

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7183017号
(P7183017)

(45)発行日 令和4年12月5日(2022.12.5)

(24)登録日 令和4年11月25日(2022.11.25)

(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 A
G 0 1 C 11/06 (2006.01) G 0 1 C 11/06

請求項の数 11 (全26頁)

(21)出願番号	特願2018-231315(P2018-231315)	(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12月11日(2018.12.11)	(74)代理人	100083563 弁理士 三好 祥二
(65)公開番号	特開2020-94846(P2020-94846A)	(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6月18日(2020.6.18)	(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
審査請求日	令和3年10月20日(2021.10.20)	(72)発明者	穴井 哲治 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	國田 正久

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 測量装置及び写真測量方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

移動可能で、少なくとも第1設置点と該第1設置点に対して所定位置の第2設置点に順次設置される一脚と、該一脚の下端から既知の距離と該一脚の軸心に対して既知の角度で設けられ、基準光軸を有する測量装置本体を具備し、該測量装置本体は、測距光を照射し、反射測距光を受光して測定対象迄の距離を測定する測距部と、前記測定対象を含み、前記基準光軸と所定の関係で観察画像を取得する測定方向撮像部と、前記測量装置本体の水平又は鉛直に対する傾斜を検出する姿勢検出器と、前記測距部に所定の測定点を測距させると共に、前記測定方向撮像部により前記測定対象の画像を取得させる演算制御部とを有し、該演算制御部は、前記第1設置点で取得された第1画像と、前記第2設置点で取得された第2画像から共通する対応点を抽出し、前記第1画像中の対応点又は対応点近傍の前記測距部による測距値と、前記第2画像中の対応点又は対応点近傍の前記測距部による測距値に基づき写真測量のマッチングを実行し、前記第1設置点と前記第2設置点に対する前記測定対象の位置関係を測量すると共に、前記測量装置本体は、前記基準光軸に対して前記測距光を偏向する光軸偏向部を更に具備し、前記演算制御部は、前記第1画像と前記第2画像の取得と同期させて前記光軸偏向部により前記測距光を所定のスキャンパターンでスキャンさせ、前記測距部に前記スキャンパターンに沿った点群データを取得させ、前記スキャンパターンから外れた部分について前記写真測量により測距データを補完し、前記測定対象の3次元データを取得する様構成した測量装置。

【請求項2】

前記第 1 画像と前記第 2 画像に対して前記測定対象が広交会角の場合、前記スキャンパターン外の前記測距部による光波距離測定が不能な部分について、前記写真測量により測距データを補完する様構成した請求項 1 に記載の測量装置。

【請求項 3】

移動可能で、少なくとも第 1 設置点と該第 1 設置点に対して所定位置の第 2 設置点に順次設置される一脚と、該一脚の下端から既知の距離と該一脚の軸心に対して既知の角度で設けられ、基準光軸を有する測量装置本体を具備し、該測量装置本体は、測距光を照射し、反射測距光を受光して測定対象迄の距離を測定する測距部と、前記測定対象を含み、前記基準光軸と所定の関係で観察画像を取得する測定方向撮像部と、前記測量装置本体の水平又は鉛直に対する傾斜を検出する姿勢検出器と、前記測距部に所定の測定点を測距させると共に、前記測定方向撮像部により前記測定対象の画像を取得させる演算制御部とを有し、該演算制御部は、前記第 1 設置点で取得された第 1 画像と、前記第 2 設置点で取得された第 2 画像から共通する対応点を抽出し、前記第 1 画像中の対応点又は対応点近傍の前記測距部による測距値と、前記第 2 画像中の対応点又は対応点近傍の前記測距部による測距値に基づき写真測量のマッチングを実行し、前記第 1 設置点と前記第 2 設置点に対する前記測定対象の位置関係を測量すると共に、前記第 1 画像を取得した後に前記測定対象に対して右又は左に前記一脚を傾斜させて補助第 1 画像を取得し、前記第 2 画像を取得した後に前記測定対象に対して右又は左に前記一脚を傾斜させて補助第 2 画像を取得し、前記第 1 画像と前記補助第 1 画像による狭交会角の写真測量を行い、該写真測量に基づき前記第 1 設置点に対する前記測定対象の概略 3 次元位置を演算し、前記第 2 画像と前記補助第 2 画像による狭交会角の写真測量を行い、該写真測量に基づき前記第 2 設置点に対する前記測定対象の概略 3 次元位置を演算する様構成された測量装置。

10

20

【請求項 4】

前記演算制御部は、前記第 1 画像と前記第 2 画像から共通する対応点を抽出し、前記第 1 画像中の対応点の概略 3 次元位置と前記第 2 画像中の対応点の概略 3 次元位置とを比較し、概略合致する対応点を抽出し、抽出された対応点に基づき前記第 1 画像と前記第 2 画像とをマッチングする請求項 3 に記載の測量装置。

【請求項 5】

前記第 1 画像と前記第 2 画像とは広交会角で取得された画像である請求項 4 に記載の測量装置。

30

【請求項 6】

前記一脚に補助脚を設け、該補助脚により前記一脚の前後方向の傾斜及び回転を規制する様構成した請求項 3 ~ 請求項 5 のうちのいずれか 1 項に記載の測量装置。

【請求項 7】

前記演算制御部は、前記第 1 設置点から前記測定対象の任意の位置の測定点を測定し、前記第 2 設置点から前記測定点を測定し、後方交会により前記第 1 設置点の 3 次元座標を基準とした前記第 2 設置点の 3 次元座標を演算する請求項 1 又は請求項 2 に記載の測量装置。

【請求項 8】

前記第 1 設置点に基準目標物を設置し、前記第 2 設置点から前記基準目標物を測定し、該測定結果に基づき、前記第 1 設置点の 3 次元座標を基準とした前記第 2 設置点の 3 次元座標を演算する請求項 1 又は請求項 2 に記載の測量装置。

40

【請求項 9】

前記測量装置本体が G P S 装置を更に具備し、該 G P S 装置により前記第 1 設置点と前記第 2 設置点の 3 次元座標を取得する請求項 1 ~ 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 10】

設置点に設置される一脚と、該一脚の下端から既知の距離と該一脚の軸心に対して既知の位置で設けられ、基準光軸を有する測量装置本体と、該測量装置本体に設けられ、測距光を照射し、反射測距光を受光して測定対象迄の距離を測定する測距部と、前記測定対象

50

を含み、前記基準光軸と所定の関係で観察画像を取得する測定方向撮像部と、前記測量装置本体の水平又は鉛直に対する傾斜を検出する姿勢検出器と、前記測定対象の画像を取得させる演算制御部とを有し、前記一脚は、少なくとも第1設置点と第2設置点に順次設置され、前記第1設置点に於いて、前記測定対象迄の距離を測定し、前記測定対象を含む第1画像と、第1画像取得状態から前記一脚を前記測定対象に対して右又は左に傾け前記第1画像に対する狭交会角の補助第1画像を取得し、前記第1画像、前記補助第1画像、前記既知の距離と、前記姿勢検出器が検出した傾斜とに基づき狭交会角の第1写真測量を行い、前記第2設置点に於いて、前記測定対象迄の距離を測定し、前記測定対象を含む第2画像と、第2画像取得状態から前記一脚を前記測定対象に対して右又は左に傾け前記第2画像に対する狭交会角の補助第2画像を取得し、前記第2画像、前記補助第2画像、前記既知の距離と、前記姿勢検出器が検出した傾斜とに基づき狭交会角の第2写真測量を行い、前記第1画像と前記第2画像とに共通する対応点を前記第1写真測量、前記第2写真測量により得られた概略3次元位置に基づき抽出し、抽出した対応点に基づき前記第1画像と前記第2画像とをマッチングさせ、前記第1設置点と前記第2設置点での前記測定対象の測定結果に基づき前記第1設置点と前記第2設置点と前記測定対象の位置関係を求め、該位置関係に基づき広交会角の第3写真測量を実行する写真測量方法。

10

【請求項11】

前記第1画像、前記補助第1画像、前記第2画像、前記補助第2画像は、それぞれ前記姿勢検出器により求めた結果に基づき補正された鉛直画像である請求項10に記載の写真測量方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、簡単に設置可能な測量装置及び写真測量方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

測定対象物を測定（大きさや3次元座標）する際には、カメラ等の画像取得装置を用いた写真測量や、3次元レーザスキャナを用いた3次元測量が行われる。写真測量は、測定対象物を短時間で測定することができる。又、写真測量は、画像中で測定対象物が認識できる範囲で、比較的遠方迄測定可能である。

30

【0003】

然し乍ら、写真測量の場合、奥行き分解能は画素とBH比（2箇所の撮影位置間の距離と測定対象物迄の距離の比）で決定され、測定精度に限界があった。又、写真測量は、カメラの歪みを補正する為の内部標定、2箇所で撮影した画像の対応付けの為の相互標定、標定点（基準点）を用いた絶対標定を行う必要がある。従って、写真測量には熟練作業が必要となる。

【0004】

一方、レーザスキャナは、測定対象物の形状を容易に測定可能である。然し乍ら、測定対象物を精密に測定する場合、スキャン密度を高くする必要がある為、測定に時間を要する。又、鉛直基準を有さないレーザスキャナの場合、標定点（基準点）を設け、別手段で基準点を測量し、レーザスキャナの傾きを補正する必要がある。更に、レーザスキャナの場合、測定距離に限界があり、遠方の測定対象物の測定が困難である。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開2016-151423号公報

特開2016-151422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】

50

【 0 0 0 6 】

本発明は、短時間で高密度の3次元測定が可能な測量装置及び写真測量方法を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

本発明は、移動可能で、少なくとも第1設置点と該第1設置点に対して所定位置の第2設置点に順次設置される一脚と、該一脚の下端から既知の距離と該一脚の軸心に対して既知の角度で設けられ、基準光軸を有する測量装置本体を具備し、該測量装置本体は、測距光を照射し、反射測距光を受光して測定対象迄の距離を測定する測距部と、前記測定対象を含み、前記基準光軸と所定の関係で観察画像を取得する測定方向撮像部と、前記測量装置本体の水平又は鉛直に対する傾斜を検出する姿勢検出器と、前記測距部に所定の測定点を測距させると共に、前記測定方向撮像部により前記測定対象の画像を取得させる演算制御部とを有し、該演算制御部は、前記第1設置点で取得された第1画像と、前記第2設置点で取得された第2画像から共通する対応点を抽出し、前記第1画像中の対応点又は対応点近傍の前記測距部による測距値と、前記第2画像中の対応点又は対応点近傍の前記測距部による測距値に基づき写真測量のマッチングを実行し、前記第1設置点と前記第2設置点に対する前記測定対象の位置関係を測量する様構成された測量装置に係るものである。

10

【 0 0 0 8 】

又本発明は、前記測量装置本体は、前記基準光軸に対して前記測距光を偏向する光軸偏向部を更に具備し、前記演算制御部は、前記光軸偏向部により前記測距光を所定のスキャンパターンでスキャンさせ、前記測距部に前記スキャンパターンに沿った点群データを取得させ、前記スキャンパターンから外れた部分について前記写真測量により測距データを補完し、前記測定対象の3次元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。

20

【 0 0 0 9 】

又本発明は、前記第1画像と前記第2画像に対して前記測定対象が広交会角の場合、前記スキャンパターン外の前記測距部による光波距離測定が不能な部分について、前記写真測量により測距データを補完する様構成した測量装置に係るものである。

【 0 0 1 0 】

又本発明は、前記演算制御部は、前記第1画像を取得した後に前記測定対象に対して右又は左に前記一脚を傾斜させて補助第1画像を取得し、前記第2画像を取得した後に前記測定対象に対して右又は左に前記一脚を傾斜させて補助第2画像を取得し、前記第1画像と前記補助第1画像による狭交会角の写真測量を行い、該写真測量に基づき前記第1設置点に対する前記測定対象の概略3次元位置を演算し、前記第2画像と前記補助第2画像による狭交会角の写真測量を行い、該写真測量に基づき前記第2設置点に対する前記測定対象の概略3次元位置を演算する測量装置に係るものである。

30

【 0 0 1 1 】

又本発明は、前記演算制御部は、前記第1画像と前記第2画像から共通する対応点を抽出し、前記第1画像中の対応点の概略3次元位置と前記第2画像中の対応点の概略3次元位置とを比較し、概略合致する対応点を抽出し、抽出された対応点に基づき前記第1画像と前記第2画像とをマッチングする測量装置に係るものである。

40

【 0 0 1 2 】

又本発明は、前記第1画像と前記第2画像とは広交会角で取得された画像である測量装置に係るものである。

【 0 0 1 3 】

又本発明は、前記一脚に補助脚を設け、該補助脚により前記一脚の前後方向の傾斜及び回転を規制する様構成した測量装置に係るものである。

【 0 0 1 4 】

又本発明は、前記演算制御部は、前記第1設置点から前記測定対象の任意の位置の測定点を測定し、前記第2設置点から前記測定点を測定し、後方交会により前記第1設置点の3次元座標を基準とした前記第2設置点の3次元座標を演算する測量装置に係るものであ

50

る。

【0015】

又本発明は、前記第1設置点に基準目標物を設置し、前記第2設置点から前記基準目標物を測定し、該測定結果に基づき、前記第1設置点の3次元座標を基準とした前記第2設置点の3次元座標を演算する測量装置に係るものである。

【0016】

又本発明は、前記測量装置本体がGPS装置を更に具備し、該GPS装置により前記第1設置点と前記第2設置点の3次元座標を取得する測量装置に係るものである。

【0017】

又本発明は、設置点に設置される一脚と、該一脚の下端から既知の距離と該一脚の軸心に対して既知の位置で設けられ、基準光軸を有する測量装置本体と、該測量装置本体に設けられ、測定対象を含み、前記基準光軸と所定の関係で観察画像を取得する測定方向撮像部と、前記測量装置本体の水平又は鉛直に対する傾斜を検出する姿勢検出器と、前記測定対象の画像を取得させる演算制御部とを有し、前記一脚は、少なくとも第1設置点と第2設置点に順次設置され、前記第1設置点に於いて、前記測定対象を含む第1画像と、第1画像取得状態から前記一脚を前記測定対象に対して右又は左に傾け前記第1画像に対する狭交会角の補助第1画像を取得し、前記第1画像、前記補助第1画像、前記既知の距離と、前記姿勢検出器が検出した傾斜とに基づき狭交会角の第1写真測量を行い、前記第2設置点に於いて、前記測定対象を含む第2画像と、第2画像取得状態から前記一脚を前記測定対象に対して右又は左に傾け前記第2画像に対する狭交会角の補助第2画像を取得し、前記第2画像、前記補助第2画像、前記既知の距離と、前記姿勢検出器が検出した傾斜とに基づき狭交会角の第2写真測量を行い、前記第1画像と前記第2画像とに共通する対応点を前記第1写真測量、前記第2写真測量により得られた概略3次元位置に基づき抽出し、抽出した対応点に基づき前記第1画像と前記第2画像とをマッチングさせ、広交会角の第3写真測量を実行する写真測量方法に係るものである。

10

20

【0018】

更に又本発明は、前記第1画像、前記補助第1画像、前記第2画像、前記補助第2画像は、それぞれ前記姿勢検出器により求めた結果に基づき補正された鉛直画像である写真測量方法に係るものである。

【発明の効果】

30

【0019】

本発明によれば、移動可能で、少なくとも第1設置点と該第1設置点に対して所定位置の第2設置点に順次設置される一脚と、該一脚の下端から既知の距離と該一脚の軸心に対して既知の角度で設けられ、基準光軸を有する測量装置本体を具備し、該測量装置本体は、測距光を照射し、反射測距光を受光して測定対象迄の距離を測定する測距部と、前記測定対象を含み、前記基準光軸と所定の関係で観察画像を取得する測定方向撮像部と、前記測量装置本体の水平又は鉛直に対する傾斜を検出する姿勢検出器と、前記測距部に所定の測定点を測距させると共に、前記測定方向撮像部により前記測定対象の画像を取得させる演算制御部とを有し、該演算制御部は、前記第1設置点で取得された第1画像と、前記第2設置点で取得された第2画像から共通する対応点を抽出し、前記第1画像中の対応点又は対応点近傍の前記測距部による測距値と、前記第2画像中の対応点又は対応点近傍の前記測距部による測距値に基づき写真測量のマッチングを実行し、前記第1設置点と前記第2設置点に対する前記測定対象の位置関係を測量する様構成されたので、交会角が大きい場合でも、ミスマッチを生じることがなく、高精度な写真測量を実行することができる。

40

【0020】

又本発明によれば、設置点に設置される一脚と、該一脚の下端から既知の距離と該一脚の軸心に対して既知の位置で設けられ、基準光軸を有する測量装置本体と、該測量装置本体に設けられ、測定対象を含み、前記基準光軸と所定の関係で観察画像を取得する測定方向撮像部と、前記測量装置本体の水平又は鉛直に対する傾斜を検出する姿勢検出器と、前記測定対象の画像を取得させる演算制御部とを有し、前記一脚は、少なくとも第1設置点

50

と第2設置点に順次設置され、前記第1設置点に於いて、前記測定対象を含む第1画像と、第1画像取得状態から前記一脚を前記測定対象に対して右又は左に傾け前記第1画像に対する狭交会角の補助第1画像を取得し、前記第1画像、前記補助第1画像、前記既知の距離と、前記姿勢検出器が検出した傾斜とに基づき狭交会角の第1写真測量を行い、前記第2設置点に於いて、前記測定対象を含む第2画像と、第2画像取得状態から前記一脚を前記測定対象に対して右又は左に傾け前記第2画像に対する狭交会角の補助第2画像を取得し、前記第2画像、前記補助第2画像、前記既知の距離と、前記姿勢検出器が検出した傾斜とに基づき狭交会角の第2写真測量を行い、前記第1画像と前記第2画像とに共通する対応点を前記第1写真測量、前記第2写真測量により得られた概略3次元位置に基づき抽出し、抽出した対応点に基づき前記第1画像と前記第2画像とをマッチングさせ、広交会角の第3写真測量を実行するので、交会角が大きい場合でもミスマッチを生じることなく写真測量ができ、測定精度の向上が図れると共に、測距光を用いた測定機構を省略でき、装置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。

10

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明の第1の実施例を示す概略図である。

【図2】本発明の第1の実施例に係る測量装置本体を示す概略ブロック図である。

【図3】操作パネルの概略ブロック図である。

【図4】本発明の第1の実施例に係る測量装置を用いた測定を説明する説明図である。

【図5】本発明の第1の実施例に係る測量装置を用いた測定を説明するフローチャートである。

20

【図6】本発明の第2の実施例に係る測量装置を用いた測定を説明する説明図である。

【図7】本発明の第2の実施例に係る測量装置本体を示す概略ブロック図である。

【図8】本発明の第2の実施例に係る測量装置を用いた測定を説明するフローチャートである。

【図9】本発明の第3の実施例に係る測量装置を用いた測定を説明する説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下、図面を参照しつつ本発明の実施例を説明する。

【0023】

図1は本発明の第1の実施例の概略を示す図であり、図1中、1はモノポッド支持方式の測量装置、2は測定対象を示す。

30

【0024】

前記測量装置1は、主に、一脚（モノポッド）3、該一脚3の上端に設けられた測量装置本体4、前記一脚3の適宜位置に、例えば測定作業者が立ち姿勢で操作し易い位置に、操作パネル7が設けられる。

【0025】

該操作パネル7は、前記一脚3に対して固定的に設けられてもよく、或は着脱可能であってもよい。前記操作パネル7が前記一脚3に取付けられた状態で操作可能である。又、前記操作パネル7を前記一脚3から分離し、該操作パネル7単体で操作可能としてもよい。該操作パネル7と前記測量装置本体4とは、有線、無線等各種通信手段を介してデータ通信が可能となっている。

40

【0026】

又、前記一脚3の前記操作パネル7より下方の位置に1本の補助脚6が折畳み可能に取付けられている。

【0027】

前記一脚3の下端は尖端となっており、該下端は基準点R（測定の基準となる点）に設置される。又、前記一脚3の下端から前記測量装置本体4の機械中心（測量装置本体4に於ける測定の基準となる点）迄の距離は既知となっている。

【0028】

50

前記測量装置本体 4 の光学系は、およそ水平方向に延出する基準光軸 O を有し、該基準光軸 O は前記一脚 3 の軸心 P と直交する線に対して所定角度下方に傾斜する様に設定される。従って、前記一脚 3 が鉛直に設定されると前記基準光軸 O は水平に対して前記所定角度下方に傾斜する。

【 0 0 2 9 】

前記補助脚 6 は、上端で前記一脚 3 に折畳み可能に連結され、前記補助脚 6 は折畳み状態では、前記一脚 3 と密着し、密着した状態を保持する様なロック機構が設けられる。或は簡易的に前記一脚 3 と前記補助脚 6 とを束ねるバンド（図示せず）が設けられてもよい。前記補助脚 6 が折畳まれた状態で、作業者が一脚 3 を把持し、測定を実行できる。

【 0 0 3 0 】

前記補助脚 6 は、該補助脚 6 の上端を中心に所定の角度回転し、前記一脚 3 から離反させることが可能となっており、離反させた位置で固定可能となっている。前記補助脚 6 を使用することで、前記測量装置本体 4 は該補助脚 6 と前記一脚 3 との 2 点支持となり、前記測量装置本体 4 の支持は安定し、前記測量装置本体 4 による測定の安定性が向上する。尚、前記補助脚 6 は、1 本の場合を説明したが 2 本であってもよい。この場合、前記一脚 3 は自立可能となる。

【 0 0 3 1 】

前記測量装置本体 4 は、光波距離計としての測距部 2 4（後述）、測定方向撮像部 2 1（後述）を有し、又前記測量装置本体 4 には外部撮像部である下方撮像部 5 が設けられている。前記測距部 2 4 の光学系の基準光軸が前記基準光軸 O である。前記測定方向撮像部 2 1 の光軸（以下、第 1 撮像光軸 6 1）は前記基準光軸 O に対して所定角（例えば 6°）上方に傾斜しており、又前記測定方向撮像部 2 1 と前記測距部 2 4 との距離及び位置関係は既知となっている。前記測距部 2 4 と前記測定方向撮像部 2 1 は前記測量装置本体 4 の筐体内部に収納されている。

【 0 0 3 2 】

前記下方撮像部 5 は、CCD、CMOS 等の撮像素子を有し、デジタル画像を取得可能な撮像装置が用いられる。又、撮像素子中の画素の位置が前記下方撮像部 5 の光軸（以下、第 2 撮像光軸 8）を基準として検出可能となっている。又、前記下方撮像部 5 として、例えば、市販のデジタルカメラが用いられてもよい。

【 0 0 3 3 】

前記下方撮像部 5 は前記測量装置本体 4 の筐体に固定され、前記下方撮像部 5（即ち、該下方撮像部 5 の像形成位置）は前記測量装置本体 4 の機械中心に対して既知の位置（距離）に設けられる。前記第 2 撮像光軸 8 は、下方に向けられ、前記基準光軸 O に対して所定の既知の角度（ θ ）に設定され、前記第 2 撮像光軸 8 と前記基準光軸 O とは既知の関係（距離）となっている。尚、前記下方撮像部 5 は前記筐体に収納され、前記測量装置本体 4 と一体化されてもよい。

【 0 0 3 4 】

前記測定方向撮像部 2 1 の画角は θ_1 であり、前記下方撮像部 5 の画角は θ_2 であり、 θ_1 と θ_2 とは等しくてもよく又異なってもよい。又、前記測定方向撮像部 2 1 の画角と前記下方撮像部 5 の画角はオーバーラップしていなくともよいが、所定量オーバーラップすることが好ましい。又、前記下方撮像部 5 の画角、前記第 2 撮像光軸 8 の方向は、前記一脚 3 の下端が画像中に含まれる様設定される。尚、 θ_3 は前記測量装置本体 4 のスキャン範囲を示している。

【 0 0 3 5 】

図 2 を参照して、前記測量装置本体 4 の概略構成を説明する。

【 0 0 3 6 】

該測量装置本体 4 は、測距光射出部 1 1、受光部 1 2、測距演算部 1 3、演算制御部 1 4、第 1 記憶部 1 5、撮像制御部 1 6、画像処理部 1 7、第 1 通信部 1 8、光軸偏向部 1 9、姿勢検出器 2 0、前記測定方向撮像部 2 1、射出方向検出部 2 2、モータドライバ 2 3 を具備し、これらは筐体 2 5 に収納され、一体化されている。尚、前記測距光射出部 1

10

20

30

40

50

1、前記受光部 1 2、前記測距演算部 1 3、前記光軸偏向部 1 9 等は、測距部 2 4 を構成する。

【 0 0 3 7 】

前記測距光射出部 1 1 は、射出光軸 2 6 を有し、該射出光軸 2 6 上に発光素子 2 7、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 2 6 上に投光レンズ 2 8 が設けられている。更に、前記射出光軸 2 6 上に設けられた偏向光学部材としての第 1 反射鏡 2 9 と、受光光軸 3 1 (後述) 上に設けられた偏向光学部材としての第 2 反射鏡 3 2 とによって、前記射出光軸 2 6 は、前記受光光軸 3 1 と合致する様に偏向される。前記第 1 反射鏡 2 9 と前記第 2 反射鏡 3 2 とで射出光軸偏向部が構成される。

【 0 0 3 8 】

前記測距演算部 1 3 は前記発光素子 2 7 を発光させ、該発光素子 2 7 はレーザ光線を発する。前記測距光射出部 1 1 は、前記発光素子 2 7 から発せられたレーザ光線を測距光 3 3 として射出する。尚、レーザ光線としては、連続光或はパルス光、或は特許文献 3 に示される断続変調測距光のいずれが用いられてもよい。尚、前記測距演算部 1 3 としては、本装置に特化した C P U、或は汎用 C P U が用いられる。以下、パルス光及び断続変調光を総称してパルス光と称する。

【 0 0 3 9 】

前記受光部 1 2 について説明する。該受光部 1 2 には、測定対象 2 からの反射測距光 3 4 が入射する。前記受光部 1 2 は、前記受光光軸 3 1 を有し、該受光光軸 3 1 には、前記第 1 反射鏡 2 9、前記第 2 反射鏡 3 2 によって偏向された前記射出光軸 2 6 が合致する。尚、該射出光軸 2 6 と前記受光光軸 3 1 とが合致した状態を測距光軸 3 5 とする。

【 0 0 4 0 】

前記基準光軸 O 上に前記光軸偏向部 1 9 が配設される。該光軸偏向部 1 9 の中心を透過する真直な光軸は、前記基準光軸 O となっている。該基準光軸 O は、前記光軸偏向部 1 9 によって偏向されなかった時の前記射出光軸 2 6 又は前記受光光軸 3 1 又は前記測距光軸 3 5 と合致する。

【 0 0 4 1 】

前記反射測距光 3 4 が前記光軸偏向部 1 9 を透過し、入射した前記受光光軸 3 1 上に結像レンズ 3 8 が配設される。又、前記受光光軸 3 1 上に受光素子 3 9、例えばアバランシフォトダイオード (A P D) が設けられている。前記結像レンズ 3 8 は、前記反射測距光 3 4 を前記受光素子 3 9 に結像する。該受光素子 3 9 は、前記反射測距光 3 4 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 1 3 に入力され、該測距演算部 1 3 は受光信号に基づき測距光の往復時間を演算し、往復時間と光速に基づき前記測定対象 2 迄の測距を行う。又、受光信号は前記反射測距光 3 4 を受光した際の受光強度の情報も含んでおり、前記測距演算部 1 3 は前記測定対象 2 からの反射強度も演算する。

【 0 0 4 2 】

前記第 1 通信部 1 8 は、前記測定方向撮像部 2 1 で取得した画像データ、前記画像処理部 1 7 で処理された画像データ、前記測距部 2 4 が取得した測距データ、前記射出方向検出部 2 2 が取得した測角データを前記操作パネル 7 に送信し、更に該操作パネル 7 からの操作コマンドを受信する。

【 0 0 4 3 】

前記第 1 記憶部 1 5 には、撮像の制御プログラム、画像処理プログラム、測距プログラム、表示プログラム、通信プログラム、操作コマンド作成プログラム、前記姿勢検出器 2 0 からの姿勢検出結果に基づき前記一脚 3 の傾斜角、傾斜方向を演算し、更に傾斜角の鉛直成分 (前記一脚 3 の測定対象 2 に対する前後方向の傾斜角)、傾斜角の水平成分 (前記一脚 3 の測定対象 2 に対する左右方向の傾斜角) を演算する傾斜角演算プログラム、演算した傾斜に基づき撮影した画像の向きを補正する補正プログラム、測距を実行する為の測定プログラム、前記光軸偏向部 1 9 の偏向作動を制御する為の偏向制御プログラム、少なくとも 2 箇所撮影された画像の対応付けを行うマッチングプログラム、少なくとも 2 箇所の撮影位置間の距離 (位置関係) を求める演算プログラム、対応付けされた少なくとも

10

20

30

40

50

2つの画像に基づき写真測量を行う測量プログラム、各種演算を実行する演算プログラム等の各種プログラムが格納される。又、前記第1記憶部15には、測距データ、測角データ、画像データ等の各種データが格納される。

【0044】

前記演算制御部14は、前記測量装置本体4の作動状態に応じて、前記各種プログラムを展開、実行して前記測量装置本体4による前記測距光射出部11の制御、前記受光部12の制御、前記測距演算部13の制御、前記測定方向撮像部21の制御等を行い、測距を実行する。尚、前記演算制御部14としては、本装置に特化したCPU、或は汎用CPUが用いられる。又、前記測距演算部13は、前記演算制御部14の機能の一部が割当てられてもよい。

10

【0045】

又、前記第1記憶部15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メモリカード、USB等種々の記憶手段が用いられる。該第1記憶部15は、前記筐体25に対して着脱可能であってもよい。或は、前記第1記憶部15は、所望の通信手段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。

【0046】

前記光軸偏向部19の詳細について説明する。

【0047】

該光軸偏向部19は、一对の光学プリズム41, 42から構成される。該光学プリズム41, 42は、それぞれ同径の円板形であり、前記測距光軸35上に該測距光軸35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。前記光学プリズム41は、光学ガラスにて成形され、平行に配置された3つの三角プリズムを有している。同様に、前記光学プリズム42も、光学ガラスにて成形され、平行に配置された3つの三角プリズムを有している。尚、前記光学プリズム41を構成する三角プリズムと、前記光学プリズム42を構成する前記三角プリズムは、全て同一偏角の光学特性を有している。

20

【0048】

各三角プリズムの幅、形状は全て同じでもよく、或は異なってもよい。尚、中心に位置する前記三角プリズムの幅は、前記測距光33のビーム径よりも大きくなっており、該測距光33は中心に位置する三角プリズムのみを透過する様になっている。中心以外に位置する三角プリズムについては、多数の小さい三角プリズム(フレネルプリズム)で構成してもよい。

30

【0049】

更に、中心の前記三角プリズムについては、光学ガラス製とし、中心以外の前記三角プリズムについては、光学プラスチック製としてもよい。これは、前記光軸偏向部19から測定対象2迄の距離は大きく、中心の前記三角プリズムの光学特性については精度が要求され、一方中心以外の前記三角プリズムから前記受光素子39迄の距離は小さく、高精度の光学特性は必要ないという理由による。

【0050】

前記光軸偏向部19の中央部(中心の前記三角プリズム)は、前記測距光33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19の中央部を除く部分(中心の前記三角プリズムの両端部及び中心以外の前記三角プリズム)は、前記反射測距光34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

【0051】

前記光学プリズム41, 42は、それぞれ前記基準光軸Oを中心に独立して個別に回転可能に配設されている。前記光学プリズム41, 42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33の前記射出光軸26を任意の方向に偏向し、又受光される前記反射測距光34の前記受光光軸31を前記射出光軸26と平行に偏向する。

50

【 0 0 5 2 】

又、前記測距光 3 3 を連続して照射しつつ、前記光学プリズム 4 1 , 4 2 を連続的に駆動し、連続的に偏向することで、前記測距光 3 3 を所定のパターンでスキャンさせることができる。

【 0 0 5 3 】

前記光学プリズム 4 1 , 4 2 の外形形状は、それぞれ前記測距光軸 3 5 (基準光軸 O) を中心とする円形であり、前記反射測距光 3 4 の広がり考慮し、十分な光量を取得できる様、前記光学プリズム 4 1 , 4 2 の直径が設定されている。

【 0 0 5 4 】

前記光学プリズム 4 1 の外周にはリングギア 4 5 が嵌設され、前記光学プリズム 4 2 の外周にはリングギア 4 6 が嵌設されている。

10

【 0 0 5 5 】

前記リングギア 4 5 には駆動ギア 4 7 が噛合し、該駆動ギア 4 7 はモータ 4 8 の出力軸に固着されている。同様に、前記リングギア 4 6 には駆動ギア 4 9 が噛合し、該駆動ギア 4 9 はモータ 5 0 の出力軸に固着されている。前記モータ 4 8 , 5 0 は、前記モータドライバ 2 3 に電氣的に接続されている。

【 0 0 5 6 】

前記モータ 4 8 , 5 0 は、回転角を検出できるモータ、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、例えばエンコーダを用いて前記モータ 4 8 , 5 0 の回転量を検出してもよい。該モータ 4 8 , 5 0 の回転量がそれぞれ検出され、前記モータドライバ 2 3 により前記モータ 4 8 , 5 0 が個別に制御される。

20

【 0 0 5 7 】

又、前記モータ 4 8 , 5 0 の回転量、即ち前記駆動ギア 4 7 , 4 9 の回転量を介して前記光学プリズム 4 1 , 4 2 の回転角が検出される。尚、エンコーダを直接リングギア 4 5 , 4 6 にそれぞれ取付け、エンコーダにより前記リングギア 4 5 , 4 6 の回転角を直接検出する様にしてもよい。

【 0 0 5 8 】

ここで、前記光軸偏向部 1 9 の偏向角は、前記光学プリズム 4 1 , 4 2 の回転角に対して小さく(例えば、偏向角 $\pm 10^\circ$ させる為の回転角が $\pm 40^\circ$)、高精度に偏向させることができる。

30

【 0 0 5 9 】

前記駆動ギア 4 7 , 4 9、前記モータ 4 8 , 5 0 は、前記測距光射出部 1 1 と干渉しない位置、例えば前記リングギア 4 5 , 4 6 の下側に設けられている。

【 0 0 6 0 】

前記投光レンズ 2 8、前記第 1 反射鏡 2 9、前記第 2 反射鏡 3 2、前記測距光偏向部等は、投光光学系を構成する。又、前記反射測距光偏向部、前記結像レンズ 3 8 等は、受光光学系を構成する。

【 0 0 6 1 】

前記測距演算部 1 3 は、前記発光素子 2 7 を制御し、前記測距光 3 3 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 3 3 が前記測距光偏向部により、測定対象 2 に向う様前記射出光軸 2 6 (即ち、前記測距光軸 3 5) が偏向される。前記測距光軸 3 5 が、測定対象 2 を視準した状態で測距が行われる。

40

【 0 0 6 2 】

前記測定対象 2 から反射された前記反射測距光 3 4 は前記反射測距光偏向部、前記結像レンズ 3 8 を介して入射し、前記受光素子 3 9 に受光される。該受光素子 3 9 は、受光信号を前記測距演算部 1 3 に送出し、該測距演算部 1 3 は前記受光素子 3 9 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、測距データは前記第 1 記憶部 1 5 に格納される。

【 0 0 6 3 】

50

前記射出方向検出部 22 は、前記モータ 48, 50 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 48, 50 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 48, 50 の回転角を検出する。又、前記射出方向検出部 22 は、前記モータ 48, 50 の回転角に基づき、前記光学プリズム 41, 42 の回転位置を演算する。
【0064】

更に、前記射出方向検出部 22 は、前記光学プリズム 41, 42 の屈折率と、該光学プリズム 41, 42 を一体とした時の回転位置、両光学プリズム 41, 42 間の相対回転角とに基づき、各パルス光毎の前記測距光 33 の前記基準光軸 O に対する偏角、射出方向をリアルタイムで演算する。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 14 に入力される。尚、前記測距光 33 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。

10

【0065】

前記演算制御部 14 は、前記モータ 48, 50 の回転方向、回転速度、前記モータ 48, 50 間の回転比を制御することで、前記光学プリズム 41, 42 の相対回転、全体回転を制御し、前記光軸偏向部 19 による偏向作用を制御する。又、前記演算制御部 14 は、前記測距光 33 の偏角、射出方向から、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、前記演算制御部 14 は、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、前記測定点の 3次元データを求めることができる。而して、前記測量装置本体 4 は、トータルステーションとして機能する。

【0066】

20

次に、前記姿勢検出器 20 について説明する。該姿勢検出器 20 は、前記測量装置本体 4 の水平、又は鉛直に対する傾斜角を検出し、検出結果は前記演算制御部 14 に入力される。尚、前記姿勢検出器 20 としては、特許文献 1 に開示された姿勢検出装置を使用することができる。

【0067】

該姿勢検出器 20 について簡単に説明する。該姿勢検出器 20 は、フレーム 54 を有している。該フレーム 54 は、前記筐体 25 に固定され、或は構造部材に固定され、前記測量装置本体 4 と一体となっている。

【0068】

前記フレーム 54 にはジンバルを介してセンサブロック 55 が取付けられている。該センサブロック 55 は、直交する 2 軸を中心に 2 方向にそれぞれ 360°又は 360°以上回転自在となっている。

30

【0069】

該センサブロック 55 には、第 1 傾斜センサ 56、第 2 傾斜センサ 57 が取付けられている。前記第 1 傾斜センサ 56 は水平を高精度に検出するものであり、例えば水平液面に検出光を入射させ反射光の反射角度の変化で水平を検出する傾斜検出器、或は封入した気泡の位置変化で傾斜を検出する気泡管である。又、前記第 2 傾斜センサ 57 は傾斜変化を高応答性で検出するものであり、例えば加速度センサである。

【0070】

前記センサブロック 55 の、前記フレーム 54 に対する 2 軸についての各相対回転角は、エンコーダ 58, 59 によってそれぞれ検出される様になっている。

40

【0071】

又、前記センサブロック 55 を回転させ、水平に維持するモータ（図示せず）が前記 2 軸に関してそれぞれ設けられている。該モータは、前記第 1 傾斜センサ 56、前記第 2 傾斜センサ 57 からの検出結果に基づき、前記センサブロック 55 を水平に維持する様に前記演算制御部 14 によって制御される。

【0072】

前記センサブロック 55 が前記フレーム 54 に対して傾斜していた場合（前記測量装置本体 4 が傾斜していた場合）、前記センサブロック 55（水平）に対する前記フレーム 54 の各軸方向の相対回転角が前記エンコーダ 58, 59 によってそれぞれ検出される。該

50

エンコーダ 58, 59 の検出結果に基づき、前記測量装置本体 4 の 2 軸についての傾斜角、2 軸の傾斜の合成によって傾斜方向が検出される。

【0073】

前記センサブロック 55 は、2 軸について 360° 又は 360° 以上回転自在であるので、前記姿勢検出器 20 がどのような姿勢となるうとも、例えば該姿勢検出器 20 の天地が逆になった場合でも、全方向での姿勢検出（水平に対する傾斜角、傾斜方向）が可能である。

【0074】

姿勢検出に於いて、高応答性を要求する場合は、前記第 2 傾斜センサ 57 の検出結果に基づき姿勢検出と姿勢制御が行われるが、該第 2 傾斜センサ 57 は前記第 1 傾斜センサ 56 に比べ検出精度が悪いのが一般的である。

10

【0075】

前記姿勢検出器 20 では、高精度の前記第 1 傾斜センサ 56 と高応答性の前記第 2 傾斜センサ 57 を具備することで、該第 2 傾斜センサ 57 の検出結果に基づき姿勢制御を行い、更に前記第 1 傾斜センサ 56 により高精度の姿勢検出を可能とする。

【0076】

該第 1 傾斜センサ 56 の検出結果で、前記第 2 傾斜センサ 57 の検出結果を較正することができる。即ち、前記第 1 傾斜センサ 56 が水平を検出した時の前記エンコーダ 58, 59 の値、即ち実際の傾斜角と前記第 2 傾斜センサ 57 が検出した傾斜角との間で偏差を生じれば、該偏差に基づき前記第 2 傾斜センサ 57 の傾斜角を較正することができる。

20

【0077】

従って、予め、該第 2 傾斜センサ 57 の検出傾斜角と、前記第 1 傾斜センサ 56 による水平検出と前記エンコーダ 58, 59 の検出結果に基づき求めた傾斜角との関係を取得しておけば、前記第 2 傾斜センサ 57 に検出された傾斜角の較正（キャリブレーション）をすることができ、該第 2 傾斜センサ 57 による高応答性での姿勢検出の精度を向上させることができる。環境変化（温度等）の少ない状態では、傾斜検出は前記第 2 傾斜センサ 57 の検出結果と補正值で求めてもよい。

【0078】

前記演算制御部 14 は、傾斜の変動が大きい時、傾斜の変化が速い時は、前記第 2 傾斜センサ 57 からの信号に基づき、前記モータを制御する。又、前記演算制御部 14 は、傾斜の変動が小さい時、傾斜の変化が緩やかな時、即ち前記第 1 傾斜センサ 56 が追従可能な状態では、該第 1 傾斜センサ 56 からの信号に基づき、前記モータを制御する。尚、常時、前記第 2 傾斜センサ 57 に検出された傾斜角を較正することで、該第 2 傾斜センサ 57 からの検出結果に基づき前記姿勢検出器 20 による姿勢検出を行ってもよい。

30

【0079】

尚、前記第 1 記憶部 15 には、前記第 1 傾斜センサ 56 の検出結果と前記第 2 傾斜センサ 57 の検出結果との比較結果を示す対比データが格納されている。前記第 1 傾斜センサ 56 からの信号に基づき、前記第 2 傾斜センサ 57 による検出結果を較正する。この較正により、該第 2 傾斜センサ 57 による検出結果を前記第 1 傾斜センサ 56 の検出精度迄高めることができる。よって、前記姿勢検出器 20 による姿勢検出に於いて、高精度を維持しつつ高応答性を実現することができる。

40

【0080】

前記演算制御部 14 は、前記姿勢検出器 20 からの検出結果から前記一脚 3 の前後方向の倒れ角（測定対象 2 に対して近接離反する方向の倒れ角）及び前記一脚 3 の左右方向の倒れ角を演算する。前後方向の倒れ角は、前記基準光軸 0 の水平に対する傾斜角として現れ、左右方向の倒れ角は、前記測定方向撮像部 21 で取得する画像の傾き（回転）として現れる。

【0081】

前記演算制御部 14 は、前記倒れ角と前記光軸偏向部 19 による偏角により、前記測距光軸 35 の水平に対する傾斜角を演算する。又、前記画像の傾きに基づき、表示部 68（

50

後述)に表示される画像の傾きを修正し、鉛直画像として表示する。

【0082】

前記測定方向撮像部21は、前記測量装置本体4の前記基準光軸Oと平行な前記第1撮像光軸61と、該第1撮像光軸61に配置された撮像レンズ62とを有している。前記測定方向撮像部21は、前記光学プリズム41, 42による最大偏角 $\theta/2$ (例えば $\pm 30^\circ$)と略等しい、例えば $50^\circ \sim 60^\circ$ の画角を有するカメラである。前記第1撮像光軸61と前記射出光軸26及び前記基準光軸Oとの関係は既知であり、又各光軸間の距離も既知の値となっている。

【0083】

又、前記測定方向撮像部21は、静止画像又は連続画像或は動画像がリアルタイムで取得可能である。前記測定方向撮像部21で取得された画像は、前記操作パネル7に送信される。本実施例では、前記画像は前記操作パネル7の前記表示部68に静止画像の観察画像として表示され、作業者は前記表示部68に表示された前記観察画像を観察して測定作業を実行できる。前記観察画像の中心は、前記第1撮像光軸61と合致し、前記基準光軸Oは前記第1撮像光軸61と既知の関係に基づき前記観察画像の中心に対して所定の画角ずれた位置となる。

10

【0084】

前記撮像制御部16は、前記測定方向撮像部21の撮像を制御する。前記撮像制御部16は、前記測定方向撮像部21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本体4でスキャンし測距するタイミングとの同期を取っている。又、前記撮像制御部16は、前記測定方向撮像部21が静止画像を取得する場合に、該静止画像を取得するタイミングと、前記測量装置本体4でスキャンするタイミングとを同期させる。前記演算制御部14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。又、前記撮像制御部16は、前記第1通信部18、第2通信部67(図3参照)を介して前記測定方向撮像部21と前記下方撮像部5との撮像タイミングの同期制御を行っている。尚、前記撮像制御部16として、前記演算制御部14の機能の一部が割当てられてもよい。

20

【0085】

前記測定方向撮像部21の撮像素子63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、前記第1撮像光軸61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。又、前記第1撮像光軸61と前記基準光軸Oとの関係(距離)が既知であるので、前記測距部24による測定位置と前記撮像素子63上での位置(画素)との相互関連付けが可能である。前記撮像素子63から出力される画像信号は、前記撮像制御部16を介して前記画像処理部17に入力される。

30

【0086】

前記光軸偏向部19の偏向作用、スキャン作用について説明する。

【0087】

前記光学プリズム41の三角プリズムと、前記光学プリズム42の三角プリズムが同方向に位置した状態では、最大の偏角(例えば、 30°)が得られる。前記光学プリズム41, 42のいずれか一方が他方に対して 180° 回転した位置にある状態では、該光学プリズム41, 42の相互の光学作用が相殺され、偏角は 0° となる。この状態では、最少の偏角が得られる。従って、前記光学プリズム41, 42を経て射出、受光されるレーザー光線の光軸(前記測距光軸35)は、前記基準光軸Oと合致する。

40

【0088】

前記発光素子27から前記測距光33が発せられ、該測距光33は前記投光レンズ28で平行光束とされ、前記測距光偏向部を透過して測定対象2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33は中心の前記三角プリズムによって所要の方向に偏向されて射出される。

【0089】

50

ここで、前記測距光 33 は全て中心の前記三角プリズムを透過し、中心の該三角プリズムの光学作用を受けるが、単一の光学部材からの光学作用であるので、光束の乱れがなく偏向精度は高い。更に、中心の前記三角プリズムとして光学ガラスが用いられることで、更に偏向精度が高められる。

【0090】

前記測定対象 2 で反射された前記反射測距光 34 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 38 により前記受光素子 39 に集光される。

【0091】

前記反射測距光 34 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 34 の光軸は、前記受光光軸 31 と合致する様に中心以外の前記三角プリズムによって偏向される。

10

【0092】

前記光学プリズム 41 と前記光学プリズム 42 との回転位置の組み合わせにより、射出する前記測距光 33 の偏向方向、偏角を任意に変更することができる。

【0093】

又、前記光学プリズム 41 と前記光学プリズム 42 との位置関係を固定した状態で（前記光学プリズム 41 と前記光学プリズム 42 とで得られる偏角を固定した状態で）、前記モータ 48, 50 により、前記光学プリズム 41 と前記光学プリズム 42 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 33 が描く軌跡は前記基準光軸 O（図 2 参照）を中心とした円となる。

20

【0094】

従って、前記発光素子 27 よりレーザー光線を発光させつつ、前記光軸偏向部 19 を回転させれば、前記測距光 33 を円の軌跡でスキャンさせることができる。尚、前記反射測距光偏向部は、前記測距光偏向部と一体に回転していることは言う迄もない。

【0095】

前記光学プリズム 41 により偏向された光軸の偏向方向を偏向 A とし、前記光学プリズム 42 により偏向された光軸の偏向方向を偏向 B とすると、前記光学プリズム 41, 42 による光軸の偏向は、該光学プリズム 41, 42 間の角度差 として、合成偏向 C となる。

【0096】

従って、前記光学プリズム 41 と前記光学プリズム 42 とを逆向きに等速度で回転させることで、前記測距光 33 を合成偏向 C 方向に直線の軌跡で往復スキャンさせることができる。

30

【0097】

又、前記光学プリズム 41 の回転速度に対して遅い回転速度で前記光学プリズム 42 を回転させれば、角度差 は漸次増大しつつ前記測距光 33 が回転される。従って、該測距光 33 のスキャン軌跡はスパイラル状となる。更に、前記光学プリズム 41、前記光学プリズム 42 の回転方向、回転速度を個々に制御することで、トロコイド（花びら）状等、前記測距光 33 のスキャン軌跡を前記基準光軸 O を中心とした種々の 2 次元のスキャンパターンとすることができる。

【0098】

前記下方撮像部 5 について説明する。

40

【0099】

該下方撮像部 5 は、前記測量装置本体 4 と電氣的に接続されており、前記下方撮像部 5 で取得された画像データは前記測量装置本体 4 に入力される。

【0100】

前記下方撮像部 5 の撮像は、前記撮像制御部 16 によって前記測定方向撮像部 21 の撮像、前記測距部 24 の測距と同期制御される。前記下方撮像部 5 は、前記測量装置本体 4 の機械中心に対して既知の位置に設けられており、前記下方撮像部 5 と前記一脚 3 下端との距離も既知となっている。

【0101】

50

更に、前記下方撮像部 5 の前記第 2 撮像光軸 8 は、前記基準光軸 O との成す角、基準光軸 O と前記第 2 撮像光軸 8 との交点の位置が既知の関係にあり、前記下方撮像部 5 で取得した画像データは、前記演算制御部 1 4 によって前記測定方向撮像部 2 1 で取得した画像及び前記測距部 2 4 で測定した測距データと関連付けられて前記第 1 記憶部 1 5 に格納される。

【 0 1 0 2 】

前記操作パネル 7 について図 3 を参照して略述する。

【 0 1 0 3 】

該操作パネル 7 は、上記した様に、前記一脚 3 に対して固定的に設けられてもよく、或は着脱可能であってもよい。又、着脱可能な場合は、前記操作パネル 7 を前記一脚 3 から
10

【 0 1 0 4 】

前記操作パネル 7 は、主に演算部 6 5、第 2 記憶部 6 6、前記第 2 通信部 6 7、前記表示部 6 8、操作部 6 9 を具備している。尚、前記表示部 6 8 をタッチパネルとし、前記表示部 6 8 に前記操作部 6 9 を兼用させてもよい。又、前記表示部 6 8 をタッチパネルとした場合は、前記操作部 6 9 は省略してもよい。尚、前記演算部 6 5 としては、本装置に特化した CPU、或は汎用 CPU が用いられる。又、前記第 2 記憶部 6 6 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メモリカード、USB 等種々の記憶手段が用いられる。

【 0 1 0 5 】

前記第 2 記憶部 6 6 には、前記測量装置本体 4 との間で通信を行う為の通信プログラム、前記下方撮像部 5 で取得した画像、前記測定方向撮像部 2 1 で取得した画像の合成等の処理を行う画像処理プログラム、前記下方撮像部 5 で取得した画像、前記測定方向撮像部 2 1 で取得した画像、前記測距部 2 4 で測定した測定情報を前記表示部 6 8 に表示させる為の表示プログラム、前記操作部 6 9 で操作された情報から前記測量装置本体 4 へのコマンドを作成する為のコマンド作成プログラム等の各種プログラムが格納されている。
20

【 0 1 0 6 】

前記第 2 通信部 6 7 は、前記画像処理部 1 7 との間で、測定データ、画像データ、コマンド等のデータを前記演算制御部 1 4、前記第 1 通信部 1 8 を経由して、通信する。

【 0 1 0 7 】

前記表示部 6 8 は、前記測量装置本体 4 の測定状態、距離、偏角等の測定結果等を表示し、又前記下方撮像部 5、前記測定方向撮像部 2 1 が取得した画像、或は前記画像処理部 1 7 で画像処理された画像を表示する。又、前記表示部 6 8 は、前記測定方向撮像部 2 1 が取得した画像とスキャン軌跡とを重ね合わせて表示可能である。更に、前記表示部 6 8 は、特徴点等に基づき対応付けられた複数の画像をマッチングさせた合成画像を表示可能となっている。
30

【 0 1 0 8 】

尚、前記操作パネル 7 として、例えばスマートフォン、タブレットが用いられてもよい。又、前記操作パネル 7 がデータコレクタとして使用されてもよい。

【 0 1 0 9 】

次に、図 1 ~ 図 3 に於いて、前記測量装置 1 の測定作用について説明する。尚、以下の測定作用は、前記第 1 記憶部 1 5 に格納されたプログラムを前記演算制御部 1 4 が実行することによってなされる。
40

【 0 1 1 0 】

測定を開始する準備として、前記一脚 3 の下端を基準点 R に位置決めし、前記一脚 3 を作業者が保持する。尚、前記操作パネル 7 は前記一脚 3 に取付けられた状態とする。又、前記下方撮像部 5、前記測定方向撮像部 2 1 は作動状態で前記測量装置 1 の設置は行われる。

【 0 1 1 1 】

前記基準光軸 O を測定対象 2 に向ける場合、前記一脚 3 を該一脚 3 の下端を中心に回転
50

し、或は該一脚 3 を前後、左右に傾斜し、或はみそすり回転する。前記基準光軸 O が画像の中心に対して 6 ° 下に位置する前記観察画像が前記表示部 6 8 に表示され、前記観察画像から前記基準光軸 O の方向、位置を確認することができる。この時の前記一脚 3 の倒れ角及び倒れ角の変化は、前記姿勢検出器 2 0 によって検出される。

【 0 1 1 2 】

前記基準光軸 O の方向が確定した状態では、前記基準光軸 O を中心とする測定可能な偏向範囲を前記観察画像上で確認できる。作業者は、前記観察画像中の測定可能範囲の任意の点を測定点（測定対象 2 ）として指定が可能である。前記測定対象 2 の指定で前記演算制御部 1 4 は前記光軸偏向部 1 9 を用いて前記測距光軸 3 5 を前記測定対象 2 に向ける。

【 0 1 1 3 】

前記測距光軸 3 5 が前記測定対象 2 に向けられ、前記測距光 3 3 が照射され、前記測定対象 2 の測定（測距、測角）が実行される。前記測距光 3 3 の方向、測距結果等は、前記表示部 6 8 に表示される。又、前記測定対象 2 の測定と同期して、前記測定方向撮像部 2 1 により第 1 画像が取得される。

【 0 1 1 4 】

測定対象 2 を変更又は他の箇所の測定対象 2 への移動を行う場合、前記観察画像から再度測定点を指定することも可能である。一方で、前記観察画像を表示したまま、前記一脚 3 の傾動、回転により測定点を移動させることも可能である。

【 0 1 1 5 】

前記測距光軸 3 5 の視準状態、即ち、前記測距光軸 3 5 を前記測定対象 2 に合わせた状態を維持する場合、測定作業者が前記一脚 3 を保持してもよいし、或は前記補助脚 6 を引出し、前記一脚 3 を前記補助脚 6 で支持してもよい。

【 0 1 1 6 】

該補助脚 6 で前記一脚 3 を支持することで、前記一脚 3 の前後方向の倒れ、前記一脚 3 の下端を中心とする回転が規制され、前記測量装置 1 の支持状態が安定する。

【 0 1 1 7 】

尚、前記測量装置 1 の水平に対する傾斜は、前記姿勢検出器 2 0 によってリアルタイムで検出されるので、前記測量装置 1 の水平に対する傾斜角、傾斜方向がリアルタイムで検出され、検出結果に基づき測定結果をリアルタイムで補正することができる。従って、前記測量装置 1 を水平に調整する為の整準作業は必要なく、又前記一脚 3 を作業者が保持することで生じる微小な揺れ等による傾斜角の変動についても、リアルタイムで補正することができる。

【 0 1 1 8 】

上記説明では、前記測距光軸 3 5 を測定点に固定した状態で、トータルステーションと同様な作用で測定したが、前記測量装置 1 をレーザスキャナとしても測定することができる。

【 0 1 1 9 】

又、前記測定方向撮像部 2 1 で取得された観察画像と前記下方撮像部 5 で取得された下方画像を合成することで、前記基準点 R から前記測定対象 2 迄を含む広範囲の合成画像が取得でき、測定範囲、測定位置の確認が容易となり、作業性が向上する。又、前記観察画像、或は前記合成画像と 2 次元スキャンで得られた軌跡に沿ったデータとを関連付けることで、画素毎に 3 次元データを有する画像が取得できる。又、2 次元スキャンから外れた部分の 3 次元データを写真測量によって補完することができる。

【 0 1 2 0 】

尚、前記水平角の演算、前記測距光軸 3 5 の傾斜角の演算、水平距離の演算等の演算については、前記演算制御部 1 4 が実行してもよく、或は前記演算部 6 5 が実行してもよい。

【 0 1 2 1 】

又、前記測量装置本体 4 を移動させる際には、前記一脚 3 の下端を既知の 3 次元座標を有する基準点 R（第 1 設置点 8 2）に位置させた状態で前記一脚 3 を傾斜或はみそすり回転させてもよいし、前記一脚 3 を基準点 R から他の設置点（第 2 設置点 8 3）に移動させ

10

20

30

40

50

てもよい。

【 0 1 2 2 】

図 4 及び図 5 のフローチャートを参照して、前記測量装置本体 4 による点群データの取得と、前記測定方向撮像部 2 1 による写真測量を併用する場合について説明する。

【 0 1 2 3 】

尚、図 4 中、測定点 2 a , 2 b , 2 c は、前記第 1 設置点 8 2 と前記第 2 設置点 8 3 からそれぞれスキャンによる測距、測角が可能な範囲内で、任意に選ばれた共通点となっている。又、図 4 は、前記第 1 設置点 8 2 と前記第 2 設置点 8 3 に於いて、前記測定方向撮像部 2 1 の光軸をおよそ前記測定点 2 a に向けた例を示している。尚、前記第 1 設置点 8 2 と前記第 2 設置点 8 3 で共通する前記測定点 2 a , 2 b , 2 c は、スキャン軌跡に基づき内挿して得られる点でもよい。

10

【 0 1 2 4 】

又、前記測定方向撮像部 2 1 による画像は、スキャンデータと整合することで、歪補正（内部標定）ができる。本実施例では、内部標定を事前に行っている。

【 0 1 2 5 】

STEP : 0 1 先ず、前記一脚 3 の下端を前記第 1 設置点 8 2 に一致させ、該第 1 設置点 8 2 に前記測量装置 1 を設置する。

【 0 1 2 6 】

STEP : 0 2 該測量装置 1 の設置後、スキャンによる測距、測角を実行し、前記測定対象 2 の前記測定点 2 a , 2 b , 2 c を含めて測定する。又、前記第 1 設置点 8 2 でのスキャンと同期して、前記測定方向撮像部 2 1 により前記測定点 2 a , 2 b , 2 c を含む第 1 画像（図示せず）を取得する。この時、前記演算制御部 1 4 は、前記姿勢検出器 2 0 の検出結果に基づき前記第 1 画像を補正し、鉛直画像としている。

20

【 0 1 2 7 】

STEP : 0 3 前記第 1 設置点 8 2 での測定が終了すると、次に前記測量装置 1 を移動させ、前記一脚 3 の下端を前記第 2 設置点 8 3 に一致させ、該第 2 設置点 8 3 に前記測量装置 1 を設置する。

【 0 1 2 8 】

STEP : 0 4 該測量装置 1 の設置後、スキャンによる測距、測角を実行し、前記第 2 設置点 8 3 から前記測定対象 2 の前記測定点 2 a , 2 b , 2 c を含めて測定する。又、前記第 2 設置点 8 3 でのスキャンと同期して、前記測定方向撮像部 2 1 により前記測定点 2 a , 2 b , 2 c を含む第 2 画像（図示せず）を取得する。この時、前記演算制御部 1 4 は、前記姿勢検出器 2 0 の検出結果に基づき前記第 2 画像を補正し、鉛直画像としている。

30

【 0 1 2 9 】

STEP : 0 5 前記第 1 設置点 8 2 は既知の 3 次元座標を有する点である。従って、該第 1 設置点 8 2 からは、該第 1 設置点 8 2 を基準とした前記測定点 2 a , 2 b , 2 c の 3 次元座標を取得することができる。一方、前記第 2 設置点 8 3 からは、該第 2 設置点 8 3 を基準とした前記測定点 2 a , 2 b , 2 c の 3 次元座標を取得することができる。

【 0 1 3 0 】

前記第 1 設置点 8 2 と前記第 2 設置点 8 3 から測定した前記測定点 2 a , 2 b , 2 c は同一の点である。従って、前記演算制御部 1 4 は、前記第 1 設置点 8 2 を基準とした前記測定点 2 a , 2 b , 2 c の 3 次元座標に基づき、前記第 1 設置点 8 2 を基準とした前記第 2 設置点 8 3 の 3 次元座標を演算することができる（後方交会）。即ち、前記第 1 設置点 8 2 と前記第 2 設置点 8 3 と前記測定点 2 a , 2 b , 2 c とを同一座標系上の点とすることができる。又、演算した座標に基づき、前記演算制御部 1 4 は、前記第 1 設置点 8 2 と前記第 2 設置点 8 3 間の距離を演算することができる。

40

【 0 1 3 1 】

STEP : 0 6 ここで、前記第 1 設置点 8 2 と前記第 2 設置点 8 3 間の距離を基線長 B とし、前記第 1 設置点 8 2 と前記第 2 設置点 8 3 を結んだ直線に対する前記測定対象 2 の任意の測定点迄の最短距離を距離 H とし、前記第 1 設置点 8 2 での撮像位置に対する任

50

意の測定点を結ぶ線と前記第 2 設置点 8 3 での撮像位置に対する任意の測定点を結ぶ線との成す角度を交会角 とする。交会角 は、およそ基線長 B に対する任意の測定点の距離 H の比で決まる。

【 0 1 3 2 】

写真測量の分解能は、カメラの画素と B/H 比 (H/B) により決定される。従って、写真測量を行う場合、交会角 が大きい程、即ち B/H 比が小さくなる程分解能が高まり、測定精度が向上する。本実施例では、測定精度が十分に得られる交会角を広交会角 ($H/B < 2$) とし、測定精度が十分に得られない交会角を狭交会角 ($H/B \geq 2$) としている。

【 0 1 3 3 】

一方で、交会角 を広交会角とした場合、測定精度は向上するものの、第 1 画像と第 2 画像を対応付けする際に、異なる特徴点 (或は線) が対応点と判断される可能性、即ちミスマッチング (マッチングのエラー) が生じる可能性が高まる。

10

【 0 1 3 4 】

本実施例では、前記第 1 設置点 8 2 と前記第 2 設置点 8 3 とで、それぞれ前記任意の測定点近傍の点群データ、即ち前記第 1 画像と前記第 2 画像のオーバーラップ部とその近傍の点群データが取得されている。

【 0 1 3 5 】

従って、第 1 画像中で対応点と判断された特徴点或はその近傍の測定結果と、第 2 画像中で対応点と判断された特徴点或はその近傍の測定結果とを比較し、比較結果が予め設定された閾値を超える場合には、誤った対応点であったと判断することができる。

20

【 0 1 3 6 】

対応点と判断された各特徴点について、上記処理を実行することで、各対応点を抽出し、正しい対応点のみを得ることができる。

【 0 1 3 7 】

STEP : 0 7 対応点が抽出されると、前記演算制御部 1 4 は、抽出された対応点に基づき前記第 1 画像と前記第 2 画像とのマッチングを行う。このマッチングに使用されている前記第 1 画像と前記第 2 画像は、それぞれ鉛直画像となっているので、鉛直方向と水平方向のマッチングだけでなく、マッチングは迅速且つ高精度に実行できる。

【 0 1 3 8 】

STEP : 0 8 前記演算制御部 1 4 は、前記第 1 設置点 8 2 又は前記第 2 設置点 8 3 からのスキャンによる測距、測角と前記姿勢検出器 2 0 の検出結果に基づき、3次元座標の絶対標定を実行する。

30

【 0 1 3 9 】

STEP : 0 9 次に、前記演算制御部 1 4 は、前記第 1 設置点 8 2 と前記第 2 設置点 8 3 と前記測定対象 2 の位置関係 (B/H 比) を演算する。最後に、点群データが得られていない箇所について、 B/H 比及び交会角に基づき写真測量し、3次元座標を付与する。又、前記演算制御部 1 4 は、前記表示部 6 8 に前記測定対象 2 について B/H 比に応じた表示を行う。例えば、狭交会角 ($H/B \geq 2$) の前記測定対象 2 を薄く (半透明で) 表示する。或は、前記測定対象 2 を B/H 比に応じた透明度で表示する。

【 0 1 4 0 】

上述の様に、第 1 の実施例では、前記測定対象 2 のスキャンと撮影とを並行して実行し、スキャンで得られた点群データに基づき、マッチングで用いる対応点が正しいかどうかを判断している。

40

【 0 1 4 1 】

従って、誤った対応点により前記第 1 画像と前記第 2 画像とをマッチングさせた際に生じるミスマッチングを抑制することができるので、広交会角での写真測量が可能となり、写真測量での測定精度を向上させることができる。

【 0 1 4 2 】

又、高精度の写真測量が可能となることで、点群データが得られなかった箇所のデータを写真測量で得られた測定結果で補完することができる。

50

【 0 1 4 3 】

従って、スキャンを実行する際のスキャン間隔を大きくできると共に、スキャン回数を低減させることができるので、前記測定対象 2 に対する測定時間を短縮することができる。

【 0 1 4 4 】

又、対応点と判断された特徴点について、1画素を4ピクセル×4ピクセルに拡大して実行し、サブピクセルマッチングを行ってもよい。

【 0 1 4 5 】

又、1つの設置点で複数の画像を撮影し、該複数の画像を平均化し、平均化した画像に基づき写真測量を行ってもよい。複数の画像が平均化されることで、各画像毎の誤差が低減し、マッチング精度を向上させることができる。

10

【 0 1 4 6 】

尚、第1の実施例では、後方交会により前記第1設置点82に対する前記第2設置点83の位置を測定しているが、前記第1設置点82に基準ポール、基準パターン等の前記第1設置点82を示す基準目標物を設置し、前記第2設置点83から基準ポールを測定することで、前記第1設置点82に対する前記第2設置点83の位置を測定してもよい。

【 0 1 4 7 】

又、前記測量装置1にGPS装置を設け、該GPS装置により前記第1設置点82や前記第2設置点83の位置を測定してもよい。

【 0 1 4 8 】

又、第1の実施例では、2箇所の設置点から前記測定点2a, 2b, 2cを含む前記測定対象2の画像を取得しているが、3箇所以上の設置点から画像を取得してもよい。3箇所以上の設置点から写真測量が可能となるので、写真測量の範囲が広がり、或は前記測定対象2の死角部分の写真測量が可能となる。

20

【 0 1 4 9 】

次に、図6、図7及び図8のフローチャートを参照して、本発明の第2の実施例について説明する。尚、図6、図7中、図1、図2、図4中と同等のものには同符号を付し、その説明を省略する。第2の実施例の測量装置本体4は、図7に示される様に、第1の実施例から光軸偏向部19、射出方向検出部22、モータドライバ23が省略された構成となっている。

【 0 1 5 0 】

STEP: 11 先ず、図6に示される様に、一脚3を既知の3次元座標を有する第1設置点82(基準点)に設置し、補助脚6を設置面に接触させた状態で、任意の傾斜で測定点2a迄の距離を測定し、又測定点2aを含む測定対象2の第1画像を撮影する。

30

【 0 1 5 1 】

STEP: 12 又、前記一脚3と前記補助脚6を設置面に接触させた状態で、前記測量装置1を傾斜させ、再度前記測定点2aを含む前記測定対象2の補助第1画像を撮影する。尚、取得される前記第1画像、前記補助第1画像は、いずれも姿勢検出器20(図2参照)の検出結果に基づき鉛直画像に補正されている。又、以下の工程で取得される画像は、鉛直画像に補正されていることは言う迄もない。

【 0 1 5 2 】

STEP: 13 前記測量装置1を傾斜させる際には、前記補助脚6によって前後方向の傾斜及び回転が規制されているので、前記測量装置1は前記測定対象2に対して左右方向(視準方向に対して直角な方向)にのみ傾斜する。即ち、測量装置本体4の機械中心は、前記第1画像の撮影位置(第1撮影位置84)から前記補助第1画像の撮影位置(補助第1撮影位置84)へと平行移動したと見なすことができる。

40

【 0 1 5 3 】

前記第1設置点82に対する前記測量装置本体4の前記第1撮影位置84に於ける機械中心の位置は、前記姿勢検出器20の検出結果(即ち前記一脚3の鉛直線に対する傾き)と該一脚3の下端から前記機械中心迄の距離に基づき演算することができる。同様に、前記補助第1撮影位置84に於ける前記測量装置本体4の機械中心の位置も演算すること

50

ができる。従って、演算制御部 14 は、前記第 1 撮影位置 84 と前記補助第 1 撮影位置 84 との距離を演算することができる。

【0154】

更に、前記第 1 画像と前記補助第 1 画像間では、前記第 1 撮影位置 84 から前記補助第 1 撮影位置 84 への移動に伴う画像上の差が生じる。両画像中での前記測定点 2a の位置をそれぞれ求め、該測定点 2a の画像上での位置の差を求めることで、交会角 1 を求めることができる。従って、前記演算制御部 14 は、前記第 1 画像と前記補助第 1 画像に基づき、前記測定対象 2 の写真測量を行うことができる。

【0155】

尚、前記第 1 画像と前記補助第 1 画像とで求められる交会角 1 は、狭交会角 ($H/B > 2$) となっているので、マッチングの際のミスマッチングは生じないが、分解能が低い。従って、写真測量により前記測定対象 2 の概略の 3 次元形状を求めることができる。

10

【0156】

STEP: 14 次に、前記一脚を第 2 設置点 83 に設置し、前記補助脚 6 を設置面に接触させた状態で、任意の傾斜で測定点 2a 迄の距離を測定し、又測定点 2a を含む前記測定対象 2 の第 2 画像を撮影する。

【0157】

STEP: 15 又、前記一脚 3 と前記補助脚 6 を設置面に接触させた状態で、前記測量装置 1 を傾斜させ、再度前記測定点 2a を含む前記測定対象 2 の補助第 2 画像を撮影する。

20

【0158】

STEP: 16 STEP: 13 と同様にして、前記演算制御部 14 は、前記第 2 画像撮影時の機械中心 (第 2 撮影位置 85) と前記補助第 2 画像撮影時の機械中心 (補助第 2 撮影位置 85) との距離を演算する。又、前記演算制御部 14 は、前記第 2 画像内の前記測定点 2a の位置と、前記補助第 2 画像内の前記測定点 2a の差に基づき交会角 2 を演算する。交会角 2 も、狭交会角 ($H/B > 2$) となっている。更に、前記演算制御部 14 は、前記第 2 画像と前記補助第 2 画像とに基づき、前記測定対象 2 の写真測量を行い、概略の 3 次元形状を求めることができる。

【0159】

STEP: 17 次に、広交会角 ($H/B < 2$) を有する前記第 1 画像と前記第 2 画像とによる写真測量の前段階として、前記第 1 画像と第 2 画像とからそれぞれ特徴点が抽出される。更に前記第 1 画像及び第 2 画像中で、前記測定対象 2 の共通部位を示す特徴点を対応点として抽出する。

30

【0160】

本実施例では、前記第 1 設置点 82 で前記第 1 画像と前記補助第 1 画像による写真測量が行われ、前記第 2 設置点 83 で前記第 2 画像と前記補助第 2 画像による写真測量が行われている。即ち、前記第 1 画像の測定点 2a と特徴点の概略 3 次元座標位置と、前記第 2 画像の測定点 2a と特徴点の概略 3 次元位置が算出される。

【0161】

従って、第 1 画像中で対応点と判断された特徴点の概略 3 次元位置と、第 2 画像中で対応点と判断された特徴点の概略 3 次元位置とを測定点 2a を基準に比較し、概略合致する点を対応点として抽出する。

40

【0162】

STEP: 18 対応点が抽出されると、前記演算制御部 14 は、抽出された対応点に基づき前記第 1 画像と前記第 2 画像とをマッチングを行う。

【0163】

STEP: 19 前記演算制御部 14 は、前記第 1 設置点 82 又は前記第 2 設置点 83 の 3 次元座標に基づき、前記測定対象 2 の広交会角 での 3 次元形状の算出を実行する。

【0164】

STEP: 20 次に、前記演算制御部 14 は、前記第 1 設置点 82 と前記第 2 設置点

50

83と前記測定対象2の位置関係(BH比)を演算する。最後に、前記演算制御部14は、BH比及び交会角に基づき、画像の位置(画素)に3次元座標を付与された前記測定対象2の画像を取得することができる。

【0165】

第2の実施例では、各設置点に於いて、前記測定点2aを含む画像と補助画像とをそれぞれ撮影し、画像と補助画像との写真測量により前記測定対象2の概略の3次元形状を求め、対応点の概略3次元座標に基づきマッチングで用いる対応点が正しいかどうかを判断している。

【0166】

従って、ミスマッチングを抑制することができるので、広交会角での写真測量が可能となり、写真測量での測定精度を向上させることができる。

10

【0167】

又、第2の実施例では、3次元測定が必要なのは前記測定点2aのみであり、その後は写真測量のみで広交会角での写真測量を可能とすることができる。従って、前記光軸偏向部19等を用いた点群データの取得を省略することができる。

【0168】

尚、3次元測定点として、前記測定点2aの他に、測定点2b, 2cを別途追加してもよい。この場合、複数の測定点が画像上で確認できるので、測距点が多くなり、3次元測定精度が向上する。

【0169】

又、前記測量装置1にGPS装置を設けた場合には、前記第1設置点82に対する前記第2設置点83の位置を後方交会により求める必要がなくなる。従って、前記測量装置1から測距機構、測角機構等を省略できるので、装置コストの低減を図ることができる。

20

【0170】

尚、第2の実施例では、前記一脚3に前記補助脚6を設け、前記一脚3の前後方向の傾斜及び回転を規制した状態で画像と補助画像とを撮影していたが、前記補助脚6はなくてもよい。

【0171】

この場合、前記姿勢検出器20の検出結果に基づき前記一脚3の前後左右の傾斜角を求めると共に、下方撮像部5(図1参照)で取得された画像等により前記一脚3の回転角を求め、求めた傾斜角及び回転角に基づき画像を射影変換すればよい。

30

【0172】

又、第2の実施例では、前記測定対象2の点群データを取得する為の前記光軸偏向部19等を省略しているが、該光軸偏向部19等を含めた第1の実施例の測量装置本体4を用いてもよいのは言う迄もない。

【0173】

次に、図9に於いて、本発明の第3の実施例について説明する。尚、図9中、図6中と同等のものには同符号を付し、その説明を省略する。

【0174】

第3の実施例は、第1の実施例と第2の実施例とを組み合わせ、距離に応じてスキャンと写真測量とを組み合わせる構成となっている。

40

【0175】

尚、図9中、86で示される範囲は、測距光33(図2参照)により点群データを取得可能な範囲であり、且つ第1設置点82と第2設置点83との交会角が広交会角($H/B < 2$)となる範囲(精密測定エリア86)となっている。又、図9中87で示される範囲は、前記測距光33により点群データを取得できない範囲であり、且つ前記第1設置点82と前記第2設置点83との交会角が狭交会角($H/B \geq 2$)となる範囲(概略測定エリア87)となっている。

【0176】

又、図9中、第1測定対象88~第4測定対象91は前記精密測定エリア86内に位置

50

し、第5測定対象93と第6測定対象94は前記概略測定エリア87内に位置している。

【0177】

例えば、前記精密測定エリア86内に位置する第1測定対象88の測定点88aを測定する場合、前記第1設置点82と前記第2設置点83とで得られる交会角は広交会角となるので、精密な写真測量が可能である。従って、画素毎に高精度な3次元座標を有する前記第1測定対象88の画像を取得することができる。

【0178】

尚、この時のマッチング時のミスマッチングの排除、即ち対応点の抽出は、前記第1測定対象88をスキャンした際の点群データに基づき行ってもよい。或は、対応点の抽出は、各設置点で撮影した画像と補助画像との写真測量により得られた概略3次元座標に基づき行ってもよい。

10

【0179】

又、前記概略測定エリア87内に位置する前記第6測定対象94の測定点94aを測定する場合、前記測距光33が届かず、前記第1設置点82と前記第2設置点83とで得られる交会角は狭交会角となるので、概略の写真測量のみが可能である。概略の写真測量により、スキャン不可能な距離に測定対象が存在するのか、或は概略どの程度の距離なのかという目的に使うことができる。

【0180】

第3の実施例では、前記精密測定エリア86内に位置する測定対象に対し、スキャンと写真測量とを併用して短時間で高精度、高密度な測定が行える。又、スキャン測定（光波距離測定）ができない遠距離の前記概略測定エリア87の測定対象に対しても参考確認用の概略測定を行うことができ、光波距離測定が不能な遠距離部分について、写真測量により測距データを補完することができる。従って、前記測量装置1の汎用性、作業性を向上させることができる。

20

【符号の説明】

【0181】

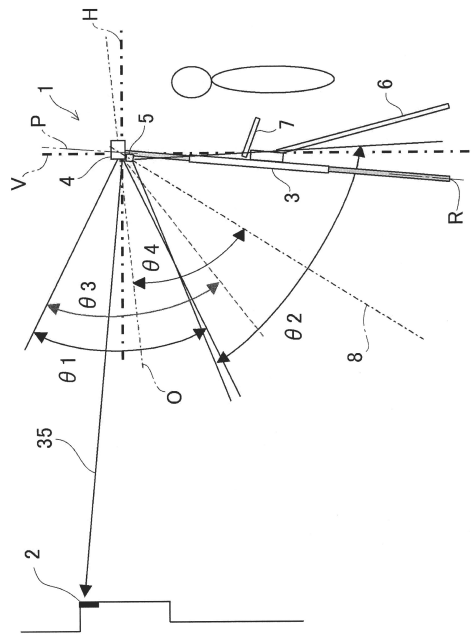
- 1 測量装置
- 2 測定対象
- 3 一脚
- 4 測量装置本体
- 6 補助脚
- 7 操作パネル
- 14 演算制御部
- 19 光軸偏向部
- 20 姿勢検出器
- 21 測定方向撮像部
- 33 測距光
- 34 反射測距光
- 82 第1設置点
- 83 第2設置点
- 84 第1撮影位置
- 85 第2撮影位置
- 86 精密測定エリア
- 87 概略測定エリア

30

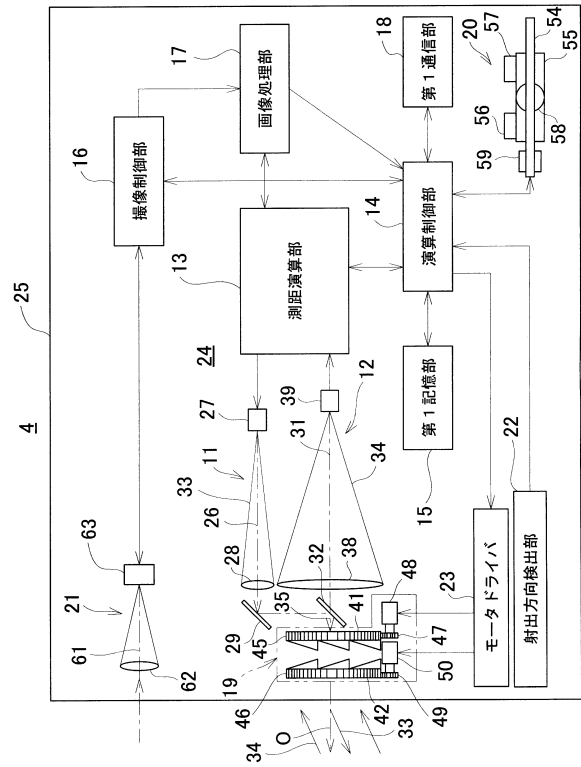
40

【図面】

【図 1】



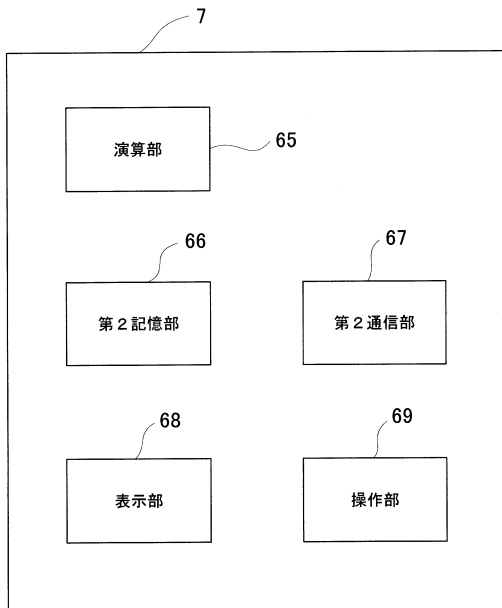
【図 2】



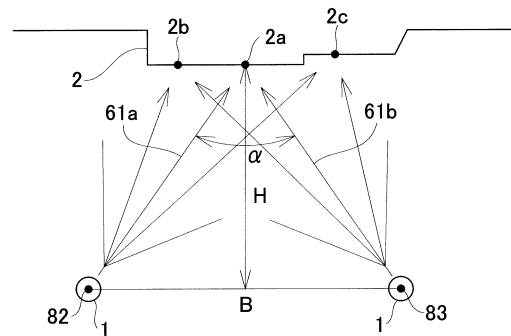
10

20

【図 3】



【図 4】

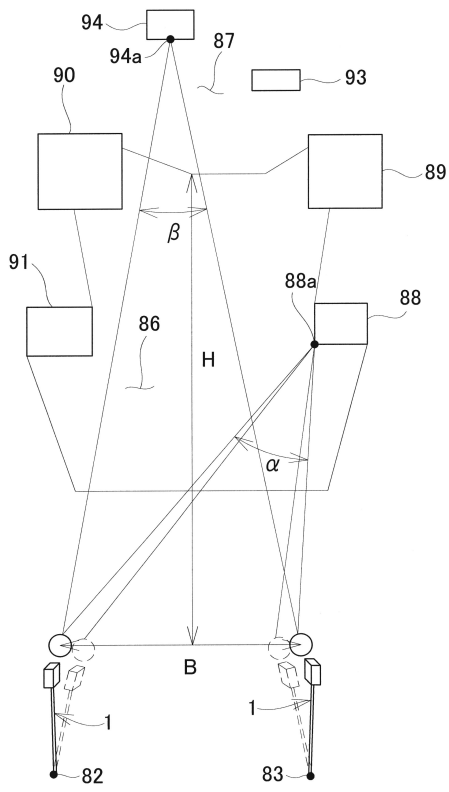


30

40

50

【 図 9 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2018/0180416 (US, A1)
特開2017-090244 (JP, A)
特開2006-170688 (JP, A)
特開2015-175644 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G01C 15/00
G01C 11/00 - 11/36