

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3626141号

(P3626141)

(45) 発行日 平成17年3月2日(2005.3.2)

(24) 登録日 平成16年12月10日(2004.12.10)

(51) Int. Cl.⁷

G 0 1 C 15/00

F I

G 0 1 C 15/00 1 0 3 D

請求項の数 8 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2002-37274 (P2002-37274)	(73) 特許権者	000148623 株式会社ソキア
(22) 出願日	平成14年2月14日(2002.2.14)		神奈川県厚木市長谷260番地63
(65) 公開番号	特開2003-130644 (P2003-130644A)	(74) 代理人	100087826 弁理士 八木 秀人
(43) 公開日	平成15年5月8日(2003.5.8)	(72) 発明者	下山 雄二 神奈川県厚木市長谷260-63 株式会 社ソキア 厚木工場内
審査請求日	平成14年6月20日(2002.6.20)	(72) 発明者	小川 邦利 神奈川県厚木市長谷260-63 株式会 社ソキア 厚木工場内
(31) 優先権主張番号	特願2001-244068 (P2001-244068)	(72) 発明者	栗山 弦 神奈川県厚木市長谷260-63 株式会 社ソキア 厚木工場内
(32) 優先日	平成13年8月10日(2001.8.10)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像装置を備えた自動視準測量機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

望遠鏡で捉えた測定対象物を撮像する撮像装置と、前記測定対象物を照明する照明装置と、前記測定対象物上の測定点までの距離を測定する測距部とを備えた自動視準測量機において、

前記撮像装置で撮像された画像を表示する表示装置と、

前記画像から測定点を弁別する画像処理装置と、

前記画像上の測定点を指定する測定点指定手段と、

指定された測定点を自動的に視準する自動視準装置とを備え、

前記撮像装置、前記照明装置、測距部光学系は、同軸光学系として構成されたことを特徴とする自動視準測量機。 10

【請求項2】

前記表示装置は、タッチパネルディスプレイであって、前記画像の測定点に前記測定点指定手段で触れることにより測定点を指定できることを特徴とする請求項1に記載の自動視準測量機。

【請求項3】

画像表示装置を備えた外部の計測制御機と接続されたことを特徴とする請求項1又は2に記載の自動視準測量機。

【請求項4】

前記自動視準装置は、前記測定点のターゲットを撮像するために前記望遠鏡内に設置され 20

た撮像装置を有することを特徴とする請求項 1、2 又 3 に記載の自動視準測量機。

【請求項 5】

前記自動視準装置は、前記測定点のターゲットで反射された照明光が入射する前記望遠鏡内に設置された十字形ラインセンサを有することを特徴とする請求項 1、2、3 又は 4 に記載の自動視準測量機。

【請求項 6】

前記望遠鏡は、高倍率の視準カメラ光学系と、広い視野の広角カメラ光学系とを有し、前記自動視準装置は、前記測定点のターゲットを撮像するために前記視準カメラ光学系に設置された撮像装置を有する第 1 の自動視準装置と、前記測定点のターゲットで反射された照明光が入射する前記視準カメラ光学系に設置された十字形ラインセンサを有する第 2 の自動視準装置と、前記測定点のターゲットを撮像するために前記広角カメラ光学系に設置された撮像装置を有する予備視準装置とを備えたことを特徴とする請求項 1、2 又は 3 に記載の自動視準測量機。

10

【請求項 7】

測定点までの距離を測定する測距部及び角度を測定する測角部とを備え、前記測距部は前記照明光が消灯されているときにのみ距離測定することを特徴とする請求項 1 - 6 のいずれかに記載の自動視準測量機。

【請求項 8】

前記照明装置は所定間隔で点滅する光源を備えたことを特徴とする請求項 1 - 7 のいずれかに記載の自動視準測量機。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、CCDカメラ等の撮像装置と画像処理装置とを備えた測量機に関し、特に、橋梁、造船、トンネル等の大型構造物の各部位置を測定するのに適した測量機に関する。

【0002】

【従来の技術】

撮像装置を備えた測量機としては、特開平 11 - 325883 号公報に開示されたようなトータルステーションがあった。この公報に開示されたトータルステーションの望遠鏡は、図 18 に示したように、光軸上に対物レンズ 11、合焦レンズ 12、正立像にするためのホロプリズム 13、ビームスプリッタ 16、焦点鏡 14、接眼レンズ 15 を備え、さらに、ビームスプリッタ 16 で直角方向へ反射された光を受光する CCD カメラ 17 と、対物レンズ 11 の背後に配置された距離計用光学系 18 を備えている。CCD カメラ 17 で得た画像は、図示しない画像圧縮装置を経て記憶媒体に測量結果（水平角、垂直角、距離、日時、天候等）とともに記憶されるようになっている。また、図 19 に示したように、このトータルステーション 31 は、CCD カメラ 17 で撮影した画像、測量結果、警報等を表示するためのモニタ 32 と、日時、天候等のデータ等を入力するためのテンキー 33 を備えている。記録媒体に記録された画像や測量結果は、パーソナルコンピュータに入力され、複数方向から撮影した画像及び測量結果を用いてデータ解析を行い、これにより画像上の各点の位置が求められる。

30

40

【0003】

また、撮像装置と画像処理装置を備えたトータルステーションとしては、特開 2000 - 275044 号公報に開示されたようなものもあった。この公報に開示されたものは、図 20 に示したように、遠隔操作型トータルステーション 31 の望遠鏡の接眼部に CCD カメラ 17 を取り付け、CCD カメラ 17 と画像処理装置 13a と演算制御装置 13b とをケーブル 10a で接続するとともに、画像処理装置 13a と演算制御装置 13b と無線通信装置 4 とをケーブル 10b で接続した計測部 10 を構成している。さらに、トータルステーション 31 を遠隔操作するため、ハンディコンピュータ 21 と無線通信装置 22 とをケーブル 22a で接続した操作部 20 も備えられる。

【0004】

50

測定対象物に設置されたターゲットに関し、ハンディコンピュータ21が記憶している設計座標を無線通信装置22、4を介してトータルステーション31へ送ると、トータルステーション31は設計座標に対して自動視準するとともに、この設計座標に焦点を合わせる。そして、CCDカメラ17から出力された画像信号と、演算制御装置13bで演算された位置調整データは、無線通信装置4、22を介して、ハンディコンピュータ21へ送られ、そのディスプレイ21a上に表示される。作業者は、ディスプレイ21aを見ることにより、ターゲットの設計上の座標位置からのずれを知ることができる。

【0005】**【発明が解決しようとする課題】**

ところで、図18及び図19に示した特開平11-325883号公報に開示された測量機では、画像及び測量データを用いて大型構造物の各測定点の位置を算定しているため、複数方向からの画像と測量データが必要であり、複数箇所全部での画像と測量データが得られた後に、パーソナルコンピュータ等を用い、記録媒体に記録されている画像と測量データに基づいて、大型構造物の各測定点の位置を求めていたので、作業能率がよくないという問題があった。しかも、作業員は手動で測定点を視準しなければならず、作業員の負担が多く、能率的に測定できないという問題があった。

10

【0006】

また、図20に示した特開2000-275044号公報に開示された測量機では、測定対象物側の作業者が、ディスプレイ21aを見ながら測量機を遠隔操作ができるものの、この測量機で大型構造物の各測定点位置を測定するためには、やはり各測定点をディスプレイ21aで位置合わせしながら1つずつ手動で測定していくほかなく、作業員の負担が大きく、能率的に測定できないうえ、各測量機31とハンディコンピュータ21間に、画像処理装置13aと演算制御装置13b(パーソナルコンピュータ)と通信装置4、22が必要となり、全体として大がかりな測量システムになるという問題があった。

20

【0007】

ところで、自動視準装置を備えて自動的にターゲットを視準できるようにして、作業員の視準作業の負担を軽減した測量機は従来からあった。しかし、このような自動視準装置は、ターゲットからの反射光をセンサが捉えてからでなければ働かないので、作業員は、少なくとも望遠鏡の視野内のレクチル線(十字線)の中心付近にターゲットを捕捉する必要があり、手動視準とあまり変わらない作業負担を必要としていた。

30

【0008】

本発明は、前記問題点を解決するため、作業員が測定点を視準する負担を軽減するとともに、1人の作業員と測量機単体のみでも、大型構造物等の測定対象物に対し、多数の測定点位置を大きな負担なく能率的に測定できるようにした自動視準測量機を提供することを課題とする。

【0009】**【課題を解決するための手段】**

以上の課題を達成するために、請求項1に係る発明では、望遠鏡で捉えた測定対象物を撮像する撮像装置と、前記測定対象物を照明する照明装置と、前記測定対象物上の測定点までの距離を測定する測距部とを備えた自動視準測量機において、前記撮像装置で撮像された画像を表示する表示装置と、前記画像から測定点を弁別する画像処理装置と、前記画像上の測定点を指定する測定点指定手段と、指定された測定点を自動的に視準する自動視準装置とを備え、前記撮像装置、前記照明装置、測距部光学系は、同軸光学系として構成されたことを特徴とする。

40

【0010】

請求項2に係る発明では、請求項1に係る発明において、前記表示装置は、タッチパネルディスプレイであって、前記画像の測定点に前記測定点指定手段で触れることにより測定点を指定できることを特徴とする。

【0011】

請求項3に係る発明では、請求項1又は2に係る発明の自動視準測量機は、画像表示装置

50

を備えた外部の計測制御機と接続されたことを特徴とする。

【0012】

請求項4に係る発明では、請求項1、2又は3に係る発明において、前記自動視準装置は、前記測定点で反射された照明光が入射する前記望遠鏡内に設置された撮像装置を有することを特徴とする。

【0013】

請求項5に係る発明では、請求項1、2、3又は4に係る発明において、前記自動視準装置は、前記測定点のターゲットで反射された照明光が入射する前記望遠鏡内に設置された十字形ラインセンサを有することを特徴とする。

【0014】

請求項6に係る発明では、請求項1、2又は3に係る発明において、前記望遠鏡は、高倍率の視準カメラ光学系と、広い視野の広角カメラ光学系とを有し、前記自動視準装置は、前記測定点のターゲットを撮像するために前記視準カメラ光学系に設置された撮像装置を有する第1の自動視準装置と、前記測定点のターゲットで反射された照明光が入射する前記視準カメラ光学系に設置された十字形ラインセンサを有する第2の自動視準装置と、前記測定点のターゲットを撮像するために前記広角カメラ光学系に設置された撮像装置を有する予備視準装置とを備えたことを特徴とする。

【0016】

請求項7に係る発明では、請求項1-6のいずれかに係る発明において、測定点までの距離を測定する測距部及び角度を測定する測角部とを備え、前記測距部は前記照明光が消灯されているときのみ距離測定することを特徴とする。

【0018】

請求項8に係る発明では、請求項1-7のいずれかに係る発明において、前記照明装置は所定間隔で点滅する光源を備えたことを特徴とする。

【0019】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の好ましい実施の形態につき、添付図面を参照して詳細に説明する。

【0020】

図1は、本発明の一実施例である測量機全体のブロック図であり、図2は、この測量機の光学系と自動視準装置を説明する図であり、図3は、この測量機の背面図であり、図4は、この測量機の自動視準装置に用いられる十字形ラインセンサを説明する図である。

【0021】

本実施例の測量機110の望遠鏡46は、図1、図2及び図3に示したように、測定対象物を高倍率で撮像する撮像装置として視準カメラ光学系47の他に、測定対象物を低倍率の広い視野で撮像する撮像装置として広角カメラ光学系89を備えている。そして、この測量機110は、図3に示したように、整準台40上に水平回転可能に水平回転軸43を取り付け、この水平回転軸43に立設された一对の柱部44間に垂直回転可能に望遠鏡46を取り付けている。

【0022】

また、本実施例の測量機110は、トータルステーションと同じく、図1に示したように、測定点までの距離を測定する測距部(光波距離計)48と、望遠鏡46の水平角を測定する水平測角部(水平エンコーダ)50と、望遠鏡46の垂直角を測定する垂直測角部(垂直エンコーダ)52と、望遠鏡46の水平角を制御する水平制御部(水平サーボモータ)54と、望遠鏡46の垂直角を制御する垂直制御部(垂直サーボモータ)56と、これら各部を制御するとともに測定結果を算定するためのCPU(演算制御部)58とを備えている。もちろん、望遠鏡46は、手動で容易に回転させることもできる。

【0023】

さらに、本実施例の測量機110は、各カメラ光学系47、89で得た画像からノイズを除去して鮮明な画像にするとともに、測定対象物の輪郭や測定点等を弁別する画像処理装置60と、各カメラ光学系47、89から得た画像に種々の情報等を重ね合わせるスーパ

10

20

30

40

50

ーインポーズ装置 6 2 と、各カメラ光学系 4 7、8 9 で得た画像を表示するとともに、タッチペン 6 8 又は指等の測定点指定手段で触れることにより測定点を指定したり、各種データやコマンド等を入力することができるタッチパネルディスプレイ 6 4 と、測量機 1 1 0 とは別体の計測制御機（パーソナルコンピュータ）6 5 等の外部機器とのデータ入出力のための入出力装置 6 6 とを備える。

【0024】

画像処理装置 6 0 とスーパーインポーズ装置 6 2 は、測量機 1 1 0 の内部に取り付けられ、タッチパネルディスプレイ 6 4 は、水平回転部 4 2 の下部背面に取り付けられる。タッチパネルディスプレイ 6 4 は、各カメラ光学系 4 7、8 9 により撮像された画像を表示するだけでなく、広角カメラ光学系又は視準カメラ光学系の視準軸（光軸）O 1、O の方向を示すレクテル線（十字線）9 2、各種のコマンドを入力するためのアイコン、データを入力するためのテンキー、測距部 4 8 や測角部 5 0、5 2 で得た測定結果等もスーパーインポーズ装置 6 2 により重ねて表示できるようになっている。

10

【0025】

もちろん、タッチパネルディスプレイパネル 6 4 の代わりに、普通の液晶ディスプレイ等の表示装置と、種々のコマンドやデータ入力のためのキーボードとを別体にして備え、測定点指定手段としては、カーソル移動キー、マウス、トラックボール、ジョイスティック等を用いてもよい。また、本実施例の測量機 1 1 0 は、測距部 4 8 と測角部 5 0、5 2 を有し、トータルステーションと同じ機能を有しているが、ターゲットの大きさは既知であるから、測角部 5 0、5 2 を有していれば、広角カメラ光学系 8 9 で撮像されたターゲット像の大きさに基づいて距離が求まるので、必ずしもトータルステーションと同じ機能を必要とするものではない。

20

【0026】

広角カメラ光学系 8 9 は、広角レンズ 8 7 と広角 CCD カメラ素子 8 8 からなり、広角カメラ光学系 8 9 の光軸 O 1 は、視準カメラ光学系 4 7 の視準軸 O に平行に構成されている。また、広角 CCD カメラ 8 9 は、合焦レンズ 1 9' を含むズーム装置を備え、ターゲットの遠近を調整するズーム型自動焦点機構を備えている。もちろん、小型化や価格抑制等のためには、ズーム装置を省くことができ、又は、広角カメラ光学系 8 9 そのものも省くこともでき、さらに、広角 CCD カメラ素子 8 8 の代わりに、その他の適当な撮像装置を用いてもよい。

30

【0027】

視準カメラ光学系 4 7 は、視準軸 O 上に、対物レンズ 1 1、反射プリズム 7 0、ダイクロイックミラー 7 2、ビームスプリッタ 1 2 0、視準 CCD カメラ素子 4 5 を設置している。また、視準カメラ光学系 4 7 は、測距光を出射する赤外線 LED 等の発光素子 7 4 と、この測距光を集光する集光レンズ 7 6 と、集光された測距光を反射プリズム 7 0 に向けて反射するダイクロイックミラー 7 8 とで構成される測距部光学系を有し、この測距部光学系の光軸 O 2 は、視準軸 O と共役の光学系で視準軸 O と同軸光学系とされる。さらに、視準カメラ光学系 4 7 は、可視光で照明する LED 等の光源 8 0 と、この照明光を集光する集光レンズ 8 2 と、集光された照明光を反射プリズム 7 0 に向けて反射するミラー 8 4 とで構成される照明装置を有し、この照明装置の光軸 O 3 は、視準軸 O と共役の光学系で視準軸 O と同軸光学系とされる。

40

【0028】

さらに、視準カメラ光学系 4 7 は、ターゲットで反射された測距光がダイクロイックミラー 7 2 で反射して入射するフォトダイオード等の受光素子 8 6 と、ターゲットで反射された照明光を 2 つに分けるビームスプリッタ 1 2 0 と、ビームスプリッタ 1 2 0 で 2 つに分けられた一方の照明光が合焦レンズ 1 9 を経て、照明されたターゲット像を結像し、この結像をデジタル画像に変換する視準 CCD カメラ素子 4 5 と、他方の照明光の入射位置を認識する十字形ラインセンサ 1 2 2 とを備えている。もちろん、視準 CCD カメラ素子 4 5 の代わりに、その他の適当な撮像装置を用いてもよく、十字形ラインセンサ 1 2 2 の代わりに 4 分割センサ等の適宜センサを用いてもよい。

50

【0029】

照明光としては赤外線レーザー光でもよいが、レーザー光では広角CCDカメラ素子88の視野全体を照明しにくいので、本実施例では、視野全体に照明光が広がり易いように、LED等の光源80による可視光の照明光を出射する照明装置を備えた。このため、屋内の暗所で測定した場合には、ターゲットで反射された照明光を作業員が視認し易く便利である。また、本実施例では、光源80をCPU58からのON/OFF切り換え指令により点滅可能にしている。もちろん、適当な変調回路により光源80を点滅可能にしてもよい。光源80を点滅させると、暗所で直接見るターゲットも、タッチパネルディスプレイ64上のターゲット像も点滅するので、いっそうターゲットを視認し易く測定点の指定が容易になる。

10

【0030】

さて、発光素子74からの出射された測距光(LED又は赤外線レーザー光)は、集光レンズ76、ダイクロイックミラー78、反射プリズム70、対物レンズ11を経て、測定対象物のターゲットに向けて送光される。そして、ターゲットで反射された測距光は、今来た光路を逆進し、対物レンズ11を透過して、ダイクロイックミラー72で直角方向へ反射され、受光素子86へ入射する。ターゲットまでの距離は、従来と同様に、発光素子74から図示しない光ファイバーにより直接受光素子86へ入射する参照光と、ターゲットで反射してから受光素子86へ入射する測距光の位相差から算出される。

【0031】

一方、光源80から出射された照明光は、集光レンズ82、ミラー84、反射プリズム70、対物レンズ11を経て、測定対象物の測定点に設置されたターゲットに向けて送光される。そして、ターゲットで反射された照明光は、今来た光路を逆進し、対物レンズ11とダイクロイックミラー72とを透過して、ビームスプリッタ120より照明光は2つに分けられ、その一方は合焦レンズ19を経て、照明されたターゲット像を結像し、この結像をデジタル画像に変換する視準CCDカメラ素子45へ入射し、他方は十字形ラインセンサ122に集光される。

20

【0032】

ところで、本実施例では、測定点を視準カメラ光学系47の視準軸O上に位置させるための自動視準装置69として、視準CCDカメラ素子45、CPU58、画像処理装置60、水平制御部54、垂直制御部56からなる第1の自動視準装置と、十字形ラインセンサ122、CPU58、水平制御部54、垂直制御部56からなる第2の自動視準装置と、広角CCDカメラ素子88、CPU58、画像処理装置60、水平制御部54、垂直制御部56、図示しないズーム装置とからなる予備視準装置とを備えている。

30

【0033】

まず、視準CCDカメラ素子45を有する第1の自動視準装置について、図2及び図6に基づいてさらに詳細に説明する。視準CCDカメラ素子45の受光部の中心は、視準カメラ光学系47の視準軸Oと一致するようにされていて、視準軸Oに沿う光線が視準CCDカメラ素子45の受光部の中心に入射するので、図6に示したように、タッチパネルディスプレイ64上において、視準軸Oとターゲット像90との水平方向偏差hと垂直方向偏差vは、視準軸Oとターゲット方向のなす角に対応する。そこで、両偏差h、vをととも0とすることによりターゲットを自動視準することができる。

40

【0034】

このため、視準CCDカメラ素子45からの画像信号は、図示しない信号処理部(増幅器、波形整形器、A/D変換器等)を経て、CPU58に入力される。CPU58は、画像処理装置60に、視準CCDカメラ素子45で得た画像から測定対象物の輪郭やターゲット像90を弁別し、これらをタッチパネルディスプレイ64上に表示させる。また、レチクル線92も、タッチパネルディスプレイ64の中心に表示され、レチクル線92の交点は、視準軸Oと一致するようになっている。ここで、タッチパネルディスプレイ64上の指定したいターゲット像90にタッチペン68で触れると、CPU58は、タッチペン68で触れた点と視準軸Oとの間の水平方向偏差hと垂直方向偏差vとを求め、これら両偏

50

差 h 、 v に応じた制御信号を夫々、水平制御部 54、垂直制御部 56 に送る。すると、両制御部 54、56 は、両偏差 h 、 v に応じた制御信号により望遠鏡 46 を回転させ、タッチペン 68 で触れた点、すなわち指定したターゲット像 90 を視準軸 O 上に移動させる。こうして、ターゲット像 90 が視準軸 O 付近に移動すると、CPU 58 は、指定されたターゲット像 90 を認識し、その後は、ターゲット像 90 と視準軸 O との間の水平方向偏差 h と垂直方向偏差 v とを求め、これら両偏差 h 、 v に応じた制御信号を夫々、水平制御部 54、垂直制御部 56 に送って自動視準を行う。

【0035】

次に、十字形ラインセンサ 122 を有する第 2 の自動視準装置について、図 2 及び図 4 に基づいて説明する。十字形ラインセンサ 122 は、図 4 に示したように、2 本のラインセンサ 123、124 を十字形に組み合わせたもので、その中心 125 を視準カメラ光学系の視準軸 O に沿う光線が入射する位置と一致させておく。両ラインセンサ 123、124 からの出力信号は、図示しない信号処理部（増幅器、波形整形器、A/D 変換器等）を経て、CPU 58 に入力される。CPU 58 は、両ラインセンサ 123、124 の各受光部分 126、127 夫々の中心 128、129 を求めることにより、十字形ラインセンサ 122 の中心 125 に対する光源 80 の反射光の照射スポット 130 の中心 131 の水平方向偏差 h_1 と垂直方向偏差 v_1 を求める。両偏差 h_1 、 v_1 は、視準軸 O とターゲット方向のなす角に対応するので、CPU は、両偏差 h_1 、 v_1 に応じた制御信号を夫々、水平制御部 54、垂直制御部 56 に送り、両偏差 h_1 、 v_1 をともに 0 とするように望遠鏡を回転させることにより、ターゲットを自動視準する。この第 2 の自動視準装置には、十字形ラインセンサ 122 以外にも、4 分割光センサ等、従来用いられていた適宜センサを用いることができる。

【0036】

次に広角 CCD カメラ素子 88 を有する予備視準装置について、図 2 に基づいて説明する。広角 CCD カメラ素子 88 の受光部の中心は、広角カメラ光学系 89 の視準軸 O_1 と一致するようにされていて、その視準軸 O_1 に沿う光線が広角 CCD カメラ素子 88 の受光部の中心に入射するので、広角 CCD カメラ素子 88 で得た画像も、前述の視準 CCD カメラ素子 45 で得た画像と同様に処理して自動的に視準を行うことができる。ただし、広角カメラ光学系 89 の視準軸 O_1 は、視準カメラ光学系 89 の視準軸 O と平行に距離 d だけずれているうえ低倍率であるので、予備視準装置は最初に望遠鏡 46 を略ターゲット付近に向ける予備視準のために用いられ、最終的には視準 CCD カメラ素子 45 を含む第 1 の自動視準装置、又は十字形ラインセンサ 122 を含む第 2 の自動視準装置を用いて高精度に自動視準する。

【0037】

前述の第 2 の自動視準装置は主に屋外で測定するとき用いられ、前述の第 1 の自動視準装置は主に屋内の暗所で測定するとき用いられる。この理由は、第 1 の自動視準装置は、日中に屋外で測定すると、自然光の強い外乱を受けて測定ミスが出やすが、第 2 の自動視準装置は外乱に強いからである。

【0038】

大型構造物の各測定点の位置を計測するには、次のような方法をとる。図 5 に示したように、大型構造物である測定対象物 100 は、自然光の外乱を避けるため、計測室 102 内の暗所に設置され、多数の測定点に夫々ターゲット（反射プリズムシートに十字線を設けたもの）104 を取り付ける。計測室 102 の床 106 等には、基準点を示すためのターゲット 108 と、各ターゲット 104、108 の位置を測定するための測量機 110 が設置される。

【0039】

最初に、1 台の測量機 110 のみを使用する測定方法を説明する。まず、測量機 110 を所定位置に設置し、測量機 110 のメインスイッチを ON とし、図 6 に示したように、広角カメラ光学系 89 により得られた測定対象物 100 の像とレクチル線 92 をタッチパネルディスプレイ 64 上に表示させる。この際、光源 80 を点灯させるとともに点滅させ

10

20

30

40

50

ると、ターゲット104、108は光が来た方向のみに光を反射するので、タッチパネルディスプレイ64上でターゲット像90が特に明るく表示されるとともに点滅するので、作業者はターゲット像90が視認し易くなり、これ以後の測定作業容易にしている。また、画像処理装置60もターゲット像90を認識し易く、画像処理も容易になる。

【0040】

次に、タッチパネルディスプレイ64上に表示されたターゲット像(測定点又は基準点)90にタッチペンで触れて、測定するターゲット104、108を指定する。すると、予備視準装置が働いて、図7に示したように、タッチパネルディスプレイ64上で視準軸Oを示すレクチル線92の中心と指定したターゲット像90が一致するまで、望遠鏡46を回転させ、指定したターゲット像90を画面中央に移動させていく。

10

【0041】

こうして、指定したターゲット104又は108が略視準されると、さらに正確に視準するために、広角カメラ光学系89から視準カメラ光学系47にプログラムで自動的に切り換え、図8に示したように、タッチパネルディスプレイ64にターゲット像90とレクチル線92を表示する。ここで、ターゲット104又は108が第1又は第2の自動視準装置により正確に自動視準されると、自動的に距離測定を行うとともに、水平角及び垂直角も測定する。このさい、これらの測定値は、指定された座標系上の座標に変換され、図示しない適当な記録媒体にも記録される。

【0042】

前述の測定方法の手順を図9のフローチャートと、図10-図17に示したタッチパネルディスプレイ64に表示された画像に基づいて、さらに詳細に説明する。ただし、以下の図面では、説明を簡単にするため、タッチパネルディスプレイ64上には、ターゲット104の像90と視準方向を示すレクチル線92のみを示す。

20

【0043】

まず、測量機110を所定位置に設置し、測量機110の図示しないメインスイッチをONとして、ステップS0に進み、図10に示したように、広角カメラ光学系89を最も広角として測定対象物100(図示省略)とターゲット像90と画像上のレクチル線92をタッチパネルディスプレイ64に表示させる。このとき、図示しないオートフォーカス制御装置により、合焦レンズ19'の位置を調整してターゲット104、108に焦点が合わせられる。また、レクチル線92の中心は、望遠鏡46を上下左右の回転させても、広

30

【0044】

次に、ステップS1に進み、タッチパネルディスプレイ64に表示された測定点に位置するターゲット像90にタッチペン68で触れることにより、測定しようとするターゲット104、108を指定する。もし、測定しようとするターゲット104、108がタッチパネルディスプレイ64上に表示されていないときは、測定点がある方向に測量機110の望遠鏡46手動で向けて、測定点をタッチパネル64上に表示するようにして、測定するターゲット104、108を指定する。尚、タッチパネルディスプレイ64上の適当な点にタッチペン68で触れると、後述するように、この点をタッチパネルディスプレイ64の中心へ移動することができ、それまで表示されていなかった測定点をタッチパネルディスプレイ64上に表示させることもできる。

40

【0045】

測定するターゲット104、108を指定すると、ステップS2に進み、予備視準装置が働き、CPU58により、図11に示したように、タッチペン68で触れた点とレクチル線の中心Oとの水平偏差hと垂直偏差v(ピクセル数で表す。)を検出する。次に、ステップS3に進み、両偏差h、vを水平制御部54と垂直制御部56に送り、両制御部54、56を作動させ、両偏差x、yがともに0となるように望遠鏡46を回転させ、図12に示したように、タッチペン68で触れた点をタッチパネルディスプレイ64の画面中央のレクチル線92の中心Oに移動させる。これで、指定されたターゲット像90は、略レ

50

クチル線 9 2 の中心 O 上に移動するので、CPU 5 8 によって確実に認識される。

【 0 0 4 6 】

ところで、タッチペン 6 8 でターゲット像 9 0 の中心 O ' に正確に触れることは困難なため、図 1 2 に示したように、ターゲット像 9 0 の中心 O ' がレクチル線 9 2 の中心 O に一致しないことがある。そこで、ステップ S 4 に進み、予備視準装置は、さらに正確にターゲット像 9 0 の中心 O ' とレクチル線の中心 O とを一致させるために、光源 8 0 を点灯して照明光を出射し、ターゲット 1 0 4 の結像を受光し、ターゲット像 9 0 の位置、すなわち、ターゲット像 9 0 の中心 O ' とレクチル線 9 2 の中心 O との水平偏差 h と垂直偏差 v を検出する。両偏差 h 、 v が求まると、光源 8 0 を消灯する。それから、ステップ S 5 に進み、両偏差 h 、 v を水平制御部 5 4 と垂直制御部 5 6 に送り、両制御部 5 4、5 6 を作動させ、両偏差 h 、 v がともに 0 となるように望遠鏡 4 6 を回転させ、図 1 3 に示したように、指定したターゲット像 9 0 の中心をレクチル線 9 2 の中心 O 上へ移動させ、暫定的な予備視準を行う。

10

【 0 0 4 7 】

この予備視準を終了すると、さらに正確に視準するため、ステップ S 6 に進み、広角カメラ光学系 8 9 を小幅ズームアップする。小幅にズームアップするのは、一度に最大倍率までズームさせると、視準誤差等によりターゲット 1 0 4 が視野から外れ、自動視準ができなくなる恐れがあるからである。広角カメラ光学系 8 9 をズームアップすると、図 1 4 に示したように、ターゲット像 9 0 の中心 O ' とレクチル線 9 2 の中心 O がわずかにずれていることが普通である。そこで、ステップ S 7 に進み、ステップ S 4 と同様に、光源 8 0 を点灯して、再びターゲット像 9 0 の位置を検出し、この後に光源 8 0 を消灯する。そして、ステップ S 8 に進んで、ステップ S 5 と同様に両制御部 5 4、5 6 を作動させ、図 1 5 に示したように、ターゲット像 9 0 の中心 O ' をレクチル線 9 2 の中心 O 上へ移動させる暫定的な予備視準を行う。

20

【 0 0 4 8 】

それから、ステップ S 9 に進み、広角 CCD カメラ素子 8 8 が最大倍率になったか否かを調べる。広角 CCD カメラ素子 8 8 が、最大倍率に達していないときは、ステップ S 6 に戻るが、最大倍率になっているときは、ステップ S 1 0 に進み、光源 8 0 を点灯して、ターゲット 1 0 4 までの距離測定を行い、この後に光源 8 0 を消灯する。この距離測定には、ターゲット 1 0 4 の大きさが既知であることを利用し、タッチパネルディスプレイ 6 4 上のターゲット像 9 0 の大きさから距離を算定する。

30

【 0 0 4 9 】

ターゲット 1 0 4 までの距離が求まると、ステップ S 1 1 に進み、この距離と、両カメラ光学系 4 7、8 9 の視準軸間の距離 d とから、視準カメラ光学系 4 7 の視準軸 O 上にターゲット 1 0 4 が位置するように、望遠鏡 4 6 の向き調整角を計算し、望遠鏡 4 6 の向きを調整する。そして、さらに正確に視準するため、ステップ S 1 2 に進み、図 1 6 に示したように、ターゲット像 9 0 がレクチル線 9 2 の中央のエリアに入った時、広角カメラ光学系 8 9 から高倍率の視準カメラ光学系 4 7 にプログラムで自動的に切り換え、合焦レンズ 1 9 の位置を調整してターゲット 1 0 4 に焦点を合わせる。このときの視準カメラ光学系 4 7 のフォーカス制御には、ステップ S 1 0 の距離計測で求めた距離を用いる。

40

【 0 0 5 0 】

次に、ステップ S 1 3 に進み、ステップ S 4 と同様に、光源 8 0 を点灯して、ターゲット像 9 0 の位置を検出する。そして、ステップ S 1 4 に進み、ステップ S 5 と同様に再び、両制御部 5 4、5 6 を作動させ、第 1 の自動視準装置により暫定的な自動視準を行う。次に、ステップ S 1 5 に進み、光源 8 0 を消灯して、測距部 (光波距離計) 4 8 によりターゲット 1 0 4 までの正確な距離を求め、この距離を用いて、ターゲット 1 0 4 に正確にフォーカスを合わせる。それから、ステップ S 1 6 に進み、ステップ S 4 と同様に、光源 8 0 を点灯して、ターゲット像 9 0 の位置を検出する。そして、ステップ S 1 7 に進み、ステップ S 5 と同様に、両制御部 5 4、5 6 を作動させ、第 1 の自動視準装置により最終的な自動視準を行い、図 1 7 に示したように、ターゲット像 9 0 の中心 O ' をレクチル線の

50

中心O上に正確に位置させる。

【0051】

それから、ステップS18に進み、ターゲット像90の中心O'が正確にレクチル線92の中心O上にあるか否か、すなわちターゲット像90の中心O'とOとの水平偏差hと垂直偏差vが所定範囲内(たとえば、両制御部54、56のサーボモータの制御精度以下)か否か調べる。両偏差h、vがともに所定範囲内のときは、ステップS19に進んで、光源80を消灯して、測距部(光波距離計)48によりターゲット104までの距離を求め、同時に水平測角部50と垂直測角部52により望遠鏡46の水平角と垂直角を求める。これらの角度は、光学式エンコーダによって求められる。座標系が指定してあれば、これらの距離と角度から指定された座標系での座標へ変換する。両偏差h、vがともに所定範囲外のときは、ステップS16に戻る。

10

【0052】

前述した測定においては、光源80は、ステップS4、S7、S13、S16で測定点の位置を検出するときと、ステップS10で距離算出するときのみ点灯するだけで、測距部48で距離を測定するステップS15、S19では必ず消灯しているので、光源80による照明光が距離測定に誤差を与えることがない。このように、光源80が必要時に短時間のみ点灯されるので、省電力の測量機が得られる。

【0053】

こうして、1つの測定点又は基準点の測定を完了すると、再び、広角カメラ光学系89に切り換えられ、図6に示したような画像が表示されるので、次に測定したいターゲット像90をタッチペン68で指定する。以下同様に、順次ターゲット104、108の位置を計測していく。

20

【0054】

一方、図示しない自動計測スイッチをONとすると、CPU58は、測定対象物100に取り付けられたターゲット104と、基準点を示すターゲット108を端から端まで自動的に順番に指定していき、前述の測定を全部自動的に行うようになっている。この場合は、予め測定点及び基準点の座標を計測制御機65等の外部機器から入力しておくことにより、効率的に自動測定できるようにしている。

【0055】

こうして、1個所で前述の測定を終了すると、測量機110を次の個所へ移動させ、前述のように、ターゲット104、108を端から端まで測定していき、このような測定を予定した個所全部で行う。こうして、すべての予定個所での測定を終了した後に、この測定結果をタッチパネルディスプレイ64に表示するとともに、図示しない適当な記録媒体に記録して測定を終了する。

30

【0056】

以上は、1台の測量機のみで計測する方法を説明したが、通常は、計測室102の床106には複数の測量機110を設置し、これらの測量機110と観測室112内に設置されたディスプレイ(画像表示装置)を備えた計測制御機(パーソナルコンピュータ)65との間を電源ケーブル116と映像ケーブル117と通信ケーブル118で接続して、各測量機110を計測制御機65により遠隔操作するとともに、各測量機110で得た映像や測定結果は直ちに計測制御機65に送って、能率的に測定できるようにしている。もちろん、計測制御機65をもっと離れた事務所等に設置し、適当な通信装置(電話、携帯電話、無線機等)を介して、各測量機110と計測制御機65とを接続してもよい。

40

【0057】

このような測量機110を遠隔操作する場合、1つの測量機110に計測制御機65から計測開始指令を送ると、この測量機110のメインスイッチがONとなり、この測量機110は、広角CCDカメラ素子88により得られた測定対象物100の映像を計測制御機65に送ってくるので、計測制御機65のディスプレイに測定対象物100の像が表示される。計測制御機65は、測量機110と同じ計測制御プログラムを内蔵しているから、後は前述した測量機110で行った方法と同様にして、ターゲット104、108を端か

50

ら端まで測定していく。この測量機 110 での全ての測定を終了すると、この測量機 110 のメインスイッチを OFF とし、次の測量機 110 に計測開始指令を送り、以下、同様にして、全ての測量機 110 での測定を行う。全ての測量機 110 での測定を終了すると、計測制御機 65 は、この測定結果をディスプレイに表示するとともに、適当な記録媒体に測定結果を記録し、必要により測定結果を印字して計測を終了する。

【0058】

屋外で測定する場合は、視準 CCD カメラ素子 45 で得た画像から自動視準すると、自然光の強い外乱等により誤視準を起こし易いので、CPU 58 は、視準 CCD カメラ素子 45 又は広角 CCD カメラ素子 88 で得た背景の明るさが所定値以上のときは、視準 CCD カメラ素子 45 により背景明るさを判断して、プログラムにより自動的に十字型ラインセンサ 122 を用いる第 2 の自動視準に切り替えるようになっている。この場合でも、計測制御機 65 のディスプレイ又は測量機 110 のタッチパネルディスプレイ 64 上で、広角 CCD カメラ素子 88 で得た広い視野の画像からターゲット像 90 を指定するだけで、自動視準がなされるようになっている。

10

【0059】

以上の説明から明らかなように、本実施例では、大型構造物等の測定対象物 100 に対し、多数の測定点位置を計測制御機 65 側又は測量機 110 側の 1 人の作業員でもって能率的に測定できる。このさい、作業員は、計測制御機 65 のディスプレイ又は測量機 110 のタッチパネルディスプレイ 64 上で、広角 CCD カメラ素子 88 で得た広い視野の画面からターゲット像 90 を指定することができ、後は、自動視準装置 69 により自動視準がなされ、続いて測定点の位置が自動測定されるので、作業員の負担が少なく、人為的な視準誤差も発生しないという利点がある。しかも、測量機 110 を移動させることにより、1 人の作業員と測量機 110 単体のみでも、この測定を行うことができる。さらに、測量機 110 から離れた場所に設置された計測制御機 65 による測量機 110 の遠隔制御でも、作業員は、測定状態を計測制御機 65 のディスプレイで確認しながら確実に作業を進めることができる。

20

【0060】

また、光源 80 から可視光で拡散しやすい照明光を視準軸 O と同軸に出射するので、十分な照明光が測定点から反射して戻ってくるので、測定対象物 100 を広範囲に鮮明にタッチパネルディスプレイ 64 上に表示でき、しかも、十分な視準精度を有し、距離測定に誤差を与えることが少ない。とくに、照明光は、必要な時のみに出射し、測距部（光波距離計）48 による測距時には出射しないので、距離測定に誤差を与えることがなく、しかも省電力を図れる。

30

【0061】

【発明の効果】

以上の説明から明らかなように、請求項 1 に係る発明では、撮像装置で撮像された画像から画像処理装置により測定点を弁別できるから、表示装置上の画像で 1 つの測定点を指定すると、自動視準装置により測定点を自動的に視準するので、作業員の負担が少なく、人為的な視準誤差も発生しない。そして、大型構造物等の測定対象物に対しても、多数の測定点位置を格別の負担なく能率的に測定できる。さらに、測量機を移動させることにより、1 人の作業員と測量機単体のみでも、このような測定を容易に行うことができる。さらに、撮像装置、照明装置、測距部光学系は、同軸光学系として構成されたから、照明光を視準軸と同軸に出射することができ、ターゲットから十分な反射光が戻り、測定対象物上を広範囲に鮮明な輪郭で表示装置上に表示でき、測定点の指定がいっそう容易になるうえ、いっそう高精度の視準及び計測をすることができる。

40

【0062】

請求項 2 に係る発明では、さらに、タッチパネルディスプレイ上に表示された画像の測定点を測定点指定手段で触れるだけで測定点を指定できるから、測定点を視準する煩わしさや人為的な視準ミスがなくなり、作業員の負担が減るうえ、測定精度が向上する。しかも、従来のキーボード等が不要になり、タッチパネルディスプレイを大画面にできるので、

50

いっそう測定点の指定が容易となる。

【0063】

請求項3に係る発明では、さらに、測量機から離れた場所に設置された画像表示装置を備えた計測制御機から測量機を遠隔制御するから、作業員は確実な測定を画像表示装置で確認しながら作業ができ、しかも、近づくと危険な場所での測定も可能になるうえ、そのような危険な場所を画像で監視することもできる。

【0064】

請求項4に係る発明では、さらに、望遠鏡内に設置された撮像装置で撮像された画像に基づいて自動視準しているから、従来の十字形ラインセンサ等を用いた自動視準装置に比べて死角が少なく、確実な自動視準を行うことができる。

10

【0065】

請求項5に係る発明では、さらに、望遠鏡内に設置された十字形ラインセンサからの出力に基づいて自動視準しているから、自然光の強い外乱のある屋外での測定でも測定ミスを起こし難い。

【0066】

請求項6に係る発明では、さらに、広角カメラ光学系で測定対象物の広い部分を見ることができ、測定点の指定がいっそう容易になるうえ、最終的には高倍率の視準カメラ光学系で得た画像を用いて自動視準してから測定するので、高精度の視準及び計測ができる。

【0068】

20

請求項7に係る発明では、さらに、視準光を兼ねる照明光は、必要時のみに出射され、測距部による測距時には出射しないようにしているので、照明光による測距誤差の発生を防止でき、しかも省電力を図ることができる。

【0070】

請求項8に係る発明では、さらに、照明装置は点滅する光源を備えているので、光源を点滅させると、暗所で直接見るターゲットも表示装置上のターゲット像も点滅して見え、いっそうターゲットを視認し易く測定点の指定が容易になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例である測量機全体のブロック図である。

【図2】前記測量機の光学系及び自動視準装置を説明する図である。

30

【図3】前記測量機の背面図である。

【図4】十字形ラインセンサを説明する図である。

【図5】測定対象物の各部位置を測定する方法を示す図である。

【図6】前記測量機の広角カメラ光学系で得た画像を示す図である。

【図7】前記測量機において、前記広角カメラ光学系で得た画像を用いて予備視準した後に、前記広角カメラ光学系で得た画像を示す図である。

【図8】前記測量機において、前記視準カメラ光学系で得た画像を用いて、自動視準した後に、前記視準カメラ光学系で得た画像を示す図である。

【図9】前記測量機で測定点の位置測定の手順を説明するフローチャートである。

【図10】前記測量機の自動視準の開始前に、広角カメラ光学系で得た最も広角な画像を示す図である。

40

【図11】図10において、測定点のターゲットの中心のレクチル線の中心からの水平偏差及び垂直偏差を示す図である。

【図12】前記広角カメラ光学系の最も広角な状態で、ターゲットを視準軸方向へ移動させていく途中を示す図である。

【図13】前記広角カメラ光学系の最も広角な状態で、ターゲットの中心と視準軸を一致させた状態を示す図である。

【図14】前記測量機の予備視準の途中において、前記広角カメラ光学系を小幅ズームアップした状態を示す図である。

【図15】前記広角カメラ光学系を小幅ズームアップした状態で、ターゲットの中心と視

50

準軸を一致させた状態を示す図である。

【図16】視準カメラ光学系に切り換えた直後に前記視準カメラ光学系で捕らえた画像を示す図である。

【図17】前記視準カメラ光学系で捕らえた画像で、ターゲットの中心と視準軸を一致させた状態を示す図である。

【図18】従来の撮像装置を備えた測量機の光学系を示す図である。

【図19】前記従来の測量機の背面図である。

【図20】従来の撮像装置を備えた別の測量機を示す図である。

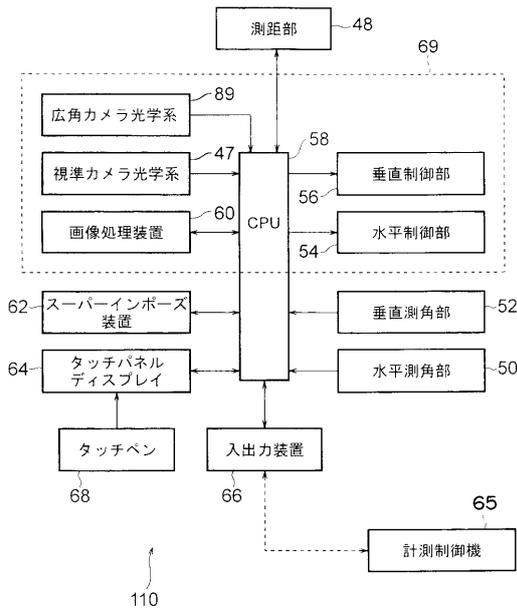
【符号の説明】

- 45 視準CCDカメラ素子(撮像装置)
- 46 望遠鏡
- 47 視準カメラ光学系
- 48 測距部
- 60 画像処理装置
- 64 タッチパネルディスプレイ(表示装置)
- 65 計測制御機
- 68 タッチペン(測定点指定手段)
- 69 自動視準装置
- 80 光源(照明装置)
- 88 広角CCDカメラ素子(撮像装置)
- 89 広角カメラ光学系
- 90 ターゲット像(測定点)
- 104 ターゲット(測定点)
- 122 十字形ラインセンサ
- O 視準軸

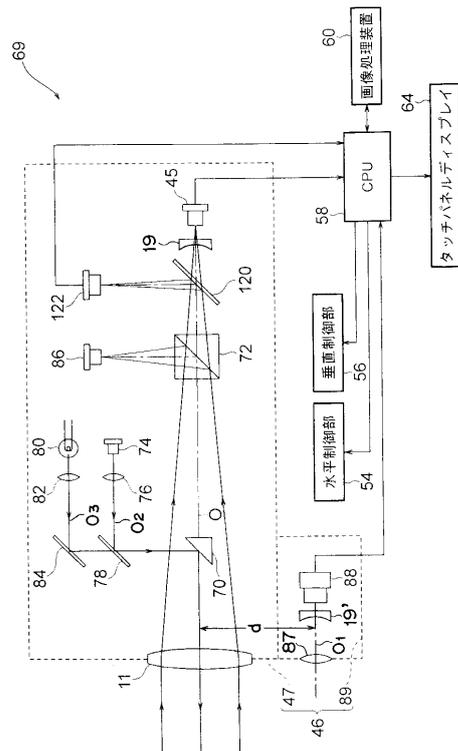
10

20

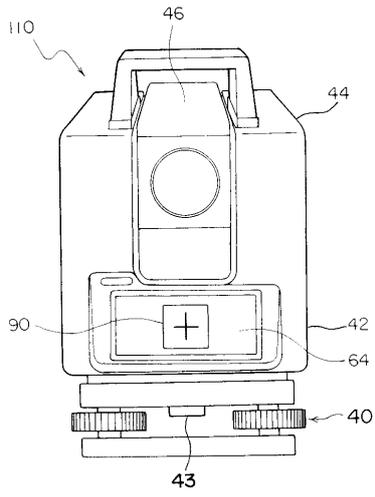
【図1】



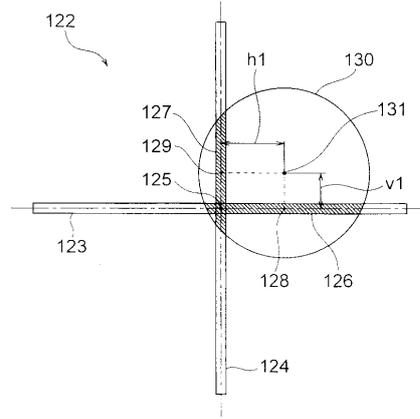
【図2】



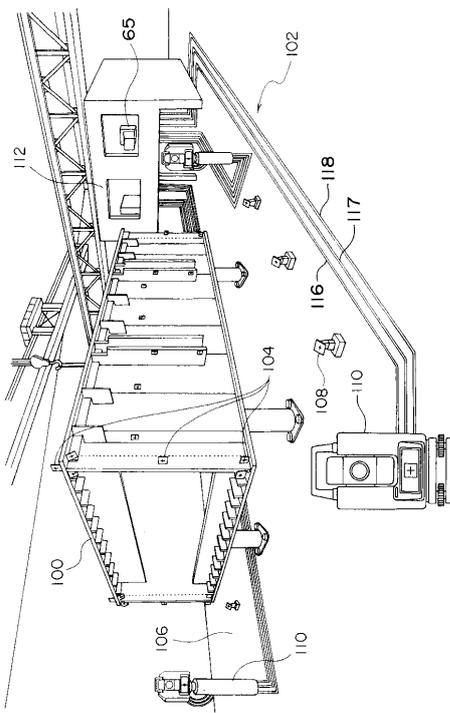
【 図 3 】



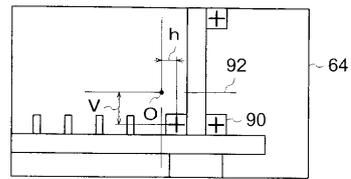
【 図 4 】



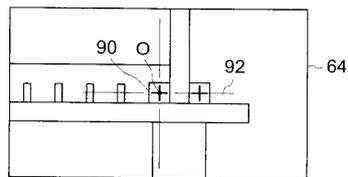
【 図 5 】



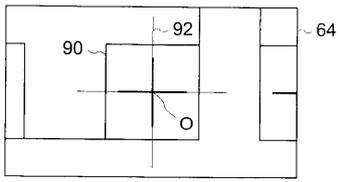
【 図 6 】



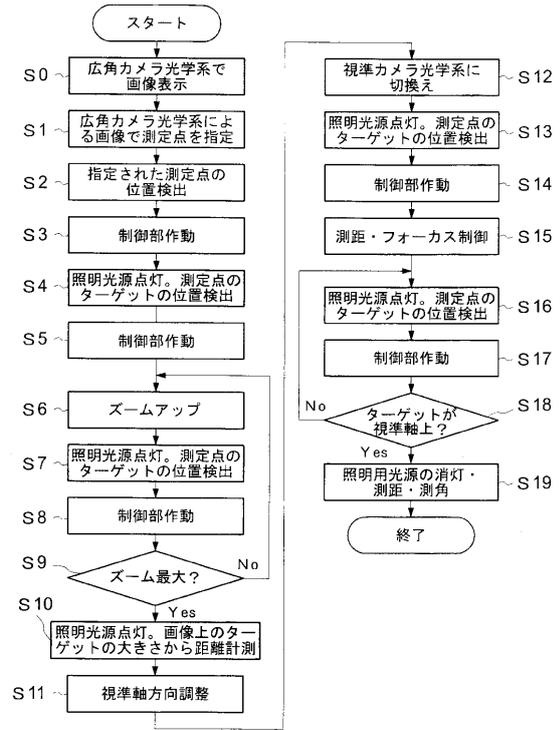
【 図 7 】



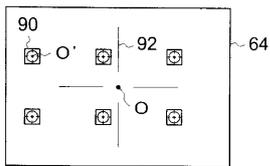
【 図 8 】



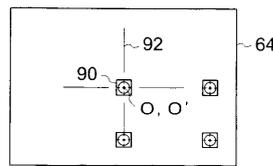
【 図 9 】



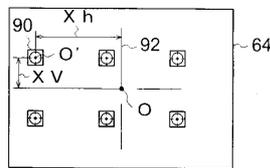
【 図 10 】



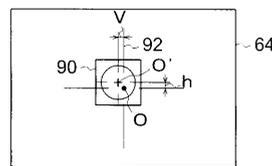
【 図 13 】



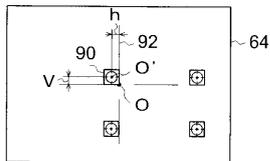
【 図 11 】



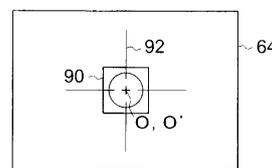
【 図 14 】



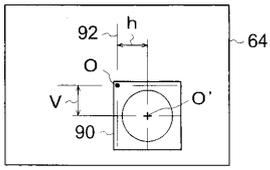
【 図 12 】



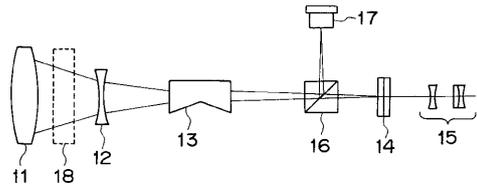
【 図 15 】



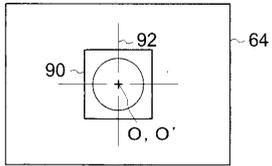
【 図 1 6 】



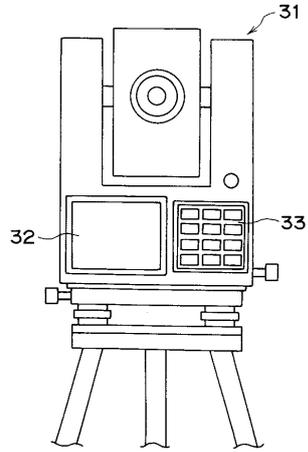
【 図 1 8 】



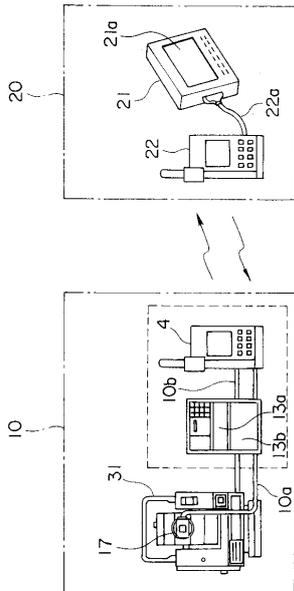
【 図 1 7 】



【 図 1 9 】



【 図 2 0 】



フロントページの続き

審査官 岡田 卓弥

- (56)参考文献 特開平06-094417(JP,A)
特開平11-014357(JP,A)
特開2001-296124(JP,A)
特開2001-069496(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

G01C 15/00-15/02

G01C 5/00

G01C 1/00