

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6749191号
(P6749191)

(45) 発行日 令和2年9月2日 (2020.9.2)

(24) 登録日 令和2年8月13日 (2020.8.13)

(51) Int.Cl.

F I

GO 1 C 15/00 (2006.01)

GO 1 C 15/00 1 O 3 A

GO 1 C 3/06 (2006.01)

GO 1 C 3/06 1 4 O

GO 1 S 17/89 (2020.01)

GO 1 S 17/89

請求項の数 5 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2016-183592 (P2016-183592)	(73) 特許権者	000220343
(22) 出願日	平成28年9月21日 (2016.9.21)		株式会社トプコン
(65) 公開番号	特開2018-48867 (P2018-48867A)		東京都板橋区蓮沼町75番1号
(43) 公開日	平成30年3月29日 (2018.3.29)	(74) 代理人	100087826
審査請求日	令和1年6月6日 (2019.6.6)		弁理士 八木 秀人
		(74) 代理人	100168088
			弁理士 太田 悠
		(74) 代理人	100187182
			弁理士 川野 由希
		(72) 発明者	西田 信幸
			東京都板橋区蓮沼町75-1 株式会社
			トプコン内
		(72) 発明者	高橋 清泰
			東京都板橋区蓮沼町75-1 株式会社
			トプコン内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スキャナ装置および測量装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

所定時間毎に測距光をパルス発光しターゲットに反射した測距光を受光して測距する測距部と、少なくとも一軸回転軸周りに前記測距光を走査するための回動部と、前記回動部の回転角度を検出する角度検出部と、を備えるスキャナ装置であって、

前記スキャナ装置は、
前記測距光を走査し、前記測距光のパルス発光と発光の間は、前記ターゲットを検出するために連続的に点灯させたターゲット検出光を送光し、受光した前記ターゲット検出光の受光光量から前記ターゲットの概略位置を検出し、
前記概略位置に対して再度前記測距光を走査して、前記ターゲットを測定することを特徴とするスキャナ装置。

10

【請求項2】

所定時間毎に測距光をパルス発光しターゲットに反射した測距光を受光して測距する測距部と、少なくとも一軸回転軸周りに前記測距光を走査するための回動部と、前記回動部の回転角度を検出する角度検出部と、を備えるスキャナ装置であって、

前記スキャナ装置は、
前記ターゲットを検出するために連続的に点灯させたターゲット検出光を継続的に送光し、前記測距光のパルス発光時は、前記測距光は前記ターゲット検出光に重畳されて送光され、受光した前記ターゲット検出光の受光光量から前記ターゲットの概略位置を検出し

20

前記概略位置に対して再度前記測距光を走査して、前記ターゲットを測定することを特徴とするスキャナ装置。

【請求項 3】

前記スキャナ装置は、前記ターゲット検出光の受光光量が予め設定された閾値を超える部分の平均角度を求め、該平均角度の位置がターゲット中心であるとして、ターゲットの概略位置を検出することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のスキャナ装置。

【請求項 4】

前記ターゲット検出光を変調し、変調光のみを受光するように構成したことを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載のスキャナ装置。

10

【請求項 5】

請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載のスキャナ装置と、

自動視準機能を備え、前記測距光とは別の T S 測距光を送光し前記ターゲットに反射した T S 測距光を受光して、送光から受光までに光波が発振した回数に基づいて前記ターゲットまでの距離を測定し、筐体と望遠鏡の回転角から前記ターゲットの角度を測定する測量機と、を備え、

前記スキャナの前記測距光と前記ターゲット検出光で前記ターゲットの概略位置を検出し、

20

前記概略位置に対して前記測量機の前記 T S 測距光で測距および測角し前記ターゲットを測定することを特徴とする測量装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、測定対象物の三次元形状を測定するのに用いられるスキャナ装置および該スキャナ装置を搭載した測量装置に関する。

【背景技術】

30

【0002】

近年、測定対象物の三次元形状を測定するために、広範囲に複数設置されたターゲットの位置を検出できるスキャナ装置が利用されている。スキャナ装置は、送光部から測距光としてパルスレーザを送光し、これを回動ミラーによって測定対象物を含む所定の測定エリアに走査し、パルス毎の反射光を受光部で受光して距離測定を行うとともに、測距時のパルスレーザの方向から水平角、鉛直角を測定して、三次元点群データを取得する（例えば特許文献 1）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

40

【特許文献 1】特開 2008-82782 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

図 8 は、従来のスキャナ装置の送光部の出力波形図である。図 8 に示すように、従来のスキャナ装置では、測距光が所定時間毎にパルス状（MP1，MP2）に発せられるため、一定間隔のスポット光の照射点が測距・測角される。しかし、スキャナ装置からの距離が遠くなると、測距光（スポット光）がターゲットを跨ぎ、ターゲットが大きくなければターゲットを検出できない場合があった。

【0005】

50

本発明は、従来技術の問題に鑑みて、ターゲットとスキャナ装置との距離が遠くても、ターゲットを確実に検出することのできるスキャナ装置および該スキャナ装置を搭載した測量装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するために、本発明のある態様のスキャナ装置は、所定時間毎に測距光を送光しターゲットに反射した測距光を受光して測距する測距部と、少なくとも一軸回転軸周りに前記測距光を走査するための回動部と、前記回動部の回転角度を検出する角度検出部と、を備えるスキャナ装置であって、前記スキャナ装置は、前記測距が実行される間は、前記ターゲットを検出するためのターゲット検出光を送光し、受光した前記ターゲット検出光の受光光量から前記ターゲットを検出することを特徴とする。

10

【0007】

本発明の別の態様のスキャナ装置は、所定時間毎に測距光を送光しターゲットに反射した測距光を受光して測距する測距部と、少なくとも一軸回転軸周りに前記測距光を走査するための回動部と、前記回動部の回転角度を検出する角度検出部と、を備えるスキャナ装置であって、前記スキャナ装置は、前記ターゲットを検出するためのターゲット検出光を継続的に送光し、前記測距が実行される時間には、前記測距光は前記ターゲット検出光に重畳されて送光され、受光した前記ターゲット検出光の受光光量から前記ターゲットを検出することを特徴とする。

【0008】

20

上記態様において、前記スキャナ装置は、前記ターゲット検出光の受光光量が予め設定された閾値を超える部分の平均角度を求め、該平均角度の位置がターゲット中心であるとして、ターゲットの概略位置を検出するの好ましい。

【0009】

上記態様において、前記ターゲット検出光を変調し、変調光のみを受光するように構成するの好ましい。

【0010】

また、上記態様のいずれかに記載のスキャナ装置と、自動視準機能を備え、前記測距光とは別のTS測距光を送光しターゲットに反射したTS測距光を受光して、送光から受光までに光波が発振した回数に基づいて前記ターゲットまでの距離を測定し、筐体と望遠鏡の回転角から前記ターゲットの角度を測定する測量機と、を備え、前記スキャナで前記ターゲット検出光の受光光量から検出された一以上のターゲットの概略位置を前記測量機で測距および測角する測量装置も好ましい。

30

【発明の効果】

【0011】

本発明のスキャナ装置および測量装置によれば、ターゲットとスキャナ装置との距離が遠くても、ターゲットを確実に検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】第1の実施の形態に係るスキャナ装置の外観斜視図である。

40

【図2】第1の実施の形態に係るスキャナ装置の構成ブロック図である。

【図3】第1の実施の形態に係るスキャナ装置の送光部および受光部の出力波形図である。

【図4】第1の実施の形態に係るスキャナ装置を用いた測量方法のフローチャートである。

【図5】第2の実施の形態に係る測量装置の外観斜視図である。

【図6】第2の実施の形態に係る測量装置の構成ブロック図である。

【図7】変形例に係るスキャナ装置の送光部および受光部の出力波形図である。

【図8】従来のスキャナ装置の送光部の出力波形図である。

【発明を実施するための形態】

50

【0013】

次に、本発明の好適な実施の形態について、図面を参照して説明する。

【0014】

図1は第1の実施の形態に係るスキャナ装置の外観斜視図である。図1における符号1が、本形態に係るスキャナ装置である。

【0015】

スキャナ装置1は、三次元レーザスキャナであり、三脚を用いて既知の点に据え付けられている。スキャナ装置1は、下方から、整準部1aと、整準部1aの上に設けられ水平方向回転軸H1-H1周りに回転する本体部1bと、本体部1bの上部に設けられた回転照射部1cと、を有する。

10

【0016】

図2は第1の実施の形態に係るスキャナ装置1の構成ブロック図である。スキャナ装置1は、水平角検出部11、鉛直角検出部12、水平回転駆動部13、鉛直回転駆動部14、回動ミラー15、演算制御部16、記憶部17、表示部18、操作部19、送光部20、受光部21、撮像部22を有する。

【0017】

本体部1bには、水平回転駆動部13、水平角検出器12、演算制御部16、記憶部17、表示部18、操作部19、送光部20、受光部21、撮像部22が設けられている。回転照射部1cには、回動ミラー15、鉛直回転駆動部14、鉛直角検出部12が設けられている。

20

【0018】

回動ミラー33は、鉛直回転駆動部32に駆動されて、鉛直方向回転軸V1-V1（図1）周りに、一定角速度で高速回転する。また、回動ミラー33は、図示しない鏡筒を介して、水平方向回転軸H1-H1（図1）上に配置されており、本体部1bと一体に水平回転する。

【0019】

水平回転駆動部13と鉛直回転駆動部14はモータであり、演算制御部16に制御されて、それぞれ水平方向回転軸H1-H1と鉛直方向回転軸V1-V1を駆動する。

【0020】

水平角検出部11と鉛直角検出部12はロータリエンコーダである。水平角検出部11は、本体部1bの水平回転角を検出する。鉛直角検出部12は、回動ミラー33の鉛直回転角を検出する。

30

【0021】

表示部18と操作部19は、スキャン装置1のインターフェースであり、測定作業の指令・設定や作業状況および測定結果の確認などが行える。

【0022】

送光部20は、図示しない、発光素子と、可視光を透過し赤外光を反射するビームスプリッタを有する。発光素子は、赤外パルスレーザを発するレーザダイオードである。ビームスプリッタは、発光素子の光軸上に配置され、測距光軸と撮像光軸を分割する。

【0023】

受光部21は、例えばフォトダイオードなどの受光素子である。送光部20からターゲットに送光され、ターゲット反射した上記パルスレーザは、回動ミラー15、上記ビームスプリッタを介して、受光部21に受光される。

40

【0024】

撮像部22は、多数の画素が平面状に配列されたイメージセンサであり、送光部20から光路分割した光軸を原点としてX-Y座標を想定し、測定対象物の画像データを取得する。

【0025】

演算制御部16は、例えばCPU、ROM、RAM等を集積回路に実装したマイクロコントローラである。演算制御部16は、操作部19から、探索範囲の指定やスキャン開始

50

の指示を受ける。また、送光部 20 の発光を制御し、鉛直回転駆動部 12 を制御して回転ミラー 33 を回転するとともに、水平回転駆動部 13 を駆動して、パルスレーザを鉛直方向および水平方向に走査する。送光部 20 の発光制御については後述する。また、受光部 21 の出力信号から、測距光が往復する時間を計測することで、照射点までの距離を求める。また、水平角検出部 11 と鉛直角検出部 12 の値から各照射点の角度を測定する。そして、各照射点の距離、水平角、及び鉛直角から、点群データを得る。また、撮像部 22 が得た画像データを画像処理し、点群データに合成する。

【0026】

記憶部 17 は、例えばハードディスクドライブであり、上記演算制御のためのプログラムが格納されており、取得した点群データおよび画像データが記憶される。なお、送光部 20、受光部 21、演算制御部 16 が「測距部」、回転ミラー 15 が「回転部」、水平角検出部 11、鉛直角検出部 12、演算制御部 16 が「角度検出部」である。

10

【0027】

ここで、演算制御部 16 は、送光部 20 の発光制御を以下のように行う。

【0028】

図 3 はスキャナ装置 1 の送光部 20 および受光部 21 の出力波形図である。図 3 に示すように、演算制御部 16 は、発光素子の電流値制御により点灯時間幅一定の測距パルス MP1、MP2、・・・(測距光 6) を生成する。よって、測距光 6 は、一定間隔のスポット光として照射される。図 1 の符号 6_1 、 6_2 、 6_3 、 $6_4 \sim 6_n$ は、上記測距光 6 の照射点を示している。

20

【0029】

測距パルス MP1、MP2 は、それぞれターゲット反射して、受光部 21 に入射する。受光パルス RP1 は測距パルス MP1 から Δt_1 遅れ、受光パルス RP2 は測距パルス MP2 から Δt_2 遅れる。この時間差に基づき、各照射点 6_1 、 6_2 の距離が測定される。

【0030】

そして、演算制御部 16 は、測距光 6 により測距が実行される間(測距パルス MP1 の発光後から測距パルス MP2 の発光前の間)は、発光素子を連続的に点灯させ、ターゲット検出光 7 を生成する。図 1 の符号 8 は、ターゲット検出光 7 の照射ラインを示している。符号 9-n は、広範囲に複数設置されているターゲットのうちの 1 つを示している。送光部 20 から送光されたターゲット検出光 7 は、ターゲット 9-n に入射した場合反射され、ターゲット反射光 10 となって受光部 21 で受光される。演算制御部 16 は、予め設定された受光光量閾値 Th_1 を基準に、ターゲット反射光 9 が閾値 Th_1 を超えるか否かを判定し、閾値 Th_1 超となる部分の平均角度 θ (平均位置) を求める。そして、平均角度 θ の位置がターゲット中心であると仮定して、仮定したターゲット中心の水平角、鉛直角をターゲットの概略位置として検出する。閾値 Th_1 は、ターゲット検出の誤認を防ぐために、例えばある有効飛距離に対し、その飛距離で得られると予想される光量を基に設定する。

30

【0031】

次に、スキャナ装置 1 の基本動作について説明する。図 4 はスキャナ装置 1 を用いた測量方法のフローチャートである。

40

【0032】

測定を開始すると、ステップ S1 に移行して、操作部 19 から、スキャナ装置 1 の探索範囲が指定される。

【0033】

次に、ステップ S2 に移行して、操作部 19 からスキャン開始が指示される。

【0034】

次に、ステップ S3 に移行して、スキャナ装置 1 は、ステップ S1 の探索範囲に測距光 6 とターゲット検出光 7 を走査する。この走査は、測距光 6 の発光、測距光 6 の受光、ターゲット検出光 7 の発光、ターゲット検出光 7 の受光を繰り返すとともに、回転ミラー 15 で鉛直方向を走査した後、本体部 1b が水平回転することを繰り返すことにより行われ

50

る。

【0035】

次に、ステップS4に移行して、演算制御部16は、ステップS1の探索範囲に対し探索が終了したかを判定する。終了していない場合はステップS3に戻る。

【0036】

ステップS4が終了した場合は、ステップS5に移行して、演算制御部16は、ターゲット検出光7の受光光量が閾値 T_{h1} を超える部分の平均角度 θ を求め、一以上のターゲット9-nの概略位置を検出する。

【0037】

次に、ステップS6に移行して、演算制御部16は、ステップS5で検出した概略位置に対し、スキャン密度を上げてターゲットスキャンを行い、各ターゲット9-nの水平角、鉛直角、距離を測定する。

【0038】

次に、ステップS7に移行して、ターゲット概略位置の全てを測定したか判定する。測定し終えてなければ、ステップS6へ戻る。全て測定し終えていれば、ステップS8に移行して、測定を終了する。

【0039】

即ち、スキャナ装置1を用いれば、点群データ測定のためのスキャナの発光（測距光6）と並行して、ターゲットを検出するための発光（ターゲット検出光7）を行うことから、ターゲットとスキャナ装置1との距離が遠くても、ターゲット検出光7が、ターゲットを跨ぐことなく確実にターゲットを検出する。また、ターゲット検出光7の光源、光学系は、測距光6の光源、光学系と共用されているから、新たなデバイスを搭載することなく安価に実現することができる。また、ターゲットにプリズムや反射シートなど、再帰反射性の高いものを使用すれば、ターゲット検出光7の発光光量は抑えることができる。

【0040】

次に、図5は第2の実施の形態に係る測量装置の外観斜視図である。図5における符号100が、本形態に係る測量装置である。第2の実施形態では、第1の実施形態のスキャナ装置1を、測量機2に搭載している。以下、第1の実施形態と同一の要素については同一の符号を付して、記載を省略する。

【0041】

測量機2は、いわゆるモータドライブトータルステーションであり、本形態では測量機2が三脚を用いて既知の点に据え付けられている。測量機2は、下方から、整準部と、整準部の上に設けられた基盤部と、該基盤部上を水平方向回転軸H2-H2周りに回転する筐体2bと、筐体2bの中央で鉛直方向回転軸V2-V2周りに回転する望遠鏡2aと、を有する。

【0042】

図6は第2の実施の形態に係る測量装置の構成ブロック図である。測量装置100は、水平角検出部110と、鉛直角検出器120と、水平回転駆動部130と、鉛直回転駆動部140と、表示部150と、操作部160と、演算制御部170と、追尾部180と、測距部190と、記憶部200と、スキャナ装置1とを備える。

【0043】

水平回転駆動部130と鉛直回転駆動部140はモータであり、演算制御部170に制御されて、それぞれ水平方向回転軸H2-H2と鉛直方向回転軸V2-V2を駆動する。測量機2では、筐体2bの水平回転と望遠鏡2aの鉛直回転の協働により、望遠鏡2aから測距光（または追尾光）が出射される。

【0044】

水平角検出部110と鉛直角検出部120は、ロータリエンコーダである。水平角検出部110は水平方向回転軸H2-H2に対して設けられ筐体2bの水平方向の回転角を検出する。鉛直角検出部120は鉛直方向回転軸V2-V2に対して設けられ望遠鏡2aの鉛直方向の回転角を検出する。

【0045】

表示部150と操作部160は、測量装置100のインターフェースであり、測定作業の指令・設定や作業状況および測定結果の確認などが行える。

【0046】

測距部190は、スキャナ装置1とは波長の異なるTS測距光6'として赤外パルスレーザ光をターゲット9-nに送光する。そして、ターゲット9-nからの反射光を例えばフォトダイオード等の受光部で受光し、測距信号に変換する。

【0047】

追尾部180は、追尾光としてTS測距光6'とは異なる波長の赤外レーザ光を送光する。そして、イメージセンサ等の受光部で追尾光を含む風景画像と追尾光を除いた風景画像を取得する。演算制御部170では、両画像の差分からターゲット9-nの位置を検出し、常に望遠鏡2aがターゲット9-nの方向を向くように自動で追尾する。

10

【0048】

演算制御部170は、マイクロコントローラであり、回転駆動部130,140を制御し、追尾部180による自動追尾を行い、測距信号の出力を対比処理することで自動視準を行う。また、送光から受光までに光波が発振した回数に基づいて、ターゲット9-nの距離を測定し、水平角検出部110と鉛直角検出器12の値から、ターゲット9-nの角度を測定して、各ターゲットのX座標、Y座標、Z座標を測定する。記憶部20は、例えばハードディスクドライブであり、上記演算制御のためのプログラムが格納されており、取得した測定データが記憶される。

20

【0049】

スキャナ装置1は、測量機2の望遠鏡2aの上部に固定される。この他に、望遠鏡2aの下部または側部、或いは表示部15の下に配置されてもよい。本形態では、スキャナ装置1の水平回転は測量機2が担う。このため、本形態のスキャナ装置1には、整準部1a, 本体部1b, 水平角検出部11, 水平回転駆動部13は設けられておらず、回動ミラー33は、水平方向回転軸H2-H2上に配置されている。また、スキャナ装置1の演算制御部16は測量機2の演算制御部170と電氣的に接続されており、測量機2の表示部150と操作部160が使用される。このため、本形態のスキャナ装置1には、表示部18と操作部19は設けられていない。

30

【0050】

次に、測量装置100の基本動作について、図4を引用して説明する。

【0051】

測定を開始すると、ステップS1と同様に、測量機2の操作部160から、スキャナ装置1の探索範囲が指定される。

【0052】

次に、ステップS2と同様に、測量機2の操作部160からスキャン開始が指示される。

【0053】

次に、ステップS3と同様に、スキャナ装置1は、ステップS1の探索範囲に測距光6とターゲット検出光7を走査する。この走査は、測距光6の発光、測距光6の受光、ターゲット検出光7の発光、ターゲット検出光7の受光を繰り返すとともに、回動ミラー15で鉛直方向を走査した後、測量機2の筐体2bが水平回転することを繰り返すことにより行われる。

40

【0054】

次に、ステップS4と同様に、スキャナの演算制御部16は、ステップS1の探索範囲に対し探索が終了したかを判定する。終了していない場合はステップS3に戻る。

【0055】

ステップS4が終了した場合は、ステップS5と同様に、スキャナの演算制御部16は、ターゲット検出光7の受光光量が閾値Th1を超える部分の平均角度 θ を求め、一以上のターゲット9-nの概略位置を検出する。

50

【0056】

次に、ステップS6において、スキャナの演算制御部16は、ステップS5で検出した概略位置を測量機の演算制御部170に送信する。測量機の演算制御部170は、この情報を基に測量機2の望遠鏡2aを上記概略位置に向け、ターゲット9-nを自動視準し、TS測距光6'を用いて、ターゲット9-nの水平角、鉛直角、距離を測定する。

【0057】

次に、ステップS7において、測量機の演算制御部170は、ターゲット概略位置の全てを測定したか判定する。測定し終えてなければ、ステップS6へ戻る。全て測定し終われば、ステップS8に移行して、測定を終了する。

【0058】

即ち、測量装置100を用いれば、スキャナ装置1による点群データ測定と並行して、ターゲット検出光7がターゲットを検出するため、ターゲットと測量装置100との距離が遠くても、ターゲット検出光7が、ターゲットを跨ぐことなく確実にターゲットを検出する。また、スキャナ装置1による高速回転でターゲット探索を行うことができ、スキャナ装置1が抽出したターゲット概略位置を測量機2によって自動で順次視準し測定することができるため、第1の実施形態による測定よりも、短時間で測定を終えることができる。

【0059】

上記実施の形態の好適な変形例を挙げる。

【0060】

図7は変形例に係るスキャナ装置1の送光部20および受光部21の出力波形図である。この変形例では、図7に示すように、演算制御部16は、ターゲット検出光7を常時点灯し、送光するようにする。そして、測距光6により測距が実行される時間（測距パルスMP1の発光時と測距パルスMP2の発光時）は、測距光6はターゲット検出光7に重畳されて送光される。ターゲットの概略位置は、上記と同様に、ターゲット反射光10の受光光量が閾値Th1超となる部分の平均角度θを求めることで検出する。測距信号に対しては、測距用の別の閾値Th2を設定し、受光パルスRP1、RP2のうち閾値Th2を超えた光量で距離解析を行う。

【0061】

別の変形例を挙げる。ターゲット検出光7を、送光部20において所定の変調周波数となるように変調し、受光部21は測距信号から変調周波のみを検出するようにしてもよい。これにより、ノイズが減り、ターゲット検出の誤認をより低減することができる。

【0062】

また別の変形例を挙げる。測量装置100においては、スキャナの演算制御部16を測量機の演算制御部170に統合して、全て測量機の演算制御部170で制御が行えるように構成してもよい。

【0063】

以上、本発明の好ましい測量装置について、実施の形態および変形例を述べたが、各形態および各変形を当業者の知識に基づいて組み合わせることが可能であり、そのような形態も本発明の範囲に含まれる。

【符号の説明】

【0064】

- 1 スキャナ装置
- 2 測量機
- 6 測距光
- 6₁～6_n 測距光の照射点
- 7 ターゲット検出光
- 8 ターゲット検出光の照射ライン
- 9-n ターゲット
- 11 水平角検出部（角度検出部）

10

20

30

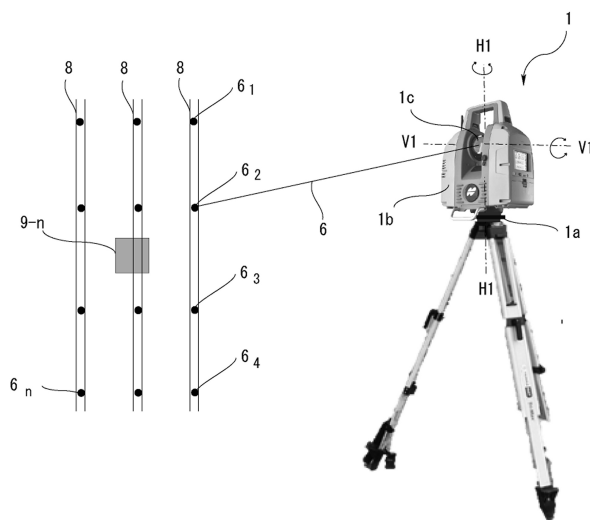
40

50

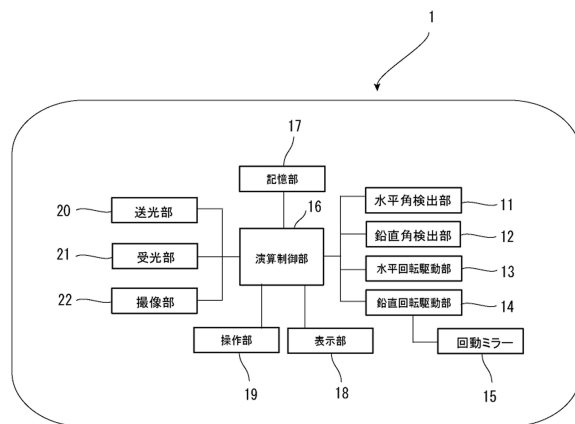
- 1 2 鉛直角検出部（角度検出部）
 1 5 回動ミラー（回動部）
 1 6 演算制御部（測距部）
 2 0 送光部（測距部）
 2 1 受光部（測距部）
 H 1 - H 1 スキャナの水平方向回転軸
 V 1 - V 1 スキャナの鉛直方向回転軸
 T h 1 閾値
 1 0 0 測量装置
 H 2 - H 2 測量機の水平方向回転軸
 V 2 - V 2 測量機の鉛直方向回転軸

10

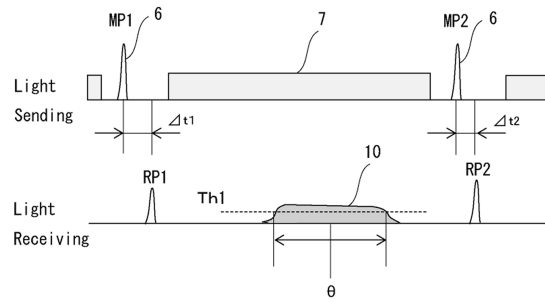
【図 1】



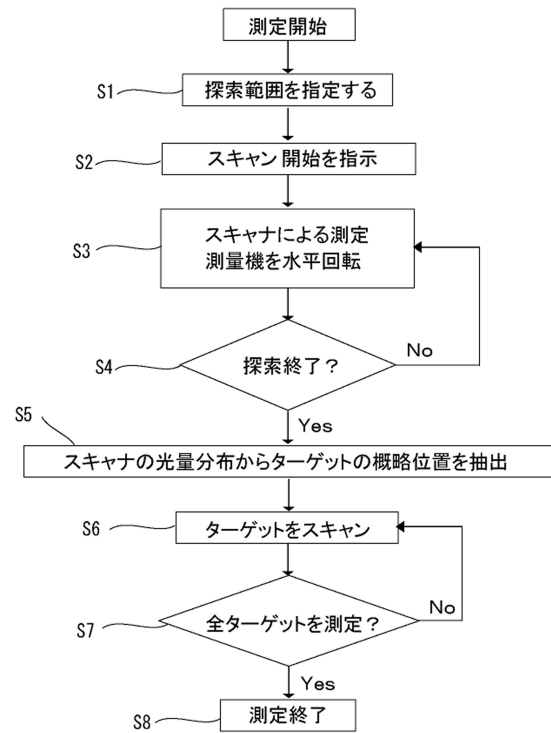
【図 2】



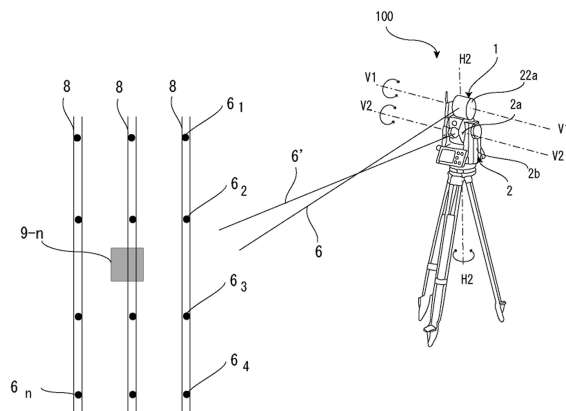
【図 3】



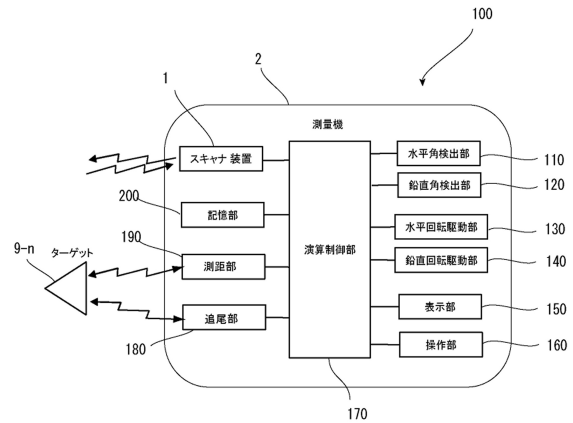
【図 4】



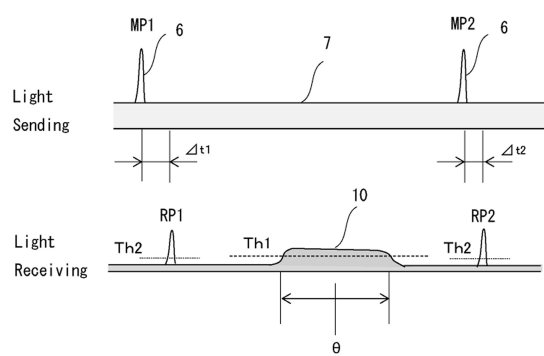
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 吉野 健一郎
東京都板橋区蓮沼町75-1 株式会社トプコン内

審査官 眞岩 久恵

(56)参考文献 特開2006-226881 (JP, A)
特開平01-254806 (JP, A)
特開平09-004364 (JP, A)
特開2013-190272 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01C 1/00-1/14
G01C 5/00-15/14
G01S 17/89