

(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2012-533748

(P2012-533748A)

(43) 公表日 平成24年12月27日(2012.12.27)

(51) Int.Cl.  
G01S 17/08 (2006.01)F I  
G O 1 S 17/08テーマコード (参考)  
5 J 0 8 4

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2012-521117 (P2012-521117)  
 (86) (22) 出願日 平成22年7月20日 (2010.7.20)  
 (85) 翻訳文提出日 平成23年8月17日 (2011.8.17)  
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2010/002216  
 (87) 国際公開番号 W02011/010225  
 (87) 国際公開日 平成23年1月27日 (2011.1.27)  
 (31) 優先権主張番号 102009035337.2  
 (32) 優先日 平成21年7月22日 (2009.7.22)  
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)  
 (31) 優先権主張番号 61/299,126  
 (32) 優先日 平成22年1月28日 (2010.1.28)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 598064510  
 ファロ テクノロジーズ インコーポレー  
 テッド  
 アメリカ合衆国 フロリダ州 レイク メ  
 リー テクノロジー パーク 125  
 (74) 代理人 110001210  
 特許業務法人 Y K I 国際特許事務所  
 (72) 発明者 オスシヒ マルティン  
 ドイツ タム ヴィーゼンシュトラーセ  
 23  
 (72) 発明者 シューマン フィリップ  
 ドイツ シュトゥットガルト ハッポルト  
 シュトラーセ 35b  
 Fターム(参考) 5J084 AA05 AA07 AD02 BA03 BA49  
 BB21 CA52 DA01 EA04 EA11  
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 物体を光学的に走査および測定する方法

## (57) 【要約】

レーザスキャナ10を用いて物体Oを光学的に走査および測定する方法Oは、標的周波数 $\omega_0$ で変調された発光ビーム18が、発光器17を用いて放射され、レーザスキャナ10の周辺部で物体Oから何らかの形で反射され、または他の形で散乱された受光ビーム20が、受光器21を用いて、多数のサンプルとして測定クロック $f_m$ とともに受け取られ、それぞれの場合、少なくとも物体Oからの距離dが、制御および評価デバイス22を用いて、複数の測定点Xに対する多数のサンプルの位相角から判定され、距離dを判定するために、時間的に隣接するサンプルの距離差 $\Delta d$ によって生じる位相シフトを補正して距離dを補正するという手順によって行われる。

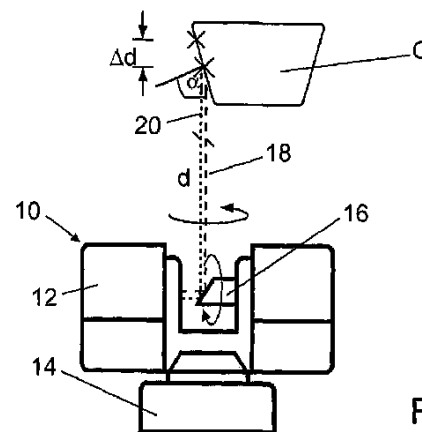


Fig. 1

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

レーザスキャナ ( 1 0 ) を用いて物体 ( 0 ) を光学的に走査および測定する方法であって、標的周波数 (  $f_0$  ) で変調された発光ビーム ( 1 8 ) が、発光器 ( 1 7 ) を用いて放射され、前記レーザスキャナ ( 1 0 ) の周辺で物体 ( 0 ) から何らかの形で反射され、または他の形で散乱された受光ビーム ( 2 0 ) が、受光器 ( 2 1 ) を用いて多数のサンプルとして測定クロック (  $f_M$  ) とともに受け取られ、それぞれの場合、少なくとも前記物体 ( 0 ) からの距離 (  $d$  ) が、制御および評価デバイス ( 2 2 ) を用いて、複数の測定点 (  $X$  ) に対する前記多数のサンプルの位相角 (  $\theta$  ) から判定され、前記距離 (  $d$  ) を判定するために、時間的に隣接するサンプルの距離差 (  $\Delta d$  ) によって生じる位相シフト (  $\Delta \theta$  ) を補正して前記距離 (  $d$  ) を補正するという手順によって行われることを特徴とする方法。

10

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載の方法であって、前記物体 ( 0 ) の仮想速度 (  $v$  ) を判定して前記位相シフト (  $\Delta \theta$  ) を補正することを特徴とする方法。

## 【請求項 3】

請求項 2 に記載の方法であって、前記速度 (  $v$  ) が、2 つの時間的に隣接するサンプルの距離 (  $d$  ) 間に存在する距離差 (  $\Delta d$  ) および前記測定クロック (  $f_M$  ) から判定されることを特徴とする方法。

20

## 【請求項 4】

請求項 2 または 3 に記載の方法であって、近似された位相シフト (  $\Delta \theta_{approx}$  ) が前記仮想速度 (  $v$  ) から判定されることを特徴とする方法。

## 【請求項 5】

請求項 4 に記載の方法であって、前記サンプルの補正された距離 (  $d$  ) が、前記近似された位相シフト (  $\Delta \theta_{approx}$  ) から判定されることを特徴とする方法。

## 【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の方法であって、前記位相シフト (  $\Delta \theta$  ) の前記補正が繰り返し行われることを特徴とする方法。

## 【請求項 7】

請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の方法であって、距離 (  $d$  ) が補正された前記多数のサンプルをデータ低減によって組み合わせて、前記複数の測定点 (  $X$  ) を形成することを特徴とする方法。

30

## 【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の方法を実施することを特徴とするレーザスキャナ ( 1 0 ) 。

## 【請求項 9】

請求項 8 に記載のレーザスキャナであって、前記制御および評価デバイス ( 2 2 ) が前記距離 (  $d$  ) を補正することを特徴とするレーザスキャナ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

40

## 【0001】

本発明は、請求項 1 の前提部分の特徴を含む方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

たとえば米国特許第 7, 430, 068 号から周知のものなどのレーザスキャナを用いて、レーザスキャナの周辺を光学的に走査および測定することができる。このための 1 つの周知の方法は、「ゼロクロス」と呼ばれ、発光ビームと受光ビームの変調のゼロクロスを判定する。時間差は、距離に対応する。したがって、わずかな数の位置、すなわちゼロクロスだけが評価される。

## 【先行技術文献】

50

## 【特許文献】

【0003】

【特許文献1】米国特許第7,430,068号明細書

## 【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明は、導入部で述べたタイプの方法を改善するという目的に基づく。この目的は、本発明によれば、請求項1の特徴を含む方法を用いて実現される。従属請求項は、有利な構成に関する。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明による方法は、まず補正なしで走査を実施し、次いで位相シフトの補正によってサンプルを補正することを可能にする。位相シフトは、時間または周波数領域の歪みと見なすことができ、距離に対応する位相角とともに変動する。位相シフトの補正のために、仮想速度を判定することができる。前記仮想速度は、近似された位相シフトを供給する。仮想速度を繰り返し判定することが好ましい。個々の位置の代わりに、時間信号を全体として利用することができる。実際には、位相シフトを実質上補正することができる。補正を作動中に行ってから、サンプルを（データ低減によって）組み合わせて、測定点を形成する。

【0006】

本発明について、図面に示す例示的な実施形態に基づいて、より詳細に以下に説明する。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】レーザスキャナを物体とともに示す概略図である。

【図2】時間信号の概略図である。

【図3】スペクトルを周波数シフト（陰影付き）とともに示す概略図である。

【図4】補正（破線）前および補正後（実線）の位相角に依存する位相シフトを示す図である。

【図5】レーザスキャナの部分断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

レーザスキャナ10が、レーザスキャナ10の周辺を光学的に走査および測定するデバイスとして提供される。レーザスキャナ10は、測定ヘッド12および基部14を有する。測定ヘッド12は、垂直軸周りに回転できるユニットとして、基部14上に取り付けられる。測定ヘッド12は鏡16を有し、鏡16は水平軸周りに回転することができる。2つの回転軸間の交差点を、レーザスキャナ10の中心C<sub>1</sub>と呼ぶものとする。

【0009】

測定ヘッド12は、発光ビーム18を放射する発光器17をさらに有する。発光ビーム18は、波長約300~1000nmの可視域内、たとえば790nmのレーザビームであることが好ましいが、原則として、たとえばより大きい波長を有する他の電磁波を使用することもできる。発光ビーム18は、（たとえば正弦波または矩形波の）変調信号によって振幅変調される。発光ビーム18は発光器17から鏡16上へ送られ、鏡16で偏向されて、周辺へ放射される。周辺に位置する物体0によって何らかの形で反射され、または他の形で散乱された受光ビーム20は、鏡16に再び入射し、偏向され、かつ受光器21上へと送られる。発光ビーム18および受光ビーム20の方向は鏡16および測定ヘッド12の角度位置により定まり、これらの角度位置はそれぞれの回転駆動装置の位置に依存し、回転駆動装置の位置はそれぞれのエンコーダによって検出される。制御および評価デバイス22は、測定ヘッド12内の発光器17および受光器21へのデータリンク接続を有し、それらの部分はまた、たとえば基部14に接続されたコンピュータとして、測定

10

20

30

40

50

ヘッド 12 の外部に構成される。制御および評価デバイス 22 は、多数の測定点 X に対して、発光ビーム 18 および受光ビーム 20 の伝播時間から、物体 O (上の照らされた点) からのレーザスキャナ 10 の距離  $d$  を判定するように設計される。この目的のため、2つの光ビーム 18、20 間の位相シフトが判定および評価される。

#### 【0010】

鏡 16 の (急速) 回転を用いて、円形の線に沿って走査が行われる。基部 14 に対する測定ヘッド 12 の (低速) 回転を用いて、円形の線で空間全体が徐々に走査される。そのような測定の測定点 X の全体を走査と呼ぶものとする。レーザスキャナ 10 の中心  $C_i$  は、そのような走査に対して、レーザスキャナ 10 の静止基準系を規定し、その中において基部 14 が静止している。レーザスキャナ 10、特に測定ヘッド 12 の構造に関するさらなる詳細は、たとえば米国特許第 7,430,068 号および独国実用新案第 202006005643 号に記載されている。これに関して、これらの開示内容を明示的に援用する。

#### 【0011】

レーザスキャナ 10 と物体 O (およびその逆) の間の伝播時間のため、発光ビーム 18 と受光ビーム 20 の間で位相角  $\phi$  のシフトが生じる。前記位相角  $\phi$  は、時間信号 (時間  $t$  における受光器 21 の信号) から判定される。デジタル分割方式において、時間信号は個別のサンプルからなり、それぞれの場合、これらのサンプル値のうちの約 2000 個が 1 つの測定期間に関連し、たとえばモーメント形成または他のタイプの統合によって (データ低減によって) 後に統合されて、測定点 X を形成する。個々のサンプルに割り当てられてともに測定期間を生成する時間間隔は、測定クロック  $f_M$ 、すなわちサンプルが生成される周波数を定める。測定クロック  $f_M$  は、発光ビーム 18 の変調周波数に対応する目標周波数  $f_0$  と同期され、そのようにして、同じ位相角  $\phi$  で、たとえば 2 当たり 25 回、測定が周期的に行われる。

#### 【0012】

物体 O が、発光ビーム 18 が進む方向に対し実質的に直交する面に対して垂直な表面を有する場合、すなわち入射角  $\theta = 90^\circ$  となる場合、特有の測定誤差が現れてくる。空間的に (かつ時間的に) 隣接するサンプル間には、距離差  $\Delta d$  が存在する。発光ビーム 18 と受光ビーム 20 の位相角  $\phi$  の差を考慮するとき、距離差  $\Delta d$  は「追加の」位相シフト

に対応する。前記位相シフト  $\Delta \phi$  は、位相角  $\phi$  に応じて、比較的大きく (測定精度より大きく) なることがある。レーザスキャナ 10 から見ると、2つの時間的に隣接するサンプルの前記距離差  $\Delta d$  は、物体 O の仮想の動きのようにふるまう。測定クロック  $f_M$  は、標的周波数  $f_0$  にもはや一致しなくなり (すなわち、その測定は同じ位相角ではもはや実施されない)、逆に受光ビーム 20 は、標的周波数  $f_0$  に対する周波数シフト  $\Delta f$  によってシフトされた変調周波数を有するようになる。前記周波数シフト  $\Delta f$  は、実際に動いている物体におけるドップラ効果の場合の周波数シフトに対応する。位相角  $\phi$  に依存するこのシフトはまた、時間領域または周波数領域の歪みと解釈することができる。

#### 【0013】

この測定誤差を補正するために、物体 O のこの仮想の動きに対して、仮想速度  $v$  が判定される。この仮想速度  $v$  は、周波数シフト  $\Delta f$  に比例する。位相角  $\phi$ 、したがって距離  $d$  は、仮想速度  $v$  を用いて補正され、その結果、位相シフト  $\Delta \phi$  がサンプルから除去され、したがって測定点 X から除去される。仮想速度  $v$  の判定および位相シフト  $\Delta \phi$  の補正は、繰り返し行われる。この手順は、ゼロ番目の近似  $v = \Delta d \times f_M$  から始まる。物体 O 上のサンプルを取ったすべての点と中心  $C_i$  の間の距離  $d$  を (位相角  $\phi$  から) 計算することができるため、 $\Delta d$  は、2つの時間的に隣接するサンプルの距離  $d$  の差であり、2つの時間的に隣接するサンプルはまた、鏡 16 の回転のため、空間的にも隣接している。仮想速度  $v$  のこのゼロ番目の近似は、サンプルに対するそれぞれの場合に、近似された位相シフト

を判定するために使用される。前記位相シフト  $\Delta \phi$  を用いて、各サンプルに対して、サンプルにそれぞれ割り当てられる距離  $d$  が補正される。次いで、補正された距離  $d$  から、2つの空間的かつ時間的に隣接するサンプル間の補正された距離差  $\Delta d$  が判定される。

前記補正された距離差  $d$  から、次の近似に対する仮想速度  $v$  が判定される。相対的な補正、たとえば絶対的な距離差  $d$  と比較した距離差  $d$  の補正が事前定義された限度を下回るとき、この方法は収束する。

【 0 0 1 4 】

この方法が収束し、仮想速度  $v$  がわかった場合、位相シフト（すなわち、時間領域または周波数領域の歪み）は、理論的には完全に、実際には実質上、補正される。図 4 は、補正前（破線）および補正後（実線）の位相シフトを示す。位相シフトの補正は時間信号の補正につながり、最終的には（サンプルの統合後）測定点  $X$  の補正につながる。時間信号を全体として使用することができ、すなわち単に位相角（たとえばゼロ交差）に対してだけでなく、完全な信号品質が利用可能である。

10

【 0 0 1 5 】

位相シフトの補正、したがって距離  $d$  の補正は、補正デバイス内で行われる。補正デバイスは、制御および評価デバイス 22 内に組み込まれることが好ましい。

【 符号の説明 】

【 0 0 1 6 】

10 レーザスキャナ、12 測定ヘッド、14 基部、16 鏡、17 発光器、18 発光ビーム、20 受光ビーム、21 受光器、22 制御および評価デバイス、 $C_i$  中心、 $d$  距離、 $d$  距離差、 $f_M$  測定クロック、 $O$  物体、 $t$  時間、 $v$  速度、 $X$  測定点、入射角、位相角、位相シフト、周波数、 $\omega_0$  標的周波数、周波数シフト。

20

【 図 1 】

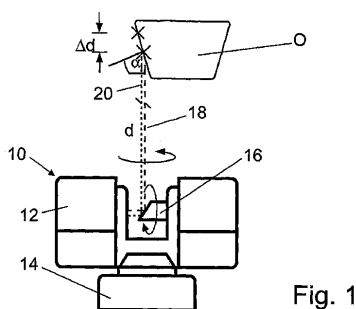


Fig. 1

【 図 4 】

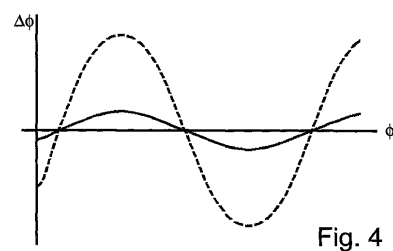


Fig. 4

【 図 2 】

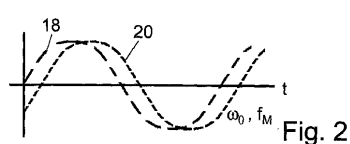


Fig. 2

【 図 3 】

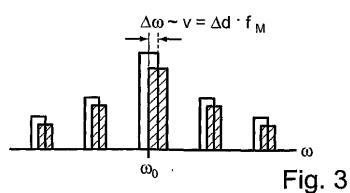


Fig. 3

【 図 5 】

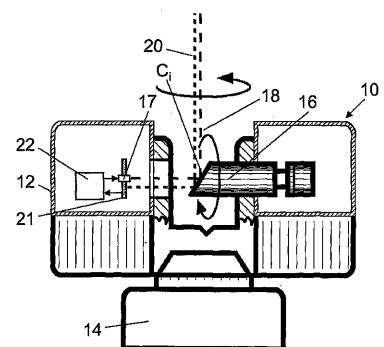


Fig. 5

## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/IB2010/002216

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. G01S7/497 G01S17/36 G01S17/89 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		
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 practical, search terms used) EP0-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 20 2006 005643 U1 (FARO TECH INC [US]) 6 July 2006 (2006-07-06) cited in the application paragraphs [0001], [0052], [0053]; figure 1	1-9
Y	DE 196 01 875 A1 (SIEMENS AG [DE]) 24 July 1997 (1997-07-24) page 2, line 52 - page 3, line 6	1-9
A	WO 2005/008271 A2 (MUNRO JAMES F [US]) 27 January 2005 (2005-01-27) paragraphs [0020], [0025], [0044], [0046], [0048], [0115], [0118] - [0122], [0202]	1,8
	----- -/--	
<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 : <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubt on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p> </div> </div>		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
28 January 2011		03/02/2011
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 6818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer
		Beer, Mark

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/IB2010/002216

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 198 50 118 A1 (SIEMENS AG [DE]) 11 May 2000 (2000-05-11) column 3, line 8 - column 5, line 50 -----	1,8
A	US 2008/309546 A1 (WAKAYAMA TOSHIO [JP] ET AL) 18 December 2008 (2008-12-18) the whole document -----	1,8
A	US 2005/141052 A1 (BECKER REINHARD [DE] ET AL) 30 June 2005 (2005-06-30) cited in the application the whole document -----	1,8

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/IB2010/002216

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 202006005643 U1	06-07-2006	CN 101416024 A	22-04-2009
		EP 2005112 A1	24-12-2008
		WO 2007118478 A1	25-10-2007
		JP 2009531674 T	03-09-2009
		US 2010134596 A1	03-06-2010
-----			
DE 19601875 A1	24-07-1997	NONE	
-----			
WO 2005008271 A2	27-01-2005	AU 2003295944 A1	04-02-2005
		EP 1576385 A2	21-09-2005
		JP 2006521536 T	21-09-2006
-----			
DE 19850118 A1	11-05-2000	WO 0026612 A1	11-05-2000
-----			
US 2008309546 A1	18-12-2008	DE 102007052940 A1	18-12-2008
		JP 2008309582 A	25-12-2008
-----			
US 2005141052 A1	30-06-2005	DE 20320216 U1	18-03-2004
		US 2009147319 A1	11-06-2009
-----			



---

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, 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, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW