

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7009198号
(P7009198)

(45)発行日 令和4年1月25日(2022.1.25)

(24)登録日 令和4年1月14日(2022.1.14)

(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 9/00 (2006.01)	G 0 1 C 9/00 Z
	G 0 1 C 15/00 1 0 5 R
	G 0 1 C 15/00 1 0 3 D

請求項の数 5 (全18頁)

(21)出願番号	特願2017-242818(P2017-242818)	(73)特許権者	000220343 株式会社トブコン 東京都板橋区蓮沼町75番1号
(22)出願日	平成29年12月19日(2017.12.19)	(74)代理人	100083563 弁理士 三好 祥二
(65)公開番号	特開2019-109154(P2019-109154 A)	(72)発明者	大友 文夫 埼玉県朝霞市朝志ヶ丘4丁目2番地26号
(43)公開日	令和1年7月4日(2019.7.4)	(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
審査請求日	令和2年11月2日(2020.11.2)	(72)発明者	熊谷 薫 東京都板橋区蓮沼町75番1号 株式会社トブコン内
		審査官	續山 浩二

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 測量装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

基準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角度で設けられ、基準光軸を有する測量装置本体と、前記一脚に設けられ、前記測量装置本体とデータ通信可能な操作パネルと、前記測量装置本体に対して既知の位置に設けられた下方撮像部とを具備し、前記測量装置本体は、測定対象迄の距離を測定する測距部と、演算制御部と、測定対象を含む第1画像を前記基準光軸と所定関係で取得する測定方向撮像部と、前記測量装置本体の水平に対する2軸の傾斜を検出する姿勢検出部とを有し、前記操作パネルは、表示部と、演算部と、操作部とを有し、前記演算制御部、前記演算部の少なくとも一方は、前記姿勢検出部の検出結果に基づき前記基準光軸の水平に対する傾斜角及び前記一脚の鉛直に対する傾斜角を演算し、前記演算制御部、前記演算部の少なくとも一方は、前記基準光軸の水平に対する傾斜角、前記一脚の鉛直に対する傾斜角及び前記測距部の測距結果に基づき前記基準点を基準とした前記測定対象の水平距離、鉛直距離を測定する様構成され、

前記下方撮像部は、下方に向けられた下方撮像光軸を有し、前記一脚の下端及びその周囲を含む第2画像を取得し、前記演算制御部、前記演算部の少なくとも一方は、前記一脚の軸心を中心とする回転、或は下端を中心とする傾動、或は下端を中心とするみそすり回転に伴う前記第2画像間の変位を求め、該変位に基づき前記基準点を中心とした前記一脚の回転角を演算し、前記演算制御部、前記演算部の少なくとも一方は、前記一脚の回転角、前記基準光軸の水平に対する傾斜角、前記一脚の鉛直に対する傾斜角及び前記測距部の測

距結果に基づき前記基準点を基準とした前記測定対象の3次元座標を測定する様構成した測量装置。

【請求項2】

前記測距部は測距光光源と、前記基準光軸に設けられた光軸偏向部と、該光軸偏向部で偏向されない状態で前記基準光軸に合致する測距光軸と、射出方向検出部とを有し、前記光軸偏向部は1対の光学プリズムを有し、該1対の光学プリズムそれぞれの回転制御で前記測距光軸を2次元に偏向可能であり、前記射出方向検出部は、前記光学プリズムのそれぞれの回転位置に基づき前記測距光軸の偏向方向を検出し、前記演算制御部は、前記光軸偏向部を制御して測距光を2次元に走査し、走査軌跡に沿って測定した測距結果と、前記一脚の回転角、前記基準光軸の水平に対する傾斜角、前記一脚の鉛直に対する傾斜角及び測距光軸の偏向方向に基づき3次元座標のデータを取得し、前記演算制御部、前記演算部の少なくとも一方は、前記走査軌跡に沿った前記3次元座標と前記第1画像とを関連付け、前記基準点を基準とした3次元座標付き画像を取得する様構成した請求項1に記載の測量装置。

10

【請求項3】

前記第1画像と前記第2画像はオーバーラップ部分が形成される様に取得され、前記演算制御部、前記演算部の少なくとも一方は、前記第1画像と前記第2画像を合成し、前記基準点から測定対象迄を含む観察画像を作成する請求項1に記載の測量装置。

【請求項4】

前記一脚は所定長さ毎に伸縮可能であり、前記測量装置本体は、前記一脚の伸縮部に取付けられ、前記下方撮像部は前記一脚の固定部に設けられた請求項1に記載の測量装置。

20

【請求項5】

前記一脚に該一脚の倒れを規制する補助脚が設けられた請求項1又は請求項3に記載の測量装置。

【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に関するものである。

【背景技術】

【0002】

測量装置を用いて測量を実施する場合、先ず測量装置を基準点上に設置する必要がある。

30

【0003】

一般に測量装置を基準点上に設置する場合、三脚を用いて設置されるが、測量装置は三脚上で水平に整準され、又、測量装置の機械中心が前記基準点を通過する鉛直線上に正確に位置決めされなければならない。更に、基準点から前記機械中心迄の高さ(測量装置の器械高)も測定されなければならない。この為、測量装置の設置作業は、煩雑で時間と熟練が必要とされた。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【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】

【0005】

本発明は、容易に短時間で設置可能であり、設置作業で熟練を必要としない測量装置を提供するものである。

40

【課題を解決するための手段】

【0006】

50

本発明は、基準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角度で設けられ、基準光軸を有する測量装置本体と、前記一脚に設けられ、前記測量装置本体とデータ通信可能な操作パネルとを具備し、前記測量装置本体は、測定対象迄の距離を測定する測距部と、演算制御部と、測定対象を含む第1画像を前記基準光軸と所定関係で取得する測定方向撮像部と、前記測量装置本体の水平に対する2軸の傾斜を検出する姿勢検出部とを有し、前記操作パネルは、表示部と、演算部と、操作部とを有し、前記演算制御部、前記演算部の少なくとも一方は、前記姿勢検出部の検出結果に基づき前記基準光軸の水平に対する傾斜角及び前記一脚の鉛直に対する傾斜角を演算し、前記演算制御部、前記演算部の少なくとも一方は、前記基準光軸の水平に対する傾斜角、前記一脚の鉛直に対する傾斜角及び前記測距部の測距結果に基づき前記基準点を基準とした前記測定対象の水平距離、鉛直距離を測定する様構成した測量装置に係るものである。

10

【0007】

又本発明は、前記測量装置本体に対して既知の位置に設けられた下方撮像部を具備し、該下方撮像部は、下方に向けられた下方撮像光軸を有し、前記一脚の下端及びその周囲を含む第2画像を取得し、前記演算制御部、前記演算部の少なくとも一方は、前記一脚の軸心を中心とする回転、或は下端を中心とする傾動、或は下端を中心とするみそすり回転に伴う前記第2画像間の変位を求め、該変位に基づき前記基準点を中心とした前記一脚の回転角を演算し、前記演算制御部、前記演算部の少なくとも一方は、前記一脚の回転角、前記基準光軸の水平に対する傾斜角、前記一脚の鉛直に対する傾斜角及び前記測距部の測距結果に基づき前記基準点を基準とした前記測定対象の3次元座標を測定する様構成した測量装置に係るものである。

20

【0008】

又本発明は、前記測距部は測距光光源と、前記基準光軸に設けられた光軸偏向部と、該光軸偏向部で偏向されない状態で前記基準光軸に合致する測距光軸と、射出方向検出部とを有し、前記光軸偏向部は1対の光学プリズムを有し、該1対の光学プリズムそれぞれの回転制御で前記測距光軸を2次元に偏向可能であり、前記射出方向検出部は、前記光学プリズムのそれぞれの回転位置に基づき前記測距光軸の偏向方向を検出し、前記演算制御部は、前記光軸偏向部を制御して測距光を2次元に走査し、走査軌跡に沿って測定した測距結果と、前記一脚の回転角、前記基準光軸の水平に対する傾斜角、前記一脚の鉛直に対する傾斜角及び測距光軸の偏向方向に基づき3次元座標のデータを取得し、前記演算制御部、前記演算部の少なくとも一方は、前記走査軌跡に沿った前記3次元座標と前記第1画像とを関連付け、前記基準点を基準とした3次元座標付き画像を取得する様構成した測量装置に係るものである。

30

【0009】

又本発明は、前記第1画像と前記第2画像はオーバーラップ部分が形成される様に取得され、前記演算制御部、前記演算部の少なくとも一方は、前記第1画像と前記第2画像を合成し、前記基準点から測定対象迄を含む観察画像を作成する測量装置に係るものである。

【0010】

又本発明は、前記一脚は所定長さ毎に伸縮可能であり、前記測量装置本体は、前記一脚の伸縮部に取付けられ、前記下方撮像部は前記一脚の固定部に設けられた測量装置に係るものである。

40

【0011】

更に又本発明は、前記一脚に該一脚の倒れを規制する補助脚が設けられた測量装置に係るものである。

【発明の効果】**【0012】**

本発明によれば、基準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角度で設けられ、基準光軸を有する測量装置本体と、前記一脚に設けられ、前記測量装置本体とデータ通信可能な操作パネルとを具備し、前記測量装置本体は、測定対象迄の距離を測定する測距部と、演算制御部と、測定対象を含む第1画像を前記基

50

準光軸と所定関係で取得する測定方向撮像部と、前記測量装置本体の水平に対する2軸の傾斜を検出する姿勢検出部とを有し、前記操作パネルは、表示部と、演算部と、操作部とを有し、前記演算制御部、前記演算部の少なくとも一方は、前記姿勢検出部の検出結果に基づき前記基準光軸の水平に対する傾斜角及び前記一脚の鉛直に対する傾斜角を演算し、前記演算制御部、前記演算部の少なくとも一方は、前記基準光軸の水平に対する傾斜角、前記一脚の鉛直に対する傾斜角及び前記測距部の測距結果に基づき前記基準点を基準とした前記測定対象の水平距離、鉛直距離を測定する様構成したので、整準作業は必要なく、前記一脚の下端を基準点に設置するのみで測定が可能となるという優れた効果を発揮する。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】第1の実施例を示す概略図である。

【図2】測量装置本体を示す概略ブロック図である。

【図3】光軸偏向部の要部説明図である。

【図4】(A)～(C)は、前記光軸偏向部の作用説明図である。

【図5】操作パネルの概略ブロック図である。

【図6】測定方向撮像部、下方撮像部で取得した画像と測量装置本体によるスキャン軌跡との関係を示す図である。

【図7】第2の実施例を示す概略図である。

【図8】第3の実施例を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、図面を参照しつつ本発明の実施例を説明する。

【0015】

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は測量装置、2は測定対象を示す。

【0016】

前記測量装置1は、主に、一脚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。

【0017】

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と共に前記操作パネル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良い。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解してデータ通信が可能となっている。

【0018】

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。

【0019】

前記一脚3の下端は先端となっており、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(測定の基準となる点)迄の距離は既知となっている。

【0020】

前記測量装置本体4の光学系は、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。

【0021】

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

10

20

30

40

50

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。

【 0 0 2 2 】

前記補助脚 6 は、上端を中心に所定の角度、回転可能となっており、回転した位置で固定可能となっている。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 2 3 】

前記測量装置本体 4 は、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 0 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 0 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。

10

【 0 0 2 4 】

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。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 2 5 】

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 0 に対して所定の既知の角度に設定され、前記第 2 撮像光軸 8 と前記基準光軸 0 とは既知の関係となっている。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。

20

【 0 0 2 6 】

前記測定方向撮像部 2 1 の画角は 1 であり、前記下方撮像部 5 の画角は 2 であり、1 と 2 とは等しくても良く又異なっても良い。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良いが、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。

【 0 0 2 7 】

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。

30

【 0 0 2 8 】

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、姿勢検出部 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 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 2 9 】

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（LD）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。

40

【 0 0 3 0 】

前記測距演算部 1 3 は前記発光素子 2 7 を発光させ、前記発光素子 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光のいずれが用いられてもよい。

50

【 0 0 3 1 】

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 3 2 】

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。

10

【 0 0 3 3 】

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オトダイオード (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、測定対象 2 迄の測距を行う。

【 0 0 3 4 】

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、測距部 2 4 が取得した測距データを前記操作パネル 7 に送信し、該操作パネル 7 からの操作コマンドを受信する。

20

【 0 0 3 5 】

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、演算プログラム等の各種プログラムが格納される。又、測距データ、画像データ等の各種データが格納される。

【 0 0 3 6 】

図 3 を参照して、前記光軸偏向部 1 9 について説明する。

【 0 0 3 7 】

該光軸偏向部 1 9 は、一対の光学プリズム 4 1、4 2 から構成される。該光学プリズム 4 1、4 2 は、それぞれ同径の円板形であり、前記測距光軸 3 5 上に該測距光軸 3 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。前記光学プリズム 4 1 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 4 3 a、4 3 b、4 3 c を有している。前記光学プリズム 4 2 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 4 4 a、4 4 b、4 4 c を有している。尚、前記三角プリズム 4 3 a、4 3 b、4 3 c と前記三角プリズム 4 4 a、4 4 b、4 4 c は、全て同一偏角の光学特性を有している。

30

【 0 0 3 8 】

尚、中心に位置する前記三角プリズム 4 3 a、4 4 a の幅は、前記測距光 3 3 のビーム径よりも大きくなっており、該測距光 3 3 は前記三角プリズム 4 3 a、4 4 a のみを透過する様になっている。

40

【 0 0 3 9 】

前記光軸偏向部 1 9 の中央部 (前記三角プリズム 4 3 a、4 4 a) は、前記測距光 3 3 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 1 9 の中央部を除く部分 (前記三角プリズム 4 3 a、4 4 a の両端部及び前記三角プリズム 4 3 b、4 3 c、前記三角プリズム 4 4 b、4 4 c) は、前記反射測距光 3 4 が透過し、入射する第 2 光軸偏向部である反射測距光偏向部となっている。

【 0 0 4 0 】

前記光学プリズム 4 1、4 2 は、それぞれ前記受光光軸 3 1 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 4 1、4 2 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 3 3 の前記射出光軸 2 6 を任意の方向

50

に偏向し、又受光される前記反射測距光 3 4 の前記受光光軸 3 1 を前記射出光軸 2 6 と平行に偏向する。

【 0 0 4 1 】

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 0) を中心とする円形であり、前記反射測距光 3 4 の広がり方を考慮し、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 4 2 】

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。

【 0 0 4 3 】

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 4 4 】

前記モータ 4 8 , 5 0 は、回転角を検出できるもの、或は駆動入力値に対応した回転をするもの、例えばパルスモータが用いられる。或は、モータの回転量 (回転角) を検出する回転角検出器、例えばエンコーダ等を用いて前記モータ 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。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 4 5 】

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 4 6 】

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 4 7 】

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 が前記三角プリズム 4 3 a , 4 4 a (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。

【 0 0 4 8 】

前記測定対象 2 から反射された前記反射測距光 3 4 は、前記三角プリズム 4 3 b , 4 3 c 及び前記三角プリズム 4 4 b , 4 4 c (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 4 9 】

前記射出方向検出部 2 2 は、前記モータ 4 8 , 5 0 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 4 8 , 5 0 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 4 8 , 5 0 の回転角を検出する。又、前記射出方向検出部 2 2 は、前記モータ 4 8 , 5 0 の回転角に基づき、前記光学プリズム 4 1 , 4 2 の回転位置を演算する。

【 0 0 5 0 】

更に、前記射出方向検出部 2 2 は、前記光学プリズム 4 1 , 4 2 の屈折率と、該光学プリズム 4 1 , 4 2 を一体とした時の回転位置、両光学プリズム 4 1 , 4 2 間の相対回転角と

10

20

30

40

50

に基づき、各パルス光毎の前記測距光 3 3 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 1 4 に入力される。尚、前記測距光 3 3 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。

【0051】

前記演算制御部 1 4 は、前記モータ 4 8 , 5 0 の回転方向、回転速度、前記モータ 4 8 , 5 0 間の回転比を制御することで、前記光学プリズム 4 1 , 4 2 の相対回転、全体回転を制御し、前記光軸偏向部 1 9 による偏向作用を制御する。又、前記測距光 3 3 の偏角、射出方向から、前記測距光軸 3 5 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 2 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 1 は、トータルステーションとして機能する。

10

【0052】

次に、前記姿勢検出部 2 0 について説明する。尚、該姿勢検出部 2 0 としては、特許文献 1 に開示された姿勢検出部を使用することができる。

【0053】

該姿勢検出部 2 0 について簡単に説明する。該姿勢検出部 2 0 は、フレーム 5 4 を有している。該フレーム 5 4 は、前記筐体 2 5 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。

【0054】

前記フレーム 5 4 にはジンバルを介してセンサブロック 5 5 が取付けられている。該センサブロック 5 5 は、直交する 2 軸を中心に 2 方向にそれぞれ 3 6 0 ° 回転自在となっている。

20

【0055】

該センサブロック 5 5 には、第 1 傾斜センサ 5 6 、第 2 傾斜センサ 5 7 が取付けられている。前記第 1 傾斜センサ 5 6 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 5 7 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。

【0056】

前記センサブロック 5 5 の、前記フレーム 5 4 に対する 2 軸についての各相対回転角は、エンコーダ 5 8 , 5 9 によってそれぞれ検出される様になっている。

30

【0057】

又、前記センサブロック 5 5 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 5 6 、前記第 2 傾斜センサ 5 7 からの検出結果に基づき、前記センサブロック 5 5 を水平に維持する様に前記演算制御部 1 4 によって制御される。

【0058】

前記センサブロック 5 5 が傾斜していた場合（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 5 5 （水平）に対する前記フレーム 5 4 の各軸方向の相対回転角が前記エンコーダ 5 8 , 5 9 によってそれぞれ検出される。該エンコーダ 5 8 , 5 9 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。

40

【0059】

前記センサブロック 5 5 は、2 軸について 3 6 0 ° 回転自在であるので、前記姿勢検出部 2 0 がどのような姿勢となろうとも、例えば該姿勢検出部 2 0 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。

【0060】

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 5 7 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 5 7 は前記第 1 傾斜センサ 5 6 に比べ検出精度が悪いのが一般的である。

50

【 0 0 6 1 】

前記姿勢検出部 2 0 では、高精度の前記第 1 傾斜センサ 5 6 と高応答性の前記第 2 傾斜センサ 5 7 を具備することで、該第 2 傾斜センサ 5 7 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 5 6 により高精度の姿勢検出を可能とする。

【 0 0 6 2 】

該第 1 傾斜センサ 5 6 の検出結果で、前記第 2 傾斜センサ 5 7 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 5 6 が水平を検出した時の前記エンコーダ 5 8 , 5 9 の値、即ち実際の傾斜角と前記第 2 傾斜センサ 5 7 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 5 7 の傾斜角を較正することができる。

【 0 0 6 3 】

従って、予め、該第 2 傾斜センサ 5 7 の検出傾斜角と、前記第 1 傾斜センサ 5 6 による水平検出と前記エンコーダ 5 8 , 5 9 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 5 7 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 5 7 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 5 7 の検出結果と補正值で求めてもよい。

【 0 0 6 4 】

前記演算制御部 1 4 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 5 7 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 1 4 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 5 6 が追従可能な状態では、該第 1 傾斜センサ 5 6 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 5 7 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 5 7 からの検出結果に基づき前記姿勢検出部 2 0 による姿勢検出を行ってもよい。

【 0 0 6 5 】

尚、前記第 1 記憶部 1 5 には、前記第 1 傾斜センサ 5 6 の検出結果と前記第 2 傾斜センサ 5 7 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 5 6 からの信号に基づき、該第 2 傾斜センサ 5 7 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 5 7 による検出結果を前記第 1 傾斜センサ 5 6 の検出精度迄高めることができる。よって、前記姿勢検出部 2 0 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。

【 0 0 6 6 】

前記測定方向撮像部 2 1 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 6 1 と、該第 1 撮像光軸 6 1 に配置された撮像レンズ 6 2 とを有している。前記測定方向撮像部 2 1 は、前記光学プリズム 4 1 , 4 2 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 6 1 と前記射出光軸 2 6 及び前記基準光軸 O との関係は既知であり、前記第 1 撮像光軸 6 1 と前記射出光軸 2 6 及び前記基準光軸 O とは平行であり、又各光軸間の距離は既知の値となっている。

【 0 0 6 7 】

又、前記測定方向撮像部 2 1 は、静止画像又は連続画像或は動画画像が取得可能である。前記測定方向撮像部 2 1 で取得された画像は、前記操作パネル 7 に送信され、該操作パネル 7 の表示部 6 8（後述）に表示され、作業者は該表示部 6 8 に表示された画像を観察して測定作業を実行できる。

【 0 0 6 8 】

前記撮像制御部 1 6 は、前記測定方向撮像部 2 1 の撮像を制御する。前記撮像制御部 1 6 は、前記測定方向撮像部 2 1 が前記動画画像、又は連続画像を撮像する場合に、該動画画像、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 でスキャンするタイミングとの同期を取っている。前記演算制御部 1 4 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 1 6 は、前記第 1 通信部 1 8、第 2 通信部 6 7 を介して前記測定方向撮像部 2 1 と前記下方撮像部 5 との撮

10

20

30

40

50

像タイミングの同期制御を行っている。

【 0 0 6 9 】

前記測定方向撮像部 2 1 の撮像素子 6 3 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 6 1 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。又、前記第 1 撮像光軸 6 1 と前記基準光軸 O との関係が既知であるので、前記測距部 2 4 による測定位置と前記撮像素子 6 3 上での位置との相互関連付けが可能である。前記撮像素子 6 3 から出力される画像信号は、前記撮像制御部 1 6 を介して前記画像処理部 1 7 に入力される。

【 0 0 7 0 】

前記光軸偏向部 1 9 の偏向作用、スキャン作用について、図 4 (A) ~ 図 4 (C) を参照して説明する。

【 0 0 7 1 】

尚、図 4 (A) では、説明を簡略化する為、前記光学プリズム 4 1 , 4 2 について、前記三角プリズム 4 3 a , 4 4 a と、前記三角プリズム 4 3 b , 4 3 c , 4 4 b , 4 4 c とを分離して示している。又、図 4 (A) は、前記三角プリズム 4 3 a , 4 4 a 、前記三角プリズム 4 3 b , 4 3 c , 4 4 b , 4 4 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、 30° ）が得られる。又、最少の偏角は、前記光学プリズム 4 1 , 4 2 のいずれか一方が 180° 回転した位置であり、該光学プリズム 4 1 , 4 2 の相互の光学作用が相殺され、偏角は 0° となる。従って、前記光学プリズム 4 1 , 4 2 を経て射出、受光されるレーザ光線の光軸（前記測距光軸 3 5 ）は、前記基準光軸 O と合致する。

【 0 0 7 2 】

前記発光素子 2 7 から前記測距光 3 3 が発せられ、該測距光 3 3 は前記投光レンズ 2 8 で平行光束とされ、前記測距光偏向部（前記三角プリズム 4 3 a , 4 4 a ）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 3 3 は前記三角プリズム 4 3 a , 4 4 a によって所要の方向に偏向されて射出される（図 4 (A) ）。

【 0 0 7 3 】

前記測定対象 2 で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を透過して入射され、前記結像レンズ 3 8 により前記受光素子 3 9 に集光される。

【 0 0 7 4 】

前記反射測距光 3 4 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 3 4 の光軸は、前記受光光軸 3 1 と合致する様に前記三角プリズム 4 3 b , 4 3 c 及び前記三角プリズム 4 4 b , 4 4 c によって偏向される（図 4 (A) ）。

【 0 0 7 5 】

前記光学プリズム 4 1 と前記光学プリズム 4 2 との回転位置の組み合わせにより、射出する前記測距光 3 3 の偏向方向、偏角を任意に変更することができる。

【 0 0 7 6 】

又、前記光学プリズム 4 1 と前記光学プリズム 4 2 との位置関係を固定した状態で（前記光学プリズム 4 1 と前記光学プリズム 4 2 とで得られる偏角を固定した状態で）、前記モータ 4 8 , 5 0 により、前記光学プリズム 4 1 と前記光学プリズム 4 2 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 3 3 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。

【 0 0 7 7 】

従って、前記発光素子 2 7 よりレーザ光線を発光させつつ、前記光軸偏向部 1 9 を回転させれば、前記測距光 3 3 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。

【 0 0 7 8 】

図 4 (B) は、前記光学プリズム 4 1 と前記光学プリズム 4 2 とを相対回転させた場合を

10

20

30

40

50

示している。前記光学プリズム 4 1 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 4 2 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 4 1 , 4 2 による光軸の偏向は、該光学プリズム 4 1 , 4 2 間の角度差 として、合成偏向 C となる。

【 0 0 7 9 】

従って、前記光学プリズム 4 1 と前記光学プリズム 4 2 を逆向きに同期して等速度で往復回転させた場合、前記光学プリズム 4 1 , 4 2 を透過した前記測距光 3 3 は、直線状にスキャンされる。従って、前記光学プリズム 4 1 と前記光学プリズム 4 2 とを逆向きに等速度で往復回転させることで、図 4 (B) に示される様に、前記測距光 3 3 を合成偏向 C 方向に直線の軌跡 6 4 で往復スキャンさせることができる。

10

【 0 0 8 0 】

更に、図 4 (C) に示される様に、前記光学プリズム 4 1 の回転速度に対して遅い回転速度で前記光学プリズム 4 2 を回転させれば、角度差 は漸次増大しつつ前記測距光 3 3 が回転される。従って、該測距光 3 3 のスキャン軌跡はスパイラル状となる。

【 0 0 8 1 】

又、前記光学プリズム 4 1 、前記光学プリズム 4 2 の回転方向、回転速度を個々に制御することで、前記測距光 3 3 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が得られる。

【 0 0 8 2 】

例えば、前記光学プリズム 4 1 と前記光学プリズム 4 2 の、一方の光学プリズム 4 1 を 2 5 回転、他方の光学プリズム 4 2 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 (花びらパターン 7 4 (内トロコイド曲線)) が得られる。

20

【 0 0 8 3 】

前記下方撮像部 5 について説明する。

【 0 0 8 4 】

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。

【 0 0 8 5 】

前記下方撮像部 5 の撮像は、前記撮像制御部 1 6 によって前記測定方向撮像部 2 1 の撮像、前記測距部 2 4 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。

30

【 0 0 8 6 】

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、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 0 8 7 】

前記操作パネル 7 について図 5 を参照して略述する。

40

【 0 0 8 8 】

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 から取外し、前記操作パネル 7 単体の状態で、作業者が保持し、操作可能としてもよい。

【 0 0 8 9 】

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。

【 0 0 9 0 】

50

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。

【 0 0 9 1 】

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 0 9 2 】

前記表示部 6 8 は、前記測量装置本体 4 の測定状態、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 が取得した画像を表示する。前記操作部 6 9 から前記測量装置本体 4 に測定作業に関する指令等、各種指令を入力できる様になっている。

【 0 0 9 3 】

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 0 9 4 】

図 1 ~ 図 6 を参照して、前記測量装置 1 の測定作用について説明する。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 が実行することでなされる。

【 0 0 9 5 】

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 を略垂直として作業者が保持する。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 0 9 6 】

前記一脚 3 を前記一脚 3 の下端を中心に回転し、或は前記一脚 3 を前後、左右に傾斜し、或はみそすり回転し、更に前記測量装置本体 4 の前記光軸偏向部 1 9 を用いて前記測距光 3 3 を測定対象 2 に向ける。前記測距光 3 3 が前記測定対象 2 に向けられ、前記表示部 6 8 に表示された前記測定方向撮像部 2 1 の撮像画像上に前記測距光 3 3 の方向が表示される。

【 0 0 9 7 】

前記測距光 3 3 を前記測定対象 2 に合わせた状態に、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 0 9 8 】

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 0 9 9 】

尚、前記測量装置 1 の水平に対する傾斜は、前記姿勢検出部 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 0 0 】

次に、図 6 を参照して前記一脚 3 の下端を中心とする回転角の検出について説明する。

【 0 1 0 1 】

図 6 中、7 1 は前記測定方向撮像部 2 1 の第 1 画像取得範囲、7 2 は前記下方撮像部 5 の第 2 画像取得範囲、7 3 は前記光軸偏向部 1 9 による前記測距光軸 3 5 の偏向範囲、7 4 は測距光を複数回照射しつつ前記光軸偏向部 1 9 により花びらパターンでスキャンした場

10

20

30

40

50

合の軌跡を示している。前記花びらパターン 7 4 に示されるドットは複数回の測距光の照射点を示す。又、7 5 は前記第 1 画像取得範囲 7 1 の画像中心（該画像中心 7 5 は前記第 1 撮像光軸 6 1 と合致する）、7 6 は前記第 2 画像取得範囲 7 2 の画像中心（該画像中心 7 6 は、前記第 2 撮像光軸 8 と合致する）を示している。

【0102】

又、図 1 に於いて、1 は前記測定方向撮像部 2 1 の画角、2 は前記下方撮像部 5 の画角、3 は前記測量装置本体 4 のスキャン範囲をそれぞれ示している。

【0103】

更に、図 6 は、前記第 1 撮像光軸 6 1 と前記第 2 撮像光軸 8 間の角度が例えば 60° に設定され、前記基準光軸 O が前記第 1 撮像光軸 6 1 に対して例えば 6° 下方に傾斜している、つまり、4 は 54° となる。又前記一脚 3 が後方（前記測定対象 2 から離反する方向）に 5° 傾いて保持された状態を示している。

10

【0104】

前記第 2 撮像光軸 8 は、下方に向けられ、前記一脚 3 の下端を含む様に、画像取得範囲が設定されている。従って、前記下方撮像部 5 が取得する画像には、前記基準点 R を含み、更に測定者側の範囲（図示では略 80° の範囲）の画像が含まれている。

【0105】

この前記基準点 R を中心とした所定半径の回転検出画像 7 7 として設定し、リアルタイムで取得する。

【0106】

測定開始時の前記回転検出画像 7 7 を取得し、該回転検出画像 7 7 を回転基準画像 7 7 a として設定する。

20

【0107】

測定開始以降の回転角を検出する場合は、前記回転基準画像 7 7 a に対する前記回転検出画像 7 7 の前記基準点 R を中心とした回転変化を検出し、回転変化に基づき前記回転角を演算する。前記回転角は前記姿勢検出部 2 0 の検出結果に基づき水平角に変換される。尚、前記水平角の検出は、前記回転検出画像 7 7 を前記姿勢検出部 2 0 の検出結果に基づき射影変換を施して、水平画像に変換してから水平回転変化検出して水平角を求めてもよい。

【0108】

次に、図 1 に示される様に、前記測量装置本体 4 により前記測定対象 2 を測定すると、前記測定対象 2 迄の斜距離が測定され、更に前記第 1 撮像光軸 6 1 に対する前記基準光軸 O の偏角（図 6 では 6° ）と前記基準光軸 O に対する前記測距光軸 3 5 の偏角が前記射出方向検出部 2 2 によって検出され、又前記測量装置本体 4 の水平に対する傾斜角が前記姿勢検出部 2 0 によって検出され、前記測距光軸 3 5 の水平に対する傾斜角が演算され、前記一脚 3 の水平回転変化が前記回転検出画像 7 7 から検出される。

30

【0109】

前記測距光軸 3 5 の水平に対する傾斜角に基づき、前記斜距離が水平角に補正され、前記測距光軸 3 5 の水平に対する傾斜角、検出された前記水平角に基づき方向角が演算される。又、前記一脚 3 の長さと同前記第 1 撮像光軸 6 1 に対する前記一脚 3 の倒れが既知であることから、前記一脚 3 の下端（即ち、前記基準点 R）を基準とした前記測定対象 2 の 3 次元座標が求められる。

40

【0110】

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。

【0111】

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

【0112】

図 6 に示される様に、前記光軸偏向部 1 9 は前記偏向範囲 7 3 の範囲で、前記測距光軸 3 5 を自在に偏向できる。前記光学プリズム 4 1 と前記光学プリズム 4 2 の回転を制御する

50

ことで、前記花びらパターン74の軌跡でスキャンさせることができる。スキャン過程でパルス測距光を照射することで、前記花びらパターン74の軌跡に沿った測距データを取得することができる。又、測距データ密度を上げる場合は、前記花びらパターン74が1パターンスキャンされる度に前記花びらパターン74を周方向に所定角度回転させればよい。又、スキャンと同期して第1画像、第2画像が取得される。

【0113】

又、スキャン中心を変更する場合（スキャン範囲を変更する場合）は、前記一脚3を軸心を中心に回転させるか、或は下端を中心にみそすり回転させるか、或は前記一脚3の倒れ角を変更する。而して、所望の方向の、所望の範囲の測距データを容易に取得することができる。

10

【0114】

又、前記測定方向撮像部21で取得した第1画像と、前記下方撮像部5で取得した第2画像とを合成する場合は、両画像のオーバーラップ部分を用いて行うことができる。或は、図6に示される様に、前記花びらパターン74の一部が前記第2画像取得範囲72に含まれる様にスキャンを実行し、前記第1画像中の軌跡に沿った測距データ、前記第2画像中の軌跡に沿った測距データを用いて直ちに前記第1画像と前記第2画像との合成が可能である。

【0115】

尚、合成に用いられる軌跡に沿ったデータは、前記第1画像、前記第2画像に共通に含まれる軌跡に沿ったデータを用いてもよく、或は前記第1画像、前記第2画像の個別に含まれる軌跡に沿ったデータの座標値を用いて前記第1画像と前記第2画像とを合成してもよい。

20

【0116】

前記第1画像と前記第2画像を合成することで、前記基準点Rから測定対象2迄を含む広範囲の観察画像が取得でき、測定範囲、測定位置の確認が容易になり、作業性が向上する。又、第1画像、或は合成画像と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3次元データ付の画像が取得できる。

【0117】

図7は第2の実施例を示している。図7中、図1中で示したものと同等のものには同符号を付しその説明を省略する。

30

【0118】

第2の実施例では、一脚3が伸縮可能であり、該一脚3は既知の所定間隔（例えば、10cm間隔）毎に伸縮し、且つ伸縮した長さが固定できる構造を有している。

【0119】

又、第2の実施例では、下方撮像部5が測量装置本体4に対して分離可能となっており、該測量装置本体4が前記一脚3の伸縮部に取付けられ、前記下方撮像部5が前記一脚3の固定部に取付けられ、前記一脚3を伸縮した場合、前記測量装置本体4の高さのみが変更される構成である。

【0120】

第2の実施例では、測定対象2の高さに対応して前記測量装置本体4の高さが変更でき、測距データの補正等が容易となる。

40

【0121】

図8は、第3の実施例を示している。図8中、図1中で示したものと同等のものには同符号を付しその説明を省略する。

【0122】

第3の実施例では、補助脚6の回転範囲を拡大し、該補助脚6を略水平、或は水平以上に回転可能としている。更に、前記補助脚6を伸縮可能な構造としている。

【0123】

第3の実施例の測定作業の1態様としては、前記補助脚6を短縮させ、該補助脚6を作業者の脇に挟み、一脚3を固定する。第3の実施例では、作業者の両手が明き、両手作業が

50

可能となる。更に、前記補助脚 6 を前記一脚 3 の軸心を中心として回転させる場合、或は下端を中心として傾動、或はみそすり回転させる場合のハンドルとして使用でき、作業性が向上する。

【 0 1 2 4 】

尚、上記実施例では、測量装置本体として光軸偏向部 1 9 を有し、2次元スキャン可能な測量装置本体 4 を用いたが、測距機能のみを有する測量装置本体を設けてもよい。この場合、走査データは取得できないが、測量装置 1 を整準作業等の設置作業が不要で簡単に設置でき、所望の測定点の3次元座標の測定が可能である。

【 0 1 2 5 】

更に、この場合、市販のレーザ距離計を測量装置本体 4 として使用することができ、測量装置 1 を安価に構成することができる。

10

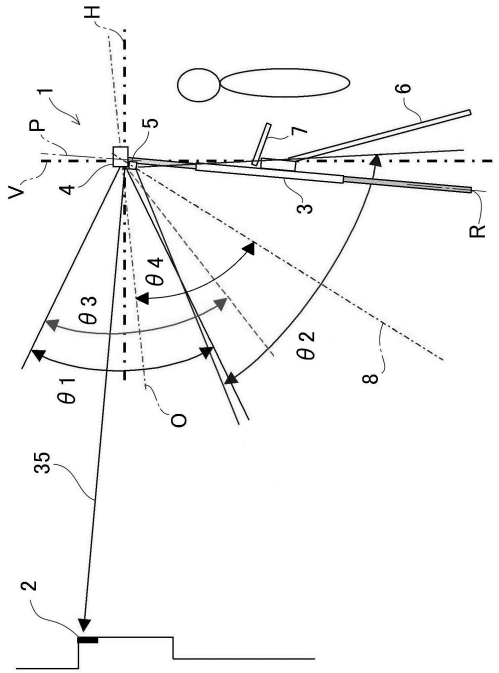
【符号の説明】

【 0 1 2 6 】

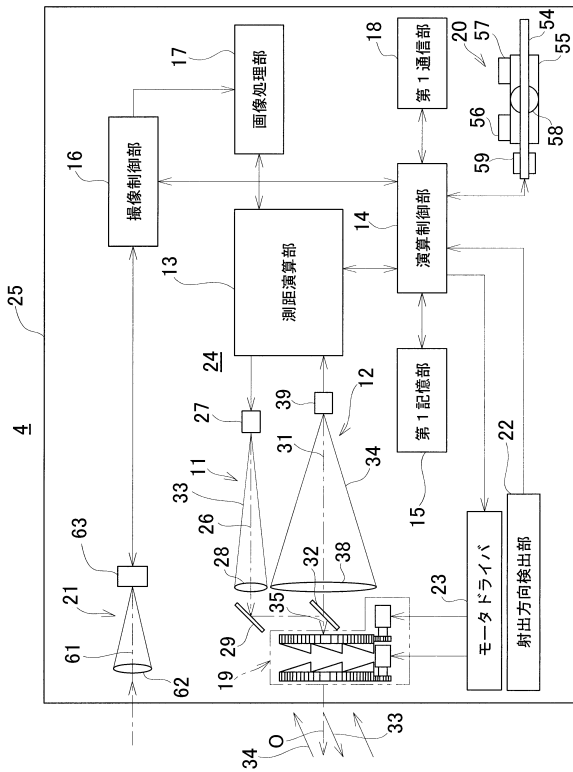
1	測量装置	
2	測定対象	
3	一脚	
4	測量装置本体	
5	下方撮像部	
6	補助脚	
7	操作パネル	20
8	第 2 撮像光軸	
1 1	測距光射出部	
1 2	受光部	
1 3	測距演算部	
1 4	演算制御部	
1 5	第 1 記憶部	
1 8	第 1 通信部	
1 9	光軸偏向部	
2 0	姿勢検出部	
2 1	測定方向撮像部	30
2 2	射出方向検出部	
2 4	測距部	
2 7	発光素子	
3 3	測距光	
3 4	反射測距光	
3 5	測距光軸	
4 1 , 4 2	光学プリズム	
6 5	演算部	
6 7	第 2 通信部	
6 8	表示部	40
6 9	操作部	
7 1	第 1 画像取得範囲	
7 2	第 2 画像取得範囲	
7 3	偏向範囲	

【図面】

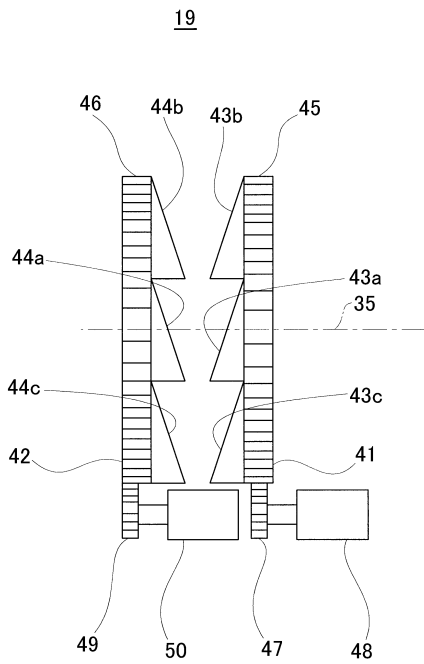
【図 1】



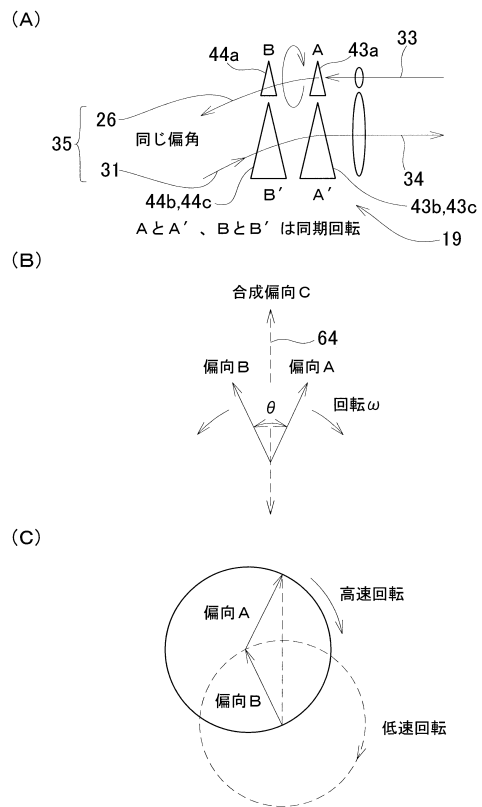
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

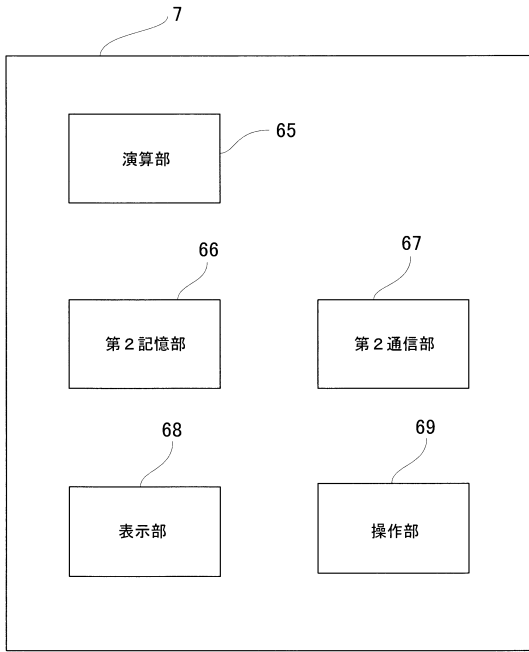
20

30

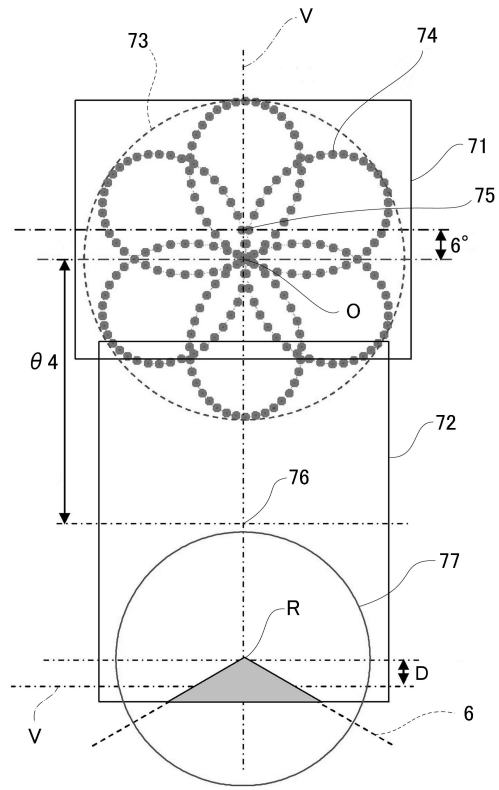
40

50

【図5】



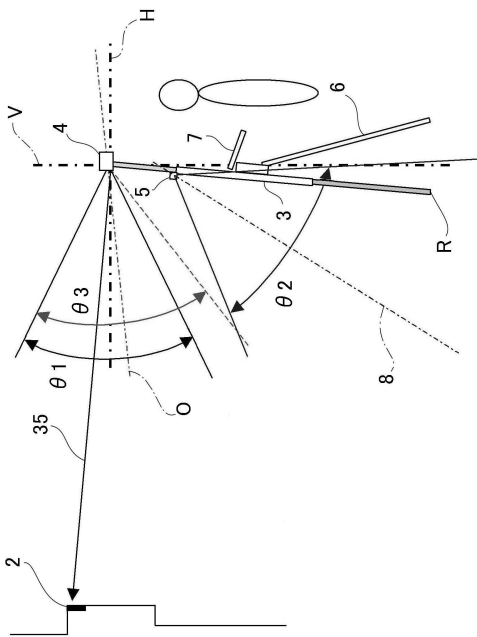
【図6】



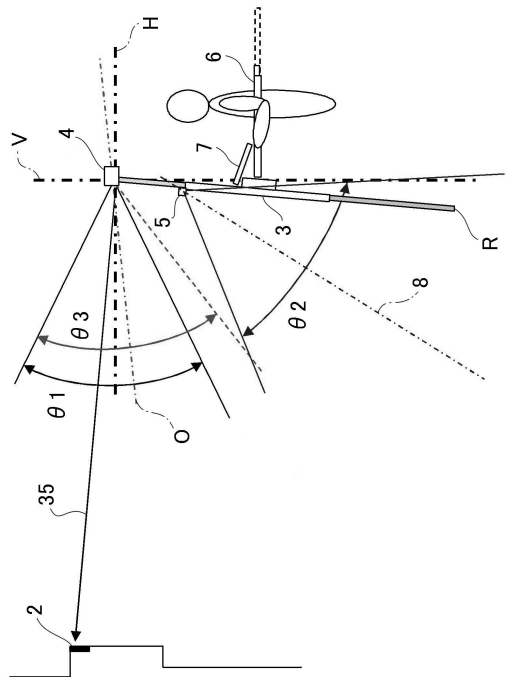
10

20

【図7】



【図8】



30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2017-090244(JP,A)
米国特許出願公開第2015/0276402(US,A1)
特開平09-243367(JP,A)
特開2017-096629(JP,A)
特開2017-142081(JP,A)
特開2017-044550(JP,A)
米国特許第06144308(US,A)
国際公開第2017/093088(WO,A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G01C 15/00
G01C 9/00