

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-198241
(P2009-198241A)

(43) 公開日 平成21年9月3日(2009.9.3)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO1B 11/26 (2006.01)	GO1B 11/26 H	2F065
GO1C 3/06 (2006.01)	GO1C 3/06 120S	2F112
	GO1C 3/06 120W	
	GO1C 3/06 140	
	GO1C 3/06 110A	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2008-38641 (P2008-38641)
(22) 出願日 平成20年2月20日 (2008.2.20)

(71) 出願人 00006666
株式会社山武
東京都千代田区丸の内2丁目7番3号
(74) 代理人 100064621
弁理士 山川 政樹
(74) 代理人 100098394
弁理士 山川 茂樹
(72) 発明者 上野 達也
東京都千代田区丸の内2丁目7番3号 株式会社山武内

Fターム(参考) 2F065 AA03 AA06 AA19 AA37 FF01
FF04 FF09 FF52 GG04 GG07
GG11 HH01 HH04 JJ03 JJ19
JJ26 LL02 MM16 QQ24 QQ25
QQ28 QQ39

最終頁に続く

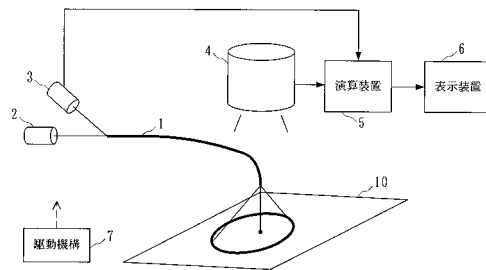
(54) 【発明の名称】 計測器

(57) 【要約】

【課題】測定対象との距離の2次元分布、測定対象の傾斜角、測定対象の傾斜方向を求める。

【解決手段】計測器は、光ファイバ1と、光ファイバ1の入射軸に対して傾いた方向から走査用光を光ファイバの入射側端面に入射させる走査用レーザ3と、光ファイバ1からの光照射によって測定対象10上に現れる照射光形状を撮影するカメラ4と、カメラ4によって撮影された照射光形状の画像から、測定対象10との距離と測定対象10の傾斜角と測定対象10の傾斜方向のうち少なくとも1つを求める演算装置5とを備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

測定対象に対して出射側端面から光を照射する光ファイバと、
この光ファイバの入射軸に対して傾いた方向から走査用光を前記光ファイバの入射側端面に入射させる走査用光源と、

前記光ファイバからの光照射によって前記測定対象上に現れる照射光形状を撮影するカメラと、

このカメラによって撮影された照射光形状の画像から、前記測定対象との距離と前記測定対象の傾斜角と前記測定対象の傾斜方向のうち少なくとも1つを求める演算手段とを備えることを特徴とする計測器。

10

【請求項 2】

請求項 1 記載の計測器において、

前記演算装置は、前記光ファイバの出射端と前記照射光形状の原点との距離 L_0 を求め、この距離 L_0 と前記光ファイバの入射軸に対する前記走査用光の入射角に基づいて、前記光ファイバの出射軸に対して垂直で且つ前記原点を通る平面と前記光ファイバから出射した走査用光の延長線との交点と、前記原点との距離 r' を算出し、前記カメラによって撮影された照射光形状の画像から、前記光ファイバから出射した走査用光が入射した測定対象上の照射点と前記原点との距離 r を算出し、距離 L_0 、 r 、 r' に基づいて前記測定対象との距離と前記測定対象の傾斜角と前記測定対象の傾斜方向のうち少なくとも1つを求めることを特徴とする計測器。

20

【請求項 3】

請求項 1 記載の計測器において、

前記演算装置は、前記カメラによって撮影された照射光形状の画像と予め用意された比較用画像とを比較するパターンマッチングにより、前記測定対象との距離と前記測定対象の傾斜角と前記測定対象の傾斜方向のうち少なくとも1つを求めることを特徴とする計測器。

【請求項 4】

請求項 1 記載の計測器において、

さらに、前記光ファイバの入射軸に対して平行な方向から原点用光を前記光ファイバの入射側端面に入射させる原点用光源を備え、

前記演算手段は、前記光ファイバから出射した原点用光が入射した測定対象上の点を前記原点とすることを特徴とする計測器。

30

【請求項 5】

請求項 1 記載の計測器において、

前記走査用光源は、複数設けられることを特徴とする計測器。

【請求項 6】

請求項 1 記載の計測器において、

さらに、前記走査用光源を移動させて前記光ファイバの入射軸に対する前記走査用光の入射角を変化させる駆動機構を備えることを特徴とする計測器。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】**【0001】**

本発明は、光ファイバから測定対象に光を照射して、測定対象との距離、測定対象の傾斜角、測定対象の傾斜方向を求める計測器に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

従来より、レーザによる光の干渉を利用した距離計として、レーザの出力光と測定対象からの戻り光との半導体レーザ内部での干渉（自己結合効果）を利用したレーザ計測器が提案されている（例えば、非特許文献 1、非特許文献 2、非特許文献 3 参照）。

また、発明者は、静止した測定対象との距離だけでなく、測定対象の速度も計測するこ

50

とができる距離・速度計を提案した（特許文献1参照）。

【0003】

【特許文献1】特開2006-313080号公報

【非特許文献1】上田正，山田諄，紫藤進，「半導体レーザの自己結合効果を利用した距離計」，1994年度電気関係学会東海支部連合大会講演論文集，1994年

【非特許文献2】山田諄，紫藤進，津田紀生，上田正，「半導体レーザの自己結合効果を利用した小型距離計に関する研究」，愛知工業大学研究報告，第31号B，p.35-42，1996年

【非特許文献3】Guido Giuliani，Michele Norgia，Silvano Donati and Thierry Bosch，「Laser diode self-mixing technique for sensing applications」，JOURNAL OF OPTICS A: PURE AND APPLIED OPTICS，p.283-294，2002年 10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、非特許文献1、非特許文献2、非特許文献3および特許文献1に開示されたレーザ計測器では、測定対象の特定の1点との距離を計測することはできても、レーザ計測器に対して測定対象が傾いている場合にその傾斜角度を計測することはできず、傾いた測定対象との距離の2次元分布を計測することもできないという問題点があった。

【0005】

本発明は、上記課題を解決するためになされたもので、測定対象との距離の2次元分布、測定対象の傾斜角および測定対象の傾斜方向を求めることができる計測器を提供することを目的とする。 20

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の計測器は、測定対象に対して出射側端面から光を照射する光ファイバと、この光ファイバの入射軸に対して傾いた方向から走査用光を前記光ファイバの入射側端面に入射させる走査用光源と、前記光ファイバからの光照射によって前記測定対象上に現れる照射光形状を撮影するカメラと、このカメラによって撮影された照射光形状の画像から、前記測定対象との距離と前記測定対象の傾斜角と前記測定対象の傾斜方向のうち少なくとも1つを求める演算手段とを備えるものである。 30

【0007】

また、本発明の計測器の1構成例において、前記演算装置は、前記光ファイバの出射端と前記照射光形状の原点との距離 L_0 を求め、この距離 L_0 と前記光ファイバの入射軸に対する前記走査用光の入射角に基づいて、前記光ファイバの出射軸に対して垂直で且つ前記原点を通る平面と前記光ファイバから出射した走査用光の延長線との交点と、前記原点との距離 r' を算出し、前記カメラによって撮影された照射光形状の画像から、前記光ファイバから出射した走査用光が入射した測定対象上の照射点と前記原点との距離 r を算出し、距離 L_0 、 r 、 r' に基づいて前記測定対象との距離と前記測定対象の傾斜角と前記測定対象の傾斜方向のうち少なくとも1つを求めるものである。

また、本発明の計測器の1構成例において、前記演算装置は、前記カメラによって撮影された照射光形状の画像と予め用意された比較用画像とを比較するパターンマッチングにより、前記測定対象との距離と前記測定対象の傾斜角と前記測定対象の傾斜方向のうち少なくとも1つを求めるものである。 40

また、本発明の計測器の1構成例は、さらに、前記光ファイバの入射軸に対して平行な方向から原点用光を前記光ファイバの入射側端面に入射させる原点用光源を備え、前記演算手段は、前記光ファイバから出射した原点用光が入射した測定対象上の点を前記原点とするものである。

また、本発明の計測器の1構成例において、前記走査用光源は、複数設けられるものである。

また、本発明の計測器の1構成例は、さらに、前記走査用光源を移動させて前記光ファ 50

ファイバの入射軸に対する前記走査用光の入射角を変化させる駆動機構を備えるものである。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、測定対象に対して出射側端面から光を照射する光ファイバと、光ファイバの入射軸に対して傾いた方向から走査用光を光ファイバの入射側端面に入射させる走査用光源と、光ファイバからの光照射によって測定対象上に現れる照射光形状を撮影するカメラと、演算手段とを設けることにより、測定対象との距離の2次元分布、測定対象の傾斜角および測定対象の傾斜方向を求めることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

[第1の実施の形態]

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。図1は本発明の第1の実施の形態に係る計測器の構成を示すブロック図である。

計測器は、出射側端面が測定対象10と向かい合うように配置された光ファイバ1と、原点用レーザ光を光ファイバ1の入射側端面に入射させる原点用レーザ2（原点用光源）と、走査用レーザ光を光ファイバ1の入射側端面に入射させる走査用レーザ3（走査用光源）と、光ファイバ1からの光照射によって測定対象10上に現れる照射光形状を撮影するカメラ4と、カメラ4によって撮影された照射光形状の画像から、測定対象10との距離と測定対象10の傾斜角と測定対象10の傾斜方向のうち少なくとも1つを求める演算装置5と、演算装置5が求めた結果を表示する表示装置6と、走査用レーザ3を移動させる駆動機構7とを有する。

【0010】

原点用レーザ2は、光ファイバ1の入射軸方向から原点用レーザ光を光ファイバ1に入射させる。

一方、走査用レーザ3は、光ファイバ1の入射軸に対して角度 θ だけ傾いた方向から走査用レーザ光を光ファイバ1に入射させる。

【0011】

図2は原点用レーザ光と走査用レーザ光とこれらのレーザ光によって測定対象上に現れる照射光形状との関係を示す図である。本実施の形態では、光ファイバ1から照射された原点用レーザ光を法線とする基準面に対する測定対象10の角度を測定対象10の傾斜角とする。

【0012】

光ファイバ1の入射軸方向から光ファイバ1に入射した原点用レーザ光20は、光ファイバ1からその出射軸と平行な方向に原点用レーザ光22として出射し、測定対象10に到達する。この原点用レーザ2からのレーザ光22で照らされる測定対象10上の点を原点24と呼ぶ。

【0013】

一方、光ファイバ1の入射軸に対して角度 θ だけ傾いた方向から光ファイバ1に入射した走査用レーザ光21は、光ファイバ1からその出射軸に対して角度 θ だけ傾いた方向に走査用レーザ光23として出射し、測定対象10に到達する。このとき、光ファイバ1から出射する走査用レーザ光23は円錐状の形状となるので、測定対象10上には照射光形状25が現れる。

【0014】

基準面に対する測定対象10の傾斜角が0の場合、光ファイバ1側から測定対象10を観察すると、照射光形状25は図3(A)に示すように円形となる。一方、基準面に対して測定対象10が傾いた場合、照射光形状25は図3(B)に示すように歪んだ形状となる。図3(B)の例では、測定対象10の左側が光ファイバ1から遠くなり、右側が光ファイバ1に近づいている。

【0015】

カメラ4は、図3(A)、図3(B)のような照射光形状を測定対象10の上から撮影

10

20

30

40

50

し、画像データを出力する。

演算装置 5 は、走査用レーザ 3 の出力光と測定対象 10 からの戻り光との走査用レーザ 3 内部での干渉の情報を利用すると共に、カメラ 4 から出力された画像データを処理して、測定対象 10 との距離、測定対象 10 の傾斜角および測定対象 10 の傾斜方向を求める。図 4 は演算装置 5 の構成例を示すブロック図である。演算装置 5 は、光ファイバ原点間距離算出部 50 と、照射点原点間距離算出部 51 と、測定対象距離算出部 52 と、測定対象傾斜角算出部 53 とを有する。

【0016】

図 5 は演算装置 5 の処理を説明するための断面図、図 6 は演算装置 5 の処理の流れを示すフローチャートである。図 5 は図 2 に示す光ファイバ 1 と測定対象 10 を光ファイバ 1 の出射軸と平行な面で切ったときの断面を示している。ただし、図 5 の例では、基準面に対する測定対象 10 の傾斜角が 0 でない場合を示している。図 5 において、26 は走査用レーザ 3 からのレーザ光 23 が入射する測定対象 10 上の照射点、30 は光ファイバ 1 の出射軸、31 は光ファイバ 1 の出射軸と垂直な基準面である。

10

【0017】

まず、演算装置 5 の光ファイバ原点間距離算出部 50 は、光ファイバ 1 の出射端（図 5 の点 c）と測定対象 10 上の原点 24 との距離 L_0 を周知の自己結合型距離計の原理を用いて求める（図 6 ステップ S1）。自己結合型距離計では、走査用レーザ 3 の出力光と測定対象 10 からの戻り光との走査用レーザ 3 内部での干渉の情報を利用して距離を算出する。なお、自己結合型距離計で得られる距離は、正確には走査用レーザ 3 と原点 24 との距離であるが、特開 2006-322912 号公報に開示されている方法を用いて、光ファイバ 1 の出射端と原点 24 との距離 L_0 を求めることができる。

20

【0018】

続いて、照射点原点間距離算出部 51 は、光ファイバ 1 の出射軸 30 に対して垂直で且つ原点 24 を通る平面 32 と走査用レーザ光 23 の延長線との交点（図 5 の点 a）と、原点 24 との距離 r' を基準面 31 と平行な方向に沿った距離として次式のように算出する（ステップ S2）。

$$r' = L_0 \times \tan \theta \quad \dots (1)$$

前記のとおり、 θ は光ファイバ 1 の入射軸に対する走査用レーザ光の入射角である。

【0019】

30

次に、照射点原点間距離算出部 51 は、カメラ 4 から出力された画像データを処理し、基準面 31 と平行な方向に沿って照射点 26 と原点 24 との距離 r を算出する（ステップ S3）。カメラ 4 が撮影した画像上では、照射点 26 と原点 24 が明るい輝点となって現れる。これらの輝点の座標を求め、輝点間の距離を求めて、この距離を実際の距離に換算すれば、距離 r を算出することができる。距離の換算は、画像上の距離と実際の距離との対応関係を予め演算装置 5 に記憶させておけば、実現可能である。

【0020】

測定対象距離算出部 52 は、距離 L_0 、 r 、 r' から、基準面 31 と測定対象 10 の照射点 26 との距離 L を算出する（ステップ S4）。点 c と原点 24 と点 a とを頂点とする三角形と、点 c と点 d と照射点 26 とを頂点とする三角形は、相似である。したがって、距離 L_0 、 r 、 r' から距離 L を算出することができる。なお、点 d は、基準面 31 と平行で且つ照射点 26 を通る平面と、光ファイバ 1 の出射軸 30 との交点である。

40

【0021】

次に、測定対象傾斜角算出部 53 は、測定対象 10 の傾斜角 α を次式のように算出する（ステップ S5）。

$$\alpha = \tan^{-1} \{ (L_0 - L) / (r' - r) \} \quad \dots (2)$$

【0022】

また、測定対象傾斜角算出部 53 は、測定対象 10 の傾斜方向を求める（ステップ S6）。ステップ S1 ~ S4 によれば、測定対象 10 上の各照射点 26 についてそれぞれ距離 L を算出することができる。複数の照射点 26 について算出された距離 r のうち距離 r が

50

最小値となる照射点を 26 a、原点 24 を挟んで照射点 26 a と反対側にある照射点を 26 b とすると、照射点 26 a と原点 24 と照射点 26 b とは 1 直線上に並ぶ。このとき、基準面 31 と照射点 26 a との距離を L_a 、基準面 31 と照射点 26 b との距離を L_b ($L_b - L_a$) とすると、図 5 の例では、照射点 26 a、26 b との距離 L_a 、 L_b から、照射点 26 b が光ファイバ 1 から遠くなり、照射点 26 a が光ファイバ 1 に近づくように測定対象 10 が傾いていることが分かる。

【0023】

こうして、本実施の形態では、測定対象 10 の傾斜角 θ を算出することができ、また測定対象 10 の傾斜方向も求めることができる。

表示装置 6 は、演算装置 5 によって算出された測定対象 10 との距離 r 、測定対象 10 の傾斜角 θ および測定対象 10 の傾斜方向を表示する。

【0024】

なお、本実施の形態では、原点用レーザ 2 を用いているが、原点用レーザ 2 は必須の構成ではない。カメラ 4 が照射光がなす円錐形を、C 点を基準として点対称（もしくは、基準面 31 を基準として線対称）にした円錐形（図 7 の斜線部）の内側にあれば、三角測量の原理で、原点用レーザ 2 は不要である。原点 24 は、カメラ 4 が撮影する画像上で既知の点として扱うことができる。この場合、カメラ 4 の撮影中心軸と光ファイバ 1 の出射軸とが一致すれば、計算が容易となる。

【0025】

また、本実施の形態では、自己結合型距離計と原点用レーザ 2 を用いているが、自己結合型距離計は必須の構成ではない。自己結合型距離計を用いない場合、カメラ 4 の撮影位置と点 c の位置関係がわかれば、原点用のレーザ 2 は不要である。図 7 中の点 d と点 c と照射点 26 とを頂点とする三角形において、三角系の 2 辺のなす角 α と、前記の入射角 θ と、カメラ 4 の焦点と基準面 31 との距離 L_c とから、三角形を同定できるため、角度を算出することができる。

また、本実施の形態では、光源として、原点用レーザ 2 と走査用レーザ 3 を用いているが、これらの代わりに LED を用いることもできる。

【0026】

[第 2 の実施の形態]

第 1 の実施の形態では、光ファイバ 1 の入射軸に対する走査用レーザ光の入射角 θ を一定値としたが、これに限るものではない。駆動機構 7 は、入射角 θ を変化させてもよい。この場合、駆動機構 7 から演算装置 5 に対して入射角 θ を通知すれば、演算装置 5 は、通知された入射角 θ を用いて式 (1) の計算を行うことができ、この通知された時点での測定対象 10 との距離 L を算出することができる。このように、駆動機構 7 が走査用レーザ 3 の位置と入射角 θ とを任意に変化させることにより、測定対象 10 の任意の点との距離を算出することができ、測定対象 10 との距離の 2 次元分布を求めることができる。

【0027】

なお、入射角 θ を変化させる代わりに、図示しない光ファイバ移動手段によって、光ファイバ 1 の出射端面を昇降させてもよい。これにより、測定対象 10 の任意の点を走査することができる。

また、第 1、第 2 の実施の形態において、走査用レーザ 3 を複数用いてもよい。第 1、第 2 の実施の形態では、ある瞬間において求めることができる測定対象 10 との距離は 1 点のみである。これに対して、走査用レーザ 3 を複数用いる場合、演算装置 5 は、測定対象 10 の複数の点との距離を同時に求めることができる。

【0028】

[第 3 の実施の形態]

第 1、第 2 の実施の形態では、測定対象 10 との距離、測定対象 10 の傾斜角、および測定対象 10 の傾斜方向を計算で求めているが、カメラ 4 が撮影した画像と予め用意された複数の比較用画像とを比較するパターンマッチングによって、測定対象 10 との距離、測定対象 10 の傾斜角および測定対象 10 の傾斜方向を求めるようにしてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 9 】

測定対象 1 0 との距離、測定対象 1 0 の傾斜角、および測定対象 1 0 の傾斜方向に応じて、測定対象 1 0 上に現れる照射光形状は変化する。言い換えると、走査用レーザ光の入射角 が既知であれば、照射光形状から測定対象 1 0 との距離、測定対象 1 0 の傾斜角および測定対象 1 0 の傾斜方向を求めることができる。

【 0 0 3 0 】

そこで、入射角 と測定対象 1 0 との距離と測定対象 1 0 の傾斜角と測定対象 1 0 の傾斜方向とを様々に変化させた照射光形状の画像を比較用画像として予め用意する。演算装置 5 は、比較用画像とカメラ 4 が撮影した画像とを比較して、撮影画像に最も近い比較用画像をパターンマッチングで探す。この撮影画像に最も近い比較用画像の生成条件（測定対象 1 0 との距離、測定対象 1 0 の傾斜角および測定対象 1 0 の傾斜方向）が求めたい情報である。こうして、演算装置 5 は、測定対象 1 0 との距離、測定対象 1 0 の傾斜角および測定対象 1 0 の傾斜方向を求めることができる。

10

【 0 0 3 1 】

なお、第 1 ~ 第 3 の実施の形態における演算装置 5 は、例えば CPU、記憶装置およびインタフェースを備えたコンピュータとこれらのハードウェア資源を制御するプログラムによって実現することができる。このようなコンピュータを動作させるためのプログラムは、フレキシブルディスク、CD-ROM、DVD-ROM、メモリカードなどの記録媒体に記録された状態で提供される。CPUは、読み込んだプログラムを記憶装置に書き込み、このプログラムに従って第 1 ~ 第 3 の実施の形態で説明した処理を実行する。

20

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 3 2 】

本発明は、測定対象との距離、測定対象の傾斜角、測定対象の傾斜方向を求める計測器に適用することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 3 】

【 図 1 】本発明の第 1 の実施の形態に係る計測器の構成を示すブロック図である。

【 図 2 】本発明の第 1 の実施の形態において原点用レーザ光と走査用レーザ光とこれらのレーザ光によって測定対象上に現れる照射光形状との関係を示す図である。

【 図 3 】本発明の第 1 の実施の形態において測定対象上に現れる照射光形状の例を示す平面図である。

30

【 図 4 】本発明の第 1 の実施の形態に係る計測器の演算装置の構成例を示すブロック図である。

【 図 5 】本発明の第 1 の実施の形態に係る計測器の演算装置の処理を説明するための断面図である。

【 図 6 】本発明の第 1 の実施の形態に係る計測器の演算装置の処理の流れを示すフローチャートである。

【 図 7 】本発明の第 1 の実施の形態に係る計測器の演算装置の別の処理方法を説明するための断面図である。

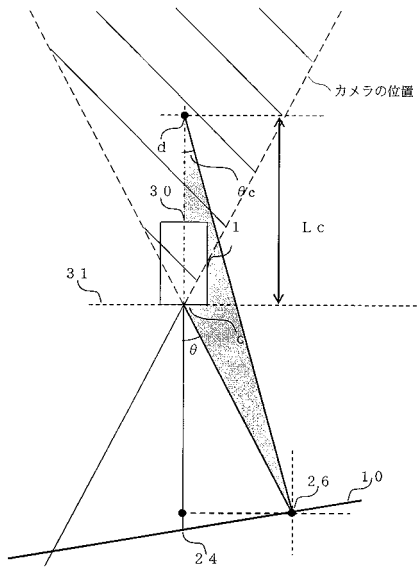
40

【 符号の説明 】

【 0 0 3 4 】

1 ... 光ファイバ、 2 ... 原点用レーザ、 3 ... 走査用レーザ、 4 ... カメラ、 5 ... 演算装置、 6 ... 表示装置、 7 ... 駆動機構、 1 0 ... 測定対象、 5 0 ... 光ファイバ原点間距離算出部、 5 1 ... 照射点原点間距離算出部、 5 2 ... 測定対象距離算出部、 5 3 ... 測定対象傾斜角算出部。

【 図 7 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2F112 AA09 AD10 CA12 DA02 DA15 DA25 DA26 DA30 DA32 FA03
FA21 FA38 FA45 GA01