

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6916578号
(P6916578)

(45) 発行日 令和3年8月11日(2021.8.11)

(24) 登録日 令和3年7月20日(2021.7.20)

(51) Int.Cl.		F I			
GO1C	15/00	(2006.01)	GO1C	15/00	103A
GO1C	3/06	(2006.01)	GO1C	3/06	120Q
GO1S	7/481	(2006.01)	GO1C	3/06	140
			GO1C	15/00	103E
			GO1S	7/481	A

請求項の数 11 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2017-71745 (P2017-71745)
 (22) 出願日 平成29年3月31日 (2017.3.31)
 (65) 公開番号 特開2018-173346 (P2018-173346A)
 (43) 公開日 平成30年11月8日 (2018.11.8)
 審査請求日 令和2年3月19日 (2020.3.19)

(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 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 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
 審査官 續山 浩二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザスキャナ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

スキャナ本体と、該スキャナ本体を上下方向及び左右方向に回転可能に支持する支持部と、前記スキャナ本体を上下方向及び左右方向に回転する回転駆動部と、前記スキャナ本体の上下角及び左右角を検出する角度検出器とを具備し、前記スキャナ本体は測距光を発する発光素子と、前記測距光を射出する測距光射出部と、反射測距光を受光する受光部と、前記反射測距光を受光し、受光信号を発生する受光素子と、該受光素子からの前記受光信号に基づき測定対象物の測距を行う測距部と、測距光軸上に設けられ、該測距光軸を偏向する光軸偏向部と、前記測距光軸の偏角を検出する射出方向検出部と、前記測定対象物の3次元の設計図面データが格納された記憶部と、前記回転駆動部の作動及び前記光軸偏向部の偏向作動及び前記測距部の測距作動を制御する制御部とを有し、前記光軸偏向部は前記測距光軸を中心として回転可能な一对の光学プリズムと、該光学プリズムを個々に独立して回転するモータとを具備し、前記制御部は、前記設計図面データから得られる前記測定対象物の仮想の稜線の端部上に前記測距光軸が位置する様、或は前記設計図面データから得られる仮想の交点上に前記測距光軸が位置する様前記回転駆動部を駆動させ、所定のスキャン条件で前記光軸偏向部を駆動させつつ前記測距光軸が前記稜線に沿って移動する様前記回転駆動部を駆動させることで前記測距光をスキャンしてスキャンデータを取得し、該スキャンデータに基づき前記測定対象物の実際の稜線又は交点を抽出する様構成したレーザスキャナ。

【請求項2】

前記スキャナ本体は既知点に設置され、前記制御部は前記設計図面データ上の2箇所の仮定の交点を中心にスキャンデータを取得する様、前記回転駆動部と前記光軸偏向部とを制御し、取得したスキャンデータから2箇所の実際の交点を抽出し、該2箇所の実際の交点を結んだ線を前記実際の稜線として抽出する請求項1に記載のレーザスキャナ。

【請求項3】

前記スキャナ本体は既知点に設置され、前記制御部は、前記実際の稜線と前記仮定の稜線との位置を比較する請求項1に記載のレーザスキャナ。

【請求項4】

前記スキャナ本体は既知点に設置され、前記制御部は前記設計図面データ上の仮定の交点を中心にスキャンデータを取得する様、前記回転駆動部と前記光軸偏向部とを制御し、取得したスキャンデータから前記実際の交点を抽出し、該実際の交点と前記仮定の交点との位置を比較する請求項1に記載のレーザスキャナ。

10

【請求項5】

前記スキャナ本体に表示部が設けられ、該表示部は前記実際の稜線又は交点と、仮定の稜線又は交点とを同時に表示する請求項3又は請求項4に記載のレーザスキャナ。

【請求項6】

前記表示部は、前記実際の稜線又は交点と、前記仮定の稜線又は交点とを異なる色で表示する請求項5に記載のレーザスキャナ。

【請求項7】

前記スキャナ本体は、前記光軸偏向部によって偏向されない前記測距光軸と平行な撮像光軸を有する撮像部と、画像処理部とを更に具備し、該画像処理部は前記撮像部により取得した画像からエッジ検出処理により前記測定対象物の稜線と交点を抽出し、前記制御部は、前記画像から抽出された稜線又は交点と一致又は対応する前記仮定の稜線又は交点がない場合に、前記画像から抽出された稜線又は交点に基づき設定された測定範囲でスキャンデータを取得し、該スキャンデータから抽出された前記実際の稜線又は交点を前記表示部に表示させる請求項5に記載のレーザスキャナ。

20

【請求項8】

前記制御部は、前記画像から抽出した前記実際の稜線又は交点とスキャンデータから抽出した稜線又は交点とに基づき、前記画像とスキャンデータとをマッチングさせる請求項7に記載のレーザスキャナ。

30

【請求項9】

外部端末装置と通信可能な通信部を更に具備し、該通信部を介して前記スキャナ本体から前記外部端末装置へデータの送信が可能であり、該外部端末装置から前記スキャナ本体の操作信号を送信可能であり、該スキャナ本体が遠隔操作可能に構成された請求項3又は請求項4に記載のレーザスキャナ。

【請求項10】

前記外部端末装置は端末表示部を有し、前記制御部は前記実際の稜線又は交点と、仮定の稜線又は交点とを前記端末表示部に同時に表示させる請求項9に記載のレーザスキャナ。

【請求項11】

前記外部端末装置は前記測定対象物の3次元の前記設計図面データが格納された端末記憶部と、端末表示部と、端末制御部とを有し、該端末制御部は前記スキャナ本体から受信したデータに基づき、前記実際の稜線又は交点と、仮定の稜線又は交点とを前記端末表示部に同時に表示させる請求項9に記載のレーザスキャナ。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、特に構造物内部の点群データを取得するレーザスキャナに関するものである。

【背景技術】

50

【 0 0 0 2 】

測定対象物の3次元座標を測定する為の測量装置として、例えば3次元のレーザスキャナがある。該レーザスキャナは、高速で測定対象物を測距光で走査し、測定対象物の3次元形状を測定する様になっている。

【 0 0 0 3 】

従来のレーザスキャナは、主にミラーを鉛直方向、水平方向に回転させて測距光を回転照射し、測定対象物の3次元形状を測定している。従って、ラスタタイプの点群が取得され、測距光で任意の範囲、部分を局部的に走査させるのは困難である。

【 0 0 0 4 】

この為、従来では、建築ビル等の構造物内部の3次元形状を取得する場合、ミラーを鉛直回転させつつ、約180°水平回転させ、全周360°分の点群データを取得していた。従って、膨大な点群データが取得される為、該点群データの中から必要な直線、点、曲線を抽出するのに時間が掛かった。

10

【 0 0 0 5 】

又、構造物を建設する際には、各建設工程毎に点群データから抽出した直線や点の位置を設計図面データ(3次元CADデータ)の直線や点と比較し、各工程が正しく実行されたかを確認している。然し乍ら、点群データの取得、必要な直線等の抽出に時間を要することから、各工程後の確認作業に時間を要していた。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

20

【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 6 - 1 5 1 4 2 3 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 7 】

本発明は、所定の測定範囲をスキャンし、測定範囲に存在する稜線や交点を容易に抽出可能なレーザスキャナを提供するものである。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 8 】

本発明は、スキャナ本体と、該スキャナ本体を上下方向及び左右方向に回転可能に支持する支持部と、前記スキャナ本体を上下方向及び左右方向に回転する回転駆動部と、前記スキャナ本体の上下角及び左右角を検出する角度検出器とを具備し、前記スキャナ本体は測距光を発する発光素子と、前記測距光を射出する測距光射出部と、反射測距光を受光する受光部と、前記反射測距光を受光し、受光信号を発生する受光素子と、該受光素子からの前記受光信号に基づき測定対象物の測距を行う測距部と、測距光軸上に設けられ、該測距光軸を偏向する光軸偏向部と、前記測距光軸の偏角を検出する射出方向検出部と、前記測定対象物の3次元の設計図面データが格納された記憶部と、前記回転駆動部の作動及び前記光軸偏向部の偏向作動及び前記測距部の測距作動を制御する制御部とを有し、前記光軸偏向部は前記測距光軸を中心として回転可能な一対の光学プリズムと、該光学プリズムを個々に独立して回転するモータとを具備し、前記制御部は、前記設計図面データに基づき設定された測定範囲に前記測距光をスキャンしてスキャンデータを取得し、該スキャンデータに基づき前記測定対象物の実際の稜線又は交点を抽出する様構成したレーザスキャナに係るものである。

30

40

【 0 0 0 9 】

又本発明は、前記スキャナ本体は既知点に設置され、前記制御部は前記設計図面データ上の2箇所の仮定の交点を中心にスキャンデータを取得する様、前記回転駆動部と前記光軸偏向部とを制御し、取得したスキャンデータから2箇所の実際の交点を抽出し、該2箇所の実際の交点を結んだ線を前記実際の稜線として抽出するレーザスキャナに係るものである。

【 0 0 1 0 】

50

又本発明は、前記スキャナ本体は既知点に設置され、前記制御部は前記設計図面データ上の仮想の稜線に沿ってスキャンデータを取得する様、前記回転駆動部と前記光軸偏向部とを制御し、取得したスキャンデータから前記実際の稜線を抽出し、該実際の稜線と前記仮想の稜線との位置を比較するレーザスキャナに係るものである。

【0011】

又本発明は、前記スキャナ本体は既知点に設置され、前記制御部は前記設計図面データ上の仮想の交点を中心にスキャンデータを取得する様、前記回転駆動部と前記光軸偏向部とを制御し、取得したスキャンデータから前記実際の交点を抽出し、該実際の交点と前記仮想の交点との位置を比較するレーザスキャナに係るものである。

【0012】

又本発明は、前記スキャナ本体に表示部が設けられ、該表示部は前記実際の稜線又は交点と、仮想の稜線又は交点とを同時に表示するレーザスキャナに係るものである。

【0013】

又本発明は、前記表示部は、前記実際の稜線又は交点と、前記仮想の稜線又は交点とを異なる色で表示するレーザスキャナに係るものである。

【0014】

又本発明は、前記スキャナ本体は、前記光軸偏向部によって偏向されない前記測距光軸と平行な撮像光軸を有する撮像部と、画像処理部とを更に具備し、該画像処理部は前記撮像部により取得した画像からエッジ検出処理により前記測定対象物の稜線と交点を抽出し、前記制御部は、前記画像から抽出された稜線又は交点と一致又は対応する前記仮想の稜線又は交点がない場合に、前記画像から抽出された稜線又は交点に基づき設定された測定範囲でスキャンデータを取得し、該スキャンデータから抽出された前記実際の稜線又は交点を前記表示部に表示させるレーザスキャナに係るものである。

【0015】

又本発明は、前記制御部は、前記画像から抽出した前記実際の稜線又は交点とスキャンデータから抽出した稜線又は交点とに基づき、前記画像とスキャンデータとをマッチングさせるレーザスキャナに係るものである。

【0016】

又本発明は、外部端末装置と通信可能な通信部を更に具備し、該通信部を介して前記スキャナ本体から前記外部端末装置へデータの送信が可能であり、該外部端末装置から前記スキャナ本体の操作信号を送信可能であり、該スキャナ本体が遠隔操作可能に構成されたレーザスキャナに係るものである。

【0017】

又本発明は、前記外部端末装置は端末表示部を有し、前記制御部は前記実際の稜線又は交点と、仮想の稜線又は交点とを前記端末表示部に同時に表示させるレーザスキャナに係るものである。

【0018】

更に又本発明は、前記外部端末装置は前記測定対象物の3次元の前記設計図面データが格納された端末記憶部と、端末表示部と、端末制御部とを有し、該端末制御部は前記スキャナ本体から受信したデータに基づき、前記実際の稜線又は交点と、仮想の稜線又は交点とを前記端末表示部に同時に表示させるレーザスキャナに係るものである。

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、スキャナ本体と、該スキャナ本体を上下方向及び左右方向に回転可能に支持する支持部と、前記スキャナ本体を上下方向及び左右方向に回転する回転駆動部と、前記スキャナ本体の上下角及び左右角を検出する角度検出器とを具備し、前記スキャナ本体は測距光を発する発光素子と、前記測距光を射出する測距光射出部と、反射測距光を受光する受光部と、前記反射測距光を受光し、受光信号を発生する受光素子と、該受光素子からの前記受光信号に基づき測定対象物の測距を行う測距部と、測距光軸上に設けられ、該測距光軸を偏向する光軸偏向部と、前記測距光軸の偏角を検出する射出方向検出部と

10

20

30

40

50

、前記測定対象物の３次元の設計図面データが格納された記憶部と、前記回転駆動部の作動及び前記光軸偏向部の偏向作動及び前記測距部の測距作動を制御する制御部とを有し、前記光軸偏向部は前記測距光軸を中心として回転可能な一对の光学プリズムと、該光学プリズムを個々に独立して回転するモータとを具備し、前記制御部は、前記設計図面データに基づき設定された測定範囲に前記測距光をスキャンしてスキャンデータを取得し、該スキャンデータに基づき前記測定対象物の実際の稜線又は交点を抽出する様構成したので、全周360°分のスキャンデータを取得することなく前記実際の稜線と交点を抽出できると共に、該実際の稜線と交点を抽出する為の演算に用いられるデータ数を低減することができ、抽出時間の短縮、演算量の低減を図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】

10

【0020】

【図1】本発明の実施例に係るレーザスキャナの外觀図である。

【図2】本発明の実施例に係るスキャナ本体と設置台ユニットとを示す正面図である。

【図3】前記スキャナ本体の概略構成図である。

【図4】前記スキャナ本体に於ける光軸偏向部の概略図である。

【図5】(A)～(C)は、該光軸偏向部の作用説明図である。

【図6】表示部に設計図面データを読込んだ状態を示す説明図である。

【図7】前記レーザスキャナによる稜線、交点のスキャン状態を示す説明図である。

【図8】前記レーザスキャナにより取得された稜線、交点のスキャンデータを示す説明図である。

20

【図9】前記設計図面データの稜線、交点と、スキャンデータから抽出された稜線、交点とを重ね合わせた状態を示す説明図である。

【図10】前記設計図面データの稜線、交点と、画像から抽出された稜線、交点とを重ね合わせた状態を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、図面を参照しつつ本発明の実施例を説明する。

【0022】

先ず、図1に於いて、本実施例に係るレーザスキャナを具備する測量システムについて概略を説明する。

30

【0023】

図1中、1はレーザスキャナであり、0は光軸が偏向されていない状態での測距光軸を示し、この時の測距光軸を基準光軸とする。

【0024】

前記レーザスキャナ1は、主に支持装置としての三脚2、スキャナ本体3、支持部である設置台ユニット4から構成される。該設置台ユニット4は前記三脚2の上端に取付けられ、前記スキャナ本体3は前記設置台ユニット4によって上下方向、左右方向にそれぞれ回転可能に支持される。

【0025】

前記スキャナ本体3は、測距部(後述)、姿勢検出部25(後述)、通信部40(後述)を内蔵し、前記測距部は測距光を測定対象物、或は測定範囲に射出し、反射測距光を受光して測距を行う。又、前記姿勢検出部25は、前記スキャナ本体3の鉛直(又は水平)に対する姿勢を高精度に検出可能である。更に、前記通信部40は、外部端末装置47と各種データの送受信が可能となっている。

40

【0026】

該外部端末装置47は、例えばスマートフォンやタブレットであり、端末表示部48と、端末制御部49と、端末記憶部50とを有している。尚、前記端末表示部48はタッチパネルであり、操作部を兼用している。

【0027】

図2に示される様に、前記設置台ユニット4は、托架部5、台座6を有している。前記

50

托架部 5 の下面からは、左右回転軸 7 が突設され、該左右回転軸 7 は軸受（図示せず）を介して前記台座 6 に回転自在に嵌合している。前記托架部 5 は、前記左右回転軸 7 を中心に左右方向に回転自在となっている。

【 0 0 2 8 】

又、該左右回転軸 7 と前記台座 6 との間には、左右角（前記左右回転軸 7 を中心とした回転方向の角度）を検出する左右角検出器 8（例えばエンコーダ）が設けられ、該左右角検出器 8 によって前記托架部 5 の前記台座 6 に対する左右方向の相対回転角が検出される様になっている。

【 0 0 2 9 】

前記台座 6 には左右回転ギア 9 が前記左右回転軸 7 と同心に固定され、該左右回転ギア 9 には左右ピニオンギア 11 が噛合している。前記托架部 5 には、左右モータ 12 が設けられ、前記左右ピニオンギア 11 は前記左右モータ 12 の出力軸に固着されている。

【 0 0 3 0 】

該左右モータ 12 の駆動により、前記左右ピニオンギア 11 が回転し、該左右ピニオンギア 11 が前記左右回転ギア 9 の回りを公転する。更に、前記托架部 5 と前記スキャナ本体 3 とが一体に回転する。而して、前記左右モータ 12 によって、前記スキャナ本体 3 が左右方向に回転される。

【 0 0 3 1 】

前記托架部 5 は凹部を有する凹形状であり、凹部に前記スキャナ本体 3 が収納されている。該スキャナ本体 3 は、上下回転軸 13 を介して前記托架部 5 に支持され、前記上下回転軸 13 を中心に上下方向に回転自在となっている。

【 0 0 3 2 】

前記上下回転軸 13 の一端には、上下回転ギア 15 が嵌合、固着され、該上下回転ギア 15 には上下ピニオンギア 16 が噛合している。該上下ピニオンギア 16 は前記托架部 5 に設けられた上下モータ 17 の出力軸に固着されている。該上下モータ 17 が駆動されることで、前記上下ピニオンギア 16 が回転され、更に前記上下回転ギア 15、前記上下回転軸 13 を介して前記スキャナ本体 3 が回転される。而して、前記上下モータ 17 によって、前記スキャナ本体 3 が上下方向に回転される。

【 0 0 3 3 】

前記左右モータ 12、前記上下モータ 17 は、制御部としての演算制御部 26（後述）によって所要のタイミングで所要の回転量となる様に制御される。

【 0 0 3 4 】

前記左右モータ 12 の回転量（即ち、前記托架部 5 の左右角）は、前記左右角検出器 8 によって検出される。前記上下モータ 17 の回転量（即ち、前記スキャナ本体 3 の上下角）は、前記姿勢検出部 25（図 3 参照）によって検出される。

【 0 0 3 5 】

而して、前記スキャナ本体 3 の左右角、上下角はそれぞれ、前記左右角検出器 8、前記姿勢検出部 25 によって検出され、検出結果はそれぞれ前記演算制御部 26 に入力される。尚、前記左右モータ 12 と前記上下モータ 17 とによって回転駆動部が構成される。又、前記左右角検出器 8 と前記姿勢検出部 25 とによって角度検出器が構成される。

【 0 0 3 6 】

次に、図 3 を参照して、前記スキャナ本体 3 について説明する。

【 0 0 3 7 】

該スキャナ本体 3 は、測距光射出部 18、受光部 19、測距演算部 21、撮像部 22、射出方向検出部 23、モータドライバ 24、前記姿勢検出部 25、前記演算制御部 26、記憶部 27、撮像制御部 28、画像処理部 29、表示部 30、操作部 31、通信部 40 を具備し、これらは筐体 32 に収納され、一体化されている。尚、前記測距光射出部 18、前記受光部 19、前記測距演算部 21 等は測距部を構成する。

【 0 0 3 8 】

前記測距光射出部 18 は、射出光軸 33 を有し、該射出光軸 33 上に発光素子 34、例

10

20

30

40

50

えばレーザダイオード(LD)が設けられている。又、前記射出光軸33上に投光レンズ35が設けられている。更に、前記射出光軸33上に設けられた偏向光学部材としての第1反射鏡36と、受光光軸37(後述)上に設けられた偏向光学部材としての第2反射鏡38とによって、前記射出光軸33は前記受光光軸37と合致する様に偏向される。前記第1反射鏡36と前記第2反射鏡38とで、射出光軸偏向部が構成される。

【0039】

前記発光素子34は、パルスレーザ光線を発し、前記測距光射出部18は、前記発光素子34から発せられたパルスレーザ光線を測距光39として射出する。

【0040】

前記受光部19について説明する。該受光部19には、測定対象物(即ち測定点)からの反射測距光41が入射する。前記受光部19は、前記受光光軸37を有し、該受光光軸37には、上記した様に、前記第1反射鏡36、前記第2反射鏡38によって偏向された前記射出光軸33が合致する。尚、該射出光軸33と前記受光光軸37とが合致した状態を、測距光軸42とする(図1参照)。

10

【0041】

偏向された前記射出光軸33上に、即ち前記受光光軸37上に光軸偏向部43(後述)が配設される。該光軸偏向部43の中心を透過する真直な光軸は、前記基準光軸0となっている。該基準光軸0は、前記光軸偏向部43によって偏向されなかった時の前記射出光軸33又は前記受光光軸37と合致する。

【0042】

前記光軸偏向部43を透過した前記受光光軸37上に結像レンズ44が配設され、又受光素子45、例えばフォトダイオード(PD)が設けられている。前記結像レンズ44は、前記反射測距光41を前記受光素子45に結像する。該受光素子45は前記反射測距光41を受光し、受光信号を発生する。受光信号は、前記測距演算部21に入力される。該測距演算部21は、受光信号に基づき測定点迄の測距を行う。

20

【0043】

図4を参照して、前記光軸偏向部43について説明する。

【0044】

該光軸偏向部43は、一对の光学プリズム46a, 46bから構成される。該光学プリズム46a, 46bは、それぞれ円板状であり、前記受光光軸37上に直交して配置され、重なり合い、互いに平行に配置されている。前記光学プリズム46a, 46bとして、それぞれフレネルプリズムが用いられることが、装置を小型化する為に好ましい。

30

【0045】

前記光軸偏向部43の中央部は、前記測距光39が透過し、射出される第1光軸偏向部である測距光偏向部43aとなっており、中央部を除く部分は前記反射測距光41が透過し、入射する第2光軸偏向部である反射測距光偏向部43bとなっている。

【0046】

前記光学プリズム46a, 46bとして用いられるフレネルプリズムは、それぞれ平行に形成されたプリズム要素47a, 47bと多数のプリズム要素48a, 48bによって構成され、円板形状を有する。前記光学プリズム46a, 46b及び各プリズム要素47a, 47b及びプリズム要素48a, 48bは同一の光学特性を有する。

40

【0047】

前記プリズム要素47a, 47bは、前記測距光偏向部43aを構成し、前記プリズム要素48a, 48bは前記反射測距光偏向部43bを構成する。

【0048】

前記フレネルプリズムは光学ガラスから製作してもよいが、光学プラスチック材料でモールド成形したものでよい。光学プラスチック材料でモールド成形することで、安価なフレネルプリズムを製作できる。

【0049】

前記光学プリズム46a, 46bはそれぞれ前記受光光軸37を中心に独立して個別に

50

回転可能に配設されている。前記光学プリズム46a, 46bは、回転方向、回転量、回転速度を独立して制御されることで、射出される前記測距光39の前記射出光軸33を任意の方向に偏向し、受光される前記反射測距光41の前記受光光軸37を前記射出光軸33と平行に偏向する。

【0050】

前記光学プリズム46a, 46bの外形形状は、それぞれ前記受光光軸37を中心とする円形であり、前記反射測距光41の広がりを見、十分な光量を取、得できる様、前記光学プリズム46a, 46bの直径が設定されている。

【0051】

前記光学プリズム46aの外周にはリングギア49aが嵌設され、前記光学プリズム46bの外周にはリングギア49bが嵌設されている。

10

【0052】

前記リングギア49aには駆動ギア51aが噛合し、該駆動ギア51aはモータ52aの出力軸に固着されている。同様に、前記リングギア49bには駆動ギア51bが噛合し、該駆動ギア51bはモータ52bの出力軸に固着されている。前記モータ52a, 52bは、前記モータドライバ24に電氣的に接続されている。

【0053】

前記モータ52a, 52bは、回転角を検出することができるもの、或は駆動入力値に対応した回転をするもの、例えばパルスモータが用いられる。或は、モータの回転量(回転角)を検出する回転角検出器、例えばエンコーダ等を用いてモータの回転量を検出してもよい。前記モータ52a, 52bの回転量がそれぞれ検出され、前記モータドライバ24により前記モータ52a, 52bが個別に制御される。尚、エンコーダを直接前記リングギア49a, 49bにそれぞれ取付け、エンコーダにより前記リングギア49a, 49bの回転角を直接検出する様にしてもよい。

20

【0054】

前記駆動ギア51a, 51b、前記モータ52a, 52bは、前記測距光射出部18と干渉しない位置、例えば前記リングギア49a, 49bの下側に設けられている。

【0055】

前記投光レンズ35、前記第1反射鏡36、前記第2反射鏡38、前記測距光偏向部43a等は、投光光学系を構成し、前記反射測距光偏向部43b、前記結像レンズ44等は受光光学系を構成する。

30

【0056】

前記測距演算部21は、前記発光素子34を制御し、前記測距光39としてパルスレーザー光線を発光させる。該測距光39が、前記プリズム要素47a, 47b(前記測距光偏向部43a)により、測定点に向う様前記射出光軸33が偏向される。

【0057】

測定対象物から反射された前記反射測距光41は、前記プリズム要素48a, 48b(前記反射測距光偏向部43b)、前記結像レンズ44を介して入射し、前記受光素子45に受光される。該受光素子45は、受光信号を前記測距演算部21に送、出し、該測距演算部21は前記受光素子45からの受光信号に基づき、パルス光毎に測定点(測距光が照射された点)の測距を行い、測距データは前記記憶部27に格納される。而して、前記測距光39をスキャンしつつ、パルス光毎に測距を行うことで各測定点の測距データが取、得できる。

40

【0058】

前記射出方向検出部23は、前記モータ52a, 52bに入力する駆動パルスのカウントすることで、前記モータ52a, 52bの回転角を検出する。或は、エンコーダからの信号に基づき、前記モータ52a, 52bの回転角を検出する。又、前記射出方向検出部23は、前記モータ52a, 52bの回転角に基づき、前記光学プリズム46a, 46bの回転位置を演算する。更に、前記射出方向検出部23は、前記光学プリズム46a, 46bの屈折率と回転位置に基づき、測距光の偏角、射出方向を演算し、演算結果は前記演

50

算制御部 26 に入力される。

【0059】

該演算制御部 26 は、測距光の偏角、射出方向から測定点の水平角、鉛直角を演算し、各測定点について、水平角、鉛直角を前記測距データに関連付けることで、測定点の 3 次元データを求めることができる。

【0060】

前記姿勢検出部 25 について説明する。尚、該姿勢検出部 25 については、特許文献 1 に開示された姿勢検出部を使用することができる。

【0061】

該姿勢検出部 25 は、フレーム 53 を有している。該フレーム 53 は前記筐体 32 に固定され、或は構造部材に固定され、前記スキャナ本体 3 と一体になっている。

【0062】

前記フレーム 53 に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 360° 回転自在となっている。

【0063】

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。

【0064】

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、例えばチルトセンサであり、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。

【0065】

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

【0066】

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 軸に関して設けられており、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 26 によって制御される。

【0067】

前記センサブロック 54 が傾斜していた場合（前記スキャナ本体 3 が傾斜していた場合）、前記センサブロック 54 に対する相対回転角が前記エンコーダ 57、58 によって検出され、該エンコーダ 57、58 の検出結果に基づき、前記スキャナ本体 3 の傾斜角、傾斜方向が検出される。

【0068】

前記センサブロック 54 は、2 軸について 360° 回転自在であるので、前記姿勢検出部 25 がどのような姿勢となろうとも（例えば、該姿勢検出部 25 の天地が逆になった場合でも）、全方向での姿勢検出が可能である。

【0069】

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。

【0070】

前記姿勢検出部 25 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、前記第 1 傾斜センサ 55 により高精度の姿勢検出を可能とする。

【0071】

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、

10

20

30

40

50

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。

【0072】

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。

【0073】

前記演算制御部26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26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。

10

【0074】

尚、前記記憶部27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、該第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、前記姿勢検出部25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る。

20

【0075】

前記撮像部22は、例えば50°の画角を有するカメラであり、前記スキャナ本体3の前記基準光軸0と平行な撮像光軸59を有し、前記スキャナ本体3のスキャン範囲を含む画像データを取得する。前記撮像光軸59と前記射出光軸33及び前記基準光軸0との位置関係は既知となっている。又、前記撮像部22は、動画像、又は連続画像が取得可能である。

【0076】

前記撮像制御部28は、前記撮像部22の撮像を制御する。前記撮像制御部28は、前記撮像部22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、前記スキャナ本体3でスキャンするタイ

30

【0077】

前記撮像部22の撮像素子61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、前記撮像光軸59を原点とした座標系での画素座標を有し、該画素座標によって画像素子上での位置が特定される。

【0078】

前記画像処理部29は、前記撮像部22で取得した画像データを、エッジ検出処理、特徴点の抽出、画像トラッキング処理、画像マッチング等の画像処理を行う。

40

【0079】

前記記憶部27には、測距を実行する為の制御プログラム、測距結果に基づき3次元の点群データを作成する為のプログラム、前記測距光39を所定の偏角、偏向方向に射出する為のプログラム、点群データに基づき平面と平面の交差部位(稜線)を検出する為のプログラム、検出した稜線と予め保存された設計図面データ(3次元CADデータ)63に於ける稜線の位置を比較するプログラム、前記撮像部22に画像を取得させる為の制御プログラム、前記画像処理部29に取得した画像に対してエッジ検出等所定の画像処理を行わせる為のプログラム、エッジ検出した部位と前記設計図面データ63とを比較するプログラム等のプログラムが格納されている。

【0080】

50

又、前記記憶部 27 には、取得した測距結果、作成した点群データが格納されると共に、測定対象物の 3 次元の前記設計図面データ 63 等が予め格納されている。

【0081】

前記表示部 30 には、測距結果、取得された点群データ、前記設計図面データ 63、前記撮像部 22 で撮像された画像等が表示可能である。又、前記操作部 31 は、測距等の開始指示、設定の変更等が実行可能となっている。

【0082】

前記通信部 40 は、有線や無線等、所要の手段で構成され、前記外部端末装置 47 と通信可能となっている。前記演算制御部 26 は、前記通信部 40 を介して各種データを前記外部端末装置 47 に送信し、測距結果、点群データ、前記設計図面データ 63、画像等を前記端末表示部 48 に表示させることができる。又、前記通信部 40 を介して、前記外部端末装置 47 から測距等の開始指示、設定の変更等が実行可能となっている。即ち、前記外部端末装置 47 から操作信号を送信することで、前記スキャナ本体 3 の遠隔操作が可能となっている。

【0083】

前記端末記憶部 50 には、前記記憶部 27 と同様に前記設計図面データ 63 が格納されている。前記端末制御部 49 は、前記スキャナ本体 3 から受信した測距結果、点群データ、画像等のデータと、前記端末記憶部 50 に格納された前記設計図面データ 63 とを前記端末表示部 48 に個別に又は同時に表示可能となっている。

【0084】

前記スキャナ本体 3 の測距作動について説明する。

【0085】

前記三脚 2 を既知点、又は所定点に設置し、前記基準光軸 O を測定対象物に向ける。この時の該基準光軸 O の水平角（左右角）は、前記左右角検出器 8 によって検出され、前記基準光軸 O の水平に対する傾斜角（上下角）は前記姿勢検出部 25 によって検出される。

【0086】

前記光軸偏向部 43 の偏向作用、スキャン作用について、図 5 (A) ~ 図 5 (C) を参照して説明する。

【0087】

尚、図 5 (A) では、説明を簡略化する為、前記光学プリズム 46a, 46b について、前記プリズム要素 47a, 47b と前記プリズム要素 48a, 48b とを分離して示している。又、図 5 (A) は、前記プリズム要素 47a, 47b、前記プリズム要素 48a, 48b が同方向に位置した状態を示しており、この状態では最大の偏角が得られる。又、最小の偏角は、前記光学プリズム 46a, 46b のいずれか一方が 180° 回転した位置であり、該光学プリズム 46a, 46b の相互の光学作用が相殺され、偏角は 0° となる。従って、該光学プリズム 46a, 46b を経て射出、受光されるレーザ光線の光軸（前記測距光軸 42）は、前記基準光軸 O と合致する。

【0088】

前記発光素子 34 から前記測距光 39 が発せられ、該測距光 39 は前記投光レンズ 35 で平行光束とされ、前記測距光偏向部 43a（前記プリズム要素 47a, 47b）を透過して測定対象物或は測定範囲に向けて射出される。ここで、前記測距光偏向部 43a を透過することで、前記測距光 39 は前記プリズム要素 47a, 47b によって所要の方向に偏向されて射出される。

【0089】

測定対象物或は測定範囲で反射された前記反射測距光 41 は、前記反射測距光偏向部 43b を透過して入射され、前記結像レンズ 44 により前記受光素子 45 に集光される。

【0090】

前記反射測距光 41 が前記反射測距光偏向部 43b を透過することで、前記反射測距光 41 の光軸は、前記受光光軸 37 と合致する様に前記プリズム要素 48a, 48b によって偏向される（図 5 (A)）。

10

20

30

40

50

【0091】

前記光学プリズム46aと前記光学プリズム46bとの回転位置の組み合わせにより、射出する前記測距光39の偏向方向、偏角を任意に変更することができる。

【0092】

又、前記光学プリズム46aと前記光学プリズム46bとの位置関係を固定した状態で(前記光学プリズム46aと前記光学プリズム46bとで得られる偏角を固定した状態で)、前記モータ52a、52bにより、前記光学プリズム46aと前記光学プリズム46bとを一体に回転すると、前記測距光偏向部43aを透過した前記測距光39が描く軌跡は前記測距光軸42を中心とした円となる。

【0093】

従って、前記発光素子34よりレーザ光線を発光させつつ、前記光軸偏向部43を回転させれば、前記測距光39を円の軌跡でスキャンさせることができる。尚、前記反射測距光偏向部43bは、前記測距光偏向部43aと一体に回転していることは言う迄もない。

【0094】

次に、図5(B)は、前記光学プリズム46aと前記光学プリズム46bとを相対回転させた場合を示している。前記光学プリズム46aにより偏向された光軸の偏向方向を偏向Aとし、前記光学プリズム46bにより偏向された光軸の偏向方向を偏向Bとすると、前記光学プリズム46a、46bによる光軸の偏向は、該光学プリズム46a、46b間の角度差として、合成偏向Cとなる。

【0095】

従って、前記光学プリズム46aと前記光学プリズム46bを逆向きに同期して等速度で往復回転させた場合、前記光学プリズム46a、46bを透過した測距光は、直線状にスキャンされる。従って、前記光学プリズム46aと前記光学プリズム46bとを逆向きに等速度で往復回転させることで、図5(B)に示される様に、前記測距光39を合成偏向C方向の直線の軌跡62で往復スキャンさせることができる。

【0096】

更に、図5(C)に示される様に、前記光学プリズム46aの回転速度に対して遅い回転速度で前記光学プリズム46bを回転させれば、角度差は漸次増大しつつ前記測距光39が回転されるので、該測距光39のスキャン軌跡はスパイラル状となる。

【0097】

更に又、前記光学プリズム46a、前記光学プリズム46bの回転方向、回転速度を個々に制御することで、前記測距光39のスキャン軌跡を前記基準光軸Oを中心とした照射方向(半径方向のスキャン)とし、或は水平、垂直方向とする等、種々のスキャンパターンが得られる。

【0098】

建築ビル等の構造物を建設する際には、配管の設置や内装等の各種工程を順次施工し、建設が進められる。又、構造物の建設の際には、各工程の施工が終了する毎に、構造物内部の3次元形状を測定している。測定した3次元形状と3次元の前記設計図面データ63とを比較し、配管等が正しい位置に設置され、或は稜線等が正しい位置に形成されているか等を確認し、各工程が正しく行われたかどうかを判断している。

【0099】

以下、図6~図9を用い、前記レーザスキャナ1を用いた3次元点群データ(スキャンデータ)の取得及び前記設計図面データ63との比較処理(施工確認処理)について説明する。

【0100】

先ず始めに、前記三脚2を介して、前記スキャナ本体3を既知の座標を有する設置点に設置する。尚、該設置点の座標は、前記記憶部27に予め格納された前記設計図面データ63の座標系の座標となっている。

【0101】

前記スキャナ本体3が設置されると、図6に示される様に、前記演算制御部26は、前

10

20

30

40

50

記設計図面データ 6 3 を前記記憶部 2 7 から読み込み、前記表示部 3 0 に表示する。

【 0 1 0 2 】

前記演算制御部 2 6 は、前記設計図面データ 6 3 に基づき測定範囲を設定する。例えば、該設計図面データ 6 3 上の 2 つの平面 6 4 , 6 4 の交差部位 (稜線) 6 5 や、3 つの平面 6 4 , 6 4 , 6 4 の交差部位 (交点) 6 6 に前記スキャナ本体 3 を向ける。即ち、前記演算制御部 2 6 は、前記設計図面データ 6 3 から得られる仮想の前記稜線 6 5 の端部上に前記基準光軸 O が位置する様、或は前記設計図面データ 6 3 から得られる仮想の前記交点 6 6 上に前記基準光軸 O が位置する様、前記左右モータ 1 2 と前記上下モータ 1 7 とを駆動させる。

【 0 1 0 3 】

例えば、図 7 に示される様に、上下方向に延びる前記稜線 6 5 を抽出する場合、前記基準光軸 O が前記稜線 6 5 の下端に位置する様、前記演算制御部 2 6 が前記左右モータ 1 2 と前記上下モータ 1 7 とを駆動させる。

【 0 1 0 4 】

前記スキャナ本体 3 を前記稜線 6 5 の下端へと向けた後、所定のスキャン条件、例えば前記光学プリズム 4 6 a と前記光学プリズム 4 6 b との位置関係を固定した状態で一体に回転させると共に、前記基準光軸 O が前記稜線 6 5 に沿って上方へと移動する様、所定の速度で前記上下モータ 1 7 を駆動させる。尚、前記稜線 6 5 が曲線である場合には、前記左右モータ 1 2 と前記上下モータ 1 7 の協働により、前記基準光軸 O の向きを変更する。

【 0 1 0 5 】

これにより、前記測距光 3 9 は、所定の偏角で偏向された状態で前記基準光軸 O を中心として回転しつつ、前記稜線 6 5 に沿って上方へと移動し、該稜線 6 5 に沿ったトロコイド状の軌跡 6 7 を描く。

【 0 1 0 6 】

尚、前記光学プリズム 4 6 a と前記光学プリズム 4 6 b とを 1 周回転させる毎に、前記上下モータ 1 7 を所定量だけ駆動させる様にしてもよい。この場合、前記測距光 3 9 の前記軌跡 6 7 は、前記稜線 6 5 に沿って円が連なった軌跡となる。

【 0 1 0 7 】

前記基準光軸 O を前記稜線 6 5 の上端まで移動させることで、前記軌跡 6 7 に沿って前記測距光 3 9 が走査 (スキャン) され、該稜線 6 5 の周囲に位置する前記平面 6 4 , 6 4 の 3 次元の点群データが取得される。取得された点群データは、前記記憶部 2 7 に格納される。

【 0 1 0 8 】

又、図 7 に示される様に、前記交点 6 6 を抽出する場合、前記基準光軸 O が前記交点 6 6 上に位置する様、前記演算制御部 2 6 が前記左右モータ 1 2 と前記上下モータ 1 7 とを駆動させる。

【 0 1 0 9 】

前記スキャナ本体 3 を前記交点 6 6 に向けた後、所定のスキャン条件、例えば前記光軸偏向部 4 3 による測距光 3 9 の偏角を 0 ° とした状態から、前記光学プリズム 4 6 a の回転速度に対して遅い回転速度で前記光学プリズム 4 6 b を回転させる。

【 0 1 1 0 】

これにより、前記測距光 3 9 は、前記基準光軸 O を中心として、偏角を漸次増大させつつ回転されるので、前記交点 6 6 を中心としたスパイラル状の軌跡 6 8 を描く。

【 0 1 1 1 】

尚、前記光学プリズム 4 6 a と前記光学プリズム 4 6 b とを 1 周回転させる毎に、前記測距光 3 9 の偏角を漸次増大させる様にしてもよい。この場合、前記測距光 3 9 の軌跡 6 8 は、前記交点 6 6 を中心にした同心円状の軌跡となる。

【 0 1 1 2 】

前記光学プリズム 4 6 a と前記光学プリズム 4 6 b とを所定回数回転させることで、前記軌跡 6 8 に沿って前記測距光 3 9 が走査 (スキャン) され、前記交点 6 6 の周囲に位置

10

20

30

40

50

する前記平面 6 4 , 6 4 , 6 4 の 3 次元の点群データが取得される。取得された点群データは、前記記憶部 2 7 に格納される。

【 0 1 1 3 】

図 8 は、上記処理により取得された点群データを示している。図 8 中、6 9 は前記軌跡 6 7 上で取得された点群データ（スキャンデータ）を示し、7 1 は前記軌跡 6 8 上で取得された点群データ（スキャンデータ）を示している。

【 0 1 1 4 】

前記演算制御部 2 6 は、前記点群データ 6 9 の 3 次元座標に基づき、前記平面 6 4 , 6 4 の交差部位、即ち構造物の実際の稜線 6 5 （図 9 参照）を抽出する。前記演算制御部 2 6 により抽出された該稜線 6 5 に関する 3 次元座標が演算され、前記記憶部 2 7 に格納される。

10

【 0 1 1 5 】

又、前記演算制御部 2 6 は、前記点群データ 7 1 の 3 次元座標に基づき、前記平面 6 4 , 6 4 , 6 4 の交差部位、即ち構造物の実際の交点 6 6 （図 9 参照）を抽出する。前記演算制御部 2 6 により抽出された該交点 6 6 の 3 次元座標が演算され、前記記憶部 2 7 に格納される。

【 0 1 1 6 】

所望の前記稜線 6 5 と前記交点 6 6 が抽出され、実際の 3 次元座標が求められると、前記演算制御部 2 6 により、抽出された前記稜線 6 5 及び前記交点 6 6 と、前記設計図面データ 6 3 の前記稜線 6 5 及び前記交点 6 6 との位置（3 次元座標）の比較が行われる。

20

【 0 1 1 7 】

図 9 は、前記設計図面データ 6 3 の前記稜線 6 5 及び前記交点 6 6 と、抽出した実際の構造物の前記稜線 6 5 及び前記交点 6 6 とを、前記表示部 3 0 に同時に重ねて表示した状態を示している。

【 0 1 1 8 】

図 9 に示される様に、各工程が前記設計図面データ 6 3 通りに施工されている場合には、前記稜線 6 5 及び前記交点 6 6 と、前記稜線 6 5 及び前記交点 6 6 とが重なって表示される。又、各工程が前記設計図面データ 6 3 通りに施工されていない場合には、前記稜線 6 5 及び前記交点 6 6 と、前記稜線 6 5 及び前記交点 6 6 との位置が一致せず、ずれて表示される。

30

【 0 1 1 9 】

尚、位置がずれている前記稜線 6 5 及び前記交点 6 6 、或は前記稜線 6 5 及び前記交点 6 6 を色付きで色分け表示させてもよい。前記稜線 6 5 及び前記交点 6 6 と前記稜線 6 5 及び前記交点 6 6 とを異なった色で表示することで、作業者は前記設計図面データ 6 3 通りに施工されていない箇所を即座に確認することができる。

【 0 1 2 0 】

作業者は、前記稜線 6 5 及び前記交点 6 6 と前記稜線 6 5 及び前記交点 6 6 との比較結果に基づき、構造物の再施工或は修正を行う。再施工後、再施工を施した箇所について再度点群データを取得して前記稜線 6 5 及び前記交点 6 6 を抽出し、前記稜線 6 5 及び前記交点 6 6 と位置の比較を行う。

40

【 0 1 2 1 】

再施工箇所について、前記稜線 6 5 及び前記交点 6 6 と前記稜線 6 5 及び前記交点 6 6 との位置が一致した場合、或は許容誤差内となった場合には、当該施工工程に於ける施工確認処理を終了し、次工程の施工が行われる。

【 0 1 2 2 】

尚、上記では、前記点群データ 6 9 から抽出した前記稜線 6 5 、前記点群データ 7 1 から抽出した前記交点 6 6 に基づき施工確認処理を行っているが、更に画像を用いてもよい。

【 0 1 2 3 】

50

まず、前記演算制御部 26 は、前記撮像部 22 に構造物内部全域の画像を撮影させる。次に、各画像について、前記画像処理部 29 がマッチング処理を実行し、構造物内部全域の全周画像を作成する。

【0124】

又、前記画像処理部 29 は、作成した全周画像についてエッジ検出処理を実行し、稜線 65 及び交点 66 を抽出する。

【0125】

前記演算制御部 26 は、前記設計図面データ 63 に、画像から抽出した前記稜線 65 及び前記交点 66 に一致する前記稜線 65 及び前記交点 66 があるかどうか、或は対応する前記稜線 65 及び前記交点 66 があるかどうかを比較する。

10

【0126】

図 10 に示される様に、前記表示部 30 に表示された前記設計図面データ 63 には、画像から抽出された前記稜線 65 及び前記交点 66 に対応する前記稜線 65 及び前記交点 66 が存在していない。

【0127】

前記演算制御部 26 は、一致又は対応する前記稜線 65 及び前記交点 66 が存在しないと判断された箇所について、前記稜線 65 に沿って前記点群データ 69 を取得すると共に、前記交点 66 を中心に前記点群データ 71 を取得する。

【0128】

前記演算制御部 26 は、前記点群データ 69, 71 を基に実際の正確な前記稜線 65 及び前記交点 66 を抽出し、前記稜線 65 及び前記交点 66 と位置の比較を行う。前記稜線 65 及び前記交点 66 と位置が異なっているか、或は対応する前記稜線 65 及び前記交点 66 が存在しなかった場合には、該当する箇所について、再施工或は修正を行う。

20

【0129】

尚、上記では、前記稜線 65 及び前記交点 66 とは位置の異なる前記稜線 65 及び前記交点 66 について抽出しているが、画像を用いた施工確認処理により、前記設計図面データ 63 には存在しない孔や段差等も検出可能であることは言う迄もない。

【0130】

又、画像処理により抽出された前記稜線 65、前記交点 66 と、前記点群データ 69、前記点群データ 71 から抽出された前記稜線 65、前記交点 66 とに基づき、画像と前記点群データ 69, 71 とをマッチングさせることができる。又、前記稜線 65 に沿って取得された前記点群データ 69 と、前記交点 66 を中心に取得された前記点群データ 71 とに基づき、前記設計図面データ 63 と画像とのマッチングを行うこともできる。

30

【0131】

上述の様に、本実施例では、構造物の建設時に行われる、各施工工程時の施工確認処理に於いて、前記設計図面データ 63 に於ける前記稜線 65 の周囲の前記点群データ 69、前記交点 66 の周囲の前記点群データ 71 を取得し、前記点群データ 69, 71 を基に前記稜線 65 及び前記交点 66 を抽出し、前記稜線 65 及び前記交点 66 に基づき各工程が前記設計図面データ 63 通りに施工されているかどうかを確認している。

40

【0132】

従って、必要な箇所のみ点群データを取得すればよく、構造物内部の全域に亘って、全周 360°分の点群データを取得する必要がないので、点群データの取得時間を大幅に短縮することができる。

【0133】

又、取得される点群データのデータ数が低減されるので、前記稜線 65 や前記交点 66 を抽出する為の演算に用いられるデータ数を低減することができ、前記稜線 65 や前記交点 66 の抽出時間を短縮できると共に、演算量を低減することができる。

【0134】

又、施工確認処理を行なう際には、前記設計図面データ 63 に基づき、前記スキャナ本

50

体 3 が自動で前記稜線 6 5 や前記交点 6 6 へと向けられるので、作業者が手動で前記スキャナ本体 3 を前記稜線 6 5 や前記交点 6 6 へと向ける必要がなく、作業労力の低減を図ることができる。

【 0 1 3 5 】

而して、各工程の施工後に行われる施工確認処理に要する時間を短縮でき、構造物を建設する際の作業性を向上させることができる。

【 0 1 3 6 】

又、本実施例では、前記撮像部 2 2 で撮影された画像に基づき、前記稜線 6 5 及び前記交点 6 6 を抽出し、前記稜線 6 5 及び前記交点 6 6 と一致又は対応する前記稜線 6 5 及び前記交点 6 6 があるかどうかを比較している。

10

【 0 1 3 7 】

従って、構造物に余計に設けられた段差や、前記平面 6 4 に余計に形成された孔等、前記稜線 6 5 や前記交点 6 6 の周囲の点群データのみでは検出できなかった部位を検出することができるので、施工確認処理の精度を向上させることができる。

【 0 1 3 8 】

尚、本実施例では、仮想の前記稜線 6 5 に沿って前記点群データ 6 9 を取得し、実際の前記稜線 6 5 を取得している。一方で、該稜線 6 5 が直線である場合には、前記稜線 6 5 の両端の交点 6 6 , 6 6 を中心とした点群データ 7 1 , 7 1 を取得し、該点群データ 7 1 , 7 1 に基づき、交点 6 6 , 6 6 を抽出し、該交点 6 6 , 6 6 間を結んだ線を前記稜線 6 5 としてもよい。

20

【 0 1 3 9 】

上記の様な処理とすることで、取得する点群データの数を更に低減できるので、点群データの取得時間を更に短縮することができ、作業性をより向上させることができる。

【 0 1 4 0 】

又、本実施例では、前記設計図面データ 6 3 や稜線 6 5 , 6 5 , 6 5 、交点 6 6 , 6 6 , 6 6 等を前記表示部 3 0 に表示させているが、前記通信部 4 0 を介してデータを送信し、前記外部端末装置 4 7 の前記端末表示部 4 8 に表示させてもよい。

【 0 1 4 1 】

更に、前記端末表示部 4 8 からの指示に基づき、前記通信部 4 0 を介して受信した稜線 6 5 , 6 5 , 6 5 、交点 6 6 , 6 6 , 6 6 等と、前記端末記憶部 5 0 に格納された前記設計図面データ 6 3 とを前記端末表示部 4 8 に同時に表示させてもよいのは言う迄もない。

30

【 符号の説明 】

【 0 1 4 2 】

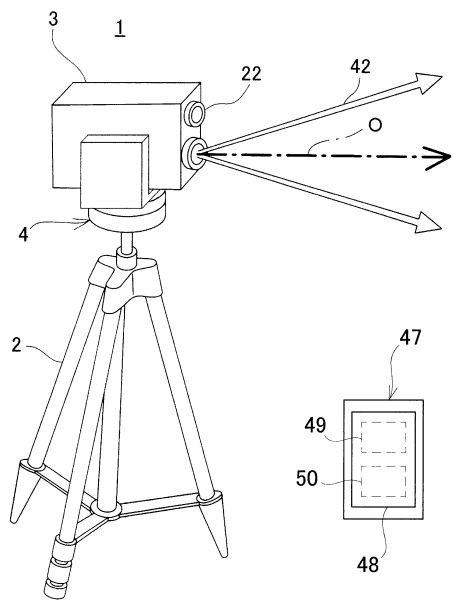
- 1 レーザスキャナ
- 3 スキャナ本体
- 4 設置台ユニット
- 8 左右角検出器
- 1 2 左右モータ
- 1 7 上下モータ
- 1 8 測距光射出部
- 1 9 受光部
- 2 1 測距演算部
- 2 2 撮像部
- 2 3 射出方向検出部
- 2 5 姿勢検出部
- 2 6 演算制御部
- 2 7 記憶部
- 2 9 画像処理部
- 3 0 表示部

40

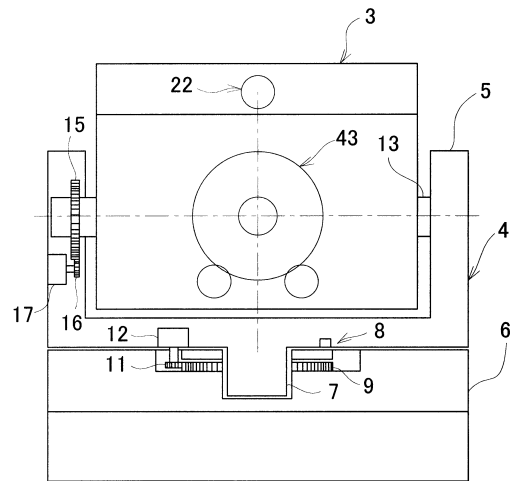
50

- 3 4 発光素子
- 3 9 測距光
- 4 0 通信部
- 4 1 反射測距光
- 4 3 光軸偏向部
- 4 5 受光素子
- 4 6 a , 4 6 b 光学プリズム
- 4 7 外部端末装置
- 4 8 端末表示部
- 4 9 端末制御部
- 5 0 端末記憶部
- 5 2 a , 5 2 b モータ
- 6 3 設計図面データ
- 6 5 稜線
- 6 6 交点

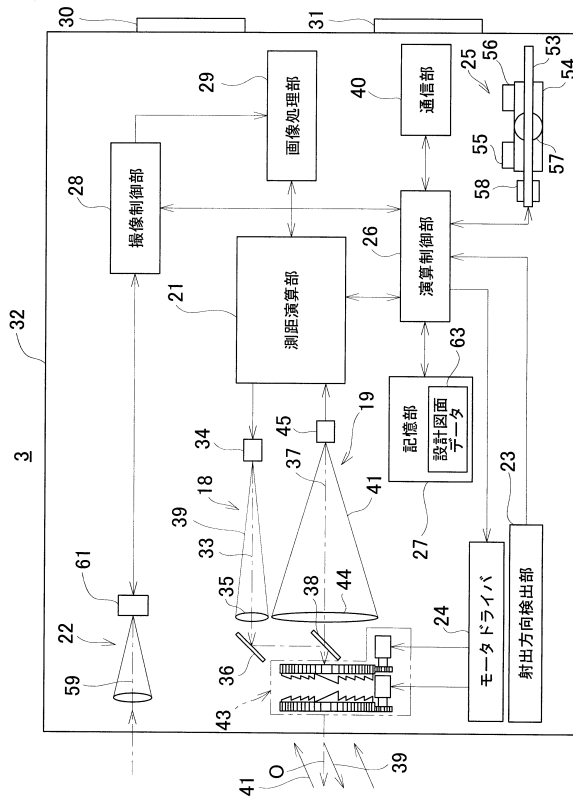
【図 1】



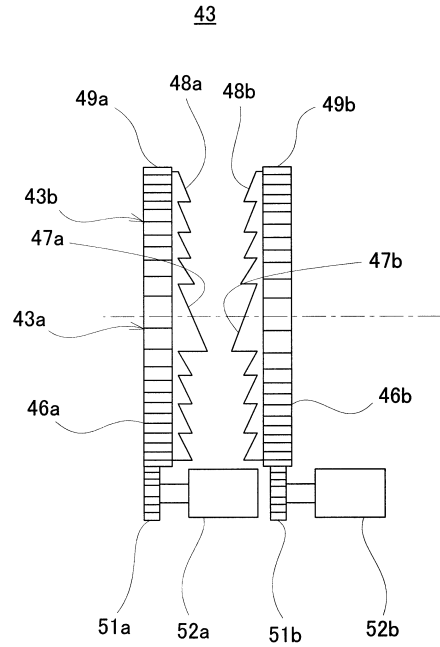
【図 2】



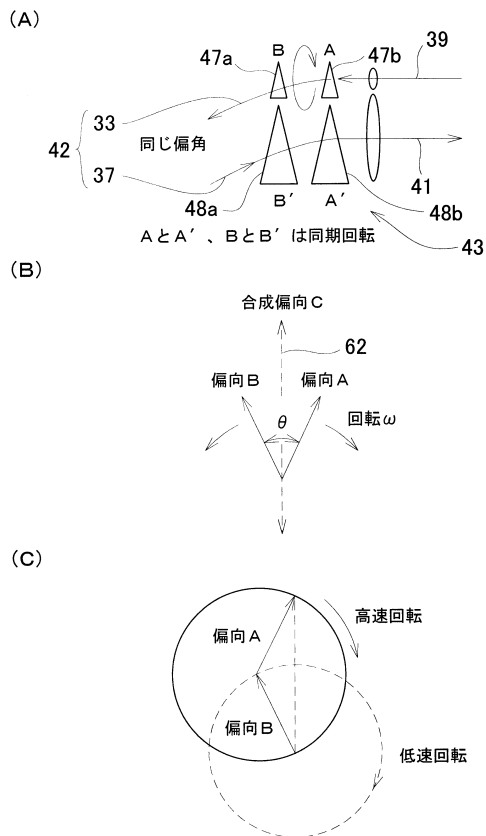
【図3】



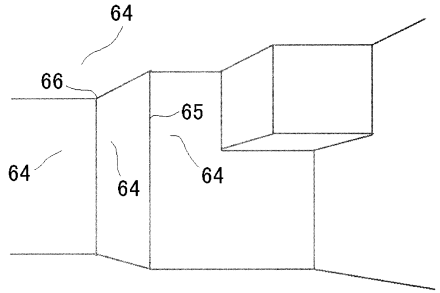
【図4】



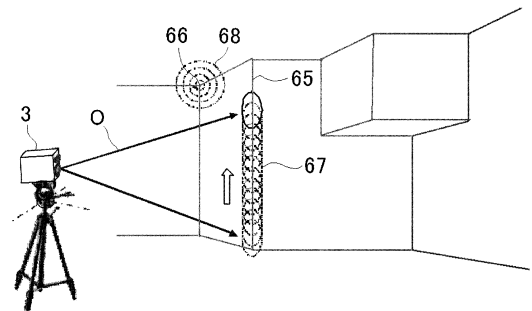
【図5】



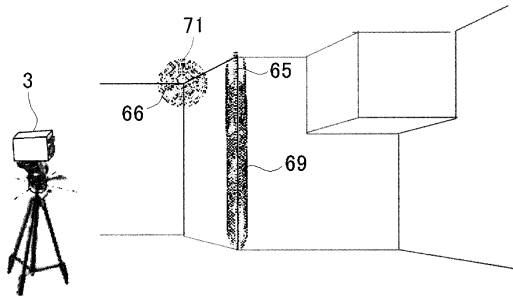
【図6】



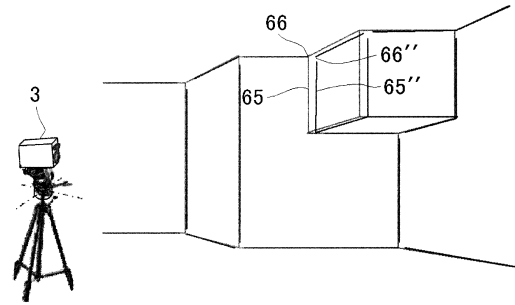
【図7】



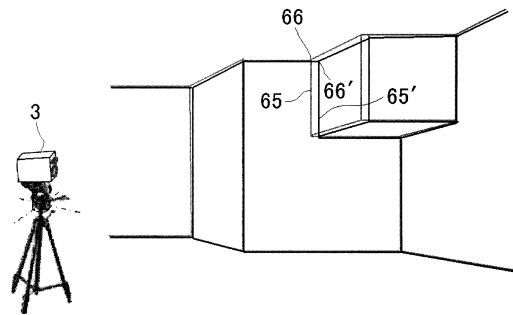
【 図 8 】



【 図 10 】



【 図 9 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2017-058142(JP,A)
特開2016-151422(JP,A)
特開2015-190967(JP,A)
特開2014-115277(JP,A)
特開2005-351745(JP,A)
特開2010-071946(JP,A)
米国特許出願公開第2015/0029489(US,A1)
特開2015-184078(JP,A)
特開2015-155911(JP,A)
特開2014-190962(JP,A)
特開2009-204449(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01C 15/00
G01C 3/06
G01S 7/481