(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7287820号
(P7287820)

(45)発行日　令和5年6月6日(2023.6.6)

(24)登録日　令和5年5月29日(2023.5.29)

(51)国際特許分類
Ｇ０１Ｃ　15/00　(2006.01)

ＦＩ
Ｇ０１Ｃ　15/00　１０５Ｒ
Ｇ０１Ｃ　15/00　１０３Ａ

請求項の数　4　（全20頁）

(21)出願番号　特願2019-70736(P2019-70736)
(22)出願日　平成31年4月2日(2019.4.2)
(65)公開番号　特開2020-169867(P2020-169867A)
(43)公開日　令和2年10月15日(2020.10.15)
審査請求日　令和4年3月17日(2022.3.17)

(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　平野 聡
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　熊谷 薫
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
(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、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、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、前記測距部に所定の測定点を測距させ、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と共に、前記下方撮像部に下方画像を取得させる演算制御部とを有し、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、前記基準板の下面に前記基準視標の中心と軸心が合致する様設けられた石突きとを有し、前記下方画像は前記基準視標と少なくとも１つの基準対象物を含む様撮像され、前記下方画像中に脚長基準線を設定し、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ると共に、前記演算制御部は、前記基準視標と前記基準対象物の少なくとも一方の前記下方画像中での位置の変位に基づき前記測量装置本体の横方向の回転角を演算し、前記脚長基準線の移動量に基づき前記測量装置本体の縦方向の回転角を演算する測量装置。

【請求項２】

前記一脚は、伸縮可能に構成された請求項１に記載の測量装置。

【請求項３】

前記演算制御部は、前記下方画像中での前記脚長基準線と前記基準板の下端との距離に

基づき前記一脚の伸縮量を演算する請求項２に記載の測量装置。
【請求項４】
前記測量装置本体は、水平に対する２軸の傾斜を検出する姿勢検出器を更に具備し、前記演算制御部は、前記姿勢検出器の検出結果に基づき、前記測量装置本体の縦方向の回転角と横方向の回転角を鉛直角と水平角に変換する請求項１～請求項３のうちいずれか１項に記載の測量装置。
【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、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、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、前記測距部に所定の測定点を測距させ、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と共に、前記下方撮像部に下方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ると共に、前記下方画像の変化に基づき前記測量装置本体の位置変化や回転変化を演算処理する測量装置に係るものである。

【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、前記基準板の下面に前記基準視標の中心と軸心が合致する様設けられた石突きとを有し、前記下方画像は前記基準視標と少なくとも１つの基準対象物を含む様撮像され、前記演算制御部は、前記基準視標と前記基準対象物の少なくとも一方の前記下方画像中での位置の変位に基づき前記測量装置本体の縦方向の回転角及び横方向の回転角を演算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、伸縮可能に構成された測量装置に係るものである。

【００１１】

又本発明は、前記下方画像中に脚長基準線を設定し、前記演算制御部は、前記下方画像中での前記脚長基準線と前記基準板の下端との距離に基づき前記一脚の伸縮量を演算する測量装置に係るものである。

【００１２】

更に又本発明は、前記測量装置本体は、水平に対する２軸の傾斜を検出する姿勢検出器を更に具備し、前記演算制御部は、前記姿勢検出器の検出結果に基づき、前記測量装置本体の縦方向の回転角と横方向の回転角を鉛直角と水平角に変換する測量装置に係るものである。

【発明の効果】

【００１３】

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、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、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、前記測距部に所定の測定点を測距させ、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と共に、前記下方撮像部に下方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ると共に、前記下方画像の変化に基づき前記測量装置本体の位置変化や回転変化を演算処理するので、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、前記下方画像に基づき測量装置本体の位置変化や回転変化を測定できるという優れた効果を発揮する。

【図面の簡単な説明】

【００１４】

【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。

【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】
【００１５】
以下、図面を参照しつつ本発明の実施例を説明する。
【００１６】
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。
【００１７】
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。
【００１８】
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。
【００１９】
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。
【００２０】
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。
【００２１】
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。
【００２２】
又、２本の補助脚１１が一脚３に付けられており、前記補助脚１１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１１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１１とを束ねるバンド（図示せず）が設けられてもよい。
【００２３】
２本の前記補助脚１１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１１の下端には、それぞれ車輪１２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１１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１１に開度検出手段としての開度計を設け、前記補助脚１１間の開度角及び前記一脚３と前記補助脚１１間の開度角を検出できる様にしてもよい。又、前

記車輪１２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。
【００２４】
前記測量装置本体４は、光波距離計としての測距部１３（後述）、測定方向撮像部１４（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１３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１４の光軸（以下、第１撮像光軸１５）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１４と前記測距部１３との距離及び位置関係は既知となっている。該測距部１３と前記測定方向撮像部１４は前記測量装置本体４の筐体内部に収納されている。
【００２５】
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像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１６）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。
【００２６】
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１６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（θ４）に設定され、前記第２撮像光軸１６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。
【００２７】
前記測定方向撮像部１４の画角はθ１であり、前記下方撮像部８の画角はθ２であり、θ１とθ２とは等しくてもよく又異なっていてもよい。又、前記測定方向撮像部１４の画角と前記下方撮像部８の画角はオーバラップしていなくともよいが、所定量オーバ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１６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、θ３は前記測量装置本体４のスキャン範囲を示している。
【００２８】
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。
【００２９】
該測量装置本体４は、前記測距部１３、演算制御部２１、第１記憶部２２、画像処理部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。
【００３０】
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。
【００３１】
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。
【００３２】
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。

【００３３】
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。
【００３４】
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。
【００３５】
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。
【００３６】
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、メモリカード、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。
【００３７】
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。
【００３８】
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４４，４５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。
【００３９】
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。
【００４０】
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。
【００４１】
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。
【００４２】

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。

【００４３】

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。

【００４４】

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。

【００４５】

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。

【００４６】

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。

【００４７】

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。

【００４８】

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記演算制御部２１によって制御される。

【００４９】

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。

【００５０】

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がどの様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。

【００５１】

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。

【００５２】

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。

【００５３】

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。

【００５４】

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の検出結果と補正値で求めてもよい。

【００５５】

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。

【００５６】

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。

【００５７】

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。

【００５８】

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。

【００５９】

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θ／２（例えば±３０°）と略等しい、例えば５０°～６０°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。

【００６０】

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。

【００６１】

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。

【００６２】

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様になっている。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。

【００６３】

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。

【００６４】

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。

【００６５】

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。

【００６６】

前記下方撮像部８について説明する。

【００６７】

該下方撮像部８は、前記測量装置本体４と電気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。

【００６８】

前記下方撮像部８の撮像は、前記演算制御部２１によって前記測定方向撮像部１４の撮像、前記測距部１３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。

【００６９】

更に、前記下方撮像部８の前記第２撮像光軸１６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１６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２１によって前記測定方向撮像部１４で取得した画像及び前記測距部１３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２２に格納される。

【００７０】

前記操作パネル５について図３を参照して略述する。

【００７１】

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。

【００７２】

前記操作パネル５は、主に演算部６４、第２記憶部６５、前記第２通信部６６、前記表示部５９、操作部６７を具備している。尚、前記表示部５９をタッチパネルとし、前記表示部５９に前記操作部６７を兼用させてもよい。又、前記表示部５９をタッチパネルとした場合は、前記操作部６７は省略してもよい。尚、前記演算部６４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６５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、メモリカード、ＵＳＢメモリー等種々の記憶手段が用いられる。

【００７３】

前記第２記憶部６５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１４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１３で測定した測定情報を前記表示部５９に表示させる為の表示プログラム、前記操作部６７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。

【００７４】

前記第２通信部６６は、前記画像処理部２４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２１、前記第１通信部２５を経由して、通信する。

【００７５】

前記表示部５９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１４が取得した画像、或は前記画像処理部２４で画像処理された画像を表示する。又、前記表示部５９は、前記測定方向撮像部１４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２４で重ね合わせ前記表示部５９で表示してもよい。

【００７６】

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。

【００７７】

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２２に格納されたプログラムを前記演算制御部２１が実行することでなされる。

【００７８】

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。

【００７９】

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から手を離し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。

【００８０】

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。

【００８１】

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。

【００８２】

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。

【００８３】

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。

【００８４】

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。

【００８５】

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。

【００８６】

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。

【００８７】

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。

【００８８】

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。

【００８９】

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。

【００９０】

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。

【００９１】

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。

【００９２】

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。

【００９３】

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って視準方向に向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。

【００９４】

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。

【００９５】

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を捩ることで、横回転、縦回転がロックされる様になっている。

【００９６】

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。

【００９７】

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。

【００９８】

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。

【００９９】

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。

【０１００】

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。

【０１０１】

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。

【０１０２】

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。

【０１０３】

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。

【０１０４】

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。

【０１０５】

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。

【０１０６】

ここで、一方の車輪１２ａの移動距離をＡ、他方の車輪１２ｂ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１２ａと前記他方の車輪１２ｂ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。

【０１０７】

Ａ＝車輪１２ａの周囲長（直径Ｄ×π）×車輪１２ａの回転数

【０１０８】

Ｂ＝車輪１２ｂの周囲長（直径Ｄ×π）×車輪１２ｂの回転数

【０１０９】

Ｌ＝（Ａ＋Ｂ）／２

【０１１０】

上記した式に於いて、前記車輪１２ａ，１２ｂ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１２ａ，１２ｂ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。

【０１１１】

又、前記演算制御部２１は、移動距離Ａ、移動距離Ｂ、前記一方の車輪１２ａと前記他方の車輪１２ｂ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。

【０１１２】

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

【０１１３】

第３の実施例では、各車輪１２にそれぞれ設けられた前記回転計７４の検出結果と前記車輪１２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。

【０１１４】

又、第３の実施例では、前記車輪１２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２１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。

【０１１５】

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。

【０１１６】

第４の実施例では、一脚３の脚部３ｄが伸縮可能であり、該脚部３ｄ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６８、縦回転角エンコーダ７２を有していない。

【０１１７】

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３ａ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。

【０１１８】

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。

【０１１９】

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。

【０１２０】

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。

【０１２１】

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。

【０１２２】

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。

【０１２３】

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。

【０１２４】

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。

【０１２５】

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。

【０１２６】

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。

【０１２７】

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。

【０１２８】

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。

【０１２９】

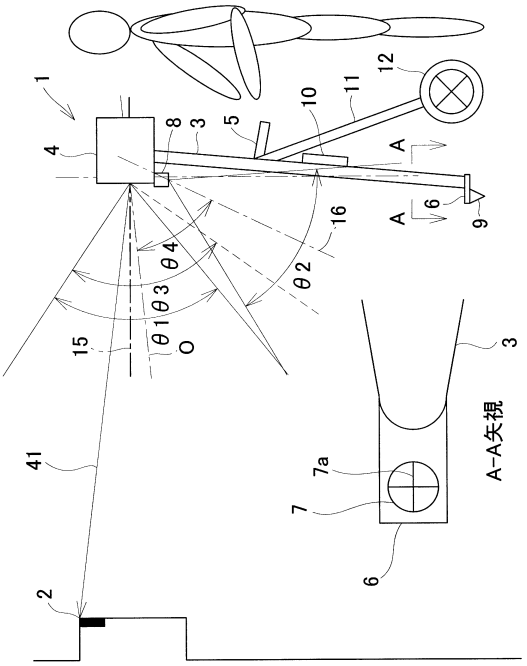
従って、回転角を検出する為のエンコーダを設けることなく横方向及び縦方向の回転角を演算可能であるので、前記測量装置１に横回転を検出するエンコーダ、縦回転を検出するエンコーダを設ける必要がなく、装置構成の簡略化及び製作コストの低減を図ることができる。

【０１３０】
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。
【０１３１】
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。
【０１３２】
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】
【０１３３】

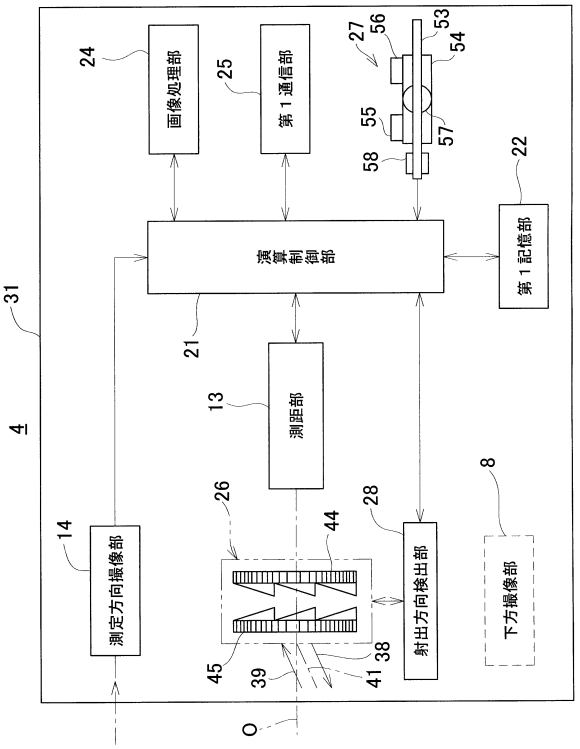
１	測量装置
２	測定対象
３	一脚
４	測量装置本体
５	操作パネル
６	基準板
７	基準視標
８	下方撮像部
９	石突き
１１	補助脚
１２	車輪
１３	測距部
２１	演算制御部
２７	姿勢検出器
３８	測距光
６８	横回転角エンコーダ
７２	縦回転角エンコーダ
７３	突出し
７４	回転計
７５	下方画像
７６	基準対象物
７７	脚長基準線

【図面】

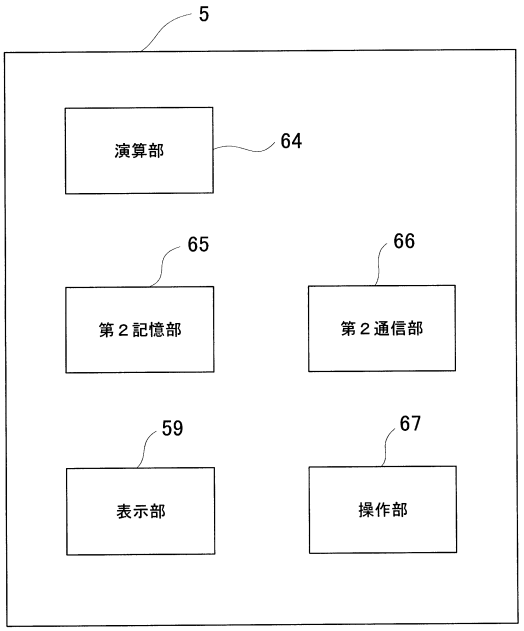
【図１】


A-A矢視
θ1
θ2
θ3
θ4
O

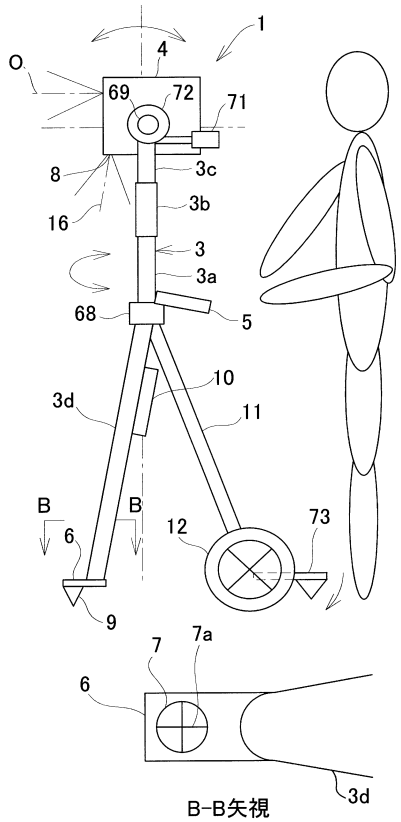
【図２】


画像処理部
第１通信部
演算制御部
第１記憶部
測距部
測定方向撮像部
射出方向検出部
下方撮像部
O

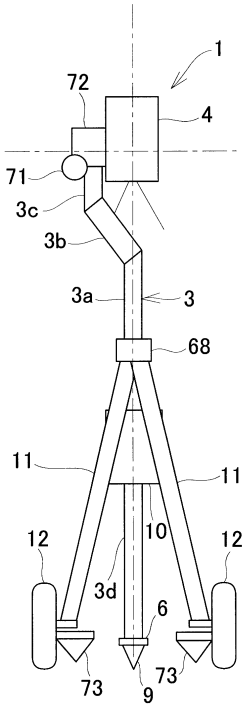
【図３】


演算部
第２記憶部
第２通信部
表示部
操作部

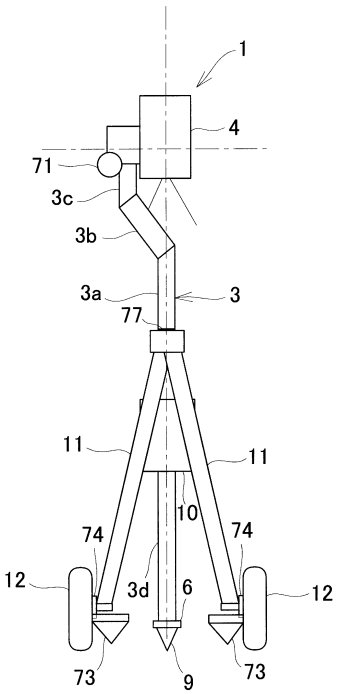
【図４】


B-B矢視

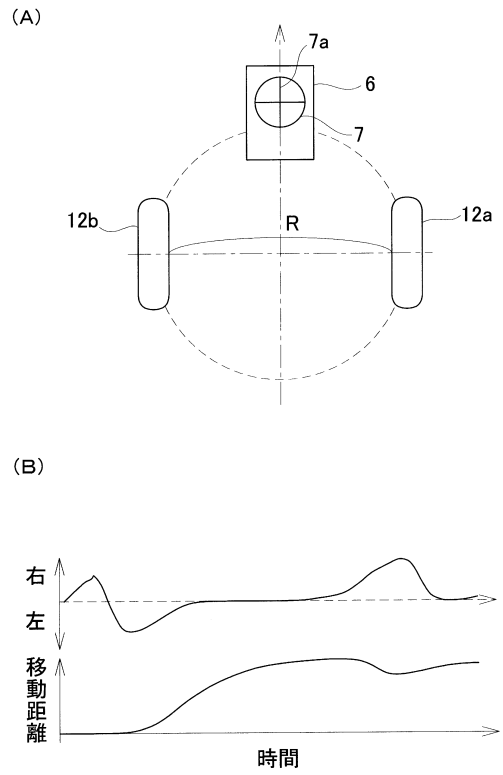
【図５】


1
72
4
71
3c
3b
3a
3
68
11
11
12
10
12
3d
6
73
73
9

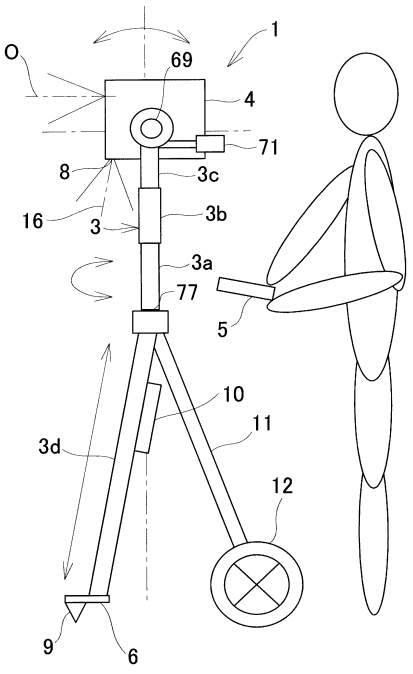
【図６】


1
4
71
3c
3b
3a
3
77
11
11
10
74
74
12
3d
6
12
73
9
73

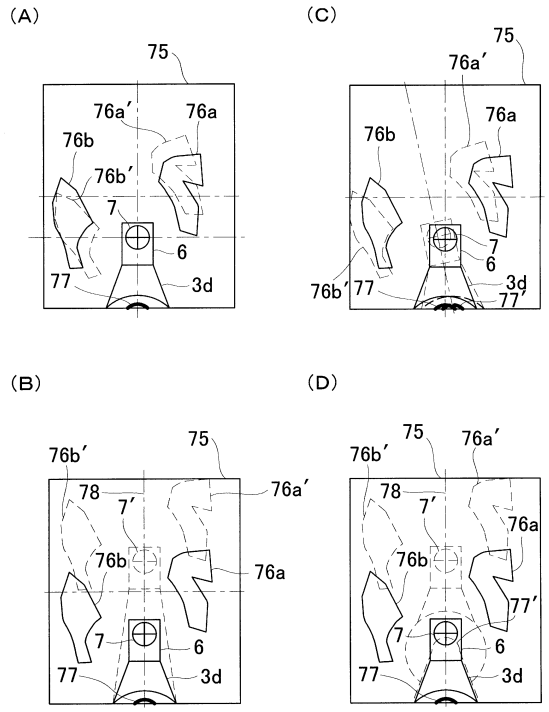
【図７】


(A)
7a
6
7
12b
R
12a
(B)
右
左
移動距離
時間

【図８】


O
1
69
4
71
8
3c
16
3
3b
3a
77
5
10
11
3d
12
9
6

【図９】


(A)
75
76a′
76a
76b
76b′
7
6
77
3d
(C)
75
76a′
76a
76b
7
6
76b′
77
3d
77′
(B)
76b′
75
78
7′
76a′
76b
76a
7
6
77
3d
(D)
76b′
75
76a′
78
7′
76a
76b
77′
7
6
77
3d

フロントページの続き

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 西田 信幸
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 穴井 哲治
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 桐生 徳康
東京都板橋区蓮沼町７５番１号 株式会社トプコン内

審査官 山▲崎▼ 和子
(56)参考文献 特開２０１７－０９０２４４（ＪＰ，Ａ）
特表２０１９－５０６６２６（ＪＰ，Ａ）
登録実用新案第３１８７８９１（ＪＰ，Ｕ）
特開２０１３－０９３７３８（ＪＰ，Ａ）
(58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０１Ｃ １／００－１／１４
５／００－１５／１４