

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2015-535337

(P2015-535337A)

(43) 公表日 平成27年12月10日(2015.12.10)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
GO 1 S 17/89	(2006.01)	GO 1 S	17/89	2H045
GO 1 S 7/481	(2006.01)	GO 1 S	7/481 A	5J084
GO 2 B 26/10	(2006.01)	GO 2 B	26/10 104Z	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 37 頁)

(21) 出願番号	特願2015-532073 (P2015-532073)	(71) 出願人	598064510 ファロ テクノロジーズ インコーポレーテッド アメリカ合衆国 フロリダ州 レイク メリー テクノロジー パーク 125
(86) (22) 出願日	平成25年9月13日 (2013.9.13)	(74) 代理人	110001210 特許業務法人YKI 国際特許事務所
(85) 翻訳文提出日	平成27年3月13日 (2015.3.13)	(72) 発明者	ステフィー ケネス アメリカ合衆国 フロリダ ロングウッド ウィステリア ドライブ 104
(86) 国際出願番号	PCT/US2013/059649	(72) 発明者	ベッカー ラインハルト ドイツ連邦共和国 ルートヴィヒスブルク メルгентハイマー シュトラーセ 7
(87) 国際公開番号	W02014/043461		
(87) 国際公開日	平成26年3月20日 (2014.3.20)		
(31) 優先権主張番号	61/701,021		
(32) 優先日	平成24年9月14日 (2012.9.14)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

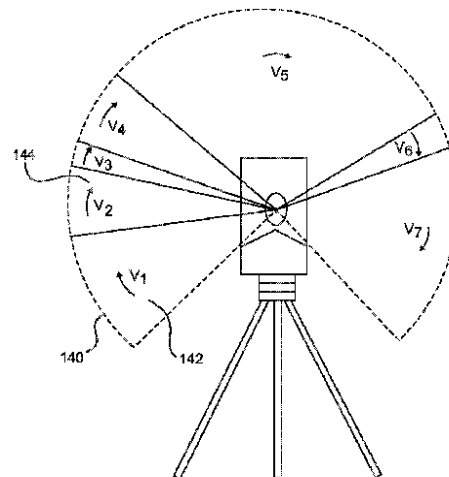
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 角度スキャン速度の動的調整を伴うレーザスキャナ

(57) 【要約】

表面の三次元(3D)座標の測定時にスキャナにより放出される光ビームの角速度を動的に調整する方法、又は表面の3D座標の取得レートを動的に調整する方法である。

FIG. 12



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

表面の三次元（3D）座標の測定時にスキャナにより放出される光ビームの角速度を動的に調整する方法であって、

前記光ビームを放出する光源、鏡面を有するミラー、第1軸を中心に前記ミラーを回転させる第1モータ、第2軸を中心に前記ミラーを回転させる第2モータ、前記第1軸を中心とした前記ミラーの回転の第1角度を測定する第1角度測定装置、前記第2軸を中心とした前記ミラーの回転の第2角度を測定する第2角度測定装置、空気中の前記光ビームの速度に少なくとも部分的に基づいて距離を測定する距離計、及びプロセッサを有する前記スキャナであって、前記第1軸及び前記第2軸は前記鏡面上の第1座標系の原点において交差し、前記光ビームは、前記光源から前記原点に向けて送られ、前記鏡面において反射して前記表面へ向けて送られ、前記表面において反射して前記鏡面上の前記原点に向けて戻され、戻された前記光ビームは前記鏡面において反射し受信器へ送られるスキャナを用意するステップと、

前記プロセッサを用いて、初期第1角速度としての前記第1軸に関して選択された第1角速度、及び初期第2角速度としての前記第2軸に関して選択された第2角速度を設定するステップと、

前記光源を用いて前記光ビームを放出するステップと、

前記表面上の複数の第1点に対応する複数の3D座標を得るステップと、

前記複数の第1点の前記3D座標を記憶するステップと、

を含み、

前記複数の3D座標を得るステップは、

前記第1モータ及び前記第2モータを用いて、前記選択した第1角速度及び前記選択した第2角速度において前記光ビームを移動させ、それに応じて、前記複数の第1点の1つにおいて前記表面と前記光ビームとを交差させるステップと、

前記第1角度測定装置を用いて、前記回転の第1角度を測定するステップと、

前記第2角度測定装置を用いて、前記回転の第2角度を測定するステップと、

前記距離計を用いて、第1距離を測定するステップと、

前記プロセッサを用いて、前記第1角度、前記第2角度、及び前記第1距離に少なくとも部分的に基づいて、前記複数の第1点の1つの前記3D座標を決定するステップと、

前記プロセッサを用いて、先立って測定された第1距離の一部に少なくとも部分的に基づいて、品質尺度を計算するステップと、

前記プロセッサを用いて、前記品質尺度に少なくとも部分的に基づいて、前記選択された第1角速度及び前記選択された第2角速度を設定するステップ、

を前記複数の第1点毎に一度実行する、

ことを特徴とする方法。

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載の方法であって、

前記品質尺度を計算するステップにおいて、前記複数の第1点の少なくとも一部について、前記品質尺度は、さらに前記第1距離の変化に少なくとも部分的に基づいて計算される、

ことを特徴とする方法。

## 【請求項 3】

請求項 1 に記載の方法であって、

前記品質尺度を計算するステップにおいて、前記複数の第1点の少なくとも一部について、前記品質尺度は、さらに前記第1距離の変動の統計的尺度に少なくとも部分的に基づいて計算される、

ことを特徴とする方法。

## 【請求項 4】

請求項 1 に記載の方法であって、

10

20

30

40

50

前記品質尺度を計算するステップにおいて、前記品質尺度は、さらに前記複数の第1点の少なくとも一部の前記測定したグレースケール値に少なくとも部分的に基づいて計算される、

ことを特徴とする方法。

【請求項5】

請求項1に記載の方法であって、

前記品質尺度を計算するステップにおいて、前記品質尺度は、さらに前記複数の第1点の少なくとも一部の前記3D座標に少なくとも部分的に基づいて計算される、

ことを特徴とする方法。

【請求項6】

請求項1に記載の方法であって、

前記プロセッサを用いて、選択された第1角速度及び選択された第2角速度を設定するステップにおいて、前記選択した第1角速度及び選択した第2角速度の少なくとも1つは、品質基準に基づいて設定される、

ことを特徴とする方法。

【請求項7】

請求項6に記載の方法であって、

前記プロセッサを用いて、選択された第1角速度及び選択された第2角速度を設定するステップにおいて、前記品質基準は、前記スキャナにより取得されたデータの公称ノイズに少なくとも部分的に基づいている、

ことを特徴とする方法。

【請求項8】

請求項6に記載の方法であって、

前記プロセッサを用いて、選択された第1角速度及び選択された第2角速度を設定するステップにおいて、前記品質基準は、前記表面の公称特性に少なくとも部分的に基づいている、

ことを特徴とする方法。

【請求項9】

請求項8に記載の方法であって、

前記プロセッサを用いて、選択された第1角速度及び選択された第2角速度を設定するステップにおいて、前記品質基準は、さらに前記表面のCADモデルに少なくとも部分的に基づいている、

ことを特徴とする方法。

【請求項10】

請求項8に記載の方法であって、

前記プロセッサを用いて、選択された第1角速度及び選択された第2角速度を設定するステップにおいて、前記品質基準は、さらに前記表面の入射の角度に少なくとも部分的に基づいている、

ことを特徴とする方法。

【請求項11】

請求項6に記載の方法であって、

前記プロセッサを用いて、選択された第1角速度及び選択された第2角速度を設定するステップにおいて、前記品質基準は、使用者が選択した分解能に少なくとも部分的に基づいている、

ことを特徴とする方法。

【請求項12】

請求項6に記載の方法であって、

前記プロセッサを用いて、選択された第1角速度及び選択された第2角速度を設定するステップにおいて、前記品質基準は、使用者が選択した精度に少なくとも部分的に基づいている、

10

20

30

40

50

ことを特徴とする方法。

【請求項 1 3】

請求項 6 に記載の方法であって、

前記プロセッサを用いて、選択された第 1 角速度及び選択された第 2 角速度を設定するステップにおいて、前記品質基準は、距離値の範囲に少なくとも部分的に基づいている、ことを特徴とする方法。

【請求項 1 4】

請求項 1 に記載の方法であって、

前記複数の 3 D 座標を得るステップにおいて、一定の時間間隔において、前記複数の第 1 点内の連続する第 1 点についての測定が行われる、

ことを特徴とする方法。

10

【請求項 1 5】

請求項 1 に記載の方法であって、

前記複数の 3 D 座標を得るステップにおいて、品質基準に少なくとも部分的に基づいた時間間隔において、前記複数の第 1 点内の連続する第 1 点についての測定が行われる、

ことを特徴とする方法。

【請求項 1 6】

表面の三次元 ( 3 D ) 座標の測定時にスキャナにより放出される光ビームの角速度を動的に調整する方法であって、

前記光ビームを放出する光源、第 1 軸を中心に前記光ビームを回転させる第 1 モータ、第 2 軸を中心に前記光ビームを回転させる第 2 モータ、前記第 1 軸を中心とした前記光ビームの回転の第 1 角度を測定する第 1 角度測定装置、前記第 2 軸を中心とした前記光ビームの回転の第 2 角度を測定する第 2 角度測定装置、空気中の前記光ビームの速度に少なくとも部分的に基づいて距離を測定する距離計、及びプロセッサを有するスキャナを用意するステップと、

20

前記回転の第 1 角度に対応する第 1 角度及び前記回転の第 2 角度に対応する第 2 角度を含む角度対の集合であって、開始角度対、終了角度対、及び複数の中間角度対を含む集合である測定経路を選択するステップと、

前記プロセッサを用いて、初期角速度に等しい選択された角速度を設定するステップと

30

前記表面上の複数の第 1 点に対応する複数の 3 D 座標を得るステップと、

前記複数の第 1 点の前記 3 D 座標を記憶するステップと、

を含み、

前記複数の 3 D 座標を得るステップは、

前記光源を用いて前記光ビームを放出するステップと、

前記第 1 モータ及び前記第 2 モータを用いて、前記選択された角速度において、前記選択された測定経路に沿って前記光ビームを移動させ、それに応じて、前記複数の第 1 点の 1 つにおいて前記表面と前記光ビームとを交差させるステップと、

前記第 1 角度測定装置を用いて、前記回転の第 1 角度を測定するステップと、

前記第 2 角度測定装置を用いて、前記回転の第 2 角度を測定するステップと、

40

前記距離計を用いて、第 1 距離を測定するステップと、

前記プロセッサを用いて、前記第 1 角度、前記第 2 角度、及び前記第 1 距離に少なくとも部分的に基づいて、前記複数の第 1 点の 1 つの前記 3 D 座標を決定するステップと、

前記プロセッサを用いて、先立って測定された第 1 距離の一部に少なくとも部分的に基づいて、品質尺度を計算するステップと、

前記プロセッサを用いて、前記品質尺度に少なくとも部分的に基づいて、前記選択された角速度を設定するステップ、

を前記選択された測定経路内の前記複数の第 1 点毎に一度実行する、

ことを特徴とする方法。

【請求項 1 7】

50

スキャナにより表面の三次元（3D）座標を得るための取得レートを動的に調整する方法であって、

光ビームを放出する光源、第1軸を中心に前記光ビームを回転させる第1モータ、第2軸を中心に前記光ビームを回転させる第2モータ、前記第1軸を中心とした前記光ビームの回転の第1角度を測定する第1角度測定装置、前記第2軸を中心とした前記光ビームの回転の第2角度を測定する第2角度測定装置、空気中の前記光ビームの速度に少なくとも部分的に基づいて距離を測定する距離計、及びプロセッサを有するスキャナを用意するステップと、

前記回転の第1角度に対応する第1角度及び前記回転の第2角度に対応する第2角度を含む角度対の集合であって、開始角度対、終了角度対、及び複数の中間角度対を含む集合である測定経路を選択するステップと、

前記プロセッサを用いて、選択された3D座標取得レートを初期3D座標取得レートに設定するステップと、

前記表面上の複数の第1点に対応する複数の3D座標を得るステップと、

前記複数の第1点の前記3D座標を記憶するステップと、

を含み、

前記複数の3D座標を得るステップは、

前記光源を用いて前記光ビームを放出するステップと、

前記第1モータ及び前記第2モータを用いて、前記選択された測定経路に沿って前記光ビームを移動させ、それに応じて、前記複数の第1点の1つにおいて前記表面と前記光ビームとを交差させるステップと、

前記第1角度測定装置を用いて、前記回転の第1角度を測定するステップと、

前記第2角度測定装置を用いて、前記回転の第2角度を測定するステップと、

前記距離計を用いて、第1距離を測定するステップと、

前記プロセッサを用いて、前記第1角度、前記第2角度、及び前記第1距離に少なくとも部分的に基づいて、前記選択された3D座標取得レートに応じた頻度で前記複数の第1点の1つの前記3D座標を決定するステップと、

前記プロセッサを用いて、先立って測定された第1距離の一部に少なくとも部分的に基づいて、品質尺度を計算するステップと、

前記プロセッサを用いて、前記品質尺度に少なくとも部分的に基づいて、前記選択された3D座標取得レートを設定するステップ、

を前記選択された測定経路内の前記複数の第1点毎に一度実行する、

ことを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書に開示した主題は、レーザスキャナに関し、詳細には、表面形状の特性に基づいて表面点における測定密度を変えることができるレーザスキャナに関する。

【背景技術】

【0002】

レーザスキャナは、コヒーレント光源を利用して対象上の点の三次元座標点を測定し決定する装置の一種である。レーザスキャナは、典型的には、建物、産業設備、及びトンネルの内部領域などの閉鎖空間又は開放空間をスキャンするのに使用される。レーザスキャナは、産業上の応用及び事故再現応用などを含む多くの目的に使用される。レーザスキャナは光学的にスキャンのために用いられ、スキャナ周囲のボリューム内に位置する対象を表す複数の表面点を取得することによって当該対象を測定する。レーザスキャナは、光ビームを対象上へ送り、反射光又は散乱光を集めて、距離、2つの角度（すなわち、方位角及び天頂角）、及び適宜グレースケール値を決定することによって、このような表面点を得る。この生スキャンデータを収集し、記憶し、1つ以上のプロセッサに送信して、スキャンした領域又は対象を表す三次元座標及び画像を生成する。この画像を生成するために

10

20

30

40

50

、表面点ごとに少なくとも3つの値が収集される。これらの3つの値には、距離及び2つの角度が含まれ得て、又はこれらの3つの値は、 $x$ 、 $y$ 、 $z$ 座標などの変換値であり得る。

#### 【0003】

現代のいくつかのレーザスキャナには、レーザスキャナ周囲のカメラデジタル画像を収集しそれをオペレータに示すために、カメラが装備されあるいは組み込まれている。オペレータは、カメラ画像を見ることにより、測定されるボリュームの範囲を決定し、より大きい又はより小さい空間領域にわたって測定するためにレーザスキャナの設定を調整することができる。加えて、カメラデジタル画像は、プロセッサへ送られて、スキャナ画像に色を加えることができる。カラースキャナ画像を生成するために、表面点ごとに少なくとも6つの値( $x$ 、 $y$ 、 $z$ などの3つの位置値、並びに赤、緑、及び青の値などの色値、すなわち「RGB」)が収集される。

10

#### 【0004】

レーザスキャナにより表面点の三次元座標が取得されると、何百万個の表面点を含む大容量のデータになり得ることを理解されたい。スキャンしたボリューム内の対象又は表面を十分に示すために、このような多くの表面点が必要とされないことがある。一部の無関係のデータは、後処理中に削除することができる。しかし、スキャナのローカル記憶装置内で、動作中に取得された無関係なデータにより記憶領域の大部分が使用される可能性がある。

20

#### 【0005】

加えて、スキャン速度と収集した3D測定値の分解能との間はトレードオフの関係にある。分解能が低いほどより短い時間に所定の空間領域を測定することが可能であり、又は分解能が高いほどより長い時間で同じ空間領域を測定し得る。時間対分解能の決定は、測定対象のディテール、表面プロファイルの相対的な変化の割合、スキャナデータのノイズ量及び対応する所望のフィルタリング量、並びに測定対象の特性及びサイズに依存して行われる。今日、レーザスキャナは、テスト下で、スキャナから対象へ送られるビームが一定の角速度でデータを収集することにより動作する。データは事後的に収集され、さらなる分解能が必要とされる場合は追加のスキャンが行われる。

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

30

#### 【0006】

したがって、既存のレーザスキャナはそれらの意図した目的に適しているが、スキャンボリューム内で測定される幾何学的特徴の特性などの考慮に基づいてスキャン速度及び表面点取得の密度を動的に適合させ得るレーザスキャナが必要とされている。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0007】

本発明の一態様によれば、表面の三次元(3D)座標の測定時にスキャナにより放出される光ビームの角速度を動的に調整する方法が提供される。この方法は、光源、ミラー、第1のモータ、第2のモータ、第1の角度測定装置、第2の角度測定装置、距離計、及びプロセッサを有するスキャナを用意するステップであって、光源は光ビームを放出し、第1のモータは第1の軸まわりにミラーを回転させ、第2のモータは第2の軸まわりにミラーを回転させ、ミラーは鏡面を有し、第1の軸及び第2の軸は鏡面にある第1の座標系の原点で交差し、光ビームは光源から原点に向けて送られ、光ビームは鏡面から表面へ反射され、表面に反射して鏡面にある原点に向けて戻され、鏡面から受信器へ反射され、第1の角度測定装置は第1の軸まわりの回転の第1の角度を測定し、第2の角度測定装置は第2の軸まわりの回転の第2の角度を測定し、距離計は空気中の光ビームの速度に少なくとも一部基づいて距離を測定する、ステップと、第1の軸の選択した第1の角速度及び第2の軸の選択した第2の角速度を、プロセッサを用いて設定するステップであって、選択した第1の角速度が初期の第1の角速度に等しく、選択した第2の角速度が初期の第2の角速度に等しく、ステップと、光源を用いて、光ビームを放つステップと、表面上の複数の

40

50

第1の点に対応する複数の3D座標を得るステップであって、第1のモータ及び第2のモータを用いて、光ビームを、選択した第1の角速度及び選択した第2の角速度で移動させ、それに応じて、複数の第1の点の1つで表面と光ビームとを交差させることと、第1の角度測定装置を用いて、回転の第1の角度を測定することと、第2の角度測定装置を用いて、回転の第2の角度を測定することと、距離計を用いて、第1の距離を測定することと、プロセッサを用いて、第1の角度、第2の角度、及び第1の距離に少なくとも一部基づいて、複数の第1の点のうち1つの3D座標を決定することと、プロセッサを用いて、測定した第1の距離の一部に少なくとも一部基づいて品質尺度を計算することと、プロセッサを用いて、品質尺度に少なくとも一部基づいて選択した第1の角速度及び選択した第2の角速度を設定することを含むステップを、複数の第1の点ごとに一度実行することによって複数の3D座標を得るステップと、複数の第1の点の3D座標を記憶するステップとを含む。

10

**【0008】**

本発明の別の態様によれば、表面の三次元(3D)座標の測定時にスキャナにより放出される光ビームの角速度を動的に調整する方法であって、光源、第1のモータ、第2のモータ、第1の角度測定装置、第2の角度測定装置、距離計、及びプロセッサを有するスキャナを用意するステップであって、光源は光ビームを放出し、第1のモータは第1の軸まわりに光ビームを回転させ、第2のモータは第2の軸まわりに光ビームを回転させ、第1の角度測定装置は第1の軸まわりの回転の第1の角度を測定し、第2の角度測定装置は第2の軸まわりの回転の第2の角度を測定し、距離計は空気中の光ビームの速度に少なくとも一部基づいて距離を測定する、ステップと、選択した測定経路を選択するステップであって、選択した測定経路は、開始角度対、終了角度対、及び複数の中間角度対を含む角度対の集まりであり、各角度対は、第1の角度及び第2の角度を含み、第1の望ましい角度は回転の第1の角度に対応し、第2の望ましい角度は回転の第2の角度に対応する、ステップと、プロセッサを用いて、初期の角速度に等しい選択した角速度を設定するステップと、表面上の複数の第1の点に対応する複数の3D座標を得るステップであって、光源を用いて、光ビームを放つことと、第1のモータ及び第2のモータを用いて、光ビームを、選択した角速度で選択した測定経路に沿って光ビームを移動させ、それに応じて、複数の第1の点の1つで表面と光ビームとを交差させることと、第1の角度測定装置を用いて、回転の第1の角度を測定することと、第2の角度測定装置を用いて、回転の第2の角度を測定することと、距離計を用いて、第1の距離を測定することと、プロセッサを用いて、第1の角度、第2の角度、及び第1の距離に少なくとも一部基づいて、複数の第1の点のうち1つの3D座標を決定することと、プロセッサを用いて、測定した第1の距離の一部に少なくとも一部基づいて品質尺度を計算することと、プロセッサを用いて、品質尺度に少なくとも一部基づいて選択した角速度を設定することを含むステップを、選択した測定経路内の複数の第1の点ごとに一度実行することによって複数の3D座標を得るステップと、複数の第1の点の3D座標を記憶するステップとを含む方法が提供される。

20

30

**【0009】**

本発明の別の態様によれば、スキャナにより表面の三次元(3D)座標を得るための取得レートを動的に調整する方法が提供される。この方法は、光源、第1のモータ、第2のモータ、第1の角度測定装置、第2の角度測定装置、距離計、及びプロセッサを有するスキャナを用意するステップであって、光源は光ビームを放出し、第1のモータは第1の軸まわりに光ビームを回転させ、第2のモータは第2の軸まわりに光ビームを回転させ、第1の角度測定装置は第1の軸まわりの回転の第1の角度を測定し、第2の角度測定装置は第2の軸まわりの回転の第2の角度を測定し、距離計は空気中の光ビームの速度に少なくとも一部基づいて距離を測定する、ステップと、選択した測定経路を選択するステップであって、選択した測定経路は、開始角度対、終了角度対、及び複数の中間角度対を含む角度対の集まりであり、各角度対は、第1の望ましい角度及び第2の望ましい角度を含み、第1の望ましい角度は回転の第1の角度に対応し、第2の望ましい角度は回転の第2の角度に対応する、ステップと、プロセッサを用いて、選択した3D座標取得レートを初期3

40

50

D座標取得レートに設定するステップと、表面上の複数の第1の点に対応する複数の3D座標を得るステップであって、光源を用いて、光ビームを放つことと、第1のモータ及び第2のモータを用いて、選択した測定経路に沿って光ビームを移動させ、それに応じて、複数の第1の点の1つで表面と光ビームとを交差させることと、第1の角度測定装置を用いて、回転の第1の角度を測定することと、第2の角度測定装置を用いて、回転の第2の角度を測定することと、距離計を用いて、第1の距離を測定することと、プロセッサを用いて、第1の角度、第2の角度、及び第1の距離に少なくとも一部基づいて、複数の第1の点のうちの1つの3D座標を決定することであって、選択した3D座標取得レートに対応する時間で実行されることと、プロセッサを用いて、測定した第1の距離の一部に少なくとも一部基づいて品質尺度を計算することと、プロセッサを用いて、品質尺度に少なくとも一部基づいて選択した3D座標取得レートを設定することを含むステップを、選択した測定経路内の複数の第1の点ごとに一度実行することによって複数の3D座標を得るステップと、複数の第1の点の3D座標を記憶するステップとを含む。

10

【0010】

これら及び他の利点及び特徴は、以下の説明及び図面によってより明らかになる。

【0011】

本発明とみなされる主題は、明細書の終わりにある特許請求の範囲において特に指摘されると共に明確に権利主張されている。本発明の前述及び他の特徴及び利点は、以下の詳細な説明及び図面を参照することによってより明らかである。

20

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の一実施形態によるレーザスキャナの斜視図である。

【図2】図1のレーザスキャナの側面の斜視図である。

【図3】図1のレーザスキャナの底面図である。

【図4】ボリュームを光学的にスキャン及び測定している図1のレーザスキャナの概略図である。

【図5】図1のレーザスキャナ制御システムのブロック図である。

【図6】本発明の一実施形態によるオペレータによる利用されるタッチスクリーンを備えた図1のレーザスキャナ用のユーザインターフェース画面の図である。

【図7】本発明の一実施形態による可変の表面点密度を用いてボリュームを測定するプロセスの流れ図である。

30

【図8】本発明の一実施形態による可変の表面点密度を用いてボリュームを測定するプロセスの流れ図である。

【図9】本発明の一実施形態による可変の表面点密度を用いてボリュームを測定する別のプロセスの流れ図である。

【図10】高い情報内容プロファイルを有する領域と低い情報内容を有する領域とを有するスキャンしたボリュームの図である。

【図11】方位軸まわりに可変速度を有する図1のレーザスキャナの概略上面図である。

【図12】天頂軸まわりに可変ミラー速度を有する図1のレーザスキャナの概略側面図である。

40

【図13】本発明の一実施形態によるガルバノミラー構成を有する非接触式距離測定装置の概略図である。

【図14】本発明の一実施形態による微小電気機械システム(MEMS)ミラーを有する非接触式距離測定装置の概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、図面を参照しつつ本発明の実施例をその利点及び特徴と共に、例示として詳細に説明する。

【0014】

本発明の実施形態は、スキャンしたボリューム内の表面点の三次元(3D)座標に関する

50



ると共に、可変の表面点密度もしくは可変のスキャン速度又は両方を有するデータを取得することができるレーザスキャナ装置を提供する。本発明の各実施形態は、表面点の3D座標データを取得する間に必要とされるローカルストレージの量を減少させることにおける利点をもたらす。本発明の各実施形態は、測定を完了するまでの時間、取得したデータの画像をグラフィック表示する時間、3Dデータを記憶するために使用されるメモリを減少させることにおける利点をもたらす。一実施形態では、3D測定のために表面へ送られる光ビームの角速度は、品質因子により収集した距離の評価に従って動的に変化させられる。ここで、この品質因子は、本明細書に述べる様々な因子に依存し得る。一実施形態では、スキャナは、第1の軸及び第2の軸まわりに回転するミラーを備え、第1の軸及び第2の軸まわりのスキャンレートは、品質因子により測定した距離に少なくとも基づいて動的に調整される。 10

#### 【0015】

別の実施形態では、選択した測定経路がスキャナに与えられると共に、この経路に沿った移動の角速度が、測定中にスキャナによってこの経路に沿って収集された距離測定値に少なくとも部分的に基づいて品質因子に従って動的に調整される。別の実施形態では、選択した測定経路がスキャナに与えられると共に、表面上の3D座標を決定するレートが、測定中にスキャナによってこの経路に沿って収集された距離測定値に少なくとも部分的に基づいて品質因子に従って動的に調整される。一実施形態では、幾何学的形状の3D座標の変化のレートの決定は、第1の複数の表面点に関するデータを迅速に取得し、次いで可変速度でより高い分解能のスキャンを行って第2の複数の表面点に関するデータを取得することによって決定される。別の実施形態では、幾何学的形状の3D座標の変化のレートの決定は、スキャン装置により取得された少なくとも1つの画像から決定される。 20

#### 【0016】

レーザスキャナ20などのレーザスキャン装置は、例えば、周囲に位置する表面などの幾何学的形状のデータを取得するために使用される。これらの装置は、コヒーレント光源を使用してこの環境を光学的にスキャンし、反射したビーム光を受信する。光ビームを送受信するのにかかる時間内の光ビームの方向及び向きを知ることにより、このスキャン装置は、光を反射した表面点の3D座標を決定することができる。周囲の非常に詳細なスキャンを得るために、スキャナは、何百万個もの表面点の座標を得なければならない可能性がある。現代のスキャナのデータレートは、しばしば、毎秒百万個の3D点以上となる。これは、スキャン装置自体の内部か、ローカルに取り付けられた記憶装置内か、又は遠隔のデータ記憶サーバ上のいずれかに記憶され得る非常に大容量のデータになることを理解されたい。いくつかの実施形態では、データは、有線通信システム又は無線通信システムを介して送られ、遠隔で記憶することができる。いずれの実施形態でも、この大容量のデータは、スキャナの動作に制限を課し得る。 30

#### 【0017】

一部のシステムでは、データは、圧縮され、又は後処理中に削除された表面点を有する。典型的には、データは、複数の表面点(時として、「データクラウド」又は「ポイントクラウド」と呼ばれる)を受信し、操作し、表示するように構成されたソフトウェアを有するコンピュータに転送される。このプロセスは、データセットのサイズを減少させるのに役立つが、当該処理は事後的に行われ、表面点取得動作中に使用されるローカルストレージ又は通信帯域幅を減少させることはない。 40

#### 【0018】

加えて、空間の所定の領域を測定する動作時間は、選択した測定速度に従って一桁超変わり得る。しかし、これは、多くの場合、高い分解能の3D値が望まれる詳細な特徴を有する領域と、低い分解能が望まれる他の領域とが存在し得るので、あまり効率的でない可能性がある。

#### 【0019】

次に、図1～図4を参照すると、レーザスキャナ20の周囲を光学的にスキャンし測定するレーザスキャナ20が示されている。本明細書中でより詳細に述べられるように、レ 50

レーザスキャナ 20 は、低い情報内容プロファイルを有する領域内の表面点の個数を減少させるように構成されている。本明細書に使用されるとき、用語「低い情報内容プロファイル」は、減少した量の表面点を用いて細部が許容レベルに至るまで説明され得る幾何学的形状を指す。減少した量の表面点を用いて説明され得る幾何学的形状の例は、平坦な表面や滑らかな湾曲表面である。対照的に、一部の領域は、表面点の相対的に高い密度を必要とし得る。用語「高い情報内容プロファイル」は、所望の精度レベルを実現するためにより高い密度の表面点を必要とする幾何学的特徴の変化のレートが大きい領域を指す。スキャンされる領域が、高い情報内容を有するか、低い情報内容を有するか特定し、次いで適切な密度の表面点を収集することにより、データ記憶の必要を減少させ又は最小化することができる。高情報内容の概念については、本明細書の以下でさらに説明されるように、品質因子の概念と、品質基準の関連概念とを含むようにさらに一般化することができる。

10

#### 【0020】

レーザスキャナ 20 は、測定ヘッド 22 と、基部 24 とを有する。この測定ヘッド 22 は、レーザスキャナ 20 が垂直軸 23 まわりに回転できるように基部 24 上に取り付けられている。一実施形態では、測定ヘッド 22 は、垂直軸 23 及び水平軸 25 を中心とする回転中心であるジンバル点 27 を含む。一実施形態では、測定ヘッド 22 は、水平軸 25 まわりに回転できる回転ミラー 26 を有する。垂直軸まわりの回転は、基部 24 の中心まわりとすることができる。一実施形態では、垂直（方位）軸 23 及び水平（天頂）軸 25 は、ジンバル点 27 において交差し、このジンバル点 27 は、座標系の原点とすることができる。

20

#### 【0021】

測定ヘッド 22 は、例えば放出光ビーム 30 を放出する発光体 28 などの電磁放射放出体をさらに備える。一実施形態では、放出光ビーム 30 は、例えばレーザビームなどのコヒーレント光である。このレーザビームは、約 300 ナノメートルから約 1600 ナノメートルの波長範囲を有することができる。例えば、790 ナノメートル、905 ナノメートル、1550 nm、又は 400 ナノメートル未満とすることができる。より長い波長又はより短い波長を有する他の電磁放射ビームを使用することもできることを理解されたい。放出光ビーム 30 は、例えば、正弦波形又は方形波形で振幅変調又は強度変調することができる。放出光ビーム 30 は、発光体 28 により回転ミラー 26 上へ放出され、そこで放出光ビーム 30 は、環境へ偏向させられる。反射光ビーム 32 は、対象 34 により環境から反射される。反射光又は散乱光は、回転ミラー 26 により遮られ、光受信器 36 に向けられる。放出光ビーム 30 及び反射光ビーム 32 の方向は、それぞれ、軸 25 まわりの回転ミラー 26 の角度位置及び軸 23 まわりの測定ヘッド 22 の角度位置に起因する。これらの角度位置は、軸 25 及び軸 23 まわりにそれぞれ回転ミラー 26 及び測定ヘッド 22 を回転させる回転駆動装置により決まる。各軸 25、23 は、測定角度用の少なくとも 1 つの角変換器を備える。通常、この角変換器は、角度エンコーダである。

30

#### 【0022】

発光体 28 及び光受信器 36 には、コントローラ 38 が結合されている。コントローラ 38 は、多数の表面点 X について、レーザスキャナ 20 と対象 34 上の表面点 X との間の対応する数の距離 d を決定する。特定の表面点 X への距離は、電磁放射が装置から表面点 X まで伝搬する空気中の光速に少なくとも部分的に基づいて決定される。一実施形態では、レーザスキャナ 20 と表面点 X との間の位相シフトが、測定距離 d を得るために決定及び評価される。別の実施形態では、パルスレーザ間の経過時間が、測定距離 d を決定するために直接測定される。

40

#### 【0023】

空気中の光速は、気温、気圧、相対湿度、及び二酸化炭素濃度などの空気の特性に依存する。そのような空気の特性は、空気の屈折率 n に影響を及ぼす。空気中の光速は、真空中の光速 c を屈折率で割ったものに等しい。言い換えれば、 $c_{air} = c / n$  である。本明細書に述べるタイプのレーザスキャナは、空気中の光の飛行時間 (time of flight) (装置から対象まで進んで装置へ戻る光の往復時間) に基づいている。光 (

50

又は任意の種類)の電磁放射)の飛行時間に基づいて距離を測定する方法は、空気中の光速に依存し、したがって、三角測量に基づいて距離を測定する方法と容易に区別される。三角測量に基づく方法は、特定の方向に沿って光源から光を投射し、次いで特定の方向に沿ったカメラの画素で光を遮ることを含む。カメラと投射機との距離を知ると共に投射角と受信角を整合させることにより、三角測量法は、対象までの距離を、既知の1つの辺の長さで三角形の既知の2つの角を用いて決定することができる。三角形の辺のうち既知の1つの長さは、三角測量システムにおける光投射機とカメラ上の基準点の間の知られた距離とすることができるので、三角測量法は、空気中の光速には直接は依存していない。

#### 【0024】

一実施形態では、レーザスキャナ20の周囲のボリュームのスキャンは、軸25まわりに回転ミラー26を素早く回転させる一方、軸23まわりに測定ヘッド22をゆっくり回転させ、それにより組立体を螺旋パターンで移動させることにより行われる。そのようなスキャンシステムについては、ジンバル点27が、ローカル静止基準系の原点を定める。基部24は、ローカル静止座標系にある。

#### 【0025】

ジンバル点27から表面点Xまでの距離dを測定することに加えて、スキャナ20は、受信した光パワーに関連したグレースケール情報を収集することもできる。グレースケール値は、例えば、表面点Xによる測定期間にわたっての光受信器21におけるバンドパスフィルタ処理され増幅された信号を積分することにより求めることができる。

#### 【0026】

測定ヘッド22は、レーザスキャナ20に組み込まれた表示装置40を備えることができる。表示装置40は、図6に示されるように、グラフィカルタッチスクリーン41を備えることができる。このグラフィカルタッチスクリーン41は、オペレータが、パラメータを設定し又はレーザスキャナ20の動作を開始することを可能にする。例えば、このスクリーン41は、オペレータがスキャン変数を変更することを可能にするパラメータアイコン43などのアイコンを有することができる。スクリーン41は、「ビュースキャン」アイコン45をさらに有することができる。スクリーン41は、例えば、プロジェクト名、装置にログインしたオペレータ、周囲温度、及び時間などの追加の情報をオペレータに与えることができる部分47をさらに備えることができる。組み込まれた表示装置40を有することは、例えばラップトップコンピュータなどの追加の装備を運搬及び接続する必要なくデータを取得しスキャンした画像を見る動作の全部をオペレータが実行することを可能にするという利点をもたらすことを理解されたい。

#### 【0027】

レーザスキャナ20は、測定ヘッド22用のフレーム及びレーザスキャナ20の構成要素を取り付けたためのプラットフォームを与えるキャリア構造42を備えている。一実施形態では、キャリア構造42は、アルミニウムなどの金属製である。このキャリア構造42は、両端に一对の壁46、48を有する横断部材44を備えている。壁46、48は、互いに平行であり、基部24と反対の方向に延びている。一对のシェル50、52は、壁46、48に結合され、レーザスキャナ20の構成要素を覆う。例示的な実施形態では、シェル50、52は、例えば、ポリカーボネート又はポリエチレンなどのプラスチック材料製である。シェル50、52は、壁46、48と協働してレーザスキャナ20のハウジングを形成する。

#### 【0028】

壁46、48とは反対側のシェル50、52の端部には、一对のヨーク54、56が、それぞれのシェル50、52を一部覆うように配置されている。例示的な実施形態では、ヨーク54、56は、運搬中及び動作中にシェル50、52を保護するのに役立つ例えばアルミニウムなどの適切に耐久性のある材料で作製されている。ヨーク54、56は、例えば留め具などを用いて、基部24に隣接した横断部42に結合されている第1のアーム部58をそれぞれ備えている。各ヨーク54、56のアーム部は、横断部44からそれぞれのシェル50、52の外周コーナに斜めに延びている。このシェル50、52の外周コ

10

20

30

40

50

ーナから、ヨーク54、56は、シェルの側縁32に沿ってシェル50、52の反対の外周コーナまで延びている。各ヨーク54、56は、壁46、48に斜めに延びている第2のアーム部をさらに備えている。ヨーク54、56は、複数の位置で、横断部42、壁46、48、及びシェル50、52に結合できることを理解されたい。

#### 【0029】

一对のヨーク54、56は、2つのシェル50、52を内部に配置した凸空間を取り囲むように協働する。例示的な実施形態では、ヨーク54、56は、シェル50、52の外縁の全部を覆うように協働し、上アーム部及び下アーム部は、シェル50、52の上縁及び下縁の少なくとも一部を覆うように突出している。これは、シェル50、52及び測定ヘッド22を運搬中及び動作中の損傷から保護することにおける利点をもたらす。他の実施形態では、ヨーク54、56は、例えば、レーザスキャナ20を運ぶのを容易にするハンドル又はアクセサリ用の取付け点などの追加の特徴を含むことができる。

10

#### 【0030】

横断部44の上部には、プリズム60が設けられている。このプリズムは、壁46、48に平行に延びている。例示的な実施形態では、プリズム60は、キャリア構造42の一部として一体形成される。他の実施形態では、プリズム60は、横断部44に結合される別個の構成要素である。ミラー26が回転するとき、各回転中、ミラー26は、放出光ビーム30を横断部44及びプリズム60の上へ向ける。電子部品の非線形性により、例えば光受信器36では、測定距離dは、輝度に依存する。ここで、輝度は、例えば、バンドパスフィルタ処理され増幅された光受信器36の信号を測定中の特定の点による測定期間にわたって積分することにより求められたグレートン値として定義される。各距離dの非線形の距離補正は、輝度の関数として記憶される。ミラー26の各回転中にプリズム50から返されコントローラ38により測定される強度を使用して、放出強度の指標を与えることができ、それにより距離dの決定時に精度を改善する。他のタイプの非線形と線形の両方の補正が可能であることを理解されよう。

20

#### 【0031】

基部24は、自在軸受組立体37に結合されている。この自在軸受組立体37は、キャリア構造42に結合され、軸23まわりに測定ヘッド22を回転させるように構成された回転駆動装置又はモータ29を備える。モータ29は、スタンド31に着座している。スタンド31は、高さ調整可能であり、再現可能な高さ設定を行うことを可能にするためにスケール33を有する。角度エンコーダ35は、モータ29の回転位置を決定するのに役立つようにモータ29に結合することができる。エンコーダ35からの出力信号は、コントローラ30を用いて通信される。

30

#### 【0032】

レーザスキャナ20は、気流がレーザスキャナを通過することを可能にする換気孔をさらに備えることができ、それによりレーザスキャナ20内で温度が望ましくないレベルにまで上昇するのを防いで、内部構成要素を保護する。

#### 【0033】

いくつかの応用では、表面点の3D座標及びグレースケール値に加えて、スキャンしたボリュームについての追加の情報を得ることが望ましい場合がある。例示的な実施形態では、レーザスキャナ20は、例えばデジタルカラーカメラなどの画像取得装置64を備えている。この画像取得装置64は、非同期式であり、コントローラ38と双方向通信する。

40

#### 【0034】

例示的な実施形態では、この画像取得装置64は、CCDやCMOSセンサなどのセンサを有するカラーカメラである。このセンサは、実空間内の二次元画像68に対する色空間内で3次元である信号、例えばRGB信号などを供給する。

#### 【0035】

画像取得装置64は、ホルダ又はブラケット76により測定ヘッド22に取り付けられている。ブラケット76は、上記装置64が軸23まわりに回転できるようにこの装置6

50

4を測定ヘッド22に固定する。このようにして、上記装置64は、測定ヘッド22が軸23まわりに回転し、したがって角度範囲全体をカバーするときに、1つ以上の画像72を取得することができる。画像72の撮像方向は、エンコーダにより位置合わせすることができる。一実施形態では、ブラケットは、取り付けられる装置を関連付ける機構を含む。

#### 【0036】

他の実施形態では、収集した3D表面点で積分するために、2Dカラー画像を取得するための他のタイプのカメラ装置が使用され得る。一実施形態では、このカメラは、3Dスキャナシステムの光軸と一直線をなす光軸を有する内部カメラである。この直線は、スキャナモータを用いて垂直軸23及び水平軸25まわりに任意の所望の方向へのカメラの調節を可能にする。加えて、2つの光軸からなる直線のため、視差が減少又は最小化される。

10

#### 【0037】

別の実施形態では、カメラは、調整可能なブラケットに取り付けられた外部カメラである。スキャナが表面点の3D座標の取得を完了した後、オペレータは、デジタルカラーカメラを垂直軸23に対して一直線をなすようにブラケットを調整することができる。次いで、オペレータは、スタンドの調整前にデジタルカメラセンサーをジンバル点27の適切な位置に移動させるように、スケール33の表示度数を用いてスタンドの高さを調整することができる。この調整を行うことにより、視差は減少する。

#### 【0038】

図5は、スキャン中に取得した表面点の3D座標データの量をスキャナ20が減少させることを可能にする幾何学ルールモジュール100を含むコントローラ38の概略図である。コントローラ38は、距離センサ光電子工学モジュール104と、画像取得装置64と、垂直エンコーダ106と、水平エンコーダ108とからスキャンデータを収集する(例えば、フィールドプログラマブルゲートアレイすなわち「FPGA」により実装される)幾何学処理ユニット102を備えている。一実施形態では、距離センサ光電子工学モジュール104は、スキャン中のポリウム内の目標の表面点(例えば、目標対象)までの距離を決定し、目標対象から反射して戻る光量に対応するグレースケール値を生成し、これらの値を幾何学処理ユニット102に伝達する。水平エンコーダ108は、水平角度を幾何学処理ユニット102に伝達する。垂直エンコーダは、垂直角度を幾何学処理ユニット102に伝達する。

20

30

#### 【0039】

一実施形態では、幾何学処理ユニット102は、収集したスキャンデータをプロセッサ110へ送信する。このプロセッサ110は、スキャンデータをデータ記憶装置112(例えば、SDカード又はハードドライブ)へ送ることができる。一実施形態では、コンピュータプロセッサ110は、コンピュータプロセッサ110により処理された計算値のサブセットをグラフィック表示装置42に送り、このグラフィック表示装置42が、計算した3D座標値のサブセットを用いてスキャンした画像の表示を行う。プロセッサ110は、ユーザインターフェース41でもあり得るタッチコントローラ114(タッチスクリーン)から入力を受信することができる。

40

#### 【0040】

グラフィック表示装置上に表示される画像は、プラナー形式(planar format)、パノラマ形式、又は3D形式などの様々な形式とすることができる。各タイプの形式は、異なるコンピュータ処理量を必要とし、異なる情報を与える。本明細書中でプラナー表示と呼ばれる最も単純なタイプの表示では、データは、矩形領域に単に形式変更される。プラナービューでは、物理的世界における直線は、曲線のように見える。パノラマビューでは、測定ポリウムの対象が、球、立方体、又は円柱などの幾何学的形状に写され、それによりプラナービューで見られる歪みを取り除いている。パノラマビューでは、使用者は、ビューを回転させることができるが、ビューの中心を残すことはできない。3Dビューでは、使用者は、ビューの中心を残し、任意の所望の位置及び向きから歪みのな

50

い3D画像を観察することができる。3Dビューは、使用者が、測定したボリュームの3D画像を通じて「飛ぶ(fly)」ことさえも可能にし、それにより使用者が様々なビューから測定したボリュームを見ることを可能にする。上記のプランナービュー、パノラマビュー、及び3Dビューは、2D画像を提供するカメラのデジタル画像とは対照的であり得る。そのような2D画像は、パノラマ画像及び3D画像用のカラーオーバーレイを与えるのに役立ち得る。

#### 【0041】

一実施形態では、コントローラ38は、ローカルコンピュータ116(例えば、スキャナ20に隣接して配置されるコンピュータ)又はリモートコンピュータ118(例えば、ローカルエリアネットワーク又は広域ネットワークを介して接続されるコンピュータ)に接続することができる。外部のコンピュータ116、118は、スキャンデータを受信し処理して、例えばプランナー画像、パノラマ画像、又は3D画像であり得る画像を生成することができる。外部のコンピュータ116、118は、1つ以上の物理的接続、無線接続、又は他の通信手段によってコントローラ38に接続することができる。

10

#### 【0042】

スキャンデータからの3D点値の計算又は3D点値のサブセットの計算は、幾何学処理ユニット102、プロセッサ110、ローカルコンピュータ116、又はリモートコンピュータ118により実行することができることを理解されたい。

#### 【0043】

例示的な実施形態では、幾何学処理ユニット102は、幾何学ルールモジュール100からの入力に基づいて収集したスキャンデータを処理する。この幾何学ルールモジュール100は、所定の表面又は特性のタイプに対して測定される表面点の個数を増やすべきか減らすべきか決定する所定のルールのセットを含む。本明細書で使用されるとき、表面点は、対象の表面上の三次元座標を指す。1つの三次元座標を決定するために、複数の測定値が収集され得ることを理解されたい。次いで、これらの測定値を使用して、最終的な3D座標値を決定する。

20

#### 【0044】

典型的なレーザスキャナでは、表面点は、一貫して互いに対して一定の間隔で取得される。表面が、表面又は特徴が少量のデータを用いて記述できることを意味する低い情報内容プロファイルを含むとき、スキャナ20は、より複雑な幾何学的形状に必要とされるものと同じ個数の表面点Xを取得する必要はないことを理解されたい。例えば、平らな壁は、4つの点(コーナごとに1つ)で説明することができる。同様に、連続した滑らかな曲面は、湾曲を説明するのにあまり多くのデータを必要としなくてもよい。言い換えれば、いくつかの幾何学的タイプは、より低い表面点密度を可能にすることができる。以下により詳細に説明するように、一実施形態では、レーザスキャナ20は、スキャンされるボリュームの初期のパスを作製し、次いで幾何学ルールモジュール100を適用して、初期のパスを問い合わせし、低い情報内容プロファイルを有する領域と高い情報内容プロファイルを有する領域とを決定する。この場合、初期のパスは、レーザスキャナにより、又はレーザスキャナに取り付けられたもしくはレーザスキャナと別個の画像取得装置を用いて実行することができる。

30

40

#### 【0045】

一実施形態では、初期のパスは、レーザスキャナ20を用いて実行される。本実施形態では、レーザスキャナ20が高速で初期スキャンを実行する。高速は、低表面点密度に対応することを理解されたい。幾何学ルールモジュール100は、表面点についてのこの第1の複数の3D座標を使用して、当技術において周知である方法を用いて表面の表示を生成する。表面表示の特性は、異なるスキャン領域について適切な表面の詳細(スキャン密度)を決定するために使用される。スキャン領域ごとに表面の詳細のレベルを決定する方法は、一般に、測定した範囲にわたって画像中の表面点の3D座標の変化のレートを決定することを含む。例えば、高い情報内容プロファイルを有する領域の場合、測定した点までの距離は、比較的小さいスキャン領域内において一貫性のない形で大きな量で変わり得

50

る。例えば、ある点までの距離は、短い距離の間に急速に増加し、次いで、次のスキャン間隔の間に急速に減少又はフラットなままになる。これを別な形で述べると、大情報内容プロファイルを有する領域の場合、表面点までの測定距離に急速又は大きな変動が存在し得るということである。測定距離の大きい変動は、比較的低い情報内容プロファイルを有する領域の特性であり得る測定距離の大きい変化とは同じではないことに留意されたい。例えば、平らな床は、低い情報内容プロファイルを有するが、スキャナは、次から次へ大きな距離の変化を示す可能性がある。方法は、距離の変動の概念を適切に定量化するように選択することができる。市販のビジョンソフトウェアのツールを使用して、距離変動の評価を助けることができる。そのようなツールには、エッジ検出、プロブ検出、形状検出、及びパターン認識が含まれ得る。

10

**【0046】**

幾何学的形状が短い距離の間に変化するエッジ又は場所などの領域、例えば、図9の窓120又は石領域122などは、比較的高い情報内容プロファイルを有する領域とみなされる。対照的に、平坦表面又は連続した滑らかな湾曲部などのより均一な領域、例えば壁部124などは、比較的低い情報内容プロファイルを有するものと分類される。

**【0047】**

高い情報内容プロファイルを有する領域及び低い情報内容プロファイルを有する領域を決定すると、次いで幾何学ルールエンジンが、これらの領域の角度位置又は境界を決定することができる。例示的な実施形態では、モータ29又はミラー26の回転速度を変えることにより、取得中の表面点の密度を変えることができる。レーザスキャナは、エッジに沿って単に表面点を取得できず、むしろエッジに隣接した領域内でより多くの表面点を取得すると共にこの領域の中心においてより少ない表面点を取得することを理解されたい。

20

**【0048】**

別の実施形態では、大量のデータが、所望の領域の高密度スキャンを使用して収集される。この高密度スキャンの結果は、幾何学ルールモジュール100に転送され、この幾何学ルールモジュール100は、予め定められた基準を適用して、低い情報内容及び高い情報内容の領域を特定する。低い情報内容を有すると決定された領域の場合、データの一部が処分されて、減少したデータ記憶量を用いつつ所望のレベルの分解能を与えるスキャンデータのサブセットのデータセットを生成する。

**【0049】**

別の実施形態では、レーザスキャナは、データが収集されたときにデータを評価し、それに応じて、スキャナから投射される光ビームの角速度、又は3D点を取得するレートを調整する。加えて、角速度又は3D取得レートを調整するのに使用されるデータは、スキャナがデータを収集しながらその間に動的に決定することができる。

30

**【0050】**

さらに、一実施形態では、この方法は、品質因子に基づいて角速度又は3D点取得レートを選択することを含むことができ、これは、高い情報内容の評価対低い情報内容の評価の一般化とみなすことができる。例えば、関心の領域は、ある範囲内の距離に含まれ得ることが知られ得る。したがって、スキャナは、測定距離が所望の範囲内でない領域を通じて迅速に移動することができ、又はスキャナは、これらの領域を通じて一定の角速度で移動するがより頻繁にデータを収集することができる。別の例として、品質因子は、戻った光の統計的尺度を含むことができる。例えば、測定中の表面又は背景環境（例えば、明るい外灯）に依存し得る難しい測定材料の下では、スキャナの距離データのノイズが、それ以外の方法でこの場合になるものより大きいものとなり得る。この例では、よりゆっくり測定して、より高い密度の測定3D座標を得て、ノイズを減少させるためにフィルタ処理（例えば、近くの点について平均化）を実行できるようにすることが望ましいものであり得る。品質因子は、上述したようなグレースケール値に関連している戻りパワーの指標に少なくとも部分的に基づくこともできる。低い戻りパワーは、より高いノイズを生成することが予期され、これによってより高い解像度及び精度を得るために平均化される必要があり得、それによってより遅いスキャンが必要とされる可能性がある。品質因子は、前も

40

50

って知られ得る対象の特性、例えば、対象の温度、又は材料の反射率などの他の特性に関連していることもできる。

#### 【0051】

測定値又は知られた状態に由来する品質因子は、角速度又は3D点取得レートを変更すべきか決定するために品質基準と比較することができる。品質基準の例には、望ましい最大誤差又は望ましい最大ノイズが含まれる。例えば、使用者は、3mmを超えない3D測定値の誤差、又は1mm以内の二乗平均平方根(RMS)ノイズを望み得る。品質因子は、所望のレベルの分解能、例えば、所定の距離で横分解能0.5mm又は半径方向分解能0.5mmを示すこともできる。

#### 【0052】

図7は、レーザスキャナを用いて初期スキャンを行う例示的なプロセスの流れ126を示す。まず、ブロック128で、プロセス126は、軸23まわりに、モータ29を一定の速度にして、スキャナ20を迅速に回転させることにより初期スキャンを行う。モータ29の回転速度を変更することにより、方位軸のまわりの点密度を増減させることができる。いくつかの実施形態では、天頂軸25まわりのミラー26の回転速度を増減させることができる。他のタイプのスキャナでは、他の機構を使用して、観察下の領域に当たる光ビームの移動速度を変更することができる。例えば、一部のスキャナは、機械的にミラーを回転させて光ビームを向けるのではなく、機械的に回転するヘッドを使用する。他のタイプの装置は、光ビームを所望の位置に向けるために、一对のガルバノメータのミラーを使用することができる。

#### 【0053】

ブロック130で、第1のスキャンから得られた表面点を処理して、表面点の3D座標を決定する。この3D座標が決定されると、ブロック132で、幾何学ルールモジュールを使用して高い及び低い情報内容プロファイルを有する領域を決定する。一実施形態では、これらの領域の決定は、これらの領域の境界の水平角度位置及び垂直角度位置の決定を含む。

#### 【0054】

図11に示されるように、レーザスキャナ20が360°の円134のまわりを回転するとき、円134は、複数の弧部分に分割することができる。(場合によっては、レーザスキャナは、180°にわたってのみ回転することができ、というのもこれによりレーザビームは完全な円で周回できるからである。)レーザスキャナは、その領域の情報内容プロファイルに応じて各弧部分内で異なる速度で垂直軸まわりに回転することができる。例えば、レーザスキャナは、弧部分136において速度 $V_1$ で回転することができると共に、弧部分138において速度 $V_2$ で回転することができる。この例では、速度 $V_2$ は速度 $V_1$ より大きい。回転速度が低いほど、スキャン密度は高くなることに理解されたい。弧134は、各弧部分が異なる回転速度となる任意の個数の弧部分に分割することができることをさらに理解されたい。

#### 【0055】

同様に、図12に示されるように、レーザスキャナ20により放出されるレーザビーム30は、ミラーが回転するとき、弧140において扇形に広げられる。一実施形態では、ミラー26の速度は、弧140を複数の部分に分割するように変更することができる。ミラー26の回転速度を変更することにより、各弧部分は、異なる回転速度、したがって異なる表面の点密度を有することができる。例えば、このミラーは、弧部分142において回転速度 $V_1$ で回転することができると共に、弧部分144において回転速度 $V_2$ で回転することができる。回転速度 $V_2$ が回転速度 $V_1$ 未満であるとき、弧部分144における表面点密度は、弧部分142における表面点密度より高い。レーザスキャナシステムの構成に応じて、ミラー26などの回転ミラーに比較的急速な変化を起こすことを可能としてもよく、又はそれを可能としなくてもよい。しかし、多くのタイプのレーザスキャナ機構が存在し、本明細書中に教示された本発明は、回転ミラーの場合に限定されず、任意のタイプのビーム操縦機構(例えば、ガルバノミラー構成)を含むことができる。これらの

10

20

30

40

50



機構の一部は、水平軸まわりの回転の急速な変化を可能にする。

【0056】

一実施形態では、所定の弧部分内の回転速度は、ほぼ一定で保持される。別の実施形態では、弧134、140は、別個の弧部分に分割されているのではなく、むしろモータ29又はミラー26の速度は、それぞれの弧の範囲にわたって連続的に変化している。

【0057】

境界が決定されると、コントローラ38は、モータ29又はミラー26の速度を変更して、それぞれの領域について所望の表面点密度を実現することができる。次いで、ブロック133で、プロセス126は、最終的な光学スキャンを実行する。この最終的なスキャンは、スキャンヘッド22が軸23まわりに回転すると共にミラー26が軸25まわりに回転ときに可変のモータ速度を使用して、高い情報内容プロファイルの領域内の表面点密度を増大させる。

10

【0058】

別の実施形態では、表面点の処理及び幾何学ルールの適用は、動作中に実行され、表面点の密度は、幾何学的形状の変化に対応するように変更できる。これにより、スキャナ20の1回の回転時にスキャンデータの取得を可能にするという利点をもたらすと共に、より高い情報内容を有する領域内の追加の表面点を取得するための最終的なスキャンの必要性をなくすことを理解されたい。図8に示すこのプロセス135は、スキャンのハードウェアを作動させて連続スキャンを実行するブロック137を含む。ブロック139では、スキャンデータを処理して、測定したボリューム内の表面点の3D座標を決定する。ブロック141で、幾何学ルートを適用して、情報内容のレベル（例えば、情報内容が、高いか、低いか、又は中間か）を決定する。ブロック145で、現在のスキャン領域内の情報内容のレベルを適切に示すように、回転速度が決定される。回転速度の変化は、方位軸まわり、天頂軸まわり、又はそれらの組み合わせとすることができることを理解されたい。

20

【0059】

一実施形態では、スキャナ20は、追加の表面点を取得するために直ちに方位軸まわりに逆方向に回転するように構成されている。別の実施形態では、二次元画像が、画像取得装置64により取り込まれ、高い情報内容プロファイルを有する領域及び低い情報内容プロファイルを有する領域を決定するために使用される。これは、高い情報内容プロファイルを有する領域及び低い情報内容プロファイルを有する領域の決定が測定データに基づいているところで上述の実施形態とは異なっている。二次元画像の使用は、典型的には、高い情報内容プロファイルを有する領域及び低い情報内容プロファイルを有する領域を決定するための三次元データを与えることにならないが、二次元画像は、エッジ、コーナ、及び隆起部などの特徴の特定を可能にすることを理解されたい。これらの領域は、表面の次元の急な変化の領域を示す傾向があるので、プロセス136は、高い情報内容プロファイル及び低い情報内容プロファイルの領域を近づけるために二次元画像からの情報を使用することができる。

30

【0060】

次に、図9を参照すると、可変の表面点密度のスキャンを実行するプロセス136が示されている。このプロセスは、少なくとも1つ以上の画像が画像取得装置64により取り込まれるブロック138で始まる。これは、例えばモータ29を用いて測定ヘッド22を軸23まわりに段階的なやり方で回転させ、関心の領域が取得完了するまで定期的に画像を取り込むことを伴い得る。

40

【0061】

次に、プロセス136は、画像が処理されるブロック140へ移る。画像の処理は、関心の領域内の表面点ごとに、所定のタイプの画像の特徴がその点に位置するのか位置しないのかを判定する方法及びアルゴリズムを含む。一般に、特徴の認識は、まず、例えばガウシアン平滑化などの画像の平滑化プロセスを含み得る。次いで、この方法は、例えば、エッジ、コーナ、プロブ、及び隆起部などの特徴タイプの特定を試みる。エッジは、2つの画像領域の間の境界である。エッジは、画像の輝度の鋭い変化又は不連続性を検出する

50

ことにより見つけることができる。そのような画像の輝度の不連続性は、深さ、表面配向、又は材料特性の変化を示すことが分かっている。使用できるエッジを検出する技法の1つは、キャニーエッジ検出器である。

#### 【0062】

コーナ検出は、方向の急な変化又は高レベルの曲率を判定する解析を伴う。使用できるコーナ検出技法の1つは、例えば、SUSAN (Smallest Univalued Segment Assimilating Nucleus) コーナ検出器である。プロブは、周囲の領域と比較すると異なる特性又は色を有する関心の領域である。プロブ検出器は、以下の2つの主な分類に分かれ、すなわち、1) 導関数表現に基づいた微分法、及び2) 強度特性の極値に基づいた方法である。使用できるプロブ検出技法の1つは、ラ

10

#### 【0063】

隆起部検出及び谷検出は、画像中の内部の細長い対象が極大値又は極小値を示すか判定する。隆起部は、このシークエンスに隣接したものよりかなり高い又は低い強度値を有する一連の画素が存在するときに生じる。検出プロセスは、隆起部を横切る方向が第2の方向導関数から得られ、ピークが第1の方向導関数から求められるような方向導関数を算出することを含む。

#### 【0064】

次に、プロセス136は、幾何学ルールを画像に適用して、高い情報内容プロファイル

20

#### 【0065】

例示的な実施形態は、軸23まわりにモータにより回転させられる回転ミラーを有する測定ヘッドを有するものとしてレーザスキャナを説明するが、これは、例示のためのものであり、クレームされた発明は、そのように限定されるべきではないことを理解されたい。次に、図13を参照すると、測定ヘッド22に配置されたガルバノミラー構成を有する別の実施形態が示されている。一般にガルバノと呼ばれるガルバノメータ150A、150Bは、電流に応じて移動する装置である。第1のガルバノ150Aを第2のガルバノ150Bに直交するように配置することにより、ガルバノ150A、150Bは、それぞれ2つの軸154、156まわりにミラー152A、152Bを移動させることができる。一実施形態では、軸154、156は相互に直交すると共に、ミラー152A、152Bは相互に直交する。結果として、測定ビームLsは、半径方向の扇形に広げられた線ではなく対象上の領域158の上の点を照明するように向けることができる。一実施形態では、ガルバノ150A、150Bは、コントローラ38に電氣的に結合される。一実施形態

30

40

#### 【0066】

一実施形態では、コントローラ38は、対象点までの距離を決定し、これをエンコーダ160のデータと関連させて、装置149から三次元座標データ(例えば、X、Y、Z)を決定する。一実施形態では、単一のガルバノ150Aが、ガルバノ150Bなしで使用され、光ビームが2つの次元でなく単一の次元に沿って移動させられるようになっている。この場合には、両次元に沿った三次元座標を得るためのオペレータによる非接触式測定

50

装置 149 の移動となる。

【0067】

いくつかの実施形態では、ガルバノミラー構成は、狭い視野、例えば、 $+/-20^\circ$ などにわたって2次元でスキャンすることができる。これらの実施形態では、測定ヘッド22は、自在軸受組立体37、モータ29、及びエンコーダ35を備えることができる。モータ29は、軸まわりに測定ヘッドを回転させ、一方、エンコーダ35は、コントローラ38へ信号を供給する。これにより、コントローラ38は、三次元座標を決定するために、測定ヘッド22の角度向きを決定することが可能となる。ガルバノミラー構成の使用は、測定レーザビームの方向付けが可能となるので、さらなる利点をもたらすことができることを理解されたい。したがって、コントローラ38は、光学スキャン中に幾何学的形状の変化を検出することにより、表面点密度を変えることが可能であり得る。本実施形態では、幾何学ルールモジュール100は、光学スキャン中に動作させられる。幾何学的変化が検出されると、コントローラは、幾何学的変化の領域に向けてレーザビームを戻すように向け、それによりこの領域について表面点密度を増大させることができる。このようにして、上記の初期スキャンを省略し、時間を節約し、さらにデータ記憶の必要を減少させることができる。

10

【0068】

非接触式測定装置162の別の実施形態が、図14に示されている。本実施形態では、ミラーは、微小電気機械システム(MEMS)装置164である。一実施形態では、MEMS装置164は、半導体デバイス168に取り付けられたミラー166を含む。一実施形態では、MEMS装置164は、24ピンのチップに装着されたMirrorcle Technologies, Inc.のデュアル軸のスキャンミラーである。MEMS装置164は、2つの直交軸170、172まわりにミラー166を動かすために、容量性のプレート間に大きい電位を使用する。例示的な実施形態では、MEMS装置164は、軸ごとに $-10^\circ$ から $+10^\circ$ のスキャン角度でミラー166を回転させることができる。上述のガルバノミラーシステムと同様に、MEMS装置164は、線ではなく領域174の上の表面点の照明を可能にする。

20

【0069】

例示的な実施形態では、ミラー166の向きは、印加した電圧に正比例する。一実施形態では、自在軸受組立体37、エンコーダ35、及びモータ29は、測定ヘッド22に結合されて、装置162が一軸まわりに回転することを可能にする。これは、測定した対象点の座標データ(X, Y, Z)を決定するために、コントローラ38が、印加電圧及びミラー29の位置に基づいて距離及び強度データをミラー166の角度に相関させることができるので、エンコーダをなくすことができるという点において利点をもたらす。別の実施形態では、MEMS装置164は、所望の方向に回転できる小型のミラー要素のアレイを含む。

30

【0070】

MEMS装置164の使用は、領域の上に光ビームを向けることができるので、光学スキャン中に表面点の密度を変えることができるというさらなる利点をもたらすことができることを理解されたい。幾何学的形状の変化が検出されると、コントローラ38は、幾何学的変化の領域の上へレーザビームを戻すように向け、この領域内の表面点の密度を増大させるようにすることができる。

40

【0071】

図1~図4に示したタイプのスキャナは、両角度方向のいずれかの速度を調整することができる軸23、25用の独立した回転ドライブを有する。両軸の角速度が比例的に変更される場合、螺旋パターンの一般的な経路は同じままであるが、この経路に沿って収集される生データ点の個数は遅い場合及び速い場合によって異なる。各3D座標を決定するために使用される生データ点の個数に応じて、3D座標の個数は変化する可能性があり、又は速度の変化前と同じ個数をとどめることができる。異なる比率により軸23、25の速度を変更することもでき、結果として光ビームにとって異なる経路になる。

50

## 【 0 0 7 2 】

例えば、図 1 3、図 1 4 に示すような、異なるビーム操縦法を用いたスキャナの場合、2 つの直交軸における角運動と同様の原理の適用は、比例又は非比例の量だけ変更され得る。

## 【 0 0 7 3 】

技術的な効果及び利点には、可変の表面点密度でポリウムの三次元光学スキャンを可能にする能力が含まれる。これにより、関心の領域においてより高い分解能を有するより高速なスキャンをもたらすことができる。さらなる技術的な効果及び利点には、スキャンデータに用いられるコンピュータ記憶の量の減少が含まれる。

## 【 0 0 7 4 】

当業者により理解されるように、本発明の各態様は、システム、方法、又はコンピュータプログラム製品として具体化することができる。したがって、本発明の態様は、完全にハードウェアの実施形態、(ファームウェア、常駐ソフトウェア、マイクロコードなどが含まれる)完全にソフトウェアの実施形態、又は「回路」、「モジュール」、「ユニット」、及び「システム」と本明細書において全て一般的に呼ばれ得るソフトウェアとハードウェアの態様を組み合わせた実施形態の形をとることができる。さらに、本発明の態様は、そこに具体化されるコンピュータ可読プログラムコードを有する 1 以上のコンピュータ可読媒体に具体化されるコンピュータプログラム製品の形をとることができる。

## 【 0 0 7 5 】

1 以上のコンピュータ可読媒体の任意の組み合わせを利用することができる。このコンピュータ可読媒体は、コンピュータ可読信号媒体又はコンピュータ可読記憶媒体とすることができる。コンピュータ可読記憶媒体は、例えば、電子的、磁氣的、光学的、電磁的、赤外線、又は半導体のシステム、機器、又は装置、あるいは前述のものの任意の適切な組み合わせとすることができるが、それらに限定されない。コンピュータ可読媒体のより具体的な例(網羅的でないリスト)には、以下のものが含まれる; 1 以上の配線を有する電気接続、ポータブルコンピュータディスク、ハードディスク、ランダムアクセスメモリ(RAM)、リードオンリーメモリ(ROM)、消去可能プログラマブルROM(EPROM又はフラッシュメモリ)、光ファイバ、ポータブルコンパクトディスクROM(CD-ROM)、光記憶装置、磁気記憶装置、又は前述の任意の適切な組み合わせ。本明細書の文脈では、コンピュータ可読記憶媒体は、命令実行システム、機器、又は装置により又はこれらと共に用いられるプログラムを含む又は記憶することができる任意の有形の媒体とすることができる。

## 【 0 0 7 6 】

コンピュータ可読信号媒体は、例えば、ベースバンドに又は搬送波の部分としてコンピュータ可読プログラムコードが埋め込まれた伝播データ信号を含み得る。そのような伝播信号は、限定はされるものではないが、電磁的、光学的又はこれらの任意の適切な組み合わせを含む任意の様々な形態を取り得る。コンピュータ可読信号媒体は、コンピュータ可読記憶媒体ではなく、命令実行システム、機器、又は装置により使用される、あるいはこれらと共に使用されるプログラムを通信、伝搬、又は伝送させることができる任意のコンピュータ可読媒体であり得る。

## 【 0 0 7 7 】

コンピュータ可読媒体に埋め込まれたプログラムコードは、限定はされるものではないが、無線、有線、光ファイバケーブル、RF等、又はこれらの任意の適切な組合を含む任意の適切な媒体を用いて伝送され得る。

## 【 0 0 7 8 】

本発明の各態様のための動作を実行するためのコンピュータプログラムコードは、Java(登録商標)、Smalltalk、C++などのオブジェクト指向プログラミング言語、及びCプログラミング言語又は類似のプログラミング言語などの従来の手続きプログラミング言語を含む 1 以上のプログラミング言語の任意の組み合わせで書かれ得る。プログラムコードは、全体的にレーザスキャナ上で、部分的にレーザスキャナ上で、スタンドア

10

20

30

40

50

ロンのソフトウェアパッケージとして、部分的にレーザスキャナ上かつ部分的に接続されたコンピュータ上で、部分的レーザスキャナ上かつ部分的にリモートコンピュータ上で、又は全体的にリモートのコンピュータ又はサーバ上で実行できる。後者の場合は、リモートコンピュータは、ローカルエリアネットワーク（LAN）又は広域ネットワーク（WAN）を含む任意のタイプのネットワークを介してレーザスキャナに接続することができ、接続は、外部のレーザスキャナに（例えば、インターネットサービスプロバイダーを用いてインターネットを介して）行われ得る。

**【0079】**

本発明の各態様は、本発明の実施形態による方法、機器（システム）及びコンピュータプログラム製品の流れ図及び／又はブロック図を参照して説明されている。流れ図及び／又はブロック図の各ブロック、ならびに流れ図及び／又はブロック図のブロックの組み合わせは、コンピュータプログラム命令により実行することができることが理解されよう。

10

**【0080】**

これらのコンピュータプログラム命令は、汎用コンピュータ、専用コンピュータ、又は機械を作り出す他のプログラム可能データ処理装置のプロセッサに与えることができ、それによりコンピュータ又は他のプログラム可能データ処理装置のプロセッサを介して実行する命令が、流れ図及び／又はブロック図のブロックで特定される機能／動作を実施する手段を生成するようになっている。これらのコンピュータプログラム命令は、コンピュータ可読媒体に記憶することもでき、これは、コンピュータ、他のプログラム可能データ処理装置、又は他の装置に特定のやり方で機能するように指令することができ、コンピュータ可読媒体に記憶される命令が、流れ図及び／又はブロック図のブロックで特定される機能／動作を実施する命令を含む製造物を生成するようになっている。

20

**【0081】**

コンピュータプログラム命令を、コンピュータ、他のプログラム可能データ処理装置、又は他の装置にロードし、コンピュータ又は他のプログラム可能装置上で実行される命令が流れ図及び／又はブロック図のブロックで特定される機能／動作を実施するためのプロセスを実現するように、一連の動作ステップをこのコンピュータ、他のプログラム可能機器、又は他の装置上で実行させてコンピュータ実行プロセスを生成することもできる。

**【0082】**

図中の流れ図及びブロック図は、本発明の様々な実施形態によるシステム、方法、コンピュータプログラム製品の可能な実施に係るアーキテクチャ、機能、及び動作を示す。この点において、流れ図又はブロック図の各ブロックは、特定された論理機能を実現するための1以上の実行可能な命令を含むモジュール、セグメント、又はコードの一部を表すことができる。いくつかの代替実施形態では、ブロックに示された機能は、図に示した順序以外で行うことができることにも留意されたい。例えば、連続して示された2つのブロックは、実際には、ほぼ同時に実行することができ、又は場合によっては、ブロックは、含まれる機能次第では逆の順序で実行することができる。ブロック図及び／又は流れ図の各ブロック、ならびにブロック図及び／又は流れ図のブロックの組み合わせは、特定された機能又は動作、あるいは特定目的のハードウェア及びコンピュータの命令の組み合わせを実行する特定目的のハードウェアベースのシステムにより実施することもできることにも留意されよう。

30

40

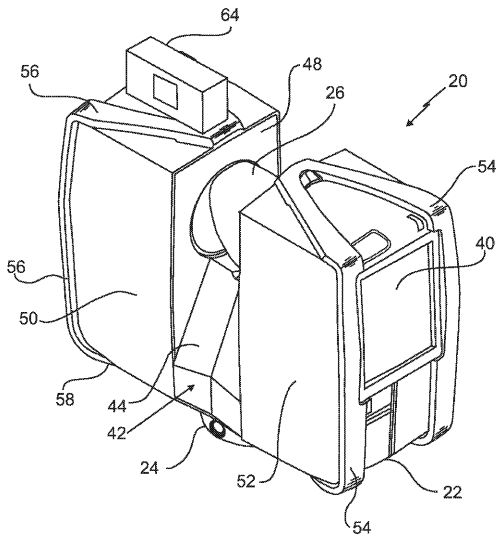
**【0083】**

本発明を限られた数だけの実施形態をと共に詳細に説明してきたが、本発明は、そのような開示した実施形態に限定されないことが容易に理解されよう。むしろ、本発明は、これまでに記載されていない任意の数の変形物、代替物、置換物、又は均等な構成を組み込むように修正可能であり、しかし、これらは、本発明の精神及び範囲と同等である。さらに、本発明の様々な実施形態を説明してきたが、本発明の各態様は、記載した実施形態のほんの一部を含むことができることを理解されたい。したがって、本発明は、前述の説明により限定されると理解されるべきではなく、添付の特許請求の範囲によってのみ限定される。

50

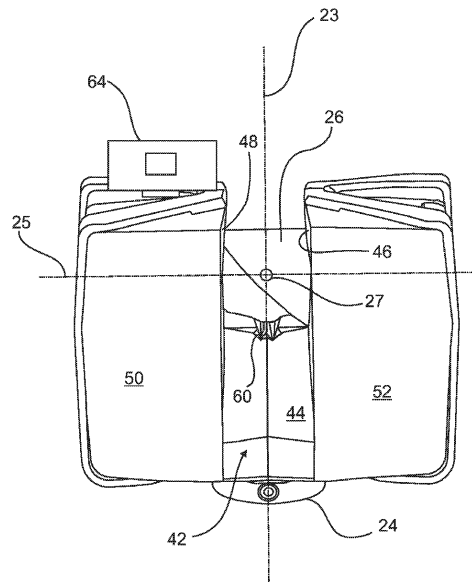
【 図 1 】

FIG. 1



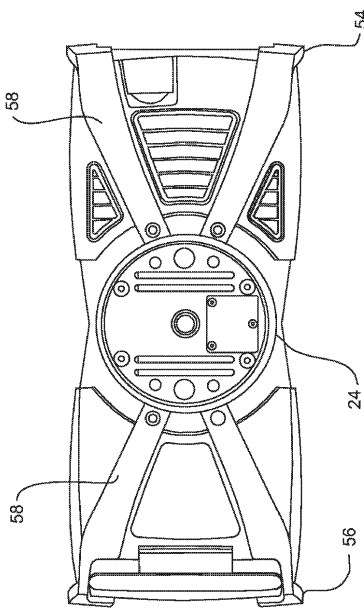
【 図 2 】

FIG. 2

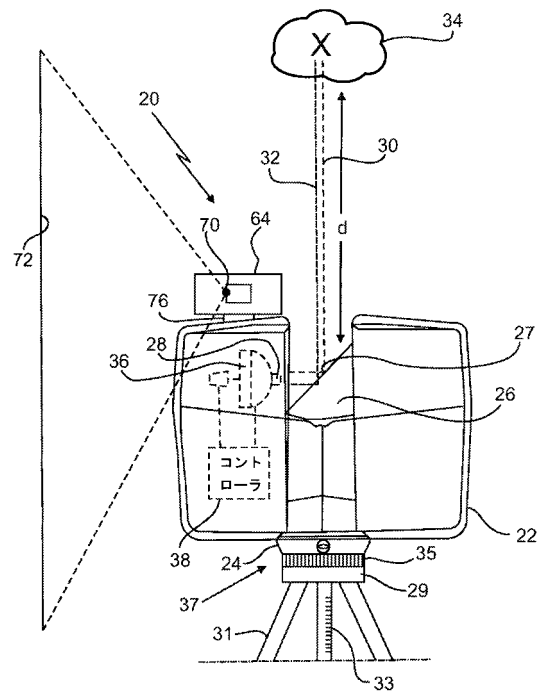


【 図 3 】

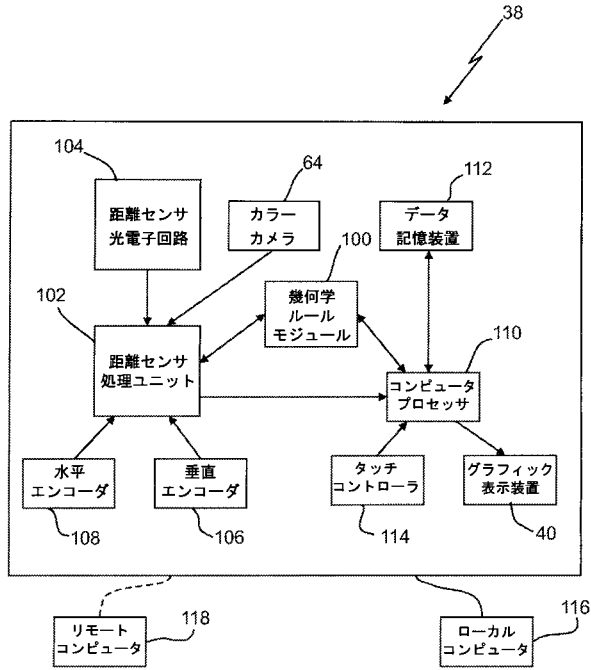
FIG. 3



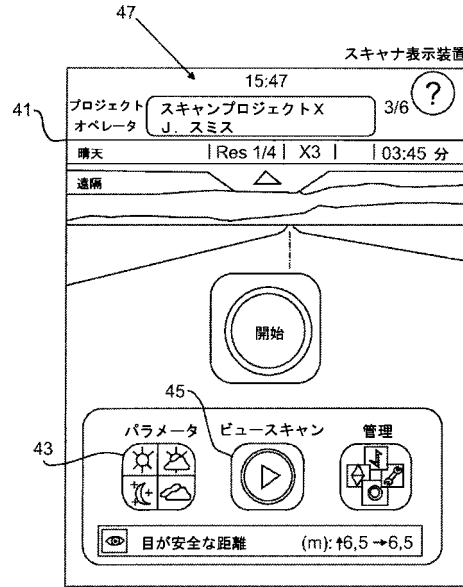
【 図 4 】



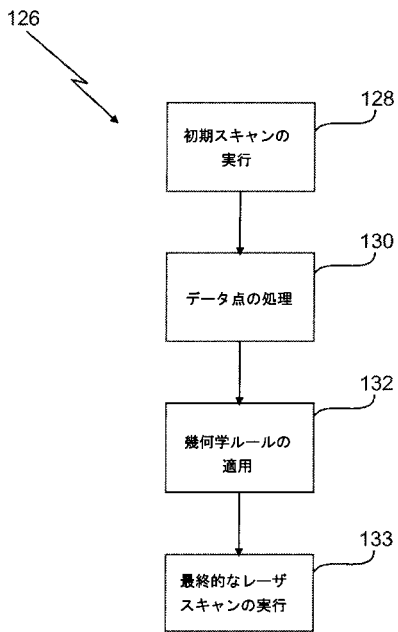
【図5】



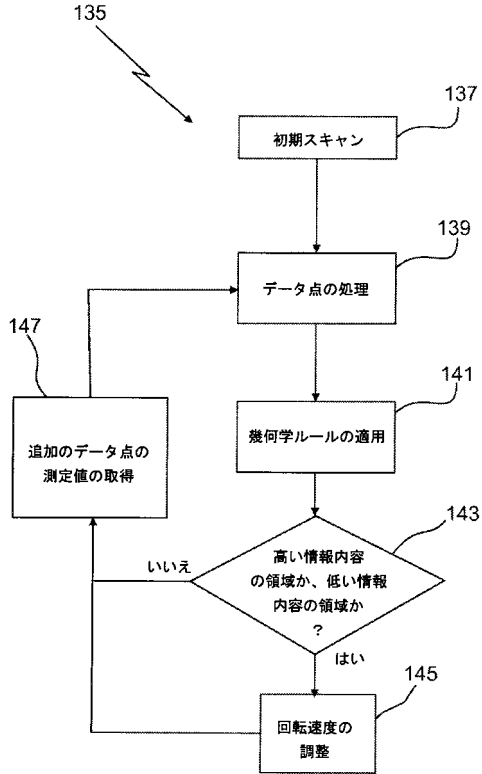
【図6】



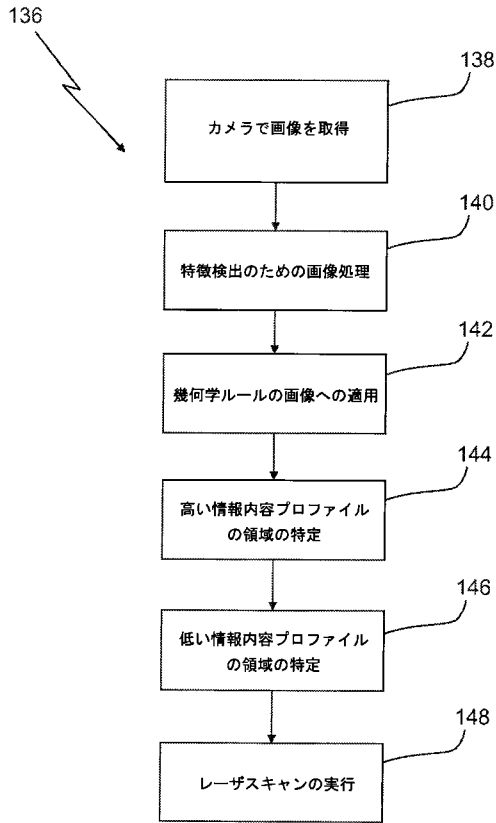
【図7】



【図8】

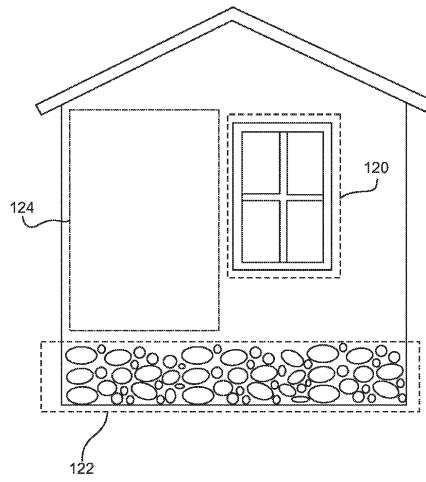


【 図 9 】



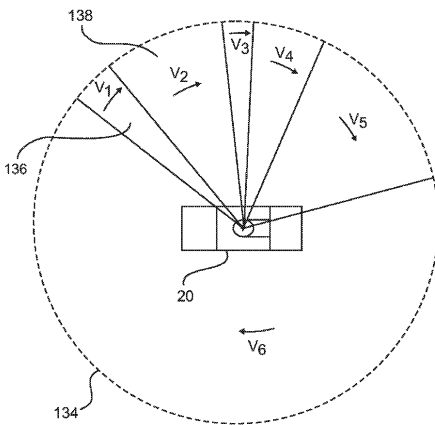
【 図 1 0 】

FIG. 10



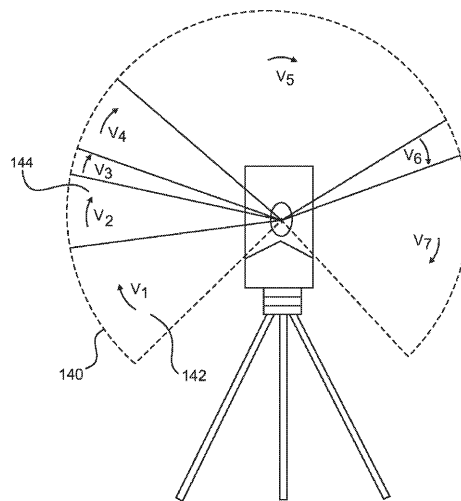
【 図 1 1 】

FIG. 11



【 図 1 2 】

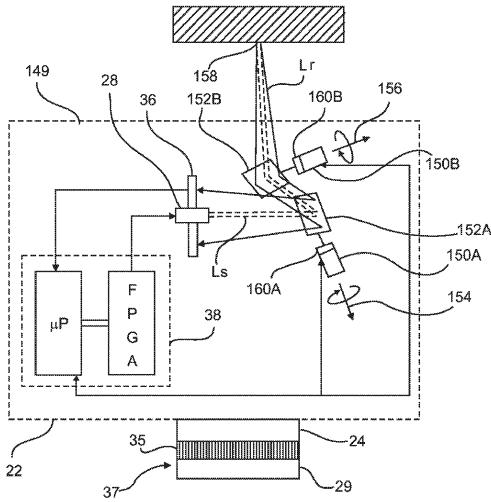
FIG. 12





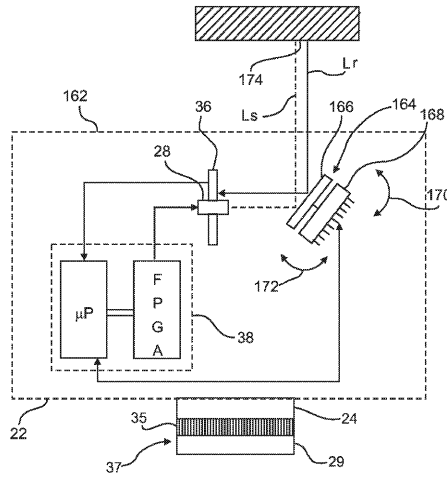
【 図 1 3 】

FIG. 13



【 図 1 4 】

FIG. 14



【 手続 補正 書 】

【 提 出 日 】 平 成 27 年 3 月 17 日 ( 2015. 3. 17 )

【 手続 補正 1 】

【 補正 対 象 書 類 名 】 特 許 請 求 の 範 囲

【 補正 対 象 項 目 名 】 全 文

【 補正 方 法 】 変 更

【 補正 の 内 容 】

【 特 許 請 求 の 範 囲 】

【 請 求 項 1 】

表面の三次元 ( 3 D ) 座標の測定時にスキャナにより放出される光ビームの角速度を動的に調整する方法であって、

前記光ビームを放出する光源、鏡面を有するミラー、第 1 軸を中心に前記ミラーを回転させる第 1 モータ、第 2 軸を中心に前記ミラーを回転させる第 2 モータ、前記第 1 軸を中心とした前記ミラーの回転の第 1 角度を測定する第 1 角度測定装置、前記第 2 軸を中心とした前記ミラーの回転の第 2 角度を測定する第 2 角度測定装置、前記表面において反射した前記光ビームに応じて第 1 電気信号を生成する受信器、空気中の前記光ビームの速度及び前記第 1 電気信号に少なくとも部分的に基づいて距離を測定する距離計、及びプロセッサを有する前記スキャナであって、前記第 1 軸及び前記第 2 軸は前記鏡面上の第 1 座標系の原点において交差し、前記光ビームは、前記光源から前記原点に向けて送られ、前記鏡面において反射して前記表面へ向けて送られ、前記表面において反射して前記鏡面上の前記原点に向けて戻され、戻された前記光ビームは前記鏡面において反射し前記受信器へ送られ、グレースケール値が前記第 1 電気信号に少なくとも部分的に基づいて決定されるスキャナを用意するステップと、

前記プロセッサを用いて、初期第 1 角速度としての前記第 1 軸に関して選択された第 1 角速度、及び初期第 2 角速度としての前記第 2 軸に関して選択された第 2 角速度を設定す

るステップと、

前記光源を用いて前記光ビームを放出するステップと、

前記表面上の複数の第 1 点に対応する複数の第 1 の 3 D 座標及び複数の第 1 グレースケール値を得るステップと、

前記プロセッサを用いて、複数の前記第 1 の 3 D 座標の変化、複数の前記第 1 の 3 D 座標の変化の統計的尺度、複数の前記第 1 グレースケール値、前記表面の公称特性、前記表面の C A D モデル、及び前記表面への前記光ビームの入射の角度からなる群から選択されるパラメータに少なくとも部分的に基づいて、品質尺度を計算するステップと、

前記プロセッサを用いて、前記品質尺度に少なくとも部分的に基づいて、前記第 1 軸に関する第 3 角速度及び前記第 2 軸に関する第 4 角速度を決定するステップと、

前記表面上の複数の第 2 点に対応する複数の第 2 の 3 D 座標及び複数の第 2 グレースケール値を得るステップと、

を含み、

前記複数の第 1 の 3 D 座標及び複数の第 1 グレースケール値を得るステップは、

前記第 1 モータ及び前記第 2 モータを用いて、前記選択した第 1 角速度及び前記初期第 2 角速度において前記光ビームを移動させ、それに応じて、前記複数の第 1 点の 1 つにおいて前記表面と前記光ビームとを交差させるステップと、

前記第 1 角度測定装置を用いて、前記回転の第 1 角度を測定するステップと、

前記第 2 角度測定装置を用いて、前記回転の第 2 角度を測定するステップと、

前記距離計を用いて、第 1 距離を測定するステップと、

前記プロセッサを用いて、前記第 1 角度、前記第 2 角度、及び前記第 1 距離に少なくとも部分的に基づいて、前記複数の第 1 点の 1 つの前記第 1 の 3 D 座標を決定するステップと、

前記複数の第 1 点の 1 つの前記第 1 グレースケール値を決定するステップと、

を前記複数の第 1 点毎に一度実行し、

前記複数の第 2 の 3 D 座標及び複数の第 2 グレースケール値を得るステップは、

前記第 1 モータ及び前記第 2 モータを用いて、前記第 3 角速度及び前記第 4 角速度において前記光ビームを移動させ、それに応じて、前記複数の第 2 点の 1 つにおいて前記表面と前記光ビームとを交差させるステップと、

前記第 1 角度測定装置を用いて、前記回転の第 1 角度を測定するステップと、

前記第 2 角度測定装置を用いて、前記回転の第 2 角度を測定するステップと、

前記距離計を用いて、第 1 距離を測定するステップと、

前記プロセッサを用いて、前記第 1 角度、前記第 2 角度、及び前記第 1 距離に少なくとも部分的に基づいて、前記複数の第 2 点の 1 つの前記第 2 の 3 D 座標を決定するステップと、

前記複数の第 2 点の 1 つの前記第 2 グレースケール値を決定するステップと、

前記第 2 の 3 D 座標を記憶するステップと、

前記第 2 グレースケール値を記憶するステップと、

を前記複数の第 2 点毎に少なくとも一度実行する、

ことを特徴とする方法。

#### 【請求項 2】

請求項 1 に記載の方法であって、

前記品質尺度を計算するステップにおいて、前記複数の第 1 点の少なくとも一部について、前記品質尺度は、さらに前記第 1 距離の変化に少なくとも部分的に基づいて計算される、

ことを特徴とする方法。

#### 【請求項 3】

請求項 1 に記載の方法であって、

前記品質尺度を計算するステップにおいて、前記複数の第 1 点の少なくとも一部について、前記品質尺度は、さらに前記第 1 距離の変動の統計的尺度に少なくとも部分的に基づ

いて計算される、

ことを特徴とする方法。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の方法であって、

前記品質尺度を計算するステップにおいて、前記品質尺度は、さらに前記複数の第 1 点の少なくとも一部の前記測定したグレースケール値に少なくとも部分的に基づいて計算される、

ことを特徴とする方法。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の方法であって、

前記品質尺度を計算するステップにおいて、前記品質尺度は、さらに前記複数の第 1 点の少なくとも一部の前記第 1 の 3 D 座標に少なくとも部分的に基づいて計算される、

ことを特徴とする方法。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の方法であって、

前記プロセッサを用いて、選択された第 1 角速度及び選択された第 2 角速度を設定するステップにおいて、前記選択した第 1 角速度及び選択した第 2 角速度の少なくとも一つは、品質基準に基づいて設定される、

ことを特徴とする方法。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の方法であって、

前記プロセッサを用いて、選択された第 1 角速度及び選択された第 2 角速度を設定するステップにおいて、前記品質基準は、前記スキャナにより取得されたデータの公称ノイズに少なくとも部分的に基づいている、

ことを特徴とする方法。

【請求項 8】

請求項 6 に記載の方法であって、

前記プロセッサを用いて、選択された第 1 角速度及び選択された第 2 角速度を設定するステップにおいて、前記品質基準は、前記表面の公称特性に少なくとも部分的に基づいている、

ことを特徴とする方法。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の方法であって、

前記プロセッサを用いて、選択された第 1 角速度及び選択された第 2 角速度を設定するステップにおいて、前記品質基準は、さらに前記表面の C A D モデルに少なくとも部分的に基づいている、

ことを特徴とする方法。

【請求項 10】

請求項 8 に記載の方法であって、

前記プロセッサを用いて、選択された第 1 角速度及び選択された第 2 角速度を設定するステップにおいて、前記品質基準は、さらに前記表面の入射の角度に少なくとも部分的に基づいている、

ことを特徴とする方法。

【請求項 11】

請求項 6 に記載の方法であって、

前記プロセッサを用いて、選択された第 1 角速度及び選択された第 2 角速度を設定するステップにおいて、前記品質基準は、使用者が選択した分解能に少なくとも部分的に基づいている、

ことを特徴とする方法。

【請求項 12】

請求項 6 に記載の方法であって、

前記プロセッサを用いて、選択された第 1 角速度及び選択された第 2 角速度を設定するステップにおいて、前記品質基準は、使用者が選択した精度に少なくとも部分的に基づいている、

ことを特徴とする方法。

【請求項 13】

請求項 6 に記載の方法であって、

前記プロセッサを用いて、選択された第 1 角速度及び選択された第 2 角速度を設定するステップにおいて、前記品質基準は、距離値の範囲に少なくとも部分的に基づいている、ことを特徴とする方法。

【請求項 14】

請求項 1 に記載の方法であって、

前記複数の第 1 の 3 D 座標及び複数の第 1 グレースケール値を得る前記ステップにおいて、一定の時間間隔において、前記複数の第 1 点内の連続する第 1 点についての測定が行われる、

ことを特徴とする方法。

【請求項 15】

請求項 1 に記載の方法であって、

前記複数の第 1 の 3 D 座標及び複数の第 1 グレースケール値を得る前記ステップにおいて、品質基準に少なくとも部分的に基づいた時間間隔において、前記複数の第 1 点内の連続する第 1 点についての測定が行われる、

ことを特徴とする方法。

【請求項 16】

表面の三次元 ( 3 D ) 座標の測定時にスキャナにより放出される光ビームの角速度を動的に調整する方法であって、

前記光ビームを放出する光源、第 1 軸を中心に前記光ビームを回転させる第 1 モータ、第 2 軸を中心に前記光ビームを回転させる第 2 モータ、前記第 1 軸を中心とした前記光ビームの回転の第 1 角度を測定する第 1 角度測定装置、前記第 2 軸を中心とした前記光ビームの回転の第 2 角度を測定する第 2 角度測定装置、空気中の前記光ビームの速度に少なくとも部分的に基づいて距離を測定する距離計、及びプロセッサを有するスキャナを用意するステップと、

前記回転の第 1 角度に対応する第 1 角度及び前記回転の第 2 角度に対応する第 2 角度を含む角度対の集合であって、開始角度対、終了角度対、及び複数の中間角度対を含む集合である測定経路を選択するステップと、

前記プロセッサを用いて、初期角速度に等しい選択された角速度を設定するステップと、

前記表面上の複数の第 1 点に対応する複数の 3 D 座標を得るステップと、

前記複数の第 1 点の前記 3 D 座標を記憶するステップと、

を含み、

前記複数の 3 D 座標を得るステップは、

前記光源を用いて前記光ビームを放出するステップと、

前記第 1 モータ及び前記第 2 モータを用いて、前記選択された角速度において、前記選択された測定経路に沿って前記光ビームを移動させ、それに応じて、前記複数の第 1 点の 1 つにおいて前記表面と前記光ビームとを交差させるステップと、

前記第 1 角度測定装置を用いて、前記回転の第 1 角度を測定するステップと、

前記第 2 角度測定装置を用いて、前記回転の第 2 角度を測定するステップと、

前記距離計を用いて、第 1 距離を測定するステップと、

前記プロセッサを用いて、前記第 1 角度、前記第 2 角度、及び前記第 1 距離に少なくとも部分的に基づいて、前記複数の第 1 点の 1 つの前記 3 D 座標を決定するステップと、

前記プロセッサを用いて、先立って測定された第 1 距離の一部に少なくとも部分的に基

づいて、品質尺度を計算するステップと、

前記プロセッサを用いて、前記品質尺度に少なくとも部分的に基づいて、前記選択された角速度を設定するステップ、

を前記選択された測定経路内の前記複数の第1点毎に一度実行する、  
ことを特徴とする方法。

【請求項17】

スキャナにより表面の三次元(3D)座標を得るための取得レートを動的に調整する方法であって、

光ビームを放出する光源、第1軸を中心に前記光ビームを回転させる第1モータ、第2軸を中心に前記光ビームを回転させる第2モータ、前記第1軸を中心とした前記光ビームの回転の第1角度を測定する第1角度測定装置、前記第2軸を中心とした前記光ビームの回転の第2角度を測定する第2角度測定装置、空気中の前記光ビームの速度に少なくとも部分的に基づいて距離を測定する距離計、及びプロセッサを有するスキャナを用意するステップと、

前記回転の第1角度に対応する第1角度及び前記回転の第2角度に対応する第2角度を含む角度対の集合であって、開始角度対、終了角度対、及び複数の中間角度対を含む集合である測定経路を選択するステップと、

前記プロセッサを用いて、選択された3D座標取得レートを初期3D座標取得レートに設定するステップと、

前記表面上の複数の第1点に対応する複数の3D座標を得るステップと、

前記複数の第1点の前記3D座標を記憶するステップと、

を含み、

前記複数の3D座標を得るステップは、

前記光源を用いて前記光ビームを放出するステップと、

前記第1モータ及び前記第2モータを用いて、前記選択された測定経路に沿って前記光ビームを移動させ、それに応じて、前記複数の第1点の1つにおいて前記表面と前記光ビームとを交差させるステップと、

前記第1角度測定装置を用いて、前記回転の第1角度を測定するステップと、

前記第2角度測定装置を用いて、前記回転の第2角度を測定するステップと、

前記距離計を用いて、第1距離を測定するステップと、

前記プロセッサを用いて、前記第1角度、前記第2角度、及び前記第1距離に少なくとも部分的に基づいて、前記選択された3D座標取得レートに応じた頻度で前記複数の第1点の1つの前記3D座標を決定するステップと、

前記プロセッサを用いて、先立って測定された第1距離の一部に少なくとも部分的に基づいて、品質尺度を計算するステップと、

前記プロセッサを用いて、前記品質尺度に少なくとも部分的に基づいて、前記選択された3D座標取得レートを設定するステップ、

を前記選択された測定経路内の前記複数の第1点毎に一度実行する、  
ことを特徴とする方法。

【手続補正書】

【提出日】平成27年4月24日(2015.4.24)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

表面の三次元(3D)座標の測定時にスキャナにより放出される光ビームの角速度を動的に調整する方法であって、

前記光ビームを放出する光源、鏡面を有するミラー、第1軸を中心に前記ミラーを回転させる第1モータ、第2軸を中心に前記ミラーを回転させる第2モータ、前記第1軸を中心とした前記ミラーの回転の第1角度を測定する第1角度測定装置、前記第2軸を中心とした前記ミラーの回転の第2角度を測定する第2角度測定装置、前記表面において反射した前記光ビームに応じて第1電気信号を生成する受信器、空気中の前記光ビームの速度及び前記第1電気信号に少なくとも部分的に基づいて距離を測定する距離計、及びプロセッサを有する前記スキャナであって、前記第1軸及び前記第2軸は前記鏡面上の第1座標系の原点において交差し、前記光ビームは、前記光源から前記原点に向けて送られ、前記鏡面において反射して前記表面へ向けて送られ、前記表面において反射して前記鏡面上の前記原点に向けて戻され、戻された前記光ビームは前記鏡面において反射し前記受信器へ送られ、グレースケール値が前記第1電気信号に少なくとも部分的に基づいて決定されるスキャナを用意するステップと、

前記プロセッサを用いて、初期第1角速度としての前記第1軸に関して選択された第1角速度、及び初期第2角速度としての前記第2軸に関して選択された第2角速度を設定するステップと、

前記光源を用いて前記光ビームを放出するステップと、

前記表面上の複数の第1点に対応する複数の第1の3D座標及び複数の第1グレースケール値を得るステップと、

前記プロセッサを用いて、複数の前記第1の3D座標の変化、複数の前記第1の3D座標の変化の統計的尺度、複数の前記第1グレースケール値、前記表面の公称特性、前記表面のCADモデル、及び前記表面への前記光ビームの入射の角度からなる群から選択されるパラメータに少なくとも部分的に基づいて、品質尺度を計算するステップと、

前記プロセッサを用いて、前記品質尺度に少なくとも部分的に基づいて、前記第1軸に関する第3角速度及び前記第2軸に関する第4角速度を決定するステップと、

前記表面上の複数の第2点に対応する複数の第2の3D座標及び複数の第2グレースケール値を得るステップと、

を含み、

前記複数の第1の3D座標及び複数の第1グレースケール値を得るステップは、

前記第1モータ及び前記第2モータを用いて、前記選択した第1角速度及び前記初期第2角速度において前記光ビームを移動させ、それに応じて、前記複数の第1点の1つにおいて前記表面と前記光ビームとを交差させるステップと、

前記第1角度測定装置を用いて、前記回転の第1角度を測定するステップと、

前記第2角度測定装置を用いて、前記回転の第2角度を測定するステップと、

前記距離計を用いて、第1距離を測定するステップと、

前記プロセッサを用いて、前記第1角度、前記第2角度、及び前記第1距離に少なくとも部分的に基づいて、前記複数の第1点の1つの前記第1の3D座標を決定するステップと、

前記複数の第1点の1つの前記第1グレースケール値を決定するステップと、

を前記複数の第1点毎に一度実行し、

前記複数の第2の3D座標及び複数の第2グレースケール値を得るステップは、

前記第1モータ及び前記第2モータを用いて、前記第3角速度及び前記第4角速度において前記光ビームを移動させ、それに応じて、前記複数の第2点の1つにおいて前記表面と前記光ビームとを交差させるステップと、

前記第1角度測定装置を用いて、前記回転の第1角度を測定するステップと、

前記第2角度測定装置を用いて、前記回転の第2角度を測定するステップと、

前記距離計を用いて、第1距離を測定するステップと、

前記プロセッサを用いて、前記第1角度、前記第2角度、及び前記第1距離に少なくとも部分的に基づいて、前記複数の第2点の1つの前記第2の3D座標を決定するステップと、

前記複数の第2点の1つの前記第2グレースケール値を決定するステップと、

前記第 2 の 3 D 座標を記憶するステップと、  
前記第 2 グレースケール値を記憶するステップと、  
を前記複数の第 2 点毎に少なくとも一度実行する、  
ことを特徴とする方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の方法であって、  
前記品質尺度を計算するステップにおいて、前記複数の第 1 点の少なくとも一部について、前記品質尺度は、さらに前記第 1 距離の変化に少なくとも部分的に基づいて計算される、  
ことを特徴とする方法。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の方法であって、  
前記品質尺度を計算するステップにおいて、前記複数の第 1 点の少なくとも一部について、前記品質尺度は、さらに前記第 1 距離の変動の統計的尺度に少なくとも部分的に基づいて計算される、  
ことを特徴とする方法。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の方法であって、  
前記品質尺度を計算するステップにおいて、前記品質尺度は、さらに前記複数の第 1 点の少なくとも一部の前記測定したグレースケール値に少なくとも部分的に基づいて計算される、  
ことを特徴とする方法。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の方法であって、  
前記品質尺度を計算するステップにおいて、前記品質尺度は、さらに前記複数の第 1 点の少なくとも一部の前記第 1 の 3 D 座標に少なくとも部分的に基づいて計算される、  
ことを特徴とする方法。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の方法であって、  
前記プロセッサを用いて第 3 角速度及び第 4 角速度を決定するステップにおいて、前記第 3 角速度及び第 4 角速度の少なくとも 1 つは、品質基準に基づいて設定される、  
ことを特徴とする方法。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の方法であって、  
前記プロセッサを用いて第 3 角速度及び第 4 角速度を決定するステップにおいて、前記品質基準は、前記スキャナにより取得されたデータの公称ノイズに少なくとも部分的に基づいている、  
ことを特徴とする方法。

【請求項 8】

請求項 6 に記載の方法であって、  
前記プロセッサを用いて第 3 角速度及び第 4 角速度を決定するステップにおいて、前記品質基準は、前記表面の公称特性に少なくとも部分的に基づいている、  
ことを特徴とする方法。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の方法であって、  
前記プロセッサを用いて第 3 角速度及び第 4 角速度を決定するステップにおいて、前記品質基準は、さらに前記表面の C A D モデルに少なくとも部分的に基づいている、  
ことを特徴とする方法。

【請求項 10】

請求項 8 に記載の方法であって、

前記プロセッサを用いて第3角速度及び第4角速度を決定するステップにおいて、前記品質基準は、さらに前記表面の入射の角度に少なくとも部分的に基づいている、  
ことを特徴とする方法。

【請求項11】

請求項6に記載の方法であって、

前記プロセッサを用いて第3角速度及び第4角速度を決定するステップにおいて、前記品質基準は、使用者が選択した分解能に少なくとも部分的に基づいている、  
ことを特徴とする方法。

【請求項12】

請求項6に記載の方法であって、

前記プロセッサを用いて第3角速度及び第4角速度を決定するステップにおいて、前記品質基準は、使用者が選択した精度に少なくとも部分的に基づいている、  
ことを特徴とする方法。

【請求項13】

請求項6に記載の方法であって、

前記プロセッサを用いて第3角速度及び第4角速度を決定するステップにおいて、前記品質基準は、距離値の範囲に少なくとも部分的に基づいている、  
ことを特徴とする方法。

【請求項14】

請求項1に記載の方法であって、

前記複数の第1の3D座標及び複数の第1グレースケール値を得る前記ステップにおいて、一定の時間間隔において、前記複数の第1点内の連続する第1点についての測定が行われる、  
ことを特徴とする方法。

【請求項15】

請求項1に記載の方法であって、

前記複数の第1の3D座標及び複数の第1グレースケール値を得る前記ステップにおいて、品質基準に少なくとも部分的に基づいた時間間隔において、前記複数の第1点内の連続する第1点についての測定が行われる、  
ことを特徴とする方法。

【請求項16】

表面の三次元(3D)座標の測定時にスキャナにより放出される光ビームの角速度を動的に調整する方法であって、

前記光ビームを放出する光源、第1軸を中心に前記光ビームを回転させる第1モータ、第2軸を中心に前記光ビームを回転させる第2モータ、前記第1軸を中心とした前記光ビームの回転の第1角度を測定する第1角度測定装置、前記第2軸を中心とした前記光ビームの回転の第2角度を測定する第2角度測定装置、空気中の前記光ビームの速度に少なくとも部分的に基づいて距離を測定する距離計、及びプロセッサを有するスキャナを用意するステップと、

前記回転の第1角度に対応する第1角度及び前記回転の第2角度に対応する第2角度を含む角度対の集合であって、開始角度対、終了角度対、及び複数の中間角度対を含む集合である測定経路を選択するステップと、

前記プロセッサを用いて、初期角速度に等しい選択された角速度を設定するステップと、

前記表面上の複数の第1点に対応する複数の3D座標を得るステップと、

前記複数の第1点の前記3D座標を記憶するステップと、

を含み、

前記複数の3D座標を得るステップは、

前記光源を用いて前記光ビームを放出するステップと、

前記第1モータ及び前記第2モータを用いて、前記選択された角速度において、前記選



択された測定経路に沿って前記光ビームを移動させ、それに応じて、前記複数の第1点の1つにおいて前記表面と前記光ビームとを交差させるステップと、

前記第1角度測定装置を用いて、前記回転の第1角度を測定するステップと、

前記第2角度測定装置を用いて、前記回転の第2角度を測定するステップと、

前記距離計を用いて、第1距離を測定するステップと、

前記プロセッサを用いて、前記第1角度、前記第2角度、及び前記第1距離に少なくとも部分的に基づいて、前記複数の第1点の1つの前記3D座標を決定するステップと、

前記プロセッサを用いて、先立って測定された第1距離の一部に少なくとも部分的に基づいて、品質尺度を計算するステップと、

前記プロセッサを用いて、前記品質尺度に少なくとも部分的に基づいて、前記選択された角速度を設定するステップ、

を前記選択された測定経路内の前記複数の第1点毎に一度実行する、

ことを特徴とする方法。

#### 【請求項17】

スキャナにより表面の三次元(3D)座標を得るための取得レートを動的に調整する方法であって、

光ビームを放出する光源、第1軸を中心に前記光ビームを回転させる第1モータ、第2軸を中心に前記光ビームを回転させる第2モータ、前記第1軸を中心とした前記光ビームの回転の第1角度を測定する第1角度測定装置、前記第2軸を中心とした前記光ビームの回転の第2角度を測定する第2角度測定装置、空気中の前記光ビームの速度に少なくとも部分的に基づいて距離を測定する距離計、及びプロセッサを有するスキャナを用意するステップと、

前記回転の第1角度に対応する第1角度及び前記回転の第2角度に対応する第2角度を含む角度対の集合であって、開始角度対、終了角度対、及び複数の中間角度対を含む集合である測定経路を選択するステップと、

前記プロセッサを用いて、選択された3D座標取得レートを初期3D座標取得レートに設定するステップと、

前記表面上の複数の第1点に対応する複数の3D座標を得るステップと、

前記複数の第1点の前記3D座標を記憶するステップと、

を含み、

前記複数の3D座標を得るステップは、

前記光源を用いて前記光ビームを放出するステップと、

前記第1モータ及び前記第2モータを用いて、前記選択された測定経路に沿って前記光ビームを移動させ、それに応じて、前記複数の第1点の1つにおいて前記表面と前記光ビームとを交差させるステップと、

前記第1角度測定装置を用いて、前記回転の第1角度を測定するステップと、

前記第2角度測定装置を用いて、前記回転の第2角度を測定するステップと、

前記距離計を用いて、第1距離を測定するステップと、

前記プロセッサを用いて、前記第1角度、前記第2角度、及び前記第1距離に少なくとも部分的に基づいて、前記選択された3D座標取得レートに応じた頻度で前記複数の第1点の1つの前記3D座標を決定するステップと、

前記プロセッサを用いて、先立って測定された第1距離の一部に少なくとも部分的に基づいて、品質尺度を計算するステップと、

前記プロセッサを用いて、前記品質尺度に少なくとも部分的に基づいて、前記選択された3D座標取得レートを設定するステップ、

を前記選択された測定経路内の前記複数の第1点毎に一度実行する、

ことを特徴とする方法。

## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/US2013/059649
---

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. G01S17/89 G02B26/10 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01S G02B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2010/134596 A1 (BECKER REINHARD [DE]) 3 June 2010 (2010-06-03) paragraphs [0001], [0002] paragraph [0055] - paragraph [0074]; figures 1-4	1-17
X	----- WO 2011/127375 A1 (POCHIRAJU KISHORE V [US]; MEN HAO [US]; GEBRE BIRUK ASSEFA [US]) 13 October 2011 (2011-10-13) page 1, line 10 - line 15 page 11, line 4 - page 13, line 16; figures 9-12	1-17
Y	----- US 8 072 663 B2 (O'NEILL JAMES [CA] ET AL) 6 December 2011 (2011-12-06) column 4, line 6 - column 7, line 29; figures 1A-4B	1-17
	----- -/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 19 November 2013		Date of mailing of the international search report 28/11/2013
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Petelski, Torsten

1

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US2013/059649

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2010/149407 A1 (LEE KI MIN [KR] ET AL) 17 June 2010 (2010-06-17) paragraph [0053] - paragraph [0061] paragraph [0183] - paragraph [0200]; figures 23-25 -----	1-17

1

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/US2013/059649

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2010134596 A1	03-06-2010	CN 101416024 A DE 202006005643 U1 EP 2005112 A1 JP 2009531674 A US 2010134596 A1 WO 2007118478 A1	22-04-2009 06-07-2006 24-12-2008 03-09-2009 03-06-2010 25-10-2007
-----	-----	-----	-----
WO 2011127375 A1	13-10-2011	US 2013054187 A1 WO 2011127375 A1	28-02-2013 13-10-2011
-----	-----	-----	-----
US 8072663 B2	06-12-2011	CA 2668064 A1 CN 101589316 A EP 2078212 A1 JP 2010508497 A US 2010053715 A1 WO 2008052365 A1	08-05-2008 25-11-2009 15-07-2009 18-03-2010 04-03-2010 08-05-2008
-----	-----	-----	-----
US 2010149407 A1	17-06-2010	EP 2156140 A1 JP 2010527024 A US 2010149407 A1 WO 2008140253 A1	24-02-2010 05-08-2010 17-06-2010 20-11-2008
-----	-----	-----	-----

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ

(特許庁注：以下のものは登録商標)

1 . S M A L L T A L K

(72)発明者 ベッカー ベルント - ディートマー

ドイツ連邦共和国 ルートヴィヒスブルク シュトラウスヴェーク 12

(72)発明者 ギッティンガー ユルゲン

ドイツ連邦共和国 ルートヴィヒスブルク アム ツッカーベルク 79/1

Fターム(参考) 2H045 AB01 AB13 AB44 BA15 DA11

5J084 AA04 AA05 AA10 AD01 AD02 AD05 BA03 BA34 BA50 BB11

BB28 CA03 CA07 CA31 CA65 CA67 CA70 CA71 EA04