

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6059067号  
(P6059067)

(45) 発行日 平成29年1月11日(2017.1.11)

(24) 登録日 平成28年12月16日(2016.12.16)

(51) Int.Cl. F I  
**GO 1 C 5/00 (2006.01)** GO 1 C 5/00 Z  
**GO 1 C 15/06 (2006.01)** GO 1 C 15/06 Z

請求項の数 6 (全 15 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2013-83260 (P2013-83260)                  (22) 出願日 平成25年4月11日(2013.4.11)                  (65) 公開番号 特開2014-206421 (P2014-206421A)                  (43) 公開日 平成26年10月30日(2014.10.30)                  審査請求日 平成28年4月4日(2016.4.4)</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 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 古平 純一                  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 梶田 真也</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 測量システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電子レベルと、複数の群のいずれかに属するスタッフ装置とを有する測量システムであって、前記スタッフ装置は属する群に対応したバーコードが付されたスタッフと、該スタッフに設けられた移動局装置とを具備し、該移動局装置は、施工データを表示する移動局表示部と、前記電子レベルとの間で無線通信を行う移動局通信部とを有し、前記電子レベルは、施工範囲の画像を取得する撮像部と、画像からスタッフ画像を抽出し、抽出したスタッフ画像のバーコードパターンがどの群に属するかを判別すると共に前記スタッフ画像に基づき前記スタッフの3次元位置を測定する制御装置と、得られた3次元位置を前記移動局装置に送信する本体通信部とを有し、前記移動局装置は、受信した前記スタッフの3次元位置と前記施工データとの関係を前記移動局表示部に表示する様構成したことを特徴とする測量システム。

【請求項2】

各群に属するスタッフ装置によって複数地点でのスタッフの3次元位置を設定し、各群毎に基準面を形成する請求項1の測量システム。

【請求項3】

前記撮像部は施工対象物を含む様に画像を取得し、前記移動局表示部は、前記施工対象物が複数群のいずれに属するかを区分して表示すると共に、前記施工対象物に関し設定すべき測設点を表示し、前記電子レベルは、前記スタッフ装置について属する群毎にスタッフの3次元位置を測定し、対応する前記移動局装置に前記3次元位置を送信し、前記スタ

ップと前記測設点との関係を表示する様構成した請求項 1 の測量システム。

【請求項 4】

前記スタッフ装置は、前記スタッフの傾きを検出する移動局傾斜センサを有し、該移動局傾斜センサの検出結果に基づき前記スタッフについての測距結果、水平角を補正する請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれかに記載の測量システム。

【請求項 5】

前記電子レベルは回転駆動部を有し、該回転駆動部によって水平方向に回転可能であり、前記撮像部は所定時間毎にフレーム画像を取得し、又は連続してフレーム画像を取得し、前記制御装置は、各フレーム画像毎にスタッフ画像を抽出し、抽出した画像がフレーム画像から逸脱しない様に前記回転駆動部を制御して前記電子レベルを回転させ、スタッフ

10

【請求項 6】

前記撮像部は全周カメラであり、該撮像部によって全周画像が取得される請求項 1 の測量システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は複数の基準面の設定が可能な測量システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

所定のバーコードが刻印されたスタッフを用いて高さ測定、距離測定を行うものとして電子レベルが普及している。

20

【0003】

従来の電子レベルでは、所定の地点にスタッフを立設し、立設された地点の高さ測定、距離測定を行い、予定された範囲、地点についてデータ収集を行うものであった。

【0004】

更に、施工データに基づき土木工事等の所要工事を施工する場合、水平基準面が必要となり、水平基準面を形成するものとしてレーザ光線を水平方向に照射、回転するレーザ照射装置がある。

【0005】

従って、従来では電子レベルで所定のデータを収集し、収集したデータ、施工データ、及びレーザ照射装置が形成する基準面に基づき所要の工事を行っていた。

30

【0006】

この為、各作業毎に電子レベル、レーザ照射装置等、複数の装置が必要となっていた。

【0007】

尚、特許文献 1、特許文献 2 には、電子レベルにより、各スタッフを視準して、各スタッフに形成されているコードパターンを電子的に解読して、視準高さを自動的に求めることが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

40

【0008】

【特許文献 1】特開平 7 - 2 2 9 7 3 7 号公報

【特許文献 2】特許第 3 7 9 5 1 9 0 号公報

【特許文献 3】特開 2 0 1 2 - 1 4 5 4 6 3 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本発明は斯かる実情に鑑み、電子レベル、スタッフのみで、データの収集、基準面の設定を行える測量システムを提供するものである。

【課題を解決するための手段】

50

## 【0010】

本発明は、電子レベルと、複数の群のいずれかに属するスタッフ装置とを有する測量システムであって、前記スタッフ装置は属する群に対応したバーコードが付されたスタッフと、該スタッフに設けられた移動局装置とを具備し、該移動局装置は、施工データを表示する移動局表示部と、前記電子レベルとの間で無線通信を行う移動局通信部とを有し、前記電子レベルは、施工範囲の画像を取得する撮像部と、画像からスタッフ画像を抽出し、抽出したスタッフ画像のバーコードパターンがどの群に属するかを判別すると共に前記スタッフ画像に基づき前記スタッフの3次元位置を測定する制御装置と、得られた3次元位置を前記移動局装置に送信する本体通信部とを有し、前記移動局装置は、受信した前記スタッフの3次元位置と前記施工データとの関係を前記移動局表示部に表示する様構成した測量システムに係るものである。

10

## 【0011】

又本発明は、各群に属するスタッフ装置によって複数地点でのスタッフの3次元位置を設定し、各群毎に基準面を形成する測量システムに係るものである。

## 【0012】

又本発明は、前記撮像部は施工対象物を含む様に画像を取得し、前記移動局表示部は、前記施工対象物が複数群のいずれに属するかを区分して表示すると共に、前記施工対象物に関し設定すべき測設点を表示し、前記電子レベルは、前記スタッフ装置について属する群毎にスタッフの3次元位置を測定し、対応する前記移動局装置に前記3次元位置を送信し、前記スタッフと前記測設点との関係を表示する様構成した測量システムに係るものである。

20

## 【0013】

又本発明は、前記スタッフ装置は、前記スタッフの傾きを検出する移動局傾斜センサを有し、該移動局傾斜センサの検出結果に基づき前記スタッフについての測距結果、水平角を補正する測量システムに係るものである。

## 【0014】

又本発明は、前記電子レベルは回転駆動部を有し、該回転駆動部によって水平方向に回転可能であり、前記撮像部は所定時間毎にフレーム画像を取得し、又は連続してフレーム画像を取得し、前記制御装置は、各フレーム画像毎にスタッフ画像を抽出し、抽出した画像がフレーム画像から逸脱しない様に前記回転駆動部を制御して前記電子レベルを回転させ、スタッフを追従する様構成した測量システムに係るものである。

30

## 【0015】

更に又本発明は、前記撮像部は全周カメラであり、該撮像部によって全周画像が取得される測量システムに係るものである。

## 【発明の効果】

## 【0016】

本発明によれば、電子レベルと、複数の群のいずれかに属するスタッフ装置とを有する測量システムであって、前記スタッフ装置は属する群に対応したバーコードが付されたスタッフと、該スタッフに設けられた移動局装置とを具備し、該移動局装置は、施工データを表示する移動局表示部と、前記電子レベルとの間で無線通信を行う移動局通信部とを有し、前記電子レベルは、施工範囲の画像を取得する撮像部と、画像からスタッフ画像を抽出し、抽出したスタッフ画像のバーコードパターンがどの群に属するかを判別すると共に前記スタッフ画像に基づき前記スタッフの3次元位置を測定する制御装置と、得られた3次元位置を前記移動局装置に送信する本体通信部とを有し、前記移動局装置は、受信した前記スタッフの3次元位置と前記施工データとの関係を前記移動局表示部に表示する様構成したので、現在のスタッフの位置と施工データとの関係が3次元で判断できるので、基準面の設定、測設点の設定が容易に行える。

40

## 【0017】

又本発明によれば、各群に属するスタッフ装置によって複数地点でのスタッフの3次元位置を設定し、各群毎に基準面を形成するので、複数の基準面がスタッフにより設定でき

50

る。

【0018】

又本発明によれば、前記撮像部は施工対象物を含む様に画像を取得し、前記移動局表示部は、前記施工対象物が複数群のいずれに属するかを区分して表示すると共に、前記施工対象物に関し設定すべき測設点を表示し、前記電子レベルは、前記スタッフ装置について属する群毎にスタッフの3次元位置を測定し、対応する前記移動局装置に前記3次元位置を送信し、前記スタッフと前記測設点との関係を表示する様構成したので、複数の施工対象物についての測設点の設定が複数の異なるバーコードが付されたスタッフにより並行して設定できる。

【0019】

又本発明によれば、前記スタッフ装置は、前記スタッフの傾きを検出する移動局傾斜センサを有し、該移動局傾斜センサの検出結果に基づき前記スタッフについての測距結果、水平角を補正するので、高精度の測定結果が得られると共に、水平角の測定が行える。

【0020】

又本発明によれば、前記電子レベルは回転駆動部を有し、該回転駆動部によって水平方向に回転可能であり、前記撮像部は所定時間毎にフレーム画像を取得し、又は連続してフレーム画像を取得し、前記制御装置は、各フレーム画像毎にスタッフ画像を抽出し、抽出した画像がフレーム画像から逸脱しない様に前記回転駆動部を制御して前記電子レベルを回転させ、スタッフを追従する様構成したので、測設点毎にスタッフを視準する必要がなくなり、測設作業の効率が大幅に向上する。

【0021】

更に又本発明によれば、前記撮像部は全周カメラであり、該撮像部によって全周画像が取得されるので、回転機構部が省略され、広範囲に亘る測定作業、測設業が可能となるといった優れた効果を発揮する。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明の実施例に係る測量システムを示す概略構成図である。

【図2】該測量システムに於ける電子レベルの概略構成図である。

【図3】(A)は、該測量システムに於けるスタッフ装置の移動局装置の概略構成図、(B)は該移動局装置の表示部の一例を示す図である。

【図4】該測量システムにより基準平面を形成する場合の実施例の説明図である。

【図5】該測量システムにより測設点を設定する場合の実施例の説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、図面を参照しつつ本発明の実施例を説明する。

【0024】

図1は、本発明の実施例に係る測量システムの概略構成を示すものであり、図1中、1は電子レベル、2aはAグループに属するスタッフ、2bはBグループに属するスタッフを示す。

【0025】

前記電子レベル1は、施工対象範囲全域を測定可能な位置(以下、基準位置)に設置され、前記スタッフ2a、2bは施工対象範囲内の複数の測定点に順次立設され、前記電子レベル1により、高さ、距離、方向(3次元位置)が測定される。

【0026】

前記スタッフ2a、2bはそれぞれ既知の幅、既知の高さを有するバーコードが刻印されており、該バーコードにより高さ位置の測定が可能となっている。又、Aグループに属するスタッフ2aとBグループに属するスタッフ2bとは、バーコードのパターンが異なり、バーコードのパターンを識別することでスタッフがどちらのグループに属するかが判別できる様になっている。前記スタッフ2a、2bには、それぞれ移動局装置21a、21bが設けられている。尚、前記スタッフ2a、2b、前記移動局装置21a、

10

20

30

40

50

21bについて、区別しない場合は、単にスタッフ2、移動局装置21として説明する。

【0027】

先ず、前記電子レベル1について図2を参照して概略を説明する。

【0028】

基準位置に3脚3が設置され、該3脚3に整準部4、回転駆動部5を介して電子レベル本体6が設置される。前記整準部4は、前記電子レベル本体6を水平状態に整準する。

【0029】

前記回転駆動部5は、前記電子レベル本体6を鉛直軸心を中心に回転させる。又、前記回転駆動部5は、エンコーダ等の水平角検出器12を具備し、前記電子レベル本体6を鉛直軸心を中心に回転させた場合の回転角は、前記水平角検出器12によって検出され、検出結果は制御装置8に出力される。

10

【0030】

該電子レベル本体6は、主に撮像部7、前記制御装置8、本体表示部9、本体通信部10、傾斜センサ11等から構成されている。尚、該傾斜センサ11としては、メムス等のセンサも含まれる。

【0031】

前記撮像部7は光学系13、2次元撮像素子(エリアセンサ)14等を有し、前記光学系13は施工対象範囲を含む像を前記2次元撮像素子14に結像可能となっている。又、前記2次元撮像素子14は、画素の集合体であり、例えばCCD、或はCMOSセンサ等が用いられる。前記2次元撮像素子14上には直交座標系が設定され、前記電子レベル本体6が水平に整準した場合に、該電子レベル本体6が検出する水平の0レベルが前記直交座標系の1つの座標軸に合致する様になっている。

20

【0032】

前記2次元撮像素子14を構成する各画素は、該2次元撮像素子14上での位置が前記直交座標系上で特定される様になっており、又各画素からの信号により前記直交座標系の座標が特定される様になっている。前記2次元撮像素子14で取得された画像は、フレーム画像データとして前記制御装置8に入力され、更に記憶部16に格納される。

【0033】

前記制御装置8は、主に演算処理部(CPU)15、前記記憶部16、画像処理部17、グループ判別部18、測定部19から構成されている。前記演算処理部15は前記記憶部16へのデータの入出力の制御、前記画像処理部17に於ける画像処理の制御、前記グループ判別部18に於ける信号処理の制御、前記測定部19に於ける測距、高低角、水平角の演算処理の制御を行う。

30

【0034】

又、前記制御装置8は、前記整準部4、前記回転駆動部5、前記本体通信部10を所要のタイミングで所要の状態に制御する。

【0035】

前記画像処理部17は、前記フレーム画像データからスタッフ2の画像を抽出する。前記グループ判別部18は、抽出されたスタッフ2の画像からバーコードのパターンを認識し、更にどのグループに属するかを判別する。前記測定部19は、抽出されたスタッフ2の画像に基づき、距離測定、高低角(視準高さ)の測定、水平角の測定を実行する。更に、距離測定、高低角(視準高さ)の測定、水平角の測定を行うことで、スタッフ2の3次元位置を測定できる。

40

【0036】

尚、距離測定は画像でのスタッフ2の大きさを認識することで実行され、高低角はバーコードのパターンが画像から読取られ、バーコードのどの位置に水平の0レベルがあるかを判断することで測定される。

【0037】

尚、スタッフ2の画像に基づき、バーコードのパターンの抽出、パターンの認識、判別、距離測定、視準高さの測定については、特許文献3に開示されている。

50

## 【 0 0 3 8 】

又、水平角については、スタッフ 2 のバーコードのフレーム画像中の位置、即ち前記 2 次元撮像素子 1 4 上の位置によって求められる。

## 【 0 0 3 9 】

前記記憶部 1 6 はプログラム格納部、データ格納部を有し、前記プログラム格納部には、測定、施工に必要な各種プログラム、例えば、前記画像処理部 1 7 で画像処理を実行する為の画像処理プログラム、前記グループ判別部 1 8 でバーコードのパターンを認識し、どのグループに属するかを判別する為の判別プログラム、距離測定、高低角の測定、水平角の測定を実行する為の測定演算プログラム、データ入出力制御プログラム、通信プログラム、前記本体表示部 9 の表示制御する為の表示プログラム、整準を実行する為の整準プログラム等が格納されている。

10

## 【 0 0 4 0 】

又、前記データ格納部には、フレーム画像データ、スタッフ 2 の判別結果、測定結果が格納され、施工に必要な施工データが格納される。

## 【 0 0 4 1 】

前記本体表示部 9 には、前記撮像部 7 が取得した画像が表示され、或は各スタッフ 2 の測定結果、或はスタッフ 2 のグループ判別結果が表示される。尚、グループ判別結果の表示の方法としては、グループ毎にスタッフ 2 を色分け表示する、或はグループ毎にスタッフ 2 を択一的に表示する等である。

## 【 0 0 4 2 】

20

前記本体通信部 1 0 は前記移動局装置 2 1 との間で無線通信可能であり、測定結果、グループ判別結果、施工データ等のデータを前記スタッフ 2 a , 2 b の前記移動局装置 2 1 a , 2 1 b に送信し、又該移動局装置 2 1 a , 2 1 b から送信されるデータを受信する。

## 【 0 0 4 3 】

前記傾斜センサ 1 1 は、前記電子レベル本体 6 の傾斜を検出し、検出結果は前記制御装置 8 に入力され、前記演算処理部 1 5 は検出結果に基づき前記整準部 4 を駆動制御して、前記電子レベル本体 6 を水平に調整（整準）する。

## 【 0 0 4 4 】

次に、前記スタッフ 2 a , 2 b を説明する。尚、該スタッフ 2 a と前記スタッフ 2 b とは基本的に同一の構成であるので、前記スタッフ 2 a , 2 b を区別しない場合は、単にスタッフ 2 として説明する。

30

## 【 0 0 4 5 】

又、本実施例では、前記スタッフ 2 に前記移動局装置 2 1 が一体化され、前記スタッフ 2 と前記移動局装置 2 1 によってスタッフ装置が構成される。

## 【 0 0 4 6 】

前記移動局装置 2 1 について図 3 を参照して説明する。

## 【 0 0 4 7 】

該移動局装置 2 1 は、主に CPU 2 3、移動局記憶部 2 4、移動局表示部 2 5、移動局通信部 2 6、移動局傾斜センサ 2 7 を具備している。

## 【 0 0 4 8 】

40

前記移動局記憶部 2 4 には、データの入出力の制御に必要なプログラム、表示作動に必要なプログラム、送受信を制御するプログラム等の各種プログラムが格納され、又施工データ、前記電子レベル 1 から送信された各種測定データ等のデータが格納される。

## 【 0 0 4 9 】

前記 CPU 2 3 は、前記プログラムを運用して前記移動局記憶部 2 4 へのデータの入出力を制御し、前記移動局表示部 2 5 の表示作動を制御し、前記移動局通信部 2 6 の送受信を制御する。

## 【 0 0 5 0 】

以下、図 4 を参照して、本実施例の作用について説明する。

## 【 0 0 5 1 】

50

以下の実施例では、異なる傾斜角で傾斜した2の基準平面を形成する場合を説明する。基準平面を形成する準備として、前記移動局装置21には施工データを入力しておく。入力の方法としては、前記移動局装置21に直接施工データを入力するか、或は前記制御装置8から前記移動局装置21に施工データを送信して入力するか、適宜選択する。

【0052】

尚、前記光学系13が所要の画角、例えば100°を有するものとし、前記撮像部7を90°ステップで回転させ、4方向で撮像し、隣接する画像同士で10°ずつオーバーラップさせ、各方向の画像を取得するものとする。取得した画像は、前記記憶部16に記憶される。前記画像処理部17は、隣接する画像により全周のパノラマ画像を作成する。

【0053】

尚、全周画像を取得する撮像部7として全周カメラを用いてもよい。

【0054】

施工対象範囲にスタッフ2が設置される。該スタッフ2は、2種類(A, B)のバーコードパターンを有しており、Aのバーコードパターンを有するスタッフ2はA群に属するとし、又A群に属するスタッフ2をスタッフ2a1, 2a2, 2a3とする。又、Bのバーコードパターンを有するスタッフ2はB群に属するとし、又B群に属するスタッフ2をスタッフ2b1, 2b2, 2b3とする。

【0055】

前記電子レベル1が所定の位置に設置され、前記整準部4により前記電子レベル1が水平となる様に整準される。設置された位置での前記電子レベル1の測定の基準となる点(例えば機械中心、以下基準点と称す)が形成するA基準面31、B基準面32内に存在する様に設定される。又、基準点は、施工データに基づき設定され、既知とされる。

【0056】

先ず、前記A基準面31を形成する場合について説明する。

【0057】

A群に属する前記スタッフ2a1, 2a2, 2a3を前記A基準面31の範囲内の所定の位置、例えば設置位置Pa1, Pa2, Pa3に設置する。又、B群に属する前記スタッフ2b1, 2b2, 2b3を前記B基準面32の範囲内の所定の位置、例えば設置位置Pb1, Pb2, Pb3に設置する。

【0058】

次に、前記画像処理部17が前記フレーム画像又はパノラマ画像から前記スタッフ2a1, 2a2, 2a3、前記スタッフ2b1, 2b2, 2b3のスタッフ画像を抽出する。前記グループ判別部18によってスタッフ画像のバーコードパターンに基づき前記スタッフ画像の中から前記スタッフ2a1, 2a2, 2a3のスタッフ画像をAグループとして判別する。

【0059】

前記測定部19は前記スタッフ画像のバーコードパターンに基づきAグループの各スタッフ2の視準高さ(前記0レベルからの偏差)、高低角を求める。又、前記水平角検出器12で検出した視準方向角度及び前記スタッフ画像の前記2次元撮像素子14上での位置(座標系の原点に対する水平方向偏差)に基づき水平角を求める。更に、スタッフ画像の大きさから、前記電子レベル1の基準点からスタッフ2迄の距離を演算により求める(測定する)。尚、視準高さ、高低角、水平角、距離を求めることについては、特許文献3に記載されている。

【0060】

又、前記スタッフ2が傾いていた場合、測距及び水平角の測定に影響を及すが、前記スタッフ2の傾斜角は、前記移動局傾斜センサ27によって測定されるので、該移動局傾斜センサ27によって検出された傾斜角によって測定された水平角、測距結果を補正することができる。又、傾斜角に基づく測定結果の補正は、傾斜角が前記移動局装置21から前記電子レベル1に送信され、該電子レベル1で補正したものを前記移動局装置21に送信してもよく、或は測定結果が前記移動局装置21に送信され、該移動局装置21で、前記

10

20

30

40

50

移動局傾斜センサ 27 の検出結果に基づき測定結果を補正してもよい。

【0061】

測定された水平角、距離に基づき測定の対象となったスタッフ 2 の位置が特定される。例えば、前記スタッフ 2 a の設置位置 P a 1 が特定される。該設置位置 P a 1 での前記 A 基準面 3 1 の視準高さが、施工データに基づき前記演算処理部 1 5 の演算により求められる。

【0062】

求められた視準高さ、及び設置位置 P a 1 は、前記本体通信部 1 0 より送信され、前記移動局通信部 2 6 で受信される。受信された視準高さは、前記 C P U 2 3 を介して前記移動局表示部 2 5 に表示される。又、前記 C P U 2 3 は、前記移動局記憶部 2 4 に格納された施工データ及び受信した前記設置位置 P a 1 に基づき、該設置位置 P a 1 に於ける施工データ上での前記 A 基準面 3 1 の高さを演算する。

10

【0063】

前記移動局表示部 2 5 には、前記電子レベル 1 で測定した視準高さと前記移動局装置 2 1 で演算した施工高さが表示される。尚、視準高さ及び施工高さは数値で表示されてもよい。或は、上下方向と視準高さと施工高さとの間の偏差を示してもよい。

【0064】

数値で示された場合は、設置した前記スタッフ 2 a に対して施工高さは上下のどの方向に、どの位置にあるかが分る。

【0065】

更に、前記移動局表示部 2 5 を図 3 ( B ) に示す様に構成してもよい。

20

【0066】

即ち、前記移動局表示部 2 5 は案内表示部 2 5 a , 2 5 b を有し、該案内表示部 2 5 a は高さ方向についての案内表示を行い、又、前記案内表示部 2 5 b は水平方向についての案内表示を行う。

【0067】

例えば、前記案内表示部 2 5 a では、視準高さと施工高さとは合致した場合に点灯（又は点滅）する合致ライン 4 1、及び視準高さが施工高さに対して上又は下にずれている場合に点灯（又は点滅）する方向指示マーク 4 2 , 4 3 を有する。更に、視準高さが施工高さより高い場合は、前記方向指示マーク 4 2 が点灯し、視準高さが施工高さより低い場合は、前記方向指示マーク 4 3 が点灯する。

30

【0068】

同様に、前記スタッフ 2 b , 2 c についても順次、設置位置 P a 2 , P a 3 を特定し、又視準高さ、施工高さを求め、各移動局装置 2 1 b , 2 1 c の前記移動局表示部 2 5 にそれぞれ表示する。

【0069】

前記 A 基準面 3 1 が平面である場合は、該 A 基準面 3 1 の平面内での 3 点を決定すれば、該 A 基準面 3 1 が決定される。更に、該 A 基準面 3 1 内の任意の位置での基準面の高さは、前記電子レベル 1 により、設置されたスタッフ 2 の位置、視準高さを測定し、測定した位置を前記スタッフ 2 に送信することで、施工データより前記 A 基準面 3 1 の高さを求め、視準高さとの比較により、任意の位置での該 A 基準面 3 1 の高さを設定できる。

40

【0070】

尚、前記 A 基準面 3 1 の傾斜方向が分かっている場合は、2つの設置位置 P a 1 , P a 2 で基準面を設定することもできる。

【0071】

次に、前記 B 基準面 3 2 を形成する場合について説明する。

【0072】

前記 B 基準面 3 2 を形成する場合は、抽出した前記スタッフ画像から、前記グループ判別部 1 8 によって前記スタッフ画像のバーコードパターンに基づき前記スタッフ画像の中から前記スタッフ 2 b 1 , 2 b 2 , 2 b 3 のスタッフ画像を B グループとして判別する。

50

## 【 0 0 7 3 】

前記電子レベル 1 により、B 群に属する前記スタッフ 2 b 1 , 2 b 2 , 2 b 3 の設置位置 P b 1 , P b 2 , P b 3 を測定し、更に各前記スタッフ 2 b 1 , 2 b 2 , 2 b 3 の視準高さを測定する。

## 【 0 0 7 4 】

設置位置 P b 1 , P b 2 , P b 3 及び各前記スタッフ 2 b 1 , 2 b 2 , 2 b 3 の視準高さを測定することで、上記 A 基準面 3 1 を設定したと同様に、前記 B 基準面 3 2 の設定が行われる。

## 【 0 0 7 5 】

即ち、A 群の前記スタッフ 2 a 1 , 2 a 2 , 2 a 3 と B 群の前記スタッフ 2 b 1 , 2 b 2 , 2 b 3 を用いることで、2 つの基準面を形成することができる。更に、3 以上の異なるバーコードパターンにより 3 以上のスタッフ群を形成し、該スタッフ群を用いることで、3 以上の異なる基準面を形成することができる。

10

## 【 0 0 7 6 】

尚、前記回転駆動部 5 により、所定の回転速度で回転し、得られたフレーム画像により全周パノラマ画像を作成し、全周パノラマ画像を順次更新し、更に、更新された全周パノラマ画像からスタッフ画像の抽出、グループ判別、スタッフ画像に基づき測距、高低角の測定、視準高さの測定を行うことで、スタッフ 2 を移動させた場合にも基準面の形成、或は基準面の検出を行うことができる。

## 【 0 0 7 7 】

更に、施工対象範囲が前記撮像部 7 の光学系の画角の範囲内に収める場合は、前記電子レベル本体 6 を回転させる必要がなく、同一方向の画像を取得すればよい。更に、光学系の画角を広角とし、広い施工対象範囲に対応する様にすれば、前記回転駆動部 5 は省略することができる。

20

## 【 0 0 7 8 】

更に又、同じ群に属するスタッフ 2 を 4 以上とすれば、或はスタッフ 2 で基準面を検出する地点を 4 以上とすれば、湾曲している基準面の設定が可能となる。

## 【 0 0 7 9 】

尚、前記電子レベル 1 に於いて測定した結果を、自動的に前記移動局装置 2 1 側に送信する様にすれば、前記電子レベル 1 側には作業者は必要ない。

30

## 【 0 0 8 0 】

尚、上記説明では、同一バーコードパターンを有する 3 以上のスタッフを用いて基準面を設定したが、1 群で 1 つのスタッフを用い、スタッフを移動して異なる 3 点以上に設置し、それぞれ基準面の高さを設定する様にしてもよい。

## 【 0 0 8 1 】

次に、図 5 に於いて、3 次元に測設点を設定する場合について説明する。

## 【 0 0 8 2 】

尚、図 5 で示す例では、施工対象範囲が光学系の画角の範囲内に収める場合を示している。

## 【 0 0 8 3 】

A 群に含まれる施工対象物を施工対象物 3 3 a , 3 4 a とし、B 群に含まれる施工対象物を施工対象物 3 5 b , 3 6 b とする。又、前記施工対象物 3 3 a , 3 4 a に対して用いられるスタッフをスタッフ 2 a とし、前記施工対象物 3 5 b , 3 6 b に対して用いられるスタッフをスタッフ 2 b とする。

40

## 【 0 0 8 4 】

前記撮像部 7 は、作業が開始されると、所定時間間隔で施工対象範囲の画像を取得し、取得した画像はフレーム画像データとして順次、前記移動局記憶部 2 4 に格納する。

## 【 0 0 8 5 】

前記画像処理部 1 7 は、フレーム画像からスタッフ画像を抽出し、抽出した該スタッフ画像について、前記スタッフ 2 a に係るものか、前記スタッフ 2 b に係るものかを判別す

50

る。

【0086】

前記移動局装置21a, 21bの前記移動局記憶部24には、それぞれ施工データ、施工対象物の画像データが格納されている。

【0087】

先ず、A群に含まれる前記施工対象物33a, 34aについて、測設点を設定する場合について説明する。

【0088】

前記施工対象物33aの測設点Qa1を設定する場合、前記スタッフ2aの前記移動局装置21の前記移動局表示部25に前記施工対象物33a, 34aが表示されると共に測設点Qa1が表示されている。測設点の表示は、前記全測設点が一度に表示される表示モードと、次に設定すべき測設点のみを示す表示モード、前記測設点を一度に表示し、次に設定すべき測設点については、色分け表示、或は点滅させる等する表示モード等が適宜選択できる。

10

【0089】

又、測設点表示は、視覚的に容易に判断できる様、前記施工対象物33a, 34aに重ねてポイント表示し、更に選択することで測設点の3次元座標が併せて表示される。

【0090】

前記電子レベル1が、画像を取得し、画像からスタッフ画像を抽出し、前記スタッフ2aのスタッフ画像を選択し、選択した該スタッフ画像に基づき測距、高低角の測定、視準高さの測定を行い、現在の前記スタッフ2aの3次元位置を測定し、測定結果を前記移動局装置21に送信する。

20

【0091】

該移動局装置21では、受信した測定結果が前記移動局表示部25に表示される。測定結果の表示の態様としては、施工対象物の画像中にペイントにより位置を表示し、設定すべき測設点に対して現在地が視覚的に分る様にする。

【0092】

或は、図3(B)に示される様に、上下方向に関しては案内表示部25a中、方向指示マーク42, 43を用いて移動方向を案内し、水平方向では案内表示部25b中、方向指示マーク45, 46を用いて移動方向を案内し、前記スタッフ2aの上下位置、水平位置が前記測設点Qa1に合致した場合は、それぞれ前記合致ライン41、前記合致ライン44を点滅させる。

30

【0093】

或は、前記スタッフ2aの実測3次元座標と測設点Qa1の施工データとの偏差数値表示し、前記スタッフ2aが前記測設点Qa1に合致した場合は、0表示をする等である。従って、作業者はスタッフを前記測設点Qa1に設定する為に、どの方向にどれだけ移動すればよいか分る。

【0094】

前記画像処理部17は最新のフレーム画像から前記スタッフ2aのスタッフ画像を抽出し、更に前記測定部19は前記スタッフ2aの最新の位置を測定し、測定結果を前記移動局装置21に送信する。作業者は、前記移動局表示部25の表示、例えば、前記案内表示部25a、前記案内表示部25bから移動中の最新の位置が分り、無駄なく、前記スタッフ2aを前記測設点Qa1に設定することができる。

40

【0095】

前記スタッフ2aにより前記測設点Qa1が設定されると、前記移動局表示部25に次に設定される測設点Qa2が表示される。尚、設定が完了した前記測設点Qa1については、誤設定を防止する為、色を変えポイント表示したままとしてもよい。

【0096】

作業者は、表示された前記測設点Qa2と表示された現在位置により、どの方向にどれだけ移動すればよいか視覚的に判断でき、次の該測設点Qa2を設定する場合の移動を

50

無駄なく、効率的に行える。該測設点 Q a 2 の設定も、前記測設点 Q a 1 と同様にして行われる。更に、同様にして、測設点 Q a 3、Q a 4、... が順次設定される。

【 0 0 9 7 】

次に、B 群の前記施工対象物 3 5 b、3 6 b について、測設点を設定する場合も、A 群の前記施工対象物 3 3 a、3 4 a について測設点を設定したと同様な手順で行う。

【 0 0 9 8 】

ここで、前記移動局装置 2 1 では、前記施工対象物 3 5 b、3 6 b の測設点を設定する場合には、前記スタッフ 2 b が用いられるが、該スタッフ 2 b は前記スタッフ 2 a とは異なるバーコードパターンを有しており、該バーコードパターンより前記電子レベル 1 は、両者を判別することができる。

【 0 0 9 9 】

従って、前記スタッフ 2 b についての測定を、前記スタッフ 2 a の測定と並行して行うことができる。前記電子レベル 1 が前記スタッフ 2 b の前記移動局装置 2 1 b に、該スタッフ 2 b の測定結果を送信し、測定結果が前記移動局装置 2 1 b に表示されることで、B 群の前記施工対象物 3 5 b、3 6 b の測設点の設定が、A 群の前記施工対象物 3 3 a、3 4 a の測設点の設定と同時進行で行うことができる。

【 0 1 0 0 】

尚、3 以上の異なるバーコードパターンを有するスタッフを用いることで、3 以上の群に属する施工対象物について同時に測設点の設定を行うことができる。従って、測設点の作業効率が大幅に向上する。

【 0 1 0 1 】

次に、前記光学系 1 3 の画角が広角でない場合に、画像処理によりスタッフを追尾し、順次測設点を設定する場合について説明する。この場合、前記電子レベル本体 6 は回転駆動部 5 によって回転され、更に前記水平角検出器 1 2 によって前記撮像部 7 の視準方向の水平角が検出される。

【 0 1 0 2 】

先ず、作業を開始する時点で、前記撮像部 7 を最初に設定する測設点の方向に向け、前記水平角検出器 1 2 が検出する角度（前記撮像部 7 の視準方向の角度）を、基準角度として設定する。

【 0 1 0 3 】

前記撮像部 7 により画像を取得し、画像中からスタッフ画像を抽出する。尚、この場合、前記撮像部 7 は動画画像を取得するか、或は追尾可能な所定の時間間隔で静止画像を取得する。いずれの場合も、フレーム画像データとして前記記憶部 1 6 に格納される。

【 0 1 0 4 】

最新のフレーム画像からスタッフ画像を抽出し、抽出した該スタッフ画像に基づき測距、視準高さ（高低角）、水平角を求める。この場合、水平角は、画像から求められる水平角であるので、求めた水平角に前記水平角検出器 1 2 によって検出された検出角度を加算することで、実際の水平角が求められる。

【 0 1 0 5 】

1 つの測設点の設定が完了し、スタッフが移動されると、前記画像処理部 1 7 は各フレームについてスタッフ画像を抽出し、抽出した該スタッフ画像がフレーム画像の中心に維持される様に、又は少なくとも該スタッフ画像がフレーム画像から逸脱しない様に、前記回転駆動部 5 により前記電子レベル本体 6 を回転させる。

【 0 1 0 6 】

前記測定部 1 9 は、各フレーム画像から抽出したスタッフ画像に基づきスタッフ迄の距離、スタッフの視準高さ、水平角を測定し、測定結果を前記移動局装置 2 1 に送信する。該移動局装置 2 1 は、測定結果を前記移動局表示部 2 5 にリアルタイムで表示する。

【 0 1 0 7 】

該移動局表示部 2 5 には施工図面が表示され、施工図面と測定結果が同時に表示されることで、作業者は測設点に対する現在位置が分り、測設点の設定が効率よく行える。更に

10

20

30

40

50

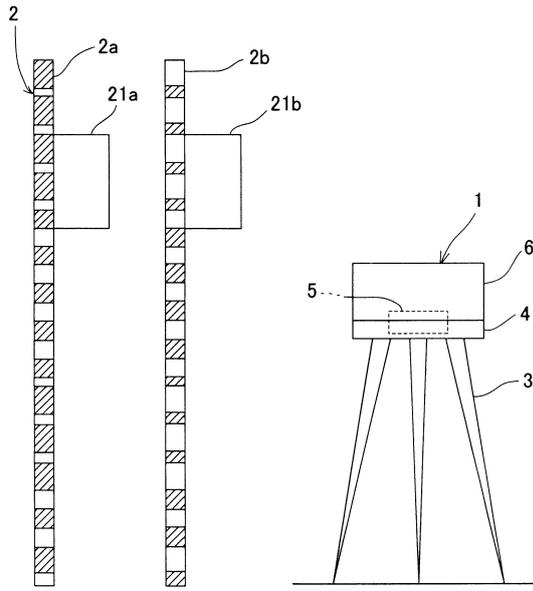
、追尾を行うことで、前記撮像部 7 が有する画角以上の範囲での測設点の設定が可能であり、更に前記移動局表示部 2 5 に施工図面が表示されることで、前記電子レベル 1 側に作業者は必要なく、1 人作業が可能となる。

【符号の説明】

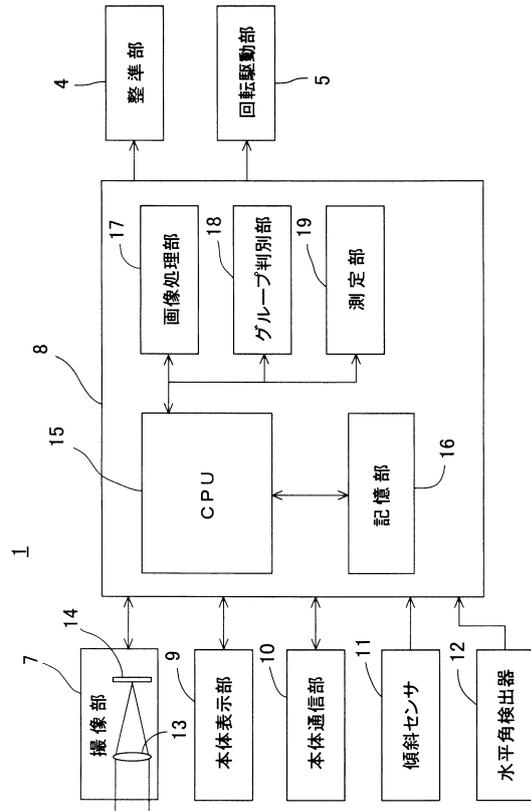
【 0 1 0 8 】

1	電子レベル	
2	スタッフ	
3	3 脚	
4	整準部	
5	回転駆動部	10
6	電子レベル本体	
7	撮像部	
8	制御装置	
9	本体表示部	
1 0	本体通信部	
1 1	傾斜センサ	
1 2	水平角検出器	
1 3	光学系	
1 4	2 次元撮像素子	
1 5	演算処理部	20
1 6	記憶部	
1 7	画像処理部	
1 8	グループ判別部	
1 9	測定部	
2 1	移動局装置	
2 3	C P U	
2 4	移動局記憶部	
2 5	移動局表示部	
2 6	移動局通信部	
2 7	移動局傾斜センサ	30
3 1	A 基準面	
3 2	B 基準面	
3 3 a	施工対象物	
3 4 a	施工対象物	
3 5 b	施工対象物	
3 6 b	施工対象物	

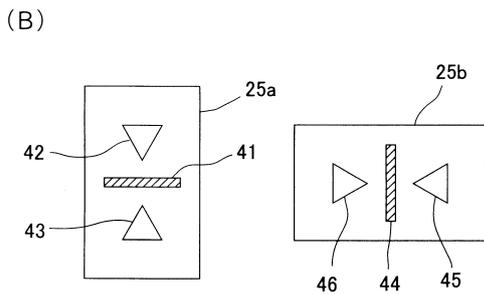
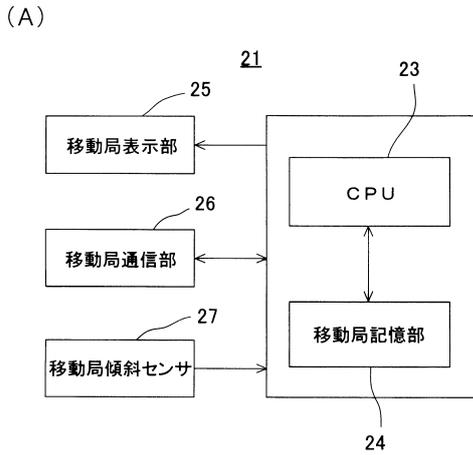
【図1】



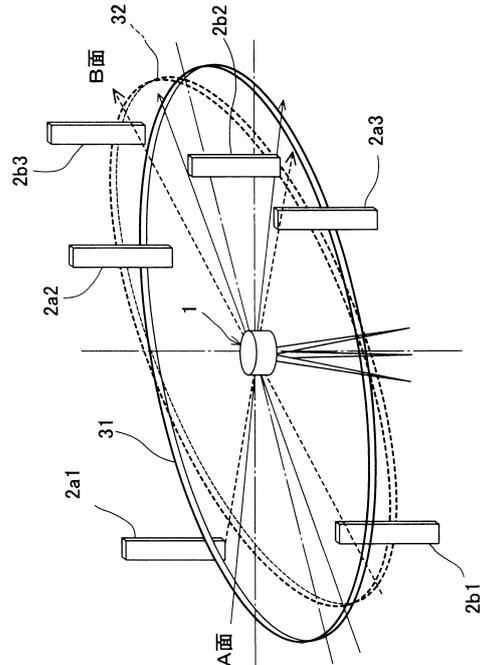
【図2】



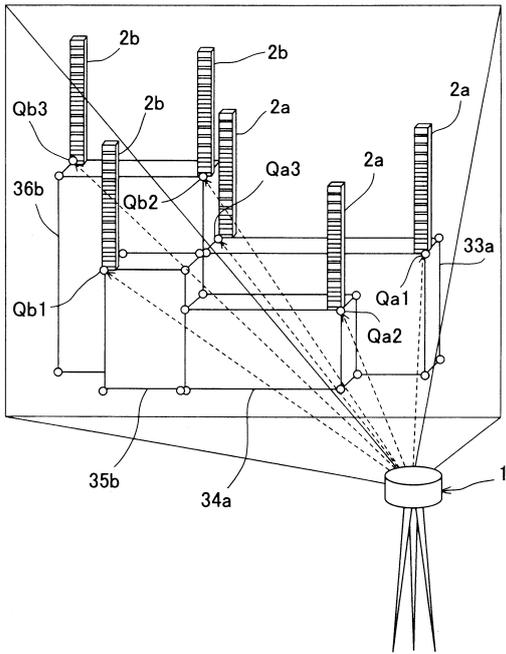
【図3】



【図4】



【 図 5 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2012-145463(JP,A)  
特開2012-202821(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01C 1/00 - 1/14  
5/00 - 15/14