

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6713847号
(P6713847)

(45) 発行日 令和2年6月24日(2020.6.24)

(24) 登録日 令和2年6月8日(2020.6.8)

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

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2016-117721 (P2016-117721)	(73) 特許権者	000220343
(22) 出願日	平成28年6月14日 (2016.6.14)		株式会社トプコン
(65) 公開番号	特開2017-223489 (P2017-223489A)		東京都板橋区蓮沼町75番1号
(43) 公開日	平成29年12月21日 (2017.12.21)	(74) 代理人	100087826
審査請求日	平成31年3月7日 (2019.3.7)		弁理士 八木 秀人
		(74) 代理人	100168088
			弁理士 太田 悠
		(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	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	續山 浩二

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】

追尾光を出射しターゲットで反射した前記追尾光を受光して前記ターゲットを追尾する追尾部を有する測量機と、

前記測量機と一体に水平回転し、一軸回りに鉛直方向に走査するスキャナと、を備え、
前記測量機は測距光を出射し前記ターゲットで反射した前記測距光を受光して前記ターゲットまでの測距および測角を行う測定部をさらに備え、前記スキャナの光軸は、前記測量機の水平回転軸上にあり、前記追尾部は追尾送光部と追尾受光部を備え、前記追尾光の反射光の像が常に前記追尾受光部の画像上の所定位置にくるように追尾し、前記スキャナの反射光の像は前記追尾受光部の画像上で前記所定位置から少なくとも水平方向にオフセットされた位置で検出すること特徴とする測量システム。

10

【請求項2】

追尾光を出射しターゲットで反射した前記追尾光を受光して前記ターゲットを追尾する追尾部を有する測量機と、

前記測量機と一体に水平回転し、一軸回りに鉛直方向に走査するスキャナと、を備え、
前記スキャナの光軸は、前記測量機の水平回転軸上にあり、前記追尾光の光軸から水平方向に固定角 だけオフセットされたこと特徴とする測量システム。

【請求項3】

20

追尾光を出射しターゲットで反射した前記追尾光を受光して前記ターゲットを追尾する追尾部を有する測量機と、

前記測量機と一体に水平回転し、一軸回りに鉛直方向に走査するスキャナと、を備え、前記スキャナの光軸は、前記測量機の水平回転軸上になく、前記追尾部の光軸に対して水平方向に距離 d だけオフセットされ、

前記追尾部による追尾と前記スキャナによる走査を同時に行って、前記ターゲットの動きに合わせて、前記ターゲットをスキャンすることなくスキャンラインを自動制御すること特徴とする測量システム。

【請求項 4】

10

前記測量システムは測定した前記ターゲットの高度角付近の点群データ以外は取得しないこと特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の測量システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、測量現場の三次元データを取得する測量システムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、立体物の三次元測量が頻繁に行われており、立体物の三次元データ付き画像への需要が増えている。そのため、測量現場では、レーザスキャナを使用して、パルスレーザを所定の測定エリアに走査し、パルスレーザ照射点の三次元位置データを測距して、測定エリアの点群データを取得している（例えば特許文献 1 参照）。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特許第 5 0 5 7 7 3 4 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、従来のレーザスキャナでは、測定したい立体物の点群データを十分に得るためには、測定エリアを好適に設定する必要があり、特に、詳細に点群データを得たい場合にはより綿密な設定が必要であった。

30

【0005】

本発明は、面倒な設定をすることなく、測定したい立体物の点群データを取得することのできる測量システム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測量システムは、追尾光を出射しターゲットで反射した前記追尾光を受光して前記ターゲットを追尾する追尾部を有する測量機と、前記測量機と一体に水平回転し、一軸回りに鉛直方向に走査するスキャナと、を備え、前記スキャナと前記追尾部は水平方向にオフセットされたことを特徴とする。

40

【0007】

上記態様において、前記スキャナの光軸は、前記測量機の水平回転軸上にあり、前記追尾光の光軸から水平方向に固定角 だけオフセットされるのも好ましい。

【0008】

上記態様において、前記スキャナの光軸は、前記測量機の水平回転軸上になく、前記追尾部の光軸に対して水平方向に距離 d だけオフセットされるのも好ましい。

【0009】

上記態様において、前記測量機は測距光を出射し前記ターゲットで反射した前記測距光を受光して前記ターゲットまでの測距および測角を行う測定部をさらに備え、前記スキャ

50

ナの光軸は、前記測量機の水平回転軸上にあり、前記追尾部は追尾送光部と追尾受光部を備え、前記追尾光の反射光の像が常に前記追尾受光部の画像上の所定位置にくるように追尾し、前記スキャナの反射光の像は前記追尾受光部の画像上で前記所定位置から少なくとも水平方向にオフセットされた位置で検出するのも好ましい。

【0010】

上記態様において、前記測量システムは測定した前記ターゲットの高度角付近の点群データ以外は取得しないのも好ましい。

【発明の効果】

【0011】

本発明の測量システムによれば、面倒な設定をすることなく、測定したい立体物の点群データを取得することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】第1の実施の形態に係る測量システムの外観斜視図である。

【図2】第1の実施の形態に係る測量システムの構成を示すブロック図である。

【図3】第1の実施の形態に係る測量システムの平面図である。

【図4】第2の実施の形態に係る測量システムの平面図である。

【図5】第3の実施の形態に係る測量システムにより取得した画像の図とともに示す測量システムよりの外観斜視図である。

【図6】上記実施の形態の変形例1を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【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】

(第1の実施形態)

図1は第1の実施の形態に係る測量システムの外観斜視図である。図1における符号1が、本形態に係る測量システムである。測量システム1は、外観上は、測量機2と、スキャナ22を有する。符号9は、測量機2のターゲットであるプリズムである。

【0015】

図2は測量システム1の制御ブロック図である。測量システム1は、水平角検出器11と、鉛直角検出器12と、水平回転駆動部13と、鉛直回転駆動部14と、表示部15と、操作部16と、演算制御部17と、追尾光送光部18と、追尾光受光部19と、測定部20と、記憶部21と、スキャナ22とを備える。

【0016】

水平角検出器11、鉛直角検出器12、水平回転駆動部13、鉛直回転駆動部14、演算制御部17、および記憶部21は、測量機2の托架部2b(後述)に收容され、表示部15と操作部16は托架部2bの外部に設けられている。追尾光送光部18、追尾光受光部19、および測定部20は、測量機2の望遠鏡2a(後述)に收容されている。スキャナ22は、後述する配置で望遠鏡2aに固定されている。

【0017】

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、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、該基盤部上を水平回転軸H-H周りに回転する托架部2bと、托架部2bの中央で鉛直回転軸V-V周りに回転する望遠鏡2aと、を有する。

【0018】

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17に制御されて、それぞれ水平回転軸H-Hと鉛直回転軸V-Vを駆動する。測量機2では、托架部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。

【0019】

10

20

30

40

50

表示部 15 と操作部 16 は、測量システム 1 のインターフェースであり、測量作業の指令・設定や作業状況および測定結果の確認などが行える。

【 0 0 2 0 】

水平角検出器 11 と鉛直角検出器 12 は、回転円盤、スリット、発光ダイオード、イメージセンサを有するアブソリュートエンコーダまたはインクリメンタルエンコーダである。水平角検出器 11 は水平回転軸 H-H に対して設けられ托架部 2b の水平方向の回転角を検出する。鉛直角検出器 12 は鉛直回転軸 V-V 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。

【 0 0 2 1 】

追尾光送光部 18 は、測距光とは異なる波長の赤外レーザ等を追尾光として出射する。図 1 の符号 4 は、追尾光の光軸を示している。追尾光の光軸 4 は、測量機 2 の水平回転軸 H-H 上となるように設計されている。追尾光受光部 19 は、イメージセンサであり、例えば CCD センサ又は CMOS センサである。追尾光受光部 19 は、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。両画像は、演算制御部 17 に送られる。演算制御部 17 では、両画像の差分からターゲット像の中心を求め、ターゲット像の中心と望遠鏡 2a の視軸中心からの隔たりが一定値以内に収まる位置をターゲットの位置として検出し、常に望遠鏡 2a がターゲットの方向を向くように自動で追尾を行う。追尾光送光部 18、追尾光受光部 19 および演算制御部 17 が「追尾部」である。

10

【 0 0 2 2 】

測定部 20 は、測距光送光部と測距光受光部を備え、例えば赤外レーザ等の測距光をターゲットに射出しその反射光を受光する。そして、追尾部と同様に、測距光を含む画像と除いた画像の差分からターゲットを捕捉し、視準が完了するとターゲットまでの測距と測角を行う。

20

【 0 0 2 3 】

スキャナ 22 は、いわゆる一軸レーザスキャナであり、符号 5 はある時間のスキャナ 22 の光軸を示し、符号 10 はその時の照射点（測定位置）を示している。スキャナ 22 は、一軸の回転軸 R-R 周りにパルスレーザを照射しその反射光を検出して、パルスレーザ光線毎に測距・測角を行って、点群データを取得する。

【 0 0 2 4 】

演算制御部 17 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り、回転駆動部 13, 14 の制御、測定部 20 および追尾部の発光制御を行い、ターゲットの自動追尾、自動視準、測距および測角を行い、測量データを得る。また、スキャナ 22 の回転制御、発光制御を行い、照射点 10 の点群データを取得する。記憶部 21 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、取得した測量データおよび点群データが記憶される。

30

【 0 0 2 5 】

測量システム 1 は、以上の要素を有するとともに、次の配置を有する。測量システム 1 では、図 1 に示すように、スキャナ 22 は、回転軸 R-R が水平方向に延在し、鉛直方向のスキャンライン SL が得られるように配置される。さらに、スキャナ 22 は、図 3 は測量システム 1 の平面図であるが、図 3 に示すように、スキャナの光軸 5 は測量機 2 の水平回転軸 H-H 上にあり、かつ、スキャナの光軸 5 が追尾光の光軸 4 から水平方向に固定角だけオフセットするように望遠鏡 2a の上部に固定される。なお、固定角は、スキャナ 22 がプリズム 9 をスキャンすることがない角度であって、最小限の値で設定されているのが好ましい。

40

【 0 0 2 6 】

以上の測量システム 1 を使用すると、次のように点群データを取得することができる。

【 0 0 2 7 】

まず、測量システム 1 で、追尾プログラムを実行する。この上で、スキャナ 22 による測量プログラムも開始する。すると、自動追尾により望遠鏡 2a は常にプリズム 9 を向くように制御される。望遠鏡 2a に固定されているスキャナ 22 も、望遠鏡 2 と同様にプリ

50

ズム 9 のほうを向くこととなるが、スキャナの光軸 5 が追尾光の光軸 4 から水平方向に固定角 だけオフセットしているため、スキャンライン S L はプリズム 9 と一致することはなく、常にプリズム 9 の周辺（プリズム 9 から距離を隔てた位置）で制御される。（図 1 に示す矢印は、プリズム 9 の移動に伴いスキャンライン S L が移動する様子を示している）。測量機 2 の座標系でみた照射点 1 0 の三次元位置は、固定角 の値は予め分かっているため、測量機 2 の水平角検出器 1 1 および鉛直角検出器 1 2 で得た回転角、およびスキャナ 2 2 での測距値から計算することができる。

【 0 0 2 8 】

上述のように、測量システム 1 を用いれば、プリズム 9 をスキャンすることなく、プリズム 9 の動きに合わせてスキャンライン S L を移動させることができる。即ち、ターゲット付近でスキャンライン S L を制御できるため、測定エリアを設定しなくても、測定対象物およびその周辺のデータを取得することができる。

【 0 0 2 9 】

また、次のような使用をすることもできる。測量システム 1 を用いれば、ある場所の点群データを取得したい場合、その場所でターゲットを往復させれば、自動追尾がなされて、測定エリアを設定しなくてもその場所の点群データを取得することができる。即ち、測定したい場所でターゲットを移動させることで、測定エリアを能動的に決めることができる。このとき、表示部 1 5 または有線無線を問わずに接続されたパーソナルコンピュータ等に、取得した点群データをリアルタイムで表示すれば、その場でスキャン密度を確認しながら測量することができる。

【 0 0 3 0 】

（第 2 の実施の形態）

図 4 は第 2 の実施の形態に係る測量システム 1 の平面図である。第 1 の実施形態と同一の要素については同一の符号を用いて説明を割愛する。第 2 の実施形態では、スキャナの光軸 5 と追尾光の光軸 4 は平行で、スキャナの光軸 5 は測量機 2 の水平回転軸 H - H 上に無い。その代わりに、スキャナ 2 2 は、スキャナの光軸 5 が追尾光の光軸 4 から水平方向に距離 d だけオフセットするように、望遠鏡 2 a の上部に固定される。

【 0 0 3 1 】

第 2 の実施形態では、スキャナ 2 2 が望遠鏡 2 a（追尾部）に対して水平方向にオフセットした位置に固定されているので、スキャンライン S L がプリズム 9 と一致することはなく、常にプリズム 9 の周辺（プリズム 9 から距離を隔てた位置）で制御される。測量機 2 の座標系でみた照射点 1 0 の三次元位置は、オフセット距離 d の値は予め分かっているため、測量機 2 の水平角検出器 1 1 および鉛直角検出器 1 2 で得た回転角およびスキャナ 2 2 での測距値から計算することができる。このため、第 1 の実施形態と同様、測定エリアを設定しなくても、測定対象物およびその周辺のデータを取得することができ、測定したい場所でターゲットを移動させることで測定エリアを能動的に決めることができる。

【 0 0 3 2 】

なお、スキャナ 2 2 を固定する位置は、図示の位置に限定されるものではなく、スキャナの光軸 5 が追尾光の光軸 4 から水平方向にオフセットしていれば、どの位置、距離であってもよい。測量機 2 のデザインが許せば、望遠鏡 2 a の下部でも、側部であっても、または測量機 2 本体の下部（例えば表示部 1 5 の下）であってもよい。

【 0 0 3 3 】

（第 3 の実施の形態）

第 3 の実施形態では、スキャナの光軸 5 は図 3 のように測量機 2 の水平回転軸 H - H 上とし、固定角 は 0 を含む任意の角度としてよい。第 1 の実施形態と同一の要素については同一の符号を用いて説明を割愛する。

【 0 0 3 4 】

図 5 は第 3 の実施の形態に係る測量システム 1 により取得した画像の図である。図 5 は、追尾光受光部 1 9 で取得した画像であり、符号 8 は追尾光の反射光の像である。スキャナ光と追尾光は異なる波長を採用しているため、追尾受光部 1 9 にはスキャナの像は写ら

10

20

30

40

50

ない。従って、図5では、実際には写らないが、スキャナ光を、スキャンラインSLとして仮想的に図示している。符号Oは、追尾受光部19の画像中心を示している。そして、第3の実施形態では、追尾光の反射光の像8はスキャンラインSLから水平方向に所定距離離れた位置Sに映るように制御がなされる。

【0035】

即ち、第3の実施形態では、追尾光の反射光の像8（ターゲット像の中心）が位置Sから一定値以内に収まる位置をターゲット位置として検出し、追尾を行う。そして、ターゲットまでの距離に応じて、追尾受光部19の位置Sを可変し、実際の追尾光の光軸4とスキャナの光軸5の角度 θ を任意に変えることで、実際のターゲット（プリズム9）と照射点10の間隔を常に固定距離Dだけオフセットさせることができる。上記ターゲットまでの距離は、例えば（1）追尾開始時には画像中心Oの位置で追尾し、測定部20で測距し、取得した値に応じて追尾位置（位置S）を決定し、以降は位置Sを変更しない、（2）追尾開始時に画像中心Oを追尾し、測定部20で測距し、その後追尾位置（位置S）を変更してからは、遠近によるプリズム像の大小を測定して距離を出す、（3）追尾中に時々追尾位置を画像中心Oに戻して測距する、ことで得られる。なお、図5の破線は、スキャナの光軸5を追尾光の光軸4と同じ平面上に投影させた線である。このように、追尾イメージセンサ上の追尾位置を水平方向にずらすことでも、スキャンラインSLを常にプリズム9に対して固定距離Dだけオフセットした位置で制御することができる。このため、第1の実施形態と同様、測定エリアを設定しなくても、測定対象物およびその周辺のデータを取得することができ、測定したい場所でターゲットを移動させることで測定エリアを能動的に決めることができる。なお、少なくとも水平方向に離れていればよく、鉛直方向にずれていてもよい。即ち、追尾イメージセンサ上の追尾位置をスキャナの検出位置から固定角だけオフセットさせてもよい。

【0036】

上記実施の形態に対する好適な変形例について述べる。上記実施の形態と同一の要素については同一の符号を用いて説明を割愛する。

【0037】

（変形例1）

トータルステーションである測量機2は、プリズム9の測距・測角値から、プリズム9の高度角を測定することができる。そこで、変形例1の測量システム1では、プリズム9の高度角を中心に鉛直方向上下に所定角拡張したエリア以外の点群データは、記憶部21に保存しないようにする。図6は変形例1を説明する図である。図6に示す矢印は、プリズム9の移動に伴いスキャンラインSLが移動する様子を示している。符号31はプリズム9の高度角に相当する位置の水平ラインを示しており、符号32は水平ライン31から鉛直方向に \pm （数°～数十°）拡張した水平ラインを示している。即ち、変形例1では、スキャンラインSLの軌跡と拡張した水平ライン32・32で囲まれる測定エリア（図6の斜線のエリア）の点群データを保存し、この測定エリア以外の点群データは保存しない。これにより、保存するデータ量を減らすことができる。なお、測定エリアの鉛直方向の範囲を規定する θ は、上述のように角度でもよいし、例えば ± 1 mなど、長さで設定されてもよい。長さの場合、距離に応じて角度が自動に決定されるように設定すればよい。

【0038】

（変形例2）

測量システム1では、スキャナ22のレーザ光線は、非可視光でも可視光でもよいが、非可視光の場合、照射点10が作業には分からないという問題がある。そこで、スキャナの光軸5と水平方向に光軸を一致させた可視光のラインレーザを、例えば測量機2の本体下部に設けて、ガイド光として出射するのも好ましい。これにより、スキャン方向が作業者に明確となる。

【0039】

（変形例3）

測量システム1では、スキャナ22は鉛直方向に走査されるが、サンプリング位置が固

10

20

30

40

50

定されていると、往復してスキャンを繰り返しても、鉛直角が同じ位置の点群データしか得られないおそれがある。そこで、走査の開始点を微小角ずつずらすのも好ましい。例えば、往復運動の折り返し時にスキャナ 22 のレーザ光の発光タイミングをランダムにずらす、または規則的に例えば 0.5 sec ずつずらしていけば、行きと帰りで走査のサンプリング位置（鉛直角）が異なるので、より緻密できれいに点群データを得ることができる。

【0040】

以上、本発明の好ましい測量システムについて、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】

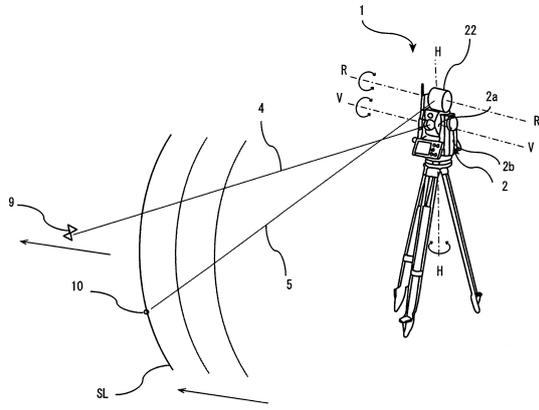
10

【0041】

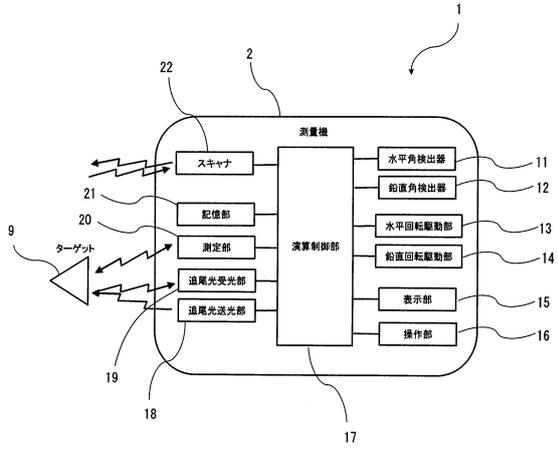
- 1 測量システム
- 2 測量機
- 2 a 望遠鏡
- 4 追尾光の光軸
- 5 スキャナの光軸
- 7 追尾光の反射光の像
- 8 スキャナの反射光の像
- 9 プリズム（ターゲット）
- 10 照射点
- 17 演算制御部（追尾部）
- 18 追尾光送光部（追尾部）
- 19 追尾光受光部（追尾部）
- 20 測定部
- 21 記憶部
- 22 スキャナ
- H-H線 測量機の水平回転軸

20

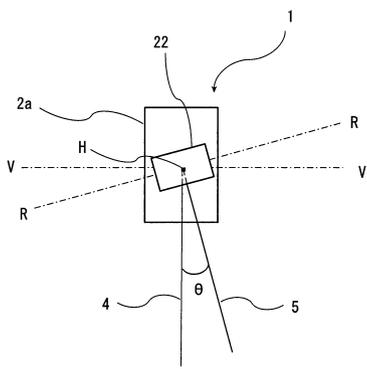
【図1】



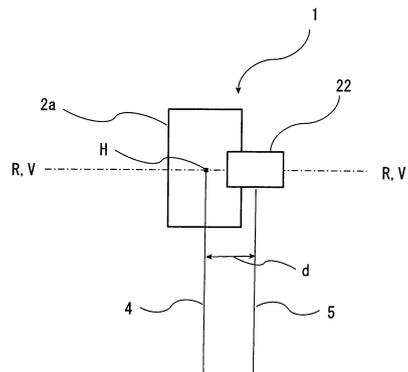
【図2】



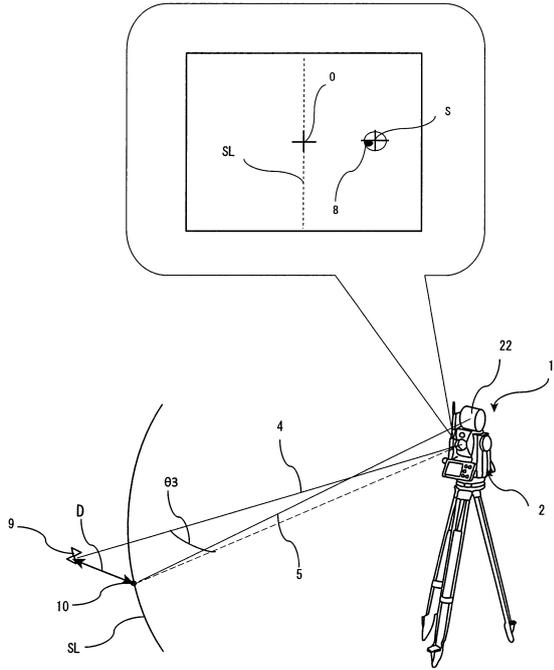
【図3】



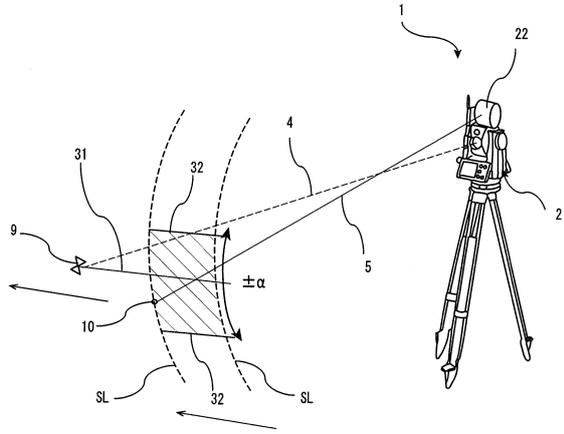
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2016-095150(JP,A)
特開2013-190272(JP,A)
特開平11-236716(JP,A)
特開2009-229192(JP,A)
特表2012-530909(JP,A)
特開2012-047656(JP,A)
特開2015-125099(JP,A)
米国特許出願公開第2014/0307252(US,A1)
米国特許出願公開第2014/0300886(US,A1)
米国特許出願公開第2015/0098075(US,A1)
米国特許出願公開第2009/0168045(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01C 15/00