

(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2015-503099

(P2015-503099A)

(43) 公表日 平成27年1月29日(2015.1.29)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 C 15/00 (2006.01)	GO 1 C 15/00 1 O 3 A	2 F O 6 5
GO 1 B 11/00 (2006.01)	GO 1 B 11/00 H	2 F 1 1 2
GO 1 C 11/06 (2006.01)	GO 1 C 11/06	
GO 1 C 3/06 (2006.01)	GO 1 C 15/00 1 O 3 C	
	GO 1 C 3/06 1 1 O W	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 30 頁)

(21) 出願番号 特願2014-545259 (P2014-545259)  
 (86) (22) 出願日 平成24年12月6日 (2012.12.6)  
 (85) 翻訳文提出日 平成26年7月3日 (2014.7.3)  
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2012/074667  
 (87) 国際公開番号 W02013/083707  
 (87) 国際公開日 平成25年6月13日 (2013.6.13)  
 (31) 優先権主張番号 11192216.7  
 (32) 優先日 平成23年12月6日 (2011.12.6)  
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(71) 出願人 513076464  
 ライカ ジオシステムズ アクチエンゲゼルシャフト  
 Leica Geosystems AG  
 スイス国 ヘーアブルック ハイニンリヒェー  
 ヴィルトーシュトラッセ 201  
 Heinrich-Wild-Strasse 201, CH-9435 Heerbrugg, Switzerland  
 (74) 代理人 100114890  
 弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラインハルト  
 (74) 代理人 100099483  
 弁理士 久野 琢也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 目標を探索する位置感応性検出器を備えたレーザートラッカ

(57) 【要約】

本発明は、反射性の目標を連続的に追跡し、目標の位置を特定するレーザートラッカに関する。レーザートラッカは、ベースと光偏向ユニットと精密距離測定ユニットと角度測定機能部と目標探索ユニットとを備え、目標探索ユニットは照明手段と第1のカメラと制御評価ユニットとを含む。本発明では、目標探索ユニットがさらに、第2の視野を定義し第2の位置感応性検出器を含む第2のカメラを含み、当該第2のカメラは、第1のカメラに対して相対的に既知かつ固定に位置決めされて、第1のカメラ及び第2のカメラの各視野が少なくとも部分的に重なるように、かつ、第2のカメラの光軸が測定軸に対して偏差するように配置されており、探索機能の実行時に、第1の目標位置及び第2の目標位置の双方を考慮して目標が探索される。

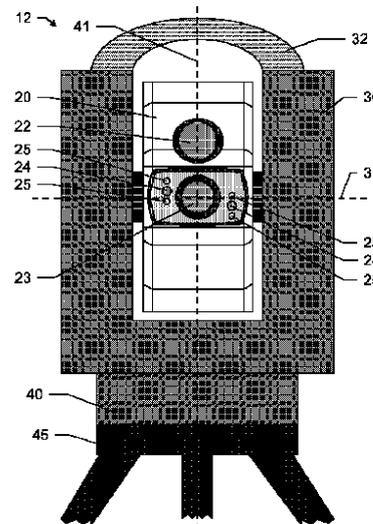


Fig. 2

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

反射性の目標（29c, 65, 81）を連続的に追跡し、前記目標（29c, 65, 81）の位置を特定するレーザートラッカ（10, 11, 12）であって、

鉛直軸（41）を定義するベース（40）と、

測定放射（21, 17）を放出して、前記目標（29c, 65, 81）で反射された前記測定放射（21, 17）の少なくとも一部を受信する光偏向ユニットであって、前記鉛直軸（41）及び傾動軸（31）を中心として前記ベース（40）に対して相対的にモータ駆動により旋回可能であり、かつ、前記測定放射（21, 17）の放出方向によって測定軸（57）を定義する光偏向ユニットと、

前記測定放射（21, 17）を用いて前記目標（29c, 65, 81）までの精密距離を測定する精密距離測定ユニットと、

前記ベース（40）に対して相対的な前記光偏向ユニットの配向状態を測定する角度測定機能部と、

目標探索ユニットと、

を備え、

前記目標探索ユニットは、

- ・前記目標（29c, 65, 81）を電磁的な照明放射で照明する照明手段（25）と

- ・第1の視野（27a）を定義し、第1の位置感応性検出器（28a）を含む第1のカメラ（24, 24a, 60a）であって、第1の画像を検出可能であり、該第1の画像において前記目標（29c, 65, 81）で反射された前記照明放射の少なくとも一部を第1の目標位置（29a）として検出可能であり、その光軸（26a）が前記測定軸（57）に対して偏差して配置されている第1のカメラ（24, 24a, 60a）と、

- ・探索機能の実行時に前記第1の目標位置（29a）に依存して前記目標（29c, 65, 81）を探索するように構成された制御評価ユニットと

を含む、

レーザートラッカ（10, 11, 12）において、

前記目標探索ユニットは、さらに、

第2の視野（27b）を定義し、第2の位置感応性検出器（28b）を含む第2のカメラ（24, 24b, 60b）であって、第2の画像を検出可能であり、該第2の画像において前記目標（29c, 65, 81）で反射された前記照明放射の少なくとも一部を第2の目標位置（29b）として検出可能である第2のカメラ（24, 24b, 60b）を含み、

前記第2のカメラ（24, 24b, 60b）は、前記第1のカメラ（24, 24a, 60a）に対して相対的に既知かつ固定に位置決めされて、前記第1のカメラ及び前記第2のカメラ（24, 24a, 60a, 24b, 60b）の各視野（27a, 27b）が少なくとも部分的に重なるように、かつ、前記第2のカメラ（24, 24b, 60b）の光軸（26b）が前記測定軸（57）に対して偏差するように、配置されており、

前記探索機能の実行時に、前記第1の目標位置及び前記第2の目標位置（29a, 29b）の双方を考慮して前記目標（29c, 65, 81）が探索されることを特徴とするレーザートラッカ（10, 11, 12）。

## 【請求項 2】

前記制御評価ユニットは、前記探索機能の実行時に、前記第1の目標位置（29a）のみを前記目標（29c, 65, 81）の探索に用いる場合に前記測定軸（57）と前記第1のカメラ及び前記第2のカメラ（24, 24a, 60a, 24b, 60b）の各光軸（26a, 26b）とで生じる視差に起因する多義性を、前記第1の目標位置及び前記第2の目標位置（29a, 29b）の双方を前記目標（29c, 65, 81）の探索に共用することにより解消するように構成されている、

請求項 1 記載のレーザートラッカ（10, 11, 12）。

10

20

30

40

50

## 【請求項 3】

前記制御評価ユニットは、探索機能の実行時に、前記第 1 の目標位置及び前記第 2 の目標位置 ( 2 9 a , 2 9 b ) に依存して、前記目標 ( 2 9 c , 6 5 , 8 1 ) までの粗距離を求めよう構成されている、

請求項 1 又は 2 記載のレーザートラッカ ( 1 0 , 1 1 , 1 2 ) 。

## 【請求項 4】

前記制御評価ユニットは、探索機能の実行時に、前記第 1 の目標位置及び前記第 2 の目標位置 ( 2 9 a , 2 9 b ) に依存して、前記目標 ( 2 9 c , 6 5 , 8 1 ) までのそれぞれの目標方向 ( 6 3 a , 6 3 b ) を導出し、該目標方向 ( 6 3 a , 6 3 b ) に依存して、例えば写真測量法によって、粗位置を求めよう構成されている、

請求項 3 記載のレーザートラッカ ( 1 0 , 1 1 , 1 2 ) 。

10

## 【請求項 5】

前記第 1 のカメラ及び前記第 2 のカメラ ( 2 4 , 2 4 a , 6 0 a , 2 4 b , 6 0 b ) は、相互に相対的な、かつ、前記測定軸 ( 5 7 ) に対して相対的な、既知の位置及び既知の配向状態で配置されており、これにより、前記第 1 のカメラ及び前記第 2 のカメラ ( 2 4 , 2 4 a , 6 0 a , 2 4 b , 6 0 b ) の位置によって、既知のベース長を有する写真測量法のベースが定義される、

請求項 1 から 4 までのいずれか 1 項記載のレーザートラッカ ( 1 0 , 1 1 , 1 2 ) 。

## 【請求項 6】

前記レーザートラッカ ( 1 0 , 1 1 , 1 2 ) は、

動作時に、前記第 1 のカメラ及び前記第 2 のカメラ ( 2 4 , 2 4 a , 6 0 a , 2 4 b , 6 0 b ) の相互に相対的な、かつ、前記測定軸 ( 5 7 ) に対して相対的な、既知の位置及び既知の配向状態を定める較正機能部を含み、

20

例えば、前記較正機能部において、

- ・前記目標 ( 2 9 c , 6 5 , 8 1 ) が種々の位置に準備され、前記測定放射 ( 2 1 , 1 7 ) によって照準されて測定され、

- ・前記目標 ( 2 9 c , 6 5 , 8 1 ) の全ての位置に対して前記第 1 の目標位置及び前記第 2 の目標位置 ( 2 9 a , 2 9 b ) が求められ、

- ・前記目標 ( 2 9 c , 6 5 , 8 1 ) の測定及び対応して求められた各目標位置 ( 2 9 a , 2 9 b ) から前記相対的な既知の位置及び既知の配向状態が導出される、

30

請求項 5 記載のレーザートラッカ ( 1 0 , 1 1 , 1 2 ) 。

## 【請求項 7】

前記第 1 のカメラ及び前記第 2 のカメラ ( 2 4 , 2 4 a , 6 0 a , 2 4 b , 6 0 b ) は、前記測定軸 ( 5 7 ) が少なくとも部分的に前記第 1 のカメラ及び前記第 2 のカメラ ( 2 4 , 2 4 a , 6 0 a , 2 4 b , 6 0 b ) の重なった視野 ( 2 7 a , 2 7 b ) によって定義される重畳領域 ( 2 8 ) 内に位置するように配置されている、

請求項 5 又は 6 記載のレーザートラッカ ( 1 0 , 1 1 , 1 2 ) 。

## 【請求項 8】

前記第 1 のカメラ及び前記第 2 のカメラ ( 2 4 , 2 4 a , 6 0 a , 2 4 b , 6 0 b ) は、それぞれの光軸 ( 2 6 a , 2 6 b ) が前記測定軸 ( 5 7 ) に対して平行に偏差するように、又は、前記測定軸 ( 5 7 ) に対して相対的に所定の角度をなすように配置されている、

40

及び / 又は、

前記第 1 のカメラ及び前記第 2 のカメラ ( 2 4 , 2 4 a , 6 0 a , 2 4 b , 6 0 b ) は、前記測定軸 ( 5 7 ) に対して相対的に軸対称となるように配置されている、

請求項 5 から 7 までのいずれか 1 項記載のレーザートラッカ ( 1 0 , 1 1 , 1 2 ) 。

## 【請求項 9】

前記照明手段 ( 2 5 ) は、赤外領域の所定波長を有する拡散性の前記電磁的な照明放射を放出できるように構成されている、請求項 1 から 8 までのいずれか 1 項記載のレーザ

50

トラッカ ( 1 0 , 1 1 , 1 2 ) 。

【請求項 1 0】

前記第 1 のカメラ及び前記第 2 のカメラ ( 2 4 , 2 4 a , 6 0 a , 2 4 b , 6 0 b ) は主として赤外の照明放射のみを検出可能とするように構成されており、

例えば、前記第 1 のカメラ及び前記第 2 のカメラ ( 2 4 , 2 4 a , 6 0 a , 2 4 b , 6 0 b ) は、各位置感応性検出器 ( 2 8 a , 2 8 b ) 上に、主として赤外の放射のみを透過するフィルタユニットをそれぞれ 1 つずつ含む、

請求項 1 から 9 までのいずれか 1 項記載のレーザートラッカ ( 1 0 , 1 1 , 1 2 ) 。

【請求項 1 1】

前記制御評価ユニットは、

動作時に、前記第 1 の画像及び前記第 2 の画像における前記第 1 の目標位置及び前記第 2 の目標位置 ( 2 9 a , 2 9 b ) を、画像処理によって、各目標位置 ( 2 9 a , 2 9 b ) が各画像で検出された照明放射の断面形状の画像内位置を表すように求める目標位置計算機能部

を含み、例えば、

・各画像で検出された照明放射の断面形状に基づく重心計算、例えば、輝度分析及び / 又はコントラスト分析による重心計算が行われ、及び / 又は、

・マッチング、例えば、ベストフィット法に基づいて前記各画像で検出された照明放射の断面形状と記憶パターンとを比較する全一致検索、例えば、画像内のパターン位置を一致させることに基づいて前記各画像で検出された照明放射の各目標位置 ( 2 9 a , 2 9 b ) を求めるサブピクセルプレジジョンによる全一致検索、例えば、パターン内で定義された、各目標位置 ( 2 9 a , 2 9 b ) の最終計算に利用されるべきパターン内部のパターン位置を導出するための情報が記憶パターンとして記憶されているサブピクセルプレジジョンによる全一致検索が行われ、特に、前記情報は、パターン内で定義されたパターン位置そのものであるか、又は、パターン重心計算アルゴリズムなどの定義されたパターン位置計算アルゴリズムである、

請求項 1 から 1 0 までのいずれか 1 項記載のレーザートラッカ ( 1 0 , 1 1 , 1 2 ) 。

【請求項 1 2】

前記レーザートラッカ ( 1 0 , 1 1 , 1 2 ) はさらに、第 3 もしくはそれ以上の数の目標位置を検出する第 3 もしくはそれ以上の数の位置感応性検出器を含む第 3 もしくはそれ以上の数のカメラ ( 2 4 ) を備え、

前記第 3 もしくはそれ以上の数のカメラ ( 2 4 ) は、それぞれの光軸が前記測定軸 ( 5 7 ) に対して偏差するように配置されており、

前記制御評価ユニットは、探索機能の実行時に、前記第 3 もしくはそれ以上の数の目標位置に依存して前記目標 ( 2 9 c , 6 5 , 8 1 ) の探索を行うように構成されており、例えば、前記第 3 もしくはそれ以上の数のカメラ ( 2 4 ) の少なくとも 1 つが前記照明放射の照明波長を中心とした所定の領域の電磁放射を検出するように構成されている、

請求項 1 から 1 1 までのいずれか 1 項記載のレーザートラッカ ( 1 0 , 1 1 , 1 2 ) 。

【請求項 1 3】

前記測定放射 ( 2 1 , 1 7 ) が前記第 1 の目標位置及び前記第 2 の目標位置 ( 2 9 a , 2 9 b ) に依存して例えば自動的に例えば前記目標 ( 2 9 c , 6 5 , 8 1 ) の粗位置に依存して配向されることにより前記目標 ( 2 9 c , 6 5 , 8 1 ) へ入射し、前記精密距離測定ユニットによって前記目標 ( 2 9 c , 6 5 , 8 1 ) までの距離が精密に測定可能となるように、前記光偏向ユニットが前記制御評価ユニットによって制御される、

請求項 1 から 1 2 までのいずれか 1 項記載のレーザートラッカ ( 1 0 , 1 1 , 1 2 ) 。

【請求項 1 4】

前記レーザートラッカ ( 1 0 , 1 1 , 1 2 ) は、

前記鉛直軸 ( 4 1 ) を中心として前記ベース ( 4 0 ) に対して相対的にモータ駆動により旋回可能であり、かつ、前記傾動軸 ( 3 1 ) を定義する、支持部 ( 3 0 ) と、

前記光偏向ユニットとして構成されており、前記傾動軸 ( 3 1 ) を中心として前記支持

10

20

30

40

50

部(30)に対して相対的にモータ駆動により傾動可能である照準ユニット(20)とを備え、

前記照準ユニット(20)は、前記測定放射(21, 17)を放出し、前記目標(29c, 65, 81)で反射された前記測定放射(21, 17)の少なくとも一部を受信するテレスコープユニットを含む、

請求項1から13までのいずれか1項記載のレーザートラッカ(10, 11, 12)。

【請求項15】

レーザートラッカ(10, 11, 12)により目標(29c, 65, 81)を探索する方法であって、

前記レーザートラッカ(10, 11, 12)は、

鉛直軸(41)を定義するベース(40)と、

測定放射(21, 17)を放出して、前記目標(29c, 65, 81)で反射された測定放射(21, 17)の少なくとも一部を受信する光偏向ユニットであって、前記鉛直軸(41)及び傾動軸(31)を中心として前記ベース(40)に対して相対的にモータ駆動により旋回可能であり、かつ、前記測定放射(21, 17)の放出方向によって測定軸(57)を定義している光偏向ユニットと

を備え、

・前記目標(29c, 65, 81)を電磁的な照明放射で照明し、

・前記レーザートラッカ(10, 11, 12)においてその光軸(26a)が前記測定軸(57)に対して偏差して配置された、第1の視野(27a)を定義する第1のカメラ(24, 24a, 60a)により、第1の画像の位置感応性検出を行い、

・前記目標(29c, 65, 81)で反射された前記照明放射の少なくとも一部を前記第1の画像内の第1の目標位置(29a)として第1次的に検出する、方法において、

・前記レーザートラッカ(10, 11, 12)に配置された、第2の視野(27b)を定義する第2のカメラ(24, 24b, 60b)により、第2の画像の位置感応性検出を行い、

・前記目標(29c, 65, 81)で反射された前記照明放射の少なくとも一部を前記第2の画像内の第2の目標位置(29b)として第2次的に検出し、

・前記第2のカメラ(24, 24b, 60b)は、前記第1のカメラ(24, 24a, 60a)に対して相対的に既知かつ固定に位置決めされて、前記第1のカメラ及び前記第2のカメラ(24, 24a, 60a, 24b, 60b)の各視野(27a, 27b)が少なくとも部分的に重なるように、かつ、前記第2のカメラ(24, 24b, 60b)の光軸(26b)が前記測定軸(57)に対して偏差するように、配置されており、

・前記第1の目標位置及び前記第2の目標位置(29a, 29b)の双方を考慮して前記目標(29c, 65, 81)を探索する

ことを特徴とする方法。

【請求項16】

前記第1の目標位置(29a)のみを前記目標(29c, 65, 81)の探索に用いる場合に前記測定軸(57)と前記第1のカメラ及び前記第2のカメラ(24, 24a, 60a, 24b, 60b)の各光軸(26a, 26b)とで生じる視差に起因する多義性を、前記第1の目標位置及び前記第2の目標位置(29a, 29b)の双方を共用することにより解消する、

請求項15記載の方法。

【請求項17】

前記第1の目標位置及び前記第2の目標位置(29a, 29b)に依存して、前記目標(29c, 65, 81)までの粗距離を求める、

請求項15又は16記載の方法。

【請求項18】

前記第1の目標位置及び前記第2の目標位置(29a, 29b)に依存して、前記目標

10

20

30

40

50

(29c, 65, 81)までのそれぞれの目標方向(63a, 63b)を導出し、該目標方向(63a, 63b)に依存して、例えば写真測量法によって、前記目標(29c, 65, 81)の粗位置を求める、  
請求項17記載の方法。

【請求項19】

前記光偏向ユニットを、前記第1の目標位置及び前記第2の目標位置(29a, 29b)に依存して例えば自動的に例えば前記目標(29c, 65, 81)の粗位置に依存して配向することにより、前記測定放射(21, 17)が前記目標(29c, 65, 81)へ入射して、前記精密距離測定ユニットによって前記目標(29c, 65, 81)までの距離が精密に測定可能となるようにする、及び/又は、

前記照明放射の照明波長を中心とした所定の領域の電磁放射が検出されるよう、少なくとも1回の位置感応性検出を行う、

請求項15から18までのいずれか1項記載の方法。

【請求項20】

前記第1のカメラ及び前記第2のカメラ(24, 24a, 60a, 24b, 60b)の相互に相対的かつ前記測定軸(57)に対して相対的な既知の位置及び既知の配向状態を定め、例えば、

- ・前記目標(29c, 65, 81)を種々の位置に準備し、前記測定放射(21, 17)によって照準して測定し、
  - ・前記目標(29c, 65, 81)の全ての位置に対して前記第1の目標位置及び前記第2の目標位置(29a, 29b)を求め、
  - ・前記目標(29c, 65, 81)の測定及び対応して求められた各目標位置(29a, 29b)から前記相対的な既知の位置及び既知の配向状態を導出する、
- 請求項15から19までのいずれか1項記載の方法。

【請求項21】

前記第1の画像及び前記第2の画像における前記第1の目標位置及び前記第2の目標位置(29a, 29b)を、画像処理によって、当該各目標位置(29a, 29b)が各画像で検出された照明放射の断面形状の画像内位置を表すように求め、

例えば、前記第1の目標位置及び前記第2の目標位置(29a, 29b)の計算を、  
・各画像で検出された照明放射の断面形状に基づく重心計算、例えば、輝度分析及び/又はコントラスト分析による重心計算によって行い、及び/又は、

・マッチング、例えば、ベストフィット法に基づいて各画像で検出された照明放射の断面形状と記憶パターンとを比較する全一致検索、例えば、画像内のパターン位置を一致させることに基づいて各画像で検出された照明放射の各目標位置(29a, 29b)を求めるサブピクセルプレジジョンによる全一致検索、例えば、パターン内で定義された、各目標位置(29a, 29b)の最終計算に利用されるべきパターン内部のパターン位置を導出するための情報が記憶パターンとして記憶されているサブピクセルプレジジョンによる全一致検索によって行い、特に、前記情報は、パターン内で定義されたパターン位置そのものであるか、又は、パターン重心計算アルゴリズムなどの定義されたパターン位置計算アルゴリズムである、

請求項15から20までのいずれか1項記載の方法。

【請求項22】

機械読み出し可能な担体に記憶されている、請求項15から21までのいずれか1項記載の方法を制御もしくは実行するためのプログラムコードを含むコンピュータプログラム製品。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、反射性の目標を連続的に追跡し、この目標までの距離を測定する座標測定装置、特に、請求項1の上位概念記載のレーザートラッカ、及び、請求項15の上位概念記

10

20

30

40

50

載の目標を探索する方法に関する。

【0002】

目標点を連続的に追跡し、当該目標点の座標位置を測定するように構成されている測定装置は、特に工業測定に関連して、一般に「レーザートラッカ」なる概念のもとに捉えることができる。ここで、目標点は、測定装置の光学的測定放射、特にレーザー光の照準対象である再帰反射性単位（たとえば立方体プリズム）により表現することができる。レーザー光は平行反射されて測定装置へ戻り、この反射光が測定装置の検出ユニットにより検出される。この場合、光の放出方向もしくは受信方向が、例えば測定装置の偏向鏡もしくは照準ユニットに配属された角度測定センサを用いて求められる。さらに、光検出、例えば伝搬時間測定もしくは位相差測定を行うことにより、測定装置から目標点までの距離も求められる。

10

【0003】

従来技術のレーザートラッカは、付加的に、2次元の光感应性アレイを含むか又はピクセルアレイセンサ及び画像処理ユニットを含む光学画像検出ユニットを用いて構成することができる。光学画像検出ユニットは、例えばCCDカメラ、CIDカメラ、CMOSアレイ型カメラなどである。ここで、レーザートラッカとカメラとは、特に、相互間の相対位置が変化しないように取り付けられる。カメラは、例えばレーザートラッカの実質的に垂直な軸を中心としてレーザートラッカとともに回転可能であるが、レーザートラッカから独立して上下方向にも旋回可能となるよう、特にレーザー光の光学系とは別個に配置されている。また、例えば適用分野に応じて、1軸のみを中心として旋回するカメラを構成することもできる。これに代わる実施形態として、カメラをレーザー光学系とともに共通のケーシング内に組み込むこともできる。

20

【0004】

画像検出ユニットおよび画像処理ユニットを用いて、相互の相対位置が既知である複数のマークを有するいわゆる測定補助ツールの画像を検出及び評価することにより、測定補助ツールに配置された対象物（例えばセンサ）の空間内の配向状態を推定することができる。求められた目標点の空間位置とともに、さらに、対象物の空間内の位置及び方向を、絶対量として及び/又はレーザートラッカに対する相対量として、正確に求めることもできる。

【0005】

このような測定補助ツールは、接点が目標対象物の1点に位置決めされたいわゆる接触式ツールにより実現することができる。この接触式ツールは、例えば光点である複数のマークと、接触式ツール上の目標点としてレーザートラッカのレーザー光が照準されるリフレクタとを含む。ここで、接触式ツールの接点に対するマーク及びリフレクタの相対位置は正確に既知である。当該測定補助ツールは、当業者に公知のように、例えば、非接触の表面測定のための距離測定を行うハンドヘルドスキャナとすることができ、距離測定に用いられるスキャナの測定放射とスキャナ上に配置されている光点及びリフレクタとの相対的な位置及び方向が正確に既知となる。こうしたスキャナの例はEP0553266に記載されている。

30

【0006】

距離測定を行うために、従来技術のレーザートラッカは、少なくとも1つの距離測定装置を有し、この距離測定装置は例えば干渉計として構成することができる。こうした距離測定装置は相対的な距離変化しか測定することができないので、今日のレーザートラッカには干渉計に加えていわゆる絶対距離測定装置も組み付けられる。例えば、上述した距離測定手段を組み合わせた構成は、ライカジオシステムアーゲー社の製品AT901によって知られている。ここで距離測定に用いられる干渉計は、コヒーレント長が長く、それにより測定可能距離を大きくできるため、光源として主にHeNeガスレーザーを用いている。この場合、HeNeレーザーのコヒーレント長は数百mになるので、比較的簡単な干渉計構成で工業用測定技術に必要とされる到達範囲を達成できる。HeNeレーザーを用いた距離測定のために絶対距離測定装置と干渉計とを組み合わせることは、例えばWO200

40

50

7 / 0 7 9 6 0 0 A 1 から公知である。

【 0 0 0 7 】

また、今日のトラックシステムでは、センサにおいて、受信された測定放射のゼロ位置からのずれも求められ、このことがますます標準的になってきている。こうした測定可能なずれを用いて、レトロリフレクタの中心とこのリフレクタへのレーザー光の入射点との間の位置差が求められ、この位置差に依存してセンサでのずれが低減されて特に“ゼロ”となり、ひいてはリフレクタの中心の方向へビームが配向されるように、レーザー光の方向を補正乃至追従制御できる。レーザー光の方向の上述のような追従制御により、目標点の連続的な追跡（トラッキング）を行うことができ、測定装置に対する目標点の距離及び位置を連続的に求めることができる。この場合、追従制御は、モータ駆動によって運動可能な偏向鏡の配向状態を変化させてレーザー光を偏向させることにより、及び/又は、レーザー導光光学系を含む照準ユニットを旋回させることにより、実現することができる。

10

【 0 0 0 8 】

上述した目標追跡では、レーザー光をリフレクタへ予め入力することが必須である。このために、トラックには、位置感応性センサと比較的大きな視野とを有する検出ユニットとが配置される。また、こうした機器には、特に距離測定手段の波長とは異なる定義された波長で目標乃至リフレクタを照明する付加的な照明手段が組み込まれる。ここで、センサは、例えば外部影響を低減もしくは完全に回避するために、所定の波長を中心とした定められた領域に感応するように構成される。照明手段により目標が照明され、照明されたリフレクタを含む目標の画像がカメラによって検出される。固有反射（波長特有の反射）をセンサに結像することによって、画像での反射位置が分解され、カメラの検出方向に対する角度と目標乃至リフレクタへ向かう方向とが求められる。この種の目標探索ユニットを含むレーザートラックの例は例えば W O 2 0 1 0 / 1 4 8 5 2 5 A 1 から公知である。

20

【 0 0 0 9 】

このようにして導出可能な方向情報に依存して、レーザー源からレーザー光が入力されるリフレクタまでの距離がなるべく小さくなるように測定レーザー光の方向を変化させることができる。しかし、センサによって定義されるセンサ光軸と測定レーザー光の拡散軸とが偏差しているため、センサをベースとした方向測定によって光を目標へ配向することと、この光を入力することとは、1回のステップで直接には行えない。このため、固定の目標に対しては、レーザー光を接近させるためにそのつど1回ずつの測定過程（目標へ向かう方向をセンサによって新たに検出する過程）をともなう複数回の反復ステップが必要となる。こうした接近法には、（反復のために）目標の探索乃至照準に時間がかかり、特に目標がセンサに対して相対運動している場合、ローバスト性が低く一義的な結果が得られないという欠点がある。さらに、目標がレーザートラックに対して相対運動している場合には、センサによって検出される目標とレーザー光との間の差が絶えず変化するため、レーザー光を目標に接近させることはできない。よって、目標の運動中に差の変化量を保持して光を目標へ反復接近させることができなくなる。この場合、そのつどの新たな反射検出をともなう各反復ステップは、そのつどの（新たな）目標の初回の測定に相当する。一般に、こうした照準装置には、固定の目標の照準に長い時間がかかり、また、運動する目標に対する直接の照準が不可能であるという重大な欠点がある。

30

40

【 0 0 1 0 】

本発明の課題は、目標の正確かつ迅速な探索機能、特に目標の照準機能を有する改善されたレーザートラックを提供することである。

【 0 0 1 1 】

この課題は、独立請求項の特徴部分に記載された構成により解決される。本発明の有利な実施形態および変形形態を表す特徴は従属請求項から得られる。

【 0 0 1 2 】

本発明は、反射性の目標を連続的に追跡し、目標の位置を特定するレーザートラックに関する。ここで、レーザートラックは、鉛直軸を定義するベースと、測定放射を放出して、目標で反射された測定放射の少なくとも一部を受信する光偏向ユニットとを備えている

50

。光偏向ユニットは、鉛直軸及び傾動軸を中心としてベースに対して相対的にモータ駆動により旋回可能であり、測定放射の放出方向によって測定軸を定義している。また、レーザートラッカは、測定放射を用いて目標までの精密距離を測定する精密距離測定ユニットと、ベースに対して相対的な光偏向ユニットの配向状態を測定する角度測定機能部と、目標探索ユニットとを備えている。目標探索ユニットは、目標を電磁的な照明放射で照明する照明手段と、第1の視野を定義し、第1の位置感応性検出器を含む第1のカメラと、探索機能の実行時に第1の目標位置に依存して目標を探索するように構成された制御評価ユニットとを含む。ここで、第1のカメラは、第1の画像を検出可能であって、この第1の画像において目標で反射した照明放射の少なくとも一部を第1の目標位置として検出可能であり、その光軸が測定軸に対して偏差して配置されている。

10

**【0013】**

さらに、目標探索ユニットは、第2の視野を定義し、第2の位置感応性検出器を含む第2のカメラを含む。ここで、第2のカメラは、第2の画像を検出可能であって、この第2の画像において目標で反射された照明放射の少なくとも一部を第2の目標位置として検出可能である。さらに、第2のカメラは、第1のカメラに対して相対的に既知かつ固定に位置決めされて、第1のカメラ及び第2のカメラの各視野が少なくとも部分的に重なるように、かつ、第2のカメラの光軸が測定軸に対して偏差するように配置されている。本発明では、探索機能の実行時に、第1の目標位置及び第2の目標位置の双方を考慮して目標が探索される。2つの画像で求められた2つの目標位置の双方が共通に目標探索に利用される。つまり、目標は第1の画像情報と第2の画像情報との組み合わせから求められる。この場合、画像の情報(目標位置)は“結合”され、これに基づいて目標が探索される。

20

**【0014】**

本発明のレーザートラッカでは、2つのカメラによって1つの目標が検出され、検出された目標が、形成された複数の画像と各画像内で求められた目標位置とに基づいて探索される。2つのカメラがレーザートラッカに配置されることにより、目標を検出するために重なり合う共通の視野が得られる。つまり、画像の組み合わせに基づいて目標が探索され、位置特定される。画像検出は(特に光偏向ユニットの旋回運動中)連続的に行われ、検出された目標に関する画像評価、すなわち、反射性目標が画像内で検出されるか否かの評価が、例えば画像処理によって行われる。こうした目標が識別されると、2つのカメラの視野の重畳領域で当該目標が検出され、目標探索過程における探索が可能となるように、光偏向ユニットが配向される。

30

**【0015】**

従来技術の目標探索法とは異なり、本発明では、制御評価ユニットが、探索機能の実行時に、第1の目標位置及び第2の目標位置の双方を目標の探索に共用することにより、第1のカメラで検出された第1の目標位置のみを目標の探索に用いる場合に測定方向(測定軸)と第1のカメラ及び第2のカメラの各光軸とで生じた視差に起因する多義性を解消するように構成される。

**【0016】**

目標探索に1つのカメラしか用いられず、カメラの光軸と測定放射の測定軸との間に相対偏差がある場合、目標の位置をカメラによって一義的に特定することができない。これは、1つの画像からは方向情報しか導出されず、目標までの距離については目標の位置を求めることができないからである。したがって、目標に対して測定放射を直接に1ステップで配向することはできない。本発明のごとく、既知の比で位置決めされた2つのカメラの画像位置情報及び目標位置情報を利用することの利点は、目標を直接に探索でき、目標への反復接近を行う必要がなく、照準が直接に可能となることである。

40

**【0017】**

目標を探索するために、本発明によれば、制御評価ユニットは、探索機能の実行時に、第1の目標位置及び第2の目標位置に依存して、目標までの粗距離を求めるように構成される。

**【0018】**

50

カメラどうし（写真測量法の既知のベースどうし）の既知の相対位置と、測定軸に対するカメラの既知の相対偏差とにより、周知の立体写真測量法の原理に基づいて、照明放射を反射する目標までの距離が、画像内で検出された目標の反射によって決定もしくは計算される。

【0019】

これに関連して、特に、本発明の別の実施形態によれば、制御評価ユニットは、探索機能の実行時に、第1の目標位置及び第2の目標位置に依存して目標までのそれぞれの目標方向を導出し、この目標方向に依存して特に写真測量法によって粗位置を求めるように構成される。

【0020】

求められた目標までの距離に加えて、目標へ向かう方向の情報が考慮される場合、カメラの検出画像によって、目標の粗位置を計算することができる。このために、画像内で検出された目標位置からそのつどの方向が導出され、距離情報と結合される。

【0021】

本発明の別の有利な実施形態によれば、第1のカメラ及び第2のカメラは、相互に相対的なかつ測定軸に対して相対的な既知の位置及び既知の配向状態で配置されるので、第1のカメラ及び第2のカメラの位置によって、既知のベース長を有する写真測量法のベースが定義される。

【0022】

本発明の第2の特徴は、レーザートラッカでの複数のカメラの位置決めに関連している。本発明によれば、各カメラは、それぞれの測定軸が少なくとも部分的に第1のカメラ及び第2のカメラの重なった視野によって定義される重畳領域内に位置するように配置される。これにより、2つのカメラでの目標の検出と目標への測定レーザ光の導光とが実現される。特に、運動する目標に対して照準を合わせる場合、照準プロセスにおいて測定軸と重畳領域とを交差させると有利である。

【0023】

本発明によれば、第1のカメラ及び第2のカメラは、それぞれの光軸が測定軸に対して平行に偏差するか又は測定軸に対して相対的に所定の角度をなすように配置することができる。

【0024】

特に有利な実施形態では、測定軸に対して相対的な光軸の（所定の角度の）偏差は、各光軸が測定軸に対してそれぞれ「斜視化」され、これにより測定軸に対して非平行に延在するように配置することによって形成される。このような配置は、例えば、比較的大きな視野の重畳領域を形成するために、又は、できるだけ大きな全視野を形成するために、行われる。

【0025】

一般に、本発明における位置感応性検出器を含むカメラは、その視野が測定放射乃至その開放角に対して大きくなり、つまり、視野がビームの開放角よりも大きくなって、潜在目標を含む比較的大きな測定環境領域を検出可能となるように、構成される。

【0026】

こうしたカメラではなく、他のタイプの位置感応性検出器PSDとして、例えばレーザートラッカのテレスコープユニットに組み込まれた検出器や、目標の精密照準及び追跡が可能な検出器など、狭い視野を有するものを用いてもよい。こうした位置感応性検出器PSDは、目標で反射された測定放射を検出し、こうした検出に基づいて目標値からの検出光のずれを求めることができるように配置される（よって、位置感応性検出器PSDは測定放射経路に結合される）。このずれに依存して測定レーザビームがレトロリフレクタの中心からどれだけずれているかが求められ、再びリフレクタ中心に入射するよう、このビームをリフレクタ中心へ向けてあらためて配向することができる。なお、ここでの検出器は、再帰反射されたレーザビームの検出及び位置評価しか行えないため、本発明の意味での画像の検出には適さない。

10

20

30

40

50

## 【0027】

光軸どうしを平行にずらすこと又は測定軸に対して定義された角度で配置する（斜視化する）ことに加え、第1のカメラ及び第2のカメラを、本発明により、測定軸に対して相対的に軸対称に配置することができる。これに関連して、例えば、2つのカメラは、これら2つのカメラを結ぶ接続線が測定軸に交差して、測定軸から第1のカメラまでの区間が測定軸から第2のカメラまでの区間にほぼ一致するように、レーザートラッカの共通の側面に配置される。

## 【0028】

本発明の特に有利な実施形態では、レーザートラッカは、さらに、第3もしくはそれ以上の数の目標位置を検出する第3もしくはそれ以上の数の検出器を含む第3もしくはそれ以上の次のカメラを備える。第3もしくはそれ以上の数のカメラは、それぞれの光軸が測定軸に対して偏差するように配置される。この場合、制御評価ユニットは、探索機能の実行時に、3個もしくはそれ以上の個数の目標位置に依存して目標の探索を行うように構成されており、特に、少なくとも1つのカメラが照明放射の照明波長を中心とした所定の電磁放射を検出するように構成される。

10

## 【0029】

こうした実施形態は、例えば探索機能の冗長性、特に1つもしくは複数のカメラが故障した場合の冗長性のために、又は、目標位置特定の精度向上のために、行われる。

## 【0030】

例えば目標探索に続く測定放射による目標への照準に関して、本発明によれば、測定放射が第1の目標位置及び第2の目標位置（特に目標の粗位置）に依存して特に自動的に配向されることにより目標へ入射し、精密距離測定ユニットによって目標までの精密距離が測定可能となるように、光偏向ユニットを制御評価ユニットによって制御可能である。

20

## 【0031】

上述した目標探索機能による目標探索によって、測定放射が直接に目標へ配向され、目標で反射されて戻るので、目標までの距離を正確に求めることができる。距離測定のために、絶対距離測定ユニット及び干渉計の双方がトラッカに配置され、これらのユニットの双方に対してそれぞれ1つずつ光源が設けられ、各放出光が、まず共通の測定路に沿って、さらに共通の測定軸の周囲に拡散するように出力される。

## 【0032】

測定放射の配向は、2つの軸（縦軸もしくは鉛直軸、及び、傾動軸もしくは旋回軸）に関して、光偏向ユニットの旋回のためにレーザートラッカに設けられた複数のモータ、特にサーボモータによって行われる。ここで、各モータは制御評価ユニットによって駆動可能である。

30

## 【0033】

本発明の第3の特徴は、レーザートラッカの構造的構成に関する。本発明によれば、レーザートラッカは、鉛直軸を中心としてベースに対して相対的にモータ駆動により旋回可能でありかつ傾動軸（水平軸）を定義する支持部と、光偏向ユニットとして構成された、傾動軸を中心として支持部に対して相対的にモータ駆動により傾動可能な照準ユニットとを備える。当該照準ユニットは、測定放射を放出し、目標で反射された測定放射の少なくとも一部を受信するテレスコープユニットを含む。

40

## 【0034】

本発明の有利な実施形態によれば、レーザートラッカの照明手段は、赤外領域の所定波長を有する拡散性の照明放射を放出できるように構成される。

## 【0035】

さらに、本発明の別の有利な実施形態によれば、第1のカメラ及び第2のカメラは主として赤外の照明放射のみを検出可能とするように構成され、特に、第1のカメラ及び第2のカメラは、各位置感応性検出器上に、主として赤外の放射のみを透過するフィルタユニットをそれぞれ1つずつ含む。

## 【0036】

50

また、本発明は、レーザートラッカにより目標を探索する方法に関する。当該レーザートラッカは、鉛直軸を定義するベースと、測定放射を放出して、目標で反射された測定放射の少なくとも一部を受信する光偏向ユニットとを備えている。光偏向ユニットは、鉛直軸及び傾動軸を中心としてベースに対して相対的にモータ駆動により旋回可能であり、測定放射の放出方向によって測定軸を定義している。ここでは、まず、目標が照明放射で照明され、次に、光軸が測定軸に対して偏差して配置された、第1の視野を定義する第1のカメラによって、第1の画像の位置感応性検出が行われる。さらに、目標で反射された照明放射の少なくとも一部が、第1の画像内の第1の目標位置として第1次的に検出される。

【0037】

10

この方法では、ついで、レーザートラッカに配置された、第2の視野を定義する第2のカメラによって、第2の画像の位置感応性検出が行われ、その後、目標で反射された照明放射の少なくとも一部が第2の画像内の第2の目標位置として第2次的に検出される。ここで、第2のカメラは、第1のカメラに対して相対的に既知かつ固定に位置決めされて、第1のカメラ及び第2のカメラの各視野が少なくとも部分的に重なるように、かつ、第2のカメラの光軸が測定軸に対して偏差するように配置されている。こうして、目標の探索は、第1の目標位置及び第2の目標位置の双方を考慮して行われる。

【0038】

本発明の方法の有利な実施形態は従属請求項16-21に記載されており、本発明のレーザートラッカの有利な実施形態に対応する。

20

【0039】

特に、第1の目標位置及び第2の目標位置の双方を共用することにより、第1の目標位置のみを目標の探索に用いる場合に測定軸と第1のカメラ及び第2のカメラの各光軸とで生じた視差に起因する多義性が解消される。

【0040】

さらに、第1の目標位置及び第2の目標位置に依存して、目標までの粗距離を求めることができる。また、第1の目標位置及び第2の目標位置に依存して、そのつど目標までの目標方向を導出し、この目標方向に依存して目標の粗位置を特に写真測量法によって求めることができる。

【0041】

30

測定放射の配向に関しては、光偏向ユニットが第1の目標位置及び第2の目標位置に依存して例えば自動的に特に目標の粗位置に依存して配向されることにより、測定放射が目標へ入射し、精密距離測定ユニットによって目標までの精密距離を測定できるようになる。ここで特に、照明放射の照明波長を中心とした所定の領域の電磁放射のみが検出されるよう、少なくとも1回の位置検出が行われる。

【0042】

本発明の有利な実施形態では、第1のカメラ及び第2のカメラの相互に相対的な、かつ、測定軸に対して相対的な、既知の位置及び既知の配向状態が定められる。ここでは、目標が種々の位置で準備され、測定放射によって照準されて測定され、次に、目標の全ての位置に対して第1の目標位置及び第2の目標位置が求められ、さらに、目標の測定及び対応して求められた各目標位置から相対的な既知の位置及び既知の配向状態が導出される。

40

【0043】

さらに、別の有利な実施形態によれば、第1の画像及び第2の画像における第1の目標位置及び第2の目標位置が、これらの目標位置によって各画像で検出された照明放射の断面形状の画像内位置が表されるように、画像処理によって求められる。例えば、第1の目標位置及び第2の目標位置の計算は、各画像で検出された照明放射の断面形状に基づく重心計算、例えば、輝度分析及び/又はコントラスト分析による重心計算によって、及び/又は、マッチング、例えば、ベストフィット法に基づいて各画像で検出された照明放射の断面形状と記憶パターンとを比較する全一致検索、例えば、画像内のパターン位置を一致させることに基づいて各画像で検出された照明放射の各目標位置を求めるサブピクセルブ

50

レシジョンによる全一致検索によって行われる。特に、ここでのサブピクセルレシジョンは、パターン内で定義された、各目標位置の最終計算に利用されるべきパターン内部のパターン位置を導出するための情報が、記憶パターンとして記憶されたものである。特に、パターン位置を導出するための情報は、パターン内で定義されたパターン位置そのものであるか、又は、パターン重心計算アルゴリズムなどの定義されたパターン位置計算アルゴリズムである。

【0044】

本発明は、さらに、機械読み出し可能な担体に記憶されている、上述した方法を制御もしくは実行するためのプログラムコードを含むコンピュータプログラム製品にも関する。

【0045】

本発明の方法及び装置並びにその利点を、以下に、図示の実施例に則して詳細に説明する。実施例は説明のためのものであり、本発明を限定しない。

【図面の簡単な説明】

【0046】

【図1】本発明のレーザートラッカ及び測定補助ツールの2つの実施例を示す図である。

【図2】本発明のレーザートラッカの第3の実施例を示す図である。

【図3】a - dはそれぞれ、本発明のレーザートラッカの照準ユニットの4つの異なる実施例を示す図である。

【図4】本発明のレーザートラッカの光学構造の第1の実施例を示す図である。

【図5】aは検出された目標位置を有する2つの位置感性検出器を示す図であり、bは本発明での目標探索方法を示す図である。

【図6】目標探索方法に対する幾何学的アプローチを示す図である。

【図7】a, bは本発明の位置感性検出器を備えたレーザートラッカのカメラで検出された画像を示す図であり、cは目標位置を求める方法を示す図である。

【図8】本発明のレーザートラッカの少なくとも2つのカメラの位置及び配向状態を較正する方法を示す図である。

【0047】

図1には、本発明のレーザートラッカ10, 11と測定補助ツール80、例えば接触式測定装置の2つの実施例が示されている。第1のレーザートラッカ10はベース40及び支持部30を備え、当該支持部30は、ベース40によって定義される回転軸41を中心として、ベース40に対して相対的に回転乃至回転可能に配置されている。さらに、照準ユニット20が、傾動軸(トランジット軸)を中心として支持部30に対して相対的に傾動可能に、支持部30に取り付けられている。このように2つの軸に関して用意された照準ユニット20の配向手段により、当該照準ユニット20から放出されるレーザービーム21がフレキシブルに配向され、目標が照準される。ここでは回転軸41及び傾動軸は、相互にほぼ直交するように、つまり、厳密な軸直交性から僅かな偏差が許容される状態で予め定められており、例えば発生しうる測定誤差を補償するためにシステム内に格納することができる。

【0048】

図示の装置では、レーザービーム21は測定補助ツール80のリフレクタ81へ向かって配向され、そこで再帰反射されてレーザートラッカ10へ戻る。当該測定用レーザービーム21により、リフレクタ81までの距離が、特に走行時間測定もしくは位相測定もしくはフィゾー方式測定により測定される。レーザートラッカ10には、レーザートラッカ10からリフレクタ81までの精密距離を測定する精密距離測定ユニットと、レーザービーム21を定義された状態で配向及び案内する照準ユニット20の位置、ひいてはレーザービーム21の拡散方向を測定する角度センサとが設けられている。

【0049】

さらに、レーザートラッカ10、特にその照準ユニット20は、センサ上乃至検出画像におけるセンサ照明の位置を特定するための第1の画像検出ユニットとしてCMOSを含むか、又は、特にCCDカメラもしくはピクセルセンサアレイカメラとして構成されてい

10

20

30

40

50

る。こうしたセンサは検出器上の照明の位置を検出できる。また、測定補助ツール 80 は、接点 83 を測定すべき目標対象物と接触させて検出を行う接触式センサを含む。接触式の測定補助ツール 80 と目標対象物とが接触している間、接点 83 の空間内の位置、ひいては、目標対象物における接点 83 の座標を正確に求めることができる。この検出は、接点 83 とリフレクタ 81 との定義された相対位置、及び、接点 83 と測定補助ツール 80 に配置されたマーク 82 との定義された相対位置を用いて行われる。マーク 82 は例えば発光ダイオードとして構成される。これに代えて、マーク 82 を、例えばレトロリフレクタの補助点マーク 82 として、定義された波長を有する光で照明が行われる際に入射してくる光を反射して所定の光特性を示すように構成するか、又は、定義されたパターンもしくは色符号化部を含むように構成してもよい。したがって、画像検出ユニットのセンサによって検出された画像におけるマーク 82 の位置乃至分布から、接触式の測定補助ツール 80 の配向状態を求めることができる。

10

**【0050】**

第 2 のレーザートラッカ 11 は、第 2 の画像検出ユニット 15 と、これとは別個にリフレクタ 81 へ配向された第 2 のレーザービーム 17 を放出する光案内ユニット 16 とを備えている。第 2 のレーザービーム 17 及び第 2 の画像検出ユニット 15 はそれぞれ 2 つの軸を中心としてモータ駆動により旋回可能であるので、第 2 の画像検出ユニット 15 によって第 2 のレーザービーム 17 で照準された目標 81 と測定補助ツール 80 のマーク 82 とを検出することができる。したがって、この場合にも、リフレクタ 81 までの正確な距離と測定補助ツール 80 の配向状態とがマーク 82 の空間位置に基づいて求められる。

20

**【0051】**

レーザービーム 21, 17 をそのつどリフレクタ 81 へ配向するために、レーザートラッカ 10, 11 には、それぞれ所定波長の光で、特に赤外波長領域の光でリフレクタ 81 を照明する照明手段と、付加的に、位置感応性検出器を含む少なくとも 2 つのカメラとが設けられている。リフレクタ 81 で反射されてレーザートラッカ 10, 11 へ戻る照明放射がカメラによって検出され、各位置感応性検出器によってリフレクタ 81 の位置を各位置感応性検出器へ結像することができる。こうして、第 1 のレーザートラッカ 10 と第 2 のレーザートラッカ 11 との双方により 2 つのリフレクタ結像位置が求められ、これらの結像位置に依存して目標（リフレクタ 81）が例えば一般に知られる写真測量法の原理にしたがって探索される。さらに、照準ユニット 20 又は光案内ユニット 16 は、目標が測定放射 21, 17 によって照準されるように配向される。

30

**【0052】**

さらに、レーザートラッカ 10, 11 の 2 つずつの画像に基づいて、そのつどリフレクタの粗位置が求められる。当該位置は、一般の幾何学の原理もしくは三角測量法の基本法則にしたがって、例えば幾何学構造の定理すなわち三角公式もしくは正弦及び / 又は余弦の法則にしたがって求められる。さらに、粗位置特定に対しては、一般に知られた立体写真測量法（ステレオフォトグラメトリ）も利用可能である。ただし、このためには、各レーザートラッカ 10, 11 のカメラ相互の相対位置及び相対配向状態が既知となっている必要がある。

**【0053】**

これに関連して、照明手段及びカメラは、例えば照準ユニット 20 又は支持部 30 又はベース 40 又は第 2 の画像検出ユニット 15 又は光案内ユニット 16 の定義された位置に配置される。

40

**【0054】**

それぞれのレーザービーム 21, 17 の放出方向に対するカメラの相対位置が既知であれば、レーザービーム 21, 17 を求められたリフレクタ 81 の粗位置へ配向し、そこへ結合する（ロックオンする）ことができる。これにより、構造に起因してレーザーの放出方向とカメラの検出方向との間にずれがあったとしても、各ビーム 21, 17 を迅速に配向して、各カメラの各光軸及び各ビーム 21, 17 によって生じる視差を解消することができる。特に、レーザービーム 21, 17 は直接に、つまり中間ステップの反復なしに

50

、目標 8 1 へ配向される。

【 0 0 5 5 】

特に、リフレクタ 8 1 の粗位置の計算に加えてもしくはこれに代えて、レーザートラッカ 1 0 , 1 1 の各検出器で検出及び結像された各目標位置から、リフレクタ 8 1 までの粗距離を求めることができる。この計算も、一般に妥当な幾何学法則を用いて、例えば三角公式もしくは正弦および / または余弦の定理によって行うことができる。

【 0 0 5 6 】

さらに、本発明のレーザーストリーム 2 1 , 1 7 の配向は、測定補助ツール 8 0 の配向状態 ( 6 - D o F カメラ ) を検出する画像検出ユニットを有さないレーザートラッカにおいて

10

も行うことができる ( 3 D レーザートラッカ ) 。

【 0 0 5 7 】

図 2 には、本発明の第 2 の実施例のレーザートラッカ 1 2 が示されている。このレーザートラッカ 1 2 は、三脚架 4 5 に配置されて回転軸 4 1 を定義するベース 4 0 を備えている。ベース 4 0 上にはさらに、回転軸 4 1 を中心としてベース 4 0 に対して相対的に回転可能でありかつ傾動軸 3 1 を定義する支持部 3 0 が配置されており、この支持部 3 0 はグリップ 3 2 を含む。なお、当該支持部 3 0 には、照準ユニット 2 0 が、傾動軸 3 1 を中心として当該支持部 3 0 に対して相対的に傾動可能に組み込まれている。

【 0 0 5 8 】

照準ユニット 2 0 はさらに、バリオ対物レンズ 2 2 及び光学素子 2 3 を含むバリオカメラを含む。当該バリオカメラには照準ユニット 2 0 内に配置された距離測定及び追跡ユニットが配属されており、光学素子 2 3 を介して、測定レーザー光が、目標までの距離の正確な測定及び目標追跡のための距離測定及び追跡ユニットから放出される。さらに、照準ユニット 2 0 にはそれぞれ 1 つずつカメラ光学系及び位置感応性検出器を含む 2 つのカメラ 2 4 と、動作中に特に赤外領域の光を放出する例えば L E D として構成された照明手段 2 5 とが設けられている。当該照明手段 2 5 により、目標、例えばリフレクタが照明乃至照射され、放射の少なくとも一部がリフレクタによって反射されて、レーザートラッカ 1 2 の方向又はカメラ 2 4 の方向へ戻る。ついで、反射光はカメラ 2 4 で検出され、カメラ光学系によってそれぞれの位置感応性検出器上で第 1 の目標位置及び第 2 の目標位置として結像される。ここから、各目標位置につき、各検出器の配向状態を考慮して、目標位置へ向かうそのつどの方向、ひいては、各検出器上のゼロ位置に対するずれ、及び / 又は、特に 2 つの検出器軸の方向角度 ( 検出器の寸法によって予め定められた X 軸及び Y 軸の方向角度 ) が求められる。このようにして検出された目標位置により、目標が自動的に探索される。目標の探索は特に立体写真測量法にしたがって行われる。

20

30

【 0 0 5 9 】

2 つの検出器で求められた方向角度に依存して、2 つのカメラ 2 4 の既知の相対位置に基づき、目標の粗位置及び / 又は目標までの粗距離が、例えば数学上の幾何学的三角公式によって粗く求められる。

【 0 0 6 0 】

測定レーザー光の測定方向に対するカメラ 2 4 の相対方向が、光案内ユニット 1 6 に配置された角度センサによって、又は、ベース 4 0 及び / 又は支持部 3 0 及び / 又は照準ユニット 2 0 に配置された角度センサによって測定されて既知となっていることにより、求められた粗位置乃至粗距離をレーザートラッカ 1 2 の特に制御評価ユニットにおいて処理し、測定レーザー光を求められた粗位置ひいては目標へ向かって配向することができる。

40

【 0 0 6 1 】

レーザー光がリフレクタ 8 1 へ配向され、そこで戻り方向へ反射された後、レーザートラッカ 1 2 内もしくは照準ユニット 2 0 内の精密距離測定ユニットにより、リフレクタ 8 1 までの精密距離が求められる。さらに、レーザー光がリフレクタ ( レトロリフレクタ ) 8 1 へ結合され、このレーザー光によってリフレクタ 8 1 が追跡される。このために、測定光の光路に対応する別の位置センサにおいて、反射された測定光のセンサ上の位置とゼロ位置に対する入射光のずれとが求められる。センサ上の 2 つの方向で検出可能なずれに

50

より、リフレクタ 8 1 の位置変化量が識別され、この変化量に相応にレーザー光が追従制御されて連続的にリフレクタ 8 1 が照準可能となる。

【 0 0 6 2 】

それぞれカメラ光学系及び検出器を含む 2 つのカメラ 2 4 は、各視野が少なくとも部分的に重なり（交差し）、各視野において特に同時に目標が検出可能となるように、配置されている。この場合、第 1 のカメラは大きな視野を有し、第 2 のカメラは比較的小さな視野を有する。したがって、一方では（第 1 のカメラによって）大きな領域を検出でき、他方で同時に（第 2 のカメラによって）高い位置測定精度を実現できる。これに代えて、2 つのカメラ 2 4 とともに大きな視野を有し、（測定精度は低下するものの）できるだけ大きな重畳領域を形成するようにしてもよいし、また、2 つのカメラ 2 4 とともに小さな視野を有し、（小さな重畳領域及び小さな測定領域で）粗位置測定での精度をいっそう向上させてもよい。

10

【 0 0 6 3 】

図示の実施例では、照準装置 2 0 の検出方向が旋回軸 4 1 と光学素子 2 3 の中心点とによって定義される平面にも、傾動軸 3 1 と光学素子 2 3 の中心点とによって定義される平面にも位置しないように、カメラ 2 4 が照準ユニット 2 0 に配置されている。ただし、これに代わる実施例として、カメラの少なくとも一方が相応の平面の一方に位置するように配置されてもよい。

【 0 0 6 4 】

本発明のレーザートラッカ 1 2 の特に有利な実施例では、反射された照明光が少なくとも 3 つのカメラで検出され、これにより 3 つの目標位置が 3 つの位置感応性検出器上の相応の方向角度で求められる。この場合、粗位置の検出は各検出器に結像された 3 つの目標位置に依存して行われる。

20

【 0 0 6 5 】

レーザートラッカ 1 2 の特に有利な実施例では、反射された照明光によって各検出器に結像された複数の目標位置に依存して、数学上の幾何学的計算プロセスにより、目標までの粗距離が導出される。

【 0 0 6 6 】

図 3 の a から d には、本発明のレーザートラッカの照準ユニット 2 0 の種々の実施例が示されている。照準ユニット 2 0 は傾動軸を中心として支持部 3 0 に対して相対的に傾動可能に配置されており、測定光を放出してこの測定光により目標までの精密距離を測定するテレスコープユニットとしての光学素子 2 3 を含む。a - d の実施例は、カメラ 2 4 及び照明手段 2 5（例えば LED）の配置形態及び / 又は個数の点で相互に異なっている。

30

【 0 0 6 7 】

図 3 の a では、2 つのカメラ 2 4 がテレスコープユニット 2 3 の中心点を通る共通の軸 2 3 a 上に配置されている。カメラ 2 4 は上述した手段にしたがって各検出器上の目標を検出し、さらなる処理ステップで探索を行い、照準ユニット 2 0 を配向することで測定光による照準を行う。各カメラ 2 4 がリフレクタを観察する方向は、測定光をリフレクタへ入射させるための設定方向から偏差している。この偏差を求めるために、リフレクタへ向かうカメラ 2 4 の視野方向から導出される視差角を用いて、粗距離が求められる。

40

【 0 0 6 8 】

図 3 の b にも同様に、光学素子 2 3 の下方にそれぞれ偏差して配置された 2 つのカメラ 2 4 と目標の照明に用いられる 4 つの照明手段 2 5 とが示されている。各照明手段 2 5 はここではそれぞれ各カメラ 2 4 に関して対称に配置されている。本発明の実施例においても、反射性目標の探索は各カメラ 2 4 で検出された 2 つの画像に基づいて行われる。各カメラ 2 4 の各光軸が照準ユニット 2 0 の測定光を実質的に放出するテレスコープユニット 2 3 の中心点に対して相対的に偏差していることにより、この場合の探索は特に、検出された 2 つの画像から（写真測量法によって）画像目標までの粗距離を求めることによって行われる。このために、例えば幾何学計算法則にしたがい、カメラ位置と目標とによって定義される三角形の高さが求められる。また、付加的に目標へ向かう方向を考慮すること

50

により、目標の粗位置を求めることもできる。ここで、目標へ向かう方向は、検出された画像から導出することができる。

【0069】

図3のcには、本発明の照準ユニット20の別の実施例が示されている。ここでの照準ユニット20は目標を照明する2つずつの照明手段25が配属された4つのカメラ24を含む。この場合、カメラ24は、光学素子23によって定義された位置を有する測定軸に対して相対的に、定義された位置特性で配置されている。カメラ24の数が増え、ひいては、共通の反射性目標を検出できる画像の数が増えたことで、これらの画像によって目標の探索がいつそう正確に可能となり、目標を測定光によって迅速に照準できるようになる。さらに、この実施例では、1つもしくは2つのカメラ24が故障しても正常に動作している残りのカメラ24で目標を探索できるという冗長性の利点も得られる。各カメラ24がこのように配置されることにより、各カメラの視野が部分的に交差して得られる全視野が大きくなるという利点も得られる。これにより、特に測定軸を中心とした所定の領域において、目標探索乃至目標位置検出の精度向上が達成される。このために、4つのカメラ視野を当該領域において共通に重ねることができる。カメラ24及びこれによって検出される共通の反射性目標の画像の数が増えることにより、これらの画像を用いた目標の正確な探索に加え、測定光での目標の迅速な照準も達成される。

10

【0070】

図3のdには、目標を照明するための2つずつの照明手段25が2つのカメラ24に配属された、本発明の照準ユニット20のさらに別の実施例が示されている。ここでは、カメラと照明手段との組は、それぞれ、テレスコープユニット23に関して非対称に配置されている。つまり、第1の組がテレスコープユニット23の側方に、第2の組がテレスコープユニットの下方に配置されている。

20

【0071】

各カメラ24は、光学素子23の中心点によって定義された測定方向へ向かってほぼ軸対称に対で配置されている。カメラ24の数ひいては共通の反射性目標の検出画像の数が増えることにより、画像を用いた目標探索の精度向上に加え、測定光での目標の迅速な照準も達成される。また、照明手段25が照準ユニット20に取り付けられるので、この構成によっても本発明の目標探索を実行可能である。

【0072】

図4には本発明のレーザートラックの光学構造体の実施例が示されている。レーザートラックの光学ユニット50は、ここでは、レーザー光源51、例えばHeNeレーザー源もしくはレーザーダイオードと、レーザー源51で形成されたレーザー光を測定光路へ入力するコリメータ53とを含む。レーザー光は図示の光学ユニットでは光ファイバ52を介してレーザー源51からコリメータ53へ案内されるが、これに代えて、直接に又は光偏向手段を介して測定光路へ入力されてもよい。

30

【0073】

また、光学ユニット50には、目標までの距離変化量を検出乃至測定可能な干渉計ユニット54を設けることができる。レーザー源51で形成された光は測定光として干渉計ユニット54で利用され、干渉計ユニット54において基準光路と測定光路とに分割されて、目標での反射後に基準光とともに検出器で検出される。さらに、ここには、別の光源及び別の検出器を含む絶対距離測定ユニット55を設けることもできる。絶対距離測定ユニット55は目標までの距離測定に用いられる。ここでは、形成された光がビームスプリッタ56により干渉光とともに共通の測定光路へ案内される。各光学素子が配置されて測定光が光学ユニット50へ案内されることにより、測定方向及び測定軸57が定義される。目標までの距離を正確に測定するには、絶対距離測定ユニット55及び干渉計ユニット54の双方の測定値を考慮し、特にこれらを結合するとよい。レーザートラックの有利な実施例では、絶対距離測定ユニット55と干渉計ユニット54とが、それぞれ異なる測定光路を定義する、及び/又は、構造的に分離され、特に異なる測定グループとして配置される。

40

50

## 【0074】

光学ユニット50はさらに、それぞれの光軸もしくは検出方向26a, 26bを有する2つのカメラ24a, 24bと照明手段25とを含む。2つのカメラ24a, 24bはそれぞれ視野27a, 27bを定義しており、ここで、各カメラ24a, 24bは、視野27a, 27bが重なって1つの重畳領域28が定められるように配置されている。

## 【0075】

照明手段25により、目標を照明する電磁放射が放出される。当該電磁放射が目標で反射され、少なくとも部分的に2つのカメラ24a, 24bの方向へ戻る場合、反射された照明光は、2つのカメラ24a, 24bにより、そのつど1つの画像内で目標位置として検出される。視野の重畳領域28が得られるように各カメラ24a, 24bを配置することにより、目標はこの重畳領域28内で2つのカメラ24a, 24bによって検出される。検出された画像による目標の検出及び探索の実施例は、図5のa, bに示されている。

10

## 【0076】

さらに、光学ユニット50には、目標で反射された測定レーザー光を検出できるように位置感応性検出器PSD58が配置されている。位置感応性検出器58により、検出器ゼロ点に対する検出光のずれが求められ、このずれに基づいてレーザー光が目標へ向かって追従制御される。これに関連して、高精度を達成するために、位置感応性検出器58の視野は、測定レーザー光の光径に対してできるかぎり小さくなるように選定される。位置感応性検出器58による検出は測定軸57に対して同軸で行われるので、位置感応性検出器58の検出方向は測定方向に対応する。位置感応性検出器を基礎とした追跡及び精密照準の適用は、2つのカメラ24a, 24bでの画像の検出と当該画像の写真測量法による評価とに基づいて、測定レーザーが再帰反射性の目標へ配向された後に行われる。

20

## 【0077】

図5のaには、2つの位置感応性検出器28a, 28bが示されており、そこに目標位置29a, 29bが結像されている。目標位置29a, 29bは目標での照明光の反射によって2つのカメラの検出器28a, 28bで検出される。この場合、1つずつの目標位置29a, 29bを示す2つの画像が形成され、これにより、目標に対する検出器28a, 28bの相対方向、又は、検出器ゼロ点からの目標位置29a, 29bのずれが表示される。

## 【0078】

図5のbには、各検出器28a, 28bで形成された画像及び目標位置29a, 29bの重ね合わせが示されている。検出された目標位置29a, 29bは、ここで、レーザートラッカの測定ユニットに対して相対的な共通の基準座標系へ移される。目標29cの探索は、第1の目標位置29a及び第2の目標位置29bの座標の評価によって行われる。例えば2つの目標位置29a, 29bを結ぶ接続線が形成され、そこから目標の座標が求められる。こうした検出は、特に各検出器28a, 28bが望遠鏡ユニットもしくは測定軸に関して非対称に配置されている場合に行われる。したがって、カメラ相互もしくは検出器28a, 28b相互の相対位置が既知かつ固定であれば、目標までの粗距離および/または目標の粗位置を計算することができる。

30

## 【0079】

さらに、目標位置特定と、(干渉計ユニット及び絶対距離測定ユニットによって測定された)測定ユニット乃至その放出方向に対するカメラの相対位置が既知であることに基づいて、レーザートラッカの測定レーザー光が目標位置へ配向され、目標までの精密距離が求められる。

40

## 【0080】

こうした目標探索により、目標29cの照準を直接かつ迅速に、いっそう効率的に行うことができる。従来技術の手法にしたがった反復近似法では複数のステップが必要であり、時間がかかるうえに不正確である。

## 【0081】

粗距離もしくは粗位置の検出は、特に幾何学計算法則を利用して行われる。このこと

50

の例が図6に示されている。ここでは、2つのカメラ60a, 60bがそれぞれ目標65を検出するが、この2つのカメラ60a, 60bはこれらを結ぶ接続線62の長さとは各カメラ60a, 60bのそのつどの検出方向61a, 61bとが(写真測量法によって)既知となるように相互に配置されている。カメラ60a, 60bで検出された画像から、それぞれ目標に対する方向63a, 63bが求められ、第1の方向63aと接続線62とのなす角度、及び、第2の方向63bと接続線62とのなす角度が導出される。

【0082】

求められたこれらのデータに基づいて、例えば、「三角形の高さ」すなわち  $h_a = c \cdot \sin$ 、及び、「三角形の角度の和」すなわち  $+ + = 180^\circ$ 、及び、「正弦法則」すなわち  $a / \sin = c / \sin$  を利用して、接続線62から目標65までの距離を計算することができる。

10

【0083】

図7のaには、本発明の位置感応性検出器を備えたレーザートラッカのカメラによって検出された画像70における、目標で反射された照明放射が示されている。照明放射の放射断面の形状に応じて、画像70内に照明放射断面形状71が検出される。これに関連して、図7のbには、カメラの位置感応性検出器70aでの照明放射の位置が示されている。検出器70aに入射する放射71は複数個のセンサピクセル70bにわたって延在しており、センサピクセル70bの大きさ及び個数に基づいて放射形状を求めることができる。

【0084】

画像70乃至センサ70aにおける照明放射断面形状71の位置を特定するために、画像処理プロセスに基づいて、画像70内の照明放射の位置を表す目標点を求める分析が行われる。このために、レーザートラッカの制御評価ユニットは、本発明によれば、第1の目標位置(及び第2の目標位置)を第1の画像70(及び第2の画像)において画像処理プロセスにより求める目標位置検出機能部を含む。この検出は、それぞれの目標位置により、各画像70で検出された照明放射断面形状71の画像内位置が表されるように行われる。これは、各画像70で検出された照明放射断面形状71に基づく重心計算により、特に輝度分析及び/又はコントラスト分析を利用して、行われる。

20

【0085】

これに代えてもしくはこれに加えて、図7のcに示されているように、マッチング、特に、各画像で検出された照明放射断面形状71と記憶パターン72(ここでは円形のパターン)とをベストフィット法にしたがって比較する全一致検索によって、位置の検出を行うこともできる。これは特に、画像内のパターン72の位置を一致させることに基づいて画像内で検出された照明放射71のそのつどの目標位置を求めるサブピクセルプレジジョンにより行われる。

30

【0086】

特に、記憶パターンとして、パターン内で定義された、目標位置の最終計算に利用されるべきパターン内部のパターン位置を導出するための情報が記憶される。特に、当該情報は、パターン内で定義されたパターン位置そのものであるか、又は、パターン重心検出アルゴリズムなどの定義されたパターン位置検出アルゴリズムである。

40

【0087】

すなわち、パターン72が検出された照明放射の形状に適合化されている場合、既に記憶されているパターン特性に基づいて、所定の点(この実施例で言えば円形パターンの円中心)が画像70乃至センサ70で求めるべき目標位置として導出される。なお、パターン72は、ここでは楕円もしくは多角形として定義することもできる。

【0088】

図8には、本発明のレーザートラッカ12の少なくとも2つのカメラ24の位置及び配向状態を較正する手法が示されている。ここでのレーザートラッカは特に図1-図4の実施例のレーザートラッカに対応する。

【0089】

50

2つのカメラ24は、それぞれ、カメラ光学系と、位置感応性検出器と、動作中に特に赤外領域の光を放出するように構成された例えばLEDとしての照明手段25とを含む。照明手段25により、目標101であるリフレクタが照明（照射）され、少なくとも一部の放射がリフレクタで反射されてレーザートラッカ12の方向乃至カメラ24の方向へ戻る。反射光はカメラ24によって検出され、カメラ光学系により、それぞれ第1のピクセル及び第2のピクセル又は各目標位置として、各位置感応性検出器上に結像される。

【0090】

ここから、レーザートラッカ12の較正が有効に行われた後、各目標位置に対する各検出器の配向状態を考慮して、目標位置までのそのつどの方向、ひいては、各検出器のゼロ位置に対するそのつどのずれ及び/又は方向角度が求められる。このようにして検出された目標位置により、目標101の自動探索が行われる。

10

【0091】

較正のために、第1の位置102にある目標101が測定光21により測定され、反射された照明放射のそれぞれの目標位置がカメラ24の各位置感応性検出器で求められる。続いて、目標101が第2の位置103へ移動され、測定過程が反復される。これに代えて、第2の位置103に設置された第2の目標を用いてもよい。このようにして検出された測定データから、カメラ相互の相対位置及び測定軸に対する各カメラの相対位置が導出され、レーザートラッカ12の較正が行われる。この場合、測定光の照準方向がそのつど既知となり、目標位置が当該方向に対応づけられる。こうした対応関係からそれぞれのカメラの配向状態を推定することができる。

20

【0092】

言い換えれば、レーザートラッカ12は、動作時に第1のカメラ及び第2のカメラ相互の既知の相対位置と測定軸に対する各カメラの既知の配向状態とを定める較正機能部を有する。これに関連して、特には、種々の位置102, 103にある目標101が準備され、測定光21で照準されて測定され、目標101の位置102, 103ごとに第1の目標位置及び第2の目標位置が求められ、目標101の測定及びこれに対応して求められた画像内の目標位置からカメラの位置及び配向状態が導出される。

【0093】

なお、図は単に可能な実施例を概略的に示したものである。また、本発明の種々の特徴は、相互に、また、従来技術の距離及び/又は位置を求める写真測量方法乃至従来 of 測定装置（特にレーザートラッカ）とも、任意に組み合わせ可能である。

30

【 図 1 】

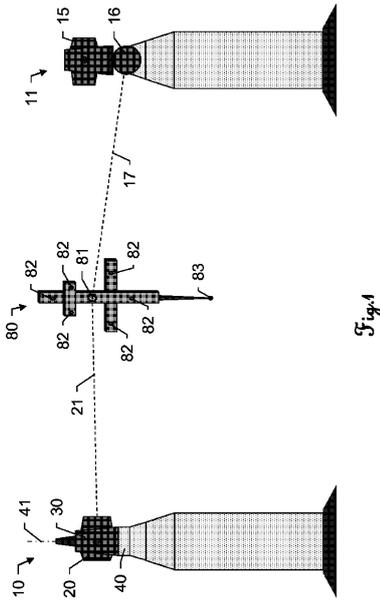


Fig.1

【 図 2 】

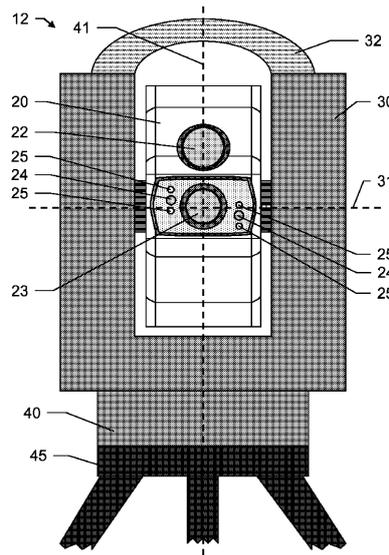


Fig.2

【 図 3 a 】

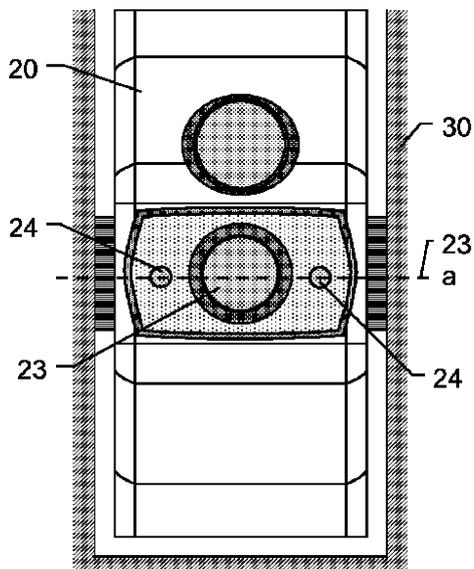


Fig.3a

【 図 3 b 】

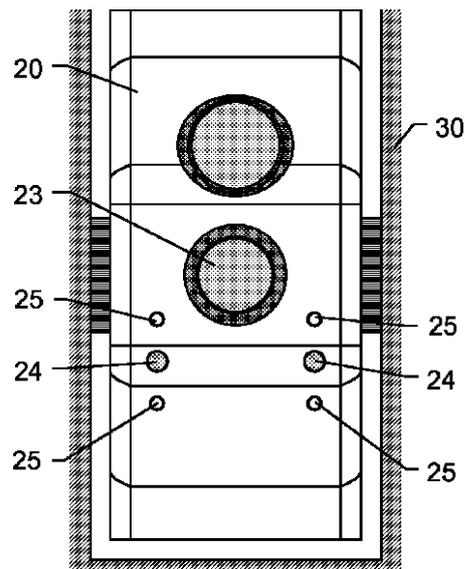


Fig.3b

【 図 3 c 】

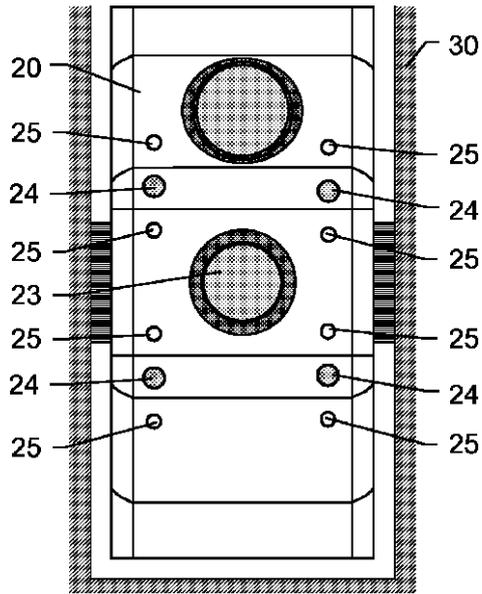


Fig.3c

【 図 3 d 】

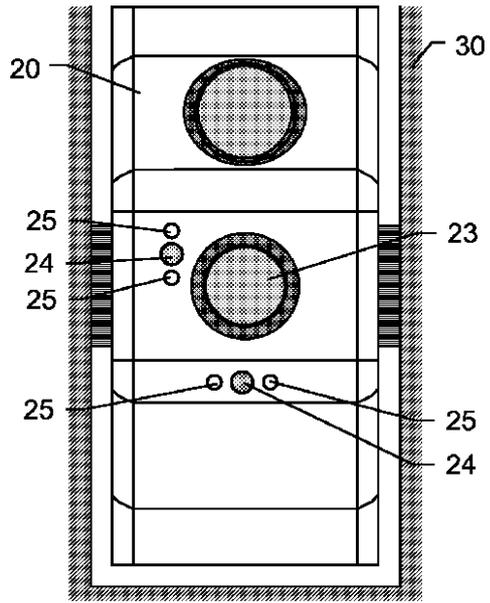


Fig.3d

【 図 4 】

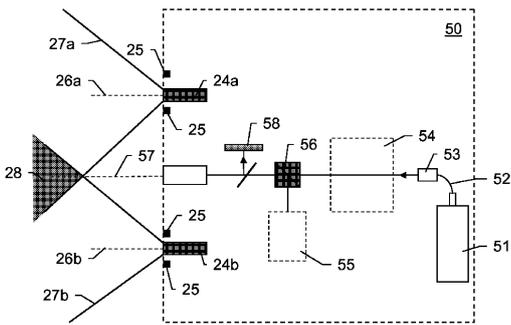


Fig.4

【 図 5 b 】

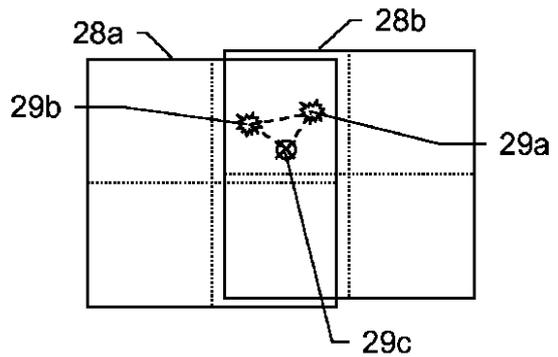


Fig.5b

【 図 5 a 】

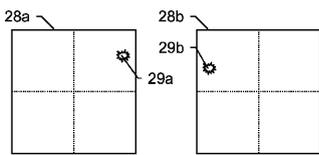


Fig.5a

【 図 6 】

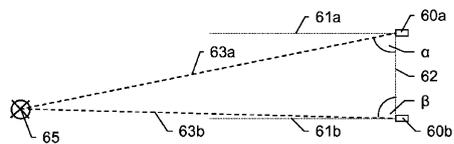


Fig.6

【 図 7 a 】

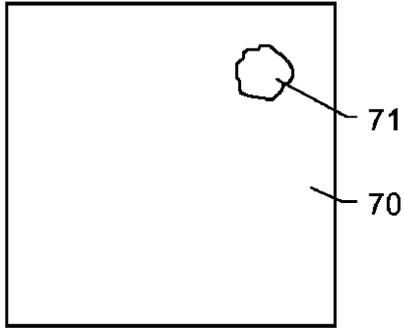


Fig.7a

【 図 7 b 】

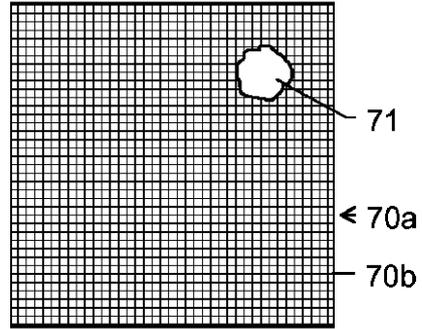


Fig.7b

【 図 7 c 】

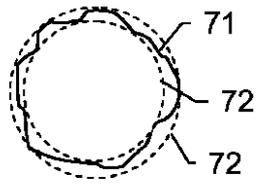


Fig.7c

【 図 8 】

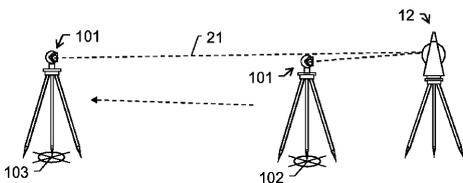


Fig.8

## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/EP2012/074667
---

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. G01S17/66 G06T7/00 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 G06T		
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		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 2 071 283 A2 (TOPCON CORP [JP]) 17 June 2009 (2009-06-17)	1,3, 5-11, 13-15, 17,19-22
Y	paragraphs [0020] - [0022], [0027], [0031], [0033] - [0043], [0052] - [0055], [0058], [0060] - [0061]; figures 1,2,6a,7 ----- -/--	2,4,12, 16,18
<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 4 February 2013		Date of mailing of the international search report 08/02/2013
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 Metz, Carsten

1

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2012/074667

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	<p>HERNÁN BADINO ET AL: "Integrating LIDAR into Stereo for Fast and Improved Disparity Computation", 3D IMAGING, MODELING, PROCESSING, VISUALIZATION AND TRANSMISSION (3DIMPVT), 2011 INTERNATIONAL CONFERENCE ON, IEEE, 16 May 2011 (2011-05-16), pages 405-412, XP031896512, DOI: 10.1109/3DIMPVT.2011.58 ISBN: 978-1-61284-429-9 paragraph [0001]</p> <p>-----</p>	2,4,16, 18
Y	<p>POINT GREY RESEARCH: "Versatile digital camera", 20040420</p> <p>20 April 2004 (2004-04-20), pages 1-3, XP007920361, Retrieved from the Internet: URL:http://www.ptgrey.com/products/digiclops/Digiclops.pdf [retrieved on 2012-03-08] the whole document</p> <p>-----</p>	12
A	<p>EP 0 553 266 A1 (SCHULZ WALDEAN A [US]) 4 August 1993 (1993-08-04) cited in the application column 8, line 22 - column 9; figures 1-5</p> <p>-----</p>	1-22
A	<p>WO 2007/079600 A1 (LEICA GEOSYSTEMS AG [CH]; MEIER DIETRICH [CH]; ZUMBRUNN ROLAND [CH]; J) 19 July 2007 (2007-07-19) paragraph [0002]</p> <p>-----</p>	1-22
A	<p>WO 2010/148525 A1 (LEICA GEOSYSTEMS AG [CH]; BOECKEM BURKHARD [CH]; FUCHS SIMON [CH]) 29 December 2010 (2010-12-29) cited in the application pages 11-12; figures 1,3</p> <p>-----</p>	1,2

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/074667

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
EP 2071283	A2	17-06-2009	CN 101458081 A	17-06-2009
			EP 2071283 A2	17-06-2009
			JP 2009145207 A	02-07-2009
			US 2009153667 A1	18-06-2009
-----				
EP 0553266	A1	04-08-1993	AT 152823 T	15-05-1997
			CA 2094039 A1	16-04-1992
			DE 69126035 D1	12-06-1997
			DE 69126035 T2	14-08-1997
			EP 0553266 A1	04-08-1993
			JP 2974775 B2	10-11-1999
			JP H06501774 A	24-02-1994
			US RE35816 E	02-06-1998
			US 5198877 A	30-03-1993
			WO 9207233 A1	30-04-1992
-----				
WO 2007079600	A1	19-07-2007	AU 2007204542 A1	19-07-2007
			CA 2636381 A1	19-07-2007
			CN 101553707 A	07-10-2009
			CN 102680983 A	19-09-2012
			EP 1971821 A1	24-09-2008
			EP 2261601 A1	15-12-2010
			JP 2009523235 A	18-06-2009
			JP 2011123079 A	23-06-2011
			US 2010253931 A1	07-10-2010
			WO 2007079600 A1	19-07-2007
-----				
WO 2010148525	A1	29-12-2010	CA 2766424 A1	29-12-2010
			CN 102803987 A	28-11-2012
			EP 2446299 A1	02-05-2012
			JP 2012530908 A	06-12-2012
			US 2012113406 A1	10-05-2012
			WO 2010148525 A1	29-12-2010
-----				

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/074667

<b>A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> INV. G01S17/66 G06T7/00 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b> Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G01S G06T		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 2 071 283 A2 (TOPCON CORP [JP]) 17. Juni 2009 (2009-06-17)	1,3, 5-11, 13-15, 17,19-22
Y	Absätze [0020] - [0022], [0027], [0031], [0033] - [0043], [0052] - [0055], [0058], [0060] - [0061]; Abbildungen 1,2,6a,7 ----- -/--	2,4,12, 16,18
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Abschließdatum des internationalen Recherchenberichts
4. Februar 2013		08/02/2013
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter  Metz, Carsten

1

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP2012/074667
---

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	<p>HERNÁN BADINO ET AL: "Integrating LIDAR into Stereo for Fast and Improved Disparity Computation", 3D IMAGING, MODELING, PROCESSING, VISUALIZATION AND TRANSMISSION (3DIMPVT), 2011 INTERNATIONAL CONFERENCE ON, IEEE, 16. Mai 2011 (2011-05-16), Seiten 405-412, XP031896512, DOI: 10.1109/3DIMPVT.2011.58 ISBN: 978-1-61284-429-9 Absatz [0001]</p> <p>-----</p>	2,4,16, 18
Y	<p>POINT GREY RESEARCH: "Versatile digital camera", 20040420</p> <p>20. April 2004 (2004-04-20), Seiten 1-3, XP007920361, Gefunden im Internet: URL: <a href="http://www.ptgrey.com/products/digiclops/Digiclops.pdf">http://www.ptgrey.com/products/digiclops/Digiclops.pdf</a> [gefunden am 2012-03-08] das ganze Dokument</p> <p>-----</p>	12
A	<p>EP 0 553 266 A1 (SCHULZ WALDEAN A [US]) 4. August 1993 (1993-08-04) in der Anmeldung erwähnt Spalte 8, Zeile 22 - Spalte 9; Abbildungen 1-5</p> <p>-----</p>	1-22
A	<p>WO 2007/079600 A1 (LEICA GEOSYSTEMS AG [CH]; MEIER DIETRICH [CH]; ZUMBRUNN ROLAND [CH]; J) 19. Juli 2007 (2007-07-19) Absatz [0002]</p> <p>-----</p>	1-22
A	<p>WO 2010/148525 A1 (LEICA GEOSYSTEMS AG [CH]; BOECKEM BURKHARD [CH]; FUCHS SIMON [CH]) 29. Dezember 2010 (2010-12-29) in der Anmeldung erwähnt Seiten 11-12; Abbildungen 1,3</p> <p>-----</p>	1,2

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/074667

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2071283	A2	17-06-2009	CN 101458081 A	17-06-2009
			EP 2071283 A2	17-06-2009
			JP 2009145207 A	02-07-2009
			US 2009153667 A1	18-06-2009
-----				
EP 0553266	A1	04-08-1993	AT 152823 T	15-05-1997
			CA 2094039 A1	16-04-1992
			DE 69126035 D1	12-06-1997
			DE 69126035 T2	14-08-1997
			EP 0553266 A1	04-08-1993
			JP 2974775 B2	10-11-1999
			JP H06501774 A	24-02-1994
			US RE35816 E	02-06-1998
			US 5198877 A	30-03-1993
			WO 9207233 A1	30-04-1992
-----				
WO 2007079600	A1	19-07-2007	AU 2007204542 A1	19-07-2007
			CA 2636381 A1	19-07-2007
			CN 101553707 A	07-10-2009
			CN 102680983 A	19-09-2012
			EP 1971821 A1	24-09-2008
			EP 2261601 A1	15-12-2010
			JP 2009523235 A	18-06-2009
			JP 2011123079 A	23-06-2011
			US 2010253931 A1	07-10-2010
			WO 2007079600 A1	19-07-2007
-----				
WO 2010148525	A1	29-12-2010	CA 2766424 A1	29-12-2010
			CN 102803987 A	28-11-2012
			EP 2446299 A1	02-05-2012
			JP 2012530908 A	06-12-2012
			US 2012113406 A1	10-05-2012
			WO 2010148525 A1	29-12-2010
-----				

---

 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, 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, KM, 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, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC

(72)発明者 アルベアト マーケンドアフ

スイス国 ヴァルデ シュアシュトラーセ 7 3 5

Fターム(参考) 2F065 AA04 AA06 BB27 FF05 FF52 FF65 FF67 GG04 GG05 GG06  
 GG22 HH04 JJ03 JJ16 JJ26 QQ17 QQ29 QQ38  
 2F112 AA09 AD00 CA06 DA01