

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5623226号
(P5623226)

(45) 発行日 平成26年11月12日(2014.11.12)

(24) 登録日 平成26年10月3日(2014.10.3)

(51) Int.Cl. F I
GO 1 C 15/00 (2006.01) GO 1 C 15/00 1 O 3 E
 GO 1 C 15/00 1 O 3 A

請求項の数 6 (全 14 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2010-220185 (P2010-220185) (22) 出願日 平成22年9月30日 (2010. 9. 30) (65) 公開番号 特開2012-73201 (P2012-73201A) (43) 公開日 平成24年4月12日 (2012. 4. 12) 審査請求日 平成25年8月6日 (2013. 8. 6)</p>	<p>(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 永井 勝之 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 本田 肇 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 ▲うし▼田 真悟</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 測定方法及び測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

測定対象物を視準する望遠鏡と、該望遠鏡を介して測距光を照射し測定対象物迄の距離を測定する距離測定部と、視準方向を撮像し、デジタル画像を取得する撮像部と、前記望遠鏡の視準方向の鉛直角、水平角を検出する角度検出部と、前記望遠鏡を測定対象物に自動視準させる自動視準部とを有する測定装置に於ける複数の測定対象物をモニタリング測定する測定方法に於いて、

該モニタリング測定に必要な測定対象物の位置に関する初期値がティーチングにより取得され、該ティーチングは、前記望遠鏡を水平方向、鉛直方向に回転させ、複数の測定対象物を含む様設定した所定範囲を走査する工程と、走査する過程で所定時間間隔でデジタル画像を取得する工程と、該デジタル画像中の測定対象物を検出して、前記デジタル画像上の測定対象物の視準軸からの偏差及び前記角度検出部からの検出結果に基づき測定対象物それぞれの鉛直角、水平角を演算する粗測定工程と、演算された前記鉛直角、水平角を各測定対象物に関連付けて自動視準用の目標値として記憶する工程と、記憶された該目標値に基づき順次測定対象物に前記望遠鏡を自動視準させ、測距、測角を実行する精密測定工程と、精密測定で得られた測距、測角を前記初期値として取得する工程とを具備し、前記モニタリング測定は、前記撮像部により所定の時間間隔でデジタル画像を取得しつつ前記所定範囲を走査する工程と、前記デジタル画像から前記測定対象物を検出する工程と、前記デジタル画像上の前記測定対象物の視準軸からの偏差を求め、該偏差と前記角度検出部からの検出結果に基づき前記測定対象物それぞれの鉛直角、水平角を演算する工程と

10

20

を具備し、

前記モニタリング測定で求めた鉛直角、水平角と前記初期値の鉛直角、水平角とを比較して変化があるかどうかを判断することを特徴とする測定方法。

【請求項 2】

前記モニタリング測定に於いて、前記初期値の鉛直角、水平角に対して前記モニタリング測定で求めた鉛直角、水平角の変化が所定の値を超えた場合に、変化が所定の値を超えた測定対象物について自動視準され、該測定対象物について測距、測角が実行される請求項 1 の測定方法。

【請求項 3】

前記モニタリング測定に於いて、前記測定対象物の像が、時間的に隣接する少なくとも 2 つのデジタル画像内に含まれる様、走査速度及び撮像時間間隔が設定された請求項 1 の測定方法。

【請求項 4】

測定対象物を視準する望遠鏡と、該望遠鏡を介して測距光を照射し測定対象物迄の距離を測定する距離測定部と、視準方向を撮像し、デジタル画像を取得する撮像部と、前記望遠鏡の視準方向の鉛直角、水平角を検出する角度検出部と、前記望遠鏡を測定対象物に自動視準させる自動視準部と、演算部と、記憶部とを具備する測定装置に於いて、

前記演算部は、

モニタリング測定に必要な測定対象物の位置に関する初期値をティーチングにより取得し、該ティーチングとして、

前記望遠鏡を水平方向、鉛直方向に回転させ、複数の測定対象物を含む様設定した所定範囲を走査する工程と、走査する過程で所定時間間隔でデジタル画像を取得する工程と、該デジタル画像中の測定対象物を検出して、前記デジタル画像上の測定対象物の視準軸からの偏差及び前記角度検出部からの検出結果に基づき測定対象物それぞれの鉛直角、水平角を演算する粗測定工程と、演算された前記鉛直角、水平角を各測定対象物に関連付けて自動視準用の目標値として記憶する工程と、記憶された該目標値に基づき順次測定対象物に前記望遠鏡を自動視準させ、測距、測角を実行する精密測定工程と、精密測定で得られた測距、測角を前記初期値として取得する工程とを実行し、

前記モニタリング測定として、前記撮像部により所定の時間間隔でデジタル画像を取得しつつ前記所定範囲を走査し、前記デジタル画像から前記測定対象物を検出し、前記デジタル画像上の前記測定対象物の視準軸からの偏差及び前記角度検出部からの検出結果に基づき前記測定対象物それぞれの鉛直角、水平角を演算し、前記モニタリング測定で求めた鉛直角、水平角と前記初期値の鉛直角、水平角とを比較して変化があるかどうかを判断ことを特徴とする測定装置。

【請求項 5】

前記演算部は、

前記モニタリング測定に於いて、前記初期値の鉛直角、水平角に対して前記モニタリング測定で求めた鉛直角、水平角の変化が所定の値を超えた場合に、変化が所定の値を超えた測定対象物について自動視準させ、該測定対象物について測距、測角を実行する請求項 4 の測定装置。

【請求項 6】

前記演算部は、前記測定対象物の像が時間的に隣接する少なくとも 2 つのデジタル画像内に含まれる様撮像し、得られた少なくとも 2 つのデジタル画像内の前記測定対象物の像について得られる鉛直角、水平角を平均化する請求項 4 の測定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、多数点を定期的、或は経時的に連続して測定する測定方法及び測定装置に関するものである。

【背景技術】

10

20

30

40

50

【0002】

地盤の沈下を監視する為、地滑りを監視する為、ダム等の構築物の堤体、壁体の変位を監視する為、或はトンネルの壁面の変位を監視する為に、測定範囲に多数設定した測定点を測定装置により、定期的に、或は経時的に連続して測定している。

【0003】

例えば、地下鉄を建設する為のトンネルを掘削する場合等、掘削したトンネルの天井、壁面が変位しないかどうかを監視する為、天井、壁面にターゲットとしてのプリズムを多数設置し、全てのプリズムの位置変位を測定装置により無人で順番に測定（以下モニタリング測定とする）している。

【0004】

モニタリング測定する場合、測定装置が自動でプリズム、即ち測定点をサーチし、視準し、測距して、測定を実行する。設定した測定点をサーチする為の初期値を取得する為に各測定点についてのティーチングが必要となる。

10

【0005】

従来のティーチング作業は、測定装置により作業者が各測定点を視準し、各測定点について水平角、鉛直角、距離の測定を行い、各測定点について3次元測定を行い、得られた測定結果を各測定点の初期値として設定する。この方法では、作業者が測定点を一点一点測定するものであり、更に測定装置が備えた視準望遠鏡の視野角が狭い為、視準に時間が掛り、作業性が悪く、多くの時間を必要とする。特に、測定に時間的な制約がある場合、例えば地下鉄用のトンネルでの作業の場合、トンネルの天井、壁面をモニタリング測定するには、地下鉄の非営業時間内に測定を完了しなければならず、測定時間の短縮が求められる。

20

【0006】

或は、測定装置が広角カメラを具備し、測定範囲を広角カメラで撮像し、取得した画像の中から、画像処理によって測定点を抽出して測定点の位置を検出し、画像上から得られた測定点の位置に基づき測定装置により測定点を視準し、視準後各測定点について水平角、鉛直角、距離の測定を行う方法もある。

【0007】

この場合、撮像範囲が広範囲になると、或は測定点が遠距離になると、測定点の検出精度が低下する。又、広角カメラと測定装置の望遠鏡とは光軸がオフセットされており、広角カメラで検出した結果を補正する必要があるが、補正量は距離の関数であり、距離測定を伴わない画像処理での測定点の検出は、精度が低下する。この為、測定装置による視準ができない場合があるという問題があった。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2003-279352号公報

【特許文献2】特開平8-136218号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0009】

本発明は斯かる実情に鑑み、モニタリング測定を行う場合に必要な測定対象物の位置データを簡単に、而も、短時間で、取得できる測定方法及び測定装置を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、測定対象物を視準する望遠鏡と、該望遠鏡を介して測距光を照射し測定対象物迄の距離を測定する距離測定部と、視準方向を撮像し、デジタル画像を取得する撮像部と、前記望遠鏡の視準方向の鉛直角、水平角を検出する角度検出部と、前記望遠鏡を測定対象物に自動視準させる自動視準部とを有する測定装置に於ける複数の測定対象物をモニ

50

タリング測定する測定方法に於いて、前記望遠鏡を水平方向、鉛直方向に回転させ、複数の測定対象物を含む様設定した所定範囲を走査する工程と、走査する過程で所定時間間隔でデジタル画像を取得する工程と、該デジタル画像中の測定対象物を検出して、前記デジタル画像上の測定対象物の視準軸からの偏差及び前記角度検出部からの検出結果に基づき測定対象物それぞれの鉛直角、水平角を演算する粗測定工程と、演算された前記鉛直角、水平角を各測定対象物に関連付けて自動視準用の目標値として記憶する工程とを具備する測定方法に係るものである。

【0011】

又本発明は、記憶された前記鉛直角、水平角に基づき順次測定対象物に前記望遠鏡を自動視準させ、測距、測角を実行する精密測定工程と、該精密測定で得られた測定結果を前記測定対象物と関連付けて初期値として取得する工程とを更に具備する測定方法に係り、又、前記測定対象物の像が、時間的に隣接する少なくとも2つのデジタル画像内に含まれる様、走査速度及び撮像時間間隔が設定された測定方法に係るものである。

10

【0012】

又本発明は、測定対象物を視準する望遠鏡と、該望遠鏡を介して測距光を照射し測定対象物迄の距離を測定する距離測定部と、視準方向を撮像し、デジタル画像を取得する撮像部と、前記望遠鏡の視準方向の鉛直角、水平角を検出する角度検出部と、前記望遠鏡を測定対象物に自動視準させる自動視準部と、演算部と、記憶部とを具備する測定装置に於いて、前記演算部は、前記望遠鏡を水平方向、鉛直方向に回転させ、複数の測定対象物を含む様設定した所定範囲を走査させ、走査する過程で前記撮像部に所定時間間隔でデジタル画像を取得させ、取得された該デジタル画像中の測定対象物を検出すると共に前記角度検出部が検出する鉛直角、水平角及び前記デジタル画像上の測定対象物の視準軸からの偏差に基づき測定対象物の鉛直角、水平角を演算し、各測定対象物に関連付けて該測定対象物の鉛直角、水平角を自動視準用の目標値として前記記憶部に記憶させる測定装置に係るものである。

20

【0013】

又本発明は、前記演算部は、前記記憶部に記憶された前記目標値に基づき前記自動視準部に順次測定対象物に前記望遠鏡を自動視準させ、測距、測角の精密測定を実行し、該精密測定で得られた測定結果を前記測定対象物と関連付けて初期値として取得する測定装置に係るものである。

30

【0014】

又本発明は、前記演算部は、前記測定対象物の像が時間的に隣接する少なくとも2つのデジタル画像内に含まれる様撮像し、得られた少なくとも2つのデジタル画像内の前記測定対象物の像について得られる鉛直角、水平角を平均化する測定装置に係るものである。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、測定対象物を視準する望遠鏡と、該望遠鏡を介して測距光を照射し測定対象物迄の距離を測定する距離測定部と、視準方向を撮像し、デジタル画像を取得する撮像部と、前記望遠鏡の視準方向の鉛直角、水平角を検出する角度検出部と、前記望遠鏡を測定対象物に自動視準させる自動視準部とを有する測定装置に於ける複数の測定対象物をモニタリング測定する測定方法に於いて、前記望遠鏡を水平方向、鉛直方向に回転させ、複数の測定対象物を含む様設定した所定範囲を走査する工程と、走査する過程で所定時間間隔でデジタル画像を取得する工程と、該デジタル画像中の測定対象物を検出して、前記デジタル画像上の測定対象物の視準軸からの偏差及び前記角度検出部からの検出結果に基づき測定対象物それぞれの鉛直角、水平角を演算する粗測定工程と、演算された前記鉛直角、水平角を各測定対象物に関連付けて自動視準用の目標値として記憶する工程とを具備するので、ティーチング作業に於いて、作業者が測定対象物毎に視準する必要がなくなり、複数の測定対象物に対する視準の自動化が可能であり、視準作業が軽減されると共に視準時間が短縮し、作業性が向上する。

40

【0016】

50

又本発明によれば、記憶された前記鉛直角、水平角に基づき順次測定対象物に前記望遠鏡を自動視準させ、測距、測角を実行する精密測定工程と、該精密測定で得られた測定結果を前記測定対象物と関連付けて初期値として取得する工程とを更に具備するので、複数の測定対象物に対して自動視準して精密測定を行う場合に、測定対象物を検出する為のサーチ動作が省略でき、複数の測定対象物の精密測定を行う時間が大幅に短縮する。

【0017】

又本発明によれば、前記測定対象物の像が、時間的に隣接する少なくとも2つのデジタル画像内に含まれる様、走査速度及び撮像時間間隔が設定されたので、検出結果が平均化でき、測定精度が向上する。

【0018】

本発明によれば、測定対象物を視準する望遠鏡と、該望遠鏡を介して測距光を照射し測定対象物迄の距離を測定する距離測定部と、視準方向を撮像し、デジタル画像を取得する撮像部と、前記望遠鏡の視準方向の鉛直角、水平角を検出する角度検出部と、前記望遠鏡を測定対象物に自動視準させる自動視準部と、演算部と、記憶部とを具備する測定装置に於いて、前記演算部は、前記望遠鏡を水平方向、鉛直方向に回転させ、複数の測定対象物を含む様設定した所定範囲を走査させ、走査する過程で前記撮像部に所定時間間隔でデジタル画像を取得させ、取得された該デジタル画像中の測定対象物を検出すると共に前記角度検出部が検出する鉛直角、水平角及び前記デジタル画像上の測定対象物の視準軸からの偏差に基づき測定対象物の鉛直角、水平角を演算し、各測定対象物に関連付けて該測定対象物の鉛直角、水平角を自動視準用の目標値として前記記憶部に記憶させるので、複数の測定対象物に対して視準用の目標値を事前に取得でき、作業者が測定対象物毎に視準する必要がなくなり、複数の測定対象物に対する視準の自動化が可能であり、視準作業が軽減されると共に視準時間が短縮し、作業性が向上する。

【0019】

又本発明によれば、前記演算部は、前記記憶部に記憶された前記目標値に基づき前記自動視準部に順次測定対象物に前記望遠鏡を自動視準させ、測距、測角の精密測定を実行し、該精密測定で得られた測定結果を前記測定対象物と関連付けて初期値として取得するので、モニタリング測定を行う場合の初期値を能率よく設定することができる。

【0020】

又本発明によれば、前記演算部は、前記測定対象物の像が時間的に隣接する少なくとも2つのデジタル画像内に含まれる様撮像し、得られた少なくとも2つのデジタル画像内の前記測定対象物の像について得られる鉛直角、水平角を平均化するので、前記目標値の測定精度が向上する等の優れた効果を発揮する。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明の実施例に係る測定装置を含むシステム構成図である。

【図2】前記測定装置に具備される光学系統図である。

【図3】前記測定装置の概略構成図である。

【図4】本発明の実施例のフローチャートである。

【図5】本実施例に於ける走査軌跡と望遠鏡の視野と反射ターゲットの関係を示す説明図である。

【図6】本実施例に於ける望遠鏡の視野と反射ターゲットの関係を示す説明図であり、(A)は望遠鏡の視野内に反射ターゲットが1つ、(B)は望遠鏡の視野内に反射ターゲットが2つ含まれる場合を示す。

【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】

先ず、図1に於いて、本発明に係る測定装置を具備する測定システムを説明する。

【0024】

10

20

30

40

50

図 1 中、1 は計測小屋 9 に設置される測定装置であり、該測定装置 1 は望遠鏡部 2 を備え、該望遠鏡部 2 を水平方向、鉛直方向に回転可能であり、自動視準機能を有する。3 は測定装置 P C であり、該測定装置 P C 3 は前記測定装置 1 に電氣的に接続され、或は該測定装置 1 と一体化され、前記測定装置 1 に対して測定に関する指令を發し、又前記測定装置 1 で取得した測定データを蓄積、或は測定データを基地 P C 6 に送信する。4 は電源であり、該電源 4 は前記測定装置 1、前記測定装置 P C 3 に電力を供給する。尚、図示していないが、前記測定装置 1 は、前記望遠鏡部 2 の視準方向を検出する水平測角部、鉛直測角部（図 3 参照）を有している。又、5 - 1, 5 - 2, 5 - 3, ..., 5 - n は測定点に設置された反射ターゲットを示している。

【 0 0 2 5 】

前記基地 P C 6 は、トンネル、ダム等を管理する管理事務所 1 0 等に設置され、前記測定装置 P C 3 から送信されたモニタリングデータを蓄積し、又受信したモニタリングデータを過去のモニタリングデータと比較し、トンネル、ダム等の現状を判断する。

【 0 0 2 6 】

尚、前記測定装置 P C 3 と前記基地 P C 6 とは L A N、無線等所要の通信手段 7 により、相互にデータ通信が可能となっている。

【 0 0 2 7 】

図 2 は、前記測定装置 1 の光学系 1 1 を示しており、図 2 中、1 2 は該光学系 1 1 の光軸（視軸）、1 3 は測距用光源、1 4 は視準用光源、1 5 は前記測距用光源 1 3 からの測距光を前記光軸 1 2 に導く第 1 投光光学系、1 6 は前記視準用光源 1 4 からの視準光を前記光軸 1 2 に導く第 2 投光光学系、1 7 は前記光軸 1 2 上に配置された対物レンズ、1 8 は前記光軸 1 2 上に配置されたフォーカスレンズ、又 1 9 は接眼レンズを示している。

【 0 0 2 8 】

前記測距用光源 1 3 は測距光として可視光、前記視準用光源 1 4 は視準光として赤外光等の不可視光を發する様になっており、前記測距用光源 1 3 から發せられた測距光、前記視準用光源 1 4 から發せられた視準光はそれぞれ前記光軸 1 2 上に射出される。測距光の反射光（以下反射測距光）及び視準光の反射光（以下反射視準光）は前記対物レンズ 1 7 に入射し、集光される。前記光軸 1 2 上には、ダイクロイックプリズム 2 1 が設けられる。該ダイクロイックプリズム 2 1 は反射視準光 2 2 を反射し、該ダイクロイックプリズム 2 1 によって反射視準光 2 2 が分離され、分離された反射視準光 2 2 は画像センサ 2 3 に入射する。又前記ダイクロイックプリズム 2 1 により反射測距光 2 4 が分離され、分離された反射測距光 2 4 は測距用受光素子 2 5 に入射する。前記ダイクロイックプリズム 2 1 を透過した自然光 2 2 は、前記フォーカスレンズ 1 8 を通って前記接眼レンズ 1 9 に入射する。

【 0 0 2 9 】

前記画像センサ 2 3 は、例えば画素の集合体である C C D、C M O S センサ等であり、受光する画素の受光面（撮像面）上での位置が特定できるようになっており、更に前記画像センサ 2 3 の中心が前記光軸 1 2 と合致する様になっており、前記画像センサ 2 3 上の画素の位置を求めることで、前記光軸 1 2 に対する画角（画素の位置から得られる光軸に対する角度）が求められる様になっている。

【 0 0 3 0 】

本実施例では、前記画像センサ 2 3 で取得した画像から前記反射ターゲット 5 を検出し、該反射ターゲット 5 の画像上の位置と、前記光軸 1 2 の鉛直角、水平角より前記反射ターゲット 5 の位置（鉛直角、水平角）を検出する様になっている。

【 0 0 3 1 】

図 3 は、前記測定装置 1 の概略の構成を示すブロック図であり、図 3 中、2 7 は C P U で代表される演算部、2 8 は記憶部、2 9 は測距部、3 1 は鉛直測角部、3 2 は水平測角部、3 3 は通信部、3 4 は表示部、3 5 は自動視準部、3 6 は前記望遠鏡部 2 を鉛直方向に回転する鉛直モータ、3 7 は前記望遠鏡部 2 を水平方向に回転する水平モータ、3 8 は前記鉛直モータ 3 6 に設けられた鉛直モータエンコーダ、3 9 は前記水平モータ 3 7 に設

10

20

30

40

50

けられた水平モータエンコーダ、40は操作部を示す。

【0032】

前記測距部29は、前記測距用光源13、前記測距用受光素子25、前記演算部27、前記記憶部28等から構成され、前記測距部29は前記測距用受光素子25で受光された反射測距光に基づき距離測定を行う。

【0033】

前記自動視準部35は、前記視準用光源14、前記画像センサ23、前記演算部27、前記記憶部28等から構成され、前記反射ターゲット5からの反射視準光が前記画像センサ23で受光され、受光結果に基づき視準光軸を前記反射ターゲット5に合致させる自動視準を行う。

10

【0034】

前記鉛直測角部31は、前記望遠鏡部2の視準光軸の鉛直角を測定し、測定結果を電気信号として前記演算部27に送出する。前記水平測角部32は基準点を有し、基準点に対する前記視準光軸の水平角を測定し、測定結果を前記演算部27に送出する。

【0035】

前記鉛直モータ36及び前記水平モータ37は、前記演算部27によって駆動制御され、前記鉛直モータ36の回転量、回転速度は該鉛直モータ36に設けられた鉛直モータエンコーダ38によって検出され、前記水平モータ37の回転量、回転速度は該水平モータ37に設けられた水平モータエンコーダ39によって検出される。

【0036】

20

前記演算部27は、前記記憶部28に格納されたプログラム(後述)に基づき、前記測距部29を駆動して測距し、前記自動視準部35を駆動して自動視準を行い、又前記測距部29、前記鉛直測角部31、前記水平測角部32からの測定結果に基づき前記反射ターゲット5それぞれについて3次元測定を行う。得られた測定結果は、前記測定装置PC3に送出される。

【0037】

前記記憶部28には、前記測定装置1に測定作動を行わせ、測定点(前記反射ターゲット5)の3次元データを取得する為の測定プログラム、或は測定点を順次サーチし、前記画像センサ23で画像取得する等の作動を実行するシーケンスプログラム、前記画像センサ23で取得した画像から反射ターゲット5を検出する画像処理プログラム、或は反射ターゲット5の検出結果に基づき前記望遠鏡部2を反射ターゲット5に視準させる為の自動視準プログラム、或は該自動視準プログラム、前記測定プログラムを実行させ反射ターゲット5個々について測定したデータに基づきティーチングを実行するティーチングプログラム、或はティーチング結果に基づき所定時間間隔で前記自動視準プログラム、前記測定プログラムを実行させ、各測定点の位置を検出し、検出結果を時系列で前記記憶部28に格納するモニタリングプログラム等の各種プログラムが格納されている。

30

【0038】

次に、前記測定装置PC3について説明する。

【0039】

前記測定装置1により、ティーチング或はモニタリングが実行され得られた測定点データは、前記測定装置PC3に送出され、該測定装置PC3は測定点データを時系列に、又各反射ターゲット5に対応付けて時系列に保存格納する。

40

【0040】

更に、前記測定装置PC3は、前記測定装置1にティーチング、或はモニタリングを実行させる為の制御プログラム、又測定データに基づき、各反射ターゲット(測定点)毎に変位の有無、変位の程度を演算し、異常であるか否かを判断する異常判断プログラム等のプログラムを有している。

【0041】

以下、本実施例のティーチング作用について図4を参照して説明する。

【0042】

50

STEP: 01 基準点及び測定点が存在する範囲(サーチ範囲)を指定する。具体的な範囲の指定方法としては、一例として、ティーチング作業を行う始点と終点の位置に前記望遠鏡部2を向けその時の測角値を、前記鉛直測角部31、前記水平測角部32より取得する。尚、前記望遠鏡部2をティーチング作業を行う始点と終点の位置に向けるのは、作業者が直接、前記望遠鏡部2を動かしてもよく、或は前記測定装置PC3により遠隔操作で動かしてもよい。或は、前記測定装置1の操作部40から直接測角値を指定してもよいし、前記測定装置PC3から遠隔操作で指定してもよい。又、前記表示部34がタッチパネルである場合は該表示部34上で始点、終点を設定する。

【0043】

もし、基準点及び測定点が全周に亘り存在している場合、或は広範囲に存在している場合、始点位置と終点位置の指定は行わず、前記望遠鏡部2を鉛直軸に対して360°回転させて、全周をティーチングしてもよい。重要なのは、基準点及び測定点が存在する範囲より少し広めに指定し、確実に全ての反射ターゲット5を発見できる様にする事である。

【0044】

STEP: 02 サーチ範囲の指定が完了すると、サーチが実行され、サーチ範囲内の測定対象物に対して画像処理と、前記望遠鏡部2の視準方向の測角により、粗測定が実行される。サーチの実行、粗測定の実行は、前記測定装置PC3より指令される。

【0045】

図5は、サーチの状態を示しており、サーチ範囲が指定されると、前記測定装置1のサーチ機能を利用して、前記鉛直モータ36、前記水平モータ37が駆動され、前記望遠鏡部2が水平方向に往復走査され、又水平走査端で所定角度鉛直方向に回転され、水平方向の往復走査と水平走査端での鉛直方向への回転により、サーチ範囲がもれなく走査される。この時、鉛直方向の所定回転角度は、前記望遠鏡部2の視野42の鉛直方向の視野角より小さく設定し、上の走査での視野と下の走査での視野が所要の範囲でオーバーラップする様にする。

【0046】

STEP: 03 所定速度で走査し、走査過程中所定時間間隔で、前記画像センサ23により画像データが取得される。画像データ上から前記画像センサ23の視野内に前記反射ターゲット5が有るかどうかを検出される。走査のパターンは特に指定はないが、前記望遠鏡部2の視野42は円形である為、例えば水平方向に走査していた場合、前記望遠鏡部2の視野42の上下端付近に反射ターゲット5がある場合、該反射ターゲット5は一瞬しか視野42内に入らない。この為、反射ターゲット5を発見できない可能性もあるので、水平方向に走査する場合は視野42の上下方向に少し重なりを持って走査させる(図5参照)。同様に、鉛直方向に走査する場合は視野42の左右方向に少し重なりを持って画像が取得できる様に、画像を取得する時間間隔、走査速度は設定される。

【0047】

STEP: 04 走査過程で得られた画像中に、前記反射ターゲット5を発見した場合、その時の前記測定装置1の測角値(H1, V1)と、前記画像センサ23上での前記光軸12からのズレ量(X1, Y1)がピクセル位置として測定される。

【0048】

STEP: 05 前記光軸12からのズレ量(X1, Y1)は、角度値(画角)(H1, V1)に変換され、ズレ量が求められた時の前記望遠鏡部2の前記光軸12の角度が前記鉛直測角部31、前記水平測角部32とから求められ、前記鉛直測角部31、前記水平測角部32が検出した前記光軸12の鉛直角、水平角及び前記画像センサ23上の角度値に基づき、下記の式で反射ターゲット5の方向角(TH, TV)が測角(算出)される。

【0049】

$$TH1 = H1 + \quad H1, \quad TV1 = V1 + \quad V1$$

【0050】

10

20

30

40

50

STEP : 06 算出された反射ターゲット5の方向角(TH, TV)は、対応する反射ターゲット5と関連付けられ、前記測定装置PC3に送出され、該測定装置PC3では前記反射ターゲット5に対して識別番号を付し、測角結果は識別番号に関連付けられ、時系列で記録される。記録された測角結果は、後述する自動視準を実行する場合の目標値となる。

【0051】

STEP : 07 全ての反射ターゲット5について測角が実行されたかどうか判断され、サーチ範囲全てが走査され、全ての反射ターゲット5について測角が実行される。

【0052】

全ての反射ターゲット5について方向角の測定(粗測定)が完了すると、反射ターゲット5の測角の結果(目標値)に基づき、個々の反射ターゲット5について3次元測定(精密測定)が開始される。

10

【0053】

STEP : 08 測角した結果に基づき、所定の順番で、例えば識別番号順に前記目標値の方向に前記望遠鏡部2が向けられる。この時ターゲットが前記望遠鏡部2の視野内に入ればよく、前記鉛直モータエンコーダ38、前記水平モータエンコーダ39の角度を基に向きを変えることで、前記鉛直測角部31、前記水平測角部32の角度に基づく場合より、高速の概略方向視準が可能となる。

【0054】

STEP : 09 目標値の方向に対象とする反射ターゲット5が存在し、対象とする反射ターゲット5が前記望遠鏡部2の視野42に入ると、前記画像センサ23の画像中の前記反射ターゲット5が検出され、該反射ターゲット5の前記光軸12に対する偏差が求められ、該偏差が0になる様に前記鉛直モータ36、前記水平モータ37が駆動制御され、自動視準が実行される。

20

【0055】

STEP : 10 視準が完了すると、前記測距部29による測距が行われ、又前記鉛直測角部31、前記水平測角部32により、鉛直角、水平角の測角が行われる。測距結果、測角結果は、ティーチングデータとして反射ターゲット5に関連付けられて及び測定時間に関連付けられて、前記記憶部28に記録、格納される。尚、ティーチングデータは前記通信部33を介して前記測定装置PC3に送出され、該測定装置PC3に記録、格納されてもよい。

30

【0056】

STEP : 11 全ての反射ターゲット5に対して測距、測角が実行されると、ティーチング作動が完了し、ティーチングデータは前記記憶部28、又は前記測定装置PC3に格納される。ティーチングが完了し、ティーチングデータが取得されることで、自動でのモニタリング測定が可能となる。

【0057】

モニタリング測定について簡単に説明すると、本実施例によれば、粗モニタリング測定、精密モニタリング測定、或は粗モニタリング測定と精密モニタリング測定とを組合わせた3態様のモニタリング測定が可能である。

40

【0058】

先ず、第1の態様の粗モニタリング測定について、図6を参照して説明する。

【0059】

前記測定装置PC3からのモニタリング測定開始指令により、前記望遠鏡部2が回転され、サーチ範囲を所定の速度で走査する。走査する過程で、所定時間間隔毎に、或は所定角度間隔毎に(図示では所定水平回転角毎に)前記画像センサ23で得られる画像をサンプリングする。尚、前記画像センサ23で得られる最大の画像は、前記望遠鏡部2の視野と同等となる。サンプリングした画像中から前記反射ターゲット5を検出し、画像中での角度値(画角)(H, V)を求め、画角とサンプリングした時の前記望遠鏡部2の視準方向、即ち水平角、鉛直角(H, V)とから反射ターゲット5の方向角(TH, TV)

50

が求められる。測定点の変位した場合でも前記測定装置 1 から測定点迄の水平距離は殆ど変わらないので、この方向角 (TH, TV) をモニタリングデータとして取得する。

【0060】

図6(A)は走査中の前記望遠鏡部2の視野に、1つの反射ターゲット5が検出される場合を示し、又走査過程で1つの反射ターゲット5-1が時間的に隣接する3つの画像に含まれる場合を示している。走査により光軸が移動することで、画像内での前記反射ターゲット5の位置が変化する。従って、該反射ターゲット5-1について3つの測定値(測角)が得られ、3つの測定値を最小二乗法等の統計的処理により平均化する。平均化することで、前記反射ターゲット5-1の測定精度は向上する。

【0061】

従って、サンプリングする間隔は、前記望遠鏡部2の視野が反射ターゲット5を通過する時間内に、同一の反射ターゲット5について少なくとも2つの画像が得られる間隔とするのが好ましい。サンプリング間隔は、フレームレートで決まっている(画像取得のタイミングで決定する)ので、同一の反射ターゲット5について、それぞれ該反射ターゲット5を含む2以上のサンプリング画像を取得できるスピードで走査し、得られる反射ターゲット5の2以上の方向角を平均化することで、モニタリングデータの精度が向上する。

【0062】

図6(B)は、走査中の前記望遠鏡部2の視野に、2つの反射ターゲット5-1, 5-2が検出される場合を示しており、画像中に複数の反射ターゲット5-1, 5-2が含まれる場合は、視準軸を基準として各反射ターゲット5毎に画像中での角度値を求め、該角度値と視準方向からそれぞれ反射ターゲット5-1, 5-2の方向角(TH, TV)を求める。

【0063】

而して、サーチ範囲内の全ての反射ターゲット5について、方向角がモニタリング測定され、モニタリングデータは前記測定装置PC3に送出される。該測定装置PC3では、モニタリングデータとティーチングデータとを比較して、測定点に変化があるかどうか、或は変化量が予め設定した閾値を超えるかどうか判断される。測定点に変化がある場合、或は閾値より超える場合は、前記測定装置PC3からアラーム信号が前記通信手段7を介して前記基地PC6に送信される。

【0064】

第1の態様の粗モニタリング測定では、前記反射ターゲット5毎に前記望遠鏡部2の動きを停止させないので、1周期のモニタリング測定は、サーチ範囲を走査する時間と同じであり、モニタリング測定周期は大幅に短くなり、作業性が向上する。又、変位の大きい部分でのモニタリング測定では、モニタリング測定周期を短縮し、早期に、又確実に測定点の変位を検出する。

【0065】

次に、第2の態様の精密モニタリング測定について説明する。

【0066】

上記ティーチングにより、全ての反射ターゲット5の初期状態での位置、即ち、反射ターゲット5の方向角(TH, TV)が分っているので、該方向角に基づいて、前記望遠鏡部2は全ての反射ターゲット5に識別番号順に、順次向けられる。

【0067】

前記望遠鏡部2が前記反射ターゲット5に向けられると、自動視準が実行され、光軸12が前記反射ターゲット5と合致すると、測距、測角が行われ、精密モニタリングデータとして取得する。精密モニタリングデータは前記測定装置PC3に送出され、モニタリングデータとティーチングデータとが比較され、測定点に変化があるかどうか、或は変化量が予め設定した閾値を超えるかどうか判断される。測定点に変化がある場合、或は閾値より超える場合は、前記測定装置PC3からアラーム信号が前記通信手段7を介して前記基地PC6に送信される。

【0068】

10

20

30

40

50

又、粗モニタリング測定と精密モニタリング測定とを組合わせた第3の態様のモニタリング測定について説明する。

【0069】

先ず、粗モニタリング測定の状態様でモニタリング測定が行われ、前記画像センサ23で取得したサンプリング画像から反射ターゲット5の方向角(TH, TV)が求められ、測定点に変化があるかどうか、或は変化量が予め設定した閾値を超えるかどうか判断される。次に、粗モニタリング測定により、測定した反射ターゲット5の方向角(TH, TV)がティーチング時の反射ターゲット5の方向角に対して予め設定した閾値を超える場合は、超えた反射ターゲット5に対して精密モニタリング測定が実行される。即ち、閾値を超えている反射ターゲット5のティーチング時の方向角に基づき望遠鏡部2が前記反射ターゲット5に向けられ、自動視準により、前記光軸12が前記反射ターゲット5と合致され、測距、測角が実行され、精密モニタリングデータが取得される。

10

【0070】

前記反射ターゲット5について、精密モニタリングデータとティーチング時のデータとが比較され、測定点に変化がある場合、或は閾値より超える場合は、前記測定装置PC3からアラーム信号が前記通信手段7を介して前記基地PC6に送信される。

【0071】

第3の態様の、モニタリング測定では、変位、或は閾値より超えて変位したと見られる反射ターゲット5のみを精密測定するので、モニタリング測定精度を高く維持したままモニタリング測定作動が早くなる。

20

【0072】

上述した様に、本実施例によれば、粗モニタリング測定、精密モニタリング測定、或は粗モニタリング測定と精密モニタリング測定とを組合わせた3態様のモニタリング測定が可能である。

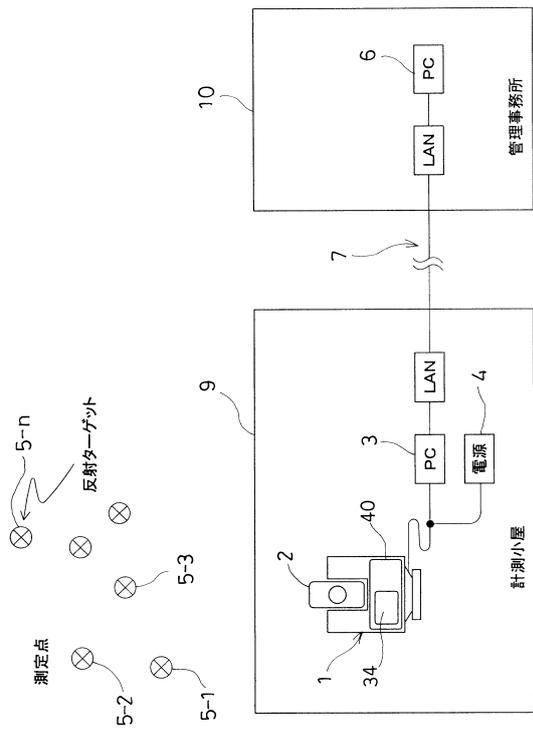
【符号の説明】

【0073】

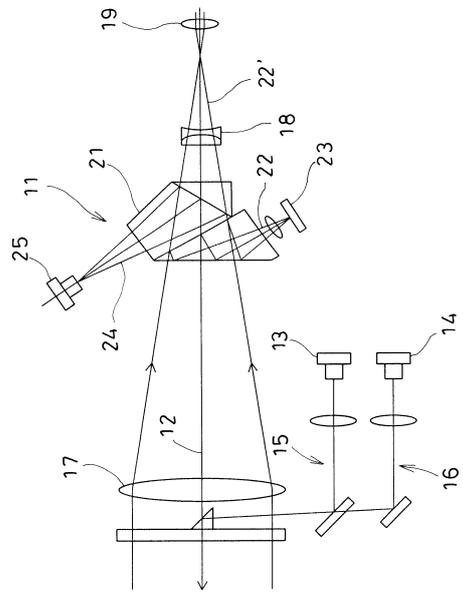
1	測定装置	
2	望遠鏡部	
3	測定装置PC	
5	反射ターゲット	30
9	計測小屋	
10	管理事務所	
11	光学系	
12	光軸	
13	測距用光源	
14	視準用光源	
15	第1投光光学系	
16	第2投光光学系	
17	対物レンズ	
18	フォーカスレンズ	40
21	ダイクロイックプリズム	
22	反射視準光	
23	画像センサ	
24	反射測距光	
25	測距用受光素子	
27	演算部	
28	記憶部	
29	測距部	
31	鉛直測角部	
32	水平測角部	50

- 3 3 通信部
- 3 4 表示部
- 3 5 自動視準部

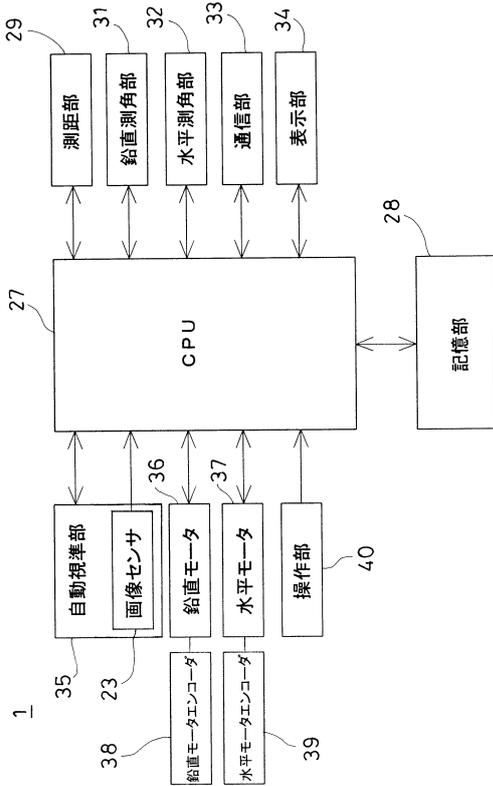
【図 1】



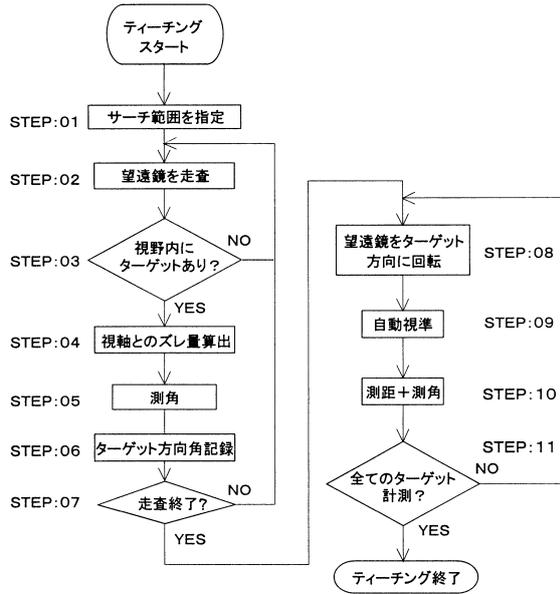
【図 2】



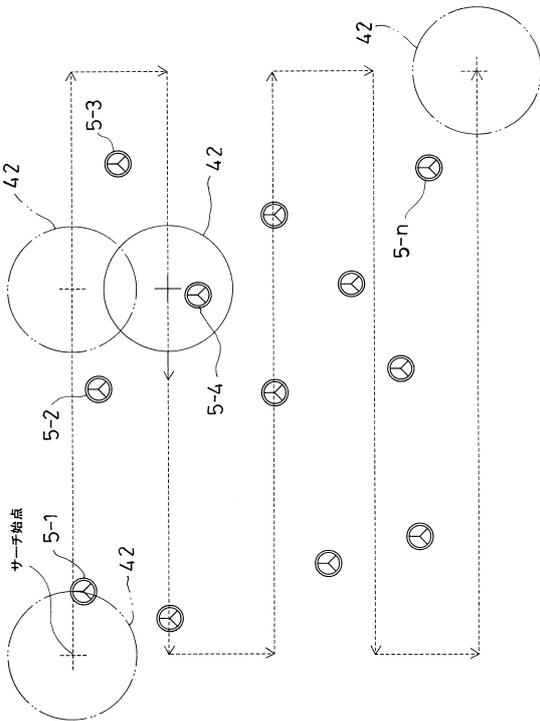
【図3】



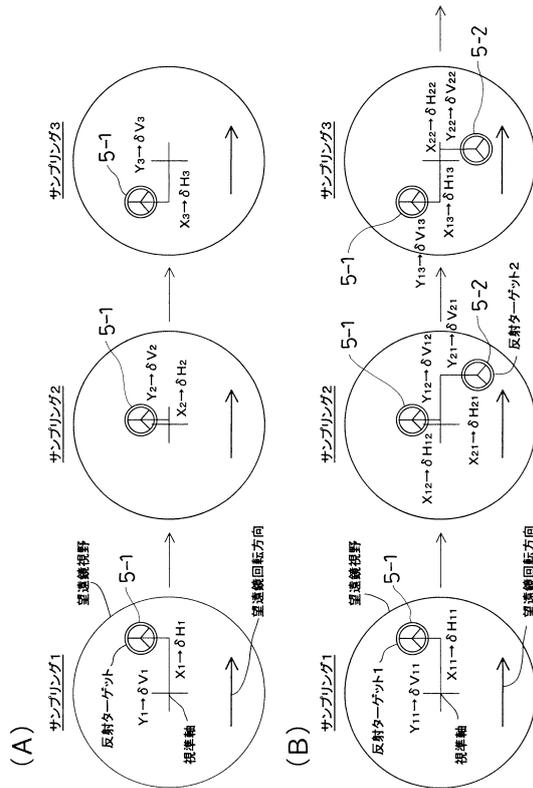
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2001-221636(JP,A)
特開2002-131054(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01C 15/00