

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7138525号
(P7138525)

(45)発行日 令和4年9月16日(2022.9.16)

(24)登録日 令和4年9月8日(2022.9.8)

(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 E

請求項の数 9 (全21頁)

(21)出願番号	特願2018-179555(P2018-179555)	(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30年9月25日(2018.9.25)	(74)代理人	100083563 弁理士 三好 祥二
(65)公開番号	特開2020-51818(P2020-51818A)	(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2年4月2日(2020.4.2)	(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3年8月30日(2021.8.30)	(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	櫻井 仁

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、反射測距光を受光する受光部と、測距光軸と受光光軸の共通部分に設けられ、前記測距光軸と前記受光光軸とを一体に偏向させる光軸偏向部と、該光軸偏向部の最大偏向範囲と略同じ画角を有する広角撮像部と、光軸偏向部による光軸偏向角、偏向方向を検出する射出方向検出部と、前記測距光軸と一部を共用する光軸を有し、前記広角撮像部より狭画角の狭角撮像部と、測距演算部と、演算制御部とを有し、該演算制御部は、前記光軸偏向部の光軸偏向、前記測距演算部の測距作動を制御し、前記測距演算部は測距光の発光タイミングと反射測距光の受光タイミングに基づき測定点の測距を行い、前記狭角撮像部は前記測距光軸を画像中心とする狭角画像を取得する様構成され、

10

又前記演算制御部は、前記狭角撮像部による画像取得時の、前記射出方向検出部により検出される偏向角、偏向方向と、該偏向角、偏向方向に対応する広角画像の画素の位置に基づき狭角画像と広角画像とを関連付ける様構成された測量装置。

【請求項2】

前記狭角撮像部は、前記測距光射出部の射出光軸から分岐された追尾受光光軸と、該追尾受光光軸上に設けられた追尾撮像素子を有し、前記射出光軸を介して前記追尾撮像素子により前記狭角画像を取得する様構成された請求項1に記載の測量装置。

【請求項3】

追尾部を更に具備し、該追尾部は前記受光光軸と一部を共用する追尾光軸と、前記測距

20

光射出部の射出光軸から分岐された追尾受光光軸と、前記追尾光軸に設けられた追尾光源と、前記追尾受光光軸に設けられた追尾撮像素子とを有し、前記追尾光源から発せられた追尾光は前記受光光軸を経て射出され、測定対象で反射された追尾光が前記射出光軸、前記追尾受光光軸を経て前記追尾撮像素子に受光される様構成され、前記演算制御部は、前記追尾撮像素子の追尾光の受光位置と前記追尾受光光軸との偏差に基づき前記光軸偏向部の偏向を制御する様構成された請求項 1 に記載の測量装置。

【請求項 4】

前記追尾受光光軸は偏光ビームスプリッタにより分岐され、前記測距光と前記追尾光は異なる偏光を有し、前記測距光と前記追尾光とは前記ビームスプリッタにより分離される請求項 3 に記載の測量装置。

10

【請求項 5】

前記光軸偏向部は同心に設けられた 2 枚のディスクプリズムを有し、該ディスクプリズムは、同一の光学特性を有する複数の三角プリズムで構成され、前記測距光軸と前記受光光軸を中心に独立して回転可能であり、前記演算制御部は、前記 2 枚のディスクプリズムの回転を制御し、前記測距光を 2 次元閉ループスキャンさせ、点群データを取得する様構成した請求項 1 に記載の測量装置。

【請求項 6】

前記演算制御部は、測距タイミングと前記狭角撮像部による画像取得を同期させ、スキャン途中の任意の位置で静止画像を取得する様構成した請求項 5 に記載の測量装置。

【請求項 7】

測距光を射出する測距光射出部と、反射測距光を受光する受光部と、測距光軸と受光光軸の共通部分に設けられ、前記測距光軸と前記受光光軸とを一体に偏向させる光軸偏向部と、該光軸偏向部の最大偏向範囲と略同じ画角を有する広角撮像部と、光軸偏向部による光軸偏向角、偏向方向を検出する射出方向検出部と、前記測距光軸と一部を共用する光軸を有し、前記広角撮像部より狭画角の狭角撮像部と、測距演算部と、演算制御部と、追尾部とを有し、

20

前記演算制御部は、前記光軸偏向部の光軸偏向、前記測距演算部の測距作動を制御し、前記測距演算部は測距光の発光タイミングと反射測距光の受光タイミングに基づき測定点の測距を行い、前記狭角撮像部は前記測距光軸を画像中心とする狭角画像を取得する様構成され、

30

前記追尾部は前記受光光軸と一部を共用する追尾光軸と、前記測距光射出部の射出光軸から分岐された追尾受光光軸と、前記追尾光軸に設けられた追尾光源と、前記追尾受光光軸に設けられた追尾撮像素子とを有し、前記追尾光源から発せられた追尾光は前記受光光軸を経て射出され、測定対象で反射された追尾光が前記射出光軸、前記追尾受光光軸を経て前記追尾撮像素子に受光される様構成され、前記演算制御部は、前記追尾撮像素子の追尾光の受光位置と前記追尾受光光軸との偏差に基づき前記光軸偏向部の偏向を制御する様構成され、

前記追尾受光光軸は偏光ビームスプリッタにより分岐され、前記測距光と前記追尾光は異なる偏光を有し、前記測距光と前記追尾光とは前記ビームスプリッタにより分離される測量装置。

40

【請求項 8】

測距光を射出する測距光射出部と、反射測距光を受光する受光部と、測距光軸と受光光軸の共通部分に設けられ、前記測距光軸と前記受光光軸とを一体に偏向させる光軸偏向部と、該光軸偏向部の最大偏向範囲と略同じ画角を有する広角撮像部と、光軸偏向部による光軸偏向角、偏向方向を検出する射出方向検出部と、前記測距光軸と一部を共用する光軸を有し、前記広角撮像部より狭画角の狭角撮像部と、測距演算部と、演算制御部とを有し、該演算制御部は、前記光軸偏向部の光軸偏向、前記測距演算部の測距作動を制御し、前記測距演算部は測距光の発光タイミングと反射測距光の受光タイミングに基づき測定点の測距を行い、前記狭角撮像部は前記測距光軸を画像中心とする狭角画像を取得する様構成され、

50

前記光軸偏向部は同心に設けられた2枚のディスクプリズムを有し、該ディスクプリズムは、同一の光学特性を有する複数の三角プリズムで構成され、前記測距光軸と前記受光光軸を中心に独立して回転可能であり、前記演算制御部は、前記2枚のディスクプリズムの回転を制御し、前記測距光を2次元閉ループスキャンさせ、点群データを取得する様構成され、

前記演算制御部は、測距タイミングと前記狭角撮像部による画像取得を同期させ、スキャン途中の任意の位置で静止画像を取得する様構成した測量装置。

【請求項9】

請求項1～請求項8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、前記射出方向検出部が検出する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。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、広角画像、狭角画像を取得可能な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】

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。

【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
特開2016-161411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、高速度で測定対象を視準可能であり、視準位置の画像を取得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。

10

20

30

40

50

【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、反射測距光を受光する受光部と、測距光軸と受光光軸の共通部分に設けられ、前記測距光軸と前記受光光軸とを一体に偏向させる光軸偏向部と、該光軸偏向部の最大偏向範囲と略同じ画角を有する広角撮像部と、光軸偏向部による光軸偏向角、偏向方向を検出する射出方向検出部と、前記測距光軸と一部を共用する光軸を有し、前記広角撮像部より狭画角の狭角撮像部と、測距演算部と、演算制御部とを有し、該演算制御部は、前記光軸偏向部の光軸偏向、前記測距演算部の測距作動を制御し、前記測距演算部は測距光の発光タイミングと反射測距光の受光タイミングに基づき測定点の測距を行い、前記狭角撮像部は前記測距光軸を画像中心とする狭角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

【0008】

又本発明は、前記狭角撮像部が、前記測距光射出部の射出光軸から分岐された追尾受光光軸と、該追尾受光光軸上に設けられた追尾撮像素子を有し、前記射出光軸を介して前記追尾撮像素子により前記狭角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。

【0009】

又本発明は、追尾部を更に具備し、該追尾部は前記受光光軸と一部を共用する追尾光軸と、前記測距光射出部の射出光軸から分岐された追尾受光光軸と、前記追尾光軸に設けられた追尾光源と、前記追尾受光光軸に設けられた追尾撮像素子とを有し、前記追尾光源から発せられた追尾光は前記受光光軸を経て射出され、測定対象で反射された追尾光が前記射出光軸、前記追尾受光光軸を経て前記追尾撮像素子に受光される様構成され、前記演算制御部は、前記追尾撮像素子の追尾光の受光位置と前記追尾受光光軸との偏差に基づき前記光軸偏向部の偏向を制御する様構成された測量装置に係るものである。

20

【0010】

又本発明は、前記追尾受光光軸は偏光ビームスプリッタにより分岐され、前記測距光と前記追尾光は異なる偏光を有し、前記測距光と前記追尾光とは前記ビームスプリッタにより分離される測量装置に係るものである。

【0011】

又本発明は、前記光軸偏向部は同心に設けられた2枚のディスクプリズムを有し、該ディスクプリズムは、同一の光学特性を有する複数の三角プリズムで構成され、前記測距光軸と前記受光光軸を中心に独立して回転可能であり、前記演算制御部は、前記2枚のディスクプリズムの回転を制御し、前記測距光を2次元閉ループスキャンさせ、点群データを取得する様構成した測量装置に係るものである。

30

【0012】

又本発明は、前記演算制御部は、測距タイミングと前記狭角撮像部による画像取得を同期させ、スキャン途中の任意の位置で静止画像を取得する様構成した測量装置に係るものである。

【0013】

又本発明は、前記演算制御部が、前記狭角撮像部による画像取得時の、前記射出方向検出部により検出される偏向角、偏向方向と、該偏向角、偏向方向に対応する広角画像の画素の位置に基づき狭角画像と広角画像とを関連付ける様構成した測量装置に係るものである。

40

【0014】

更に又本発明は、上記測量装置と、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、前記射出方向検出部が検出する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。

50

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、測距光を射出する測距光射出部と、反射測距光を受光する受光部と、測距光軸と受光光軸の共通部分に設けられ、前記測距光軸と前記受光光軸とを一体に偏向させる光軸偏向部と、該光軸偏向部の最大偏向範囲と略同じ画角を有する広角撮像部と、光軸偏向部による光軸偏向角、偏向方向を検出する射出方向検出部と、前記測距光軸と一部を共用する光軸を有し、前記広角撮像部より狭画角の狭角撮像部と、測距演算部と、演算制御部とを有し、該演算制御部は、前記光軸偏向部の光軸偏向、前記測距演算部の測距作動を制御し、前記測距演算部は測距光の発光タイミングと反射測距光の受光タイミングに基づき測定点の測距を行い、前記狭角撮像部は前記測距光軸を画像中心とする狭角画像を取得する様構成されたので、常に測定点の画像が取得でき測定点の位置の確認が容易になり、更に光軸近傍の画像となり、焦点深度が深く焦点調整を簡略できる。

10

【0016】

又本発明によれば、上記測量装置と、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、前記射出方向検出部が検出する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、常に測定点の画像が取得でき測定点の位置の確認が容易になり、更に光軸近傍の画像となり、焦点深度が深く焦点調整を簡略でき、高速且つ高応答で、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。

20

【図面の簡単な説明】

【0017】

【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。

【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】広角画像と狭角画像との関係を示す説明図である。

【図6】スキャンパターンの一例を示す図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、図面を参照しつつ本発明の実施例を説明する。

【0019】

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。

【0020】

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。

【0021】

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。

40

【0022】

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。

【0023】

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。

【0024】

50

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。

【 0 0 2 5 】

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。

【 0 0 2 6 】

前記水平基盤 6 には水平回転ギア 1 1 が前記水平回転軸 8 と同心に固定され、該水平回転ギア 1 1 には水平ピニオンギア 1 2 が噛合している。前記托架部 7 には、水平モータ 1 3 が設けられ、前記水平ピニオンギア 1 2 は前記水平モータ 1 3 の出力軸に固着されている。

10

【 0 0 2 7 】

該水平モータ 1 3 の駆動により、前記水平ピニオンギア 1 2 が回転し、該水平ピニオンギア 1 2 が前記水平回転ギア 1 1 の回りを公転する。前記水平ピニオンギア 1 2 の公転により、前記托架部 7 と前記測量装置 3 とが前記水平回転軸 8 を中心に一体に回転する。而して、前記水平モータ 1 3 によって、前記測量装置 3 が水平方向に回転される。

【 0 0 2 8 】

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 1 4 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 1 4 を中心に鉛直方向に回転自在となっている。

20

【 0 0 2 9 】

前記鉛直回転軸 1 4 の一端には、鉛直回転ギア 1 5 が嵌合、固着され、該鉛直回転ギア 1 5 にはピニオンギア 1 6 が噛合している。該ピニオンギア 1 6 は前記托架部 7 に設けられた鉛直モータ 1 7 の出力軸に固着されている。該鉛直モータ 1 7 が駆動されることで、前記ピニオンギア 1 6 が回転され、更に前記鉛直回転ギア 1 5、前記鉛直回転軸 1 4 を介して前記測量装置 3 が鉛直方向に回転される。

【 0 0 3 0 】

又、前記鉛直回転軸 1 4 と前記托架部 7 との間には、鉛直角（前記鉛直回転軸 1 4 を中心とした回転方向の角度）を検出する鉛直角検出器 1 8（例えばエンコーダ）が設けられている。該鉛直角検出器 1 8 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。

30

【 0 0 3 1 】

前記水平モータ 1 3、前記鉛直モータ 1 7 は、第 2 モータドライバ 3 2（後述）によって駆動され、該第 2 モータドライバ 3 2 を介し、制御部としての演算制御部 2 6（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。

【 0 0 3 2 】

前記水平モータ 1 3 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 1 7 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 1 8 によって検出される。

40

【 0 0 3 3 】

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 1 8 によって検出され、検出結果はそれぞれ前記演算制御部 2 6 に入力される。尚、前記水平モータ 1 3 と前記鉛直モータ 1 7 とによって回転駆動部が構成される。

【 0 0 3 4 】

前記水平角検出器 9 と前記鉛直角検出器 1 8 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部、即ち方向角検出部が構成される。

【 0 0 3 5 】

図 3、図 4 により前記測量装置 3 について更に説明する。

50

【 0 0 3 6 】

該測量装置 3 は、主に、測距光射出部 2 1、受光部 2 2、追尾部 2 3、広角撮像部 2 4、測距演算部 2 5、前記演算制御部 2 6、記憶部 2 7、姿勢検出部 2 8、射出方向検出部 2 9、第 1 モータドライバ 3 1、前記第 2 モータドライバ 3 2、撮像制御部 3 4、画像処理部 3 5、表示部 3 6、光軸偏向部 3 7、追尾演算部 6 1 を具備し、これらは筐体 4 0 に収納され、一体化されている。尚、前記測距光射出部 2 1、前記受光部 2 2、前記測距演算部 2 5、前記光軸偏向部 3 7 等は、光波距離計としての機能を有する測距部 3 8 を構成する。

【 0 0 3 7 】

前記測距演算部 2 5、前記演算制御部 2 6 としては本実施例に特化された CPU、或は汎用性 CPU、埋込み CPU、マイクロプロセッサ等が用いられる。又、前記記憶部 2 7 としては RAM、ROM、Flash ROM、DRAM 等の半導体メモリ、HDD 等の磁気記録メモリ、CDROM 等の光学記録メモリが用いられる。

10

【 0 0 3 8 】

前記記憶部 2 7 には、本実施例を実行する為の種々のプログラムが格納されており、前記測距演算部 2 5、前記演算制御部 2 6 は、それぞれ格納された前記プログラムを展開、実行する。又、前記記憶部 2 7 には、測定データ、画像データ等の種々のデータが格納される。

【 0 0 3 9 】

前記演算制御部 2 6 は、前記第 1 モータドライバ 3 1 を介して前記光軸偏向部 3 7 を制御する。更に前記光軸偏向部 3 7 を介して測距光軸の偏向を制御し、前記測距演算部 2 5、前記撮像制御部 3 4、前記追尾演算部 6 1 の統合制御、測距、撮像、追尾の同期制御等を行う。

20

【 0 0 4 0 】

前記姿勢検出部 2 8 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 2 6 に入力される。又前記姿勢検出部 2 8 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装置を使用することができる。特許文献 3 の姿勢検出装置は、全方向 3 6 0 ° 以上の傾斜をリアルタイムで検出することができる。

【 0 0 4 1 】

前記測距光射出部 2 1 は、射出光軸 4 1 を有し、該射出光軸 4 1 上に発光素子 4 2、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 4 1 上に投光レンズ 4 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。前記反射鏡 4 6 は測距光 4 7 の光束径と同等若しくは、若干大きい程度の形状であり、前記受光光軸 4 5 を中心とする限定された部分を占有する。

30

【 0 0 4 2 】

前記ビームスプリッタ 4 4 は、ハーフミラーであってもよいが、偏光光学特性を有する偏光ビームスプリッタであることが好ましい。例えば、偏光ビームスプリッタ 4 4 は、S 偏光を反射し、P 偏光を透過する光学特性を有する。

40

【 0 0 4 3 】

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。

【 0 0 4 4 】

前記発光素子 4 2 は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。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光線 (又はバースト発光されたレーザ光線) を前記測距光 4 7 として射出する。尚、バースト発光については、特許文献 5 に開示されている。

【 0 0 4 5 】

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

50

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。

【 0 0 4 6 】

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）。

【 0 0 4 7 】

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 5 4（後述）及び前記測距光軸 4 9 と合致する。

【 0 0 4 8 】

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 が設けられている。該受光素子 5 2 は、例えばアバランシフオトダイオード（APD）、或は同等の光電変換素子である。

【 0 0 4 9 】

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 に入力される。該測距演算部 2 5 は、測距光の発光タイミングと反射測距光の受光タイミングに基づき測定対象迄の測距（光波距離測定）を行う。

【 0 0 5 0 】

尚、測定としては、測定対象が再帰反射性を有するプリズム測定、或は測定対象が再帰反射性を有さないノンプリズム測定が行われる。

【 0 0 5 1 】

前記光軸偏向部 3 7、前記結像レンズ 5 1、前記受光素子 5 2 等によって前記受光部 2 2 が構成される。

【 0 0 5 2 】

前記追尾部 2 3 について説明する。該追尾部 2 3 は前記追尾光軸 5 4 を有し、該追尾光軸 5 4 上には、追尾光源 5 5、反射鏡 5 9、スプリットミラー 5 8、前記結像レンズ 5 1、前記反射鏡 4 6、前記光軸偏向部 3 7 が配設される。前記追尾光軸 5 4 は前記反射鏡 5 9、前記スプリットミラー 5 8 によって偏向され、前記受光光軸 4 5、前記測距光軸 4 9 と合致する。ここで、前記結像レンズ 5 1 は、前記追尾部 2 3 に於いては、投光レンズとして作用する。

【 0 0 5 3 】

尚、追尾光 5 7 を発する前記追尾光源 5 5 としては、レーザダイオード（LD）等の発光源が用いられ、追尾光 5 7 と測距光 4 7 は同じ波長であることが好ましい。更に、前記追尾光源 5 5 としては、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。又、前記追尾光 5 7 の光学特性としては、無偏光光線（偏光特性を有さない光線）とする。

【 0 0 5 4 】

前記スプリットミラー 5 8 は、ハーフミラーであってもよいが、透過光量と反射光量とが異なる無偏光スプリットミラーであってもよい。透過光量と反射光量との光量比は、測量装置が要求される性能に応じて適宜設定することができるが、例えば、透過光量：反射光量 = 7 : 3 とする。尚、測距光量の減少を防止する為に、前記ビームスプリッタ 4 4 については、S 偏光を反射する偏光ビームスプリッタとすることが好ましい。

【 0 0 5 5 】

更に、前記ビームスプリッタ 4 4 を偏光ビームスプリッタとした場合、前記測距光 4 7 と前記追尾光 5 7 の偏光特性を異ならせる。例えば、前記発光素子 4 2 から発せられる前記測距光 4 7 を S 偏光とし、前記追尾光源 5 5 から発せられる前記追尾光 5 7 を無偏光とする。

【 0 0 5 6 】

10

20

30

40

50

この場合、前記追尾光源 5 5 から発せられた追尾光 5 7 は、前記スプリットミラー 5 8 で部分 (3 / 1 0) 反射される。又、反射追尾光は無偏光であり、前記ビームスプリッタ 4 4 は偏光ビームスプリッタであるので、反射追尾光は前記ビームスプリッタ 4 4 を 5 0 % 透過する。前記発光素子 4 2 から発せられた S 偏光の測距光は前記ビームスプリッタ 4 4 で全反射され、測定対象で反射された反射測距光は前記スプリットミラー 5 8 を部分 (7 / 1 0) 透過する。

【 0 0 5 7 】

前記追尾光 5 7 は、前記結像レンズ 5 1 で平行光束とされ、前記光軸偏向部 3 7 を透過し、前記測距光 4 7 上に照射される。測定対象で反射された反射追尾光は前記反射測距光 4 8 と同光軸 (即ち、測距光軸 4 9) で前記光軸偏向部 3 7 に入射し、該光軸偏向部 3 7 を透過後、前記反射鏡 4 6 で反射される。

10

【 0 0 5 8 】

該反射鏡 4 6 は、前記測距光軸 4 9 から追尾受光光軸 5 4 を分離する。該追尾受光光軸 5 4 上に前記ビームスプリッタ 4 4 が配設され、更に前記追尾受光光軸 5 4 上に結像レンズ 5 6、追尾撮像素子 6 0 が配設される。

【 0 0 5 9 】

該追尾撮像素子 6 0 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様になっている。例えば、各画素は、前記追尾受光光軸 5 4 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。

20

【 0 0 6 0 】

該追尾撮像素子 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、該受光信号は前記追尾演算部 6 1 に入力される。該受光信号は各画素毎に発せられ、各画素から発せられる受光信号はそれぞれ位置情報を有している。該追尾演算部 6 1 は、前記追尾撮像素子 6 0 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。例えば、狭角画像の画像中心と受光位置との偏差を演算する。

【 0 0 6 1 】

前記追尾演算部 6 1 には、前記演算制御部 2 6 の機能の一部を割当ててもよいし、或は追尾演算部 6 1 として、CPU、埋込み CPU、マイクロプロセッサ等が用いられてもよい。

30

【 0 0 6 2 】

尚、追尾制御情報としては、例えば、前記追尾撮像素子 6 0 上での追尾受光光軸 5 4 と受光位置の位置の偏差、偏差の方向を演算し、受光位置の位置を追尾受光光軸 5 4 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 6 3、6 4 (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 3 7 の制御情報が含まれる。

【 0 0 6 3 】

前記追尾演算部 6 1 は、追尾制御情報を前記演算制御部 2 6 に入力する。該演算制御部 2 6 は追尾制御情報に基づき前記ディスクプリズム 6 3、6 4 の回転を制御して追尾を実行する。尚、前記追尾演算部 6 1 が、追尾制御信号に基づき追尾を実行してもよい。

40

【 0 0 6 4 】

前記追尾光源 5 5、前記反射鏡 5 9、前記スプリットミラー 5 8、前記結像レンズ 5 1、前記光軸偏向部 3 7、前記ビームスプリッタ 4 4、前記結像レンズ 5 6、前記追尾撮像素子 6 0、前記追尾演算部 6 1 等は、前記追尾部 2 3 を構成する。

【 0 0 6 5 】

又、前記追尾部 2 3 には、追尾光 5 7 と共に測定対象を含む背景光が入射する。前記追尾撮像素子 6 0 は追尾光 5 7 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 2 3、前記追尾撮像素子 6 0 等は、測定点部分の背景画像を取得する狭角撮像部 8 8 としても機能する。

【 0 0 6 6 】

50

而して、前記追尾部 2 3 を狭角撮像部 8 8 として兼用し、前記追尾撮像素子 6 0 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 4 9 の視準位置（測定点）の背景画像として取得してもよい。尚、前記狭角画像の中心（画像中心）は、前記測距光軸 4 9、即ち測定点となる。

【 0 0 6 7 】

更に、前記追尾部 2 3 を狭角撮像部 8 8 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 5 5 を点灯し、追尾光 5 7 を照射する。前記追尾撮像素子 6 0 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 2 3 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 5 5 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 2 3 は、狭角撮像部 8 8 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。

10

【 0 0 6 8 】

前記狭角撮像部 8 8 は、前記光軸偏向部 3 7 の中心部を透過し、前記反射鏡 4 6 で反射させられる追尾受光光軸 5 4 の近傍の限定された光束を受光する。前記狭角撮像部 8 8 の画角は、例えば、3°前後と狭く、狭角画像は深い焦点深度を有している。従って、前記狭角撮像部 8 8 については焦点合せ機構が省略又は簡略化でき、単焦点で測距範囲の画像を取得することができる。

【 0 0 6 9 】

図 4 を参照して、前記光軸偏向部 3 7 について説明する。

【 0 0 7 0 】

該光軸偏向部 3 7 は、一対の前記ディスクプリズム 6 3 , 6 4 から構成される。該ディスクプリズム 6 3 , 6 4 は、それぞれ同径の円板形であり、前記受光光軸 4 5 上に該受光光軸 4 5 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。前記ディスクプリズム 6 3 は、光学ガラスにて成形され、平行に配置された複数のプリズム柱を有する。尚、図示では前記ディスクプリズム 6 3 は、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。

20

30

【 0 0 7 1 】

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。

【 0 0 7 2 】

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。

40

【 0 0 7 3 】

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。

【 0 0 7 4 】

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 の広がりやを考慮し、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。

50

【 0 0 7 5 】

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 7 6 】

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。

【 0 0 7 7 】

前記モータ 7 1 , 7 3 は、回転角を検出できるモータが用いられ、或は駆動入力値に対応した回転をするモータ、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、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。

10

【 0 0 7 8 】

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 9 】

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（第 1 光軸偏向部）等は、測距投光光学系を構成する。又、前記スプリットミラー 5 8、前記結像レンズ 5 1、前記反射測距光偏向部（第 2 光軸偏向部）等は、追尾投光光学系を構成する。又、前記測距光偏向部（第 1 光軸偏向部）、前記結像レンズ 5 6 等は、追尾受光光学系を構成する。

20

【 0 0 8 0 】

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。

30

【 0 0 8 1 】

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。

【 0 0 8 2 】

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。

40

【 0 0 8 3 】

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

50

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 8 4 】

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。

【 0 0 8 5 】

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。

【 0 0 8 6 】

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 8 7 】

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 8 8 】

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。

【 0 0 8 9 】

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（スキャンパターン）は前記基準光軸 O を中心とした円となる。更に、前記ディスクプリズム 6 3 の回転と前記ディスクプリズム 6 4 の回転との組み合わせで、所要の 2 次元の閉ループスキャンパターンを形成することができる。

【 0 0 9 0 】

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。

【 0 0 9 1 】

更に又、前記光軸偏向部 3 7 による最大偏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 9 2 】

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。

【 0 0 9 3 】

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 9 4 】

10

20

30

40

50

前記広角撮像部 2 4 は、前記測量装置 3 の前記基準光軸 0 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 40° の画角、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。

【0095】

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 0 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 0 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。

【0096】

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との同期を取っている。更に前記狭角撮像部 8 8（図 3 参照）により画像を取得する場合は、該狭角撮像部 8 8 で画像を取得するタイミングと測距のタイミングとの同期を取っている。

【0097】

前記狭角撮像部 8 8 は、前記測距光 4 7 の照射点の画像を取得するので測距部分のファインダとして機能する。又、取得される画像は、前記測距光軸 4 9 近傍の狭画角（例えば、 3° ）の画像であるので、歪みが小さい。

【0098】

前記演算制御部 2 6 は狭画角の画像（狭角画像）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。

【0099】

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様になっている。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。更に、前記広角撮像部 2 4 の前記撮像光軸 7 5 と、前記追尾光軸 5 4 とは既知の関係となっているので、前記広角撮像部 2 4 で取得した画像（広角画像）と狭角画像との関連付けも容易である。

【0100】

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。

【0101】

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 8 8 で取得した狭角画像を表示する。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 8 8 で取得した狭角画像を拡大表示する。

【0102】

或は、図 5 に示される様に、広角画像 9 1 に狭角画像 9 2 を重ね合せて表示する。上記した様に、前記基準光軸 0 と前記撮像光軸 7 5 とは既知の関係であり、又前記広角画像 9 1 中の測定点の位置（画素の位置）は基準光軸 0 に対する画角として得られ、前記狭角画像 9 2 の中心の基準光軸 0 に対する方向角（前記測距光 4 7 の方向角）は、前記射出方向検出部 2 9 から検出される。従って、前記広角画像 9 1 中の画角と前記狭角画像 9 2 の方向角により、前記広角画像 9 1 に前記狭角画像 9 2 を容易に重合させることができる。前記広角画像 9 1 に前記狭角画像 9 2 を重ね合わせることで、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。

【0103】

10

20

30

40

50

尚、重ね合せて表示する方法としては、前記広角画像 9 1 と前記狭角画像 9 2 とを同倍率で表示するか、或は前記狭角画像 9 2 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 1 0 4 】

又、前記広角画像 9 1 と前記狭角画像 9 2 とを同倍率として重ね合わせることで、前記狭角画像 9 2 の持つ方向角データにより前記広角画像 9 1 の歪みを補正することができ、歪みの修正された広角画像 9 1 を取得することができる。

【 0 1 0 5 】

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。

10

【 0 1 0 6 】

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。

【 0 1 0 7 】

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 1 0 8 】

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。この為、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。

20

【 0 1 0 9 】

前記基準光軸 O を測定対象（測定点）に向ける。

【 0 1 1 0 】

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 8 8 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 8 8 と兼用した場合を説明する。）

【 0 1 1 1 】

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 8 8 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 のそれぞれの回転角）も取得される。

30

【 0 1 1 2 】

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。

40

【 0 1 1 3 】

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 , 6 4 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。

【 0 1 1 4 】

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 2 8 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。

【 0 1 1 5 】

測定点が複数ある場合は、順次前記測距光軸 4 9 が測定点に視準され、測定が実行される。

50

【 0 1 1 6 】

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 2 7 に格納される。

【 0 1 1 7 】

次に、図 3 ~ 図 4 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表示される。

【 0 1 1 8 】

前記広角撮像部 2 4 で測定対象を捕捉した状態で、前記測距光軸 4 9 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 4 9 とが合致していても、合致していなくともよい。

【 0 1 1 9 】

前記追尾光源 5 5 を点灯し、追尾光を発光させる。追尾光 5 7 は無偏光光線となっている。又、前記追尾光 5 7 は所定の広がりをもつ。尚、測距光 4 7 は S 偏光のレーザ光線とする。

【 0 1 2 0 】

前記追尾光 5 7 は、前記反射鏡 5 9 で偏向され、透過 7 0 %、反射 3 0 % の無偏光のスプリットミラーである前記スプリットミラー 5 8 で 3 0 % 反射される。該スプリットミラー 5 8 で反射された前記追尾光 5 7 は、前記結像レンズ 5 1 により前記ディスクプリズム 6 3 , 6 4 と略同径の平行光束とされ、前記光軸偏向部 3 7 を透過して測定対象に照射され、追尾を開始する。

【 0 1 2 1 】

測定対象からの反射追尾光は、前記光軸偏向部 3 7 を透過し、更に反射追尾光の中心部の光束が前記反射鏡 4 6 によって反射される。

【 0 1 2 2 】

前記反射鏡 4 6 で反射された反射追尾光は、前記ビームスプリッタ 4 4 を 5 0 % 透過し、前記結像レンズ 5 6 により前記追尾撮像素子 6 0 に結像される。

【 0 1 2 3 】

該追尾撮像素子 6 0 からの受光信号は、前記追尾演算部 6 1 に入力される。該追尾演算部 6 1 は受光信号から、前記追尾撮像素子 6 0 上での受光位置を演算し、追尾状態を判断する。

【 0 1 2 4 】

前記追尾演算部 6 1 は、前記追尾撮像素子 6 0 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 5 4 の位置と合致していれば、前記測距光軸 4 9 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 6 1 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 3 7 を制御する。即ち、前記追尾演算部 6 1 は、前記光軸偏向部 3 7 のディスクプリズム 6 3 , 6 4 の回転方向、回転量を制御し、前記測距光軸 4 9 の偏向角、偏向方向を制御し、測定対象の追尾を実行する。

【 0 1 2 5 】

尚、前記追尾演算部 6 1 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 2 6 へ出力し、該演算制御部 2 6 が前記光軸偏向部 3 7 を制御し、追尾を制御してもよい。

【 0 1 2 6 】

追尾動作に於ける、前記測距光軸 4 9 の偏向は、前記ディスクプリズム 6 3、前記ディスクプリズム 6 4 それぞれの回転によって生じられ、前記ディスクプリズム 6 3 , 6 4 は小型、軽量であり、前記モータ 7 1 , 7 3 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。

【 0 1 2 7 】

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。

【 0 1 2 8 】

10

20

30

40

50

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 O 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。

【0129】

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 O 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。

【0130】

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。

10

【0131】

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 O と前記測距光軸 49 とが合致した状態で追尾が行われる。

【0132】

又、前記基準光軸 O 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。

20

【0133】

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。

【0134】

測定点が複数ある場合は、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合し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。

30

【0135】

上記した様に、狭角画像、測定点を広角画像に重合させる場合、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合させることができることは言う迄もない。

【0136】

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。

【0137】

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。

40

【0138】

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 O に対する測定対象の位置（前記基準光軸 O 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。

【0139】

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。

50

【 0 1 4 0 】

上記実施例では、測距光 4 7 と追尾光 5 7 とが同じ波長の場合について説明したが、測距光の波長と追尾光の波長を変えてもよい。この場合、前記スプリットミラー 5 8、前記ビームスプリッタ 4 4 は波長選択機能を有するダイクロイックミラーを使用する。又、少なくとも該ビームスプリッタ 4 4 はダイクロイックミラーを使用することが好ましい。

【 0 1 4 1 】

波長が異なると、前記ディスクプリズム 6 3、6 4 を通過する時の屈折状態に違いが生じるので、方向角に偏差が生じるが、波長と前記ディスクプリズム 6 3、6 4 の屈折率とにより方向角の偏差は演算可能であるので、演算結果に基づき前記方向角に偏差を補正してもよい。

【 0 1 4 2 】

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。

【 0 1 4 3 】

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 4 9 もブレるが、前記光軸偏向部 3 7 によって高速で前記測距光軸 4 9 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 4 9 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）は前記姿勢検出部 2 8 によってリアルタイムで検出され、該姿勢検出部 2 8 の検出結果に基づき前記光軸偏向部 3 7 が前記演算制御部 2 6 によって制御されることは言う迄もない。

【 0 1 4 4 】

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。

【 0 1 4 5 】

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 3 7 のディスクプリズム 6 3、6 4 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 4 9 を走査することができ、更に、走査中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。

【 0 1 4 6 】

上記した様に、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 の回転を個別に制御することで種々の 2 次元のスキャンパターンを形成することができる。

【 0 1 4 7 】

例えば、図 6 に示すスキャンパターンは、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 の、一方のディスクプリズム 6 3 を 2 5 回転、他方のディスクプリズム 6 4 を逆方向に 5 回転することで、図 6 に示される様な、花びら状の 2 次元の閉ループスキャンパターン（花びらスキャンパターン 9 3（内トロコイド曲線））が得られる。尚、図 6 中、パターン上の点は測定点 9 4 を示している。又、図 6 中、9 5 は前記花びらスキャンパターン 9 3 の中心であり、前記基準光軸 0 と一致している。又、スキャン軌跡が交差する交点である。

【 0 1 4 8 】

前記花びらスキャンパターン 9 3 の走査線に沿って点群データを取得することで本実施例に係る測量装置 3 をレーザスキャナとして使用することができる。又、前記花びらスキャンパターン 9 3 を実行する場合に於いて、点群密度を高めたいときは、前記花びらスキャンパターン 9 3 を 1 パターン実行する度に、前記花びらスキャンパターン 9 3 全体を順次所定角度回転させることで、点群密度を高められる。

【 0 1 4 9 】

又、前記狭角撮像部 8 8 の撮像位置（画像中心）は、前記測定点 9 4 と同一であるので、前記狭角撮像部 8 8 の撮像と測定とを同期させることで、スキャン中の任意の箇所の静止画像を取得できる。更に、測定点毎に画像を取得すれば、測定点に関連付けられた画像

10

20

30

40

50

が取得でき、画像付き点群データを直ちに取得することができる。

【符号の説明】

【0150】

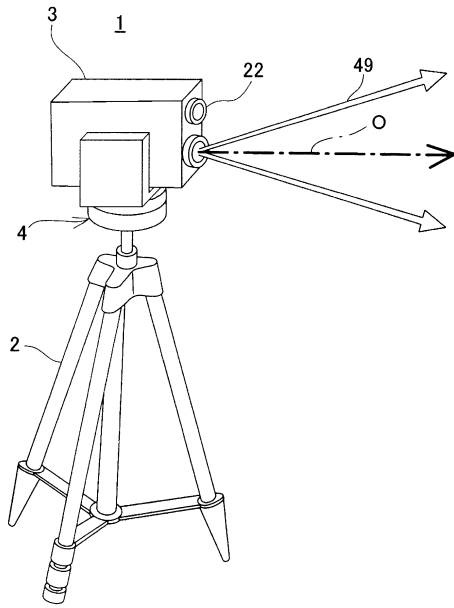
1	測量装置システム	
2	三脚	
3	測量装置	
4	設置台ユニット	
9	水平角検出器	
13	水平モータ	
17	鉛直モータ	10
18	鉛直角検出器	
21	測距光射出部	
22	受光部	
23	追尾部	
24	広角撮像部	
25	測距演算部	
26	演算制御部	
27	記憶部	
29	射出方向検出部	
37	光軸偏向部	20
38	測距部	
41	射出光軸	
44	ビームスプリッタ	
45	受光光軸	
47	測距光	
48	反射測距光	
49	測距光軸	
52	受光素子	
54	追尾光軸	
58	スプリットミラー	30
60	追尾撮像素子	
61	追尾演算部	
63, 64	ディスクプリズム	
71, 73	モータ	
88	狭角撮像部	

40

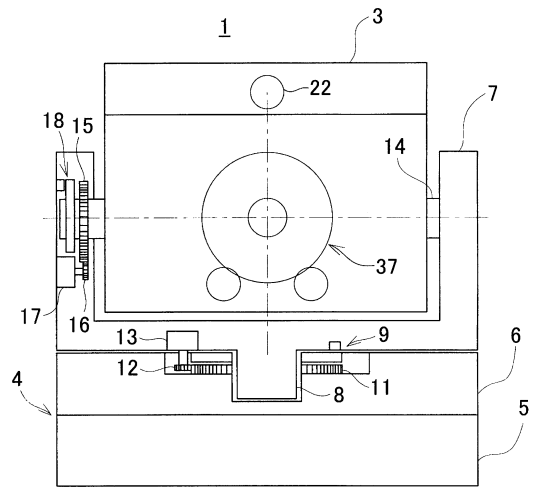
50

【図面】

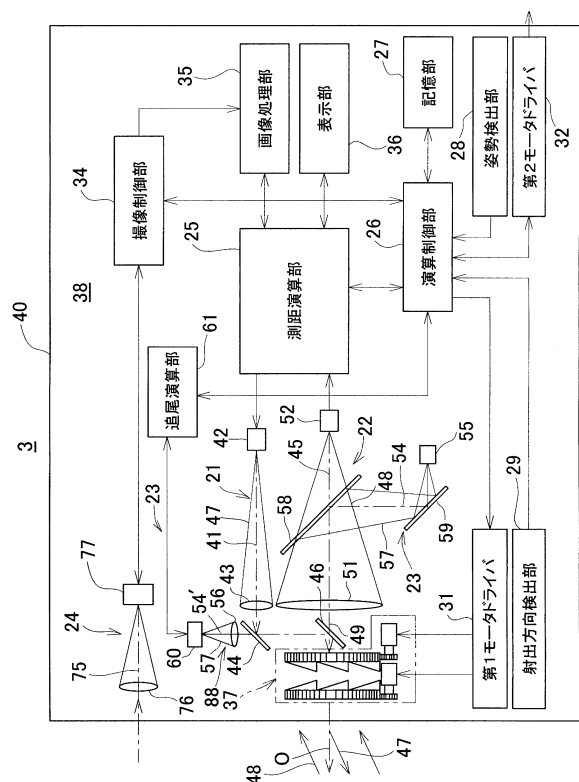
【図 1】



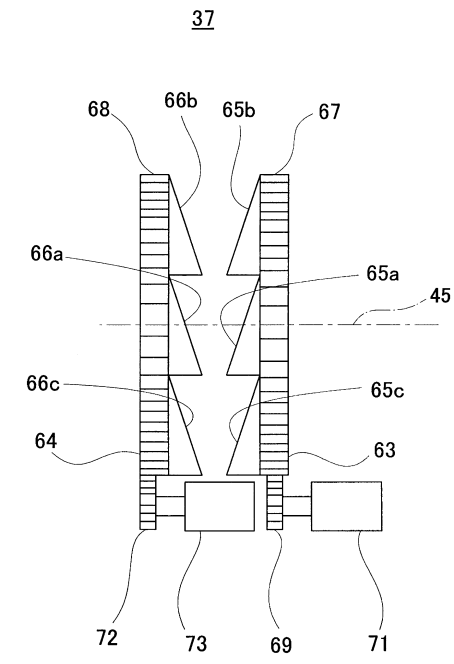
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

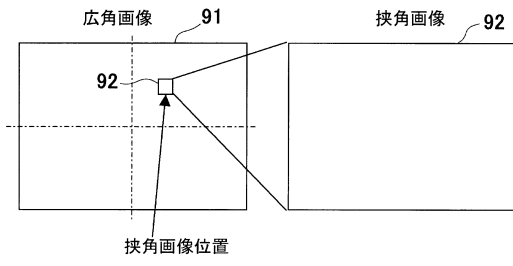
20

30

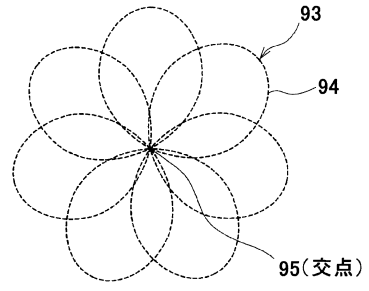
40

50

【 図 5 】



【 図 6 】



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)
特開2003-240548(JP,A)
特開2006-038683(JP,A)
特開2017-096629(JP,A)
特開2016-151423(JP,A)
特開2016-085102(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G01C 1/00 - 1/14
G01C 5/00 - 15/14