記測量装置 3 の水平又は鉛直に対する傾斜を検出し、検出結果は前記演算制御部 26 に入力される。又前記姿勢検出部 28 として、チルトセンサ等の傾斜検出器が用いられ、更に、特許文献 4 に開示された姿勢検出部を使用することができる。特許文献 4 の姿勢検出部は、全方向 360° 以上の傾斜をリアルタイムで検出することができる。

【0040】

前記測距光射出部 21 は、射出光軸 41 を有し、該射出光軸 41 上に発光素子 42、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 41 上に投光レンズ 4

50

3 が設けられている。更に、前記射出光軸 4 1 上に設けられた偏向光学部材としてのビームスプリッタ 4 4 と、受光光軸 4 5 (後述) 上に設けられた偏向光学部材としての反射鏡 4 6 とによって、前記射出光軸 4 1 は、前記受光光軸 4 5 と合致する様に偏向される。前記ビームスプリッタ 4 4 は、測距光 4 7 を反射し、該測距光 4 7 以外の波長の光を透過する光学特性を有している。前記ビームスプリッタ 4 4 と前記反射鏡 4 6 とで射出光軸偏向部が構成される。

【0041】

前記発光素子 4 2 はレーザー光線をパルス発光し、或はレーザー光線をバースト発光する。前記測距光射出部 2 1 は、前記発光素子 4 2 から発せられたパルスレーザー光線 (又はバースト発光されたレーザー光線) を前記測距光 4 7 として射出する。

10

【0042】

前記受光部 2 2 について説明する。該受光部 2 2 には、測定対象からの反射測距光 4 8 が入射する。前記受光部 2 2 は、前記受光光軸 4 5 を有し、該受光光軸 4 5 には、前記ビームスプリッタ 4 4、前記反射鏡 4 6 によって偏向された前記射出光軸 4 1 が合致する。

【0043】

尚、該射出光軸 4 1 と前記受光光軸 4 5 とが合致した状態を測距光軸 4 9 とする (図 1 参照)。

【0044】

該測距光軸 4 9 上に前記光軸偏向部 3 7 が配設される。該光軸偏向部 3 7 の中心を透過する真直な光軸は、基準光軸 O となっている。該基準光軸 O は、前記光軸偏向部 3 7 によって偏向されなかった時の前記射出光軸 4 1 及び前記受光光軸 4 5 及び追尾光軸 (後述) 及び前記測距光軸 4 9 と合致する。

20

【0045】

前記光軸偏向部 3 7 を透過した前記受光光軸 4 5 上に結像レンズ 5 1 が配設される。又、前記受光光軸 4 5 上に受光素子 5 2、例えばアバランシフオトダイオード (APD) が設けられている。前記結像レンズ 5 1 は、前記反射測距光 4 8 を前記受光素子 5 2 に結像する。該受光素子 5 2 は、前記反射測距光 4 8 を受光し、受光信号を発生する。受光信号は、前記測距演算部 2 5 に入力され、該測距演算部 2 5 は受光信号に基づき測定対象迄の測距を行う。

【0046】

前記追尾部 2 3 について説明する。該追尾部 2 3 は追尾光軸 5 4 を有し、該追尾光軸 5 4 は前記ビームスプリッタ 4 4 を透過し、前記射出光軸 4 1 と合致する。

30

【0047】

前記追尾光軸 5 4 上に追尾光源 5 5、投光レンズ 5 6 が設けられ、前記追尾光源 5 5 から発せられる可視光又は不可視光の追尾光 5 7 は、前記測距光 4 7 とは異なる波長を有しており、前記ビームスプリッタ 4 4 を透過する。該ビームスプリッタ 4 4 を透過した前記追尾光 5 7 は、前記反射鏡 4 6 によって前記測距光軸 4 9 に合致する様偏向され、前記光軸偏向部 3 7 を通って射出される。従って、前記測量装置 3 から射出される追尾光の光軸は前記測距光軸 4 9 と同一光軸となる。

【0048】

前記光軸偏向部 3 7 を透過した前記受光光軸 4 5 上には、偏向光学部材としてのビームスプリッタ 5 8 が設けられている。該ビームスプリッタ 5 8 は、測距光のみを透過し、追尾光或は測距光以外の波長の光線を反射する光学特性を有し、測距光と追尾光とを分離する波長選択光学部材である。

40

【0049】

前記ビームスプリッタ 5 8 によって前記受光光軸 4 5 から分岐され、偏向された追尾受光光軸 5 4 は、反射鏡 5 9 によって追尾受光素子 6 0 に向けられる。

【0050】

該追尾受光素子 6 0 は、測定対象によって反射された反射追尾光を受光し、受光信号を発生し、該受光信号は追尾演算部 6 1 に入力される。該追尾演算部 6 1 は、前記追尾受光素子

50

60上での反射追尾光の受光位置から、追尾に必要な追尾制御情報を演算する。

【0051】

尚、追尾制御情報としては、例えば、前記追尾受光素子60上での追尾受光光軸54と受光位置の位置の偏差、偏差の方向を演算し、受光位置の位置が追尾受光光軸54に合致させる為の情報であり、追尾制御情報には受光位置の位置の偏差、偏差の方向の演算結果に基づき、ディスクプリズム63, 64(後述)それぞれの回転量、回転方向を制御する前記光軸偏向部37の制御情報が含まれる。

【0052】

前記追尾演算部61は、追尾制御情報を前記演算制御部26に入力する。該演算制御部26は追尾制御信号に基づき追尾を実行する。尚、前記追尾演算部61が、追尾制御信号に

10

【0053】

尚、前記追尾光源55としては、例えばレーザダイオード(LD)が用いられてもよく、或はレーザダイオードから発せられた光線を光ファイバで導き、光ファイバの射出端面を追尾光源としてもよい。

【0054】

尚、図3には図示していないが、前記受光光軸45或は前記追尾受光光軸54を分岐し、分岐した光軸上に結像レンズ(図示せず)、撮像素子(図示せず)を配設し、狭角撮像部(図示せず)を設けてもよい。

【0055】

又、前記追尾部23には、追尾光と共に測定対象を含む背景光が入射する。前記追尾受光素子60は追尾光と共に該背景光を受光し、測定対象を含む背景画像が取得される。従って、前記追尾部23、前記追尾受光素子60等は、測定対象部分の背景画像を取得する狭角画像撮像部としても機能する。

20

【0056】

而して、前記追尾部23を狭角撮像部として兼用し、前記追尾受光素子60から得られる画像を狭角画像として取得し、該狭角画像を前記測距光軸49の視準位置の背景画像として取得してもよい。

【0057】

尚、前記ビームスプリッタ58が追尾光のみを反射する場合は、背景画像は単色画像となり、前記ビームスプリッタ58が測距光以外の波長の光を反射する場合は、背景画像はカラー画像となる。

30

【0058】

更に、前記追尾部23を狭角撮像部として兼用する場合、追尾を実行している状態では、前記追尾光源55を点灯し、追尾光を照射する。前記追尾受光素子60は、反射追尾光と共に背景光を受光する。従って、前記追尾部23は追尾状態の追尾用画像を取得することができる。又、追尾していない状態では前記追尾光源55を消灯し、視準位置の背景光を受光する様にしてもよい。この場合、前記追尾部23は、狭角撮像部としてのみ作用し、視準方向(測距光軸の方向)の狭角背景画像を取得する。

【0059】

前記追尾部23、前記受光部22等が構成する光学系は、従来のトータルステーションの追尾系に相当する。従って、前記光学系を介して撮像する狭角撮像部の画角は3°前後と狭く、取得する画像は測定点及び測定点近傍の狭小な範囲の画像となる。尚、倍率は高いので、画像自体は測定点近傍の拡大画像となる。

40

【0060】

図4を参照して、前記光軸偏向部37について説明する。

【0061】

該光軸偏向部37は、一对の前記ディスクプリズム63, 64から構成される。該ディスクプリズム63, 64は、それぞれ同径の円板形であり、前記受光光軸45上に該受光光軸45と直交して同心に配置され、所定間隔で平行に配置されている。前記ディスクプリ

50

ズム 6 3 は、光学ガラスにて成形され、平行に配置された 3 つのプリズム柱（例えば、棒状の三角プリズム、以下三角プリズム）6 5 a , 6 5 b , 6 5 c を有している。同様に、前記ディスクプリズム 6 4 は、光学ガラスにて成形され、平行に配置された 3 つのプリズム柱（例えば、棒状の三角プリズム、以下三角プリズム）6 6 a , 6 6 b , 6 6 c を有している。尚、前記三角プリズム 6 5 a , 6 5 b , 6 5 c と前記三角プリズム 6 6 a , 6 6 b , 6 6 c は、全て同一偏角の光学特性を有している。

【 0 0 6 2 】

尚、中心に位置する前記三角プリズム 6 5 a , 6 6 a の幅は、前記測距光 4 7 のビーム径よりも大きくなっており、該測距光 4 7 は前記三角プリズム 6 5 a , 6 6 a のみを透過する様になっている。

10

【 0 0 6 3 】

前記光軸偏向部 3 7 の中央部（前記三角プリズム 6 5 a , 6 6 a ）は、前記測距光 4 7 が透過し、射出される第 1 光軸偏向部である測距光偏向部となっている。前記光軸偏向部 3 7 の中央部を除く部分（前記三角プリズム 6 5 a , 6 6 a の両端部及び前記三角プリズム 6 5 b , 6 5 c 、前記三角プリズム 6 6 b , 6 6 c ）は、前記反射測距光 4 8 が透過し、入射する第 2 光軸偏向部である反射測距光偏向部となっている。

【 0 0 6 4 】

前記ディスクプリズム 6 3 , 6 4 は、それぞれ前記受光光軸 4 5 を中心に独立して個別に回転可能に配設されている。前記ディスクプリズム 6 3 , 6 4 は、回転方向、回転量、回転速度が独立して制御されることで、射出される前記測距光 4 7 の前記射出光軸 4 1 を任意の方向に偏向し、又受光される前記反射測距光 4 8 の前記受光光軸 4 5 を前記射出光軸 4 1 と平行に偏向する。

20

【 0 0 6 5 】

前記ディスクプリズム 6 3 , 6 4 の外形形状は、それぞれ前記受光光軸 4 5（基準光軸 O）を中心とする円形であり、前記反射測距光 4 8 の広がり方を考慮し、十分な光量を取得できる様、前記ディスクプリズム 6 3 , 6 4 の直径が設定されている。

【 0 0 6 6 】

前記ディスクプリズム 6 3 の外周にはリングギア 6 7 が嵌設され、前記ディスクプリズム 6 4 の外周にはリングギア 6 8 が嵌設されている。

【 0 0 6 7 】

前記リングギア 6 7 には駆動ギア 6 9 が噛合し、該駆動ギア 6 9 はモータ 7 1 の出力軸に固着されている。同様に、前記リングギア 6 8 には駆動ギア 7 2 が噛合し、該駆動ギア 7 2 はモータ 7 3 の出力軸に固着されている。前記モータ 7 1 , 7 3 は、前記第 1 モータドライバ 3 1 に電氣的に接続されている。

30

【 0 0 6 8 】

前記モータ 7 1 , 7 3 は、回転角を検出できるもの、或は駆動入力値に対応した回転をするもの、例えばパルスモータが用いられる。或は、モータの回転量（回転角）を検出する回転角検出器、例えばエンコーダ等を用いて前記モータ 7 1 , 7 3 の回転量を検出してもよい。該モータ 7 1 , 7 3 の回転量がそれぞれ検出され、前記演算制御部 2 6 は、前記第 1 モータドライバ 3 1 を介して前記モータ 7 1 , 7 3 を個別に制御する。尚、回転量、回転角の検出については、エンコーダを直接リングギア 6 7 , 6 8 にそれぞれ取付け、エンコーダにより前記リングギア 6 7 , 6 8 の回転角を直接検出する様にしてもよい。

40

【 0 0 6 9 】

前記駆動ギア 6 9 , 7 2、前記モータ 7 1 , 7 3 は、前記測距光射出部 2 1 等、他の構成部と干渉しない位置、例えば前記リングギア 6 7 , 6 8 の下側に設けられている。

【 0 0 7 0 】

前記投光レンズ 4 3、前記ビームスプリッタ 4 4、前記反射鏡 4 6、前記測距光偏向部等は、測距投光光学系を構成する。又、前記投光レンズ 5 6、前記反射鏡 4 6、前記測距光偏向部等は、追尾投光光学系を構成し、前記反射鏡 4 6 で偏向された前記追尾光軸 5 4 は、前記測距光軸 4 9 と合致している。又、前記反射測距光偏向部、前記結像レンズ 5 1 等

50

は、受光光学系を構成する。

【 0 0 7 1 】

前記測距演算部 2 5 は、前記発光素子 4 2 を制御し、前記測距光 4 7 としてレーザ光線をパルス発光又はバースト発光（断続発光）させる。該測距光 4 7 が前記三角プリズム 6 5 a , 6 6 a（測距光偏向部）により、測定対象に向う様前記射出光軸 4 1 が偏向される。前記測距光軸 4 9 が、測定対象を視準した状態で測距が行われる。

【 0 0 7 2 】

前記測定対象から反射された前記反射測距光 4 8 は、前記三角プリズム 6 5 b , 6 5 c 及び前記三角プリズム 6 6 b , 6 6 c（反射測距光偏向部）、前記結像レンズ 5 1 を介して入射し、前記受光素子 5 2 に受光される。該受光素子 5 2 は、受光信号を前記測距演算部 2 5 に送出し、該測距演算部 2 5 は前記受光素子 5 2 からの受光信号に基づき、パルス光毎に測定点（測距光が照射された点）の測距を行い、測距データは前記記憶部 2 7 に格納される。

10

【 0 0 7 3 】

前記射出方向検出部 2 9 は、前記モータ 7 1 , 7 3 に入力する駆動パルスをカウントすることで、前記モータ 7 1 , 7 3 の回転角を検出する。或は、エンコーダからの信号に基づき、前記モータ 7 1 , 7 3 の回転角を検出する。又、前記射出方向検出部 2 9 は、前記モータ 7 1 , 7 3 の回転角に基づき、前記ディスクプリズム 6 3 , 6 4 の回転位置を演算する。更に、前記射出方向検出部 2 9 は、前記ディスクプリズム 6 3 , 6 4 の屈折率と回転位置とに基づき、各パルス光毎の前記測距光 4 7 の偏角、射出方向を演算する。演算結果（測角結果）は、測距結果に関連付けられて前記演算制御部 2 6 に入力される。尚、前記測距光 4 7 がバースト発光される場合は、断続測距光毎に測距が実行される。

20

【 0 0 7 4 】

前記演算制御部 2 6 は、前記モータ 7 1 , 7 3 それぞれの回転量、回転方向を制御することで、前記光軸偏向部 3 7 による前記測距光軸 4 9 の偏向量、偏向方向を制御でき、又、前記演算制御部 2 6 は、前記モータ 7 1 , 7 3 それぞれの回転方向、回転速度、前記モータ 7 1 , 7 3 間の回転比を制御することで、前記光軸偏向部 3 7 による偏向作用を動的に制御し、前記測距光軸 4 9 を任意の方向に、任意のパターンで走査させることができる。

【 0 0 7 5 】

図 4 は、前記三角プリズム 6 5 a , 6 6 a、前記三角プリズム 6 5 b , 6 5 c , 6 6 b , 6 6 c が同方向に位置した状態を示しており、この状態では最大の偏角（例えば、 $\pm 20^\circ$ ）が得られる。又、最少の偏角は、前記ディスクプリズム 6 3 , 6 4 のいずれか一方が 180° 回転した位置であり、該ディスクプリズム 6 3 , 6 4 の相互の光学作用が相殺され、偏角は 0° となる。従って、前記ディスクプリズム 6 3 , 6 4 を経て射出、受光されるパルスレーザ光線の光軸（前記測距光軸 4 9）は、前記基準光軸 O と合致する。

30

【 0 0 7 6 】

前記発光素子 4 2 から前記測距光 4 7 が発せられ、該測距光 4 7 は前記投光レンズ 4 3 で平行光束とされ、前記測距光偏向部（前記三角プリズム 6 5 a , 6 6 a）を透過して測定対象に向けて射出される。ここで、前記測距光偏向部を透過することで、前記測距光 4 7 は前記三角プリズム 6 5 a , 6 6 a によって所要の方向に偏向されて射出される。

40

【 0 0 7 7 】

前記測定対象で反射された前記反射測距光 4 8 は、前記反射測距光偏向部を透過して入射され、前記結像レンズ 5 1 により前記受光素子 5 2 に集光される。

【 0 0 7 8 】

前記反射測距光 4 8 が前記反射測距光偏向部を透過することで、前記反射測距光 4 8 の光軸は、前記受光光軸 4 5 と合致する様に前記三角プリズム 6 5 b , 6 5 c 及び前記三角プリズム 6 6 b , 6 6 c によって偏向される。

【 0 0 7 9 】

前記ディスクプリズム 6 3 と前記ディスクプリズム 6 4 との回転位置の組み合わせにより、射出する前記測距光 4 7 の偏向方向、偏角を任意に変更することができる。

50

【 0 0 8 0 】

又、前記ディスクプリズム 6 3 と前記ディスクプリズム 6 4 との位置関係を固定した状態で（前記ディスクプリズム 6 3 と前記ディスクプリズム 6 4 とで得られる偏角を固定した状態で）、前記モータ 7 1 , 7 3 により、前記ディスクプリズム 6 3 と前記ディスクプリズム 6 4 とを一体に回転すると、前記測距光偏向部を透過した前記測距光 4 7 が描く軌跡は前記基準光軸 O を中心とした円となる。

【 0 0 8 1 】

前記演算制御部 2 6 は、前記測距光 4 7 の偏角、射出方向から、即ち前記射出方向検出部 2 9 の検出結果から、前記基準光軸 O に対する測定点の水平角、鉛直角を演算する。更に、測定点についての水平角、鉛直角を前記測距データに関連付けることで、測定対象の 3 次元データを求めることができる。

10

【 0 0 8 2 】

更に又、前記光軸偏向部 3 7 による最大偏向角を超える方向角が必要な場合は、前記測距演算部 2 5 は、第 2 モータドライバ 3 2 を介して前記水平モータ 1 3、前記鉛直モータ 1 7 を制御して、前記測距光 4 7 を測定点に照射する。

【 0 0 8 3 】

この場合、前記測定点の前記基準光軸 O に対する水平角、鉛直角と前記水平角検出器 9、前記鉛直角検出器 1 8 が検出した前記基準光軸 O の水平（又は鉛直）に対する水平角、鉛直角に基づき測定点の実際の水平角、鉛直角（水平（又は鉛直）に対する水平角、鉛直角）が求められ、更に実際の水平角、鉛直角を前記測距データに関連付けることで、測定対象の 3 次元データを求めることができる。

20

【 0 0 8 4 】

而して、前記測量装置 3 は、トータルステーションとして機能する。

【 0 0 8 5 】

前記広角撮像部 2 4 は、前記測量装置 3 の前記基準光軸 O と平行な撮像光軸 7 5 と、該撮像光軸 7 5 に配置された撮像レンズ 7 6 とを有している。前記広角撮像部 2 4 は、前記ディスクプリズム 6 3 , 6 4 による最大偏角（例えば $\pm 20^\circ$ ）と略等しい、或は最大偏角よりも大きい画角、例えば $50^\circ \sim 60^\circ$ の画角を有するカメラであり、前記光軸偏向部 3 7 による最大偏向範囲を含む画像データを取得する。

【 0 0 8 6 】

前記撮像光軸 7 5 と前記射出光軸 4 1 及び前記基準光軸 O との関係は既知であり、前記撮像光軸 7 5 と前記射出光軸 4 1 及び前記基準光軸 O とは平行であり、又各光軸間の距離は既知の値となっている。又、前記広角撮像部 2 4 は、動画像、又は連続画像が取得可能である。

30

【 0 0 8 7 】

前記撮像制御部 3 4 は、前記広角撮像部 2 4 の撮像を制御する。前記撮像制御部 3 4 は、前記広角撮像部 2 4 が前記動画像、又は連続画像を撮像する場合に、該動画像、又は連続画像を構成するフレーム画像を取得するタイミングと前記測量装置 3 で測距するタイミング、更に前記狭角撮像部（図示せず）により画像を取得する場合は、該狭角撮像部で画像を取得するタイミングとの同期を取っている。前記演算制御部 2 6 は画像と測定データ（測距データ、測角データ）との関連付けも実行する。

40

【 0 0 8 8 】

前記広角撮像部 2 4 の撮像素子 7 7 は、画素の集合体である CCD、或は CMOS 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ようになっている。例えば、各画素は、前記撮像光軸 7 5 を原点とした座標系での画素座標を有し、該画素座標によって画像素子上での位置が特定される。

【 0 0 8 9 】

前記画像処理部 3 5 は、前記広角撮像部 2 4 で取得した画像データについて、エッジ抽出処理、特徴点の抽出、測定対象の検出、画像トラッキング処理、画像マッチング等の画像処理を行い、又画像データから濃淡画像を作成する。

50

【 0 0 9 0 】

前記表示部 3 6 は、前記広角撮像部 2 4 により取得した画像を表示し、又、前記狭角撮像部で取得した画像を表示する。又、前記表示部 3 6 は、表示画面を分割し、一部に前記広角撮像部 2 4 で取得した広角画像を表示し、他の一部に前記狭角撮像部で取得した狭角画像を拡大表示する。

【 0 0 9 1 】

或は、広角画像に狭角画像を重ね合せて、表示する。又、広角画像中の狭角画像の表示位置は、狭角画像の方向角（即ち、前記測距光軸 4 9 の方向角）が広角画像内に於ける方向角と一致した位置とする。拡大画像に狭角画像を重ね合せることで、測定対象のどの位置を測定しているかが、容易に認識できる。

10

【 0 0 9 2 】

尚、重ね合せて表示する方法としては、拡大画像と狭角画像とを同倍率で表示するか、或は狭角画像が表示される位置を点で示すか、或は矢印等の記号で示す等、種々の方法が採用される。

【 0 0 9 3 】

又、前記表示部 3 6 は、測定状況、測定データ等を表示する。尚、前記表示部 3 6 はタッチパネルとされ、操作部としても機能する。又、タッチパネル機能を備えた前記表示部 3 6 を前記測量装置 3 に対して着脱可能とし、前記表示部 3 6 による遠隔操作を可能としてもよい。

【 0 0 9 4 】

以下、本実施例に係る測量装置システム 1 の作用について説明する。

20

【 0 0 9 5 】

前記測量装置 3 を前記三脚 2 を介して既知点（3次元座標が既知の点）に設置する。

【 0 0 9 6 】

前記測量装置 3 は前記姿勢検出部 2 8 を有し、該姿勢検出部 2 8 により、前記測量装置 3 の水平に対する設置姿勢（傾き）を検出できるので、前記測量装置 3 の整準作動は必要ない。測定結果を、検出された傾きで補正することで、正確な測定結果が得られる。

【 0 0 9 7 】

前記基準光軸 O を測定対象（測定点）に向ける。

【 0 0 9 8 】

前記基準光軸 O を測定対象（測定点）に向ける方法としては、前記測距光軸 4 9 を前記基準光軸 O に合致させ、即ち、前記光軸偏向部 3 7 で前記測距光軸 4 9 を偏向させない状態で、前記基準光軸 O を測定対象に視準させる。視準した状態は、前記狭角撮像部で撮像した画像を前記表示部 3 6 に表示させて、作業者が確認する。（以下の説明では、前記追尾部 2 3 を前記狭角撮像部と兼用した場合を説明する。）

30

【 0 0 9 9 】

或は、前記広角撮像部 2 4 を、測定対象に向け、測定対象を含む広角画像を取得し、該広角画像を前記表示部 3 6 に表示させる。更に、前記狭角撮像部（前記追尾部 2 3）で取得した狭角画像を、前記広角画像に重合させて表示し、前記光軸偏向部 3 7 による偏向を調整して、狭角画像の中心（前記測距光 4 7 の視準位置）を広角画像中の測定対象と一致させる。この場合、前記測距光 4 7 が視準した時の、前記測距光 4 7 の偏角（即ち、前記ディスクプリズム 6 3 , 6 4 の回転角）も取得される。

40

【 0 1 0 0 】

尚、前記光軸偏向部 3 7 を作動させ、前記測距光軸 4 9 を最終的に測定点に視準させる方法としては、作業者が前記表示部 3 6 の表示を確認しつつ手動により行ってもよいし、或は前記画像処理部 3 5 により測定対象を検出し、検出結果に基づき前記演算制御部 2 6 が自動で行ってもよい。

【 0 1 0 1 】

前記測距光軸 4 9 が測定点に視準された時点で、測距が行われ、測距時の前記測距光軸 4 9 の方向角が、前記水平角検出器 9、前記鉛直角検出器 1 8、前記ディスクプリズム 6 3

50

、64の回転角に基づき演算され、測距値と方向角とで測定点の3次元座標が測定される。

【0102】

尚、前記測量装置3が水平に対して傾斜している場合は、傾斜角が前記姿勢検出部28によって検出され、前記測定された3次元座標が前記傾斜角に基づき補正される。

【0103】

測定点が複数有る場合は、順次前記測距光軸49が測定点に視準され、測定が実行される。

【0104】

測定点の測定結果は、測定点と関連付けられて前記記憶部27に格納される。

【0105】

次に、図3～図5を参照し、測設等、測定対象を追尾しつつ測定を実行する場合について説明する。ここで、測定対象はプリズム等、再帰反射性の光学部材であり、測定対象により測定点が示される。

10

【0106】

前記広角撮像部24で測定対象を捕捉した状態で、前記測距光軸49を前記測定対象に視準させる。尚、この時、前記基準光軸0と前記測距光軸49とが合致していても、合致していなくともよい。

【0107】

前記追尾光源55を点灯し、追尾光を測定対象に照射し、追尾を開始する。測定対象からの反射追尾光は、前記光軸偏向部37を透過し、更に前記ビームスプリッタ58で反射され、又前記反射鏡59で反射され、前記追尾受光素子60に受光される。該追尾受光素子60からの受光信号は、前記追尾演算部61に入力される。該追尾演算部61は受光信号から、前記追尾受光素子60上での受光位置を演算し、追尾状態を判断する。

20

【0108】

前記追尾演算部61は、前記追尾受光素子60上での反射追尾光の位置が、基準位置、例えば追尾受光光軸54の位置と合致していれば、前記測距光軸49が測定対象を正確に追尾していると判断する。更に、前記追尾演算部61は、反射追尾光の受光位置が基準位置となる様に、前記光軸偏向部37を制御する。即ち、前記追尾演算部61は、前記光軸偏向部37のディスクプリズム63、64の回転方向、回転量を制御し、前記測距光軸49の偏向角、偏向方向を制御し、測定対象の追尾を実行する。

【0109】

尚、前記追尾演算部61は、反射追尾光の受光位置を演算して、演算結果を前記演算制御部26に出力し、該演算制御部26が前記光軸偏向部37を制御し、追尾を制御してもよい。

30

【0110】

追尾動作に於ける、前記測距光軸49の偏向は、前記ディスクプリズム63、前記ディスクプリズム64それぞれの回転によって生ぜられ、前記ディスクプリズム63、64は小型、軽量であり、前記モータ71、73によって高速に、又、高応答性で回転されることが可能である。

【0111】

従って、追尾動作の応答性の向上、追尾速度の高速化が可能であり、高速で移動する測定対象に対して追従性が向上する。

40

【0112】

前記射出方向検出部29は、前記ディスクプリズム63、64の回転量、回転方向の検出結果に基づき、前記測距光軸49の前記基準光軸0に対する偏角を演算し、演算結果を前記演算制御部26に出力する。

【0113】

該演算制御部26は、前記射出方向検出部29の演算結果に基づき前記基準光軸0に対する偏角が0になる様に、前記水平モータ13、前記鉛直モータ17を駆動し、前記測量装置3を水平方向、鉛直方向に回転する。

【0114】

50

従って、前記光軸偏向部 37 の最大偏角を超えて測定対象が移動する場合も、即ち 360° の全周の範囲で、更に最大偏角を超える上下範囲での追尾が可能である。尚、前記測量装置 3 の回転応答性、水平回転速度、鉛直回転速度は、早いとは言えないが、前記光軸偏向部 37 により、高速で追従するので、前記光軸偏向部 37 の最大偏角を超える範囲に及ぶ追従でも追従性に問題はない。

【0115】

尚、測定対象の移動が遅い場合は、即ち、前記測量装置 3 が前記測定対象の移動に追従可能な場合は、前記基準光軸 0 と前記測距光軸 49 とが合致した状態で追尾が行われる。

【0116】

又、前記基準光軸 0 と前記測距光軸 49 とがずれた状態で、測距が行われた場合は、前記ディスクプリズム 63, 64 間の相対角度、相対回転方向で求められる前記測距光軸 49 の偏角と方向、及び前記水平角検出器 9、前記鉛直角検出器 18 が検出する水平角、鉛直角に基づき前記測量装置 3 の設置位置に対する測定対象の方向角が演算される。

10

【0117】

設置位置に対する測定対象の方向角、及び測距結果に基づき、前記測量装置 3 の設置点を基準とした測定点の 3 次元座標が測定される。

【0118】

測定点が複数有る場合は、各測定点の 3 次元座標が前記記憶部 27 に格納される。更に、前記演算制御部 26 は、各測定点の 3 次元座標に基づき各測定点を前記広角撮像部 24 が取得した広角画像上に重ねて表示させることができる。各測定点を広角画像上に表示することで、測定の進行状態、測定位置、測定済の測定点、未測定の測定点が明確になり、重複測定、未測定が防止できる。

20

【0119】

尚、狭角画像、測定点を広角画像に重ねさせる場合、前記受光部 22、前記追尾部 23、前記広角撮像部 24 の光軸は、既知であり、更に関係は固定であるので、前記ディスクプリズム 63, 64 のそれぞれの角度情報（前記測距光軸 49 の偏角情報）のみで、狭角画像、測定点を広角画像に重ねさせることができることは言う迄もない。

【0120】

追尾動作に於いて、測定対象の急激な移動で前記追尾部 23 による追尾が途切れた場合、前記広角撮像部 24 が取得した広角画像に基づき、追尾状態に復帰させることができる。

30

【0121】

前記画像処理部 35 は、画像処理により広角画像中から測定対象を検出し、広角画像中の前記測定対象の位置を演算する。演算結果は、前記演算制御部 26 に入力される。

【0122】

前記撮像光軸 75 と前記測距光軸 49 との関係は既知であるので、前記演算制御部 26 は広角画像中の前記測定対象の位置に基づき、前記基準光軸 0 に対する測定対象の位置（前記基準光軸 0 に対する測距光軸 49 の偏角）を演算する。前記演算制御部 26 は前記測距光軸 49 が該偏角となる様に前記光軸偏向部 37 を制御する。而して、追尾が途切れた場合でも直ちに追尾状態に復帰させることができる。

【0123】

尚、前記画像処理部 35 による測定対象の検出は、追尾が途切れた場合に実行してもよく、或は常時連続的に実行してもよい。

40

【0124】

次に、図 5、図 6 により、測距、追尾光学系の具体例を説明する。尚、図 5、図 6 に於いて、図 3、図 4 中で示したものと同等のものには同符号を付し、その説明を省略する。

【0125】

図 5 では、反射鏡 46 が結像レンズ 51 の物側のレンズ面の中央に設けられ、ビームスプリッタ 58 が前記結像レンズ 51 の像側中央に設けられている。ここで、前記ビームスプリッタ 58 は、測距光のみを透過し、追尾光のみを反射する光学特性とする。

【0126】

50

発光素子 4 2 から発せられた測距光、追尾光源 5 5 から発せられ、光ファイバ 7 9 によって導かれた追尾光は、前記反射鏡 4 6 によって同一光軸上に反射され、光軸偏向部 3 7 を通って射出される。反射測距光、反射追尾光は前記光軸偏向部 3 7、前記結像レンズ 5 1 を通って受光部 2 2 に入射し、反射追尾光はビームスプリッタ 5 8、5 8 によって反射され、追尾受光素子 6 0 に入射する。

【 0 1 2 7 】

前記ビームスプリッタ 5 8、5 8 を透過した反射測距光は光ファイバ 7 8 により受光素子 5 2 に導かれる。

【 0 1 2 8 】

又、図 5 中、8 0 は内部参照光学系を示し、射出光軸 4 1 上に設けられたビームスプリッタ 8 1 により測距光の一部が分割され、内部参照光として光ファイバ 8 2 によって前記内部参照光学系 8 0 に導かれ、更に内部参照光は光ファイバ 8 3 によって受光光軸 4 5 上に設けられたビームスプリッタ 8 4 によって受光素子 5 2 に入射される。

10

【 0 1 2 9 】

該受光素子 5 2 は、反射測距光、内部参照光を受光し、それぞれ受光信号を発する。測距演算部 2 5 (図 3 参照) は、反射測距光、内部参照光の受光タイミングから測定対象迄の距離を演算する。

【 0 1 3 0 】

図 5 で示す具体例では、測距光と追尾光とを異なる波長とし、前記ビームスプリッタ 5 8 により測距光と追尾光とを分離している。

20

【 0 1 3 1 】

周知の様に、光学部材は、異なる波長の光が透過した場合は、波長毎に屈折率が異なる波長特性を有している。従って、三角プリズムで構成される前記光軸偏向部 3 7 も波長毎に偏角が異なる波長特性を有している。

【 0 1 3 2 】

図 6 は、屈折率が異なった場合の追尾光と測距光の挙動を示している。

【 0 1 3 3 】

又、図 6 中、8 5 は測定対象としてのプリズムを示し、4 9 は測距光 4 7 の光軸 (測距光軸)、8 6 は追尾光 8 7 の光軸 (追尾光軸) を示している。

【 0 1 3 4 】

追尾光は前記光ファイバ 7 9 (マルチモードファイバ) を通過することで均一化され、前記光ファイバ 7 9 の射出端面を 2 次光源として射出される。前記光ファイバ 7 9 の射出端面は、所定の面積を有する。従って、追尾光は所定の広がりをもっている。

30

【 0 1 3 5 】

前記追尾光、前記測距光は前記光軸偏向部 3 7 を通過することで、ディスクプリズム 6 3、6 4 の屈折作用により、偏角する。一方、前記追尾光、前記測距光は波長が異なるので、前記追尾光、前記測距光に対する屈折作用が異なり、前記追尾光、前記測距光の偏角も異なる。例えば、図示される様に、測距光では θ_1 の偏角を生じ、追尾光では θ_2 の偏角を生じる ($\theta_1 < \theta_2$)。従って、測距光軸と追尾光軸間では ($\theta_2 - \theta_1$) の偏角差分だけズレを生じる。

40

【 0 1 3 6 】

尚、前記追尾光の広がり、前記光軸偏向部 3 7 の光学特性に起因する測距光軸と追尾光軸の最大のズレ以上とされ、前記測距光軸 4 9 が測定対象に向けられた状態で測定対象が追尾光の光束内に含まれる様に設定される。

【 0 1 3 7 】

又、測距光が前記プリズム 8 5 で反射された場合、反射測距光は前記光軸偏向部 3 7 によって測距軸上光に偏角される。一方、追尾光は前記プリズム 8 5 に測距光に対して ($\theta_2 - \theta_1$) だけずれた角度で入射し、反射される為、測距光の光軸から外れた軸外光となる。

【 0 1 3 8 】

更に、反射測距光、反射追尾光が前記光軸偏向部 3 7 を透過した際には、前記ディスクプ

50

リズム 63, 64 による屈折作用を受けるが、測距光軸に対して反射測距光の光軸はずれており、前記反射追尾光が軸外光の状態は変わらず、前記追尾受光素子 60 に於ける反射追尾光の受光位置は、該追尾受光素子 60 の中心からずれた位置（追尾受光光軸 54（図 3 参照）から（ ）の偏角差分だけずれた位置）、即ち反射測距光が受光される位置からずれた位置となる。

【0139】

追尾は、前記追尾受光素子 60 上の反射追尾光の受光位置に基づき作成する追尾制御情報に基づき行われるので、反射追尾光の受光位置と反射測距光の受光位置間でずれがあると正確な追尾が行えない。

【0140】

上記した様に、前記ディスクプリズム 63, 64 によって引起される測距光と追尾光の光軸間の偏角差は、前記追尾受光素子 60 上での反射測距光と反射追尾光間の受光位置のずれ（前記受光光軸 45 と前記追尾受光光軸 54 とは実質的に同軸であるので、前記追尾受光光軸 54 に対するずれ）として現れる。従って、前記追尾受光素子 60 上で、即ち画像上で反射測距光と反射追尾光の受光位置のズレ（偏差）を相殺する様な補正をすれば、波長の相違による偏角差が補正できる。

【0141】

偏角差の補正について、例えば、追尾を実行している状態で前記追尾受光素子 60 上での反射追尾光の受光位置のずれには、前記測距光軸 49 の測定対象からのずれと前記光軸偏向部 37 の光学特性に起因するずれとが含まれている。従って、現実の前記追尾受光素子 60 上での反射追尾光の受光位置のズレから、前記光軸偏向部 37 の光学特性に起因するズレを引いたものが、前記測距光軸 49 の方向を修正すべき光軸のズレとなる。

【0142】

従って、前記光軸偏向部 37 の光学特性に起因するズレを、前記三角プリズム 65a, 65b, 65c の屈折率、前記ディスクプリズム 63, 64 の回転位置に基づき演算し、更に演算結果に基づき前記光軸偏向部 37 の光学特性に起因するズレがなかった場合の、受光位置（仮想基準点）を演算し、該仮想基準点と現実の前記反射追尾光の受光位置との偏差（補正偏差）を求め、該補正偏差に基づき追尾を実行する。

【0143】

前記追尾演算部 61 は、波長の相違による偏角差を補正する情報を前記追尾制御情報に含ませて、前記演算制御部 26 に出力する。

【0144】

本実施例では、前記光軸偏向部 37 により偏向した際の、測距光と追尾光間の偏角差、或は前記追尾受光素子 60 上での測距光と追尾光間の偏差を予め求め、テーブルデータとして保有し、測距光と追尾光間の偏角差或は受光位置の偏差に基づき追尾制御情報を補正し、測距光と追尾光間の偏角差或は受光位置の偏差を相殺した正確な追尾制御情報により、追尾を実行する。

【0145】

図 7 は、テーブルデータの一例を示している。

【0146】

図 7 中に於ける 1 は前記ディスクプリズム 63 の基準位置からの回転角、 2 は前記ディスクプリズム 64 の基準位置からの回転角を示し、Z 軸は、 1、 2 に対応する偏角差を示している。

【0147】

尚、使用される測距光の波長、追尾光の波長、使用されるディスクプリズム 63, 64 の屈折率によっても、偏角差は異なるが、使用される測距光の波長、追尾光の波長、ディスクプリズム 63, 64 に対応したテーブルデータを作成する。

【0148】

前記追尾受光素子 60 は、追尾反射光の他に背景光も受光するが、前記ビームスプリッタ 58 によって背景光の内、追尾光と同波長の背景光のみを反射する為、受光する光は追尾

10

20

30

40

50

光と同波長の背景光のみとなる。従って、背景光により取得する画像は単色画像となる。尚、該単色画像についても、追尾光と同様に偏角差を補正することができる。

【0149】

次に、前記ビームスプリッタ58の光学特性を測距光のみを透過し、測距光以外の波長の光線を反射する光学特性とすると、前記追尾受光素子60に入射する背景光は、自然光となり、前記追尾受光素子60が取得する画像は、RGBのカラー画像となる。

【0150】

RGBの光線は、それぞれ波長が異なる為、前記ディスクプリズム63, 64による屈折作用に差違があり、光線間で偏角差を生じる。この為、R光線の画像、B光線の画像、G光線の画像間で偏角差分のずれを生じる。

10

【0151】

本発明では、R光線、B光線、G光線毎に偏向角と偏角差との関係についてのデータテーブルを作成し、R光線、B光線、G光線それぞれについて補正情報を作成し、補正情報を追尾制御情報に含ませることで、画像上で角偏差をリアルタイムで補正をし、画像間のずれを解消する。

【0152】

而して、追尾作動中等、前記測量装置3が回転している状態でも、鮮明なカラー画像を取得することができる。

【0153】

又、前記追尾部23で取得した画像を、前記広角撮像部24で取得した広角画像に重合させる場合も、色相、色合等広角画像と同じになり、合成画像の品質が向上する。

20

【0154】

尚、同じ波長の測距光、追尾光を使用する場合は、前記光軸偏向部37を透過した場合の測距光、追尾光間の偏角差は生じないので、追尾制御情報の補正はする必要がない。

【0155】

上記実施例では、前記測量装置3を前記三脚2に固定した場合を説明したが、前記測量装置3単体を作業者が保持、携帯し、測定点の測定を行うことができる。

【0156】

作業者が携帯した状態では、前記測量装置3の姿勢は不安定であり、測定点に向けられた前記測距光軸49もブレるが、前記光軸偏向部37によって高速で前記測距光軸49を偏向させ、測定点の追尾が可能であるので、手ブレがあった状態でも前記測距光軸49を正確に測定点に向けることができ、精度の高い測定の実行が可能である。尚、前記測量装置3の姿勢(傾斜)は姿勢検出部28によってリアルタイムで検出されていることは言う迄もない。

30

【0157】

更に、作業者が前記測量装置3を携帯した状態でも測定対象の追尾が可能である。

【0158】

又、上記説明では、測量装置3をトータルステーションとして説明したが、前記光軸偏向部37のディスクプリズム63, 64をそれぞれ連続的に回転し、更に回転速度、回転方向をそれぞれ個別に制御することで任意のパターンで前記測距光軸49を走査することができ、更に、パルス光毎に測距を行えば、走査線に沿って点群データを取得でき、前記測量装置3をレーザスキャナとしても使用することができる。

40

【符号の説明】

【0159】

- 1 測量装置システム
- 2 三脚
- 3 測量装置
- 4 設置台ユニット
- 9 水平角検出器
- 13 水平モータ

50

- 1 7 鉛直モータ
- 1 8 鉛直角検出器
- 2 1 測距光射出部
- 2 2 受光部
- 2 3 追尾部
- 2 4 広角撮像部
- 2 5 測距演算部
- 2 6 演算制御部
- 2 7 記憶部
- 2 9 射出方向検出部
- 3 7 光軸偏向部
- 3 8 測距部
- 4 1 射出光軸
- 4 5 受光光軸
- 4 7 測距光
- 4 8 反射測距光
- 4 9 測距光軸
- 5 2 受光素子
- 5 4 追尾光軸
- 5 8 ビームプリッタ
- 6 0 追尾受光素子
- 6 1 追尾演算部
- 6 3 , 6 4 ディスクプリズム
- 7 1 , 7 3 モータ

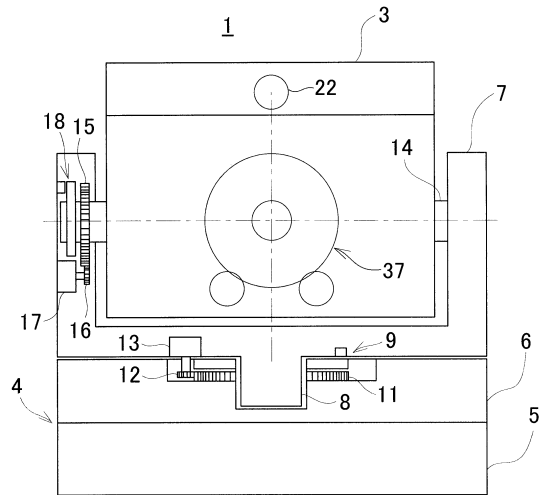
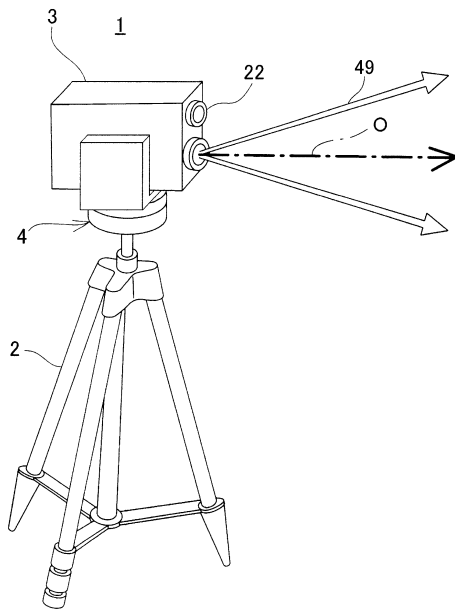
10

20

【図面】

【図 1】

【図 2】

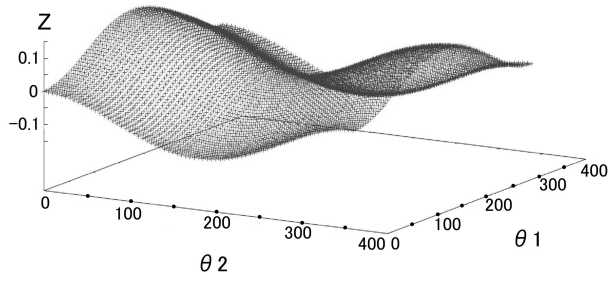


30

40

50

【 7】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2017 - 106813 (JP, A)
特表 2015 - 507744 (JP, A)
特開 2010 - 237169 (JP, A)
特開 2011 - 258031 (JP, A)
米国特許出願公開第 2015 / 0098075 (US, A1)
特開 2016 - 151423 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G01C 15 / 00