

(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2015-513086

(P2015-513086A)

(43) 公表日 平成27年4月30日 (2015.4.30)

| (51) Int.Cl.           | F I          | テーマコード (参考) |
|------------------------|--------------|-------------|
| GO 1 S 17/66 (2006.01) | GO 1 S 17/66 | 2 F 0 6 4   |
| GO 1 B 9/02 (2006.01)  | GO 1 B 9/02  | 5 J 0 8 4   |
| GO 1 C 15/00 (2006.01) | GO 1 C 15/00 | 1 O 3 A     |
| GO 1 S 7/481 (2006.01) | GO 1 S 7/481 | A           |

審査請求 有 予備審査請求 有 (全 33 頁)

(21) 出願番号 特願2014-559209 (P2014-559209)  
 (86) (22) 出願日 平成25年2月28日 (2013.2.28)  
 (85) 翻訳文提出日 平成26年10月1日 (2014.10.1)  
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2013/054009  
 (87) 国際公開番号 W02013/127908  
 (87) 国際公開日 平成25年9月6日 (2013.9.6)  
 (31) 優先権主張番号 12157806.6  
 (32) 優先日 平成24年3月1日 (2012.3.1)  
 (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】 干渉計を用いて距離変化を算定するための方法

(57) 【要約】

本発明は、可動性且つ反射性のターゲットまでの距離変化を干渉計によって算定するための方法に関する。本方法においては、少なくとも基準ビームと測定ビームとが導出されるレーザビームが形成され、ターゲットに測定ビームが送信され、ターゲットにおいて反射された測定ビームの少なくとも一部が検出される。更に、反射された測定ビームと基準ビームとが重畳され、その重畳が検出され、検出された重畳に基づいて干渉計出力量が導出され、導出された干渉計出力量から時間分解された出力量経過が形成される。また、出力量経過が継続的に時間分解されて読み出され、その時間分解されて読み出された出力量経過に依存して、測定装置とターゲットとの間の相対運動の少なくとも一つの運動パラメータが継続的に導出され、現実的に実行可能であり、実際に妥当性があり、且つ、経験上想定される、測定ビームの方向におけるターゲットの相対運動を表す、ターゲットの所定の運動判定基準が運動パラメータと継続的に比較されることによって、出力量経過の継続的な検査が実施される。特に運動判定基準が満たされなかった場合には、比較

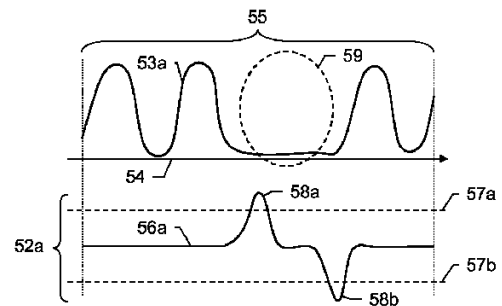


Fig.2b

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

可動性且つ反射性のターゲット（81，90，91）までの距離変化を干渉計によって算定するための方法であって、

- ・前記ターゲット（81，90，91）に測定ビーム（17，21，73）を送信し、
- ・前記ターゲット（81，90，91）において反射された前記測定ビームの少なくとも一部（73a）を受信し、
- ・前記反射された測定ビーム（73a）と基準ビーム（72）とを重畳させ、且つ該重畳を検出し、
- ・少なくとも、検出された前記重畳に基づいて、前記ターゲット（81，90，91）までの距離に依存する干渉計出力量を導出し、
- ・導出された前記干渉計出力量から、時間分解された出力量経過を形成し、
- ・前記出力量経過に基づいて前記距離変化を求める、

方法において、

- ・前記出力量経過に基づいて、前記測定ビーム（17，21，73）の方向に関連付けられた、前記ターゲット（81，90，91）の相対運動の少なくとも一つの運動パラメータを継続的に導出し、
- ・現実的に実行可能であり、実際に妥当性があり、且つ、経験上想定される、前記測定ビーム（17，21，73）の方向における前記ターゲット（81，90，91）の相対運動を表す、前記ターゲット（81，90，91）の所定の運動判定基準を、前記運動パラメータと継続的に比較し、且つ、
- ・前記運動判定基準が満たされない場合には情報を供給することによって、前記出力量経過の継続的な検査を実施することを特徴とする、方法。

## 【請求項 2】

前記情報の供給に依存して、求められた前記距離変化を補正する、及び/又は、グラフィックによる出力若しくは音響的な出力を行う、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 3】

前記補正後に導出可能な運動パラメータが前記運動判定基準を満たすように前記補正を実施し、特に、前記出力量経過を適合させることにより導出される運動パラメータが前記運動判定基準を満たすように前記出力量経過を適合させる、請求項 2 に記載の方法。

## 【請求項 4】

前記距離変化を求める際に、一連の建設的な干渉及び破壊的な干渉から、特に強度最大値及び強度最小値から干渉計パルスを識別し、該干渉計パルスを継続的にカウントし、特に、所定の期間内に検出された干渉計パルスの個数から、前記ターゲット（81，90，91）までの距離変化を算定する、請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の方法。

## 【請求項 5】

前記出力量経過から、前記測定ビーム（17，21，73）の方向における前記ターゲット（81，90，91）の瞬時相対速度及び/又は瞬時相対加速度（56，56a）を運動パラメータとして導出する、請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の方法。

## 【請求項 6】

前記出力量経過に依存して、特に時間分解された強度曲線（53，53a）を導出し、特に、該強度曲線（53，53a）の振幅及び/又は周波数から前記運動パラメータを導出する、請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の方法。

## 【請求項 7】

前記運動パラメータを周波数変化及び/又は振幅変化として前記強度曲線（53，53a）から決定する、請求項 6 に記載の方法。

## 【請求項 8】

前記運動パラメータに関する許容範囲を決定し、前記許容範囲を運動判定基準として規定し、特に、前記許容範囲を少なくとも一つの閾値（57a，57b）によって規定する、請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の方法。

10

20

30

40

50

## 【請求項 9】

前記測定ビーム(17, 21, 73)の方向における前記ターゲット(81, 90, 91)の、最大と想定した実際の相対速度及び/又は最大と想定した実際の相対加速度を運動判定基準として使用し、特に前記実際の相対速度及び/又は前記実際の相対加速度を継続的に測定し、継続的に運動判定基準としてセットする、請求項1乃至8のいずれか一項に記載の方法。

## 【請求項 10】

前記測定ビーム(17, 21, 73)を、縦方向モノモードで所定の放射波長及び少なくとも10mのコヒーレンス長を有するようにレーザダイオードによって形成する、請求項1乃至9のいずれか一項に記載の方法。

10

## 【請求項 11】

前記方法を、干渉計ユニットを備えている測定装置(10, 11, 12)によって実施し、特に、前記測定装置(10, 11, 12)は前記ターゲット(81, 90, 91)を継続的に追跡し、且つ前記ターゲット(81, 90, 91)の位置を決定するためのレーザトラッカ(10, 11, 12)として構成されており、

前記レーザトラッカは、

- ・レーザビーム(17, 21, 72, 73, 73a)を形成するビーム源(62)と、前記レーザビーム(17, 21, 72, 73, 73a)を少なくとも前記基準ビーム(72)と前記測定ビーム(17, 21, 73)に分割するビームスプリッタ(71)と、
- ・垂直軸(41)を規定する台座(40)と、
- ・前記測定ビーム(17, 21, 73)を放射し、前記ターゲット(81, 90, 91)において反射された前記測定ビーム(73a)を受信し、且つ、前記垂直軸(41)と、該垂直軸(41)に実質的に直交する傾斜軸(31)とを中心にして、前記台座(40)に対して相対的にモータ駆動式に旋回可能であるビーム偏向ユニットと、
- ・前記ターゲット(81, 90, 91)までの距離変化を算定する距離測定ユニットと、
- ・前記台座(40)に相対的な前記ビーム偏向ユニットの配向を決定する角度測定機能とを有している、

20

請求項1乃至10のいずれか一項に記載の方法。

## 【請求項 12】

反射性のターゲット(81, 90, 91)までの距離変化を干渉計によって算定するための測定装置(10, 11, 12)であって、

30

前記干渉計は、

- ・測定ビーム(17, 21, 73)を放射する送信ユニット(62)と、
- ・前記ターゲット(81, 90, 91)において反射された前記測定ビームの少なくとも一部(73a)を受信する受信ユニットと、
- ・前記反射された測定ビーム(73a)と基準ビーム(72)とを重畳させる重畳コンポーネントと、
- ・前記重畳を継続的に検出する感光性検出器(77)と、
- ・評価ユニットとを備えており、

該評価ユニットは、

40

少なくとも、検出された前記重畳に基づいて、前記ターゲット(81, 90, 91)までの距離に依存する干渉計出力量を導出し、

導出された前記干渉計出力量から、時間分解された出力量経過を形成し、

前記出力量経過に基づいて前記距離変化を求めるものである、

測定装置(10, 11, 12)において、

前記評価ユニットは、

- ・前記出力量経過に基づいて、前記測定ビーム(17, 21, 73)の方向において実行可能な、前記ターゲット(81, 90, 91)の相対運動に関する少なくとも一つの運動パラメータを継続的に導出し、
- ・現実的に実行可能であり、実際に妥当性があり、且つ、経験上想定される、前記測定ビ

50

ーム(17, 21, 73)の方向における前記ターゲット(81, 90, 91)の相対運動を表す、前記ターゲット(81, 90, 91)の所定の運動判定基準を、前記運動パラメータと継続的に比較し、且つ、

・前記運動判定基準が満たされない場合には情報を提供することによって、前記出力量経過の継続的な検査を実施するように構成されていることを特徴とする、測定装置(10, 11, 12)。

【請求項13】

前記評価ユニットは、請求項1乃至11のいずれか一項に記載の方法を実施するように構成されている、請求項12に記載の測定装置(10, 11, 12)。

【請求項14】

前記測定装置(10, 11, 12)は、前記ターゲット(81, 90, 91)を継続的に追跡し、前記ターゲット(81, 90, 91)の位置を決定するためのレーザトラッカ(10, 11, 12)として構成されており、

・レーザビーム(17, 21, 72, 73, 73a)を形成するビーム源として構成されている送信ユニット(62)と、

・前記レーザビーム(17, 21, 72, 73, 73a)を少なくとも前記基準ビーム(72)と前記測定ビーム(17, 21, 73)に分割するビームスプリッタ(71)と、

・垂直軸(41)を規定する台座(40)と、

・前記測定ビーム(17, 21, 73)を放射し、前記ターゲット(81, 90, 91)において反射された前記測定ビーム(73a)を受信し、且つ、前記垂直軸(41)と、該垂直軸(41)に実質的に直交する傾斜軸(31)とを中心にして、前記台座(40)に対して相対的にモータ駆動式に旋回可能であるビーム偏向ユニットと、

・前記ターゲット(81, 90, 91)までの距離変化を算定する干渉計ユニット(61, 61a)と、

・前記台座(40)に相対的な前記ビーム偏向ユニットの配向を決定する角度測定機能とを有しており、

特に、前記レーザトラッカ(10, 11, 12)は、

・前記垂直軸(41)を中心にして前記台座(40)に対して相対的にモータ駆動式に旋回可能であり、且つ、前記傾斜軸(31)を規定する支持部(30)と、

・ビーム偏向ユニットとして構成されており、且つ、前記傾斜軸(31)を中心にして前記支持部(30)に対して相対的にモータ駆動式に旋回可能な照準合わせユニット(20)とを有しており、

前記照準合わせユニット(20)は、前記測定ビーム(17, 21, 73)を放射し、前記ターゲット(81, 90, 91)において反射された前記測定ビームの少なくとも一部(73a)を受信するテレスコープユニットを有している、請求項12又は13に記載の測定装置(10, 11, 12)。

【請求項15】

機械読み出し可能な担体に記憶されており、

特に請求項12乃至14のいずれか一項に記載の測定装置(10, 11, 12)の評価ユニットにおいて実行されると、特に、請求項1乃至11のいずれか一項に記載の方法に従い、出力量経過を形成し、距離変化を求めるために、

・運動パラメータの導出と、

・運動パラメータと運動判定基準との比較と、

・情報の供給とによって継続的な検査を実施することを特徴とする、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、請求項1の上位概念に記載されている、可動性且つ反射性のターゲットまでの距離変化を算定するための方法、並びに、請求項12に記載されている、本発明による

10

20

30

40

50

方法を実施するための測定装置に関する。

【背景技術】

【0002】

ターゲット点の継続的な追跡及びその点の座標位置を決定するために構成されている測定装置を、特に工業用の測定との関連において、一般的にレーザトラックという概念の下に統合することができる。このレーザトラックにおいては、測定装置の光学的な測定ビーム、特にレーザビームの照準が合わせされる逆反射ユニット（例えば立方体プリズム）によってターゲット点を表すことができる。レーザビームは平行に再び測定装置に向かって反射され、反射されたビームは測定装置の検出ユニットによって検出される。その際に、ビームの放射方向又は受信方向が、例えば、システムの偏向ミラー又は照準合わせユニットに対応付けられている角度測定用センサによって求められる。更にはビームの検出と共に、測定装置からターゲット点までの距離が、例えば伝播時間測定又は位相差測定によって求められる。

10

【0003】

従来技術によるレーザトラックに更に、二次元の感光アレイ、例えばCCDカメラ又はCIDカメラを備えているか、又はCMOSアレイを基礎とするカメラを備えている光学的な画像検出ユニット、若しくは、ピクセルアレイセンサ及び画像処理ユニットを設けることができる。その場合、レーザトラック及びカメラの位置が相互に相対的に変化しないように、それらを上下に重ねて取り付けることができる。カメラは例えばレーザトラックと共に、その実質的に垂直方向の軸を中心にして回動可能であるが、しかしながら、レーザトラックに依存せず上方及び下方に旋回可能であり、従って特にレーザビームの光学系から離されて配置されている。更には、例えば各用途に応じて、カメラを一つの軸についてのみ旋回可能であるように実施することもできる。択一的な実施の形態においては、カメラをレーザ光学系と統合された構造様式で、共通の一つのケーシング内に組み込むことができる。

20

【0004】

画像検出ユニット及び画像処理ユニットを用いて、相互の相対的な姿勢が既知である複数のマーキングを備えている、いわゆる測定補助器具の画像を検出及び評価することによって、空間内での測定補助器具の配向並びに測定補助器具に配置されている対象物（例えばプローブ）の配向を推定することができる。更には、ターゲット点の所定の空間的な位置と共に、レーザトラックに絶対的及び/又は相対的である、空間内の対象物の位置及び配向を正確に決定することができる。

30

【0005】

その種の測定補助器具をいわゆる接触式ツールによって実現することができ、この接触式ツールはその接触点を用いて、ターゲット対象物の一点に位置決めされる。接触式ツールはマーキング、例えば光点並びに反射器を有している。反射器は接触式ツール上のターゲット点を表し、またそのターゲット点にトラックのレーザビームの照準を合わせることができる。その際、接触式ツールの接触点に相対的なマーキング及び反射器の位置は正確に既知である。測定補助器具は当業者には公知のように、非接触式の表面測定用の、例えば距離測定のために実施されている手持式のスキャナであっても良い。その場合、スキャナに配置されている反射器及び光点に相対的な、距離測定のために使用されるスキャナ測定ビームの方向及び位置は正確に既知である。その種のスキャナは例えばEP 0 553 266に記載されている。

40

【0006】

更に、現在のトラックシステムにおいては、受信した測定ビームの、ゼロポジションからのずれが求められており、これは益々標準的に行われるようになってきている。この測定可能なずれでもって、リトロリフレクタの中心と、そのリトロリフレクタにおけるレーザビームの入射点との位置の差を決定することができ、またその偏差に応じて、センサにおけるずれが低減されるように、特に「ゼロ」となるように、従ってビームが反射器の中心の方向に配向されるようにレーザビームの配向を修正又は更新することができる。レーザビ

50

ームの配向の更新によって、ターゲット点の継続的な目標追跡（トラッキング）を行うことができ、また測定装置に相対的なターゲット点の距離及び位置を継続的に決定することができる。その際に、レーザビームを偏向させるために設けられている、モータ駆動式に移動可能な偏向ミラーの配向を変化させることにより、及び/又は、ビームを案内するレーザ光学系を有している照準合わせユニットを旋回させることにより、追跡を実現することができる。

#### 【0007】

上述のターゲットの追跡に先立って、レーザビームを反射器にロックオンすることが必要になる。このためにトラックには、位置有感式センサを備えており、且つ比較的大きい視野を有する検出ユニットを付加的に配置することができる。更に、冒頭で述べたような装置には、ターゲット若しくは反射器を、特に距離測定手段の波長とは異なる所定の波長で照明する、付加的な照明手段が組み込まれている。この関係において、例えば外部光の影響を低減するか、又は完全に阻止するために、センサをその所定の波長付近の範囲に対してのみ感応性であるように構成することができる。照明手段を用いることによりターゲットを照明することができ、またカメラを用いることにより、反射器が照明されているターゲットの画像を検出することができる。特定の反射（特定の周波数の反射）をセンサに結像させることによって、画像内の反射位置を分解し、それと共に、カメラの検出方向に相対的な角度と、ターゲット若しくは反射器の方向とを特定することができる。その種のターゲットサーチユニットを備えているレーザトラックの一つの実施の形態は例えばWO 2010/148525 A1から公知である。そのようにして導出される方向情報に依存して、レーザビームと、そのレーザビームによってロックオンされるべき反射器との間の距離が短縮されるように測定レーザビームの配向を変化させることができる。

10

20

#### 【0008】

距離測定のために従来技術によるレーザトラックは、例えば干渉計として構成することができる、少なくとも一つの距離測定器を有している。その種の距離測定ユニットは相対的な距離変化しか測定することができないので、今日のレーザトラックには干渉計の他にいわゆる絶対距離測定器も組み込まれる。例えば、距離を決定するためのその種の複数の測定手段の組み合わせは、Leica Geosystems AGの製品AT901から既知である。この関係において距離測定のために使用される干渉計は、コヒーレンス長が長いことに基づき、またそれによって実現される測定距離に基づき、主として光源としてガスレーザ、特にHeNeガスレーザを使用している。HeNeレーザのコヒーレンス長は数百メートルであるので、比較的簡単な干渉計構造でもって、工業的な測定技術において要求される測定距離を達成することができる。距離を決定するための干渉計及び絶対距離測定器をHeNeレーザと組み合わせることは、例えばWO 2007/079600 A1から公知である。

30

#### 【0009】

距離を算定するため、又は距離変化を算定するためにレーザトラックにおいてその種の干渉計を使用することによって、それにより実施できる干渉式の測定法に基づき、非常に高い測定精度を実現することができる。

#### 【0010】

しかしながら、この有利な測定精度は、干渉計によって実施すべき測定のロバスト性及び信頼性に相反する。干渉計を用いて距離変化の正確な測定を実施するために、特にターゲットを追跡する際に継続的で正確な測定を実施するために、干渉作用（強度最大値及び強度最小値）によって形成される干渉計パルスが継続的に検出されて正確に読み出されることが、その測定中に保証されなければならない。この場合、距離変化の算定は検出された干渉計パルスの個数に依存する。特に干渉計とターゲットとの間の距離が長い場合には、ターゲットによって反射された測定ビームが比較的弱い強度で検出され、また干渉計検出器が備える感度がパルスを明確に検出するには十分でないことから、干渉計パルスの継続的な受信及び識別に障害が発生する可能性がある。それに起因して検出中に一つ又は複数の干渉計パルスが喪失することによって、その干渉計パルスに依存する距離変化の算定

40

50

にエラーが付随する可能性がある。更に、反射性のターゲットが高速に移動することによって、またそれと共に生じる干渉計検出器での強度変動又は強度低下によって、パルスの検出において（一つ又は複数のパルスがカウントされないという）エラーが惹起される。特に、サーボモータ制御により実施できるレーザビームのターゲット追跡よりも高速に反射器が移動する場合には、ターゲットを追跡している間にそのようなエラーが発生する可能性がある。算定できる距離変化は識別されたパルスの個数に依存するので、そのことから、エラーのある距離測定値が形成される可能性がある。

#### 【0011】

この関係における更なる欠点は、上述したように測定にエラーがある場合に、確かに測定値を形成することができるが、しかしながらシステムのユーザはこの測定エラーを認識しないか、又は、達成可能な測定分解能に基づき、この測定エラーを認識できず、従って形成された測定値を正確であるとみなしてしまうことである。そのようにしてエラーを考慮しないことが繰り返されることによって、個々のエラー測定が累積され、結果として生じる（総）測定エラーが大きくなる可能性がある。

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0012】

従って、本発明の課題は、干渉式の測定がその正確性について検査され、特に継続的に検査される、測定装置のための機能、特にレーザトラッカのための機能を提供することである。

#### 【0013】

特に本発明の課題は、特に測定装置のための、とりわけレーザトラッカのための距離変化の算定に関する検査機能を、場合によっては起こり得る測定エラーが識別され、測定エラーが存在する場合には相応の情報が出力されるように提供することである。

#### 【0014】

本発明の別の課題は、距離変化を算定するために実施できる、干渉計を用いた測定の検査をその正確性について実施することができるレーザトラッカを提供することである。

#### 【0015】

本発明の別の課題は、エラーがあると識別された測定値を修正するための自動化された機能を提供することである。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0016】

これらの課題は、独立請求項の特徴部分に記載されている構成を実現することによって解決される。本発明を択一的なやり方又は有利なやり方で更に発展させる特徴は従属請求項に記載されている。

#### 【0017】

本発明は、可動性且つ反射性のターゲットまでの距離変化を干渉計によって算定するための方法に関し、この方法においては、ターゲットに測定ビームが送信され、ターゲットにおいて反射された測定ビームの少なくとも一部が受信され、また反射された測定ビームと基準ビームとが重畳され、その重畳が検出される。更に、少なくとも、検出された重畳に基づいて、ターゲットまでの距離に依存する干渉計出力量が導出され、その導出された干渉計出力量から、時間分解された出力量経過が形成され、また、その出力量経過に基づいて距離変化が求められる。

#### 【0018】

更に、出力量経過に基づいて、測定ビームの方向に関連付けられた、ターゲットの相對運動の少なくとも一つの運動パラメータが継続的に導出され、現実的に実行可能であり、実際に妥当性があり、且つ、経験上想定される、測定ビームの方向におけるターゲットの相對運動を表す、ターゲットの所定の運動判定基準が運動パラメータと継続的に比較され、且つ、運動判定基準が満たされない場合には情報が提供されることによって、出力量経過の継続的な検査が実施される。

10

20

30

40

50

## 【0019】

従って、本発明による方法では、実施された干渉式の測定、その正確さに関する自動化された判定を実施することができる。干渉計データから導出できるターゲット又は干渉式の測定装置の運動が、支配的な物理条件下で、また場合によっては、（例えば所定の運動を不可能にする測定空間内の障害物を伴う）既存の測定装置の配置構成において実際に実行することができる運動に対応するか否かを検査した後に、測定にエラーがあるか否か、又はどの程度の確率で測定にエラーがあるかを知らせる情報、即ち特にユーザに提供される情報を、例えばディスプレイ上にグラフィック表示することができるか、音響的な信号を用いて出力することができる。

## 【0020】

特に、実際に有効な物理原理の枠内で実行可能な運動に関する判定基準による記述によって、その判定基準とは逆の条件、例えば有効な物理原理（例えば慣性）に反する不可能な相対運動に関する条件も規定することができる。一般的に、運動判定基準は、干渉式の測定によって決定される相対運動を実際に実行することができるか、又は実行することができない枠組みを定める。従って、この判定基準に基づき、測定された運動は拒絶すべきものであるか、又は受容できるものであるかを判定することができる。

## 【0021】

一般的に、本発明では、干渉計出力量は、干渉計によって供給されるか、又は干渉計から出力され、且つ、継続的な検出によって出力量経過としてターゲットまでの距離変化を導出することができる特性量と解される。

## 【0022】

ホモダイン干渉計に関して、干渉計出力量は、ターゲットまでの距離に依存する干渉状態（建設的な干渉又は破壊的な干渉）であると解され、また出力量経過は、干渉状態の継続的な検出によって形成される干渉経過であると解される。

## 【0023】

ヘテロダイン干渉計に関して、干渉計出力量とは、測定検出器における測定重畳（異なる波長を有する測定ビームと基準ビームとを統合することによって生じるうねり）の位相位置と、基準検出器における基準量又はうねりの位相位置との比較であると解される。基準量は例えば、複数のビーム（測定ビーム及び/又は基準ビーム）の内の少なくとも一方を変調するための音響光学的な変調器の変調周波数によって電子的に形成することができる。ヘテロダイン干渉計に関して、出力量経過とは、測定重畳と基準量又は基準重畳との、時間分解され、継続的に検出された比較（位相差）であると解される。

## 【0024】

特に、当業者には、干渉計に関する別の複数の実施の形態が公知であると考えられる。それらの実施の形態に関して、干渉計出力量は、特性量（出力量経過）の継続的な検出によって距離変化を検出することができるあらゆる特性量である。

## 【0025】

出力量経過の本発明による継続的な検査によって、干渉計のそれらの種々の実施の形態について、ターゲットの相対運動を現実的に実行可能な運動に関して評価することができる。

## 【0026】

本発明では、出力量経過を例えば、サンプリングレートに依存して結像又は分解することができる。即ち所定の期間内で、所定の回数、特に調整可能な回数の測定を実施することができる。

## 【0027】

更には出力量経過を、それぞれが時間情報を有している、（一連の建設的な干渉及び破壊的な干渉によって規定される）所定の期間内に測定されたパルスの個数だけで実現することができる。その場合、その個数は閾値を超過した回数に対応していると考えられる。即ち、このために、例えば検出された干渉計出力量を表す信号を継続的に検出することができ、その場合には、付加的にその信号に関する閾値も規定されており、その閾値を超過す

10

20

30

40

50



る度に（またその後信号レベルが再び閾値以下になると）パルスがカウントされる。付加的な時間情報によって、そこから、所定の期間内の一連のパルスを決定し、運動パラメータとして使用することができる。

【0028】

測定ビームの方向における相対運動、即ち、特にターゲットと干渉計との間、とりわけターゲットとレーザトラッカとの間の相対運動は、本発明との関係において、一般的に、放射される測定ビームによって規定される光学軸に沿った少なくとも一つの半径方向の運動であると解される。これは特に、干渉式に測定可能な相対運動に関して、二つの対象物（ターゲット及び測定装置）との間の距離が変化しなければならないことによる。

【0029】

ターゲットまでの距離変化の算定に関して、一連の建設的な干渉及び破壊的な干渉から、特に強度最大値及び強度最小値から距離変化を求める際に、干渉計パルスを継続的に識別してカウントすることができ、特に、所定の期間内に検出された、干渉計パルスの個数から、ターゲットまでの距離変化を算定することができる。

【0030】

パルスの個数から、また、測定ビームの既知であり且つ考慮すべき波長から、距離変化を非常に正確に算定することができる。測定された距離変化は検出されたパルスの個数に依存するので、本発明による方法（検査方法）では、例えばパルスがカウントされなかった、もしくは「パルスが失われた」測定がエラーのあるものとして識別される。これは、上述の運動パラメータと運動判定基準との比較によって行われ、パルスが欠落している場合には、出力量経過（この出力量経過においてはパルスが同様に欠落しており、従って実現不可能な運動が検出される）から導出された相対運動は拒絶される。

【0031】

本発明によれば、情報の供給に依存して、求められた距離変化の補正を実施することができる、及び/又は、情報のグラフィックによる出力若しくは音響的な出力を行うことができる。本発明による方法では、実施された測定を適合させることができる。その適合において、補正後に導出される運動パラメータが運動判定基準を満たすように補正を実施することができる、特に、出力量経過の適合は、適合された出力量経過から導出された運動パラメータが運動判定基準を満たすように行われる。

【0032】

それと共に本発明では、距離変化の測定の他に、生じた測定結果を検査することもでき、また測定にエラーのあることが確認されると能動的な介入を行い、測定パラメータ又は出力量経過を変化させることができる。その種の変化によって、運動判定基準と比較した際に判定基準が満たされているか否かが運動パラメータによって確認されるように、運動パラメータを適合させることができる。例えば、その際に、欠落があるものとして識別された干渉状態をモデリングして挿入することができ、その結果、そこから導出可能な出力量経過は、ターゲットの実行可能な運動を表す。特に、この関係において、例えばカルマンフィルタを用いて、パルス列（関連性のある複数のパルス）をシミュレートし、出力量経過に挿入することができる。特に、その種のパルス列の計算に際し、複数の予測器を用いるフィルタ法を使用することができる。

【0033】

特に、（誤って）過度に多く検出された少なくとも一つのパルス（複数のパルス）によって、エラーのある測定が惹起される可能性がある。この場合、付加的なパルスを挿入する代わりに、誤って検出されたパルスを除去することができ、その結果、その後導出可能な補正された出力量経過はターゲットの実行可能な相対運動を表す。

【0034】

例えば、測定ビームの方向における相対運動に関する特性量を表す運動パラメータに関して、本発明による方法では、（時間分解されて読み出された）出力量経過から測定ビームの方向におけるターゲットの瞬時相対速度及び/又は瞬時相対加速度が運動パラメータとして導出されるように、運動パラメータを導出することができる。

10

20

30

40

50

## 【0035】

これによって、測定装置又はターゲットのその時点の速度又は加速度（各速度又は加速度はターゲットと測定装置とが同時に移動することによっても生じると考えられる）を干渉計の検出器において検出された干渉現象に基づき表すパラメータを継続的に形成することができる。運動パラメータは特に、ターゲットに関する運動を表す別の特性量、例えば距離変化の（正又は負の）方向を表すことができる。

## 【0036】

更に本発明によれば、干渉式に導出可能なターゲットの運動を表すために、出力量経過に依存して、特に時間分解された強度曲線を導出することができ、とりわけ、強度曲線の振幅及び/又は周波数から運動パラメータが導出される。

10

## 【0037】

例えば、継続的に検出された強度変化の振幅又は周波数に関する値をパラメータとして使用することができ、また、振幅値又は周波数値が振幅閾値又は周波数閾値と比較され、その閾値の超過に依存して通知が生成されるように運動判定基準を規定することができる。その種の閾値を特に、干渉計検出器の感度に依存して規定することができる。更に、到来する信号、特に干渉計出力量又は出力量経過の信号レベルを継続的に検出し、そのレベルを運動パラメータとして使用することができる。その際、振幅の上述の評価と同様に、所定の信号レベル運動判定基準との比較を実施することができる。

## 【0038】

干渉計を用いて検出可能な信号のノイズ及び/又は変動（それによって検出された周波数に変動が生じる可能性がある）に関して、特別なケースにおいては、所定の期間にわたり測定値を累積し、検出された信号の平均値を形成することもできる。例えば、周波数（又は振幅）に関する継続的な平均値を決定することができ、それによって、信号ノイズ及び信号変動に対するシステムのロバスト性を向上させることができる。

20

## 【0039】

特に、本発明によれば、周波数変化及び/又は振幅変化としての運動パラメータを強度曲線から決定することができる。

## 【0040】

例えば、周波数変化から相対運動の速度変化を推定することができる。更に、周波数変化は相対加速度に比例し、それによって、周波数変化の決定と共に、ターゲットの相対加速度を決定することができ、またその相対化速度を運動パラメータの導出のために考慮することができる。

30

## 【0041】

運動判定基準の定義に関して、本発明では、運動パラメータに対して許容範囲を決定することができ、またその許容範囲を運動判定基準として規定することができ、特に、その許容範囲は少なくとも一つの閾値によって規定されている。

## 【0042】

これによって、検査すべき個々の運動パラメータに対応する許容範囲を規定することができ、その際に、決定されたパラメータと各許容範囲又はその許容範囲に対して規定された閾値との比較に依存して、干渉計測定を妥当性のある（運動パラメータが許容範囲内にある）ものと評価することができるか、又はその干渉計測定を不可能なもの、又は起こりえない（運動パラメータが許容範囲外にある）ものと評価することができる。

40

## 【0043】

本発明の別の態様は運動判定基準の決定に関し、その際に、測定ビームの方向におけるターゲットの、最大と想定した実際の相対速度及び/又は最大と想定した実際の相対加速度が運動判定基準として使用され、特に実際の相対速度及び/又は実際の相対加速度が継続的に測定され、また継続的に運動判定基準としてセットされる。

## 【0044】

最大の（調整可能又は許容可能な）速度値及び/又は加速度値をそのように考慮することによって、又はターゲットの実際の運動を考慮することによって、それらの想定された

50

運動又は実際に決定された運動と、出力量経過から干渉式に導出された運動とを継続的に比較することができる。

【0045】

特別なケースにおいては、本発明によれば、運動判定基準を基準ビームの周波数と反射された測定ビームの周波数との差に依存して決定することができる。これによって、例えば、ドップラー効果に基づき、ターゲットの（実際の）瞬時速度及び／又は瞬時加速度を決定することができ、またそれらを出力量経過から導出された運動と比較することができる。

【0046】

本発明の別の態様は、干渉計に使用されるレーザビームの特性に関する。本発明によれば、レーザビームは縦方向モノモードで所定の放射波長及び少なくとも10mのコヒーレンス長を有するようにレーザダイオードによって形成される。

10

【0047】

原則として、干渉式の用途にとって、比較的コヒーレンス長の長いレーザビームが必要になるか、又は有利である。何故ならば、測定装置の達成可能な精度及び測定到達距離はこのコヒーレンス長に顕著に依存するからである。典型的には、今日公知である測定方法に関して、特にレーザトラッカにおける用途に関して、ガスレーザ、例えばHeNeレーザがその種の比較的長いコヒーレンス長のレーザビームを生成するためのビーム源として使用される。本発明によれば、所要の仕様を満たすその種のレーザビームを、特別に構成されたレーザダイオードによっても形成することができる。

20

【0048】

本方法における構造的な構成に関して、本発明によれば、測定装置を、本方法を実施するために構成することができ、その場合、測定装置をレーザトラッカ又は測地的な測定器によって、例えばトータルステーションによって実現することができる。

【0049】

従って本発明では、本方法を、干渉計ユニットを備えている測定装置によって実施することができる。特に、測定装置はターゲットを継続的に追跡し、且つターゲットの位置を決定するためのレーザトラッカとして構成されている。レーザトラッカはレーザビームを形成するビーム源と、レーザビームを少なくとも基準ビームと測定ビームに分割するビームスプリッタと、垂直軸を規定する台座とを有している。更に、レーザトラッカは、測定ビームを放射し、ターゲットにおいて反射された測定ビームを受信し、且つ、垂直軸と、その垂直軸に実質的に直交する傾斜軸とを中心にして、台座に対して相対的にモータ駆動式に旋回可能であるビーム偏向ユニットと、ターゲットまでの距離変化を算定する距離測定ユニットと、台座に相対的なビーム偏向ユニットの配向を決定する角度測定機能とを有している。

30

【0050】

それと共に本発明は更に、測定ビームを放射する送信ユニットと、ターゲットにおいて反射された測定ビームの少なくとも一部を受信する受信ユニットと、反射された測定ビームと基準ビームとを重畳させる重畳コンポーネントとを備えている干渉計によって、反射性のターゲットまでの距離変化を算定するための測定装置に関する。

40

【0051】

更に、重畳を継続的に検出するための感光性検出器と、評価ユニットとが設けられており、この評価ユニットは、少なくとも、検出された重畳に基づいて、ターゲットまでの距離に依存する干渉計出力量を導出し、その導出された干渉計出力量から、時間分解された出力量経過を形成し、また、その出力量経過に基づき距離変化を求める。

【0052】

更に評価ユニットは、出力量経過に基づき、測定ビームの方向において実行可能な、ターゲットの相対運動の少なくとも一つの運動パラメータを継続的に導出し、現実的に実施可能であり、実際に妥当性があり、且つ、経験上想定される、測定ビームの方向におけるターゲットの相対運動を表す、ターゲットの所定の運動判定基準を、運動パラメータと継

50

続的に比較し、運動判定基準が満たされない場合には情報を提供することによって、出力量経過の継続的な検査を実施するように構成されている。

【0053】

本発明によれば、評価ユニットを、上述の本発明による方法を実施するために構成することができる。

【0054】

測定装置は、パルス読み出しの実施及び本発明による方法を実行するために、FPGA (Field-Programmable Gate Array) を有することができ、このFPGAは干渉計検出器によって検出された強度の評価を実施することができるようにプログラミングされている。デジタル信号処理によって、検出された信号を分析し、更に処理することができる。これによって、継続的に検出された信号を個々のカウント可能なパルスに翻訳し、それによってそれらのパルスを検出することができる。

10

【0055】

更に、パルスの欠落を識別するためにFPGAをプログラミングすることができ、その場合、運動パラメータと運動判定基準との比較は上述の方法に応じて実施される。

【0056】

特に、期待される信号、とりわけ出力量経過を検出された信号から再構成するために信号処理を実施できるように、FPGAをプログラミングすることができる。例えば、受信した信号が強いノイズを有している場合には、信号パターンを識別するためにその種の再構成を実施することができる。このために、フーリエ変換又は特別なフィルタリング方式のような信号処理方式をプログラミングすることができる。

20

【0057】

更に、FPGAによって、検査された測定の適合を実施することができ、それによって例えば、付加的な干渉計パルスが検出された出力量経過にモデリングされるか、又は干渉計パルスが除去され、また補正された測定値がその付加的なパルスを考慮して決定される。

【0058】

特に、測定装置を、ターゲットを継続的に追跡し、そのターゲットの位置を決定するためのレーザトラックとして構成することができ、またこのレーザトラックは、レーザビームを形成するビーム源として構成されている送出ユニットと、レーザビームを少なくとも基準ビームと測定ビームに分割するビームスプリッタと、垂直軸を規定する台座とを有している。更にレーザトラックは、測定ビームを放射し、ターゲットにおいて反射された測定ビームを受信し、且つ、垂直軸と、その垂直軸に実質的に直交する傾斜軸とを中心にして、台座に対して相対的にモータ駆動式に旋回可能であるビーム偏向ユニットと、ターゲットまでの距離変化を算定する干渉計ユニットと、台座に相対的なビーム偏向ユニットの配向を決定する角度測定機能とを有している。

30

【0059】

本発明による測定装置の考えられる構造的な実施の形態に関して、レーザトラックとして構成されている測定装置は、垂直軸を中心にして台座に対して相対的にモータ駆動式に旋回可能であり、且つ、傾斜軸又は水平軸若しくは横向き軸を規定する支持部と、ビーム偏向ユニットとして構成されており、且つ、傾斜軸を中心にして支持部に対して相対的にモータ駆動式に旋回可能な照準合わせユニットとを有することができ、この照準合わせユニットは、測定ビームを放射し、ターゲットにおいて反射された測定ビームの少なくとも一部を受信するテレスコープユニットを有している。その種の実施の形態において、測定軸の配向を照準合わせユニットの配向によって行うことができ、またターゲットサーチカメラ及びオーバービューカメラ (OVC = Over View Camera) を照準合わせユニットに配置することができる。

40

【0060】

更に本発明は、機械読み出し可能な担体に記憶されており、特に本発明による測定装置の評価ユニットにおいて実行されると、特に本発明による方法に従い、出力量経過を形成

50

し、距離変化を求めるために、運動パラメータの導出と、運動パラメータと運動判定基準との比較と、情報の供給とによって、継続的な検査を実施するコンピュータプログラム製品に関する。

【0061】

以下では、添付の図面に具体的に図示した複数の実施例に基づき、本発明による方法及び本発明による装置を例示的に詳細に説明し、また本発明の更なる利点についても検討する。

【図面の簡単な説明】

【0062】

【図1】本発明によるレーザトラッカ及び測定補助器具の二つの実施の形態を示す。 10

【図2a】本発明による方法に関する機能原理を示す。

【図2b】本発明による方法に関する機能原理を示す。

【図3】干渉計による距離変化の測定を検査するための機能を備えている、本発明による測定装置のための光学的な構造の一つの実施の形態を示す。

【図4】本発明による検査機能を備えている測定装置のための、干渉計装置の原理的な構造を示す。

【図5】本発明による検査機能を備えているレーザトラッカの別の実施の形態を示す。

【発明を実施するための形態】

【0063】

図1には、本発明によるレーザトラッカ10、11及び測定補助器具80、例えば接触式測定装置に関する二つの実施の形態が示されている。第1のレーザトラッカ10は台座40及び支持部30を有しており、この支持部30は、台座40によって規定される旋回軸41を中心に、その台座40に相対的に旋回可能又は回動可能に配置されている。更に照準合わせユニット20が設けられており、この照準合わせユニット20は、傾斜軸(トランシット軸)を中心に支持部30に相対的に旋回可能であるように配置されている。それらの二つの軸を中心に、照準合わせユニット20の配向を調整できることによって、この照準合わせユニット20から放射されるレーザビーム21の配向も正確に調整することができ、従ってターゲットに照準を合わせることができる。この配向をモータ駆動によって自動的に行うことができる。旋回軸41及び傾斜軸は相互に実質的に直交して配置されている。つまり、正確な軸直交性からの僅かな偏差を事前に検出し、例えばその僅かな偏差によって生じる測定誤差を補正するために、偏差をシステムに格納することができる。 20 30

【0064】

図示されている配置構成において、測定レーザビーム21は測定補助器具80における反射器81(リトロリフレクタ)に配向されており、この反射器81から再び逆方向に、即ちレーザトラッカ10へと戻る方向に反射される。この測定レーザビーム21によって、反射器81までの距離を、特に伝播時間測定、位相測定原理又はフィゾーの原理を用いて算定することができる。レーザトラッカ10は、そのレーザトラッカ10と反射器81との間の距離を算定するための(干渉計及び絶対距離測定器を備えている)距離測定ユニットと、レーザビーム21を所期のように配向及び案内することができる照準合わせユニット20の姿勢、従ってレーザビーム21の伝播方向を決定することができる角度測定器とを有している。 40

【0065】

更に、レーザトラッカ10、特に照準合わせユニット20は、センサ上での、又は検出された画像におけるセンサ露光の位置を決定するための画像検出ユニット、例えばCMOSを有しているか、又は、特にCCDカメラ若しくはピクセルセンサレイカメラとして構成されている。その種のセンサによって、捕捉された露光の検出器における位置有感式検出が実現される。更に測定補助器具80は、測定すべきターゲット対象物と接触させることができる接触点83を備えている接触式センサを有している。接触式ツール80がターゲット対象物と接触している間に、空間内の接触点83の位置、従ってターゲット対象物上の一つの点の座標を正確に決定することができる。この決定は、反射器81に対する 50

接触点 8 3 の所定の相対的な位置決め、及び、例えば発光ダイオードとして構成することができる、測定補助器具 8 0 に配置されているオリエンテーションマーキング 8 2 に対する接触点 8 3 の所定の相対的な位置決めによって行われる。択一的に、オリエンテーションマーキング 8 2 が例えば所定の波長のビームでもって露光された際に、入射したビームを反射させ（例えばリトロフレクタとして形成されているオリエンテーションマーキング 8 2）、特に所定の照明特性を示すか、又は、オリエンテーションマーキング 8 2 が所定のパターン若しくは色コーディングを有するように、オリエンテーションマーキング 8 2 を形成することもできる。従って、画像検出ユニットのセンサを用いて検出される画像におけるオリエンテーションマーキング 8 2 の姿勢乃至分布から、接触式ツール 8 0 の配向を決定することができる。

10

**【 0 0 6 6 】**

第 2 のレーザトラッカ 1 1 は、画像検出ユニット 1 5 とは別個の、第 2 のレーザビーム 1 7 を放射するビームガイドユニット 1 6 を有している。この第 2 のレーザビーム 1 7 もやはり反射器 8 1 に配向されている。レーザビーム 1 7 も、画像検出ユニット 1 5 も、それぞれ二つの軸を中心にモータ駆動式に旋回可能であり、またそれによって、画像検出ユニット 1 5 を用いて、レーザビーム 1 7 の照準が合わせられている測定補助器具 8 0 のターゲット 8 1 及びオリエンテーションマーキング 8 2 を検出できるように配向させることができる。従って、この第 2 のレーザトラッカ 1 1 においても反射器 8 1 までの正確な距離及び測定補助器具 8 0 の配向を、オリエンテーションマーキング 8 2 の立体的な姿勢に基づき決定することができる。

20

**【 0 0 6 7 】**

各レーザビーム 1 7 , 2 1 を反射器 8 1 に配向するために、各レーザトラッカ 1 0 , 1 1 には、所定の波長のビームでもって、特に赤外線波長領域にあるビームでもって反射器 8 1 を照明するための照明手段がそれぞれ設けられており、また、位置有感式検出器を備えている、付加的な少なくとも一つのターゲットサーチカメラ、いわゆる A T R ( automatic target recognition ) カメラも各レーザトラッカ 1 0 , 1 1 に配置されている。反射器 8 1 において反射され、レーザトラッカ 1 0 , 1 1 へと戻る各照明ビームをカメラによって検出し、位置有感式検出器を用いて反射器 8 1 の位置を各検出器に結像することができる。従って、第 1 のレーザトラッカ 1 0 及び第 2 のレーザトラッカ 1 1 のいずれによっても、反射器の結像された位置を特定することができ、それらの検出されたサーチ画像位置に依存して、ターゲット（反射器 8 1）を画像内で発見することができ、また、ターゲットに測定ビーム 1 7 , 2 1 の照準が自動的に合わせられるように、又はレーザビーム 1 7 , 2 1 がターゲット 8 1 に自動的に（反復的に）接近するように、照準合わせユニット 2 0 又はビームガイドユニット 1 6 を配向させることができる。特に、反射のロバストな検出のために、例えば照明手段から放射された光だけを通過させるフィルタ（例えば波長依存型のフィルタ）をターゲットサーチカメラに組み込むことができる、及び/又は、検出された信号を信号目標値と比較するための閾値をレーザトラッカに格納することができる。

30

**【 0 0 6 8 】**

択一的に、各レーザトラッカ 1 0 , 1 1 に、それぞれが一つの位置有感式検出器を備えているカメラを少なくとも二つずつ設けることもでき、この場合、各レーザトラッカ 1 0 , 1 1 について、反射器 8 1 に関して検出されたそれぞれ二つのサーチ画像位置から、例えば反射器 8 1 の大凡の位置をそれぞれ特定することができ、例えば写真測量法の一般的に公知の原理に従い特定することができる。ターゲットを発見するためのその種のシステムは欧州特許第 1 1 1 9 2 2 1 6 . 7 号に開示されている。

40

**【 0 0 6 9 】**

更に、本発明によるレーザトラッカ 1 0 , 1 1 はオーバービューカメラをそれぞれ一つずつ有しており、それらのオーバービューカメラの視野は、位置有感式検出器を備えているターゲットサーチカメラの視野と比べて広く、従ってより大きい領域を検出することができる。このオーバービューカメラを用いて、対象物及びターゲットの画像を可視光スペ

50

クトル領域において検出することができ、それらの画像をレーザトラッカにおける表示ユニットを用いて出力することができる、及び/又は、各レーザトラッカ10, 11を制御するための各制御ユニットに配置されているディスプレイに出力することができる。特に、オーバービューカメラによってカラー画像を検出することができる。

#### 【0070】

照明手段、ターゲットサーチカメラ及び/又はオーバービューカメラをこの関係において、例えば画像検出ユニット15、ビームガイドユニット16、照準合わせユニット20、支持部30及び/又は台座40にそれぞれ所定の位置で配置することができる。

#### 【0071】

各レーザトラッカ10, 11の距離測定ユニットは、各レーザトラッカ10, 11とターゲット81との間の相対的又は絶対的な距離の算定及びその距離変化の算定に基づき、ターゲット81までの距離情報を供給する。絶対距離が伝播時間測定、位相測定原理又はフィゾーの原理を用いて算定される場合には、距離変化を算定するために、各距離測定ユニットに対応付けられている干渉計を用いて測定が実施される。このために、各レーザトラッカ10, 11には、レーザビームを形成するためのビーム源が一つずつ設けられており、形成されたレーザビームは少なくとも、基準ビームと測定ビーム17, 21とに分割される。基準ビームは(パスの長さが既知である)既知の基準パスに沿って干渉計検出器まで案内される。択一的な実施の形態においては、基準パスの長さを少なくとも一定にすることができ、その場合、パスの長さは既知である必要はない。光学コンポーネント(例えば検出器)の配置及び構成に応じて、基準パスの長さは特に「0」であっても良い。これに対して測定ビーム17, 21は、ターゲット81に入射し、そのターゲット81において反射されて再び戻ってくるようにレーザトラッカ10, 11から送出される。続いて、反射された測定ビーム又はその反射された測定ビームの一部がやはりレーザトラッカ10, 11において検出され、測定パスに沿って同様に干渉計検出器へと案内される。干渉計検出器においては、受信した測定ビーム17, 21と基準ビームとが重畳される。この重畳によって二つのビームの干渉が生じ、この干渉を検出器において検出し、分解することができる。

#### 【0072】

この干渉の枠内で、ビーム強度の最大値(建設的な干渉)及び最小値(破壊的な干渉)が生じる。この強度は、検出器に入射した二つのビームのビーム行程の差に依存する。基準パスを、従って基準ビームが検出器まで進む距離を一定に維持することができるので、ビーム行程の差は実質的に、各レーザトラッカ10, 11とターゲット81の距離に依存する。従って、レーザトラッカ10, 11とターゲット81の距離が変化すると、ビーム行程の差も変化し、またそれと共に、距離が変化している間に、干渉計出力量(干渉パターン)としての、検出された干渉状態の強度も変化する。

#### 【0073】

二つのレーザトラッカ10, 11の内の少なくとも一方とターゲット81との間での(距離変化を伴う)その種の相対運動の間に、干渉計検出器では高い強度と低い強度を交互に確認することができる。測定ビーム17, 21(及び基準ビーム)の波長を考慮して、干渉計出力量としての干渉状態の継続的な検出から、ターゲット81までの相対的な距離、即ち距離変化を計算することができる。特にその場合には、検出された強度最大値及び/又は強度最小値が(干渉計パルスとして)継続的にカウントされる。

#### 【0074】

本発明によれば、レーザトラッカ10もレーザトラッカ11も検査機能を有しており、その検査機能の実行時に、検出器によって検出された干渉経過が出力量経過又は強度パターンとして継続的に読み出され、それらが更に処理される。その更なる処理において、検出され、出力量経過として読み出された干渉経過から、測定ビームに沿って放射状乃至半径方向に行われた、レーザトラッカとターゲットとの間の相対運動に関する運動パラメータが導出される。つまりこの運動パラメータは、干渉計信号から計算により算定された、ターゲット81とレーザトラッカ10, 11との間の相対運動、即ち、ターゲット81と

10

20

30

40

50

レーザトラッカ 10, 11 との間の距離変化を表すことができる。例えば、運動パラメータは、干渉計信号から決定された、ターゲット 81 又は各レーザトラッカ 10, 11 の瞬時の加速度又は速度を表すことができる。

【0075】

検査機能の枠内で、各運動パラメータの算定に続いて、運動パラメータと運動判定基準との比較が行われる。この関係において、運動判定基準は、レーザトラッカとターゲットとの間での現実的に実行可能な相対運動を表す。即ち各運動判定基準によって、実際に発生する可能性のある、レーザトラッカ 10, 11 とターゲット 81 との間の相対運動が表示される。例えば運動判定基準は、例えばユーザ又は特別な機械によって実行可能な（ターゲット又はレーザトラッカの）運動によって現実的に生じる可能性がある、ターゲット 81 又はレーザトラッカ 10, 11 に関する加速度値を供給することができる。

10

【0076】

例えば、運動パラメータとして瞬時加速度、即ち、ターゲット 81 又はレーザトラッカ 10, 11 の加速度に関してその時点において存在する値（瞬時値）が出力量経過としての干渉経過に依存して決定される場合、その値を、例えば許容加速度に関する上限を示す相応の運動判定基準と比較することができる。

【0077】

続いて、運動パラメータと運動判定基準との比較に依存して、例えば妥当性に関する情報、又は、干渉計信号を用いて導出された半径方向の相対運動は実行可能か否かの情報についての通知が出力される。例えば、所定の運動パラメータが加速度に関する上限値を上回ると、測定値は許容できないものとみなされる。この通知を例えばレーザトラッカのディスプレイ、コンピュータのモニタ又はモバイルデータロガーによってグラフィックによって、又は音響的に供給することができる。

20

【0078】

運動パラメータが、相応の運動判定基準との比較によって妥当性がないものとして分類されると、これは干渉計を用いた測定中にエラーが発生していることを明示的に示唆している。これは例えば、一つ又は複数の干渉最大値が検出されないか、エラーのあるものとして検出される場合、若しくは、検出された最大値の読み出しに欠陥がある場合である。従ってこの通知は、実施された測定の正確さに関する情報を表すか、又は、運動パラメータと運動判定基準との比較に依存して、算出された測定値の、生じ得る運動値、又は出力量経過に基づき推定若しくは予測される運動値からの考えられる偏差を表すことができる。

30

【0079】

特に、検査機能は、干渉計を用いて実施される測定プロセスの間に自動的に実施される。

【0080】

更に、検査の範囲内で、測定値を能動的に補正することができる。つまり例えば、距離変化が干渉パルスの欠落した状態で検出された測定は、その欠落したパルスがモデリングされて、再度の算定時に考慮されるように補正することができる。他方では、この関係において、エラーのある付加的に検出されたパルスを除去することもできる。

40

【0081】

図 2 a 及び図 2 b には、干渉計の検出器によって検出されて読み出された各強度曲線 53, 53 a、またそれらの各強度曲線 53, 53 a から継続的に導出される妥当性検査 52, 52 a に基づいた、本発明による方法（検査方法）の機能原理が示されている。

【0082】

図 2 a には、検出器を用いて継続的に検出された、検出器に入射したビームの強度が示されている。ここで、強度は時間分解されて検出されており、出力量経過を表す強度曲線 53 として示されている。即ち、測定された各強度は各測定時点に対応付けられており、また強度は時間軸 54 にわたりプロットされている。図示されている期間 55 内に検出された強度最大値の個数から、測定ビームの波長の知識に基づき、その期間 55 の間に発生

50



した距離変化を導出することができ、特に測定ビームに対して半径方向における距離変化を導出することができる。ここで、出力量経過として表されている干渉経過は、ターゲットと干渉計の検出器との間の、実質的に単調で線形の半径方向における相対運動を表し、特に、干渉計を備えているレーザトラッカに相対的なターゲットの単調な運動を表す。図示されている一連の高い強度及び低い強度、またそれらの強度の時間的に一様な順序（曲線53の周波数は一定）から、レーザトラッカと、測定ビームの照準が合わせられているターゲットとの間の距離の単調な増減を推定することができる。

#### 【0083】

距離変化の測定の正確さ又は起こり得るエラーを検査するために、強度曲線53から期間55にわたり時間分解された検査曲線56が導出される。ここで、検査曲線56は干渉経過（出力量経過）から導出された、相対運動に関する運動パラメータの時間的な経過である。即ち、検査曲線56は所定の時間にわたりプロットされた運動パラメータに対応する。これに関して、強度曲線53に時間的に対応付けられた運動パラメータの導出が継続的に行われる。図示されている実施例において、検査曲線56は「0」の勾配を有する曲線である。即ち、曲線56は例えば、期間55の間に検出された相対運動は一定の速度で行われたこと、又は加速が行われなかったことを示している。更に、強度曲線53の周波数から、上述の運動に関する相対速度を算定することができる。

10

#### 【0084】

検査曲線56の導出に用いることができる所定の各運動パラメータが、実際に生じる可能性があり且つ妥当性のある許容値を有しているか否かを検査するために、即ち、現実の相対運動に該当する値であるか否かを検査するために、プロットされた運動パラメータに関して使用可能な運動判定基準、ここでは上限値57a及び下限値57bが更に規定されている。曲線56の経過又は運動パラメータと、規定された各限界値57a, 57bとの比較から、検出された運動をその信頼性について検査することができる。ここでは曲線56が常に限界値57aと57b内との間に延びているので、強度経過53によって表されている、距離変化の測定に問題はないと評価される。従って、そこから算定可能な相対運動は、現実的に起こり得る相対運動に相当する。

20

#### 【0085】

図2bにも、干渉計検出器を用いて継続的に検出された、検出器に入射したビームの強度が示されている。ここで、強度は時間分解されて検出されており、また強度曲線53として示されている。

30

#### 【0086】

図2aとは異なり、強度曲線53aは、一連の強度最大値及び強度最小値に関して一定の周波数を示していない。相互に比較的均一な最初の二つの強度ピークの検出時のみ、一定の半径方向の相対運動を導出することができる。しかしながら、それら最初の二つのピークには、本来であれば別のピークが推定されるか、若しくは、更なる一定の相対運動が検出されなければならないが、実際はそうではない領域59が続いている。距離変化の測定がカウント可能な干渉計パルス（強度最大値）のみに基づいて行われるならば、そこから算定された距離変化には欠陥があるとみなされることになる。

40

#### 【0087】

しかしながら、検査機能を実施することによって、妥当性検査52aの枠内で、強度曲線53aについても検査曲線56aが導出される。この関係において、出力量経過としての干渉曲線が相対的な運動パターンに関して分析され、その結果、検査曲線56aの経過における二つのピーク58a及び58bが明らかになる。検査曲線56aはここでもまた、輝度曲線53aから継続的に導出された運動パラメータを表しているため、それらのピーク58a, 58bはそれぞれパラメータ値の急激な大きい変化を表している。

#### 【0088】

図示されている実施例においては、相対加速度が運動パラメータとして使用されるので、ピーク58aは比較的大きい正の加速を表しており、またピーク58bは同様に比較的大きい負の加速（制動）を表している。ここでは、ピーク58a,

50

5 8 bの先端が加速度パラメータに関して規定されている限界値5 7 a, 5 7 bを大幅に超えている。従って、継続的に導出される運動パラメータ(加速度値)と、限界値5 7 a, 5 7 bによって表される運動判定基準との比較において、強度曲線5 3 aから導出することができる、ターゲット及び/又はレーザトラックの考えられる運動の妥当性が否定される。ターゲット及び/又はレーザトラックのそのような強い加速とそれに続く強い制動は、特に上述の期間5 5内では、例えばターゲットによって実際に実行できる運動に関して起こりえない。そのような運動は、慣性の物理的な原理に矛盾する。

【0089】

運動パラメータと運動判定基準との比較によって、更に、干渉計出力量を継続的に検出している間に識別又はカウントされなかったパルス(ピーク)の個数を確定することができる。この確定を特に、導出された検査曲線5 6 aの分析によって行うことができる。これに基づき、相応の個数の欠落したパルスを強度曲線5 3 aに挿入することができ、またそのようにして修正された曲線に依存して、距離変化の算定を再度実施することができる。その結果、距離変化に関する補正值が算定及び供給される。特に、その適合された値を、その適合を明示する通知と共に供給することができる。特に、関連性のあるパルスシーケンスを強度曲線5 3 aに挿入することができる。挿入すべきシーケンスは、カルマンフィルタを用いた評価によって決定することができる。

10

【0090】

特に、強度曲線5 3 aの適合は、その強度曲線5 3 aの経過から導出可能な運動パラメータ、又はそこから導出可能な検査曲線5 6 aが運動判定基準を満たすか、若しくは、新たな検査曲線が既存の限界値5 7 a, 5 7 b内で延在するようにして行われる。

20

【0091】

図2 bに示されている実施例においては、適合の枠内で、付加的なピークを一つだけ領域5 9に挿入し(図2 aによる強度曲線5 3を参照されたい)、続けて、その付加的なピークを考慮して距離変化を算定することによって、求められた距離変化を具体的な測定値に対応させることができる。

【0092】

図3には、干渉計6 1が設けられている、距離変化の測定を検査するための本発明による機能を備えている、本発明による測定装置、特にレーザトラックのための光学的な構造6 0の実施の形態が示されている。更に、この構造6 0はビーム源6 2、例えばHeNeレーザビーム源又はレーザダイオードと、別のビーム源6 4、例えばレーザダイオード又はSLED(スーパーミネッセンスLED)を備えている絶対距離測定器6 3(ADM)とを有している。

30

【0093】

絶対距離測定器6 3のビーム源6 4から送出される光ビームは、偏光型のビームスプリッタ6 6に入射し、そこから、光電変調器6 7を介して、波長依存型のビームスプリッタ6 8へと案内される。波長に依存してビームを分割するその種のビームスプリッタ6 8は、特に、二つの光源6 2, 6 4の放射波長が異なる場合に使用される。戻ってきた光は絶対距離測定器6 3において、偏光型ビームスプリッタ6 6を介してADM検出器6 9へと案内される。特にこの関係において、測定光ビームを例えば波長依存型のビームスプリッタ6 8を介して入出力することができる、他のADM装置及び方法も使用することができる。その種の絶対距離測定器の一例がWO 03/062744 A1に開示されている。本発明の他の実施の形態においても、基本的には、他のタイプのADM、例えば位相測定器を使用することができる。

40

【0094】

本発明によれば、干渉計6 1はビーム源6 2によって形成される光を使用する。図示されている実施の形態において、このビーム源6 2は直接的に上記の構造6 0に対応付けられており、また比較的長いコヒーレンス長の縦方向モノモードレーザビーム(単一周波数)を形成する。代替的な実施の形態においては、ビーム源6 2を測定装置の別のコンポーネントに対応付けることもでき、その場合、ビームはビームスプリッタを用いて干渉計6

50

1 に入力される。形成されたレーザビームはビームスプリッタ 7 1 によって、基準光パスを案内される基準ビーム 7 2 と、測定光パスを案内される測定ビーム 7 3 とに分割される。測定光パスは音響光学的な変調器 7 4 を通過して、偏光型のビームスプリッタ 7 5 へと延びており、また基準光パスもその偏光型のビームスプリッタ 7 5 へと延びている。偏光型のビームスプリッタ 7 5 を介して測定ビームは更に波長依存型のビームスプリッタ 6 8 へと誘導され、また戻ってきた測定光は基準光と共に偏光フィルタ 7 6 を介して干渉計検出器 7 7 へと案内される。その種の干渉計 6 1 の作用効果は基本的には公知であり、波干渉原理を基礎としている。特に、測定ビームを例えば波長依存型のビームスプリッタ 6 8 を介して入出力することができる、別の干渉計装置及び方法も使用することができる。その種の干渉計の一例が WO 0 3 / 0 6 2 7 4 4 A 1 に開示されている。本発明の他の実施の形態においても、基本的には、他のタイプの干渉計（例えばクワドラチャ検波を用いるマイケルソン干渉計）を使用することができる。

10

**【0095】**

干渉計検出器 7 7 では、基準ビーム 7 2 と、可動性のターゲット 9 0 において反射され、且つ、干渉計検出器 7 7 へと案内された測定ビーム 7 3 との重畳が検出される。二つのビーム 7 2 , 7 3 の重畳時に生じる干渉の強度が継続的に（干渉計出力量として）検出される。干渉計出力量の導出は、少なくとも、検出された重畳を基礎としている。ここでは干渉計出力量がターゲットまでの距離に依存している。

**【0096】**

ターゲット 9 0 が光学的な構造 6 0 又は干渉計検出器 7 7 まで一定の距離にある場合には、ターゲット 9 0 までの距離が固定されている間に測定された強度値は一定である。測定ビーム 7 3 によって規定される光学軸に関する、ターゲット 9 0 の光学的な構造 6 0 に対する相対運動（又は光学的な構造 6 0 の運動）によって、二つのコンポーネント 9 0 , 6 0 間の距離が変化し、従って、基準ビーム 7 2 の行程と測定ビーム 7 3 の行程との間に差が生じ、それによって干渉計検出器 7 7 において測定可能な強度も距離変化に依存して変化する。干渉計検出器 7 7 によって、その強度の変化を特に時間分解して（出力量経過として）測定及び検出することができ、またその種の距離変化測定の正確さを検査するために読み出して更に処理することができる。時間分解された出力量経過は導出された干渉計出力量から形成され、その場合、距離変化は出力量経過に基づき求められる。

20

**【0097】**

その種の測定の正確さを検査するために、図 1 から図 2 b に関連させて説明した構成に依拠して、干渉計検出器 7 7 を用いて検出された強度から運動パラメータが継続的に導出され、このパラメータが運動判定基準と継続的に比較される。続いて、この比較に依存して、実施された測定の信頼性に関する通知が行われる。

30

**【0098】**

光学的な構造 6 0 は更に / 4 プレート 7 8 と、絶対距離測定器 6 3 及び干渉計 6 1 が共有する光学軸に沿って、外部からその光学的な構造 6 0 に入射する光を分割するコンポーネント 7 9 とを有しており、このコンポーネント 7 9 によって光の第 1 の部分がオーバービューカメラ（図示せず）へと出力され、また第 2 の部分が位置変換器（図示せず）へと出力される。オーバービューカメラは固有の光学系を有しており、また付加的に画像変換器も有している。オーバービューカメラは一般的に約 1 0 ° の開口角と、例えば 3 0 m m ~ 5 0 m m の焦点距離とを有しており、また測定ターゲットの粗い位置特定のために使用される。

40

**【0099】**

反射性のターゲットを検出するために、光学的な構造 6 0 は更に有利には、所定の照明波長を有する反射器照明を備えており、この反射器照明は、有利にはオーバービューカメラの開口角と少なくとも同じ大きさである角度領域を照明する。

**【0100】**

続いて、オーバービューカメラの評価電子回路及び / 又は評価ソフトウェアは、例えば、反射性のターゲットにそれぞれ対応する一つ又は複数の明るい光点をオーバービューカ

50

メラの視野において検出する。それらの光点から、オーバービューカメラの画像における光点の位置を求めることができ、またその位置から更に、例えば測定補助器具（例えばプローブ又はスキャナ）の配向の変化を求めることができ、それらを用いて、測定装置又は光学的な構造60及び一つ又は複数の距離測定器61, 63の光ビームをターゲットに配向することができる。従って、自動的なターゲット検出、また距離測定器61, 63のターゲットの「ロックオン」、即ちターゲットの継続的な追跡を実現することができる。

#### 【0101】

位置変換器に対する光の成分は、典型的には、距離測定器61, 63の内の一方から、有利には干渉計装置61から送出されて戻ってきた光の光束線である。位置変換器は固有の光学系、また例えば位置有感式検出器（トラッキングエリアセンサ、特にPSD又はCCD）を有することができる、ターゲットにおいて反射された測定レーザビームを位置有感式検出器において検出することができる。

10

#### 【0102】

この関係において、PSDは、局所的にアナログ動作するエリアセンサであると解され、これによってセンサ面上の光分配器の重心を決定することができる。センサの出力信号は、一つ又は複数の感光面によって形成され、また光の重心の各位置に依存する。後段に接続されている電子機器又は集積されている電子機器によって出力信号を評価することができ、また重心を求めることができる。生じた光点の重心の位置を非常に高速に（ナノ秒の範囲で）求めることができ、またサブナノメートルの解像度で行うことができる。

20

#### 【0103】

このPSDによって、検出されたビームの入射点の、サーボ制御ゼロ点からのずれを特定し、そのずれに基づきレーザビームをターゲットに追従させることができる。このために、また高い精度を達成するために、PSDの視野は比較的小さく、つまり測定レーザビームのビーム直径に対応するように選定されている。PSDによる検出は測定軸と同軸に行われるので、従ってPSDの検出方向は測定方向と一致している。PSDを基礎とするトラッキングの適用及び精密な照準合わせは、測定レーザビームが逆反射性のターゲットに（少なくとも大まかに）配向された後に（即ちターゲットが測定レーザの円錐内に位置するようになった後に）初めて行うことができる。

#### 【0104】

図4には、測定結果を検査するための本発明による検査機能を備えている、測定装置のための、特にレーザトラッカのための、ターゲット91を含む干渉計装置61aの原理的な構造が示されている。例えば、それぞれが大きいコヒーレンス長を有しているレーザダイオード又ガスレーザ源として構成されているビーム源62を用いて、少なくとも10mのコヒーレンス長、有利には少なくとも50mのコヒーレンス長を有している（縦方向）モノモードの測定ビームが形成され、この測定ビームがビームスプリッタによって一方では基準ビーム72として基準パスへと案内され、他方では測定ビーム73として測定パスへと案内される。測定ビーム73は逆反射性のターゲット91へと配向され、そのターゲット91において反射され、干渉計構造61aへと戻される。ここでターゲット91は可動のターゲット91を表し、干渉計までの距離変化を干渉計検出器77によって確定及び測定することができる。このために、干渉計検出器77においては、基準ビーム72と反射された測定ビーム73aとが重畳され、それによって、それらのビームが干渉し、また時間分解されて、出力量経過としての干渉経過を形成し、その干渉経過を干渉計検出器77によって読み出すことができる。その種の実施の形態を（古典的な）ホモダイン干渉計とみなすことができる。一つの特別な実施の形態においては、距離変化の算定をクワドラチャ検波によって行うことができ、その場合、距離変化の他に、距離変化の方向を一義的に特定することができる。

30

40

#### 【0105】

ターゲット91と干渉計装置61aとの間の距離が少なくとも変化するように、干渉計装置61aに相対的なターゲット91の移動が行われる場合、検出器77を用いて干渉経過（出力量経過）の変化を検出することができる。その場合、干渉によって生じる、交互

50

に現れる一連の強度最大値及び強度最小値を検出することができる。この関係において、いわゆる干渉計パルス、即ち検出された最大値及び/又は最小値を読み出し、継続的にカウントすることができ、その結果、検出されたパルスの個数に基づきターゲット91と干渉系装置61aとの間の距離変化を算定することができる。

【0106】

本発明によれば、干渉計装置61aを用いたその種の測定の中に、発生する可能性がある測定エラーに関して測定を検査するための検査方法が適用される。このために、まず、強度状態の継続的な検出によって取得され、且つ時間分解された干渉経過が分析され、この分析は、ターゲット91と干渉計61aとの間の識別された相対運動に関する運動パラメータが継続的に導出されるように行われる。このパラメータはターゲット91又は干渉計61aの相対的な運動量、例えば相対速度又は相対加速度を表す。

10

【0107】

継続的に導出される運動パラメータは続いて、その都度検出される運動量に関する各判定基準と継続的に比較される。その判定基準によって、ターゲット91及び/又は干渉計装置61aの実行可能な運動と実行不可能な運動とを運動量に基づき区別できるように、運動量が規定されている。例えば、判定基準の枠内で、実際に発生する相対加速度に関する範囲(運動量としての加速度)と、例えばターゲット91の加速度が有効な物理条件下では考えられないか、実施不可能である程の大きさの加速度に関する範囲を規定することができる。

【0108】

比較に依存して、実施された測定の正確さ又は妥当性に関する通知が生成及び供給され、そのような通知は例えば音響的に、又はグラフィックによって視覚的に特にユーザに対して出力される。

20

【0109】

特別なケースにおいては、比較に依存して、実施された測定の信頼性に関する評価値を供給することができ、その評価値は例えば干渉経過によって表される相対運動に関する適合値の算出に基づき導出される。

【0110】

択一的な実施の形態(ここでは図示せず)においては、干渉計をヘテロダイン干渉計(例えばヘテロダインマイケルソン型干渉計)として実施することができ、その種の干渉計を用いることによって、距離変化を算定することができ、更には、出力量経過の検査を実施することができる。この場合、干渉計の二つのアーム(測定パス及び基準パス)においては、波長に関して僅かに異なるビームが使用される。第1の波長 $\lambda_0$ を有する測定ビームがターゲットにおいて反射されて干渉計に戻ってきた後に、且つ、第2の波長 $\lambda_1$ を有する基準ビームが基準パスを通過した後に、ビームが統合された際に測定重畳(うなり状態)が生じ、この測定重畳を測定検出器によって検出することができる。更に、測定重畳(うなり状態)を継続的に検出することによって、時間分解されたうなり経過を検出することができる。上述のビームの内の少なくとも一方(測定ビーム又は基準ビーム)を、例えば音響光学的な変調器を用いて形成することができ、特に所定の変調周波数(例えば80MHz)によって形成することができ、その場合、電子的に形成された基準量を、変調器の動作パラメータ(例えば変調周波数)に依存して生成することができる。択一的又は付加的に、(二つの波長の)ビームの一部を出力させ、またターゲットにおける反射を必要とせずに、基準検出器において基準重畳として検出することができる。

30

40

【0111】

測定検出器を用いて検出された測定重畳と、電子的な基準量とに基づき、その測定重畳及び基準量に依存した位相比較を行うことができる。更に、二つの検出器(測定検出器及び基準検出器)を用いて検出されたビームに基づき、測定重畳(測定検出器におけるうなり)の位相位置と基準重畳(基準検出器におけるうなり)の位相位置とを比較することができる。本発明では、電子的な基準量又は基準重畳に基づくその種の比較は干渉計出力量と解される。この比較結果を継続的に補足することによって、時間分解された出力量経過

50

としての位相経過を形成することができ、またターゲットまでの距離変化を算定することができる。

【0112】

異なる波長を有するビームを形成するために、例えばゼーマン効果を利用するレーザ（例えばマルチ周波数レーザ）又は音響光学的な変調器を使用することができる。

【0113】

ヘテロダイン干渉計を用いて距離変化を算定するための本発明による方法では、干渉計出力量は、測定検出器におけるうなり（測定重畳）と基準検出器におけるうなり（基準重畳）との位相の比較から取得されたものと解され、また出力量経過は継続的に検出されたその種の比較から取得されたものと解される。

10

【0114】

別の代替的な実施の形態との関係において、干渉計出力量は、異なる波長を有する測定ビームと基準ビームの重畳によって規定されるうなり状態と解することができ、また出力量経過は継続的に検出されるうなり状態（うなり経過）と解することができる。

【0115】

図5には、本発明による検査機能並びに台座40を備えているレーザトラッカ12の実施の形態が示されており、この台座40は、三脚45上に配置されており、且つ、旋回軸41を規定している。更に台座の上には、傾斜軸31を規定し、且つ、旋回軸41を中心にして台座40に相対的に旋回可能な支持部30が配置されており、この支持部30にはグリップ32が取り付けられている。更に照準合わせユニット20が設けられており、この照準合わせユニット20は傾斜軸31を中心に、支持部30に相対的に旋回可能に取り付けられている。

20

【0116】

更に、照準合わせユニット20は、バリオカメラ対物レンズ22と光学系23とを備えているバリオ（Vario）カメラを有しており、この光学系23は照準合わせユニット20に配置されている距離測定及びトラッキングユニットに対応付けられている。ターゲットまでの距離を正確に算定するため、またターゲットを追跡するために、光学系23を用いて、距離測定及びトラッキングユニットから測定レーザビームが放射される。更に、照準合わせユニット20には、カメラ光学系及び位置有感式検出器を一つずつ備えているターゲットサーチカメラ24と、例えばLEDとして構成されており、且つ、動作時には特に赤外線領域の光を放射する照明手段25とが設けられている。それらの照明手段25を用いることにより、ターゲット、例えば反射器を照明することができるか、又はターゲットにビームを照射することができ、またビームの少なくとも一部は反射器によって反射されて、レーザトラッカ12の方向又はターゲットサーチカメラ24の方向に戻される。反射された光は続いてカメラ24によって検出され、カメラ光学系を用いて位置有感式検出器に結像され、また、サーチ画像における結像の位置がサーチ画像位置として識別される。これにより、それらの各サーチ画像位置に関して、検出器の配向を考慮して、ターゲットまでの各方向を特定することができ、それと共に各検出器におけるゼロポジションに相対的なずれ、及び/又は、二つの検出器軸に対する方向角度、例えば検出器の寸法によって事前に定められているX軸及びY軸に対する方向角度を特定することができる。そのようにして検出されたターゲットの位置を用いて、ターゲットを自動的に発見することができる。

30

40

【0117】

更に、レーザトラッカ12はオーバービュー26を有しており、このオーバービューカメラ26はターゲットサーチカメラ24に対して既知の位置関係で位置決めされている。オーバービューカメラ26の視野（オーバービュー視野）はこの実施の形態において、ターゲットサーチカメラ24の視野が一つの共通の領域においてオーバービュー視野と重畳し、それによって、ターゲットサーチカメラ24を用いて検出可能なターゲットをオーバービューカメラ26によっても検出することができるように、特に同時に検出することができるように形成されている。

50

【 0 1 1 8 】

照準合わせユニット 20 に対応付けられている距離測定ユニットは、距離変化を算定するための干渉計を少なくとも一つ有している。図 4 に関連させて説明した、干渉計を用いて実施される測定に関する検査プロセスと同様に、トラック 1 2 において検査機能が実施され、検出された出力量経過が分析され、正確性について検査され、特にエラーがあると評価された測定については通知が行われる。

【 0 1 1 9 】

図示した図面は考えられる複数の実施例を概略的に示したものに過ぎないと解すべきである。また本発明によれば、種々のアプローチを相互に組み合わせることができ、また、距離変化を測定するための干渉式の方法、距離を決定するための方法と組み合わせることができ、更には、冒頭で述べたような従来技術から公知の測定装置と、特にレーザトラックと組み合わせることができる。

【 図 1 】

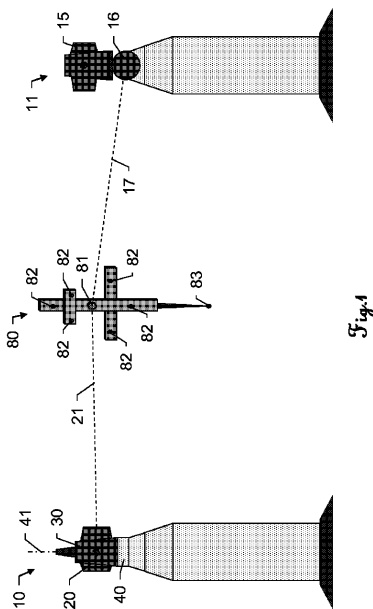


Fig.1

【 図 2 a 】

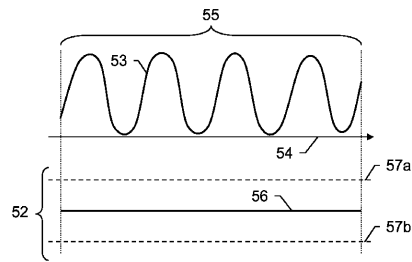


Fig.2a

【 図 2 b 】

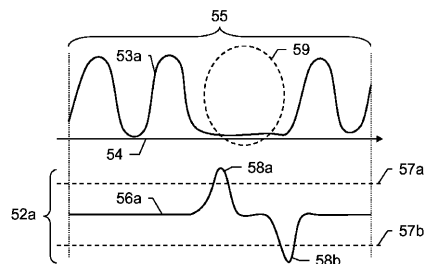


Fig.2b

【 図 3 】

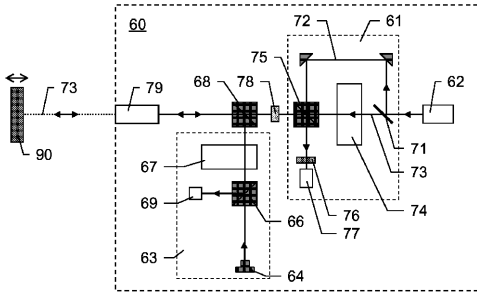


Fig.3

【 図 4 】

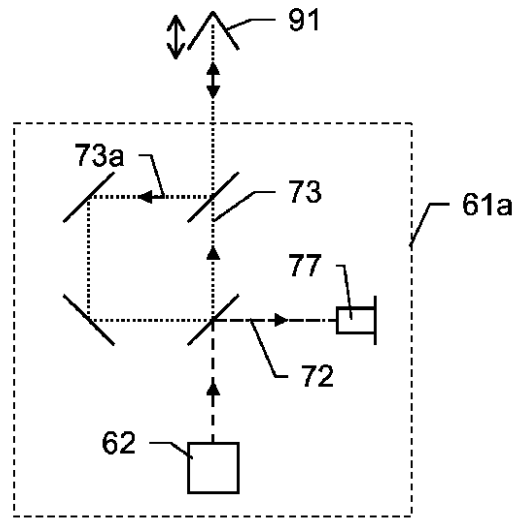


Fig.4

【 図 5 】

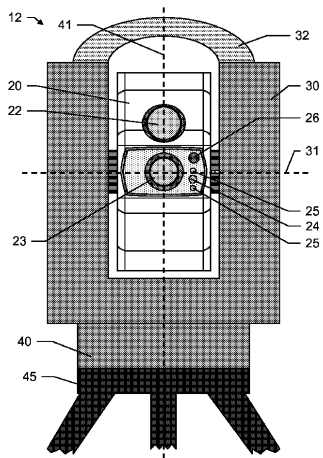


Fig.5



## 【手続補正書】

【提出日】平成26年2月17日(2014.2.17)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

可動性且つ反射性のターゲット(81, 90, 91)までの距離変化を干渉計によって算定するための方法であって、

- ・前記ターゲット(81, 90, 91)に測定ビーム(17, 21, 73)を送信し、
- ・前記ターゲット(81, 90, 91)において反射された前記測定ビームの少なくとも一部(73a)を受信し、
- ・前記反射された測定ビーム(73a)と基準ビーム(72)とを重畳させ、且つ該重畳を検出し、
- ・少なくとも、検出された前記重畳に基づいて、前記ターゲット(81, 90, 91)までの距離に依存する干渉計出力量を導出し、
- ・導出された前記干渉計出力量から、時間分解された出力量経過を形成し、
- ・前記出力量経過に基づいて前記距離変化を求める、

方法において、

- ・前記出力量経過に基づいて、前記測定ビーム(17, 21, 73)の方向に関連付けられた、前記ターゲット(81, 90, 91)の相対運動の少なくとも一つの運動パラメータを継続的に導出し、
- ・現実的に実行可能であり、実際に妥当性があり、且つ、経験上想定される、前記測定ビーム(17, 21, 73)の方向における前記ターゲット(81, 90, 91)の相対運動を表す、前記ターゲット(81, 90, 91)の所定の運動判定基準を、前記運動パラメータと継続的に比較し、且つ、
- ・前記運動判定基準が満たされない場合には、発生した測定エラーに関する情報を供給することによって、

前記出力量経過の継続的な検査を実施することを特徴とする、方法。

【請求項2】

前記情報の供給に依存して、求められた前記距離変化を補正する、及び/又は、グラフィックによる出力若しくは音響的な出力を行う、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記補正後に導出可能な運動パラメータが前記運動判定基準を満たすように前記補正を実施し、特に、前記出力量経過を適合させることにより導出される運動パラメータが前記運動判定基準を満たすように前記出力量経過を適合させる、請求項2に記載の方法。

【請求項4】

前記距離変化を求める際に、一連の建設的な干渉及び破壊的な干渉から、特に強度最大値及び強度最小値から干渉計パルスを識別し、該干渉計パルスを継続的にカウントし、特に、所定の期間内に検出された干渉計パルスの個数から、前記ターゲット(81, 90, 91)までの距離変化を算定する、請求項1乃至3のいずれか一項に記載の方法。

【請求項5】

前記出力量経過から、前記測定ビーム(17, 21, 73)の方向における前記ターゲット(81, 90, 91)の瞬時相対速度及び/又は瞬時相対加速度(56, 56a)を運動パラメータとして導出する、請求項1乃至4のいずれか一項に記載の方法。

【請求項6】

前記出力量経過に依存して、特に時間分解された強度曲線(53, 53a)を導出し、特に、該強度曲線(53, 53a)の振幅及び/又は周波数から前記運動パラメータを導

出する、請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 7】

前記運動パラメータを周波数変化及び/又は振幅変化として前記強度曲線(53, 53a)から決定する、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記運動パラメータに関する許容範囲を決定し、前記許容範囲を運動判定基準として規定し、特に、前記許容範囲を少なくとも一つの閾値(57a, 57b)によって規定する、請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 9】

前記測定ビーム(17, 21, 73)の方向における前記ターゲット(81, 90, 91)の、最大と想定した実際の相対速度及び/又は最大と想定した実際の相対加速度を運動判定基準として使用し、特に前記実際の相対速度及び/又は前記実際の相対加速度を継続的に測定し、継続的に運動判定基準としてセットする、請求項 1 乃至 8 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 10】

前記測定ビーム(17, 21, 73)を、縦方向モノモードで所定の放射波長及び少なくとも10mのコヒーレンス長を有するようにレーザダイオードによって形成する、請求項 1 乃至 9 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 11】

前記方法を、干渉計ユニットを備えている測定装置(10, 11, 12)によって実施し、特に、前記測定装置(10, 11, 12)は前記ターゲット(81, 90, 91)を継続的に追跡し、且つ前記ターゲット(81, 90, 91)の位置を決定するためのレーザトラッカ(10, 11, 12)として構成されており、

前記レーザトラッカは、

- ・レーザビーム(17, 21, 72, 73, 73a)を形成するビーム源(62)と、前記レーザビーム(17, 21, 72, 73, 73a)を少なくとも前記基準ビーム(72)と前記測定ビーム(17, 21, 73)に分割するビームスプリッタ(71)と、
- ・垂直軸(41)を規定する台座(40)と、
- ・前記測定ビーム(17, 21, 73)を放射し、前記ターゲット(81, 90, 91)において反射された前記測定ビーム(73a)を受信し、且つ、前記垂直軸(41)と、該垂直軸(41)に実質的に直交する傾斜軸(31)とを中心にして、前記台座(40)に対して相対的にモータ駆動式に旋回可能であるビーム偏向ユニットと、
- ・前記ターゲット(81, 90, 91)までの距離変化を算定する距離測定ユニットと、
- ・前記台座(40)に相対的な前記ビーム偏向ユニットの配向を決定する角度測定機能とを有している、

請求項 1 乃至 10 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 12】

反射性のターゲット(81, 90, 91)までの距離変化を干渉計によって算定するための測定装置(10, 11, 12)であって、

前記干渉計は、

- ・測定ビーム(17, 21, 73)を放射する送信ユニット(62)と、
- ・前記ターゲット(81, 90, 91)において反射された前記測定ビームの少なくとも一部(73a)を受信する受信ユニットと、
- ・前記反射された測定ビーム(73a)と基準ビーム(72)とを重畳させる重畳コンポーネントと、
- ・前記重畳を継続的に検出する感光性検出器(77)と、
- ・評価ユニットとを備えており、

該評価ユニットは、

少なくとも、検出された前記重畳に基づいて、前記ターゲット(81, 90, 91)までの距離に依存する干渉計出力量を導出し、

導出された前記干渉計出力量から、時間分解された出力量経過を形成し、  
前記出力量経過に基づいて前記距離変化を求めるものである、  
測定装置（１０，１１，１２）において、

前記評価ユニットは、

- ・前記出力量経過に基づいて、前記測定ビーム（１７，２１，７３）の方向において実行可能な、前記ターゲット（８１，９０，９１）の相対運動に関する少なくとも一つの運動パラメータを継続的に導出し、
- ・現実的に実行可能であり、実際に妥当性があり、且つ、経験上想定される、前記測定ビーム（１７，２１，７３）の方向における前記ターゲット（８１，９０，９１）の相対運動を表す、前記ターゲット（８１，９０，９１）の所定の運動判定基準を、前記運動パラメータと継続的に比較し、且つ、
- ・前記運動判定基準が満たされない場合には、情報を提供することによって、前記出力量経過の継続的な検査を実施するように構成されていることを特徴とする、測定装置（１０，１１，１２）。

【請求項１３】

前記評価ユニットは、請求項１乃至１１のいずれか一項に記載の方法を実施するように構成されている、請求項１２に記載の測定装置（１０，１１，１２）。

【請求項１４】

前記測定装置（１０，１１，１２）は、前記ターゲット（８１，９０，９１）を継続的に追跡し、前記ターゲット（８１，９０，９１）の位置を決定するためのレーザトラッカ（１０，１１，１２）として構成されており、

- ・レーザビーム（１７，２１，７２，７３，７３a）を形成するビーム源として構成されている送信ユニット（６２）と、
- ・前記レーザビーム（１７，２１，７２，７３，７３a）を少なくとも前記基準ビーム（７２）と前記測定ビーム（１７，２１，７３）に分割するビームスプリッタ（７１）と、
- ・垂直軸（４１）を規定する台座（４０）と、
- ・前記測定ビーム（１７，２１，７３）を放射し、前記ターゲット（８１，９０，９１）において反射された前記測定ビーム（７３a）を受信し、且つ、前記垂直軸（４１）と、該垂直軸（４１）に実質的に直交する傾斜軸（３１）とを中心にして、前記台座（４０）に対して相対的にモータ駆動式に旋回可能であるビーム偏向ユニットと、
- ・前記ターゲット（８１，９０，９１）までの距離変化を算定する干渉計ユニット（６１，６１a）と、
- ・前記台座（４０）に相対的な前記ビーム偏向ユニットの配向を決定する角度測定機能とを有しており、

特に、前記レーザトラッカ（１０，１１，１２）は、

- ・前記垂直軸（４１）を中心にして前記台座（４０）に対して相対的にモータ駆動式に旋回可能であり、且つ、前記傾斜軸（３１）を規定する支持部（３０）と、
- ・ビーム偏向ユニットとして構成されており、且つ、前記傾斜軸（３１）を中心にして前記支持部（３０）に対して相対的にモータ駆動式に旋回可能な照準合わせユニット（２０）とを有しており、

前記照準合わせユニット（２０）は、前記測定ビーム（１７，２１，７３）を放射し、前記ターゲット（８１，９０，９１）において反射された前記測定ビームの少なくとも一部（７３a）を受信するテレスコープユニットを有している、請求項１２又は１３に記載の測定装置（１０，１１，１２）。

【請求項１５】

機械読み出し可能な担体に記憶されており、

特に請求項１２乃至１４のいずれか一項に記載の測定装置（１０，１１，１２）の評価ユニットにおいて実行されると、特に、請求項１乃至１１のいずれか一項に記載の方法に従い、出力量経過を形成し、距離変化を求めるために、

- ・運動パラメータの導出と、

- ・ 運動パラメータと運動判定基準との比較と、
- ・ 情報の供給とによって継続的な検査を実施することを特徴とする、コンピュータプログラム製品。

## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2013/054009

| <b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b><br>INV. G01S7/48<br>ADD.   |   |  |
|---|---|--|
| According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC   |   |  |
| <b>B. FIELDS SEARCHED</b><br>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)<br>G01S  |   |  |
| 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)<br>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.  |
| Y   | DE 41 14 786 A1 (ZIMMER GMBH<br>BERUEHRUNGSFREIES [DE])<br>12 November 1992 (1992-11-12)<br>column 4, lines 29-33; figure 1<br>column 1, line 61 - column 2, line 10<br>column 3, lines 14-18,65-67<br>column 4, lines 22-54<br>----- | 1-15   |
| Y   | DE 10 2007 029299 A1 (FRABA AG [DE])<br>2 January 2009 (2009-01-02)<br>paragraphs [0007], [0011] - [0013]<br>-----  | 1-15   |
| A   | WO 2010/148525 A1 (LEICA GEOSYSTEMS AG<br>[CH]; BOECKEM BURKHARD [CH]; FUCHS SIMON<br>[CH]) 29 December 2010 (2010-12-29)<br>pages 1,2<br>-----   | 8-11,13  |
| <input 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 :<br>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance<br>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date<br>"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)<br>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means<br>"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<br>"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<br>"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<br>"&" document member of the same patent family |
| Date of the actual completion of the international search<br>19 March 2013  |   | Date of mailing of the international search report<br>26/03/2013   |
| Name and mailing address of the ISA/<br>European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016  |   | Authorized officer<br>Metz, Carsten  |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/054009

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date              |
|--|------------------|-------------------------|-------------------------------|
| DE 4114786                             | A1               | 12-11-1992              | NONE                          |
| -----                                  |                  |                         |                               |
| DE 102007029299                        | A1               | 02-01-2009              | CN 101730849 A 09-06-2010     |
|  |                  |                         | DE 102007029299 A1 02-01-2009 |
|  |                  |                         | US 2010315653 A1 16-12-2010   |
|  |                  |                         | WO 2009000727 A1 31-12-2008   |
| -----                                  |                  |                         |                               |
| 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/EP2013/054009

| <b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b><br>INV. G01S7/48<br>ADD.   |  |   |
|---|--|---|
| Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC   |  |   |
| <b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b><br>Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)<br>G01S   |  |   |
| 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)<br>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.  |
| Y   | DE 41 14 786 A1 (ZIMMER GMBH<br>BERUEHRUNGSFREIES [DE])<br>12. November 1992 (1992-11-12)<br>Spalte 4, Zeilen 29-33; Abbildung 1<br>Spalte 1, Zeile 61 - Spalte 2, Zeile 10<br>Spalte 3, Zeilen 14-18,65-67<br>Spalte 4, Zeilen 22-54<br>----- | 1-15  |
| Y   | DE 10 2007 029299 A1 (FRABA AG [DE])<br>2. Januar 2009 (2009-01-02)<br>Absätze [0007], [0011] - [0013]<br>-----  | 1-15  |
| A   | WO 2010/148525 A1 (LEICA GEOSYSTEMS AG<br>[CH]; BOECKEM BURKHARD [CH]; FUCHS SIMON<br>[CH]) 29. Dezember 2010 (2010-12-29)<br>Seiten 1,2<br>-----  | 8-11,13   |
| <input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie   |  |   |
| * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :<br>*A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist<br>*E* frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>*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)<br>*O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht<br>*P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist<br>*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<br>*X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden<br>*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<br>*Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist |  |   |
| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche<br>19. März 2013  |  | Absendedatum des internationalen Recherchenberichts<br>26/03/2013 |
| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde<br>Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016  |  | Bevollmächtigter Bediensteter<br>Metz, Carsten                    |

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/054009

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentedokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|---|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| DE 4114786 A1                                       | 12-11-1992                    | KEINE                             |                               |
| -----   |                               |                                   |                               |
| DE 102007029299 A1                                  | 02-01-2009                    | CN 101730849 A                    | 09-06-2010                    |
|   |                               | DE 102007029299 A1                | 02-01-2009                    |
|   |                               | US 2010315653 A1                  | 16-12-2010                    |
|   |                               | WO 2009000727 A1                  | 31-12-2008                    |
| -----   |                               |                                   |                               |
| 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 トマシュ クヴィアトコヴスキ  
スイス国 モースレーラウ アム バッハ 2 8 4

(72)発明者 トーマス リュティ  
スイス国 アーラウ ヴィーゼンシュトラーセ 8アー

Fターム(参考) 2F064 AA01 EE01 EE05 FF01 GG12 GG15 GG22 JJ05 JJ15  
5J084 AA06 AB17 AD01 AD02 AD08 BA04 BA20 BA40 BA56 BB15  
BB18 CA14 CA23 EA21 EA23

## 【要約の続き】

に応じた情報が供給される。