

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7202242号
(P7202242)

(45)発行日 令和5年1月11日(2023.1.11)

(24)登録日 令和4年12月27日(2022.12.27)

(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 5 R

G 0 1 C 15/00 1 0 3 A

請求項の数 8 (全20頁)

(21)出願番号	特願2019-70735(P2019-70735)	(73)特許権者	000220343
(22)出願日	平成31年4月2日(2019.4.2)		株式会社トブコン
(65)公開番号	特開2020-169866(P2020-169866 A)	(74)代理人	東京都板橋区蓮沼町7 5 番 1 号 100083563
(43)公開日	令和2年10月15日(2020.10.15)		弁理士 三好 祥二
審査請求日	令和4年3月14日(2022.3.14)	(72)発明者	平野 聡 東京都板橋区蓮沼町7 5 番 1 号 株式会 社トブコン内
		(72)発明者	熊谷 薫 東京都板橋区蓮沼町7 5 番 1 号 株式会 社トブコン内
		(72)発明者	大友 文夫 埼玉県朝霞市朝志ヶ丘4 丁目2 番地2 6 号
		(72)発明者	大佛 一毅

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、前記一脚の中途部から下方に向って所定の角度で延出する2本の補助脚と、該補助脚の下端にそれぞれ設けられた車輪とを具備し、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、測定対象を含む観察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、前記測量装置本体は前記一脚と前記補助脚とにより3点支持される様構成された測量装置。

10

【請求項2】

前記一脚は、下端に設けられた基準板と、該基準板の上面に設けられた基準視標と、該基準視標の中心と軸心が合致する様前記基準板の下面に設けられた石突きとを有し、該石突きが前記基準点に合致される請求項1に記載の測量装置。

【請求項3】

前記車輪は、該車輪の転がりを防止する固定手段を更に有する請求項1又は請求項2に記載の測量装置。

【請求項4】

前記測量装置本体は、前記一脚に対して縦回転可能且つ横回転可能に設けられ、前記測量装置本体の縦回転角を検出する縦回転検出器と、前記測量装置本体の横回転角を検出す

20

る横回転検出器とを更に有する請求項 1～請求項 3 のうちいずれか 1 項に記載の測量装置。

【請求項 5】

前記演算制御部は、前記姿勢検出器の検出結果に基づき、前記縦回転検出器が検出した縦回転角を鉛直角に変換し、前記横回転検出器が検出した横回転角を水平角に変換する請求項 4 に記載の測量装置。

【請求項 6】

前記車輪に該車輪の回転を測定する回転計を設け、前記車輪の径と該車輪間の間隔と該車輪の回転数に基づき、前記一脚の下端の移動距離と方向の変化とを推定する請求項 1～請求項 5 のうちいずれか 1 項に記載の測量装置。

【請求項 7】

時間測定手段を有し、該時間測定手段は前記車輪の回転と同期して時間を計測し、前記演算制御部は、前記一脚の下端の移動距離と方向の変化を時間と関連付ける様構成された請求項 6 に記載の測量装置。

【請求項 8】

前記車輪間の間隔を変更可能とし、該車輪間の間隔を検出する開度検出手段を更に具備する請求項 1～請求項 7 のうちいずれか 1 項に記載の測量装置。

【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。

【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。

【0004】

又、従来では、傾斜センサを内蔵する測量装置本体を一脚上に設け、一脚の下端を基準点上に設置する測量装置がある。この測量装置は、測量装置本体を水平に整準する必要がない為、設置が容易であり、更に移動も容易である。

【0005】

高精度な傾斜センサを用いて鉛直角を測定する為には、測量装置本体の高安定化が求められる。然し乍ら、上記一脚の測量装置の場合、測量装置本体が一脚上に設けられる構成である為、測定中に測量装置本体を安定して保持し続けることが困難であり、測定中に測量装置本体から手を離すこともできない。更に、測量装置本体に高容量の電池や高性能な演算処理系等を搭載すると、重量が増し、測量装置の移動も困難となるという問題があった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【文献】特開 2017-90244 号公報

特開 2016-151423 号公報

特開 2016-161411 号公報

特開 2016-151422 号公報

特開 2017-106813 号公報

特開 2019-15601 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、移動を容易とすると共に、測定中の安定性の向上を図る測量装置を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

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、前記一脚の中途部から下方に向って所定の角度で延出する2本の補助脚と、該補助脚の下端にそれぞれ設けられた車輪とを具備し、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、測定対象を含む観察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、前記測量装置本体は前記一脚と前記補助脚とにより3点支持される様構成された測量装置に係るものである。

10

【0009】

又本発明は、前記一脚は、下端に設けられた基準板と、該基準板の上面に設けられた基準視標と、該基準視標の中心と軸心が合致する様前記基準板の下面に設けられた石突きとを有し、該石突きが前記基準点に合致される測量装置に係るものである。

【0010】

20

又本発明は、前記車輪は、該車輪の転がりを防止する固定手段を更に有する測量装置に係るものである。

【0011】

又本発明は、前記測量装置本体は、前記一脚に対して縦回転可能且つ横回転可能に設けられ、前記測量装置本体の縦回転角を検出する縦回転検出器と、前記測量装置本体の横回転角を検出する横回転検出器とを更に有する測量装置に係るものである。

【0012】

又本発明は、前記演算制御部は、前記姿勢検出器の検出結果に基づき、前記縦回転検出器が検出した縦回転角を鉛直角に変換し、前記横回転検出器が検出した横回転角を水平角に変換する測量装置に係るものである。

30

【0013】

又本発明は、前記車輪に該車輪の回転を測定する回転計を設け、前記車輪の径と該車輪間の間隔と該車輪の回転数に基づき、前記一脚の下端の移動距離と方向の変化とを推定する測量装置に係るものである。

【0014】

又本発明は、時間測定手段を有し、該時間測定手段は前記車輪の回転と同期して時間を計測し、前記演算制御部は、前記一脚の下端の移動距離と方向の変化を時間と関連付ける様構成された測量装置に係るものである。

【0015】

更に又本発明は、前記車輪間の間隔を変更可能とし、該車輪間の間隔を検出する開度検出手段を更に具備する測量装置に係るものである。

40

【発明の効果】

【0016】

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、前記一脚の中途部から下方に向って所定の角度で延出する2本の補助脚と、該補助脚の下端にそれぞれ設けられた車輪とを具備し、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、測定対象を含む観察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

50

制御部とを有し、前記測量装置本体は前記一脚と前記補助脚とにより３点支持される様構成されたので、測定中の前記測量装置本体の姿勢を安定して維持できると共に、重量が増大した場合であっても前記車輪を介して容易に移動させることができるという優れた効果を発揮する。

【図面の簡単な説明】

【００１７】

【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２の実施例に係る測量装置を示す側面図である。

10

【図５】本発明の第２の実施例に係る測量装置を示す背面図である。

【図６】本発明の第３の実施例に係る測量装置を示す背面図である。

【図７】（Ａ）は車輪と基準板との関係を示す説明図であり、（Ｂ）は車輪の回転数と時間、及び移動距離と時間との関係を示すグラフである。

【図８】本発明の第４の実施例に係る測量装置を示す側面図である。

【図９】（Ａ）～（Ｄ）は、一脚の伸縮又は測量装置本体が回転した場合の下方画像の変化を示す説明図である。

【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。

20

【００１９】

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。

【００２０】

前記測量装置１は、主に、一脚３と、該一脚３の上端に設けられた測量装置本体４と、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設けられた操作パネル５を有している。

【００２１】

該操作パネル５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５は、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５を前記一脚３から分離し、前記操作パネル５単体で操作可能としてもよい。

30

【００２２】

又、前記一脚３の中途部には、処理制御器１０が設けられている。該処理制御器１０には、例えば高性能な演算処理部や、大容量な電池等が収納されている。前記操作パネル５と前記測量装置本体４と前記処理制御器１０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。尚、高性能な演算処理部、大容量な電池等が不要である場合には、前記処理制御器１０を省略してもよい。

【００２３】

前記一脚３の下端には方形で板状の基準板６が設けられ、該基準板６の上面には、例えば十字を有する基準視標７が設けられている。該基準視標７の設けられている位置は、後述する下方撮像部８で撮影可能な位置であり、該下方撮像部８の画角や前記基準板６の大きさに応じて適宜決定される。又、前記基準視標７の十字のうちの１本（基準線７ａ）は、前記測量装置本体４の基準光軸Ｏと平行であり、前記基準線７ａの先端側が前記測量装置本体４の視準方向（基準光軸Ｏの方向）となる。

40

【００２４】

前記基準板６の下面には石突き９が設けられている。該石突き９はテーパ形状であり、下端が尖端となっている。又、前記石突き９の軸心は、前記基準視標７の十字の交点と合致している。尚、前記石突き９の下端と前記基準視標７との距離は既知であり、又前記石突き９の下端と前記一脚３の上端との位置関係（水平方向及び垂直方向の距離）は既知で

50

ある。更に、前記石突き 9 の下端と前記測量装置本体 4 の機械中心（測定の基準となる点）との位置関係（水平方向及び垂直方向の距離）も既知となっている。尚、前記一脚 3 と前記基準板 6 と前記石突き 9 とを総称して一脚と称してもよい。

【0025】

又、2 本の補助脚 1 1 が一脚 3 に付けられており、前記補助脚 1 1 は前記一脚 3 に折畳み可能に連結されている。前記補助脚 1 1 は折畳み状態では、前記一脚 3 と密着又は略密着し、密着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 1 1 とを束ねるバンド（図示せず）が設けられてもよい。

【0026】

2 本の前記補助脚 1 1 は、上端を中心に前記一脚 3 に対して近接離反方向に所定の角度回転可能となっており、又回転した位置で固定可能となっている。前記補助脚 1 1 の下端には、それぞれ車輪 1 2 が回転自在に設けられている。前記測量装置 1 は、前記一脚 3 と 2 本の前記補助脚 1 1 とにより自立可能となっている。尚、前記測量装置本体 4 は、前記一脚 3 の軸心と前記基準光軸 O とが直交する様前記一脚 3 に取付けられてもよいし、前記測量装置 1 を自立させた際に前記基準光軸 O が水平となる様に前記一脚 3 に取付けられてもよい。又、前記補助脚 1 1 に開度検出手段としての開度計を設け、前記補助脚 1 1 間の開度角及び前記一脚 3 と前記補助脚 1 1 間の開度角を検出できる様にしてもよい。又、前記車輪 1 2 の車軸は、前記基準光軸 O に対して直交する様構成されている。

【0027】

前記測量装置本体 4 は、光波距離計としての測距部 1 3（後述）、測定方向撮像部 1 4（後述）を有し、又前記測量装置本体 4 には下方を撮像する撮像部である前記下方撮像部 8 が設けられている。前記測距部 1 3 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 1 4 の光軸（以下、第 1 撮像光軸 1 5）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 1 4 と前記測距部 1 3 との距離及び位置関係は既知となっている。該測距部 1 3 と前記測定方向撮像部 1 4 は前記測量装置本体 4 の筐体内部に収納されている。

【0028】

前記下方撮像部 8 は、例えば CCD、CMOS 等の撮像素子を有し、デジタルな静止画像又は連続画像或は動画がリアルタイムで取得可能な撮像装置が用いられる。又、撮像素子から出力される画像信号と画素に関係付けられた座標情報から、撮像素子中の画素の位置が前記下方撮像部 8 の光軸（以下、第 2 撮像光軸 1 6）を基準として検出可能となっている。前記下方撮像部 8 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。

【0029】

前記下方撮像部 8 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 8（即ち、該下方撮像部 8 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 1 6 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（ $\theta 4$ ）に設定され、前記第 2 撮像光軸 1 6 と前記基準光軸 O とは既知の関係となっている。尚、前記下方撮像部 8 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。

【0030】

前記測定方向撮像部 1 4 の画角は $\theta 1$ であり、前記下方撮像部 8 の画角は $\theta 2$ であり、 $\theta 1$ と $\theta 2$ 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 1 4 の画角と前記下方撮像部 8 の画角はオーバーラップしてなくともよいが、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 8 の画角、前記第 2 撮像光軸 1 6 の方向は、前記基準視標 7 が画像中に含まれる様設定される。尚、 $\theta 3$ は前記測量装置本体 4 のスキャン範囲を示している。

【0031】

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。

【0032】

該測量装置本体 4 は、前記測距部 1 3、演算制御部 2 1、第 1 記憶部 2 2、画像処理部

10

20

30

40

50

24、第1通信部25、光軸偏向部26、姿勢検出器27、前記測定方向撮像部14、射出方向検出部28を具備し、これらは筐体31に収納され、一体化されている。

【0033】

前記基準光軸O上に、前記測距部13、前記光軸偏向部26が配設される。前記測距部13は、前記光軸偏向部26の中心を通過する測距光軸41を有している。前記測距部13は、該測距光軸41上にレーザ光線として測距光38を発し、前記測距光軸41上から入射する反射測距光39を受光し、該反射測距光39に基づき前記測定対象2の測定を行う。尚、前記測距部13は光波距離計として機能する。又、該測距部13で得られた測距データは前記第1記憶部22に格納される。

【0034】

前記光軸偏向部26は、前記測距光軸41を偏向し、前記測距光38を前記測定対象2に視準させる。前記光軸偏向部26が前記測距光軸41を偏向しない状態では、前記測距光軸41と前記基準光軸Oとは合致する。

【0035】

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(バースト光)のいずれが用いられてもよい。尚、パルス光及び断続変調光を総称してパルス光と称する。

【0036】

前記第1通信部25は、前記測定方向撮像部14で取得した画像データ、前記画像処理部24で処理された画像データ、前記測距部13が取得した測距データ、前記射出方向検出部28が取得した測角データを前記操作パネル5に送信し、更に該操作パネル5からの操作コマンドを受信する。

【0037】

前記第1記憶部22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27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26の偏向作動を制御する為の偏向制御プログラム、前記下方撮像部8で取得した画像、前記測定方向撮像部14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、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22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。

【0038】

前記演算制御部21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、実行して前記測距部13の制御、前記光軸偏向部26の制御、前記測定方向撮像部14の制御等を行い、測距を実行する。尚、前記演算制御部21としては、本装置に特化したCPU、或は汎用CPUが用いられる。

【0039】

又、前記第1記憶部22としては、例えば、磁気記憶装置としてのHDD、半導体記憶装置としての内蔵メモリー、メモ리카ード、USBメモリー等種々の記憶手段が用いられる。該第1記憶部22は、前記筐体31に対して着脱可能であってもよい。或は、前記第1記憶部22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。

【0040】

前記光軸偏向部26について説明する。尚、該光軸偏向部26については、例えば特許文献4～特許文献6に開示されたもの等を使用することができる。

【0041】

該光軸偏向部26は、一対の光学プリズム44、45を具備する。該光学プリズム44

10

20

30

40

50

、45は、それぞれ同径の円板形であり、前記測距光軸41上に該測距光軸41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44、45の相対回転、該光学プリズム44、45の一体回転を制御することで、0°から最大偏角迄の任意の角度に前記測距光軸41を偏向することができる。

【0042】

又、前記測距光38を連続して照射しつつ、前記光学プリズム44、45を連続的に駆動し、連続的に偏向することで、前記測距光38を所定のパターンで2次元スキャンさせることができる。

【0043】

前記射出方向検出部28は、前記光学プリズム44、45の相対回転角、該光学プリズム44、45の一体回転角を検出し、前記測距光軸41の偏向方向（射出方向）をリアルタイムで検出する。

【0044】

射出方向検出結果（測角結果）は、測距結果に関連付けられて前記演算制御部21に入力され、更に前記第1記憶部22に格納される。尚、前記測距光38がバースト発光される場合は、断続測距光毎に測距、測角が実行される。

【0045】

前記演算制御部21は、前記測距光38の偏角、射出方向から、前記基準光軸0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21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。又、前記測量装置1をトータルステーションとして用いることで、前記第1撮像光軸15の位置を変更することなく前記測定対象2の視準、測距が可能となるので作業性が向上する。

【0046】

次に、前記姿勢検出器27について説明する。該姿勢検出器27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21に入力される。尚、前記姿勢検出器27としては、特許文献2に開示された姿勢検出装置を使用することができる。

【0047】

該姿勢検出器27について簡単に説明する。該姿勢検出器27は、フレーム53を有している。該フレーム53は、前記筐体31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。

【0048】

前記フレーム53にはジンバルを介してセンサブロック54が取付けられている。該センサブロック54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。

【0049】

該センサブロック54には、第1傾斜センサ55、第2傾斜センサ56が取付けられている。前記第1傾斜センサ55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56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。

【0050】

前記センサブロック54の、前記フレーム53に対する2軸についての各相対回転角は、エンコーダ57、58によってそれぞれ検出される様になっている。

【0051】

又、前記センサブロック54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55、前記第2傾斜センサ56からの検出結果に基づき、前記センサブロック54を水平に維持する様に前

10

20

30

40

50

記演算制御部 21 によって制御される。

【0052】

前記センサブロック 54 が前記フレーム 53 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 54（水平）に対する前記フレーム 53 の各軸方向の相対回転角が前記エンコーダ 57, 58 によってそれぞれ検出される。該エンコーダ 57, 58 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。

【0053】

前記センサブロック 54 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 27 がどのような姿勢となろうとも、例えば該姿勢検出器 27 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。

10

【0054】

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 56 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 56 は前記第 1 傾斜センサ 55 に比べ検出精度が悪いのが一般的である。

【0055】

前記姿勢検出器 27 では、高精度の前記第 1 傾斜センサ 55 と高応答性の前記第 2 傾斜センサ 56 を具備することで、該第 2 傾斜センサ 56 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 55 により高精度の姿勢検出をリアルタイムで可能とする。

20

【0056】

該第 1 傾斜センサ 55 の検出結果で、前記第 2 傾斜センサ 56 の検出結果をリアルタイムで較正することができる。即ち、前記第 1 傾斜センサ 55 が水平を検出した時の前記エンコーダ 57, 58 の値、即ち実際の傾斜角と前記第 2 傾斜センサ 56 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 56 の傾斜角を較正することができる。

【0057】

従って、予め、該第 2 傾斜センサ 56 の検出傾斜角と、前記第 1 傾斜センサ 55 による水平検出と前記エンコーダ 57, 58 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 56 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 56 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 56 の検出結果と補正值で求めてもよい。

30

【0058】

前記演算制御部 21 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 56 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 21 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 55 が追従可能な状態では、該第 1 傾斜センサ 55 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 56 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 56 からの検出結果に基づき前記姿勢検出器 27 による姿勢検出を行ってもよい。

40

【0059】

尚、前記第 1 記憶部 22 には、前記第 1 傾斜センサ 55 の検出結果と前記第 2 傾斜センサ 56 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 55 からの信号に基づき、前記第 2 傾斜センサ 56 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 56 による検出結果を前記第 1 傾斜センサ 55 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 27 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、リアルタイムで高精度な姿勢検出が可能となる。

【0060】

前記演算制御部 21 は、前記姿勢検出器 27 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

50

倒れ角を演算する。前後方向の倒れ角は、前記基準光軸 O 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 14 で取得する画像の傾き（回転）として現れる。

【0061】

前記演算制御部 21 は、前記倒れ角と前記光軸偏向部 26 による偏角により、前記測距光軸 41 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 59（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。

【0062】

前記測定方向撮像部 14 は、前記光学プリズム 44、45 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 15 と前記測距光軸 41 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。

【0063】

又、前記測定方向撮像部 14 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 14 で取得された画像（観察画像）は、前記操作パネル 5 に送信される。本実施例では、前記画像は前記操作パネル 5 の前記表示部 59 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 59 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 15 と合致し、前記基準光軸 O は前記第 1 撮像光軸 15 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。

【0064】

前記演算制御部 21 は、前記測定方向撮像部 14 の撮像を制御する。前記演算制御部 21 は、前記測定方向撮像部 14 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、前記演算制御部 21 は、前記測定方向撮像部 14 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 21 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、前記演算制御部 21 は、前記測定方向撮像部 14 と前記下方撮像部 8 との撮像タイミングの同期制御を行っている。

【0065】

前記測定方向撮像部 14 の撮像素子（図示せず）は、画素の集合体である CCD、或は CMOS センサであり、各画素は画像素子上での位置が特定できるようになっている。例えば、各画素は、前記第 1 撮像光軸 15 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 15 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 13 による測定位置と前記撮像素子上での位置（画素）との相互関連付けが可能である。前記撮像素子からの画像信号と画素に関係付けられた座標情報は、前記演算制御部 21 を介して前記画像処理部 24 に入力される。

【0066】

前記光軸偏向部 26 による偏向作用、スキャン作用について説明する。

【0067】

該光軸偏向部 26 は、前記光学プリズム 44 と前記光学プリズム 45 との回転位置の組合わせにより、射出する前記測距光 38 の偏向方向、偏角を任意に変更することができる。

【0068】

従って、前記測距部 13 よりレーザ光線を発光させつつ、偏向角を変更し、更に前記光軸偏向部 26 を回転させれば、前記測距光 38 を任意の 2 次元パターンでスキャンさせることができる。

【0069】

前記下方撮像部 8 について説明する。

【0070】

10

20

30

40

50

該下方撮像部 8 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 8 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 7 1 】

前記下方撮像部 8 の撮像は、前記演算制御部 2 1 によって前記測定方向撮像部 1 4 の撮像、前記測距部 1 3 の測距と同期制御される。前記下方撮像部 8 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 8 と前記石突き 9 の下端との距離も既知となっている。

【 0 0 7 2 】

更に、前記下方撮像部 8 の前記第 2 撮像光軸 1 6 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 1 6 との交点の位置が既知の関係にあり、前記下方撮像部 8 で取得した画像データは、前記演算制御部 2 1 によって前記測定方向撮像部 1 4 で取得した画像及び前記測距部 1 3 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 2 2 に格納される。

【 0 0 7 3 】

前記操作パネル 5 について図 3 を参照して略述する。

【 0 0 7 4 】

該操作パネル 5 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 5 を前記一脚 3 から取外し、前記操作パネル 5 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 7 5 】

前記操作パネル 5 は、主に演算部 6 4、第 2 記憶部 6 5、前記第 2 通信部 6 6、前記表示部 5 9、操作部 6 7 を具備している。尚、前記表示部 5 9 をタッチパネルとし、前記表示部 5 9 に前記操作部 6 7 を兼用させてもよい。又、前記表示部 5 9 をタッチパネルとした場合は、前記操作部 6 7 は省略してもよい。尚、前記演算部 6 4 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 5 としては、例えば、磁気記憶装置としての HDD、半導体記憶装置としての内蔵メモリー、メモ리카ード、USB メモリー等種々の記憶手段が用いられる。

【 0 0 7 6 】

前記第 2 記憶部 6 5 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 8 で取得した画像、前記測定方向撮像部 1 4 で取得した画像、前記測量装置本体 4 で処理した画像、前記測距部 1 3 で測定した測定情報を前記表示部 5 9 に表示させる為の表示プログラム、前記操作部 6 7 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 7 7 】

前記第 2 通信部 6 6 は、前記画像処理部 2 4 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 2 1、前記第 1 通信部 2 5 を経由して、通信する。

【 0 0 7 8 】

前記表示部 5 9 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 8、前記測定方向撮像部 1 4 が取得した画像、或は前記画像処理部 2 4 で画像処理された画像を表示する。又、前記表示部 5 9 は、前記測定方向撮像部 1 4 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。又は、前記画像処理部 2 4 で重ね合わせ前記表示部 5 9 で表示してもよい。

【 0 0 7 9 】

尚、前記操作パネル 5 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 5 がデータコレクタとして使用されてもよい。

【 0 0 8 0 】

次に、図 1 ～図 3 に於いて、前記測量装置 1 の測定について説明する。尚、以下の測定は、前記第 1 記憶部 2 2 に格納されたプログラムを前記演算制御部 2 1 が実行することでなされる。

【 0 0 8 1 】

測定を開始する準備として、2本の前記補助脚11を広げ、前記石突き9の下端を設置面から浮かせ、前記車輪12を介して前記測量装置1を支持した状態とし、該測量装置1を押す又は引いて基準点Rの概略位置迄移動する。その後、前記基準光軸Oを前記測定対象2に向けると共に、前記石突き9の下端を基準点Rに位置決めする。尚、前記基準光軸Oの方向は、前記測定方向撮像部14が取得する画像（前記操作パネル5に表示された画像）で判断してもよく、或は前記基準視標7によっても判断可能であるので、該基準視標7に基づき前記基準光軸Oを前記測定対象2に向けてもよい。

【0082】

前記測量装置1は、前記一脚3が所定の角度で傾斜した状態で、前記一脚3の下端及び2つの前記補助脚11により3点支持される。従って、作業者が前記一脚3から手を離れたとしても前記測量装置1は自立する。尚、前記操作パネル5は前記一脚3に取付けても、取外してもよい。又、前記下方撮像部8、前記測定方向撮像部14は作動状態で前記測量装置1の設置が行われる。

【0083】

該測量装置1が設置されると、前記測定方向撮像部14が取得した前記観察画像が前記表示部59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の傾斜角及び傾斜方向は、前記姿勢検出器27によって検出される。

【0084】

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21は前記光軸偏向部26を用いて前記測距光軸41を前記測定対象2に向ける。

【0085】

前記測距光軸41が前記測定対象2に向けられ、前記測距光38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38の方向、測距結果等は、前記表示部59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14により第1画像が取得される。

【0086】

この時、前記測量装置1は、前記一脚3及び2本の前記補助脚11により3点支持されているので、前記測距光軸41の視準状態、即ち該測距光軸41を前記測定対象2に合わせた状態が維持される。

【0087】

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27によってリアルタイムで検出されているので、検出結果に基づき測定結果を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を省略することができる。

【0088】

上記説明では、前記測距光軸41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。

【0089】

又、前記測定方向撮像部14で取得された観察画像と前記下方撮像部8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。

【0090】

尚、前記水平角の演算、前記測距光軸41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21が実行してもよく、或は前記演算部64、又は、前記処理制御器10が実行してもよい。

【0091】

又、前記測量装置1を移動させる際には、前記石突き9の下端を設置面から離反させ、前記車輪12を転動させて前記測量装置1を基準点Rから他の設置点に搬送する。

【0092】

上述の様に、第1の実施例では、前記一脚3に加えて2本の前記補助脚11を設け、前記一脚3と2本の前記補助脚11とにより3点で前記測量装置本体4が支持される構成となっている。従って、作業者が前記一脚3を保持することなく前記測量装置1が自立するので、測定中の前記測量装置本体4の姿勢を安定して維持することができ、前記測量装置1の測定精度を向上させることができる。

【0093】

又、第1の実施例では、2本の前記補助脚11の下端に前記車輪12を設け、該車輪12を転動させて前記測量装置1を移動させている。従って、大容量の電池や高性能な演算処理系を搭載し、前記測量装置1の重量が増大した場合であっても、作業者に負担を掛けることなく容易に該測量装置1を移動させることができる。

【0094】

又、前記一脚3の下端に前記基準板6を設け、該基準板6上に前記基準視標7を設け、該基準視標7に基づき前記基準光軸Oの方向が判断可能となっている。従って、作業者は前記表示部59の画像を見ることなく前記基準光軸Oの方向を判断することも可能であり、設置作業時に視線の方向を変えることなく設置作業を進めることができ、前記測量装置1を設置する際の作業性を向上させることができる。

【0095】

次に、図4、図5に於いて、本発明の第2の実施例について説明する。尚、図4、図5中、図1中と同等のものには同符号を付し、その説明を省略する。

【0096】

第2の実施例では、下方撮像部8は測量装置本体4の内部に一体的に組込まれている。一脚3は、上下方向に延出する垂直部3aと、該垂直部3aの軸心延長上に前記測量装置本体4の機械中心が位置する様、該測量装置本体4を水平方向にオフセットする屈曲部3bと、該屈曲部3bの上端から上方に向かって延出する支持部3cと、前記垂直部3aの下端に設けられた水平方向の回転角を検出する横回転検出手段としての横回転角エンコーダ68と、該横回転角エンコーダ68の下端から下方に向かって視準方向に向かって傾斜しつつ延出する脚部3dとから構成されている。該脚部3dの下端には基準板6が設けられ、該基準板6の下面には石突き9が設けられている。

【0097】

尚、前記垂直部3aは、前記脚部3d及び補助脚11に対して前記垂直部3aの軸心を中心に回転可能となっており、前記脚部3d及び前記補助脚11に対する相対回転角は前記横回転角エンコーダ68により検出可能となっている。又、前記屈曲部3bの屈曲方向は、前記下方撮像部8の視界を遮らない方向となっている。

【0098】

測量装置本体4の側面には軸部69と、軸部69から延出するレバー71が設けられている。又、前記軸部69には鉛直方向の回転角を検出する縦回転検出手段としての縦回転角エンコーダ72が設けられている。前記軸部69は前記支持部3cの上端に回転可能に連結されており、前記レバー71を上下に動かすことで、前記測量装置本体4が縦方向に回転する様になっている。又、前記レバー71を左右方向に動かすことで、前記測量装置本体4が前記支持部3c、前記屈曲部3b、前記垂直部3aと一体に横方向に回転する様になっている。又、前記レバー71を振ることで、横回転、縦回転がロックされる様になっている。

【0099】

この時の前記測量装置本体4の縦方向の回転角、例えば水平に対する垂直方向の回転角（高低角）は、前記縦回転角エンコーダ72により検出される。又、前記測量装置本体4の水平方向の回転、例えば前記基準視標7の基準線7aと前記基準光軸Oとが平行となる

10

20

30

40

50

方向を基準方向とした場合の、前記基準光軸Oに対する水平方向の回転角（水平角）は、前記横回転角エンコーダ68により検出される。該横回転角エンコーダ68及び前記縦回転角エンコーダ72で検出された回転角は、それぞれ測量装置本体4の演算制御部21に入力される。

【0100】

尚、該測量装置本体4の機械中心は、前記垂直部3aの軸心上に位置し、基準光軸Oは、前記垂直部3aの軸心と交差する。又、前記測量装置本体4を縦方向に90°回転させた際には、前記基準光軸Oと前記垂直部3aの軸心とが合致又は平行となる。

【0101】

又、車輪12には、それぞれ固定手段としての突出し73が突出及び格納可能に設けられ、前記測量装置1の移動状態では前記突出し73を格納し、前記測量装置1の設置状態では前記突出し73を突出させる。該突出し73は、前記車輪12を設置面から若干浮かせた状態で、突出状態を固定される。この時、前記測量装置本体4は、前記石突き9と2つの前記突出し73とを設置面と接触させた状態で3点支持される。

【0102】

第2の実施例では、設置面と接触するのが前記石突き9及び前記突出し73の固定された3点となるので、前記測量装置本体4を三脚と同等の安定度で支持することができ、該測量装置本体4の支持の安定性を向上させることができる。従って、例えば設置面が傾斜していた場合であっても、前記車輪12が設置面を転がることがなく、前記測量装置1を自立させることができる。

【0103】

又、前記測量装置本体4を横方向及び縦方向に回転可能となっているので、前記測量装置1を設置位置から移動させることなく前記基準光軸Oを所定の測定点から他の測定点へと向けることができる。更に、横方向、縦方向の回転角は、それぞれ前記横回転角エンコーダ68、前記縦回転角エンコーダ72によって検出されるので、測定方向を変更した場合の測定結果の関連付けは容易である。

【0104】

又、前記演算制御部21は、姿勢検出器27の検出結果に基づき、前記横回転角エンコーダ68で検出された横方向の回転角及び前記縦回転角エンコーダ72で検出された縦方向の回転角を水平角及び鉛直角へと変換することができる。

【0105】

尚、第2の実施例では、固定手段として前記車輪12にそれぞれ前記突出し73を設け、該突出し73により設置面での前記車輪12の回転を防止しているが、該車輪12が設置面で転がるのを防止できれば他の構成であってもよい。例えば、固定手段として該車輪12に該車輪12の回転を拘束するロック機構を設け、ロック機構により該車輪12が設置面で転がるのを防止してもよい。

【0106】

次に、図6、図7（A）、図7（B）に於いて、本発明の第3の実施例について説明する。尚、図6中、図5中と同等のものには同符号を付し、その説明を省略する。

【0107】

第3の実施例に係る測量装置1に於いて、2つの車輪12の直径Dは既知であり、該車輪12間の距離をRとする。該車輪12にそれぞれ回転計74が設けられている。又、前記処理制御器10、又は演算制御部21には、タイマー等の時間測定手段（図示せず）を更に設けている。その他の構成については、第2の実施例の測量装置1と同様である。

【0108】

前記回転計74は、各車輪12の回転数をそれぞれ検出可能であり、検出結果は前記処理制御器10、又は演算制御部21に入力される様になっている。又、前記時間測定手段は、前記車輪12の回転と同期して作動し、該車輪12の回転の開始から終了までの時間を計測する様になっている。

【0109】

ここで、一方の車輪 1 2 a の移動距離を A、他方の車輪 1 2 b の移動距離を B、前記測量装置 1 の平均移動距離を L とすると、移動距離 A、移動距離 B、平均移動距離 L は、それぞれ以下の式で表すことができる。尚、図 7 (B) に於いて、上側のグラフは前記一方の車輪 1 2 a と前記他方の車輪 1 2 b の回転数の差と時間との関係を表すグラフであり、下側のグラフは前記測量装置 1 の移動距離 (平均移動距離 L) と時間との関係を示すグラフである。

【0110】

$A = \text{車輪 1 2 a の周囲長 (直径 } D \times \pi) \times \text{車輪 1 2 a の回転数}$

【0111】

$B = \text{車輪 1 2 b の周囲長 (直径 } D \times \pi) \times \text{車輪 1 2 b の回転数}$

【0112】

$L = (A + B) / 2$

【0113】

上記した式に於いて、前記車輪 1 2 a, 1 2 b が前進する場合は、移動距離 A と移動距離 B の符号が + となり、前記車輪 1 2 a, 1 2 b が後退する場合は、移動距離 A と移動距離 B の符号は - となる。

【0114】

又、前記演算制御部 2 1 は、移動距離 A、移動距離 B、前記一方の車輪 1 2 a と前記他方の車輪 1 2 b との間の車輪間隔 R (図 7 (A) 参照) に基づき、移動前の基準方向 (車軸と直交し、且つ前記基準視標 7 が設けられた方向) に対する移動後の基準方向の回転角、即ち前記基準視標 7 の方向の変化を演算することができる。尚、この時の回転角を α とすると、 α は以下の式で表すことができる。

【0115】

$\alpha = (A - B) \times 360^\circ / 2\pi R$

【0116】

第 3 の実施例では、各車輪 1 2 にそれぞれ設けられた前記回転計 7 4 の検出結果と前記車輪 1 2 の径と車輪間隔とに基づき、移動前の設置点に対する移動後の設置点での前記測量装置 1 の移動距離と方向の変化を演算可能となっている。従って、演算結果に基づき各設置点間の距離と前記測量装置 1 の方向の変化を推定することができ、移動後の測定対象 2 の方向を推定することができる。

【0117】

又、第 3 の実施例では、前記車輪 1 2 の回転と同期して時間測定手段が時間を計測しており、前記演算制御部 2 1 は前記測量装置 1 の移動距離と方向の変化を関連付けている。従って、前記測量装置 1 の移動距離と方向の変化を時間経過に対する変化として捉えることができる。従って、前記測量装置 1 の移動軌跡を演算することができ、移動軌跡に基づき、移動前の設置点と移動後の設置点との間の正確な直線距離と、前記測量装置 1 の向きを演算することができる。

【0118】

次に、図 8、図 9 (A) ~ 図 9 (D) に於いて、本発明の第 4 の実施例について説明する。尚、図 8 中、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。

【0119】

第 4 の実施例では、一脚 3 の脚部 3 d が伸縮可能であり、該脚部 3 d の伸縮により基準光軸 O の上下方向の角度を変更可能となっている。又、第 4 の実施例では、第 2 の実施例、第 3 の実施例に於ける横回転角エンコーダ 6 8、縦回転角エンコーダ 7 2 を有していない。

【0120】

前記基準光軸 O の上下方向の角度の変化は、下方撮像部 8 の取得画像に基づき検出することができる。又、測量装置 1 の石突き 9 を中心とする水平方向の回転、垂直部 3 a の軸心を中心とする回転についても、前記下方撮像部 8 の取得画像に基づき状態を検出することができる。

10

20

30

40

50

【0121】

図9(A)～図9(D)は、前記下方撮像部8により取得された下方画像75を示している。該下方画像75には、少なくとも1つの基準対象物76(図9(A)～図9(D)中では基準対象物76a, 76bを図示)が地表に存在すると共に、基準板6、基準視標7と前記脚部3dの一部が存在している。又、前記下方画像75中の前記一脚3の垂直部3aの所定の位置を脚長基準位置とし、該脚長基準位置に脚長基準線77を設定している。尚、前記基準対象物76としては、基準用に設置したものでもよいし、或は前記下方画像75中から抽出したもの、例えば小石等であってもよい。又、脚長基準線77はマーキングでも、識別できる形状変化でもよい。

【0122】

尚、図9(A)～図9(D)中、実線は移動前の前記基準板6、前記基準視標7、前記脚部3d、前記基準対象物76a, 76bを示し、破線は移動後の前記基準板6'、前記基準視標7'、前記脚部3d'、前記基準対象物76a', 76b'を示している。

【0123】

前記測量装置1が石突き9を中心として水平方向に回転した場合(図9(A)中では前記測量装置1が時計回り方向に回転)、前記下方撮像部8と前記石突き9との位置関係は変化しない。従って、図9(A)に示される様に、前記基準視標7の前記下方画像75中での位置は変化しない。一方で、基準対象物76a, 76bの前記下方画像75中での位置は、前記基準視標7の交点を中心とした円周上を前記測量装置1の回転方向とは逆の方向に、基準対象物76a', 76b'の位置に変位する。この場合、前記基準対象物76a, 76bと前記基準対象物76a', 76b'との間の変位量に基づき、前記石突き9を中心とした前記測量装置1の水平回転角を求めることができる。

【0124】

又、前記脚部3dを伸縮させた場合には、図9(B)に示される様に、脚長基準線77に対する前記基準視標7の変位量に基づき、脚長を認識し、脚長を求めることができる。

【0125】

又、前記垂直部3aの軸心を中心に測量装置本体4を水平方向に回転した場合(図9(C)中では前記測量装置1が時計回り方向に回転)、前記下方撮像部8と前記石突き9との位置関係も変化する。従って、図9(C)に示される様に、前記基準視標7と前記基準対象物76a, 76bの前記下方画像75中での位置は、前記測量装置本体4の機械中心(垂直部3aの軸心)を中心とした円周上を前記測量装置本体4の回転方向とは逆の方向に変位する。この場合、前記基準対象物76a, 76bと前記基準対象物76a', 76b'との間の変位量、及び前記基準視標7と前記基準視標7'との間の変位量に基づき、前記垂直部3aの軸心を中心とした前記測量装置本体4の水平回転角を求めることができる。

【0126】

又、軸部69を介して上下方向に回転させる場合には図9(D)に示される様に、脚長基準線77も脚長基準線77'に移動し、画角に対するこの移動量から上下方向に回転角を求めることができる。

【0127】

演算制御部21(図2参照)は、移動前と移動後の前記基準視標7と前記基準対象物76a, 76bの前記下方画像75中での位置の変位に基づき、前記石突き9を中心とした回転であるのか、前記垂直部3aの軸心を中心とした前記測量装置本体4の回転であるのか、又はそれらの複合であるのかを判断する。

【0128】

又、前記演算制御部21は、前記下方画像75中での前記脚長基準線77と前記基準板6の下端との距離の変位に基づき、前記脚部3dの伸縮量を演算する。又、前記演算制御部21は、前記脚長基準線77の移動量に基づき、前記測量装置本体4(基準光軸O)の縦方向の回転角を演算する。更に、前記脚部3dの伸縮量に基づき、設置点と機械中心との間の距離を演算し、機械中心の上下方向、水平方向の変位を演算する。

【0129】

又、前記演算制御部21は、前記下方画像75中での前記基準対象物76a, 76bの変位に基づき、前記石突き9を中心とした、或は前記測量装置本体4の機械中心を中心とした該測量装置本体4（基準光軸O）の横方向（水平方向）の回転角を演算する。

【0130】

前記演算制御部21は、姿勢検出器27の検出結果に基づき、演算された前記測量装置本体4の縦方向及び横方向の回転角を補正し、基準光軸Oの水平角及び鉛直角を演算する。

【0131】

第4の実施例では、前記測量装置1を移動させる前後、或は前記脚部3dを伸縮させる前後、前記測量装置本体4の横方向及び縦方向に回転させる前後の前記下方画像75を比較し、前記脚部3dの長さや前記測量装置本体4の横方向及び縦方向の回転角を演算している。

10

【0132】

従って、回転角を検出する為のエンコーダを設けることなく横方向及び縦方向の回転角を演算可能であるので、前記測量装置1に横回転を検出するエンコーダ、縦回転を検出するエンコーダを設ける必要がなく、装置構成の簡略化及び製作コストの低減を図ることができる。

【0133】

尚、第4の実施例では、前記脚長基準線77と前記基準板6の下端との距離、或は前記基準視標7の位置の変位に基づき、前記脚部3dの伸縮を演算しているが、該脚部3dに標尺を刻設し、前記下方画像75内に設定した基準位置での標尺の読込みにより前記脚部3dの伸縮を演算してもよい。

20

【0134】

又、第4の実施例では、移動前後の前記下方画像75の変位に基づき前記脚部3dの伸縮、前記測量装置本体4の回転を演算しているが、前記下方画像75に基づき他の状態検出を行ってもよい。例えば、前記下方画像75中の前記基準視標7の位置を常時監視し、前記測量装置本体4の測定中の安定性の確認を行ってもよい。

【0135】

更に、第1の実施例～第4の実施例を適宜組合わせてもよいのは言う迄もない。

【符号の説明】

30

【0136】

1	測量装置
2	測定対象
3	一脚
4	測量装置本体
5	操作パネル
6	基準板
7	基準視標
8	下方撮像部
9	石突き
11	補助脚
12	車輪
13	測距部
21	演算制御部
27	姿勢検出器
38	測距光
68	横回転角エンコーダ
72	縦回転角エンコーダ
73	突出し
74	回転計

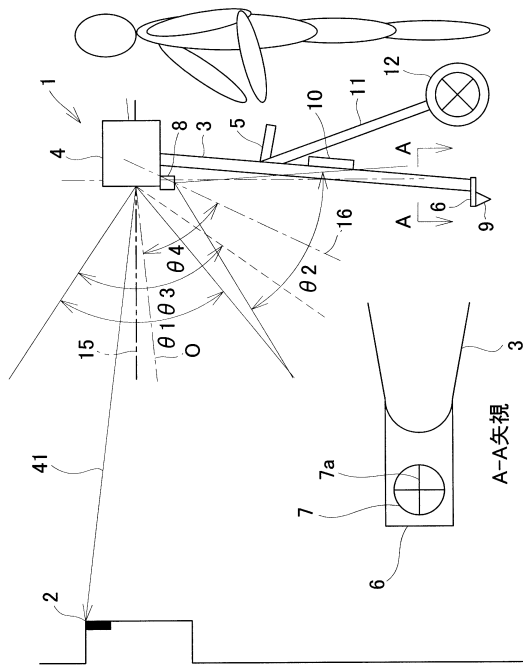
40

50

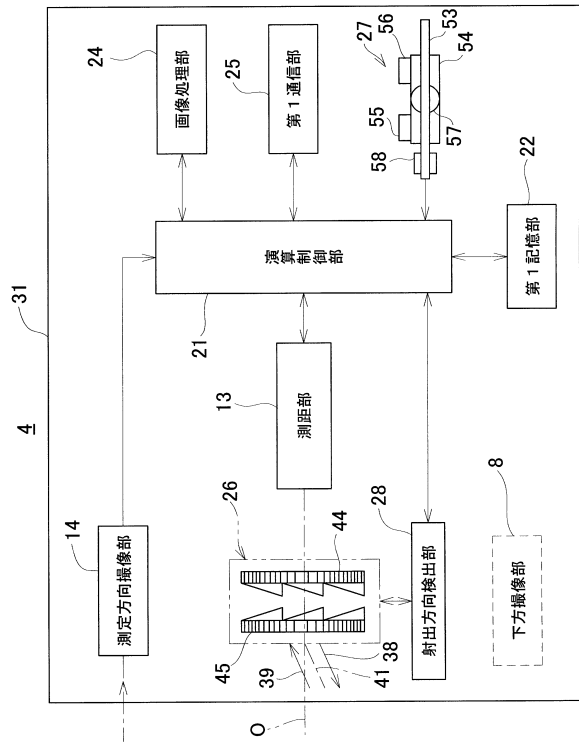
7 5	下方画像
7 6	基準対象物
7 7	脚長基準線

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

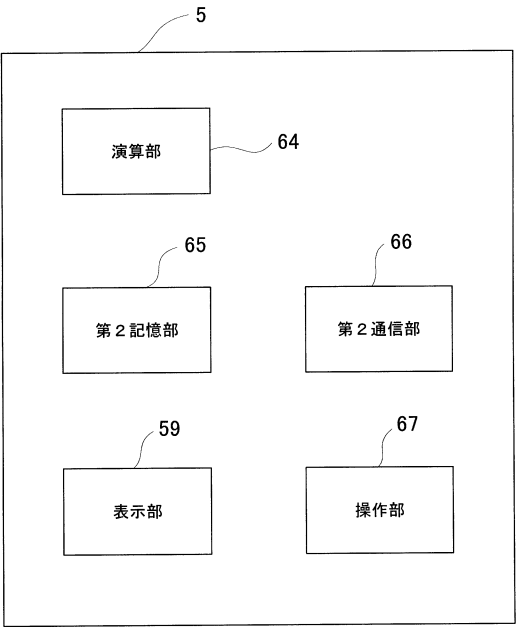
20

30

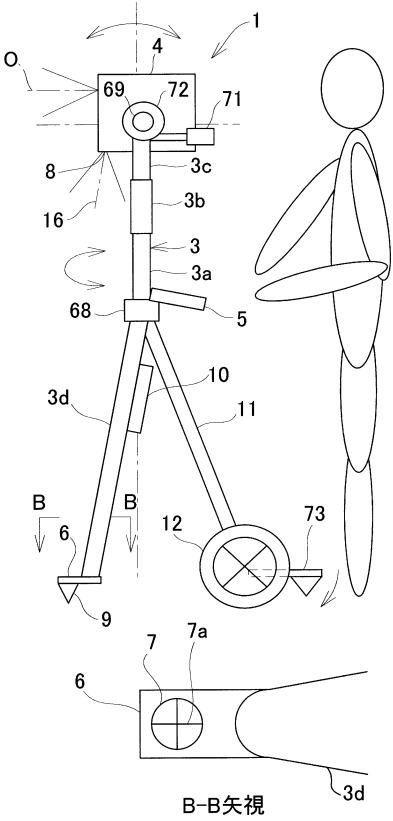
40

50

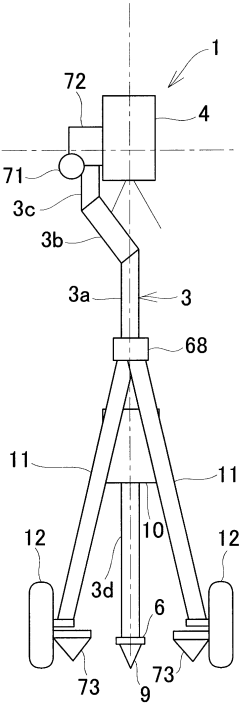
【図 3】



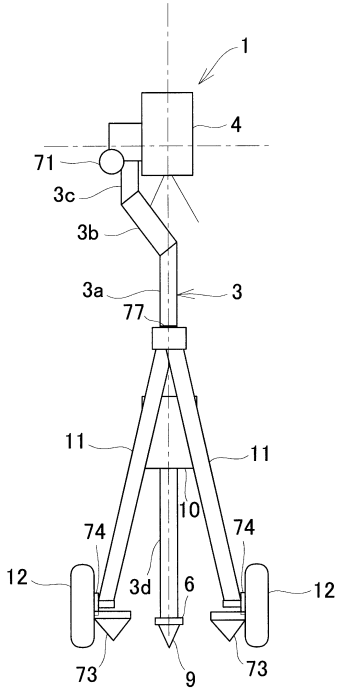
【図 4】



【図 5】



【図 6】



10

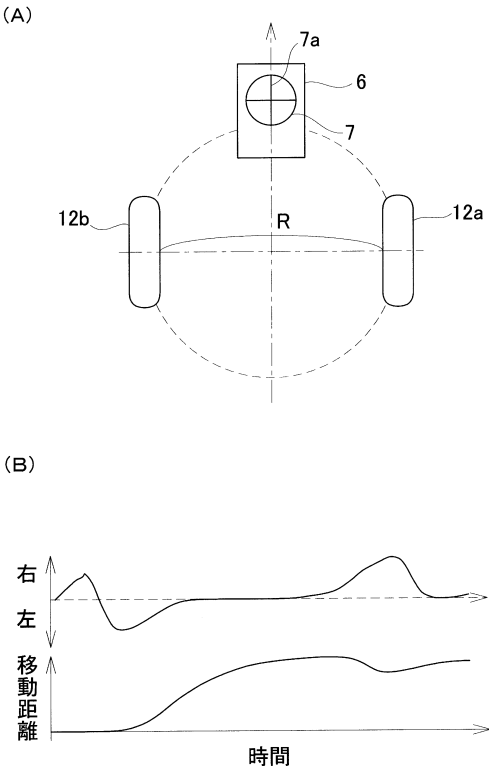
20

30

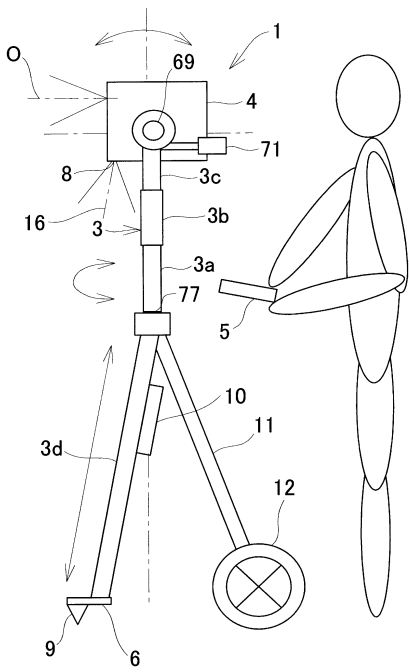
40

50

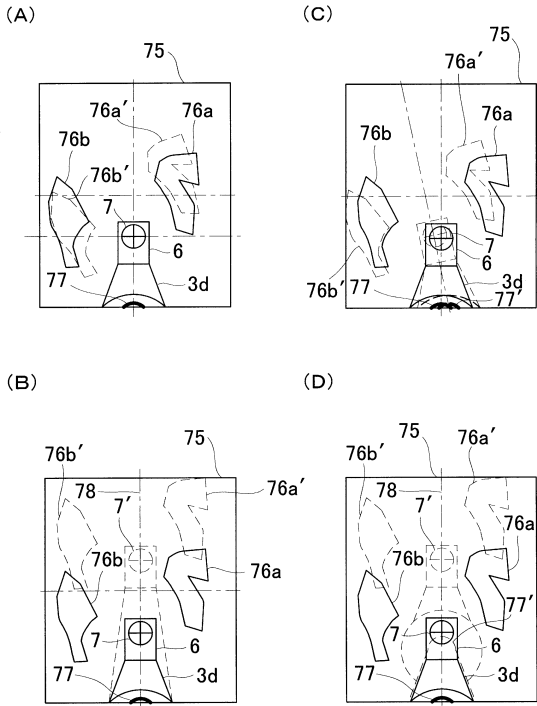
【図 7】



【図 8】



【図 9】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 東京都板橋区蓮沼町 7 5 番 1 号 株式会社トプコン内
(72)発明者 西田 信幸
東京都板橋区蓮沼町 7 5 番 1 号 株式会社トプコン内
(72)発明者 穴井 哲治
東京都板橋区蓮沼町 7 5 番 1 号 株式会社トプコン内
(72)発明者 桐生 徳康
東京都板橋区蓮沼町 7 5 番 1 号 株式会社トプコン内
審査官 櫻井 仁
(56)参考文献 特開 2 0 1 7 - 0 9 0 2 4 4 (J P , A)
特表 2 0 1 3 - 5 3 5 6 7 1 (J P , A)
特開昭 5 5 - 1 1 6 3 6 9 (J P , A)
米国特許第 3 8 6 3 9 4 5 (U S , A)
(58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)
G 0 1 C 1 5 / 0 0