

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6817097号
(P6817097)

(45) 発行日 令和3年1月20日(2021.1.20)

(24) 登録日 令和2年12月28日(2020.12.28)

(51) Int. Cl. F I
GO 1 C 15/00 (2006.01) GO 1 C 15/00 1 0 5 S
 GO 1 C 15/00 1 0 3 A

請求項の数 9 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2017-20074 (P2017-20074)
 (22) 出願日 平成29年2月7日(2017.2.7)
 (65) 公開番号 特開2018-128291 (P2018-128291A)
 (43) 公開日 平成30年8月16日(2018.8.16)
 審査請求日 令和2年2月5日(2020.2.5)

(73) 特許権者 000220343
 株式会社トプコン
 東京都板橋区蓮沼町75番1号
 (74) 代理人 100083563
 弁理士 三好 祥二
 (72) 発明者 吉野 健一郎
 東京都板橋区蓮沼町75番1号 株式会社
 トプコン内
 (72) 発明者 大友 文夫
 埼玉県朝霞市朝志ヶ丘4丁目2番地26号
 審査官 續山 浩二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 測量システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の測定ユニットと、該複数の測定ユニットに共通の整準ユニットとを有し、該整準ユニットは上面に凹嵌合部を有し、前記複数の測定ユニットはそれぞれ前記凹嵌合部に嵌脱可能な凸嵌合部を有し、前記複数の測定ユニットは前記整準ユニットに対して交換可能であり、各測定ユニットを前記整準ユニットに取付けた状態で、それぞれ同一の測定対象を測定し、各測定ユニット間のオフセット量を測定し、該オフセット量に基づき各測定ユニットで測定した測定値を補正、座標変換する様構成した測量システム。

【請求項2】

前記複数の測定ユニットのうち1つの測定ユニットで前記測定対象を測定した際の水平角と、前記複数の測定ユニットのうち他の1つの測定ユニットで前記測定対象を測定した際の水平角との差分から、直交する水平2方向のオフセットを行う方位角オフセット量を測定する請求項1に記載の測量システム。

【請求項3】

前記複数の測定ユニットのうち1つの測定ユニットで前記測定対象を測定した際の斜距離と鉛直角とから前記1つの測定ユニットに対する前記測定対象の高さを測定し、前記複数の測定ユニットのうち他の1つの測定ユニットで前記測定対象を測定した際の斜距離と鉛直角とから前記他の1つの測定ユニットに対する前記測定対象の高さを測定し、2つの高さの差分から鉛直方向のオフセットを行う機械高オフセット量を測定する請求項1又は請求項2に記載の測量システム。

10

20

【請求項 4】

前記複数の測定ユニットは、それぞれ通信部を有する請求項 1 ~ 請求項 3 のうちいずれか 1 項に記載の測量システム。

【請求項 5】

前記複数の測定ユニットはそれぞれ撮像部を有し、該撮像部は基準位置に設けられたターゲットを含む画像を撮像し、撮像された画像内の前記ターゲットを基に、該ターゲットを検出する請求項 1 ~ 請求項 4 のうちいずれか 1 項に記載の測量システム。

【請求項 6】

前記複数の測定ユニットのうち 1 つはトータルステーションであり、該トータルステーションは水平回転軸を中心に水平回転する托架部と、鉛直回転軸を中心に鉛直回転する望遠鏡部と、測距光を射出して測定対象物迄の距離を測定する距離測定部とを有し、前記望遠鏡部により前記測定対象物を視準し、該測定対象物迄の距離を測定する請求項 1 ~ 請求項 5 のうちいずれか 1 項に記載の測量システム。

10

【請求項 7】

前記複数の測定ユニットのうち 1 つはレーザスキャナであり、該レーザスキャナは水平回転軸を中心に水平回転する托架部と、鉛直回転軸を中心に鉛直回転する走査鏡と、測距光を射出して測定対象物迄の距離を測定する距離測定部とを有し、前記走査鏡を介して測距光を回転照射して前記測定対象物を走査し、該測定対象物の点群データを取得する請求項 1 ~ 請求項 5 のうちいずれか 1 項に記載の測量システム。

【請求項 8】

前記複数の測定ユニットのうち 1 つはスポットレーザスキャナであり、該スポットレーザスキャナは測距光を射出して測定対象物迄の距離を測定する距離測定部と、測距光の光軸と前記測定対象物で反射された反射測距光の光軸を同一の偏角、同一の方向で偏向する光軸偏向部を有し、該光軸偏向部は重なり合う一対の光学プリズムで構成され、該光学プリズムはそれぞれ独立して回転可能である請求項 1 ~ 請求項 5 のうちいずれか 1 項に記載の測量システム。

20

【請求項 9】

前記複数の測定ユニットのうち 1 つの測定ユニットがゼロセットした際に検出された水平角を基に、前記方位角オフセット量を更新する請求項 2 に記載の測量システム。

【発明の詳細な説明】

30

【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システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

各点毎に 3 次元座標を有する多数の点により、測定対象物の 3 次元形状を点群データとして取得する場合、測量装置としてレーザスキャナが用いられる。

【0003】

レーザスキャナで取得される 3 次元座標は、レーザスキャナを中心とした相対座標である。従って、点群データの絶対座標を取得する為には、レーザスキャナの座標系を絶対座標系へと変換する必要がある。

40

【0004】

レーザスキャナの座標系を絶対座標系の座標へと変換する為には、先ずトータルステーション等で予め測定された既知点にターゲットを設置する。次に、該ターゲットを含む様にレーザスキャナで測定した際の点群データからターゲットを検出し、検出したターゲットの絶対座標を基に、レーザスキャナの座標系を絶対座標系へと変換する必要がある。この為、作業が煩雑となる。

【0005】

又、点群データからターゲットを高精度に検出する為には、ターゲットの高密度な点群データが必要となる。

50

【0006】

従って、特に遠方のターゲットを検出する為には、高出力なレーザ光源を用い、高周期でレーザ光を発光させて点群密度を増加させるか、或は狭角カメラを別途設け、該狭角カメラでターゲットを正確に視準し、測定範囲を狭く限定して点群密度を増加させる必要がある。この為、レーザ光源が高価になると共に、制御系が煩雑になる等、測量装置の製作コストが増大していた。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特許第4996371号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明は、異なる測定ユニットの交換を容易に可能とし、製作コストの低減が図れる測量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】

【0009】

本発明は、複数の測定ユニットと、該複数の測定ユニットに共通の整準ユニットとを有し、該整準ユニットは上面に凹嵌合部を有し、前記複数の測定ユニットはそれぞれ前記凹嵌合部に嵌脱可能な凸嵌合部を有し、前記複数の測定ユニットは前記整準ユニットに対して交換可能であり、各測定ユニットを前記整準ユニットに取付けた状態で、それぞれ同一の測定対象を測定し、各測定ユニット間のオフセット量を測定し、該オフセット量に基づき各測定ユニットで測定した測定値を補正、座標変換する様構成した測量システムに係るものである。

20

【0010】

又本発明は、前記複数の測定ユニットのうち1つの測定ユニットで前記測定対象を測定した際の水平角と、前記複数の測定ユニットのうち他の1つの測定ユニットで前記測定対象を測定した際の水平角との差分から、直交する水平2方向のオフセットを行う方位角オフセット量を測定する測量システムに係るものである。

【0011】

又本発明は、前記複数の測定ユニットのうち1つの測定ユニットで前記測定対象を測定した際の斜距離と鉛直角とから前記1つの測定ユニットに対する前記測定対象の高さを測定し、前記複数の測定ユニットのうち他の1つの測定ユニットで前記測定対象を測定した際の斜距離と鉛直角とから前記他の1つの測定ユニットに対する前記測定対象の高さを測定し、2つの高さの差分から鉛直方向のオフセットを行う機械高オフセット量を測定する測量システムに係るものである。

30

【0012】

又本発明は、前記複数の測定ユニットは、それぞれ通信部を有する測量システムに係るものである。

【0013】

又本発明は、前記複数の測定ユニットはそれぞれ撮像部を有し、該撮像部は基準位置に設けられたターゲットを含む画像を撮像し、撮像された画像内の前記ターゲットを基に、該ターゲットを検出する測量システムに係るものである。

40

【0014】

又本発明は、前記複数の測定ユニットのうち1つはトータルステーションであり、該トータルステーションは水平回転軸を中心に水平回転する托架部と、鉛直回転軸を中心に鉛直回転する望遠鏡部と、測距光を射出して測定対象物迄の距離を測定する距離測定部とを有し、前記望遠鏡部により前記測定対象物を視準し、該測定対象物迄の距離を測定する測量システムに係るものである。

【0015】

50

又本発明は、前記複数の測定ユニットのうち1つはレーザスキャナであり、該レーザスキャナは水平回転軸を中心に水平回転する托架部と、鉛直回転軸を中心に鉛直回転する走査鏡と、測距光を射出して測定対象物迄の距離を測定する距離測定部とを有し、前記走査鏡を介して測距光を回転照射して前記測定対象物を走査し、該測定対象物の点群データを取得する測量システムに係るものである。

【0016】

又本発明は、前記複数の測定ユニットのうち1つはスポットレーザスキャナであり、該スポットレーザスキャナは測距光を射出して測定対象物迄の距離を測定する距離測定部と、測距光の光軸と前記測定対象物で反射された反射測距光の光軸を同一の偏角、同一の方向で偏向する光軸偏向部を有し、該光軸偏向部は重なり合う一対の光学プリズムで構成され、該光学プリズムはそれぞれ独立して回転可能である測量システムに係るものである。

10

【0017】

更に又本発明は、前記複数の測定ユニットのうち1つの測定ユニットがゼロセットした際に検出された水平角を基に、前記方位角オフセット量を更新する測量システムに係るものである。

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、複数の測定ユニットと、該複数の測定ユニットに共通の整準ユニットとを有し、該整準ユニットは上面に凹嵌合部を有し、前記複数の測定ユニットはそれぞれ前記凹嵌合部に嵌脱可能な凸嵌合部を有し、前記複数の測定ユニットは前記整準ユニットに対して交換可能であり、各測定ユニットを前記整準ユニットに取付けた状態で、それぞれ同一の測定対象を測定し、各測定ユニット間のオフセット量を測定し、該オフセット量に基づき各測定ユニットで測定した測定値を補正、座標変換する様構成したので、各測定ユニット間のオフセット量が常に一定となり、再度演算することなく各測定ユニット間の座標系を容易に合致させることができ、作業時間の短縮、作業性の向上が図れると共に、ターゲット検出の為に高品質の部材を必要とせず、製作コストの低減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】

【0019】

【図1】本発明の実施例に係る整準ユニットにレーザスキャナが取付けられた状態を示す正断面図である。

30

【図2】本発明の実施例に係る整準ユニットを示す斜視図である。

【図3】該整準ユニットにトータルステーションが取付けられた状態を示す正断面図である。

【図4】(A)はトータルステーションによるターゲットの検出を示す説明図であり、(B)はレーザスキャナによるターゲットの検出を示す説明図である。

【図5】本発明の実施例に係るスポットレーザスキャナを示す正断面図である。

【図6】該スポットレーザスキャナの測定ユニット本体を示す構成図である。

【図7】該測定ユニット本体の光軸偏向部を示す拡大図である。

【発明を実施するための形態】

40

【0020】

以下、図面を参照しつつ本発明の実施例を説明する。

【0021】

先ず、図1～図3に於いて、本発明の実施例に係る測量システムについて説明する。

【0022】

測量システム1は、三脚56(図4(A)、図4(B)参照)に取付けられた整準ユニット2、該整準ユニット2に着脱される複数の測量装置、例えば第1測定ユニット(後述するレーザスキャナ3)、第2測定ユニット(後述するトータルステーション24)から構成される。又、前記第1測定ユニットと前記第2測定ユニットは、それぞれ前記整準ユニット2と嵌脱可能な固定部(後述)を有している。

50

【 0 0 2 3 】

図 1 は、前記整準ユニット 2 に前記第 1 測定ユニットとしての前記レーザスキャナ 3 を取付けた状態を示している。

【 0 0 2 4 】

該レーザスキャナ 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、第 1 通信部 1 6 と、演算制御部 1 7 と、記憶部 1 8 と、第 1 距離測定部 1 9 等を具備している。

10

【 0 0 2 5 】

前記固定部 4 の下面には、該固定部 4 よりも径が小さい円筒状の嵌合筒部 2 1 が突設されている。又、該嵌合筒部 2 1 の一部には、該嵌合筒部 2 1 の外周面より径方向に突出する嵌合凸部 2 2 が形成されている。前記嵌合筒部 2 1 と前記嵌合凸部 2 2 を介して、前記レーザスキャナ 3 が芯合せされ、回転方向の位置合せがされた状態で、前記整準ユニット 2 に嵌合し、取付けられる。尚、前記嵌合筒部 2 1 と前記嵌合凸部 2 2 とで前記レーザスキャナ 3 の凸嵌合部が構成される。

【 0 0 2 6 】

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 6 a 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。

20

【 0 0 2 7 】

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 1 7 により制御される。該演算制御部 1 7 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 6 a を中心に回転させる。

【 0 0 2 8 】

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 1 7 に入力され、該演算制御部 1 7 により水平角データが演算される。該演算制御部 1 7 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。

30

【 0 0 2 9 】

又、前記托架部 5 には、水平な軸心 1 1 a を有する前記鉛直回転軸 1 1 が設けられている。該鉛直回転軸 1 1 は、前記鉛直回転軸受 1 2 を介して回転自在となっている。尚、前記軸心 6 a と前記軸心 1 1 a の交点が、測距光の射出位置であり、前記レーザスキャナ 3 の座標系の原点となっている。

【 0 0 3 0 】

前記托架部 5 には凹部 2 3 が形成されている。前記鉛直回転軸 1 1 は、一端部が前記凹部 2 3 内に延出し、前記一端部に前記走査鏡 1 5 が固着され、該走査鏡 1 5 は前記凹部 2 3 に収納されている。又、前記鉛直回転軸 1 1 の他端部には、前記鉛直角エンコーダ 1 4 が設けられている。

40

【 0 0 3 1 】

前記鉛直回転軸 1 1 に前記鉛直回転モータ 1 3 が設けられ、該鉛直回転モータ 1 3 は前記演算制御部 1 7 に制御される。該演算制御部 1 7 は、前記鉛直回転モータ 1 3 により前記鉛直回転軸 1 1 を回転させ、前記走査鏡 1 5 は前記軸心 1 1 a を中心に回転される。

【 0 0 3 2 】

前記走査鏡 1 5 の回転角は、前記鉛直角エンコーダ 1 4 によって検出され、検出結果は前記演算制御部 1 7 に入力される。該演算制御部 1 7 は、検出結果に基づき前記走査鏡 1 5 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 1 3 に対するフィードバック制御を行う。

50

【 0 0 3 3 】

前記第1通信部16は、無線や有線等所要の手段で後述する第2測定ユニットとしての前記トータルステーション24の第2通信部25（後述）との通信が可能である。前記第1通信部16と前記第2通信部25を介して、水平角データや鉛直角データ、測定結果、後述する方位角オフセット量、機械高オフセット量等について、前記レーザスキャナ3と前記トータルステーション24との間で各種データの授受が可能となっている。

【 0 0 3 4 】

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、或は前記トータルステーション24との方位角オフセット量（後述）、機械高オフセット量（後述）は、前記記憶部18に保存される。該記憶部18には、HDD、CD、メモリカード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、或は前記第1通信部16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。

10

【 0 0 3 5 】

次に、前記第1距離測定部19について説明する。

【 0 0 3 6 】

発光素子26からパルス光の測距光が射出される。測距光は、投光光学系27、ビームスプリッタ28を介して射出される。該ビームスプリッタ28から射出される測距光の光軸は、前記軸心11aと合致しており、測距光は前記走査鏡15によって直角に偏向される。該走査鏡15が前記軸心11aを中心に回転することで、測距光は前記軸心11aと直交し、且つ前記軸心6aを含む平面内で回転（走査）される。

20

【 0 0 3 7 】

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15に入射し、該走査鏡15で偏向される。該走査鏡15で偏向された反射測距光は、前記ビームスプリッタ28、受光光学系29を経て受光素子31で受光される。

【 0 0 3 8 】

前記第1距離測定部19は、前記発光素子26の発光タイミングと、前記受光素子31の受光タイミングの時間差（即ち、パルス光の往復時間）に基づき、測距光の1パルス毎に測距を実行する（Time Of Flight）。

【 0 0 3 9 】

尚、前記第1距離測定部19には内部参照光学系（図示せず）が設けられ、該内部参照光学系で受光した測距光の受光タイミングと、反射測距光の受光タイミングとの時間差により測距を行うことで、より高精度の測距が可能となる。

30

【 0 0 4 0 】

前記走査鏡15の鉛直方向の回転と、前記托架部5の水平方向の回動との協働により、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。

【 0 0 4 1 】

次に、図2に於いて、前記整準ユニット2について説明する。

40

【 0 0 4 2 】

該整準ユニット2は、前記三脚56に取付けられる基盤部32と、前記測量システム1を整準する為の整準ネジ33と、前記レーザスキャナ3又は前記トータルステーション24が択一的に装着される台座部34とを含む。

【 0 0 4 3 】

該台座部34の上面上には、円筒状の嵌合穴35が穿設され、該嵌合穴35は前記嵌合部21と嵌合可能となっている。又、前記嵌合穴35の周縁の一部が欠切されて欠切凹部36が形成され、該欠切凹部36は前記嵌合凸部22と嵌合可能となっている。尚、前記嵌合穴35と前記欠切凹部36とで凹嵌合部が構成される。

50

【 0 0 4 4 】

前記整準ユニット 2 に前記レーザスキャナ 3 を装着した際には、前記嵌合筒部 2 1 と前記嵌合穴 3 5 との嵌合により前記レーザスキャナ 3 が前記整準ユニット 2 と芯合せされ、前記嵌合凸部 2 2 と前記欠切凹部 3 6 との嵌合により前記レーザスキャナ 3 が回転方向に位置決めされる。又この時、前記整準ユニット 2 の軸心と前記軸心 6 a とが合致する様になっている。

【 0 0 4 5 】

図 3 は、前記整準ユニット 2 に第 2 測定ユニットとしての前記トータルステーション 2 4 を取付けた状態を示している。

【 0 0 4 6 】

該トータルステーション 2 4 は、固定部 3 7 と、托架部 3 8 と、水平回転軸 3 9 と、水平回転軸受 4 1 と、水平回転駆動部としての水平回転モータ 4 2 と、水平角検出部としての水平角エンコーダ 4 3 と、鉛直回転軸 4 4 と、鉛直回転軸受 4 5 と、鉛直回転駆動部としての鉛直回転モータ 4 6 と、鉛直角検出部としての鉛直角エンコーダ 4 7 と、鉛直回転部である望遠鏡部 4 8 と、前記第 2 通信部 2 5 と、演算制御部 4 9 と、記憶部 5 1 等を具備している。

【 0 0 4 7 】

前記固定部 3 7 の下面には、該固定部 3 7 よりも径が小さい円筒状の嵌合筒部 5 2 と、該嵌合筒部 5 2 の外周面より径方向に突出する嵌合凸部 5 3 とが形成されている。前記嵌合筒部 5 2、前記嵌合凸部 5 3 は、前記レーザスキャナ 3 の前記嵌合筒部 2 1、前記嵌合凸部 2 2 と同一の形状をしており、前記嵌合穴 3 5、前記欠切凹部 3 6 に対して嵌脱可能となっている。尚、前記嵌合筒部 5 2 と前記嵌合凸部 5 3 とで前記トータルステーション 2 4 の凸嵌合部が構成される。

【 0 0 4 8 】

前記嵌合筒部 5 2 と前記嵌合穴 3 5 とが嵌合し、前記嵌合凸部 5 3 と前記欠切凹部 3 6 とが嵌合することで、前記トータルステーション 2 4 が芯合せされ、回転方向に位置決めされた状態で、前記整準ユニット 2 に取付けられる。

【 0 0 4 9 】

尚、測定ユニット間の構造上の相違、或は各測定ユニット間の個体差により、基準光軸（水平角が 0 °、高低角（鉛直角）が 0 °の時の光軸）は水平方向の相違、或は高低差を有している。この差をオフセット量と称する。

【 0 0 5 0 】

前記水平回転軸受 4 1 は、前記固定部 3 7 に固定される。前記水平回転軸 3 9 は鉛直な軸心 3 9 a を有し、前記水平回転軸受 4 1 に回転自在に支持される。又、前記托架部 3 8 は、前記水平回転軸 3 9 に支持され、前記托架部 3 8 は前記水平回転軸 3 9 と一体に水平方向に回転する様になっている。

【 0 0 5 1 】

前記水平回転軸受 4 1 と前記托架部 3 8 との間には前記水平回転モータ 4 2 が設けられ、該水平回転モータ 4 2 は前記演算制御部 4 9 によって制御される。該演算制御部 4 9 は、前記水平回転モータ 4 2 により、前記托架部 3 8 を前記軸心 3 9 a を中心に回転させる。

【 0 0 5 2 】

前記托架部 3 8 の前記固定部 3 7 に対する相対回転角は、前記水平角エンコーダ 4 3 によって検出される。該水平角エンコーダ 4 3 からの検出信号は、前記演算制御部 4 9 に入力され、該演算制御部 4 9 により水平角データが演算される。該演算制御部 4 9 は、前記水平角データに基づき、前記水平回転モータ 4 2 のフィードバック制御を行う。

【 0 0 5 3 】

又、前記托架部 3 8 には凹部 5 4 が形成されている。前記托架部 3 8 に前記鉛直回転軸受 4 5 を介して前記鉛直回転軸 4 4 が回転自在に設けられる。

【 0 0 5 4 】

10

20

30

40

50

該鉛直回転軸 44 は、水平な軸心 44a を有している。前記鉛直回転軸 44 の一端部は前記凹部 54 内に延出し、前記一端部に前記望遠鏡部 48 が固着され、該望遠鏡部 48 は前記凹部 54 に収納されている。又、前記鉛直回転軸 44 の他端部には、前記鉛直角エンコーダ 47 が設けられている。尚、前記軸心 39a と前記軸心 44a の交点が、測距光の射出位置であり、前記トータルステーション 24 の座標系の原点となっている。

【0055】

前記鉛直回転軸 44 に前記鉛直回転モータ 46 が設けられ、該鉛直回転モータ 46 は前記演算制御部 49 に制御される。該演算制御部 49 は、前記鉛直回転モータ 46 により前記鉛直回転軸 44 を回転し、前記望遠鏡部 48 は前記軸心 44a を中心に回転される。

【0056】

前記望遠鏡部 48 の高低角（鉛直角）は、前記鉛直角エンコーダ 47 によって検出され、検出結果は前記演算制御部 49 に入力される。該演算制御部 49 は、前記鉛直角エンコーダ 47 の検出結果に基づき、前記望遠鏡部 48 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 46 のフィードバック制御を行う。

【0057】

又、前記演算制御部 49 で演算された水平角データ、鉛直角データや測定結果、或は前記レーザスキャナ 3 と前記トータルステーション 24 との方位角オフセット量（後述）、機械高オフセット量（後述）は前記記憶部 51 に保存される。該記憶部 51 には、HDD、CD、メモリカード等種々の記憶手段が用いられる。該記憶部 51 には、前記托架部 38 に対して着脱可能であってもよく、或は所要の通信手段、例えば第 2 通信部 25 を介して外部記憶装置或は外部データ処理装置にデータを送出可能としてもよい。

【0058】

次に、前記望遠鏡部 48 について説明する。

【0059】

該望遠鏡部 48 は、視準望遠鏡 55 を具備し、又第 2 距離測定部（図示せず）を内蔵している。該第 2 距離測定部は、前記軸心 44a と直交する方向に測距光を射出する測距光射出部（図示せず）と、測定対象物で反射された反射測距光を受光する測距光受光部（図示せず）とを有している。尚、測距光の測距光軸と前記視準望遠鏡 55 の視準光軸とは一致しているものとする。

【0060】

前記第 2 距離測定部は、前記測距光射出部から射出された測距光の発光タイミングと、測定対象物で反射された反射測距光の前記測距光受光部への受光タイミングとの時間差（即ち、測距光の往復時間）に基づき、測定対象物の測距が実行される。又、測距結果は、水平角データと鉛直角データに関連付けられて、又は 3 次元の座標値として前記記憶部 51 に保存される。

【0061】

ここで、前記整準ユニット 2 に前記レーザスキャナ 3 を取付けた際の前記軸心 6a と、前記整準ユニット 2 に前記トータルステーション 24 を取付けた際の前記軸心 39a とは一致する様になっている。

【0062】

又、前記整準ユニット 2 に前記レーザスキャナ 3 を取付けた際には、前記嵌合穴 35 と前記嵌合筒部 21、前記欠切凹部 36 と前記嵌合凸部 22 との嵌合により、前記レーザスキャナ 3 が芯合せされ、回転方向の位置が決定される。従って、前記レーザスキャナ 3 の水平面内に於ける 1 方向（X 軸）とそれに直交する 1 方向（Y 軸）、即ち直交する水平 2 方向の位置が決定される。

【0063】

又、前記整準ユニット 2 に前記トータルステーション 24 を取付けた際には、前記嵌合穴 35 と前記嵌合筒部 52、前記欠切凹部 36 と前記嵌合凸部 53 との嵌合により、前記トータルステーション 24 が芯合せされ、回転方向の位置が決定される。従って、前記トータルステーション 24 の水平面内に於ける 1 方向（X 軸）とそれに直交する 1 方向（Y

10

20

30

40

50

軸)、即ち直交する水平2方向の位置が決定される。

【0064】

次に、図4(A)、図4(B)を用い、前記レーザスキャナ3と前記トータルステーション24との間のオフセット量について説明する。尚、図4(A)は、前記整準ユニット2に前記トータルステーション24を取付けた状態を示し、図4(B)は、前記整準ユニット2に前記レーザスキャナ3を取付けた状態を示している。

【0065】

前記レーザスキャナ3と前記トータルステーション24との間のオフセット量を求める際には、先ず、前記嵌合穴35に前記嵌合筒部52を嵌合させ、前記欠切凹部36に前記嵌合凸部53を嵌合させて、前記整準ユニット2に前記トータルステーション24を取付ける。この時、前記整準ユニット2の軸心と前記軸心39aとが合致する。

10

【0066】

次に、前記水平回転モータ42、前記鉛直回転モータ46を駆動させ、前記視準望遠鏡55を任意の方向に向ける。例えば、近距離で任意の基準位置にプリズムや反射シート等の再帰反射性を有するターゲット57を設け、該ターゲット57が測距光軸58上に位置する様、前記ターゲット57を前記視準望遠鏡55で視準し、測距する。

【0067】

前記ターゲット57の視準は、作業者が前記視準望遠鏡55を介して手動で行ってもよい。又、図示しない撮像部で撮像された画像を基に前記ターゲット57を検出し、画像の中心と画像中の前記ターゲット57の中心との距離に基づき、前記托架部38と前記望遠鏡部48を回転させ、視準する様にしてもよい。更に、測距光を可視光とし、目視により前記測距光軸58と前記ターゲット57の位置合せをしてもよい。

20

【0068】

尚、図4(A)は、前記視準望遠鏡55で前記ターゲット57を視準した際に、前記托架部38の水平角が0°、前記望遠鏡部48が水平、即ち鉛直角が90°となった状態を示している。この時の前記トータルステーション24の座標系の原点に対する前記ターゲット57の高さは0となっている。又、この時の水平角、鉛直角、測距結果、高さは、前記第2通信部25、前記第1通信部16を介して前記レーザスキャナ3に送信される。

【0069】

次に、前記整準ユニット2から前記トータルステーション24を取外し、前記嵌合穴35に前記嵌合筒部21を嵌合させ、前記欠切凹部36に前記嵌合凸部22を嵌合させて前記整準ユニット2に前記レーザスキャナ3を取付ける。この時、前記整準ユニット2の軸心と前記軸心6aとが合致する。

30

【0070】

前記レーザスキャナ3の取付け後、該レーザスキャナ3で同一の前記ターゲット57の中心を検出し、前記測距光軸58上に前記ターゲット57の中心が位置する様、前記水平回転モータ8と前記鉛直回転モータ13とを駆動させる。

【0071】

尚、前記ターゲット57は、測距光で全面を走査して該ターゲット57の形状を検出し、検出した該ターゲット57の形状を基に中心を検出してもよい。又、図示しない撮像部で前記ターゲット57を含む画像を取得し、画像を基に該ターゲット57の中心を検出してもよい。更に、測距光を可視光とし、目視により前記測距光軸58と前記ターゲット57の位置合せを行ってもよい。

40

【0072】

前記水平角エンコーダ9は、前記測距光軸58と前記ターゲット57の中心とが合致した際の水平角を検出する。前記演算制御部17は、前記水平角エンコーダ9が検出した水平角と、前記トータルステーション24から受信した水平角との差分を演算する。該差分は、前記トータルステーション24に対する前記レーザスキャナ3の水平2方向のオフセットを行う為の方位角オフセット量として前記記憶部18に保存される。

【0073】

50

又、前記鉛直角エンコーダ 14 は、前記測距光軸 58 と前記ターゲット 57 の中心とが合致した際の鉛直角を検出する。前記演算制御部 17 は、前記ターゲット 57 の測距結果、即ち斜距離 d と、水平に対する鉛直角 θ を基に、前記レーザスキャナ 3 の座標系の原点に対する前記ターゲット 57 の高さ h を演算する。

【0074】

尚、図 4 (A) では、該ターゲット 57 の高さは、前記トータルステーション 24 の座標系の原点の高さと同等となっている。従って、図 4 (A)、図 4 (B) では、演算した高さ h が前記トータルステーション 24 に対する前記レーザスキャナ 3 の鉛直方向 (Z 軸方向) のオフセットを行う為の機械高オフセット量となる。演算された機械高オフセット量は、前記記憶部 18 に保存される。

10

【0075】

又、前記ターゲット 57 の高さが前記トータルステーション 24 の座標系の原点の高さと異なる場合には、上記と同様に斜距離と鉛直角とから前記トータルステーション 24 に対する前記ターゲット 57 の高さを演算する。更に、該高さと前記レーザスキャナ 3 に対する前記ターゲット 57 の高さ h との差分を演算し、機械高オフセット量として設定する。又、カタログ等から前記レーザスキャナ 3 と前記トータルステーション 24 の機械高が既知である場合には、機械高の差から機械高オフセット量を演算してもよい。

【0076】

演算された方位角オフセット量、機械高オフセット量は、前記第 1 通信部 16、前記第 2 通信部 25 を介して前記トータルステーション 24 へと送出される。

20

【0077】

前記測量システム 1 により測定を行なう際には、先ず前記トータルステーション 24 により、既知点に設けられた前記ターゲット 57 を測定し、前記トータルステーション 24 の設置位置の絶対座標を求める。該トータルステーション 24 の絶対座標が求まることで、該トータルステーション 24 の座標系を変換し、絶対座標系に合致させることができる。

【0078】

次に、前記トータルステーション 24 を前記整準ユニット 2 から取外し、該整準ユニット 2 に前記レーザスキャナ 3 を取付ける。該レーザスキャナ 3 の取付け後、前記托架部 5 を水平回転させ、前記走査鏡 15 を鉛直回転させて、測定対象物を測距光で走査する。

30

【0079】

前記レーザスキャナ 3 により測定対象物の点群データを取得した際には、事前に演算した方位角オフセット量、機械高オフセット量を基に、測定値を補正し、前記レーザスキャナ 3 の座標系で取得された測定結果を、前記トータルステーション 24 の座標系の測定結果へと座標変換することができる。即ち、前記レーザスキャナ 3 の座標系を前記トータルステーション 24 の座標系に合致させることができ、更に絶対座標系に合致させることができる。

【0080】

前記レーザスキャナ 3 で測定された点群データは、方位角オフセット量、機械高オフセット量を基に座標変換され、前記トータルステーション 24 の座標系と合致した状態で、或は絶対座標系と合致した状態で、前記トータルステーション 24 の測定結果と共に前記記憶部 18 に保存される。

40

【0081】

上述の様に、本実施例では、前記嵌合穴 35 と前記嵌合筒部 21 との嵌合、及び前記欠切凹部 36 と前記嵌合凸部 22 との嵌合により、前記整準ユニット 2 に対する前記レーザスキャナ 3 の位置が機械的に決まる。又、前記嵌合穴 35 と前記嵌合筒部 52 との嵌合、及び前記欠切凹部 36 と前記嵌合凸部 53 との嵌合により、前記整準ユニット 2 に対する前記トータルステーション 24 の位置が機械的に決まる様になっている。

【0082】

この為、前記整準ユニット 2 に対して前記レーザスキャナ 3、前記トータルステーショ

50

ン 2 4 を着脱し、更に前記三脚 5 6 を移動して設置位置を変更した場合でも、前記トータルステーション 2 4 に対する前記レーザスキャナ 3 の方位角オフセット量、機械高オフセット量は常に一定となる。

【 0 0 8 3 】

従って、事前に演算した方位角オフセット量、機械高オフセット量が、前記整準ユニット 2 を基準として前記レーザスキャナ 3、前記トータルステーション 2 4 間で固定且つ既知の値となり、前記測量システム 1 の設置位置に拘わらず適用可能となる。この為、設置位置毎に前記トータルステーション 2 4 に対する前記レーザスキャナ 3 の方位角オフセット量、機械高オフセット量を演算する必要がないので、作業時間の短縮、作業性の向上を図ることができる。

10

【 0 0 8 4 】

又、前記レーザスキャナ 3 により前記ターゲット 5 7 を検出するのは、前記トータルステーション 2 4 との方位角オフセット量、機械高オフセット量を演算する為の 1 回のみである。従って、遠方に設置された前記ターゲット 5 7 の検出を行う必要がないので、高価な前記発光素子 2 6 や高性能な前記演算制御部 1 7 を用いる必要がなく、前記レーザスキャナ 3 の製作コストの低減を図ることができる。

【 0 0 8 5 】

又、方位角オフセット量、機械高オフセット量が維持されるので、センサの感度等の設定変更を行う為に前記レーザスキャナ 3、前記トータルステーション 2 4 を取外し、再度装着した場合に、方位角オフセット量、機械高オフセット量を演算し直す必要がない。

20

【 0 0 8 6 】

尚、トータルステーションやレーザスキャナによる測定では、設置位置毎に任意の方位で水平角を 0 ° に設定するゼロセットを行い、ゼロセットを行った状態で新たに測定を行う場合がある。

【 0 0 8 7 】

例えば、前記トータルステーション 2 4 でゼロセットを行う場合、該トータルステーション 2 4 がゼロセットを行った時点の水平角を前記水平角エンコーダ 4 3 で検出し、前記第 2 通信部 2 5、前記第 1 通信部 1 6 を介して前記レーザスキャナ 3 へと送信する。前記演算制御部 1 7 は、受信した水平角と方位角オフセット量の差分を演算し、該差分を新たな方位角オフセット量として更新し、前記記憶部 1 8 に保存する。

30

【 0 0 8 8 】

前記レーザスキャナ 3 でゼロセットを行う場合には、該レーザスキャナ 3 がゼロセットを行った時点の水平角を前記水平角エンコーダ 9 で検出し、前記演算制御部 1 7 は検出した水平角と方位角オフセット量の差分を演算し、該差分を新たな方位角オフセット量として更新し、前記記憶部 1 8 に保存する。

【 0 0 8 9 】

尚、前記トータルステーション 2 4 でゼロセットを行った場合、前記演算制御部 4 9 で差分を演算し、方位角オフセット量を更新してもよい。又、前記レーザスキャナ 3 でゼロセットを行った場合には、検出した水平角を前記第 1 通信部 1 6、前記第 2 通信部 2 5 を介して前記トータルステーション 2 4 へと送信し、前記演算制御部 4 9 で差分を演算し、方位角オフセット量を更新してもよい。

40

【 0 0 9 0 】

上記した様に、前記レーザスキャナ 3 と前記トータルステーション 2 4 とは通信可能な構成であり、前記レーザスキャナ 3 又は前記トータルステーション 2 4 でゼロセットを行う毎に前記レーザスキャナ 3 又は前記トータルステーション 2 4 で方位角オフセット量を更新する。従って、前記レーザスキャナ 3 又は前記トータルステーション 2 4 でゼロセットを行ったとしても、前記レーザスキャナ 3 と前記トータルステーション 2 4 の座標系を合致させ続けることができるので、設置位置毎にオフセット量を再度演算する必要がなく、作業時間の短縮が図れ、更に作業性を向上させることができる。

【 0 0 9 1 】

50

尚、本実施例では、前記整準ユニット 2 に取付けられる測定ユニットとして、前記レーザスキャナ 3 と、前記トータルステーション 24 について説明したが、本実施例に適用可能な測定ユニットは、上記した 2 つの測定ユニットに限られるものではない。

【0092】

以下、図 5、図 6 に於いて、本実施例に適用可能な他の測定ユニットである第 3 測定ユニットとしてのスポットレーザスキャナ 59 について説明する。

【0093】

該スポットレーザスキャナ 59 は、所定の範囲、所定の形態、例えば円状に測距光を走査可能なレーザスキャナであり、前記整準ユニット 2 を介して前記三脚 56（図 4（A）、図 4（B）参照）上に設置される。前記スポットレーザスキャナ 59 は、鉛直回転部である測定ユニット本体 61 と、托架部 62 と、固定部 63 とを有している。

10

【0094】

前記托架部 62 は、凹部を有する凹形状であり、該凹部に前記測定ユニット本体 61 が収納されている。該測定ユニット本体 61 は鉛直回転軸 64 を介して前記托架部 62 に支持され、前記鉛直回転軸 64 は軸受（図示せず）を介して回転自在となっている。

【0095】

該鉛直回転軸 64 の端部には、鉛直被動ギア 65 が嵌設されている。該鉛直被動ギア 65 は、鉛直駆動ギア 66 と噛合し、該鉛直駆動ギア 66 は鉛直回転モータ 67 の出力軸に固着されている。前記測定ユニット本体 61 は、前記鉛直回転モータ 67 により前記鉛直回転軸 64 を中心として鉛直方向に回転される様になっている。

20

【0096】

又、前記鉛直回転軸 64 の端部には、鉛直角（前記鉛直回転軸 64 を中心とした回転方向の角度）を検出する鉛直角検出部である鉛直角エンコーダ 68 が設けられている。該鉛直角エンコーダ 68 により、前記測定ユニット本体 61 の前記托架部 62 に対する鉛直方向の相対回転角が検出される。

【0097】

前記托架部 62 の下面からは、水平回転軸 69 が突設され、該水平回転軸 69 は軸受（図示せず）を介して前記固定部 63 に回転自在に嵌合している。前記托架部 62 は、前記水平回転軸 69 を中心に水平方向に回転自在となっている。

【0098】

該水平回転軸 69 と同心に、水平被動ギア 71 が前記固定部 63 に固着されている。前記托架部 62 には水平回転モータ 72 が設けられ、該水平回転モータ 72 の出力軸に水平駆動ギア 73 が固着されている。該水平駆動ギア 73 は前記水平被動ギア 71 と噛合している。前記托架部 62 は、前記水平回転モータ 72 により前記水平回転軸 69 を中心に水平方向に回転される様になっている。

30

【0099】

又、前記托架部 62 には、水平角（前記水平回転軸 69 を中心とした回転方向の角度）を検出する水平角検出部である水平角エンコーダ 74 が設けられている。該水平角エンコーダ 74 により、前記托架部 62 の前記固定部 63 に対する水平方向の相対回転角が検出される。尚、前記鉛直回転軸 64 の軸心と、前記水平回転軸 69 の軸心との交点が、測距光の射出位置であり、前記スポットレーザスキャナ 59 の座標系の原点となっている。

40

【0100】

前記固定部 63 の下面には、前記嵌合穴 35（図 2 参照）と嵌合可能な嵌合筒部 75 が形成されると共に、前記欠切凹部 36（図 2 参照）と嵌合可能な嵌合凸部 76 が形成される。前記嵌合穴 35 と前記嵌合筒部 75 との嵌合、前記欠切凹部 36 と前記嵌合凸部 76 との嵌合により、前記スポットレーザスキャナ 59 が位置決めされた状態で前記整準ユニット 2 に取付けられる。尚、前記嵌合筒部 75 と前記嵌合凸部 76 とで前記スポットレーザスキャナ 59 の凸嵌合部が構成される。

【0101】

前記鉛直回転モータ 67 と前記水平回転モータ 72 との協働により、前記測定ユニット

50

本体 6 1 を所望の方向へと向けることができる。尚、前記鉛直回転モータ 6 7 と前記水平回転モータ 7 2 とにより、前記測定ユニット本体 6 1 の回転駆動部が構成される。

【 0 1 0 2 】

該測定ユニット本体 6 1 内には、測距光射出部 7 7、受光部 7 8、測距部 7 9、射出方向検出部 8 1、モータドライバ 8 2、第 3 通信部 8 3、演算制御部 8 4、記憶部 8 5 が収納され、一体化されている。又、前記測定ユニット本体 6 1 には、操作部 8 6、表示部 8 7 が設けられている。尚、該表示部 8 7 をタッチパネルとし、前記操作部 8 6 と兼用させてもよい。又、前記測距光射出部 7 7、前記受光部 7 8、前記測距部 7 9 等により、第 3 距離測定部が構成される。

【 0 1 0 3 】

前記測距光射出部 7 7 は、射出光軸 8 8 を有し、該射出光軸 8 8 上に発光素子 8 9、例えばレーザダイオード (L D) が設けられている。又、前記射出光軸 8 8 上に投光レンズ 9 1 が設けられている。更に、前記射出光軸 8 8 上に設けられた偏向光学部材としての第 1 反射鏡 9 2 と、受光光軸 9 3 (後述) 上に設けられた偏向光学部材としての第 2 反射鏡 9 4 とによって、前記射出光軸 8 8 は前記受光光軸 9 3 と合致する様に偏向される。尚、前記第 1 反射鏡 9 2 と前記第 2 反射鏡 9 4 とで射出光軸偏向部が構成される。

【 0 1 0 4 】

前記受光部 7 8 は、前記受光光軸 9 3 を有している。前記受光部 7 8 には、測定対象物からの反射測距光、或はプリズムや反射鏡等の再帰反射性を有する前記ターゲット 5 7 (図 4 (A)、図 4 (B) 参照) からの反射測距光が入射する。

【 0 1 0 5 】

前記受光光軸 9 3 上には受光素子 9 5、例えばフォトダイオード (P D) が設けられ、又結像レンズ 9 6 が配設されている。該結像レンズ 9 6 は、反射測距光を前記受光素子 9 5 に結像する。該受光素子 9 5 は反射測距光を受光し、受光信号を発する。該受光信号は、前記測距部 7 9 に入力される。

【 0 1 0 6 】

更に、前記受光光軸 9 3 (即ち、前記射出光軸 8 8) 上で、前記結像レンズ 9 6 の対物側には、光軸偏向部 9 7 が配設されている。以下、図 7 に於いて、該光軸偏向部 9 7 について説明する。

【 0 1 0 7 】

該光軸偏向部 9 7 は、一对の光学プリズム 9 8 a、9 8 b から構成される。該光学プリズム 9 8 a、9 8 b は、それぞれ円板状であり、前記受光光軸 9 3 上に該受光光軸 9 3 と直交して配置される。又、前記光学プリズム 9 8 a、9 8 b は、重なり合い、平行に配置されている。該光学プリズム 9 8 a、9 8 b としては、それぞれフレネルプリズムが用いられることが、装置を小型化する為に好ましい。

【 0 1 0 8 】

該光学プリズム 9 8 a、9 8 b として用いられるフレネルプリズムは、それぞれ中心部に平行に形成されたプリズム要素 9 9 a、9 9 b と、中心部を除く部分に形成された多数のプリズム要素 1 0 1 a、1 0 1 b とによって構成され、板形状を有する。各プリズム要素 9 9 a、9 9 b 及びプリズム要素 1 0 1 a、1 0 1 b は、同一の光学特性を有する。

【 0 1 0 9 】

前記プリズム要素 9 9 a、9 9 b は、測距光が透過する第 1 光軸偏向部である測距光軸偏向部 9 7 a を構成し、前記プリズム要素 1 0 1 a、1 0 1 b は反射測距光が透過する第 2 光軸偏向部である反射測距光軸偏向部 9 7 b となっている。

【 0 1 1 0 】

前記フレネルプリズムは、光学ガラスから製作してもよいが、光学プラスチック材料でモールド成形したものでもよい。光学プラスチック材料でモールド成形することで、安価なフレネルプリズムを製作できる。

【 0 1 1 1 】

前記光学プリズム 9 8 a、9 8 b は、それぞれ前記受光光軸 9 3 を中心に独立して個別

10

20

30

40

50

に回転可能に配設されている。前記光学プリズム 98 a , 98 b は、回転方向、回転量、回転速度を独立して制御されることで、測距光の前記射出光軸 88 を任意の方向に偏向し、反射測距光の前記受光光軸 93 を前記射出光軸 88 と平行に偏向する。

【0112】

前記光学プリズム 98 a , 98 b の外形形状は、それぞれ前記受光光軸 93 を中心とする円形であり、反射測距光の広がりを見直し、十分な光量を取得できる様、前記光学プリズム 98 a , 98 b の直径が設定されている。

【0113】

前記光学プリズム 98 a の外周にはリングギア 102 a が嵌設され、前記光学プリズム 98 b の外周にはリングギア 102 b が嵌設されている。前記リングギア 102 a には駆動ギア 103 a が噛合し、該駆動ギア 103 a はモータ 104 a の出力軸に固着されている。同様に、前記リングギア 102 b には駆動ギア 103 b が噛合し、該駆動ギア 103 b はモータ 104 b の出力軸に固着されている。前記モータ 104 a , 104 b は、前記モータドライバ 82 に電氣的に接続されている。

10

【0114】

前記モータ 104 a , 104 b 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）を検出するエンコーダ等を用いてモータの回転量を検出してよい。前記モータ 104 a , 104 b の回転量がそれぞれ検出され、前記モータドライバ 82 により前記モータ 104 a , 104 b が個別に制御される。

20

【0115】

前記駆動ギア 103 a , 103 b 、前記モータ 104 a , 104 b は、前記測距光射出部 77 と干渉しない位置、例えば前記リングギア 102 a , 102 b の下側に設けられている。

【0116】

前記測距部 79 は、前記発光素子 89 を制御し、測距光としてレーザ光線をパルス発光させる。又、前記プリズム要素 99 a , 99 b （前記測距光軸偏向部 97 a ）により、前記測距光が測定対象物に向う様前記射出光軸 88 が偏向される。

【0117】

測定対象物で反射された反射測距光は、前記プリズム要素 101 a , 101 b （前記反射測距光軸偏向部 97 b ））、前記結像レンズ 96 を介して前記受光部 78 に入射し、前記受光素子 95 に受光される。該受光素子 95 は、受光信号を前記測距部 79 に送出し、該測距部 79 は前記受光素子 95 からの受光信号に基づき測定点（測距光が照射された点）の測距を行う。

30

【0118】

前記射出方向検出部 81 は、前記モータ 104 a , 104 b に入力される駆動パルスをカウントすることで、前記モータ 104 a , 104 b 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 104 a , 104 b の回転角を検出する。又、前記射出方向検出部 81 は、前記モータ 104 a , 104 b の回転角に基づき、前記光学プリズム 98 a , 98 b の回転位置を演算する。更に、前記射出方向検出部 81 は、前記光学プリズム 98 a , 98 b の屈折率と回転位置に基づき、測距光の偏角、射出方向を演算し、演算結果は前記演算制御部 84 に入力される。

40

【0119】

前記第3通信部 83 は、前記レーザスキャナ 3 の前記第1通信部 16、前記トータルステーション 24 の前記第2通信部 25 との間で、水平角データや鉛直角データ、測定結果、或は方位角オフセット量、機械高オフセット量等、各種データの授受が可能となっている。

【0120】

又、前記演算制御部 84 で演算された水平角データ、鉛直角データや射出方向、測定結果、或は方位角オフセット量、機械高オフセット量は、前記記憶部 85 に保存される。

50

【 0 1 2 1 】

前記発光素子 8 9 から測距光が発せられ、測距光は前記投光レンズ 9 1 で平行光束とされ、前記測距光軸偏向部 9 7 a (前記プリズム要素 9 9 a , 9 9 b) により、所要の方向に偏向されて測定対象物に照射される。

【 0 1 2 2 】

前記測定対象物で反射された反射測距光の光軸は、前記反射測距光軸偏向部 9 7 b (前記プリズム要素 1 0 1 a , 1 0 1 b) により前記受光光軸 9 3 と合致する様偏向され、前記結像レンズ 9 6 により前記受光素子 9 5 に集光される。

【 0 1 2 3 】

尚、前記光学プリズム 9 8 a と前記光学プリズム 9 8 b との回転位置の組合わせにより、射出する測距光を任意の偏向方向、偏角で変更することができる。

10

【 0 1 2 4 】

又、前記光学プリズム 9 8 a と前記光学プリズム 9 8 b との位置関係、即ち偏角を固定した状態で、前記光学プリズム 9 8 a と前記光学プリズム 9 8 b とを一体に回転させることで、前記測距光軸偏向部 9 7 a を透過した測距光が描く軌跡は、前記射出光軸 8 8 を中心とした円となる。

【 0 1 2 5 】

従って、前記発光素子 8 9 よりレーザ光線 (測距光) を発光させつつ、前記光軸偏向部 9 7 を回転させれば、測距光を円の軌跡で走査させることができる。

【 0 1 2 6 】

又、前記光学プリズム 9 8 a と前記光学プリズム 9 8 b の回転方向、回転速度を個別に制御し、前記光学プリズム 9 8 a と前記光学プリズム 9 8 b とを相対回転させることで、直線状、同心多重円状、スパイラル状等、種々の走査状態を得ることができる。

20

【 0 1 2 7 】

測距光を走査しつつ測距を実行することで、走査軌跡上の測定点についての測距データを取得することができる。又、前記モータ 1 0 4 a , 1 0 4 b の回転角及び前記鉛直角エンコーダ 6 8 と前記水平角エンコーダ 7 4 の検出結果から得られた測距光の射出方向と、前記測距データとを関連付けることで、3次元の測定データを得ることができる。

【 0 1 2 8 】

前記スポットレーザスキャナ 5 9 についても、前記レーザスキャナ 3、前記トータルステーション 2 4 と同様に、前記整準ユニット 2 に取付けることで、前記嵌合穴 3 5 と前記嵌合筒部 7 5 とが嵌合し、前記欠切凹部 3 6 と前記嵌合凸部 7 6 とが嵌合し、機械的に位置決めされる。又、前記水平回転軸 6 9 の軸心が前記整準ユニット 2 の軸心と一致する。

30

【 0 1 2 9 】

従って、事前に前記スポットレーザスキャナ 5 9 により前記ターゲット 5 7 を検出し、該ターゲット 5 7 の測定結果を基に前記レーザスキャナ 3 や前記トータルステーション 2 4 との方位角オフセット量、機械高オフセット量を求めることができる。この為、前記スポットレーザスキャナ 5 9 を着脱した場合や、設置位置を変更した場合でも、再度オフセット量を求めることなく前記スポットレーザスキャナ 5 9 の座標系を容易に前記レーザスキャナ 3、前記トータルステーション 2 4 の座標系と合致させることができる。

40

【 0 1 3 0 】

上述の様に、本実施例では、事前に求めた方位角オフセット量、機械高オフセット量を基に、レーザスキャナ、トータルステーション、スポットレーザスキャナ、或は他の測定ユニット等、各種測定ユニットの座標系を合致させた状態で、前記整準ユニット 2 に対する着脱、前記測量システム 1 の設置位置の変更が可能となる。

【 0 1 3 1 】

従って、状況に応じて各測定ユニットを組合わせて測定対象物の測定が可能となり、各測定ユニット単体で測定を行う必要がないので、各測定ユニットに高品質な部材を用いる必要がなく、各測定ユニットの製作コストを低減させることができる。

【 0 1 3 2 】

50

尚、本実施例では、前記整準ユニット2に対して、前記レーザスキャナ3、前記トータルステーション24、前記スポットレーザスキャナ59を着脱する構成としている。一方で、例えば前記トータルステーション24を前記整準ユニット2に固定的に設け、前記トータルステーション24に対して前記レーザスキャナ3、前記スポットレーザスキャナ59等を位置決めした状態で取付ける構成であってもよい。

【0133】

この場合も、事前に方位角オフセット量、機械高オフセット量を求めておくことで、着脱や設置位置の変更があった場合でも、再度方位角オフセット量、機械高オフセット量を演算することなく各測定ユニットの座標系を合致させ続けることができる。

【0134】

又、各測定ユニットに微細な傾斜を検出可能なチルトセンサを設けてもよい。チルトセンサにより前記整準ユニット2に取付けた際の各測定ユニットの傾斜を検出し、測定結果を補正することで、着脱の際に生じる誤差の影響を低減することができる。

【0135】

更に、各測定ユニットに、微小な方位角を検出する微小方位角検出部を設けてもよい。微小方位角検出部により、前記整準ユニット2に取付けた際の各測定ユニットの方位角のズレを検出し、測定結果を補正することで、着脱の際に生じる誤差の影響を低減させることができる。

【0136】

尚、前記スポットレーザスキャナ59についても、設置位置毎にゼロセットを行い、ゼロセットを行った状態で新たに測定を行う場合がある。該スポットレーザスキャナ59の場合も、前記レーザスキャナ3、前記トータルステーション24の場合と同様に、前記スポットレーザスキャナ59がゼロセットを行った時点の水平角を前記水平角エンコーダ74で検出する。前記演算制御部84は、検出した水平角と方位角オフセット量の差分を演算し、該差分を新たな方位角オフセット量として更新し、前記記憶部85に保存する。

【0137】

又、前記第3通信部83を介して前記レーザスキャナ3又は前記トータルステーション24に検出した水平角を送信し、前記レーザスキャナ3又は前記トータルステーション24にて差分の演算、方位角オフセット量の更新を行わせてもよいのは言う迄もない。

【符号の説明】

【0138】

- 1 測量システム
- 2 整準ユニット
- 3 レーザスキャナ
- 5 托架部
- 6 水平回転軸
- 11 鉛直回転軸
- 15 走査鏡
- 16 第1通信部
- 17 演算制御部
- 19 第1距離測定部
- 21 嵌合筒部
- 22 嵌合凸部
- 24 トータルステーション
- 25 第2通信部
- 35 嵌合穴
- 36 欠切凹部
- 38 托架部
- 39 水平回転軸
- 44 鉛直回転軸

10

20

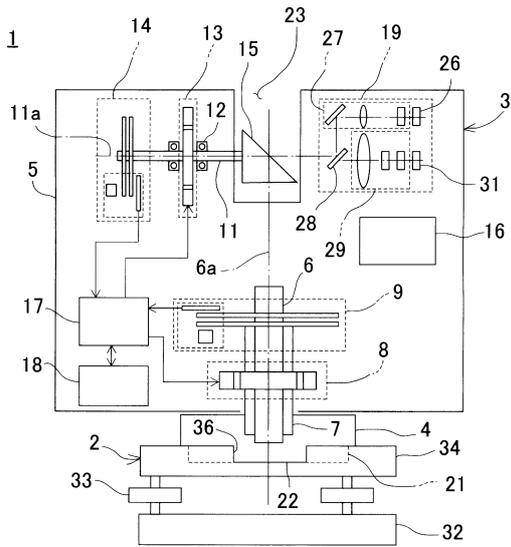
30

40

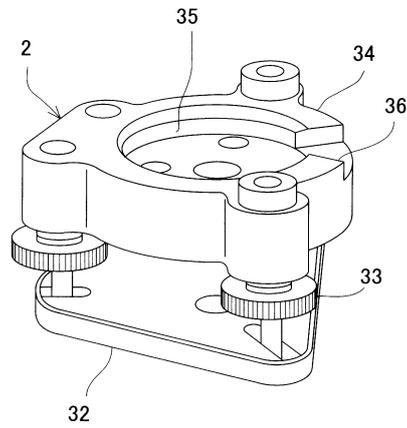
50

- 4 8 望遠鏡部
- 4 9 演算制御部
- 5 2 嵌合筒部
- 5 3 嵌合凸部
- 5 7 ターゲット
- 5 9 スポットレーザスキャナ
- 7 5 嵌合筒部
- 7 6 嵌合凸部
- 8 3 第3通信部
- 8 4 演算制御部
- 9 7 光軸偏向部
- 9 8 a , 9 8 b 光学プリズム

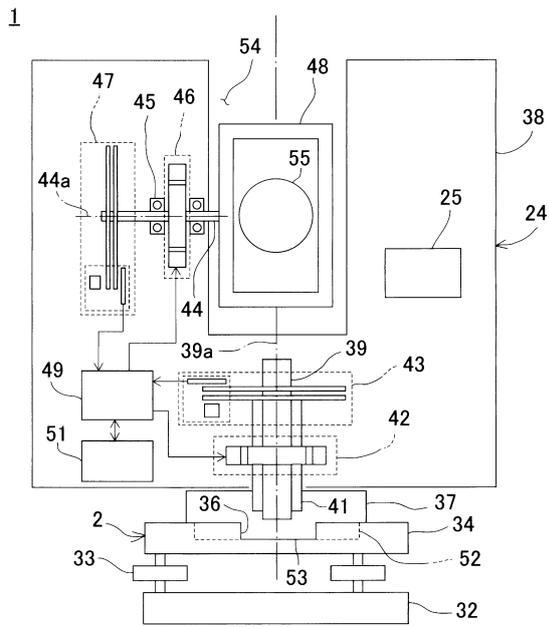
【図1】



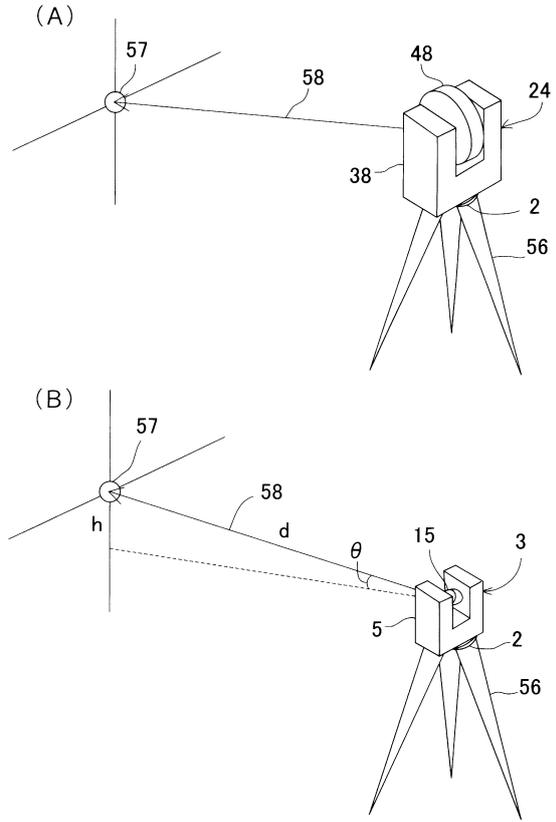
【図2】



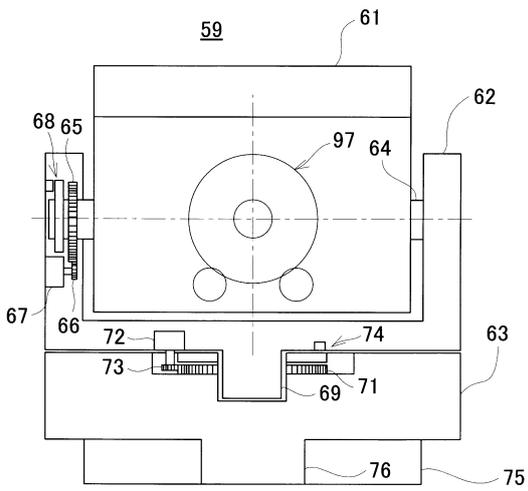
【図3】



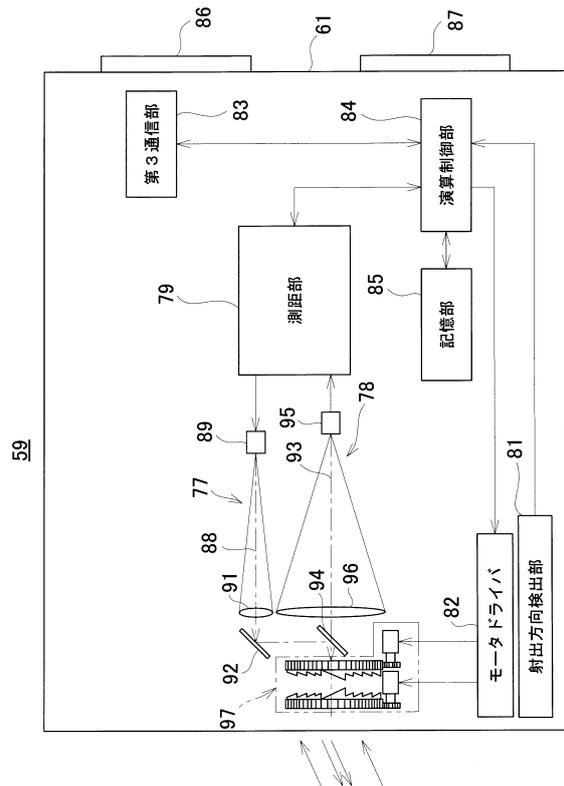
【図4】



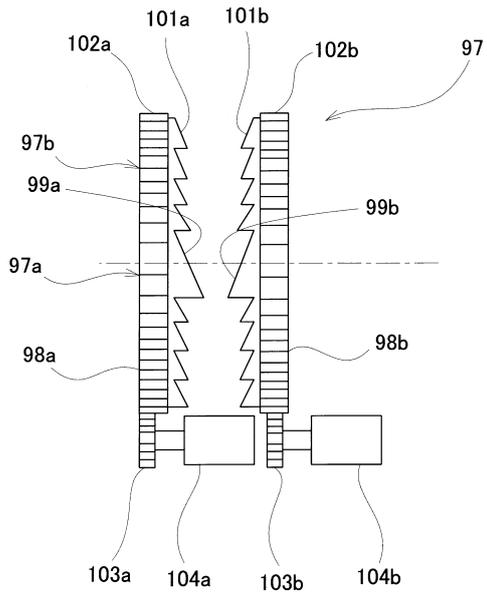
【図5】



【図6】



【 図 7 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2016-223840(JP,A)
特開2009-014368(JP,A)
特開2009-229192(JP,A)
特開2016-085102(JP,A)
特開2016-151422(JP,A)
米国特許出願公開第2015/0042977(US,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01C 15/00