

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6886985号
(P6886985)

(45) 発行日 令和3年6月16日 (2021.6.16)

(24) 登録日 令和3年5月19日 (2021.5.19)

(51) Int.Cl.

G 0 1 B 11/24 (2006.01)

F I

G O 1 B 11/24

K

請求項の数 32 (全 40 頁)

(21) 出願番号	特願2018-550467 (P2018-550467)	(73) 特許権者	591037214
(86) (22) 出願日	平成29年3月22日 (2017.3.22)		フラウンホッフアーゲーゼルスシャフト ツ
(65) 公表番号	特表2019-510227 (P2019-510227A)		ァ フェルダールング デァ アンゲヴァ
(43) 公表日	平成31年4月11日 (2019.4.11)		ンテン フォアシュンク エー. ファオ
(86) 国際出願番号	PCT/EP2017/056885		ドイツ連邦共和国 80686 ミュンヘ
(87) 国際公開番号	W02017/162778		ン ハンザシュトラッセ 27 ツェー
(87) 国際公開日	平成29年9月28日 (2017.9.28)	(74) 代理人	100079577
審査請求日	平成30年11月26日 (2018.11.26)		弁理士 岡田 全啓
(31) 優先権主張番号	16161794.9	(74) 代理人	100167966
(32) 優先日	平成28年3月22日 (2016.3.22)		弁理士 扇谷 一
(33) 優先権主張国・地域又は機関	欧州特許庁 (EP)	(72) 発明者	ドゥーガ イェンス
			ドイツ連邦共和国 01307 ドレスデ
			ン ブルックハルトシュトラッセ 7

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 イメージに基づいたトリガーを持つ対象物の三次元測定のための装置および方法およびコンピュータプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

対象物の三次元測定のための装置 (100; 200; 700) であって、

測定カメラ (4101) からイメージ情報を得て、前記イメージ情報 (110; 210; 710) のイメージコンテンツに依存して、測定結果を決定するための評価手段への前記イメージ情報の転送、または、測定結果を決定するための評価手段による前記イメージ情報の評価をトリガーするように構成されたトリガー手段 (130; 230; 716; 722; 726) を含み、

前記トリガー手段 (130; 230; 716; 722; 726) は、特定の空間距離で測定結果を生成するために、または、等しい空間距離で測定結果を得るために、前記イメージコンテンツがいつ、基準イメージコンテンツに対して、少なくとも既定のシフト分または既定のシフトより大きくシフトしたかを検出して、前記シフトの検出に依存して、前記イメージ情報の転送、または測定結果を決定するための前記評価手段による前記イメージ情報の前記評価をトリガーするように構成される、対象物の三次元測定のための装置。

【請求項 2】

測定結果を決定するための評価手段への前記イメージ情報の転送、または測定結果を決定するための評価手段による前記イメージ情報の前記評価をトリガーすることは、前記イメージコンテンツに専ら基づいて実行される、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記トリガー手段 (130; 230; 716; 722; 726) は、イメージ分析を実

行し、前記イメージ分析に依存して、測定結果を決定するための評価手段への前記イメージ情報の前記転送、または測定結果を決定するための評価手段による前記イメージ情報の前記評価、あるいは前記イメージ情報の前記評価をトリガーするように構成される、請求項1または請求項2に記載の装置。

【請求項4】

前記トリガー手段（130；230；716；722；726）は、イメージセンサーアナログ信号（710）のアナログ前処理を実行し、前記イメージセンサーアナログ信号の前記アナログ前処理に基づいて、前記イメージ情報（212）の転送、または測定結果を決定するための評価手段による前記イメージ情報の前記評価をトリガーするように構成される、請求項1～請求項3のいずれか1つに記載の装置。

10

【請求項5】

前記トリガー手段（130；230；716；722；726）は、イメージセンサーアナログ信号のデジタル化（240；740）、および、前記イメージセンサーのデジタルインタフェース（242；742）を介した前記イメージ情報のデジタル化されたバージョンのアウトプットをトリガーするように構成される、請求項1～請求項3のいずれか1つに記載の装置。

【請求項6】

前記トリガー手段（130；230；716；722；726）は、イメージセンサーアナログ信号（240；740）を閾値と比較し、前記比較の結果に基づいて、前記イメージセンサーのデジタルインタフェース（242；742）を介した前記イメージ情報のデジタル化されたバージョンの前記アウトプットをトリガーするように構成される、もしくは、

20

前記トリガー手段は、現在のイメージセンサーアナログ信号（210；710）を、アナログメモリに格納されたイメージセンサーアナログ信号と比較して、イメージ情報の時間的な変化を検出し、それに基づいて、前記イメージセンサーのデジタルインタフェース（242；742）を介した前記イメージ情報のデジタル化されたバージョンの前記アウトプットをトリガーするように構成される、もしくは、

前記トリガー手段（130；230；716；722；726）は、複数のイメージセンサーアナログ信号の結合アナログ処理を実行して、前記結合アナログ処理の結果に基づいて、前記イメージセンサーのデジタルインタフェース（242；742）を介した前記イメージ情報のデジタル化されたバージョンの前記アウトプットをトリガーするように構成される、請求項1～請求項5のいずれか1つに記載の装置。

30

【請求項7】

前記トリガー手段（130；230；716；722；726）は、光セクションを示しているイメージ情報（110；210；710）を分析し、前記分析に基づいて、前記イメージ情報の転送、または測定結果を決定するための前記評価手段による前記イメージ情報の前記評価をトリガーするように構成される、請求項1～請求項6の1つに記載の装置。

【請求項8】

前記トリガー手段（130；230；716；722；726）は、光セクションを使用することによって、特徴として、測定対象物が存在する支持材の表面上の、三次元のマーク（4106；4107a；4107b；4107c；4108a；4108b；4108c）、またはレーザーライン（4105）に沿った二次元の光学特性を検出して、検出された特徴に依存して、前記イメージ情報の転送、または測定結果を決定するための前記評価手段による前記イメージ情報の前記評価をトリガーするように構成される、請求項1～請求項7のいずれか1つに記載の装置。

40

【請求項9】

前記トリガー手段（130；230；716；722；726）は、ライン検出の信頼度についての情報またはラインの幅についての情報を得て、それに依存して、前記イメージ情報の転送、または測定結果を決定するための前記評価手段による前記イメージ情報の

50

前記評価をトリガーするように構成される、請求項１～請求項８のいずれか１つに記載の装置。

【請求項１０】

前記トリガー手段（１３０；２３０；７１６；７２２；７２６）は、前記イメージコンテンツに基づいて、前記イメージ情報を生成するカメラ（４１０１）の動き、および／または、前記測定対象物を照射する光源（４１０２）のシフト、および／または、前記測定対象物の動きを決定または推定し、そのようにして、前記光源および／または前記カメラと測定されるべき対象物との間の相対的動きを決定するように構成され、また前記トリガー手段は、特定の空間距離における測定結果の決定を得るために、前記シフトの前記決定または前記推定に依存して、前記イメージ情報の転送、または測定結果を決定するための前記評価手段による前記イメージ情報の前記評価をトリガーするように構成される、請求項１～請求項９のいずれか１つに記載の装置。

10

【請求項１１】

前記トリガー手段（１３０；２３０；７１６；７２２；７２６）は、前記イメージコンテンツの分析の間に、三次元の再構成を使用して動きの推定をする、および／または、前進方向において灰色値の特徴の比較を実行する、および／または、マークを検出する、および／または、色彩語を検出するように構成される、請求項１～請求項１０のいずれか１つに記載の装置。

【請求項１２】

前記トリガー手段（１３０；２３０；７１６；７２２；７２６）は、前記イメージコンテンツの分析の間に、仰角情報または表面情報を評価するように構成される、請求項１～請求項１１のいずれか１つに記載の装置。

20

【請求項１３】

前記トリガー手段（１３０；２３０；７１６；７２２；７２６）は、いくつかの異なる方向から捕捉されたイメージ情報を考慮するように構成される、請求項１～請求項１２のいずれか１つに記載の装置。

【請求項１４】

前記トリガー手段（１３０；２３０；７１６；７２２；７２６）は、１つまたはいくつかの偏光特性、または、１つまたはいくつかの偏光特性の変化を決定し、それに依存して、前記イメージ情報の前記転送、または測定結果を決定するための前記評価手段による前記イメージ情報の前記評価をトリガーするように構成される、請求項１～請求項１３のいずれか１つに記載の装置。

30

【請求項１５】

前記トリガー手段（１３０；２３０；７１６；７２２；７２６）は、結果がアウトプットされるかどうか、または、前記結果のアウトプットが抑制されるかどうかを決定するように構成される、請求項１～請求項１４のいずれか１つに記載の装置。

【請求項１６】

前記トリガー手段（１３０；２３０；７１６；７２２；７２６）は、前記イメージコンテンツの異なる特徴を分析するように構成される、および／または、前記トリガー手段（１３０；２３０；７１６；７２２；７２６）は、前記イメージコンテンツの異なるエリアの特徴を分析するように構成される、請求項１～請求項１５のいずれか１つに記載の装置。

40

【請求項１７】

前記トリガー手段（１３０；２３０；７１６；７２２；７２６）は、１つまたはいくつかのレーザーライン発生器に対して１つまたはいくつかの制御信号を生成する、および／または、１つまたはいくつかの照明手段に対して１つまたはいくつかの制御信号を生成して、前記イメージ情報のイメージコンテンツに依存して、前記測定対象物の照明を変更するように構成される、請求項１～請求項１６のいずれか１つに記載の装置。

【請求項１８】

前記トリガー手段（１３０；２３０；７１６；７２２；７２６）は、前記イメージ情報

50

の前記イメージコンテンツに基づいて、前記測定対象物の関心領域が測定できるかどうかを検出し、それに依存して、前記イメージ情報の前記転送、または測定結果を決定するための前記評価手段による前記イメージ情報の前記評価をトリガーするように構成される、請求項 1～請求項 17 のいずれか 1 つに記載の装置。

【請求項 19】

前記装置は、固定してガイドされる、前記イメージ情報を生成するためのカメラ（4101）、および／または、測定対象物を照射するための光源（4102）無しで、前記測定対象物を三次元的に走査するように構成される、もしくは、前記イメージ情報を生成するための前記カメラおよび／または前記測定対象物を照射するための前記光源は、手動誘導のために構成される、請求項 1～請求項 18 のいずれか 1 つに記載の装置。

10

【請求項 20】

前記装置は、屋外のエリアの対象物を走査して、移動路を測定する、または欠陥位置を検出または測定するように構成される、請求項 1～請求項 19 のいずれか 1 つに記載の装置。

【請求項 21】

対象物の三次元測定のための方法（900）であって、
測定カメラからイメージ情報を受信するステップ（910）と、
前記イメージ情報のイメージコンテンツに依存して、測定結果を決定するための評価手段への前記イメージ情報の転送、または、測定結果を決定するための評価手段による前記イメージ情報の評価をトリガーするステップ（920）とを含み、

20

前記方法は、特定の空間距離で測定結果を生成するために、または、等しい空間距離で測定結果を得るために、

前記イメージコンテンツがいつ、基準イメージコンテンツに対して、少なくとも既定のシフトまたは既定のシフト分より大きくシフトしたかを検出するステップと、

前記シフトの検出に依存して、前記イメージ情報の転送または測定結果を決定するための前記評価手段による前記イメージ情報の前記評価をトリガーするステップを含む、対象物の三次元測定のための方法。

【請求項 22】

コンピュータ上でコンピュータプログラムが作動するとき、請求項 21 に記載の方法を実行するためのコンピュータプログラム。

30

【請求項 23】

対象物の三次元測定のための装置（100；200；700）であって、
測定カメラ（4101）からイメージ情報を得て、前記イメージ情報（110；210；710）のイメージコンテンツに依存して、測定結果を決定するための評価手段への前記イメージ情報の転送、または、測定結果を決定するための評価手段による前記イメージ情報の評価をトリガーするように構成されたトリガー手段（130；230；716；722；726）を含み、

前記トリガー手段は、現在のイメージセンサーアナログ信号（210；710）を、アナログメモリに格納されたイメージセンサーアナログ信号と比較して、イメージ情報の時間的な変化を検出するように構成され、前記アナログ比較は異なるイメージの形成に対応し、前記イメージコンテンツの動きを検出し、それに基づいて、前記イメージセンサーのデジタルインタフェース（242；742）を介した前記イメージ情報のデジタル化されたバージョンのアウトプットをトリガーすることが可能になるように構成される、対象物の三次元測定のための装置。

40

【請求項 24】

システムであって、
前記システムは、対象物の光セクション走査を実行するように構成され、
前記システムは、対象物の三次元測定のための装置（100；200；700）を含み、
前記対象物の三次元測定のための装置は、

50

測定カメラ（４１０１）からイメージ情報を得て、前記イメージ情報（１１０；２１０；７１０）のイメージコンテンツに依存して、測定結果を決定するための評価手段への前記イメージ情報の転送、または、測定結果を決定するための評価手段による前記イメージ情報の評価をトリガーするように構成されたトリガー手段（１３０；２３０；７１６；７２２；７２６）を含み、

前記トリガー手段（１３０；２３０；７１６；７２２；７２６）は、光セクションを使用することによって、測定対象物が存在する支持材の表面上の、三次元のマーク（４１０６；４１０７ａ；４１０７ｂ；４１０７ｃ；４１０８ａ；４１０８ｂ；４１０８ｃ）、またはレーザーライン（４１０５）に沿った二次元の光学特性を特徴として検出して、検出された特徴に依存して、前記イメージ情報の転送、または、測定結果を決定するための前記評価手段による前記イメージ情報の前記評価をトリガーするように構成される、システム。

10

【請求項２５】

対象物の三次元測定のための装置（１００；２００；７００）であって、

測定カメラ（４１０１）からイメージ情報を得て、前記イメージ情報（１１０；２１０；７１０）のイメージコンテンツに依存して、測定結果を決定するための評価手段への前記イメージ情報の転送、または、測定結果を決定するための評価手段による前記イメージ情報の評価をトリガーするように構成されたトリガー手段（１３０；２３０；７１６；７２２；７２６）を含み、

前記トリガー手段（１３０；２３０；７１６；７２２；７２６）は、前記イメージコンテンツに基づいて、前記イメージ情報を生成するカメラ（４１０１）の動き、および／または、前記測定対象物を照射する光源（４１０２）のシフト、および／または、前記測定対象物の動きを決定または推定し、そのようにして、前記光源および／または前記カメラと測定されるべき対象物との間の相対的動きを決定するように構成され、また前記トリガー手段は、前記相対的動きの前記決定または前記推定に依存して、前記イメージ情報の転送、または測定結果を決定するための前記評価手段による前記イメージ情報の前記評価をトリガーし、特定の空間距離での測定結果の決定を得るために、測定結果の前の決定に関連して所望の相対的動きが存在するときには、測定結果の更新された決定をトリガーするように構成される、対象物の三次元測定のための装置。

20

【請求項２６】

対象物の三次元測定のための方法（９００）であって、

測定カメラからイメージ情報を得るステップ（９１０）と、

前記イメージ情報のイメージコンテンツに依存して、測定結果を決定するための評価手段への前記イメージ情報の転送、または、測定結果を決定するための評価手段による前記イメージ情報の評価をトリガーするステップ（９２０）を含み、

現在のイメージセンサーアナログ信号（２１０；７１０）が、アナログメモリに格納されたイメージセンサーアナログ信号と比較されて、イメージ情報の時間的な変化を検出し、アナログ比較が異なるイメージの形成に対応し、前記イメージコンテンツの動きを検出し、それに基づいて、前記イメージセンサーのデジタルインタフェース（２４２；７４２）を介した前記イメージ情報のデジタル化されたバージョンのアウトプットをトリガーすることが可能になる、対象物の三次元測定のための方法。

30

40

【請求項２７】

対象物の三次元測定のための方法（９００）であって、

測定カメラからイメージ情報を得るステップ（９１０）と、

前記イメージ情報のイメージコンテンツに依存して、測定結果を決定するための評価手段への前記イメージ情報の転送、または、測定結果を決定するための評価手段による前記イメージ情報の評価をトリガーするステップ（９２０）を含み、

光セクションを使用することによって、測定対象物が存在する支持材の表面上の、三次元のマーク（４１０６；４１０７ａ；４１０７ｂ；４１０７ｃ；４１０８ａ；４１０８ｂ；４１０８ｃ）、またはレーザーライン（４１０５）に沿った二次元の光学特性が特徴と

50

して検出され、検出された特徴に依存して、前記イメージ情報の転送、または、測定結果を決定するための前記評価手段による前記イメージ情報の前記評価がトリガーされる、対象物の三次元測定のための方法。

【請求項 28】

対象物の三次元測定のための方法（900）であって、

測定カメラからイメージ情報を得るステップ（910）と、

前記イメージ情報のイメージコンテンツに依存して、測定結果を決定するための評価手段への前記イメージ情報の転送、または、測定結果を決定するための評価手段による前記イメージ情報の評価をトリガーするステップ（920）を含み、

前記イメージコンテンツに基づいて、前記イメージ情報を生成するカメラ（4101）の動き、および／または、前記測定対象物を照射する光源（4102）のシフト、および／または、前記測定対象物の動きを決定または推定し、そのようにして、前記光源および／または前記カメラと測定されるべき対象物との間の相対的動きが決定され、測定結果の前の決定に関連して所望の相対的動きが存在するときには、測定結果の更新された決定をトリガーして、特定の空間距離での測定結果の決定を得るために、前記シフトの前記決定または前記推定に依存して、前記イメージ情報の転送、または、測定結果を決定するための前記評価手段による前記イメージ情報の前記評価がトリガーされる、対象物の三次元測定のための方法。

【請求項 29】

対象物の三次元測定のための装置（100；200；700）であって、

測定カメラ（4101）からイメージ情報を得て、前記イメージ情報（110；210；710）のイメージコンテンツに依存して、測定結果を決定するための評価手段への前記イメージ情報の転送、または、測定結果を決定するための評価手段による前記イメージ情報の評価をトリガーするように構成されたトリガー手段（130；230；716；722；726）を含み、

前記トリガー手段（130；230；716；722；726）は、隣接する画像からのイメージセンサーアナログ信号の加重または非加重の加算または削減を含む、複数のイメージセンサーアナログ信号の結合アナログ処理を実行して、前記イメージ情報の中の特定の構造の存在を検出し、前記結合アナログ処理の結果に基づいて、前記イメージセンサーのデジタルインタフェース（242；742）を介した前記イメージ情報のデジタル化されたバージョンのアウトプットをトリガーするように構成される、対象物の三次元測定のための装置。

【請求項 30】

対象物の三次元測定のための方法（900）であって、

測定カメラからイメージ情報を得るステップ（910）と、

前記イメージ情報のイメージコンテンツに依存して、測定結果を決定するための評価手段への前記イメージ情報の転送、または、測定結果を決定するための評価手段による前記イメージ情報の評価をトリガーするステップ（920）を含み、

隣接する画像からのイメージセンサーアナログ信号の加重または非加重の加算または削減を含む、複数のイメージセンサーアナログ信号の結合アナログ処理が実行されて、前記イメージ情報の中の特定の構造の存在が検出され、前記結合アナログ処理の結果に基づいて、前記イメージセンサーのデジタルインタフェース（242；742）を介した前記イメージ情報のデジタル化されたバージョンのアウトプットがトリガーされる、対象物の三次元測定のための方法。

【請求項 31】

システムであって、

前記システムは、対象物の光セクション走査を実行するように構成され、

前記システムは、対象物の三次元測定のための装置（100；200；700）を含み、

前記対象物の三次元測定のための装置は、

測定カメラ（４１０１）からイメージ情報を得て、前記イメージ情報（１１０；２１０；７１０）のイメージコンテンツに依存して、測定結果を決定するための評価手段への前記イメージ情報の転送、または、測定結果を決定するための評価手段による前記イメージ情報の評価をトリガーするように構成されたトリガー手段（１３０；２３０；７１６；７２２；７２６）を含み、

前記トリガー手段（１３０；２３０；７１６；７２２；７２６）は、光セクションを使用することによって、測定対象物が存在する支持材の表面上の三次元のマーク（４１０６；４１０７ａ；４１０７ｂ；４１０７ｃ；４１０８ａ；４１０８ｂ；４１０８ｃ）、またはレーザーライン（４１０５）に沿った二次元の光学特性を特徴として検出して、検出された特徴に依存して、前記イメージ情報の転送、または、測定結果を決定するための前記評価手段による前記イメージ情報の前記評価をトリガーするように構成される、システム

10

【請求項３２】

対象物の三次元測定のための方法（９００）であって、

測定カメラからイメージ情報を得るステップ（９１０）と、

前記イメージ情報のイメージコンテンツに依存して、測定結果を決定するための評価手段への前記イメージ情報の転送、または、測定結果を決定するための評価手段による前記イメージ情報の評価をトリガーするステップ（９２０）を含み、

光セクションを使用することによって、測定対象物が存在する支持材の表面上の三次元のマーク（４１０６；４１０７ａ；４１０７ｂ；４１０７ｃ；４１０８ａ；４１０８ｂ；４１０８ｃ）、またはレーザーライン（４１０５）に沿った二次元の光学特性が特徴として検出され、検出された特徴に依存して、前記イメージ情報の転送、または、測定結果を決定するための前記評価手段による前記イメージ情報の前記評価がトリガーされる、対象物の三次元測定のための方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、対象物の三次元測定のための装置に関する。

さらに、本発明は、対象物の三次元測定の方法に関する。

さらに、本発明は、対象物の三次元測定の方法を実行するためのコンピュータプログラムに関する。

30

さらに、本発明は、レーザー光セクション三角測量による三次元（３Ｄ）測定における自動的な位置決めのための方法および装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

現在、多くの技術分野において、現実存在する対象物の三次元イメージを得ることへの要望がある。例えば、時々、アニメーションを生成するための対象物のデジタルモデルを作成することが望まれる。もしくは、また、時々、例えば対象物を、三次元プリントを使ってコピーすることが望まれる。

【０００３】

対象物の三次元イメージが、例えばレーザー光セクションスキャンによって得られる、ことが示されている。

40

【０００４】

従って、例えば、レーザー光セクション三角測量を持つ三次元測定システムの構成がある。従来の概念において、進歩が測定対象物または検出ヘッドについて選択的に生じている。検出ヘッドは、例えば、互いに定義された幾何学的な関係において配置される、１つまたはいくつかのレーザーライン発生器、および、１つまたはいくつかの測定カメラを含む。好ましくは、レーザーライン発生器の検出ヘッドおよび測定カメラは、（例えば、事前に定義された態様での測定の間に変化する）測定対象物との定義された幾何学的な関係においても配置される。輪郭の測定の継続的なまたはトリガーされた（引き起こされた）

50

操作は、例えば、レーザーライン発生器の検出ヘッドおよび測定カメラによって実行される。

【0005】

従来のシステムには、測定対象物とレーザーラインとの間に、固定された配置もある。同じことが、例えば、スキャナおよびレーザーライン発生器および測定カメラの搬送ユニットの間の幾何学的な構成および接続によってもたらされる。一般に、（すなわち例えば、搬送において決定された）動きの方向もある。

【0006】

従来のシステムには、トリガー（引き起こし）の異なるオプションがある。例えば、加算エンコーダは、測定カメラをトリガーするために使用できる。従って、例えば、外部のトリガーが実行される時には、測定値が取得される。トリガーは、例えば、測定構成の移動システムでの制御されたまたは検出された搬送によって実行できる。

10

【0007】

一般に、（すなわち例えば、搬送において決定された）移動の方向がある。

【0008】

加算エンコーダによるトリガーへの選択肢（または付加）として、例えば一定の走査速度が使用できる。この場合、例えば時間制御されたトリガーが使用できる。もしくは、この場合において、自由走行スキャナが使用できる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0009】

従来より、全ての取得された輪郭が処理されることが、取得された輪郭蓄積の目的である。

【0010】

前記を考慮し、対象物の三次元測定のためのより柔軟な概念を提供する要望がある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明に係る一つの実施の形態は、対象物の三次元測定のための装置を提供する。装置は、測定カメラからイメージ情報を得て、イメージ情報のイメージコンテンツに依存して、測定アウトプット（例えば、測定結果を決定するための評価手段にイメージ情報を転送すること）、または、測定結果を決定するための評価手段によってイメージ情報の（より詳細な）評価をトリガーするように構成されたトリガー手段を含む。

30

【0012】

本発明に係る実施の形態は、測定アウトプット、または、測定結果を決定するための評価手段によるイメージ情報の評価が、機械的な位置センサーによって実行されるのではなく、測定カメラからのイメージ情報の評価を介して実行されるとき、三次元測定の柔軟性が大きく増大できる、という発見に基づいている。そのようにして、（イメージ情報に基づいて）測定結果が決定されるとき、測定カメラによって提供されたイメージ情報は、評価手段によって測定結果を決定するために使われるだけでなく、時間のポイントを決定するためにも使われる。従って、イメージ情報のイメージコンテンツに基づいてトリガーされた測定アウトプット（例えば、測定結果を決定するための評価手段にイメージ情報を転送すること）によって、または、評価手段によるイメージ情報のそれぞれトリガーされた評価によって、測定されるべき対象物についての装置の良く定義された方向を位置決めまたは決定するための、これまで必要であった機械的な努力が、省略できる。そして、対象物の三次元の測定は、また、そのような対象物に対してさえ、または、測定されるべき対象物についての装置の良く定義された方向を決定すること、または、測定されるべき対象物についての装置の位置の機械的な決定が可能ではない、そのような状況においてさえ実行できる。さらに、測定アウトプットまたはイメージ情報の評価をトリガーすることが、イメージ情報自身が提供されることによって同じ精度で本質的に実行されるように、測定カメラは、通常、非常に高解像度のイメージ情報をとにかく提供する、ことが主張される

40

50

必要がある。そのようにして、機械的な位置決めまたは機械的な誘導において頻繁に生じる不正確さが防止される。さらに、一般に、電子的に、または、マイクロエレクトロニクス的に実行されるイメージ情報を評価するときの実現化努力は、装置の適切な位置決めまたは装置の位置の機械的に精密な決定を保証するときより低い、ことを主張すべきである。

【0013】

従って、全体として、測定アウトプット、または、イメージ情報のイメージコンテンツに基づいたイメージ情報の評価をトリガーすることは、処理がメカニカルエンコーダによってトリガーされる従来の概念に関して重要な利点を持つ、ことを主張すべきである。

【0014】

好ましい実施の形態において、測定アウトプットは、イメージコンテンツに基づいて専らトリガーされる。従って、さらに機械的なまたは他の位置センサーは、測定アウトプットまたはイメージ情報の評価をトリガーするために必要ない。

【0015】

別の好ましい実施の形態において、トリガー手段は、イメージ分析を実行し、イメージ分析に依存して、測定アウトプットまたはイメージ情報の評価をトリガーするように構成される。そのようにして、好ましくは、トリガーのための基準として考慮される特色が、イメージ情報において識別される。例えば、予め決定されたまたは既知の位置の他のラインによってレーザーラインの交差が識別できる。そして、投影されたライン（レーザーライン）の位置が、それに基づいて決定される。もしくは、他の特徴が、測定されるべき対象物、または、測定されるべき対象物を運んでいるキャリア材の動きや特定の表面特性などのイメージ分析の間に検出される。特に、多くの場合において、イメージ分析による評価は、より精密な結果を生じ、幾つかの場合において、従来の装置に比べて、対象物の三次元測定のための装置の操作をかなり容易にさえる、ことが示された。

【0016】

好ましい実施の形態において、トリガー手段は、イメージセンサーアナログ信号のアナログ前処理を、（例えば2つより多い段階によって量子化無しで）実行し、イメージセンサーアナログ信号のアナログ前処理に基づいて（または、アナログ前処理の結果、および、トリガー条件が満たされたかどうかの個々の決定に基づいて）、イメージセンサーのデジタルインタフェースを介したイメージ情報（例えば、イメージ情報のデジタル化されたバージョン）の転送、または、測定結果を決定するための評価手段によるイメージ情報の（さらに詳細な）評価をトリガーするように構成される。そのようにして、好ましくは、センサーに近いイメージセンサーアナログ信号のアナログ前処理が、一般に非常に速く、また低電流消費で実現できることが示された。全体のイメージコンテンツの高価な送信は、例えばセンサーに好ましくは近いイメージセンサーアナログ信号の前処理によって防止できる。そのようにして、イメージ情報の転送、または、測定結果を決定するためのイメージ情報のより詳細な評価のトリガーが、非常に短い反応速度で実行できる。さらに、デジタルイメージ情報の一定のビット速度が高価なアウトプットは、トリガーがイメージセンサーアナログ信号のアナログ前処理（および、トリガー条件が存在するかどうかの決定）に基づいて実行されるときに保存できる。従って、全体から見て、トリガーの間に非常に短い反応速度が得られ、このために必要な（イメージ）処理パワーが低く保持できる。

【0017】

別の好ましい実施の形態において、トリガー手段は、イメージセンサーアナログ信号のデジタル化、および、イメージセンサーのデジタルインタフェースを介したイメージ情報のデジタル化されたバージョンのアウトプットをトリガーするように構成される。個々の構成は、例えば、（トリガーイベントが存在しないので）同じことが必要ではないときでさえ、ディジタル化されたイメージ情報が、永久的または継続的に個々に出力されることを防止する。従って、送信容量とエネルギーが節約される。

【0018】

好ましい実施の形態において、トリガー手段は、イメージセンサーアナログ信号を閾値

10

20

30

40

50

と比較し、比較の結果に基づいて、デジタルインタフェースを介したイメージ情報のデジタル化されたバージョンのアウトプットをトリガーするように構成される。もしくは（または付加して）、トリガー手段は、現在のイメージセンサーアナログ信号を、アナログメモリに格納されたイメージセンサーアナログ信号と比較して、イメージ情報の時間的な変化を検出し、それに基づいて、イメージセンサーのデジタルインタフェースを介したイメージ情報のデジタル化されたバージョンのアウトプットをトリガーするように構成される。もしくは、または、付加して、トリガー手段は、複数のイメージセンサーアナログ信号の結合アナログ処理を実行して、結合アナログ処理の結果に基づいて、イメージセンサーのデジタルインタフェースを介したイメージ情報のデジタル化されたバージョンのアウトプットをトリガーするように構成される。本発明に係るこれらの実施の形態は、異なるアナログ処理オプションが、イメージ情報のデジタル化されたバージョンのアウトプットがイメージセンサーのデジタルインタフェースを介してトリガーされるべきであるかどうかを検出するために存在する、という知識に基づいている。例えば、閾値を持つ1つまたはいくつかのイメージセンサーアナログ信号の比較が、イメージの中の特定の明るさ値を越えるときに検出されることによって、実行できる。これは、例えば、レーザーラインの存在、または、イメージの中の特定のマーカーの存在を信号化し、それゆえトリガーをもたらす。1つまたはいくつかの現在のイメージセンサーアナログ信号と、アナログメモリに格納された1つまたはいくつかの値（基準イメージセンサーアナログ信号）との比較が、例えばイメージコンテンツの動きの検出を可能にする。例えば、仮に、それが、異なるイメージの形成に対応できるようなアナログ比較によって検出されるならば、その十分な動き（または、予め決定されたサイズの動き）は存在する。それに応じて、イメージセンサーのデジタルインタフェースを介したイメージ情報のデジタル化されたバージョンのアウトプットがトリガーできる。換言すれば、アナログメモリに格納されたイメージセンサーアナログ信号（または個々の信号値）を持つイメージセンサー信号のアナログ比較によって、このアナログに基づいて動きが検出できる。従って、動きの速い検出およびトリガーが実行できる。

【0019】

複数のイメージセンサーアナログ信号の結合アナログ処理は、例えば、隣接した画素からのイメージセンサーアナログ信号の重み付けされたまたは重み付けされない付加または削減を含むことができる。そのようにして、例えば、複数のイメージセンサーアナログ信号のアナログ結合によって、空間的および／または時間的なフィルタリングが実行される。それは、例えば、（複数のイメージセンサーアナログ信号のアナログ処理を結合することによって結果として生じている）結合された信号の閾値比較との結合において、イメージ情報の中の特定の構成の存在の検出を可能にする。個々の構成（例えば、特定の拡張または直線または別のマーカーの特に明るいポイント）の検出は、イメージ情報のデジタル化されたバージョンのアウトプットのトリガーを結果として生じ得る。従って、イメージセンサーアナログ信号の異なるタイプのアナログ処理が、イメージセンサーのデジタルインタフェースを介したイメージ情報のデジタル化されたバージョンのアウトプットの効率的なトリガーを結果として生じ得る、ことは主張されるべきである。

【0020】

好ましい実施の形態において、トリガー手段は、（例えば、イメージセンサーアナログ信号のアナログ処理によって）レーザー光セクションまたは異なる光セクションを示しているイメージ情報を分析し、分析に基づいて、イメージ情報の転送、または、測定結果を決定するための評価手段によるイメージ情報の評価をトリガーするように構成される。トリガーのために関連した重要な特徴が、例えばレーザー光セクションに沿って設置できるので、レーザー光セクションまたは異なる光セクションを示しているイメージ情報の分析が、トリガーのための非常に効率的で精密な態様で使用できる、ことが示された。

【0021】

別の好ましい実施の形態において、トリガー手段は、レーザー光セクションまたは異なる光セクションを使用して、（例えば、イメージセンサーアウトプット信号のアナログ前

10

20

30

40

50

処理によって）特徴として、表面（例えば、測定対象物が存在する支持材の表面）上の三次元のマーク、または、レーザーライン（例えば、平面または曲がったエリア上にレーザーによって書かれたライン）に沿って二次元の光学的特徴を検出して、検出された特徴に依存して、イメージ情報の転送、または、測定結果を決定するための評価手段によるイメージ情報の評価をトリガーするように構成される。従って、表面上の三次元のマークが、レーザー光セクションまたは異なる光セクションを使うことによって、特によく見え、および、高い精度で見える、ということが見出だされた。特にそのような観点において、表面上の三次元の特徴を持つレーザー光セクション（または、他の光セクション）の交差が、大抵、非常にはっきりと見え、その結果、トリガーに対して非常に評価し易い。さらに、表面上の三次元のマークの存在、または、レーザー光セクションに沿った（例えば、良く定義されたラインに沿った）特定の二次元の光学的特徴の存在は、一般に、トリガーが実行されるかどうかについての明確な情報を提供するので、三次元のマークの存在、または、レーザーラインに沿った（一般に、空間で可変である）二次元の光学的特徴の存在は、トリガーのための良い基準である。従って、多くの場合、レーザー光セクションが、表面上の特定の三次元のマークに達する時に、または、レーザー光セクションが、特定の二次元の光学的特徴がレーザーラインに沿って検出されるエリアに達する時に、トリガーが実行されることが望ましい。さらに、そのようにして、別の処理に対しても意義があるレーザー光セクションに沿ったちょうど1つの表面特性が考慮されるので、レーザー光セクションによって生成されたイメージ情報をトリガーすることが高精度で提供されることは注意すべきである。そのようにして、例えば、レーザー光セクションが特定のマークまたは特定の光学的特徴を持つエリアに達する時に、トリガーが正確に実行されるので、レーザー光セクションを生成する時の許容差が補償できる。

10

20

【0022】

好ましい実施の形態において、トリガー手段は、ライン検出の信頼度についての情報またはラインの幅についての情報を得て、それに依存して、イメージ情報の転送、または、測定結果を決定するための評価手段によるイメージ情報の評価をトリガーするように構成される。そのようにして、レーザー光セクションによって生成されたラインがはっきりと見える時に、トリガーが実行されることが得られる。それは、（例えば測定カメラによって提供されたイメージ情報において、）ライン方向の信頼性測定を評価することによって、または、ラインの十分に低い幅を検出することによって検出される。

30

【0023】

好ましい実施の形態において、トリガー手段は、イメージコンテンツ（例えば、測定カメラから提供されたイメージコンテンツ）が、基準イメージコンテンツに関して、少なくとも予め決定されたシフトだけ（または、予め決定されたシフトより大きく）シフトしたときを検出して、シフトの検出に依存して、イメージ情報の転送、または、測定結果を決定するための評価手段によるイメージ情報の評価をトリガーするように構成される。そのような手続は、測定結果が、例えば特定の空間距離で生成されるべきときに、有益である。例えば、イメージポイントまたはイメージポイントの特定の数によるシフトは、アナログまたはデジタルイメージ処理による検出に対して非常にし易い。そのようにして、例えば、等しい空間距離での測定結果の決定が、レーザーライン発生器および／または測定カメラと測定されるべき対象物との間の相対的な動きの機械的検出を実行する必要無く、取得できる。

40

【0024】

好ましい実施の形態において、トリガー手段は、イメージコンテンツに基づいて、イメージ情報を生成するカメラの動き、および／または、（例えば、測定されるべき対象物に関連する）測定対象物を照射する光源（例えば、レーザーライン発生器）のシフト、および／または、測定対象物の動きを決定または推定するように構成される。全体として見ると、例えば、測定対象物に関連して、カメラおよび照明がどのくらい動くかが、決定または推定される。その場合、トリガー手段は、シフトの決定または推定に依存して、イメージ情報の転送、または、測定結果を決定するための評価手段によるイメージ情報の評価を

50

トリガーするように構成される。この実施の形態は、様々な方法のイメージ処理に基づいて、測定対象物を照射する光源および／または測定カメラと測定されるべき対象物との間の相対的な動が決定できる、という発見に基づいている。信頼できる測定結果を生成するために、シフトについてのそのような情報を評価すること、および、望ましいシフトが（例えば、測定結果の前の決定に関連して）存在するとき、測定結果の更新された決定をトリガーすることは、幾つかの場合において有益である。従って、特定の空間距離での測定結果の決定を得ることができる。

【0025】

好ましい実施の形態において、トリガー手段は、イメージコンテンツの分析の間に、動きの推定のために三次元の再構成を使用し、および／または、前進方向において灰色値の特徴の比較を実行し、および／または、マークを検出し、および／または、色彩語を検出するように構成される。

10

【0026】

イメージコンテンツの個々の分析によって、一般に、測定カメラによって提供された灰色値イメージまたはカラーイメージを評価するので、高い精度によってトリガー時間を決定することが可能である。（例えば、検出されるべき対象物またはサポートの）三次元の再構成（それは、例えば、いくつかの方向からのイメージ情報の使用に基づくことができる）、によって、それは、例えば、対象物が前の状態に関して望ましい態様で動いたときに検出でき、そのような検出に反応してトリガーが実行できる。動きの推定のための三次元の再構成は、例えば、精密な測定とは反対に、平面（二次元において拡張するエリアを表している）のカメライメージに基づくことができ、そして、ことによると、表面輪郭の解像度に関する精度を、例えばレーザー光セクションより減少することができる。それでも、三次元の再構成は、レーザー光セクションの評価をトリガーすることについて十分な精度を持つことができる。

20

【0027】

前進方向において灰色値特徴を比較することによって、例えば、動き検出が、（そのレーザー光セクションに沿って1つの画像を示すだけでない）平面イメージに基づいて実行できる。従って、前進方向（それは、例えば、キャリア材およびキャリア材の動きによって予め決定できる）において、灰色値の特徴のそのような比較によって、動き検出が実行できる。この動き検出は、また、測定されるべき対象物が、測定アウトプット、および、イメージ情報のさらに詳細な評価をそれぞれトリガーするための良い基準である特定の距離だけ動いたこと、を十分に検出できる。

30

【0028】

平面イメージ中の検出マークおよび／または色彩語は、例えば、測定されるべき対象物が、測定アウトプット、または、イメージ情報（または、レーザー光セクション）のさらに詳細な評価のトリガーを望ましい範囲に動いたかどうか、についての情報を提供できる。

【0029】

好ましい実施の形態において、トリガー手段は、イメージコンテンツの分析の間に、仰角情報、または、（例えば、クラックおよび／またはギャップおよび／または傷についての）表面情報を評価するように構成される。また、（例えば、平面イメージの中の）仰角情報または表面情報の評価が、測定アウトプットが実行されるべきであるかどうか、または、例えばレーザー光セクションの別の評価が実行されるべきであるかどうかの情報を提供できる、ことが見出された。

40

【0030】

好ましい実施の形態において、トリガー手段は、異なる方向から捕捉されたイメージ情報を考慮するように構成できる。そのようにして、例えば、非常に重要な情報が、トリガーのために使用できる。例えば、いくつかの方向から捕捉されたイメージ情報は、動きの非常に精密な推定を可能にし、動きの推定はトリガーのために非常によく使用できる。

【0031】

50

好ましい実施の形態において、トリガー手段は、（例えば、異なる素材を検出するための、および／または、レーザー光の侵入深さの変化を検出するための、および／または、カメラと測定対象物との間の相対的動きを検出するための、および／または、光源と測定対象物との間の相対的動きを検出するための、）1つまたはいくつかの偏光特徴、または、1つまたはいくつかの偏光特徴の変化を決定し、それに依存して、イメージ情報の転送、または、測定を決定するための評価手段によるイメージ情報の評価をトリガーするように構成される。偏光情報または特に偏光情報の変化から、トリガー情報をまた効果的に引き出すことが可能である。また、偏光情報または偏光特徴の変化は、測定されるべき対象物が、更新されたトリガーが有益であるような範囲に動いた、という徴候であり得る。

【0032】

10

好ましい実施の形態において、トリガー手段は、結果（例えば、イメージ情報または測定結果）が出力されるかどうか、または、アウトプットが抑制されるかどうかを決定するように構成される。アウトプットを抑制することは、例えば、データ転送速度を低く維持するために、かつ、無駄または冗長な情報の送信を防止するために有益であり得る

【0033】

好ましい実施の形態において、トリガー手段は、イメージコンテンツの異なる特徴を分析するように構成される。もしくはまたは付加して、トリガー手段は、イメージコンテンツの異なるエリアの特徴を分析するように構成される。そのようにして、例えば、トリガー手段は、決定の信頼性を増大させるいくつかの特徴の結合に基づいて、実行されるかどうかを決定することができる。例えば、異なる特徴の存在を説明している情報は、決定に到達するために重み付けされた態様で結合できる。イメージコンテンツの異なるエリアの中の特徴を評価することによって、例えば、測定されるべき対象物およびキャリア材のような対象的に異なるイメージコンテンツが同時に考慮できる。さらに、また、イメージ内容が関連すること、または、信頼できる特色が存在することにおいて、決定がなされることが可能である。そのようにして、ことによると平面イメージまたはイメージセクションを考慮するときには、レーザーラインに沿って特徴を考慮するだけのときより、トリガーについてのより一層信頼できる決定がなされることが可能である。

20

【0034】

好ましい実施の形態において、トリガー手段は、1つまたはいくつかのレーザーライン発生器のために、1つまたはいくつかの制御信号を生成し、および／または、イメージ情報のイメージコンテンツに依存して、対象物の照明を変更するために、1つまたはいくつかの照明手段のために、1つまたはいくつかの制御信号を生成するように構成される。この実施の形態は、例えば、レーザーライン発生器または別の照明手段が、投影されたラインを望ましい位置に持って来るために制御できる、という知識に基づいている。仮に、例えば、投影されたラインが、まだ望ましい位置にないことが認められるならば、レーザーライン発生器または別の照明手段は、それに応じて制御できる。さらに、イメージ情報に基づいて、例えば、投影されたレーザーラインが暗過ぎる、または、悪いコントラストを結果として生じる、または、明る過ぎることも検出される。従って、投影されたレーザーラインの生成は、レーザーライン発生器を制御することによって、または、異なる照明手段を制御することによって、例えば投射されたラインの位置について、および、投射されたラインの明るさなどの他の特徴について要件に適応できる。

30

40

【0035】

好ましい実施の形態において、トリガー手段は、イメージ情報のイメージコンテンツに基づいて、測定対象物の興味の領域が（例えば望ましい精度で）測定できるか否かを検出し、それに依存して、イメージ情報の転送、または、測定結果を決定するための評価手段によるイメージ情報の評価をトリガーするように構成される。従って、イメージ情報の転送または評価は、イメージコンテンツが、測定対象物の興味の領域が測定できて、例えば影でないことを示すときに、実行できるだけである。そのようにして、不要なデータ送信（イメージ送信）または評価が防止でき、資源を保存する。

【0036】

50

好ましい実施の形態において、装置は、イメージ情報を生成するためのカメラ、および／または、固定された態様で誘導されている測定対象物を照射するための光源無しで、測定対象物を三次元的に走査するように構成され、もしくは、イメージ情報を生成するためのカメラおよび／または測定対象物を照射するための光源は、手動誘導のために構成される。測定アウトプットまたは（さらに詳細な）イメージ情報の評価のトリガーによって、測定対象物の三次元走査は、測定されるべき対象物（または、測定されるべき対象物を運んでいるキャリア材）と、光源および／またはカメラとの間の固定された位置関係を実施する必要無く可能である。むしろ、測定アウトプット、または、イメージ情報の評価に基づいたより詳細なイメージ評価のトリガーは、測定対象物を照射する光源および／またはカメラが、緩やかにまたは手動でさえ案内されるだけである、ことを可能にする。そのようにして、例えば、測定対象物が輸送できない、または、固定の装置で走査することが困難である位置にあるときに、対象物の三次元走査が困難な状況においてさえ可能である。

10

【0037】

好ましい実施の形態において、装置は、外のエリアの対象物を走査し、移動路（例えば、道路またはレール）を測定し、または、欠陥位置を検出または測定するように構成される。イメージ情報のイメージコンテンツに基づいて、測定アウトプットまたはイメージ情報のより詳細な評価をトリガーすることによって、対象物の三次元測定が、固定された固定装置で実行されるだけでなく、柔軟な態様でも実行される。例えば、同じことが外のエリアで適用される。ここで、例えば、測定対象物とレーザーライン発生器との間、または、測定対象物と測定カメラとの間の固定された誘導は可能ではない。そのようにして、イメージコンテンツに基づく本発明のトリガーは、応用の新しいエリアを広げる。

20

【0038】

本発明に係る実施の形態は、対象物の三次元測定の方法を提供する。方法は、測定カメラからイメージ情報を受信し、イメージ情報のイメージコンテンツに依存して、測定アウトプット（例えば、イメージ情報を、測定結果を決定するための評価手段に転送すること）、または、測定結果を決定するための評価手段によるイメージ情報の評価をトリガーすることを含む。個々の方法は、上で議論された装置と同じ考慮に基づく。さらに、方法は、個々にまたは結合のいずれかで、上で説明された装置のすべての特徴と機能によって補ってもよい。

【0039】

30

本発明に係るさらなる実施の形態は、個々の方法を実行するためのコンピュータプログラムを提供する。

【図面の簡単な説明】**【0040】**

本発明に係る実施の形態は、以下において、図面を参照して説明される。

【図1】図1は、本発明に係る実施の形態による対象物の三次元測定のための装置の概要図である。

【図2】図2は、本発明に係る実施の形態による対象物の三次元測定のための装置のブロック図である。

【図3】図3は、本発明に係る実施の形態による対象物の三次元測定のための装置の概要図である。

40

【図4】図4は、本発明に係る実施の形態によるサポート（ポインタ）上のマーカーによる測定対象物に関するレーザーラインを局所化するための構造の概要図である。

【図5】図5は、本発明に係る実施の形態によるサポート上のマーカーの配置および評価の概要図である。

【図6】図6は、本発明に係る実施の形態に従う投影されたラインの位置を決定するときのプロセスの概要図である。

【図7】図7は、対象物の三次元測定のための装置の概要図である。

【図8】図8は、本発明に係る実施の形態による方法のフローチャートである。

【図9】図9は、本発明に係る実施の形態による方法のフローチャートである。

50

【発明を実施するための形態】**【0041】**

実施の形態の詳細は、上で説明された図面を参照して以下に説明される。

異なる実施の形態の詳細は、やむを得ない反対理由が存在しない限り、互いに結合できることは、注目すべきである。

【0042】

1. 図1による対象物の三次元測定のための装置

図1は、本発明に係る実施の形態による対象物の三次元測定のための概要の装置を示す。対象物の三次元測定のための装置100は、測定カメラからイメージ情報110を取得または検出するように構成される。測定カメラ（ここに図示されていない）は、例えば、装置100の一部である、または、外部の構成物であることが可能である。特に装置100は、トリガー信号を得て、例えば、測定アウトプット、または、測定結果を決定するための評価手段によるイメージ情報の評価をトリガーするように構成される。ここで、トリガー信号は、例えば120で示される。装置100はトリガー手段130を含む。トリガー手段130は、イメージ情報110を測定カメラから得て、イメージ情報のイメージコンテンツに依存して、測定アウトプット（例えば、イメージ情報を、測定結果を決定するための評価手段に転送すること）、または、測定結果を決定するための評価手段によるイメージ情報のさらに詳細な評価をトリガーするように構成される。

10

【0043】

従って、測定カメラからのイメージ情報（または、測定カメラからのイメージ情報110）が、さらに詳細な評価のために使われるとき、評価手段130は、例えば測定カメラから得られたイメージ情報110に基づいて決定できる、ことを主張すべきである。その目的のために、トリガー手段130は、イメージ情報110の転送をトリガーするか、または、さらに詳細な評価のためのイメージ情報110の実際の使用をトリガーするトリガー信号を生成できる。

20

【0044】

従って、トリガー手段130によって実行されたイメージ処理の第1段階は、どんなイメージ情報（例えば、一連のイメージのどんなイメージ）が、さらにより正確な評価のために（例えば、対象物の三次元測定のために）、使われるかを決定することができる、ことが主張される必要がある。従って、トリガー手段130は、例えば、イメージ認識により（または、一般的に、イメージ情報110のイメージ内容に依存して）、イメージ情報がさらに詳細な評価のために使用できる時間のポイントを検出できる。従って、例えば、測定カメラからの、または、測定結果を決定するための評価手段への測定カメラのイメージセンサーからのイメージ情報110のアウトプットは、トリガー手段130が、イメージ情報が、さらに詳細な評価が期待しているように現れることを検出するときのみ実行される、ことを得ることができ。例えば、評価手段130は、イメージ情報のイメージコンテンツに基づいて、イメージ情報が、測定結果を決定するための評価手段によるイメージ情報のさらに詳細な評価のために必要である、特定の基本的な必須条件を満たすかどうかを決定できる。もしくはまたは付加して、トリガー手段130は、例えば、イメージ情報のイメージコンテンツが、より早く（さらに）詳細な評価のために使われるイメージ情報について十分な範囲に変化するかどうかを決定できる。従って、例えば、マルチ出力、または、ほとんど同一のイメージ情報の評価を避けることができる。

30

40

【0045】

トリガー手段130は、例えば、イメージ情報を出力するための、または、イメージ情報のさらに詳細な評価のための時間の適したまたは最適なポイントが、他の（例えば機械的）センサーによって検出できないとき、有益であり得る。さらに、アウトプットのための、または、イメージ情報のさらに詳細な評価のための時間の適したまたは最適なポイントの検出は、対象物を照明するために、対象物の三次元測定の間使用される光源および/またはカメラが、自由に動くことができるときに、特に役立つ。

【0046】

50

以下において、対象物の三次元測定のための装置に関する、および、トリガー手段に関するいくつかの詳細が、独立して使用できる、または、上で説明された実施の形態に結合して任意に使用できる、ことが説明される。

【0047】

本発明の態様によると、装置100は、例えば、対象物のレーザー光セクション走査を実行するシステムの文脈において使用できる（例えば、対象物の三次元測定のために）。

【0048】

いくつかの実施の形態において、ここで説明された対象物の三次元測定のための装置は、測定対象物を横切るレーザーライン（または、一般的に投影されたライン）のどのような位置決めでも可能である、という利点を提供する。それは、例えば自由な操作を許す。いくつかの実施の形態において、対象物の三次元測定のための装置は、位置エンコーダの独立性、例えば、検出されるべき（または、測定されるべき）対象物（または、少なくとも検出されるべき対象物を運ぶキャリア材）と、レーザーライン発生器（または、いくつかのレーザーライン発生器）および／または測定カメラ（または、いくつかの測定カメラ）との間の関係を検出する従来の機械的エンコーダの独立性も可能にする。本発明の別の面によると、いくつかの実施の形態は、走査対象物および測定対象物の表面／構造に依存する最適な解像度を可能にする。

【0049】

以下において、トリガーについての全体のシリーズの詳細が説明される。それは、図1による実施の形態が個々にまたは結合して、（または、ここに説明された別の実施の形態と結合して、）使用できる。

【0050】

本発明の1つの面によると、イメージキャプチャをトリガーするための本発明の解決は、その他の従来の概念とは以下の点で異なる。

- ・例えば、インクリメンタルエンコーダまたは固定された時間間隔を含むタイマーによって、測定対象物の前進と測定システムとの間での電氣的結合は存在しない。

- ・測定カメラのトリガーは、イメージコンテンツまたはそこから引き出された特徴によって、専ら実行される（または、測定カメラからの測定アウトプットのトリガーは、イメージコンテンツによって専ら続く）。

【0051】

これは、測定システム（例えば、トリガー手段130）が、恒久的に（少なくとも拡張した時間周期を横切る）、適した特徴に基づいて、イメージ分析を実行することを意味し、かつ、特定の予め決められた基準が満たされたときにだけ、測定システムは、例えば外から見られるイメージアウトプットを実行し、自己トリガーした測定結果を出力する。ここで、例えば、以下に説明された画像を検出するための（または、測定アウトプット、または、測定結果を決定するための評価手段によるイメージ情報の評価をトリガーするための）1つまたはいくつかの特徴が選択できる。

【0052】

レーザー光セクションの特徴は、例えば、画像を検出するために（または、トリガーのために）使用できる。例えば、測定対象物があるサポートの表面上の三次元のマーク、または、画像を検出するための（例えば、レーザー光セクションの中に見える）測定対象物での三次元のマークを選ぶことは可能である。もしくは、または、付加して、画像を検出するために（またはトリガーのために）、レーザーラインに沿って二次元光学特性を使うことは可能である。もしくは、または、付加して、画像を検出するために（またはトリガーのために）、測定カメラ内の処理チェーンから一般的特徴を選ぶことは可能である。要約すると、レーザー光セクションを評価するとき、測定対象物があるサポートの表面の上の三次元のマーク、および／または、測定対象物での三次元のマーク、および／または、レーザーラインに沿った二次元光学特性、および／または、測定カメラの中の処理チェーンからの一般的特徴は、画像を検出するために選ばれ得る、とすることができる。

【0053】

測定対象物があるサポートの表面上の三次元のマーク、または、測定対象物での三次元のマークは、例えば、測定対象物の開始によって、凸部または凹部（例えば、ブライル（Braille）コード）、および／または、ドリル穴と穴、および／または、エッジと段差であり得る。測定対象物があるサポートの表面の上の、または、測定対象物でのそのような三次元のマークは、例えば、レーザー光セクションのイメージの中で、明るさの中の変化として、または、レーザー光セクションの直線コースからの逸脱として検出できる。換言すれば、測定アウトプット、または、イメージ情報の別の評価は、レーザー光セクションが、測定対象物があるサポートの表面上の1つまたはいくつかの三次元のマーク、または、測定対象物での1つまたはいくつかの三次元のマークと交差することが、レーザー光セクションのイメージを示すイメージ情報の中に検出されるときトリガーできる。ことによると、三次元のマークの特定の特徴、例えば、それらの距離または互いの相対的な配置が考慮されてもよい。オプションで、三次元のマークは、投影されたライン（すなわち、レーザー光セクション）の位置が、イメージ評価に基づいて検出でき、かつ、測定アウトプットまたは別の評価の解像度が、計画されたライン（レーザー光セクション）の特定の位置の検出に基づいて実行できるように、予め決定されたまたは既知の位置のラインによって定義できる。

【0054】

さらに上で簡単に議論したように、もしくはまたは付加して、レーザーラインに沿った二次元光学特性が、画像を検出するために（または、測定アウトプット、または、イメージ情報の別の評価をトリガーするために）使用できる。レーザーラインに沿った可能な二次元光学的特徴は、例えばつや消し面および／または金属被覆された表面によって起こされ得る、または、例えば表面の反射の角度の変化によって起こされ得る、反射率の変化で可能である。従って、例えば、（レーザー光セクションにより形成された）レーザーラインのイメージの評価に基づいて、レーザー光セクションが、つや消し面または金属被覆された表面または表面の反射の変化した角度を持つ部分に達するときに、または、そのような部分をスウィープ（sweep）するときに、検出される。反射率の変化を検出することも、また、単にレーザー光セクションのイメージの変化した強度を検出することに基づいて検出できる。ここで、一方では、反射率の変化、または、反射率が変化することによる特定の空間パターンの存在が、測定アウトプットまたはイメージ情報の評価のトリガーを起こすことができる。また、ボリューム散乱の変化は、レーザーラインに沿う二次元光学特性として評価できる。これは、例えば、ボリューム散乱素材上の光学的に密なメッキの存在によって起こされることができ。例えば、これは、また、FR4素材またはキャリア素材上の銅の存在によってそれぞれ起こされることができ。そのようにして、イメージ処理によるレーザーラインに沿ったボリューム散乱の変化が検出できる。ボリューム散乱の変化の存在、または、レーザーラインに沿ったボリューム散乱の変化の検出されたパターンは、イメージ情報の測定アウトプットまたは評価をトリガーするために使用できる。さらに、レーザーラインに沿った二次元光学特性として、色彩語の存在またはいくつかの色彩語の存在は、測定アウトプットをトリガーするために、または、イメージ情報の評価をトリガーするために検出でき、使用できる。1つまたはいくつかの色彩語は、例えば、レーザーラインの色にマッチしている、または、補色であることができる。従って、レーザーラインおよびレーザー光セクションのイメージの中のレーザーラインに沿った色彩語またはいくつかの色彩語の存在は、それぞれ小さな努力で検出でき、トリガーのために使用できる。

【0055】

仮にレーザー光セクションまたはレーザー光セクションの特徴が、画像を検出するために（または、測定アウトプットをトリガーするためにまたはイメージ情報を評価するために）使われるならば、測定カメラの処理チェーンからの一般的特徴が、トリガーを促すために使用できる。例えば、測定カメラの処理チェーンからの特徴として、検出されたラインの信頼性（または、信頼性についての個々の情報）が使用できる。そのようにして、例えばレーザーラインの処理からの中間結果が使用できる。そのような中間結果は、例えば

10

20

30

40

50

、検出されたラインの信頼性についての情報を含んでもよい。もしくは、または、付加して、レーザーラインがイメージの中に出現するとすぐに、および／または、イメージ処理が信頼性の予め決定された測定をもつレーザーラインを検出するとすぐに、スタート（またはトリガー）が起こる。もしくは、または、付加して、また、レーザーラインの局所的な幅が、画像を検出するために、または、測定アウトプットまたはイメージ情報の評価をトリガーするために、測定カメラの処理チェーンからの一般的特徴として使用できる。ここで、レーザーラインの局所的な幅は、ボリューム散乱または反射率に結合された特徴である。

【0056】

要約において、レーザー光セクションの評価の間に引き出されてもよい異なる情報が、画像を検出するために個々に、または、測定アウトプットをトリガーするために、または、イメージ情報の評価をトリガーするために結合して使用できる。ことを主張すべきである。

10

【0057】

代替として、または、レーザー光セクションの評価（または、レーザー光セクションのイメージ）に加えて、また、灰色イメージおよび前進相関が、画像を検出するために（または、測定アウトプットをトリガーするために、または、イメージ情報の評価をトリガーするために）使用できる。例えば、灰色イメージは、投影されたラインまたはレーザー光セクションを示すだけでなく、測定されるべき対象物および／または測定されるべき対象物を運んでいるキャリア材のより包括的なイメージも評価できる。例えば、灰色イメージに基づいて、連続したイメージの相関および動き情報の導出が実行できる。動き情報は、その時、測定アウトプットをトリガーすることに、または、イメージ情報の評価をトリガーすることに役立つことができる。連続したイメージの相関および動き情報の導出が、例えば、表面（例えば、表面の1つまたはいくつかのポイント）の光学的走査のための二次元照射またはポイント形状の照射によって実行できる。平面の照明において、例えば平面のイメージセクションは評価でき、動き情報はエリアセクションの評価に基づいて導出できる。対象物の1つまたはいくつかのポイントのポイント形状の照明において、例えば、照明されたポイントのイメージが、前の状態に関係して動くかどうかを検出できる。代替として、または、連続したイメージの相関に加えて、光学特性は、画像を検出するために、または、測定アウトプットをトリガーするために、または、イメージ情報の評価をトリガーするためにも使用できる。もしくは、または、付加して、（例えば、灰色イメージと前進相関に基づいて）、三次元のステレオ再構成が、動きの推定のためにも使用できる。ここで、距離および位置情報は、測定プロセスをトリガーするために（または、測定アウトプット、または、イメージ情報の評価をトリガーするために）使用できる。

20

30

【0058】

灰色イメージおよびアドバンス相関を使うときには、代替として、または、上で説明された評価に加えて、マークおよび色変化の検出が実行できる。例えば、測定されるべき対象物に付属するマークおよび、異なる色のエリアの間の移行は、測定アウトプットをトリガーするために、または、イメージ情報の評価をトリガーするために評価できる。

【0059】

代替としてまたはレーザー光セクションの評価に加えて、および、代替としてまたはアドバンス相関を持つ灰色イメージの評価に加えて、例えばクラックおよび／またはギャップおよび／または傷の高さの情報の評価が、実行できる。例えば、クラックおよびギャップの説明は、特定の局所的拡張を持つ反射を逃すことによって実行できる。ここで、例えば、特定の幅を持つ高さの情報の局所的ジャンプ、および／または、特定の時間的な特徴を持つ高さの情報の時間的なジャンプは評価できる。全体として見れば、高さの情報に基づいて、画像の検出（または、測定アウトプット、または、イメージ情報の評価のトリガー）が実行できる。

40

【0060】

代替としてまたはレーザー光セクションの評価に加えて、および、代替としてまたはア

50

ドバンス相関を持つ灰色イメージの評価に加えて、または、代替としてまたは高さ情報の使用に加えて、例えば、測定されるべき対象物の画像は、画像を検出するために異なる位置の、いくつかのカメラまたはいくつかのレーザーライン発生器によって、異なる方向から捕捉できる。ここで、例えば、異なる方向からの検出された特徴の違いは、画像を検出するために使われ、および／または、被写域または複数の反射は、画像を検出するために使用できる。

【0061】

代替としてまたはレーザー光セクションの評価に加えて、または、代替としてまたはアドバンス相関を持つ灰色イメージの評価に加えて、または、代替肢としてまたは高さ情報の評価に加えて、または、代替としてまたは異なる方向からの画像の評価に加えて、偏光の変化が評価でき、および／または、異なる素材の検出が、測定アウトプットまたはイメージ情報の評価をトリガーするために評価できる。異なる素材を検出することが、例えば多重スペクトル分析によって実行できる。もしくはまたは付加して、異なる素材も検出するときに、レーザービームの侵入深さのばらつきが達成できる。従って、異なる素材の存在の検出が、例えば、測定アウトプットまたはイメージ情報の評価をトリガーするために役立つことができる。

10

【0062】

以下において、異なる態様が、ここに説明された実施の形態において任意に使用できる特徴の決定について議論される。

【0063】

20

例えば、上で説明された特徴（または機能）（例えば、レーザー光セクションの機能、灰色イメージの機能など）は、センサーまたは後（ダウンストリーム）処理ユニットにおいて分析できる。例えば、センサーは、イメージセンサーからのアナログ信号に基づいて（すなわち、例えばデジタル化の前に）、（例えば、測定アウトプットをトリガーするための、または、測定結果を決定するための評価手段によるイメージ情報のさらに詳細な評価をトリガーするための）最初の分析を実行するように構成できる。代替として、いくつかの実施の形態において、測定アウトプットをトリガーするための、または、イメージ情報の評価をトリガーするための評価が、（例えば、イメージセンサーのデジタル化された信号に基づいて）別個の処理ユニットにおいて実行できる。

【0064】

30

1つの態様によると、イメージ処理は、ソフトウェアの手段によって、または、特に発展したハードウェアブロックの手段によって実行できる。

【0065】

本発明の1つの態様によると、結果の即時の決定は、待ち時間無く、または、非常に小さい待ち時間のみにによって実行される。換言すれば、一般にまったく簡単なトリガー手段により実行された評価は高速で実行され、一方、測定結果を決定するための評価手段によるイメージ情報のその後のさらに詳細な評価は、通常、十分により高価であり、非常に時間がかかる。

【0066】

40

本発明の1つの態様によると、評価（トリガー手段による）は、（例えば、測定アウトプットをトリガーすることによって）結果が出力されるかどうか、または、アウトプットが抑制されるかどうかを決定するために実行される。

【0067】

本発明の1つの態様によると、異なる特徴の評価は、関心の異なる領域で、センサーフィールド上で実行できる。

【0068】

本発明の別の態様によると、検出された特徴は、関心ある調査された領域の位置を決定するために使用できる。

【0069】

本発明の別の態様によると、特徴の決定は、それに基づいてトリガーが決められる、同

50

期または非同期のパラメータのための外部デジタルインタフェースによって制御できる。例えば、外部デジタルインタフェースは、どのトリガー機能が実行されるべきかを決定できる。従って、例えば、トリガー手段の機能は、（例えば、測定されるべき対象物の）イメージコンテンツの個々の条件に適應できる。

【0070】

別の態様によると、例えば、照明を変更または切り替えるために、レーザーライン発生器および照明システムのための制御信号が、直接に出力される。従って、例えば、トリガー手段は、1つまたはいくつかのレーザーライン発生器、および／または、1つまたはいくつかの他の照明システムのために、制御信号を生成できる。トリガー手段によるトリガーしているイベントを検出することに反応して、レーザーライン発生器は、例えば、レーザーラインを変更して、例えばレーザーラインをシフトするために制御できる。代わりに替、レーザーライン発生器は、また、トリガー手段によって、レーザーラインを作動させる、または、レーザーラインの強度を増大させるように促されてもよい。

10

【0071】

従って、要約において、図1に基づいて説明されたように、装置100が、多くの詳細によって任意に補われることは、主張すべきである。トリガー手段130によるトリガーは、レーザー光セクションによって得られた特徴に基づいて、および／または、灰色イメージとアドバンス相関によって得られた特徴に基づいて任意に得られる。もしくはまたは付加して高さ情報に基づく特徴および／または異なる方向からの画像に基づく特徴が使用できる。さらに、もしくはまたは付加して、偏光の変化に基づく特徴および／または異なる素材の検出に基づく特徴が使用できる。

20

【0072】

上での議論のように、特徴の決定は、例えば、センサーまたは後処理ユニットにおいて異なる態様で実行できる。特徴の決定は、ハードウェアまたはソフトウェアにおいて実行できるけれども、一般に、測定アウトプットの適時のトリガー、または、イメージ情報のさらに詳細な評価をもたらすために、比較的低い待ち時間で実行される。得られた情報を評価するとき、制御情報は、例えば、イメージ情報のさらに詳細な評価のために、測定結果を決定するための評価手段によって使用できる。さらに、トリガー手段のように、レーザーライン発生器および／または照明システムが制御できる。

【0073】

30

さらに、図1に基づいて議論された概念が、個々にまたは組合せのいずれかにおいて、本明細書において説明される全ての特徴および機能によって補うことが可能な点に注意すべきである。

【0074】

2. 図2による対象物の三次元測定のための装置

図2は、本発明のさらなる実施の形態による対象物の三次元測定のための装置の概要図を示す。

【0075】

図2による装置はその全体が200で示される。

装置200は、例えばイメージ情報210およびイメージ情報212を提供できるイメージセンサー208を含む。イメージ情報210は、例えば、アナログイメージセンサー信号の形式のイメージ情報の表現である。イメージ情報212は、例えば、また、イメージセンサーのアナログ信号という形式の表現である。

40

【0076】

さらに、装置200は、アナログイメージセンサー信号の形式で、例えばイメージ情報210を受信するアナログ前処理230を含む。アナログ前処理230は、例えば、図1によるトリガー手段130の機能を引き継いでもよい。アナログ前処理230は、例えば、測定されるべき対象物を運ぶキャリア材上の、または、測定されるべき対象物自身の上のライン、および／または、投影されたラインとキャリア材または測定されるべき対象物自身のラインとの間の交差、および／または、キャリア材（サポート）上の、または、測

50

定されるべき対象物（測定対象物）自身の上のマーク、および／または、投影されたラインに沿った二次元光学特性を検出し、そして、ことによると、検出されたライン、交差、マークまたは光学特性を説明するパラメータを決定し、それを出力するように構成される。もしくはまたは付加して、アナログ前処理は、連続したイメージ間の違い、および／または、対象物または対象物キャリアの動きを検出し、ことによると、それらをパラメータによって説明するように構成できる。アナログ前処理は、例えば、直ちにハードウェアによって実行でき、それゆえ、事前のデジタル化無しでアナログイメージセンサー信号を評価する。評価の終わりに、ライン、交差、マーク、光学特性または動きの検出をシグナリングする閾値決定が存在できる。検出されたライン、交差、マーク、光学特性または動きを説明できる個々のパラメータは、その時、デジタル的に決定される。しかし、イメージセクションまたは全体のイメージの多段デジタル化が、好ましくは省略される。

10

【0077】

従って、アナログ前処理230は、ライン、交差、マーク、光学特性、連続したイメージ間の差または動きの検出に基づいて、イメージ情報のアウトプットまたはイメージ情報の評価のトリガーを促すことができる。その目的のために、アナログ前処理230は、例えば、図1による装置100中のトリガー信号120に対応することができるトリガー信号220を生成できる。

【0078】

トリガー信号220は、例えばAD変換器およびデジタルインタフェースを含むアウトプットユニット240に供給される。アウトプットユニット240は、例えば、イメージセンサー（例えば、アナログイメージセンサー信号の形式で）からイメージ情報212を受信し、トリガー信号220に反応して、デジタルインタフェース242を介したデジタル化されたイメージ情報のアウトプットと同様にAD交換をトリガーすることができる。

20

【0079】

もしくは、トリガー信号220は、また、イメージ処理をトリガーするために用いられてもよい（例えば、測定結果を決定するための評価手段によるさらに詳細なイメージ処理）。例えば計画された平面に沿って測定されるべき対象物の形についての情報を提供する、このさらに詳細なイメージ処理は、デジタルインタフェース242を介してイメージ情報を受信する別個の評価手段によって実行されてもよい。

30

【0080】

例えばアナログイメージセンサー信号に基づいて実行されるアナログ前処理230から、デジタル化されたイメージ情報に基づいて典型的に実行された、さらに詳細なイメージ処理を分離することによって、センサー関連のアナログ前処理が、トリガー条件の存在を検出する（そして、トリガー信号220によってそれを信号化する）ときに、イメージセンサーのデジタルインタフェース242を介したイメージ情報のデータ集中送信のみが実行される必要がある、ということが得られる。特に、トリガー条件の検出は、一般に、測定結果の決定より簡単なので、測定結果を決定するための評価手段からのトリガーの分離は有益である。

【0081】

3. 図3による対象物の三次元測定のための装置

図3は、本発明の実施の形態に従う対象物の三次元測定のための装置の概要図である。図3による装置はその全体が300で示される。対象物の三次元測定のための装置は、位置決めユニット310を含む。位置決めユニット310は、イメージ情報312を受信し、イメージ情報312に基づき、投影されたラインの位置についての情報314を提供する。位置決めユニット310は、予め決定されたまたは既知の位置の複数のラインによって、投影されたラインの交差を示しているイメージ情報を受信し、受信されたイメージ情報に基づいて、投影されたラインの位置を決定するように構成される。投影されたラインの位置は、例えば、情報314により説明される。

40

【0082】

50

従って、位置決めユニットは、予め決定されたまたは既知の位置の複数のラインによって、投影されたラインの交差の検出に本質的に関わる比較的簡単なイメージ処理に基づいて、例えば、予め決定されたまたは既知の位置に関連する、または、予め決定されたまたは既知の位置の複数のラインの位置が知られている座標系の起源に関連する、投射されたラインの位置についての情報を得るように構成される。その中において、位置決めユニットは、その計算において個々の交差の位置に本質的に依存して、例えば、イメージ処理に基づいて、同じことを決定する。イメージ処理の中で大きな努力無しに、簡単な方法で投影されたラインの位置を決定することは可能である。

【0083】

図3による装置300は、予め決定されたまたは既知の位置の複数のラインを持つ投影されたラインの交差が、イメージ情報において、かなり小さな努力によって決定されて、交差の位置についての情報が、多くの場合において、投影されたラインの位置のクリアで精密な結論をまだ可能にする、という知識に基づいている。

【0084】

さらなる詳細が以下に説明される。換言すれば、図3による装置300は、ここで説明された全ての特徴と機能によって任意に補われてもよい。ここで説明した別の特徴と機能が、図3による装置300に個々にまたは結合して組み入れられてもよい、ことに注意すべきである。

【0085】

4. 図4および図5による装置

以下において、対象物の三次元測定のための装置は、図4および図5に関連してより詳細に説明される。そして、投射されたラインの位置を決定するプロセスが、図6に基づいて議論される。

【0086】

図4は、斜めのイメージの形式で、対象物の三次元測定のための装置の概要の表現を示す。装置は、例えば、キャリアまたはキャリア材および好ましくはまた少なくとも測定対象物（例えば、測定されるべき対象物）の一部と称されうる、サポート4103の少なくとも一部を捕捉するために、配置または配向された測定カメラ4101を含む。しかし、測定カメラ4101は、固定してまたは固定した誘導態様で配置される必要はないが、空間において本質的に自由に可動であるように構成できる。

【0087】

さらに、装置400は、例えば、レーザーラインをサポート4103上に、および、好ましくは測定対象物4104上にも投影するように構成および配置された、レーザーライン発生器4102を含む。レーザーライン発生器4102は、レーザー光線によって、平面内において特定の角度範囲を走査し、または、周期的にスイープし、そのようにして、十分な繰返し頻度で、平面内の前の角度範囲をカバーするように配置される。レーザーライン発生器4102によって生成されたレーザーラインは、散乱体の不足のため、クリアな空気の中で、ほとんど検出できないけれども、レーザーライン発生器は、一般に、レーザー光が対象物に衝突するときに、測定カメラ4101により捕捉できる可視の「レーザーライン」を生成する。レーザーライン発生器によって生成されたレーザー光が、サポート4103上に衝突するエリアにおいて、サポート4103が本質的に平面であることが仮定されるときに、レーザーライン4105は本質的に直線である。サポート4103が三次元構造から成るとすぐに、三次元構造は、レーザー光の投射角に依存して、レーザーライン4105の変形に自然に反映される。レーザーライン発生器4102のレーザー光が、測定されるべき対象物4104に衝突する所で、レーザーラインは、測定されるべき対象物4104の輪郭をフォローし、それゆえ、平面でない共通の三次元測定対象物4104において、変形または曲げられる。

【0088】

サポート4103は、一般に（しかし必要でなく）直線ラインによって形成された局所化のための複数のマーカー4106を含む。図4に見ることができるように、例えば、第

10

20

30

40

50

1ライン4107a、第2ライン4107bおよび第3ライン4107cを含む、好ましくは直線の第1セット4107がある。第1ライン4107a、第2ライン4107bおよび第3ライン4107cは、好ましくはあり必要はないが、第1交差4107dにおいて交差している。さらに、例えば直線で、例えば共通ポイント4108dを通る3本のライン4108a、4108b、4108cの第2セット4108がある。。それに関して、異なる数のラインまたは異なる位置のラインが可能であることに注目するべきである。

【0089】

ライン4107a、4107b、4108a、4108b、4108cは、例えば、固定された態様でサポート4103に載置されてもよい。実施の形態に依存して、ラインはサポート上に引かれてもよく、または、ラインはサポート上の三次元の輪郭として置かれてもよい。好ましくは、ラインは、ライン4107a、4107b、4107c、4108a、4108b、4108cとレーザーライン4105との交差が、測定カメラ4101によって明確にかつ正確に検出できるように、構成されるべきである。例えば、ラインは、ライン4107a、4107b、4107c、4108a、4108b、4108cとレーザーライン4105との交差が、測定カメラ4101によって捕捉されたイメージの中で、特に明るい部分としてまたは特に暗い部分として現れるように構成されてもよい。

10

【0090】

ラインの位置と配置に関して、サポート4103の平面に対応する1つの平面の中に、好ましくは全てある、ことは注目するべきである。好ましくは、最低4本のラインが存在する。ラインの2セットへの分離は必要ではない（しかし、いくつかの実施の形態において精度の改良に寄与する）。さらに、ラインまたはラインのサブセットが共通の交差を通過することは、必要ではない。しかしながら、全てのラインが互いに平行でないときが有利であることが、示される。ラインの位置に関して、ラインの位置が、以下に説明された式のシステムが独特に解決されるように、手配されることは好ましい（ここで、最小二乗誤差のための方法および精度の改良のための方法を使うことによって、同じものが使われるので、式のシステムの過剰決定は、一般に批判的でない）。

20

【0091】

以下において、図4に従う配置が、平面図において再び議論される。図5は、配置400のそのような平面図を示す。いくつかのさらなる詳細が説明される。例えば測定されるべき対象物4104を運ぶサポート4103が存在する、ことが再び見ることができる。レーザーライン発生器4102によって生成されたレーザーライン4105が、サポート4103の表面に沿って、本質的に直線的コースを持つ、ことが見ることができる。さらに、マーカー4106が、例えば、6本のライン4107a、4107b、4107c、4108a、4108b、4108cを含む、ことが見ることができる。さらに、図5において、レーザーライン4105は、6本のライン4107a～4108cによって6つの交差を含む、ことが見ることができる。交差は、4109a、4109b、4109c、4110a、4110b、4110cによって示される。

30

【0092】

さらに、サポートに固定された座標系4201が、サポート4103に関連できる、ことに注目するべきである。しかしながら、座標系はサポート4103上に明示的に示される必要がない。サポートに固定された座標系4201は、例えば、第1座標方向4201a（例えば、x方向）および第2座標方向4201b（例えば、y方向）を含む。

40

【0093】

さらに、サポートに固定された座標系4201のライン4107a、4107b、4107c、4108a、4108b、4108cの位置は知られるべきである、ことに注意すべきである。例えば、ラインは、ベクトル座標方程式 $n_i^T x = r_i$ のパラメータ n_i および r_i によって説明できる。その時、記述された座標方程式を満たしている座標ベクトル x を持つ全てのポイントは、ラインの一部である。

【0094】

50

従って、例えば、ライン4107a、4107b、4107c、4108a、4108b、4108cのそれぞれについて、それぞれに割り当てられた法線ベクトル n_i 、および、それぞれに割り当てられたスカラーパラメータ r_i が知られている。ラインパラメータ n_i 、 r_i は、例えば、システム定数であってもよい。ラインパラメータは、例えば、また、異なるサポート4103に異なって割り当てられてもよい。例えば、ラインパラメータ n_i 、 r_i は、サポート4103に割り当てられた情報表現によって記述されてもよい。例えば、サポート4103は、サポート4103上に存在するライン4107a、4107b、4107c、4108a、4108b、4108cのラインパラメータ r_i および n_i を記述しているバーコード4207を含んでもよい。装置は、例えば、キャリア4103上のバーコードを読み取って、そこから、ラインパラメータ n_i 、 r_i を引き出すように構成されてもよい。

10

【0095】

さらに、また、レーザーライン4203に固定された座標系は、定義でき、例えば、座標原点 p_0 および方向ベクトル s によって定義できる、ことに注目すべきである。その点に関して、例えば、座標原点 p_0 と方向ベクトル s が、サポート4201に固定された座標系において決定できる、ことに注意すべきである。サポート4201に固定された座標系について、レーザーライン4203に固定された座標系の位置が、座標原点 p_0 と方向ベクトル s が最初に知られていないと考慮されるように、一般に、最初に（以下で説明された式の系の評価の前に）、知られていない。

【0096】

20

要約において、図4は、サポート（キャリア）の上のマーカによって、測定対象物に関連したレーザーラインを局所化するための構造を示す、ことを主張すべきである。

【0097】

局所化は、図4に基づいて（また、図5に基づいて）、より詳細に説明できる。座標系の中の（例えば、サポート4201に固定された座標系の中の）レーザーラインの局所化は、測定対象物が、キャリアに強く接続される、または、キャリア上にある、ということで実行される。キャリアおよび／または測定対象物は、1つまたはいくつかの適したマーカを含む。キャリア（および／または、測定対象物）は、今、（例えば、レーザーライン発生器4102によって生成された）レーザーラインで照明される。それはまた、測定カメラによって（例えば測定カメラ4101によって）監視される。

30

【0098】

好ましくは、マーカの幾何学的パラメータは、例えば、手動または（例えばバーコード4207によって）機械読み取り可能な態様で、予め決定される。換言すれば、（マーカ）ライン4107a、4107b、4107c、4108a、4108b、4108cの位置についての情報は、装置（または、位置決めユニット）の中に手動で入力できる、または、（マーカ）ラインの位置についての情報は、装置（または、位置決めユニット）によって、例えば、バーコードに含められた情報を検出することによって電子的に入力できる。

【0099】

さらに、概念は、マーカ（例えば、マーカライン）を走査することを含む。例えば、LLライン（例えば、レーザーライン4105）の正確な局所化のためのサイドマーカ4106を走査することは、サポート4103に関連して実行できる。好ましくは、その間に（例えばラインの第1グループ4107とラインの第2グループ4108との間に）横たわる測定対象物4104を走査することが実行される。ここで、独自性は有利である。独自性が広がるとき、マーカに関連したレーザーラインの角度およびシフトを割り当てるオプションがある。

40

【0100】

換言すれば、ライン4107a、4107b、4107c、4108a、4108b、4108cは、好ましくは、測定対象物4104が、レーザーライン発生器4102に関して、または、測定カメラ4101に関してどのラインにも影をつけること無く、少なく

50

とも2本のラインの間に横たわる（または、横たわることができる）ように配置される。さらに、ラインは、好ましくは、ライン4107a～4107c、4108a～4108cに関連する、または、サポート4201に固定された座標系に関連するレーザーライン4105の位置が、投影されたライン（レーザーライン）とライン4107a～4107c、4108a～4108cとの間の交差4109a～4109c、4110a～4110cから推定できるように、配置される。その目的のために、ラインは、好ましくは、以下に説明された式の系が劣決定（underdetermined）でないように、選ばれるべきである。

【0101】

以下において、マーカーを持つサポートに関連したレーザーラインの位置の決定に関する詳細が説明される。それに関係して、基準が図5および図6が参照される。

10

【0102】

図6は、例えば、本発明の実施の形態による位置決めユニットによるその後のイメージ処理だけでなく、測定カメラ4101によって捕捉されたイメージ情報の概要の表現を示す。

【0103】

測定カメラ4101によって捕らえられたイメージ情報610は、例えば、サポート4103上のマーカーとレーザーラインの交差の識別を可能にする。例えば、第1交差4109a、第2交差4109b、第3交差4109cおよび第4交差4110aが見られる。レーザーラインとサポート4103上のライン4107a、4107b、4108c、4108aとの間のこれらの交差は、例えば、交差が、測定カメラ4101によって提供されたイメージ情報の中の特に明るいポイントとして存在するときに、（位置決めユニットの）簡単なイメージ処理によって検出できる。もしくは、交差4109a、4109b、4109c、4110aは、例えば、ライン4107a、4107b、4107cなどがサポート上にマークされることによって技術的に依存して、レーザーラインに沿った特に暗い位置として、または、測定カメラ4101から提供されたイメージ情報中のレーザーに沿った特に広いまたは特に狭い部分として識別できる。ここで、交差4109a、4109b、4109c、4110aのイメージが、測定カメラによって提供されたイメージ情報中のできる限り小さい努力で識別できる、ことが単に重要である。

20

【0104】

従って、例えば、イメージ情報の中の交差4109a、4109b、4109c、4110aのイメージの座標が、かなり簡単なイメージ評価によって決定できる。例えば、交差は、二次元座標によって、例えば、（イメージ座標系の中の）x座標およびy座標によって説明される。

30

【0105】

従って、測定カメラによって（位置決めユニットによって）提供されたイメージ情報に基づいて、回帰ラインが交差4109a、4109b、4109c、4110aのイメージを通り過ぎる、または、交差4109a～4110aのイメージの距離の二乗和が、回帰ラインにより最小化されるように通り過ぎる、回帰ラインが識別される。回帰ラインは例えば620で示される。これに関して、本当の回帰ラインは、決定される必要がないことに注目すべきである。むしろ、交差のイメージを少なくともおおよそ通過する直線のラインを識別するための方法が使用できる。

40

【0106】

回帰ラインの方向が、例えば、ベクトルs、つまり単位ベクトルによって説明される。さらに、イメージ情報の座標系において、回帰ライン上の座標原点が、交差によって選択できる。座標原点の選択は本質的に任意である。しかしながら、座標原点は回帰ライン620上にあるべきである。座標原点の選択は p_0 により示される。（位置決めユニットにより作られる）座標原点 p_0 の選択に基づき、位置決めユニットは、交差の位置に割り当てられる交差4109a、4109b、4109c、4110a（また、ベクトル p_1 、 p_2 、 p_3 、 p_4 によって記述される）の位置を特徴付けるパラメータ k_i を決定する。例え

50

ば、パラメータ k_i は、座標原点（回帰ライン上で選ばれた）からの交差の距離を本質的に説明できる。パラメータ k_i の符号は、回帰ラインの座標原点から見ると、個々の交差がどの方向にあるかを示すことができる。例えば、（最も小さな起こり得るエラーの意味において、仮に個々の交差が（回帰）ラインの上に正確に無いならば、）パラメータ k_i は、式 $p_i = p_0 + k_i s$ が最も良い態様で満たされるように選択できる。

【0107】

要約すれば、位置決めユニットは、イメージ情報を評価し、最初に、交差の位置を決定する、ということは主張されるべきである。そして、位置決めユニットは、交差を通して、直線的ラインまたは回帰ラインを決定し、直線的ラインまたは回帰ラインの方向ベクトルを決定する。そして、位置決めユニットは、例えば、任意に、または、予め決定された規則に基づいて、直線的ラインまたは回帰ライン上のポイントを、「レーザーラインに固定された座標系」4203の座標原点として選ぶ。その後、位置決めユニットは、例えば、上記のベクトル方程式に基づいてパラメータ k_i を決定する。

10

【0108】

その後、位置決めユニットは、 p_0 （すなわち、レーザーラインに固定された座標系の座標原点）の位置、および、（また、サポートに固定された座標系4201の中の）予め決定されたまたは既知の位置のラインの座標系の中の方向 s （すなわち、レーザーラインに固定された座標系の方向）を決定する。

【0109】

予め決定されたまたは既知の位置のラインの座標系の中の p_0 および s の位置の決定は、式の系に基づいて、以下により詳細に議論される。

20

【0110】

以下において、マーカーを持つサポートに関連したレーザーラインの位置の決定について、さらなる詳細が説明される。以下に説明された概念が、個々に、または、ここで説明された別の面に関連して使用できる。

【0111】

これに関して、図5は、サポート上のマーカーの評価と同様に配置を示す。本発明の（特に位置決めの）重要な態様は、レーザーライン（または、計画されたライン）4105とマーカー4106との間の交差の決定に関連する。これに関して、図5が参照される。

【0112】

交差の決定は、サポート4103に関連してレーザーライン4105のシフトと回転の決定を可能にする。ここで、移動する走査において、レーザーラインの位置の定義された（または決定された）変化の中の（例えば測定されるべき対象物の）輪郭のアウトプットが利用可能である。例えば、レーザーライン輪郭のアウトプットは、位置パラメータとともに可能である。そのようにして、サポート4103（英語原文誤り）に関連するレーザーライン発生器4102の正確な位置が、機械的な誘導に基づいて、決定または固定されないときでさえ、サポート（または、測定対象物）の座標系の中のレーザーラインの開始点と終点とが、出力される。そのようにして、例えば、位置決めユニットは、2つの座標系（すなわち、レーザーラインに固定された座標系4203およびサポートに固定された座標系4201）のシフトと回転を互いに関連して出力できる。例えば、位置決めユニットは、高さ輪郭によって共通の評価のためのレーザーラインとマーカーとの間の交差も出力できる（それが別のイメージ評価によって得られ、例えば測定対象物の輪郭を記述する）。

30

40

【0113】

以下において、局所化アルゴリズムについての別の詳細が説明される。それは、図6に基づいて作られた主張を、別々に、または、関連して使用できる。

【0114】

レーザーライン4105の位置は、レーザーラインに固定された座標4203系の座標原点 p_0 および単位ベクトル s が計算されるという点で、サポートに固定された座標系4201に関連して決定される。このために、マーカー4106（例えば、ライン4107

50

a、4107b、4107c、4108a、4108b、4108c)は、好ましくは、サポート上のレーザーライン4105を持つ最低4つの適切な交差4202、4109a、4109b、4109c、4110a、4110b、4110cを形成しているサポート4103に置かれた最低4本の直線的ラインである。前記最低4つの交差4202、4109a、4109b、4109c、4110a、4110b、4110cは、(例えば、測定カメラ4101から提供されたイメージの中の位置決めユニットによって)レーザーライン4105に沿って検出され、レーザーラインに固定された座標系4203において局所化され、形式 $p_i = p_0 + k_i s$ ($i \in N$ 、 $\forall i : k_i \in R$)で表現される。その目的のために、例えば、予備の量として、イメージ情報の座標系の中の p_0 およびイメージ情報の座標系の中の s が決定される。イメージ情報が、サポート4103の本質的に歪んでいないイメージおよびレーザーライン4105とマーカー4202との間の交差を示す、ことが好ましくは仮定される。さらに、例えば、パラメータ k_i は、位置決めユニットによって決定でき、別の計算のために提供できる。サポート4201に固定された座標系において、これらの交差に割り当てられたマーキングライン4106(例えば、直線的ライン4107a、4107b、4107c、4108a、4108b、4108c)が形式 $n_i^T p = r_i$ 、($i \in N$)の式によって記述される。定数 n_i と r_i は、例えば、(位置決めユニットの中でまたは上位の装置の中で)手動で入力される、または、パラメータまたはバーコード4207に基づいて決定される。

10

【0115】

好ましくは、例えば、サポートに固定された座標系4201における座標原点 p_0 および単位ベクトル s は、以下の式の線形システムの最小二乗解(または最小二乗エラー解)として決定される。

20

【0116】

$$\begin{bmatrix} n_1^T & k_1 n_1^T \\ \vdots & \vdots \\ n_i^T & k_i n_i^T \\ \vdots & \vdots \\ n_N^T & k_N n_N^T \end{bmatrix} \begin{bmatrix} p_0 \\ s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_1 \\ \vdots \\ r_i \\ \vdots \\ r_N \end{bmatrix}$$

30

【0117】

ここで、好ましくは、 $N > 4$ 本の直線的ライン4106および交差4202が使われる(式の過剰決定システム)。しかし、いくつかの実施の形態では、 $N = 4$ 本の直線的ラインと交差の使用は十分である。

40

【0118】

オプションで、式の系は、レーザーライン4105とマーカー4106との交差4202のサブセットのために解決されるだけである。オプションで、個々のサブセットは、測定対象物4104によってカバーされない交差4202だけが使われるように選ばれる。オプションで、前記サブセットが、測定カメラ4101のイメージの中に見える交差だけが使われるように選ばれる。オプションで、測定カメラ4101のイメージの中に見える個々の交差について、検出精度が評価され、この検出精度は、前記サブセットを選ぶときに考慮される。

50

【0119】

任意で、前記式の系の最小二乗解を除いて、残差も決定される。オプションで、これらの残差は、妥当なチェックを実行するために使用される。オプションで、残差は、測定カメラ4101のイメージが捨てられるか（否か）を決めるために使用される。

【0120】

本発明の態様によると、仰角の輪郭の評価は、局所化データとともに実行される。例えば、レーザーライン4105の正確な位置は、サポートに関連して、および、測定対象物に関連して、それぞれ（例えば、位置決めユニットによって）決定される。さらに、（例えば、測定されるべき測定対象物4104のレーザー光セクションに基づいて得られる）仰角データの、マーカーおよび測定対象物のサポートの座標系への座標変換を実行することは可能である。この座標変換は、例えば、投影されたラインの位置について位置決めユニットから得られた情報に基づいて、三次元の対象物を測定するための装置によって実行される。例えば、測定カメラ4101からのイメージ情報の別の評価によって得られた仰角の輪郭は、投影されたラインの位置についての情報に従って、それぞれ、正しい位置および正しいコースに割り当てられる。ことによると、失われたポイントの補間は、局所化データとともに仰角の輪郭の評価内で実行される。オプションで、表面をサンプリング／ラスタリングするためのセンサー構造を持つ表面の複数のスweepが有益である。例えば、レーザーライン発生器4102および／または測定カメラ4101は、測定されるべき対象物に沿って、（例えば、手動で、または、機械的誘導手段によって）複数回誘導できる。レーザーライン発生器4102および／または測定カメラ4101の誘導の間、レーザーライン4105の位置は、異なる時間に決定される。そのようにして、例えば、レーザーライン4101の異なる位置に割り当てられた仰角の輪郭は、測定されるべき対象物の全体の仰角の輪郭に結合できる。レーザーライン発生器4102および／または測定されるべき対象物に沿った測定カメラ4101の複数の誘導によって、個々の仰角の輪郭の数が増大する。それは、全体の仰角の輪郭の改善された解像度を結果として再び生じることができる。

【0121】

要約すれば、図4、図5および図6に基づいて説明された概念によって、対象物の改善された三次元測定が可能になる、ということが主張されるべきである。従って、ここに説明された位置決めユニットによって、イメージ情報（例えば、測定カメラ4101からの）は、サポートに固定された座標系4201と関連するレーザーライン発生器4102によって投影されたラインの位置を決定するために使用できる。機械的な位置センサーは必要ない。レーザーライン4105の位置を決定することは、レーザーライン4105とマーカー4202間の交差の検出に単に基づいて実行され、サポート4103の理想的な歪みのないイメージの中の交差の位置を説明する情報を処理することに基づいている。好ましくは、マーカーおよびラインの位置をそれぞれ処理する間、4106、4107a、4107b、4107c、4108a、4108b、4108cは知られるべきである。位置決めユニットは、例えば、ユーザーインターフェイスを介して、または、光学的または電子的に符号化された位置情報の評価を介して、情報を得ることができる。

【0122】

位置決めユニットによって得られたレーザーライン4105の位置についての情報は、その時、異なる態様で使われる。一方、レーザーライン4105の位置についての情報は、例えば、（レーザー光セクションに沿って仰角の輪郭を決定するために、）測定アウトプット、または、イメージ情報のさらに詳細な評価をトリガーするように使用できる。代替的にまたは追加的に、レーザーライン4105の位置についての情報は、また、位置情報を、例えば測定カメラから得られたイメージ情報のさらに詳細な評価によって得られた仰角の輪郭に割り当てるように使用できる。仮に、例えば、サポートに固定された座標系4201の中のレーザーライン4105の位置が知られているならば、レーザー光セクションは、測定されるべき対象物4104と交差する場所が推定される。従って、レーザー光セクションによって得られた仰角の輪郭が、測定されるべき対象物4104のモデル内

に置かれる場所が、レーザーライン４１０５（または一般的に計画されたライン）の位置についての情報に基づいて決定できる。

【０１２３】

５．図７による装置

図７は、本発明の実施の形態による対象物の三次元測定のための装置のブロック図を示す。図７による装置は、その全体が７００で示される。装置７００は、例えば上で説明したイメージセンサー２０８に対応するイメージセンサー７０８を含む。イメージセンサーは、例えば、アナログイメージセンサー信号２１０に対応し、および、また、イメージ情報３１２に対応するアナログイメージセンサー信号７１０を提供する。さらに、装置７００は、例えば、対象物またはキャリア材の上の予め決定されたまたは既知の位置のラインによって、投影されたラインの交差を検出するように構成され、かつ、イメージ情報内の交差の位置についての情報７１８を提供するように構成されたアナログ前処理７１６を含む。さらに、装置７００は、例えば、キャリア材（サポート）に関連して、または、対象物に関連して、投影されたラインの位置を説明する、イメージ情報中の交差の位置についての情報７１８に基づいて、位置情報７２４を提供するように構成された（高速）位置決めユニット７２２を含む。アナログ前処理７１６および（高速）位置決めユニット７２２は、一緒に、位置決めユニット３１０の機能を満たすことができる。さらに、装置７００は、投影されたラインが（投影されたラインの位置は、位置情報７２４によって説明される）特定の位置を持つことが検出されるとき、トリガー信号７２０を生成するように構成されたトリガー７２６を含む。ここで、トリガー信号７２０が、例えば、トリガー信号２２０に対応できる。

【０１２４】

総合して、アナログ前処理７１６および位置決めユニット７２２およびトリガー７２６は、一緒に、アナログ前処理２３０の機能を満たす、すなわち、測定アウトプット、または、イメージ情報のさらに詳細な処理をトリガーするトリガー信号７２０を生成できる、ことが主張されるべきである。

【０１２５】

ここで、装置７００は、例えば、装置２００のアナログデジタルコンバーター／インタフェース２４０に対応できるイメージアウトプット７４０を含む。例えば、トリガー信号７２０は、例えば、仰角の輪郭を決定するために、別の処理のためのイメージ情報のアウトプットを出力できる。

【０１２６】

加えて、別の処理の詳細がここに示されないこと、に注目するべきである。例えばトリガー信号７２０によってトリガーされた、または、例えばデジタルインタフェース７４２によるイメージ情報を出力することによってトリガーされた別の処理が、（例えばレーザーラインまたはレーザー光セクションに沿った）仰角の輪郭を、例えば、デジタルインタフェース７４２を介したイメージセンサー７０８から提供されたイメージ情報に基づいて生成できる。例えば、別の処理は、別の処理に任意で提供されるべき位置情報７２４に基づいて仰角の輪郭の位置も決定できる。

【０１２７】

従って、例えばアナログイメージセンサー信号に基づいたアナログ前処理７１６が、予め決定されたまたは既知の位置のラインと投影されたラインとの交差を検出するとき、および、位置情報７２４が、例えば、投影されたライン（レーザーライン）が、仰角の輪郭が生成されるべき位置にあることを示すこれらの交差から引き出されるとき、全体の装置７００が、別の処理（例えば、レーザーラインまたはレーザー光セクションに沿って仰角の輪郭を決定すること）をトリガーすることができる。

【０１２８】

仰角の輪郭、または、対象物の三次元測定に役立つどのような他の別の処理でも決定することが、例えば、トリガー信号７２０によってトリガーされる、または、単にイメージセンサーのデジタルインタフェース２４２によりデジタルイメージ情報をアウトプットす

ることによってトリガーされる（イメージ情報のこのアウトプットは、また、トリガー信号 720 によってトリガーされる）ことができる。

【0129】

6. 図 8 による方法

図 8 は、対象物の三次元測定のための方法のフローチャートを示す。方法 800 は、予め決定されたまたは既知の位置の複数のラインを持つ投影されたラインの交差を示すイメージ情報を受信すること 810 だけでなく、受信イメージ情報に基づいて、計画されたラインの位置を決定すること 820 を含む。

【0130】

方法 800 は、ここで個々にまたは結合して説明される全てのステップ、特徴および機能によって補足される。

【0131】

7. 図 9 による方法

図 9 は、対象物の三次元測定のための方法のフローチャートを示す。図 9 による方法 900 は、測定カメラからイメージ情報を得ること 910、および、イメージ情報のイメージコンテンツに依存して、測定アウトプット、または、測定結果を決定するための評価手段によるイメージ情報の評価をトリガーすること 920 を含む。

【0132】

図 9 に従う方法 900 は、ここで個々にまたは結合して説明される全てのステップおよび特徴および機能によって補足される。

【0133】

8. 応用

以下において、本発明に係る実施の形態の異なる可能な応用が説明される。

【0134】

本発明に係る実施の形態は、例えば特定の構成の中の三次元データ（3D データ）の切り離されたまたは手動の捕捉のために使われる。応用は、例えば、固定の対象物において、または、インクリメンタルエンコーダによる走査を可能にしない（または、キャリア材の動きがインクリメンタルエンコーダによって検出されるキャリア材の上の動かない）対象物において実行される。これは、例えば、サポート座標系の中の（例えばサポートに固定された座標系 4201 の中の）および測定システムの中の位置をそれぞれ示すための適したマーカー（例えばマーカー 4106）を載せることによって可能である。

【0135】

トリガーすること（例えば、イメージ情報に基づいてトリガーすること）が、例えば、屋外のエリアの対象物を走査するために使われる。

【0136】

本発明に係る実施の形態は、また、レールおよび道路を測定するために使用できる。

【0137】

本発明に係る実施の形態は、また、（例えば、測定されるべき対象物の）欠陥位置または特定のエリアを検出して、測定するために使用できる。例えば、自動高精度測定が、エリアが視野内にある限り実行される。

【0138】

これに関して、マーカー 4106 が、例えば、検出されるべき、または、測定されるべきエリアの表面に、または、検出されるべき、または、測定されるべきエリアに隣接して取り付けられるべき、ことは注目するべきである。それは、検出されるべきエリアを走査するとき、投影されたラインの位置についての結論を可能にする。

【0139】

仮に、例えば、壁（または、建物の別の部分）の特定のエリアは、検出されるべきエリアの環境において、検出される必要があり、個々のマーカー（例えば、ラインまたはライン形状のマーカー）が取り付けられる。マーカーを持つ投影されたライン（レーザーライン）の交差に基づいて、投影されたライン（レーザーライン）の位置が推定される。その

10

20

30

40

50

ようにして、レーザーラインを生成するレーザスキャナは、相対的に自由な態様で誘導され、投影されたラインが、測定されるべき表面についてどこを走るかが、いつでも決定できる。

【0140】

さらに、正確な誘導（例えば、レーザーライン発生器と測定されるべき対象物との間の既知の相対的動きによって）が保証されないときにさえ、または、機械的センサーによってそのような相対的動きを検出することが不可能または高価となりすぎるとき、測定アウトプット、または、一般に簡単なイメージ評価に基づいて別の処理をトリガーすることは、仰角の輪郭を生成する可能性が広げられる、

【0141】

従って、本発明に係る実施の形態は、自由な走査を可能にする測定対象物を横切るレーザーライン（または、投影ライン）の任意の位置決めを可能にする。

【0142】

本発明に従う実施の形態は、位置エンコーダの独立を可能にする。

【0143】

従って、本発明に係る実施の形態は、測定対象物の走査タスクおよび表面／構造に依存して最適な解像度を可能にする。

【0144】

9. 別の側面

以下において、本発明に係る別の側面は、個々に、または、ここで説明された他の側面と結合して使われる、ことが説明される。

【0145】

本発明に係る実施の形態は、以下の対象物のいくつかを、完全にまたは部分的に解決できる。

- ・測定対象物の上のレーザーラインの任意の位置決め—自動走査
- ・位置エンコーダの独立性
- ・測定対象物の走査タスクおよび表面／構造に依存する最適解像度

【0146】

9. 1 解決アイデア（個々にまたは結合された態様で応用できる）

9. 1. 1 トリガー

イメージキャプチャをトリガーするための本発明の解決策は、例えば、固定された時間間隔のためのインクリメンタルエンコーダまたはタイマーによる、測定対象物の搬送と測定システムとの間の電氣的結合が存在しない従来技術とは異なる。測定カメラからの測定アウトプットをトリガーすることは、単に、イメージコンテンツによって実行される。これは、測定システムが、適した特徴に基づいて、イメージ分析を恒久的に実行することを意味する。特定の予め決められた基準が満たされるときのみ、イメージがアウトプットされ、すなわち、外から見られるとき、自己トリガー測定結果をアウトプットする。

【0147】

ここで、画像を検出するために以下の特徴が選ばれる。

- ・レーザー光セクション
 - 測定対象物があるサポートの表面の上の3Dマーク、および／または、
 - レーザーラインに沿った2D光学的特徴
 - 反射率の変化、および／または、
 - ボリューム散乱の変化、および／または、
 - 色彩語、および／または、
 - 測定カメラ内の処理チェーンからの一般的特徴
 - 検出されたラインの信頼性、および／または、
 - レーザーラインの局所幅、および／または、
- ・灰色イメージと事前補正
 - 平面の照明を持つ、または、平面の照明無し、および／または、

10

20

30

40

50

○ 照明されたレーザーラインの内側または外側のより大きいエリアを横切る光学的特徴、および／または、

○ 動きの推定のための 3D ステレオ再構成の使用、および／または、

○ 例えば相互関係による前進方向における灰色値の比較、および／または、

○ マークおよび色彩語の検出、および／または、

・ 仰角情報ークラック／ギャップ／傷

○ 例えば、特定の局所的拡張によって反射を欠くことによるクラックおよびギャップの説明、および／または、

・ 異なる方向からの捕捉

○ いくつかのカメラまたはいくつかのレーザーライン発生器によって、異なる方向から／に捕捉されるとき、 10

○ 異なる方向から検出された特徴の中の差、および／または、

・ 偏光の変化

○ 異なる素材の検出

○ レーザービームの貫通深さのばらつきの検出

【0148】

9. 1. 2 特徴の決定（いくつかまたは全ての概念が使われる）

・ センサーまたは後処理ユニットの 9. 1. 1 において説明された特徴の分析

・ ソフトウェアまたは特に開発したハードウェアブロックによるイメージ処理

・ 待ち時間無しでまたは非常に小さい待ち時間で結果の瞬間的決定 20

・ 結果がアウトプットされるかどうか、または、アウトプットが抑制されるかどうかを決定するための評価

・ 興味の異なる領域でのセンサーフィールドの異なる特徴の評価

・ 興味の評価された領域の位置を決定するための検出された特徴の使用

・ トリガーが決定されることに基づいて、同期または非同期のパラメータのための外部デジタルインタフェースによって特徴の決定を制御すること

・ 照明をシフトするためのレーザーライン発生器および照明システムのための制御信号の直接的アウトプット

【0149】

9. 1. 3 局所化 30

9. 1. 3. 1 一般

局所化は、図 4 に基づいて、より詳細に議論される。図 4 は、測定対象物に関連して、サポート（キャリア）の上のマークерによって、レーザーラインの局所化についての構造を示す。座標系の中のレーザーラインの局所化は、測定対象物が、サポートにしっかり接続される、または、サポートの上に置かれるように実行される。それは、1 つまたはいくつかの適したマークerを含む。仮にサポートがレーザーラインにより照明されるならば、それは測定カメラによって再び監視される。

【0150】

・ マークerの幾何学的なパラメータの事前決定

○ 手動的、および／または、 40

○ 機械的可読態様において、例えば、バーコード 4207 によって

・ マークerを走査すること

○ サポートに関連した LL ラインの正確な局部化のためのサイドマークer 4106、および／または、

○ 間にある測定対象物

○ 独自性は有利であるマークerに関連したレーザーラインの角度およびシフトを割り当てるオプション

【0151】

9. 1. 3. 2 マークerを持つサポートについてのレーザーラインの位置の決定

基準は図 5 に作られる。図 5 は、サポートの上のマークerの配置および評価を示す。 50

【0152】

レーザーラインの位置の決定は、以下を含む。

- ・レーザーラインとマーカースとの間の交差を決定すること（図5参照）

- サポートに関連したレーザーラインのシフトおよび回転を決定すること

- 移動したスキャンで、レーザーラインの位置の定義された変化のときに輪郭をアウトプット

- 位置パラメータとともにレーザーライン輪郭をアウトプットすること

- 例えば、サポート（測定対象物）の座標系の中のレーザーの始点と終点

- 互いに関して2つの座標系のシフトおよび回転をアウトプットすること

- 仰角輪郭を持つ共通の評価のためのレーザーラインとマーカースとの間の交差のアウトプット

10

【0153】

- ・局所化アルゴリズム

レーザーライン4105の位置は、サポートに固定された座標系4201に関連して決定される。このため、レーザーラインに固定された座標系4203の座標原点 p_0 と単位ベクトル s が計算されることにおいて、マーカース4106は、好ましくは、サポート上のレーザーライン4105によって最低4つの適した交差4202を形成する、サポート4103の上に載った最低4本の直線的ラインである。前記最低4つの交差4202は、レーザーライン4105に沿って検出され、レーザーラインに固定された座標系4203において局所化されて、形式 $p_i = p_0 + k_i s$ （ $i \in N$ 、 $\forall i : k_i \in R$ ）で説明される。サポートに固定された座標系4201において、これらの交差に割り当てられたマーカース直線4106は、形式 $n_i^T p = r_i$ 、（ $i \in N$ ）の式によって記述される。定数 n_i および r_i は手動で入力され、あるいは、パラメータ／バーコード4207に基づいて決定される。好ましくは、座標原点 p_0 および単位ベクトル s は、以下の式の線形系の解または最小二乗解として決定される。

20

【0154】

$$\begin{bmatrix} n_1^T & k_1 n_1^T \\ \vdots & \vdots \\ n_i^T & k_i n_i^T \\ \vdots & \vdots \\ n_N^T & k_N n_N^T \end{bmatrix} \begin{bmatrix} p_0 \\ s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_1 \\ \vdots \\ r_i \\ \vdots \\ r_N \end{bmatrix}$$

30

40

ここで、 $N > 4$ 本の直線的ライン4106と交差4202が使われる（方程式の過剰決定システム）。

【0155】

オプションで、方程式のシステムは、レーザーライン4105とマーカース4106の交差4202のサブセットのために解決されるだけである。オプションで、このサブセットは、測定対象物4104によりカバーされない交差4202だけが使われるように選ばれる。オプションで、前記サブセットは、測定カメラ4101のイメージの中で見える交差だけが使われるように選ばれる。オプションで、測定カメラ4101の中のイメージで見

50

える個々の交差に対して、検出精度が推定され、この検出精度が、前記サブセットを選ぶ時に考慮される。

【0156】

オプションで、前記方程式のシステムの最小二乗解を除いて、残差も決定される。オプションで、これらの残差は、妥当性のチェックを実行するために使われる。オプションで、残差は、測定カメラ4101のイメージが捨てられるかどうかを決めるために使われる。

【0157】

- ・局所化データと共に仰角の輪郭の評価
 - サポートおよび測定対象物に関連したレーザーラインの正確な位置をそれぞれ決定すること 10
 - マーカーおよびサポートおよび測定対象物の座標系の仰角データの座標変換を実行すること
 - 欠陥ポイントの可能な限りの補間
 - 表面を走査／ラスタリングするためのセンサー構造を持つ表面の複数スweep

【0158】

- 9. 1. 4 応用（選択肢または結合して）
 - ・特定の構造の中の3Dデータの切り離しまたは手動捕捉
 - 非可動対象物
 - インクリメンタルエンコーダによるスキャンを許さない対象物 20
 - サポートまたは測定システムの座標系の中の位置を特徴付けるために適したマーカーを載せること
 - ・トリガー：外のエリアで対象物をスキャンすること
 - ・レールまたは道路を測定すること
 - ・欠陥位置または特定のエリアを検出および測定すること
 - エリアがイメージフィールド内にある限り自動的に高精度測定

【0159】

10. 実施選択肢

いくつかの面が、装置の文脈の中で説明されたけれども、これらの面は、装置のブロックまたは機器が、個々の方法ステップまたは方法ステップの特徴に対応するように、対応する方法の説明も表現していることは明らかである。同様に、方法ステップの文脈の中において説明された面は、対応するブロックの説明、または、対応する装置の詳細または特徴も表現している。いくつかまたは全ての方法ステップが、マイクロプロセッサ、プログラム可能なコンピュータまたは電子回路などの、ハードウェア装置によって（または、ハードウェア装置を使用して）実行されてもよい。いくつかの実施の形態において、最も重要な方法ステップのいくつかは、そのような装置によって実行されてもよい。

【0160】

特定の実施要求に依存して、本発明の実施の形態は、ハードウェアまたはソフトウェアにおいて実施される。実施は、デジタル記憶媒体、例えば、フロッピー（登録商標）ディスク、DVD、ブルーレイディスク、CD、ROM、PROM、EEPROM、フラッシュメモリ、ハードドライブ、または、そこに記憶された電子的に読み取り可能な制御信号を持つ別の磁氣的または光学的メモリーを使用して実行される。それらは、個々の方法が実行されるように、プログラム可能なコンピュータシステムと協働し、または、協働可能である。従って、デジタル記憶媒体は、コンピュータ読み取り可能である。

【0161】

本発明に係るいくつかの実施の形態は、ここに、説明された方法の1つが実行されるように、プログラム可能なコンピュータシステムと協働できる電子的に読み取り可能な制御信号から成るデータキャリアを含む。

【0162】

一般に、本発明の実施の形態は、プログラムコードを持つコンピュータプログラム製品 50

として実施してもよい。コンピュータプログラム製品がコンピュータで稼動するとき、プログラムコードは、方法のうちの1つを実行するために動作する。

プログラムコードは、例えば、機械的に読み取り可能なキャリアに格納される。

【0163】

他の実施の形態は、ここに説明された方法のうちの1つを実行するためのコンピュータプログラムを含む。コンピュータプログラムは機械的に読み取り可能なキャリアに格納される。

【0164】

すなわち、本発明の方法の実施の形態は、コンピュータプログラムがコンピュータで稼動するとき、ここに説明された方法のうちの1つを実行するためのプログラムコードから成るコンピュータプログラムである。

10

【0165】

本発明の方法の別の実施の形態は、それ故、その上に記録され、ここに説明された方法のうちの1つを実行するためのコンピュータプログラムを含むデータキャリア（または、デジタル記憶媒体またはコンピュータ読み取り可能媒体）である。データキャリア、デジタル記憶媒体またはコンピュータ読み取り可能媒体は、一般に実体的または不揮発である。

【0166】

本発明の方法の別の実施の形態は、それ故、ここに説明された方法のうちの1つを実行するためのコンピュータプログラムを表現するデータストリームまたは信号シーケンスである。データストリームまたは信号シーケンスは、例えば、インターネットを介して、データ通信接続を介して転送されるように構成される。

20

【0167】

別の実施の形態は、ここに説明された方法のうちの1つを実行するように構成または適応された処理手段、例えば、コンピュータ、または、プログラム可能な論理デバイスを含む。

【0168】

別の実施の形態は、ここに説明された方法のうちの1つを実行するためのコンピュータプログラムを、その上にインストールされたコンピュータを含む。

【0169】

30

本発明に従う別の実施の形態は、ここに記述された方法のうちの最低1つを実行するためのコンピュータプログラムをレシーバに送るように構成された装置またはシステムを含む。送信は、例えば電子的または光学的である。レシーバは、コンピュータまたは携帯機器またはメモリ素子または同様な機器であってもよい。装置またはシステムは、コンピュータプログラムをレシーバに送信するためのファイルサーバーを含んでもよい。

【0170】

いくつかの実施の形態において、プログラム可能論理デバイス（例えば、フィールドプログラマブルゲートアレイ、FPGA）は、ここに説明された方法のいくつかまたは全ての機能を実行するために使用される。いくつかの実施の形態において、フィールドプログラマブルゲートアレイは、ここに説明された方法のうちの1つを実行するために、マイクロプロセッサと協働する。一般に、方法は、好ましくは、どのようなハードウェア装置によっても実行される。これは、コンピュータプロセッサ（CPU）のような一般的に適用可能なハードウェア、または、特にASICなどのような方法向けのハードウェアである。

40

【0171】

ここに説明された装置は、例えば、ハードウェア装置を使って、または、コンピュータを使って、または、ハードウェア装置とコンピュータとの結合を使うことによって実施される。

【0172】

ここに説明された装置、または、ここに説明された装置のどの構成物も、ハードウェア

50

および／またはソフトウェア（コンピュータプログラム）において、少なくとも部分的に実施される。

【0173】

ここに説明された装置は、例えば、ハードウェア装置を使って、または、コンピュータを使って、または、ハードウェア装置とコンピュータとの結合を使って実施される。

【0174】

ここに説明された装置、または、ここに説明された装置のどの構成物も、ハードウェアおよび／またはソフトウェア（コンピュータプログラム）において、少なくとも部分的に実施される。

【0175】

上記の実施の形態は、本発明の原則のためだけに説明している。ここに説明された配置および詳細の修正およびバリエーションは、当業者に明白であることは理解される。従って、本発明は、この実施の形態の記述および説明を介して提供された特定の詳細ではなく、付加された特許の請求項の範囲だけにより制限される、ことが意図される。

【符号の説明】

【0176】

- 100、200、700 対象物の三次元測定のための装置
- 110、210、710 イメージ情報
- 130、230、716、722、726 トリガー手段
- 212 イメージ情報
- 240、740 イメージセンサーアナログ信号のデジタル化
- 242、742 イメージセンサーのデジタルインタフェース
- 210、710 イメージセンサーアナログ信号 4101 測定カメラ
- 4102 光源
- 4105 レーザーライン
- 4106、4107a、4107b、4107c、4108a、4108b、4108c 表面の上の三次元のマーカー

10

20

【図 1】

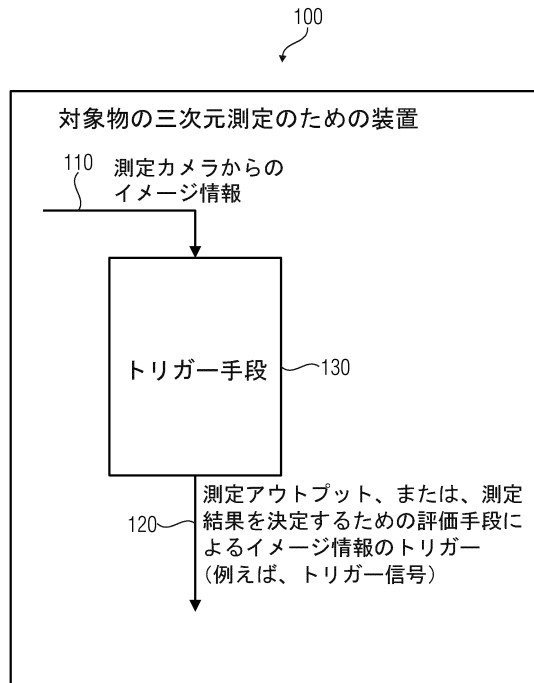


Fig. 1

【図 2】

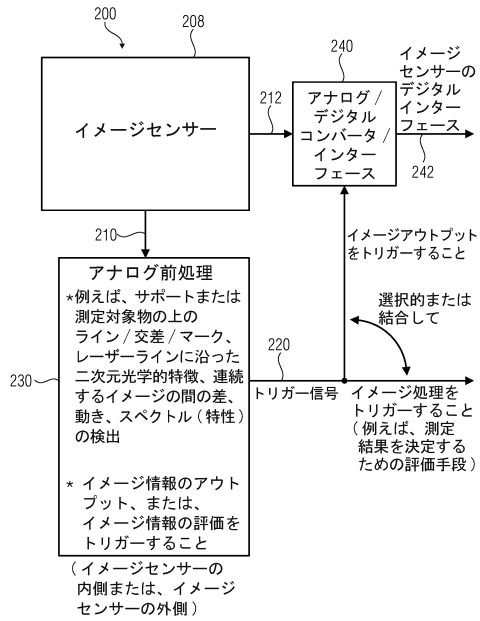


Fig. 2

【図 3】

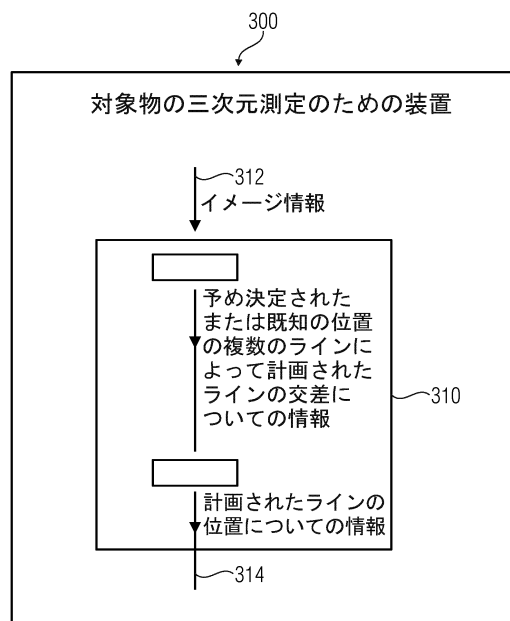


Fig. 3

【図 4】

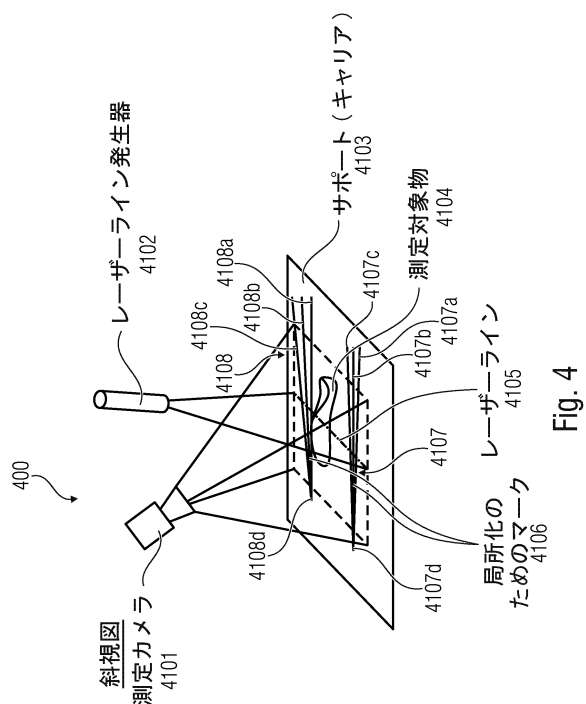


Fig. 4

【図 5】

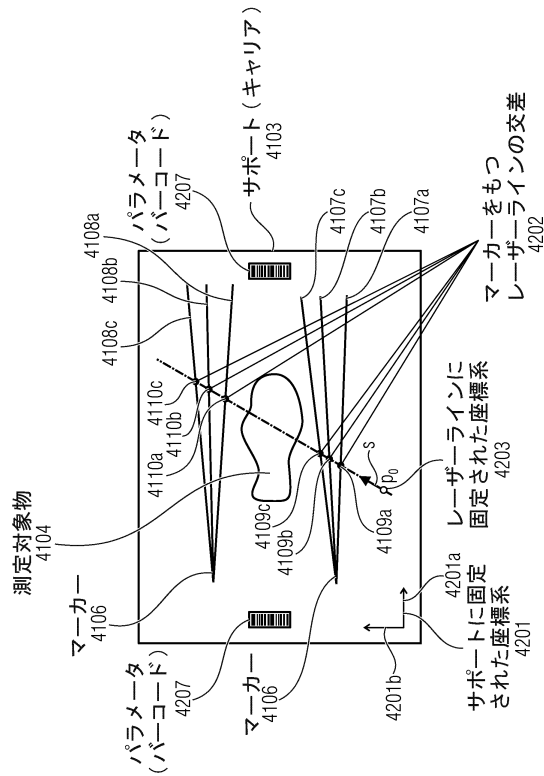


Fig. 5

【図 6】

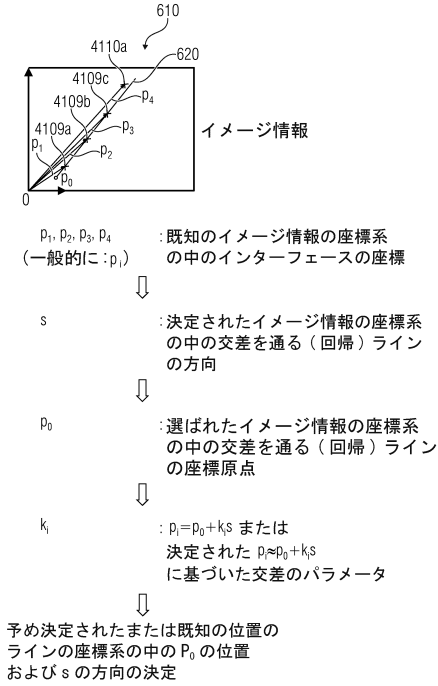


Fig. 6

【図 7】

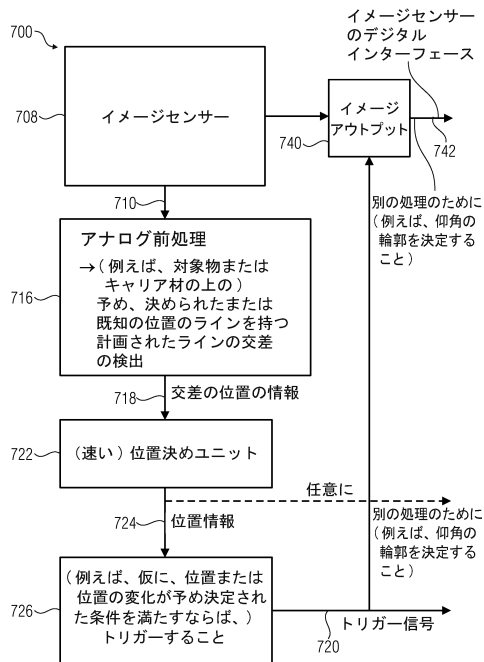


Fig. 7

【図 8】

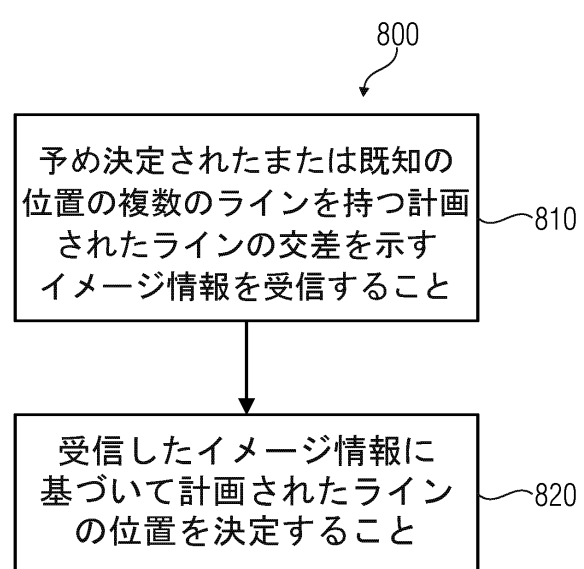


Fig. 8

【図 9】

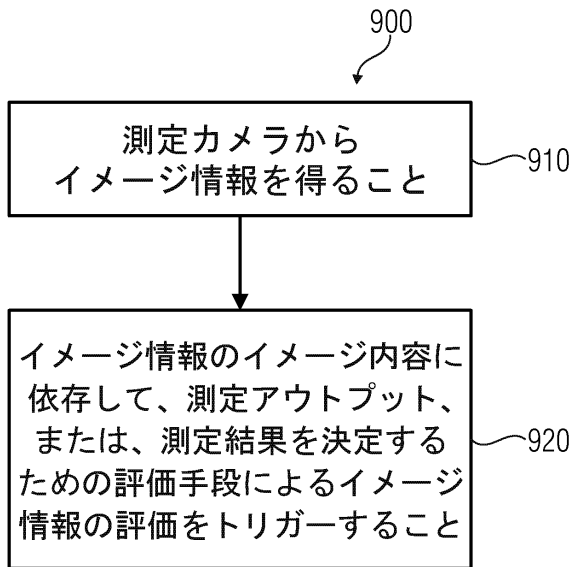


Fig. 9

フロントページの続き

(72)発明者 ホッペ クリストフ

ドイツ連邦共和国 01127 ドレスデン コンコルティーンシュトラッセ 38

(72)発明者 ノイデック ヴィリー

ドイツ連邦共和国 01189 ドレスデン ブルカースドルファー ヴェーク 33

審査官 仲野 一秀

(56)参考文献 特開平8-94313 (JP, A)

特開平8-29135 (JP, A)

特開2002-225237 (JP, A)

特開平4-301751 (JP, A)

米国特許第7525669 (US, B1)

特開2012-103266 (JP, A)

特開平8-304040 (JP, A)

特開2012-122893 (JP, A)

特開2014-95627 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01B 11/00-11/30

G01C 3/00-3/32