

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5364519号
(P5364519)

(45) 発行日 平成25年12月11日 (2013.12.11)

(24) 登録日 平成25年9月13日 (2013.9.13)

(51) Int.Cl.	F I
GO 1 B 9/02 (2006.01)	GO 1 B 9/02
GO 1 B 11/00 (2006.01)	GO 1 B 11/00 G
GO 1 B 11/26 (2006.01)	GO 1 B 11/26 Z
GO 1 S 17/66 (2006.01)	GO 1 S 17/66

請求項の数 2 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2009-216426 (P2009-216426)	(73) 特許権者	000137694
(22) 出願日	平成21年9月18日 (2009.9.18)		株式会社ミットヨ
(65) 公開番号	特開2011-64610 (P2011-64610A)		神奈川県川崎市高津区坂戸一丁目20番1号
(43) 公開日	平成23年3月31日 (2011.3.31)	(74) 代理人	110000637
審査請求日	平成24年9月11日 (2012.9.11)		特許業務法人樹之下知的財産事務所
		(72) 発明者	奈良 正之
			茨城県つくば市上横場430-1 株式会社ミットヨ内
		審査官	神谷 健一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 追尾式レーザ干渉測長計

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

所定の位置に設けられ、入射する光と平行な光を反射する第1の再帰反射体と、被測定物に取り付けられる第2の再帰反射体と、前記第1の再帰反射体にレーザ光源から出射される光を導くとともに、前記第1の再帰反射体にて反射された光を出射する本体部と、前記第1の再帰反射体を中心として前記本体部を回転させる回転機構と、前記本体部から出射され、前記第2の再帰反射体にて反射される光に基づいて、前記回転機構を制御する制御装置とを備え、前記第2の再帰反射体を追尾しながら前記各再帰反射体間の距離を測定する追尾式レーザ干渉測長計であって、

前記本体部は、

前記第1の再帰反射体にて反射された光を受光し、受光した光の位置を検出する受光素子を備え、

前記制御装置は、

前記回転機構の回転角度を取得する角度取得部と、

前記受光素子にて検出される光の位置に基づいて、前記回転機構の運動誤差を補正する補正部とを備えることを特徴とする追尾式レーザ干渉測長計。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の追尾式レーザ干渉測長計において、

前記制御装置は、

前記補正部にて補正された前記回転機構の運動誤差と、前記各再帰反射体間の距離とに

10

20

基づいて、前記第2の再帰反射体の位置を算出する位置算出部を備えることを特徴とする追尾式レーザ干渉測長計。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、追尾式レーザ干渉測長計に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、所定の位置に設けられ、入射する光と平行な光を反射する第1の再帰反射体と、被測定物に取り付けられる第2の再帰反射体と、第1の再帰反射体にレーザ光源から出射される光を導くとともに、第1の再帰反射体にて反射された光を出射する本体部と、第1の再帰反射体を中心として本体部を回転させる回転機構と、本体部から出射され、第2の再帰反射体にて反射される光に基づいて、回転機構を制御する制御装置とを備え、第2の再帰反射体を追尾しながら各再帰反射体間の距離を測定する追尾式レーザ干渉測長計が知られている（例えば、特許文献1参照）。

10

【0003】

特許文献1に記載の追尾式レーザ干渉計（追尾式レーザ干渉測長計）は、2つのキャッツアイ（第1の再帰反射体、及び第2の再帰反射体）と、回転部（本体部）と、回転機構としての支持枠、及び2つのモータと、制御装置とを備え、第2の再帰反射体としてのキャッツアイを追尾しながら各キャッツアイ間の距離を測定している。

20

また、特許文献1に記載の追尾式レーザ干渉計では、回転機構は、第1の再帰反射体としてのキャッツアイを中心とし、回転機構が回転していない状態において、このキャッツアイに対して入射する光の進行方向と直交する2軸を回転軸として回転部を回転させる。したがって、特許文献1に記載の追尾式レーザ干渉計では、回転機構の回転角度と、各キャッツアイ間の距離とに基づいて、移動体の位置を算出することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平7-120213号公報

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、回転機構には運動誤差が生じるので、特許文献1に記載の追尾式レーザ干渉計では、回転機構の回転角度を適切に取得することができず、ひいては移動体の位置を適切に算出することができないという問題がある。

【0006】

本発明の目的は、回転機構の回転角度を適切に取得することができる追尾式レーザ干渉測長計を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

40

本発明の追尾式レーザ干渉測長計は、所定の位置に設けられ、入射する光と平行な光を反射する第1の再帰反射体と、被測定物に取り付けられる第2の再帰反射体と、前記第1の再帰反射体にレーザ光源から出射される光を導くとともに、前記第1の再帰反射体にて反射された光を出射する本体部と、前記第1の再帰反射体を中心として前記本体部を回転させる回転機構と、前記本体部から出射され、前記第2の再帰反射体にて反射される光に基づいて、前記回転機構を制御する制御装置とを備え、前記第2の再帰反射体を追尾しながら前記各再帰反射体間の距離を測定する追尾式レーザ干渉測長計であって、前記本体部は、前記第1の再帰反射体にて反射された光を受光し、受光した光の位置を検出する受光素子を備え、前記制御装置は、前記回転機構の回転角度を取得する角度取得部と、前記受光素子にて検出される光の位置に基づいて、前記回転機構の運動誤差を補正する補正部と

50

を備えることを特徴とする。

【0008】

ここで、屈折率2の球体、レトロリフレクタ、及びキャッツアイなどの再帰反射体は、中心に向かって入射する光を入射する光と同一の光路で反射させ、中心からずれて入射する光を入射する光とは異なる経路で反射させる。なお、再帰反射体の中心は、再帰反射体の構成によって異なるものであり、例えば、屈折率2の球体では、球体の中心となる。

また、回転機構は、本体部を第1の再帰反射体を中心として回転させるので、回転機構に運動誤差が生じない場合には、第1の再帰反射体に入射する光は、本体部の回転に係わらず第1の再帰反射体の中心に向かって入射し、入射する光と同一の光路で反射される。しかしながら、回転機構に運動誤差が生じる場合には、第1の再帰反射体に入射する光は、再帰反射体の中心からずれて入射し、入射する光とは異なる光路で反射されることになる。

10

【0009】

したがって、本発明によれば、本体部は、第1の再帰反射体にて反射された光を受光し、受光した光の位置を検出する受光素子を備えるので、受光素子にて検出される光の位置は、回転機構に運動誤差が生じない場合には変位せず、回転機構に運動誤差が生じる場合には変位することになる。

そして、制御装置は、回転機構の回転角度を取得する角度取得部と、受光素子にて受光される光の位置に基づいて、回転機構の運動誤差を補正する補正部とを備えるので、回転機構の回転角度を適切に取得することができる。

20

【0010】

本発明では、前記制御装置は、前記補正部にて補正された前記運動誤差の回転角度と、前記各再帰反射体間の距離とに基づいて、前記第2の再帰反射体の位置を算出する位置算出部を備えることが好ましい。

【0011】

このような構成によれば、制御装置は、補正部にて補正された回転機構の運動誤差に基づいて、第2の再帰反射体の位置を算出する位置算出部を備えるので、被測定物の位置を適切に算出することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

30

【図1】本発明の一実施形態に係る追尾式レーザ干渉測長計を示す模式図。

【図2】前記実施形態における測定基準器、及びターゲットに用いられる再帰反射体の一例を示す図。

【図3】前記実施形態における本体部に配設される光学系を示す模式図。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明の一実施形態を図面に基づいて説明する。

図1は、本発明の一実施形態に係る追尾式レーザ干渉測長計1を示す模式図である。

追尾式レーザ干渉測長計1は、図1に示すように、所定の位置に設けられ、入射する光と平行な光を反射する第1の再帰反射体としての測定基準器2と、被測定物Wに取り付けられる第2の再帰反射体としてのターゲット3と、測定基準器2にレーザ光源LS（図3参照）から出射される光を導くとともに、測定基準器2にて反射された光を出射する本体部4と、測定基準器2を中心として本体部4を回転させる回転機構5と、本体部4から出射され、ターゲット3にて反射される光に基づいて、回転機構5を制御する制御装置6とを備える。

40

【0014】

この追尾式レーザ干渉測長計1は、ターゲット3を追尾しながら測定基準器2、及びターゲット3の間の距離Dを測定するものである。

なお、図1では、回転機構5が回転していない状態において、本体部4から出射される光の進行方向（図1中右方向）を+Z軸方向とし、このZ軸に直交する2軸をそれぞれX

50

軸、及びY軸とする。以下の図面においても同様である。

【0015】

図2は、測定基準器2、及びターゲット3に用いられる再帰反射体の一例を示す図である。なお、図2では、再帰反射体に入射する光と、再帰反射体にて反射される光を矢印付きの破線で示し、この矢印は、光の進行方向を示している。

測定基準器2、及びターゲット3には、再帰反射体として、例えば、図2に示すように、屈折率2の球体が用いられる。この測定基準器2、及びターゲット3は、中心Oに向かって入射する光を入射する光と同一の光路（図2中二点鎖線）で反射させ、中心からずれて入射する光を入射する光とは異なる経路（図2中破線）で反射させる。

【0016】

図3は、本体部4に配設される光学系7を示す模式図である。なお、図3では、測定基準器2、ターゲット3、及び光学系7を含む追尾式レーザ干渉測長計1の光軸を二点鎖線で示している。

本体部4は、図3に示すように、測定基準器2、及びターゲット3の間に配設される光学系7を備える。

光学系7は、測定基準器2にレーザ光源LSから出射される光を導くとともに、測定基準器2、及びターゲット3の間の距離Dを測定するための測長光学系8と、測定基準器2にて反射された光、及び本体部4から出射され、ターゲット3にて反射される光を検出するための検出光学系9とを備える。

【0017】

測長光学系8は、レーザ光源LSの光路後段に配設され、レーザ光源LSから出射される光を分離する偏光ビームスプリッタ81と、偏光ビームスプリッタ81、及び測定基準器2の間に配設され、入射する光の位相を90°遅らせる1/4波長板82と、偏光ビームスプリッタ81、及び検出光学系9の間に配設される1/4波長板83と、偏光ビームスプリッタ81のレーザ光源LS側の面とは反対側の面に設けられる偏光板84とを備える。

偏光ビームスプリッタ81は、偏光分離膜81Aを有し、偏光分離膜81Aに対してP偏光の光を透過させ、S偏光の光を反射させる。

偏光板84は、所定の偏光方向を有する光のみを透過させるものであり、偏光分離膜81Aに対してP偏光、及びS偏光の光を透過させるように配設されている。

【0018】

検出光学系9は、測長光学系8、及びターゲット3の間に配設されるビームスプリッタ91と、レーザ光源LS側とは反対側に配設される二次元PSD(Position Sensitive Detector)92と、レーザ光源LS側に配設される二次元PSD93とを備える。

ビームスプリッタ91は、入射する光の一部を界面91Aにて反射させるとともに、他の一部を透過させる。

二次元PSD92、93は、受光した光の位置を検出するものであり、二次元PSD92は、測長光学系8側からビームスプリッタ91に入射して界面91Aにて反射される光を受光する位置に配設され、二次元PSD93は、ターゲット3側からビームスプリッタ91に入射して界面91Aにて反射された光を受光する位置に配設される。

【0019】

次に、追尾式レーザ干渉測長計1における光の光路について説明する。

レーザ光源LSから出射される光は、偏光ビームスプリッタ81に入射する。

偏光ビームスプリッタ81に入射した光のうち、偏光分離膜81Aに対してS偏光の光は、偏光分離膜81Aにて反射され、測定基準器2に入射する（以下、測定光とする）。また、P偏光の光は、偏光分離膜81Aを透過して偏光板84に入射する（以下、参照光とする）。

【0020】

測定基準器2に入射した測定光は、測定基準器2にて反射され、偏光ビームスプリッタ81に再び入射する。このとき、測定光は、1/4波長板82を2度通過しているの

10

20

30

40

50

偏光方向が90度回転し、偏光分離膜81Aに対してP偏光の光となる。したがって、偏光ビームスプリッタ81に再び入射した測定光は、偏光分離膜81Aを透過してビームスプリッタ91に入射する。

ビームスプリッタ91に入射した測定光の一部は、界面91Aにて反射され、二次元PSD92にて受光される。また、他の一部は、界面91Aを透過して本体部4から出射される。すなわち、本実施形態では、受光素子は、二次元PSD92で構成されている。

【0021】

本体部4から出射された測定光は、ターゲット3にて反射され、ビームスプリッタ91に再び入射する。

ビームスプリッタ91に再び入射した測定光の一部は、界面91Aにて反射され、二次元PSD93にて受光される。また、他の一部は、界面91Aを透過して偏光ビームスプリッタ81に再び入射する。このとき、測定光は、1/4波長板83を2度通過しているので、偏光方向が90度回転し、偏光分離膜81Aに対してS偏光の光となる。したがって、偏光ビームスプリッタ81に再び入射した測定光は、偏光分離膜81Aにて反射され、偏光板84に入射する。

そして、偏光板84に入射した測定光、及び参照光は、干渉光となって偏光板84から出射される。なお、偏光板84から出射される干渉光は、受光装置(図示略)にて受光される。

【0022】

回転機構5は、図1に示すように、測定基準器2の中心Oを通り(図3参照)、Y軸と平行な軸を回転軸(以下、y軸とする)として本体部4を回転可能に支持する支持部材51と、測定基準器2の中心Oを通り、X軸と平行な軸を回転軸(以下、x軸とする)として支持部材51を回転可能に支持するテーブル52とを備える。

なお、図示は省略するが、回転機構5は、支持部材51をx軸まわり(図3中矢印A)に回転させるx軸駆動部と、本体部4をy軸まわり(図3中矢印B)に回転させるy軸駆動部とを備え、各駆動部は、制御装置6による制御の下で支持部材51、及び本体部4を駆動する。また、回転機構5は、支持部材51のx軸まわりの回転角度、及び本体部4のy軸まわりの回転角度を検出するセンサを備える。すなわち、回転機構5は、測定基準器2の中心Oを中心とし、回転機構5が回転していない状態において、測定基準器2に対して入射する光の進行方向(-Z軸方向)と直交する2軸を回転軸として本体部4を回転させる。

【0023】

制御装置6は、CPU(Central Processing Unit)や、メモリ等を備えて構成され、追尾式レーザ干渉測長計1を制御するものであり、図1に示すように、追尾制御部61と、距離算出部62と、角度取得部63と、補正部64と、位置算出部65とを備える。

追尾制御部61は、ターゲット3にて反射される光に基づいて、回転機構5を制御することでターゲット3を追尾する。具体的に、ターゲット3は、再帰反射体であるので、被測定物Wの移動に伴ってターゲット3が移動すると、ターゲット3にて反射され、二次元PSD93にて検出される光の位置は変位することになる。したがって、追尾制御部61は、二次元PSD93にて検出される光の位置に基づいて、回転機構5を制御することで本体部4から出射される光の進行方向を制御してターゲット3を追尾することができる。

【0024】

距離算出部62は、偏光板84から出射され、前述した受光装置にて受光された干渉光に基づいて、測定基準器2、及びターゲット3の間の距離Dを算出する。

角度取得部63は、本体部4のx, y軸まわりの回転角度、すなわち回転機構5の回転角度を前述した回転機構5のセンサを介して取得する。

【0025】

補正部64は、二次元PSD92にて検出される光の位置に基づいて、回転機構5の運動誤差を補正する。具体的に、測定基準器2は、再帰反射体であるので、回転機構5に運動誤差が生じる場合には、二次元PSD92にて検出される光の位置は変位することにな

10

20

30

40

50

る。したがって、補正部 6 4 は、二次元 P S D 9 2 にて検出される光の位置に基づいて、回転機構 5 の回転角度を補正することができる。

位置算出部 6 5 は、補正部 6 4 にて補正された回転機構 5 の運動誤差と、距離算出部 6 2 にて算出される測定基準器 2、及びターゲット 3 の間の距離 D とに基づいて、ターゲット 3 の位置を算出する。

【 0 0 2 6 】

このような本実施形態によれば以下の効果がある。

(1) 制御装置 6 は、回転機構 5 の回転角度を取得する角度取得部 6 3 と、二次元 P S D 9 2 にて受光される光の位置に基づいて、回転機構 5 の運動誤差を補正する補正部 6 4 とを備えるので、回転機構 5 の回転角度を適切に取得することができる。

10

(2) 制御装置 6 は、補正部 6 4 にて補正された回転機構 5 の運動誤差に基づいて、ターゲット 3 の位置を算出する位置算出部 6 5 を備えるので、被測定物 W の位置を適切に算出することができる。

【 0 0 2 7 】

〔実施形態の変形〕

なお、本発明は前記実施形態に限定されるものではなく、本発明の目的を達成できる範囲での変形、改良等は本発明に含まれるものである。

例えば、前記実施形態では、制御装置 6 は、ターゲット 3 の位置を算出する位置算出部 6 5 を備えていた。これに対して、制御装置は、位置算出部を備えていなくてもよい。要するに、制御装置は、角度取得部と、補正部とを備えていればよい。

20

前記実施形態では、受光素子は、二次元 P S D 9 2 で構成されていた。これに対して、受光素子は、4 分割フォトダイオードなどで構成されていてもよい。要するに、受光素子は、受光した光の位置を検出するものであればよい。

【 0 0 2 8 】

前記実施形態では、第 1 の再帰反射体、及び第 2 の再帰反射体として、屈折率 2 の球体を用いていたが、レトロリフレクタや、キャッツアイなどを用いてもよい。

前記実施形態では、回転機構 5 は、x , y 軸の 2 つの回転軸で本体部 4 を回転させていた。これに対して、回転機構は、1 つの回転軸で本体部を回転させてもよく、3 つ以上の回転軸で本体部を回転させてもよい。要するに、回転機構は、第 1 の再帰反射体を中心として本体部を回転させるものであればよい。

30

【産業上の利用可能性】

【 0 0 2 9 】

本発明は、追尾式レーザ干渉測長計に好適に利用することができる。

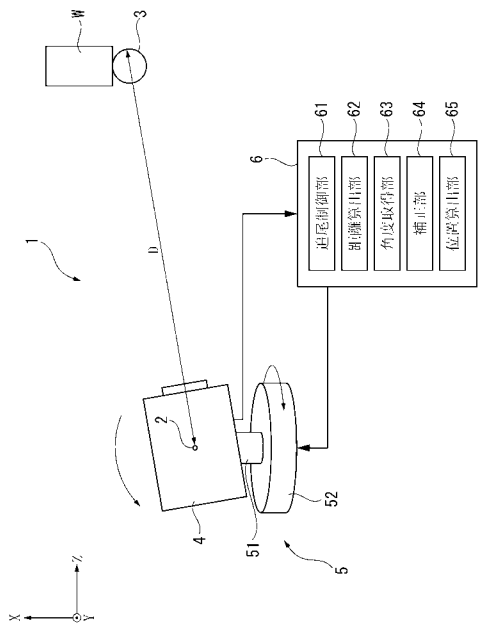
【符号の説明】

【 0 0 3 0 】

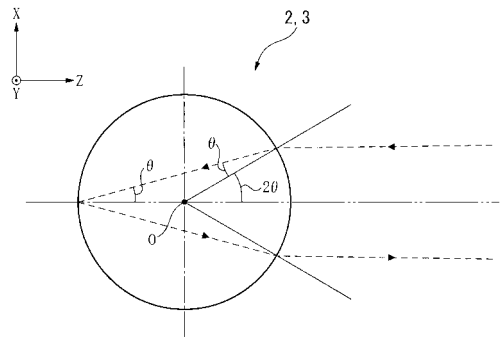
- 1 ... 追尾式レーザ干渉測長計
- 2 ... 測定基準器 (第 1 の再帰反射体)
- 3 ... ターゲット (第 2 の再帰反射体)
- 4 ... 本体部
- 5 ... 回転機構
- 6 ... 制御装置
- 6 3 ... 角度取得部
- 6 4 ... 補正部
- 6 5 ... 位置算出部
- 9 2 ... 二次元 P S D (受光素子)
- L S ... レーザ光源
- W ... 被測定物

40

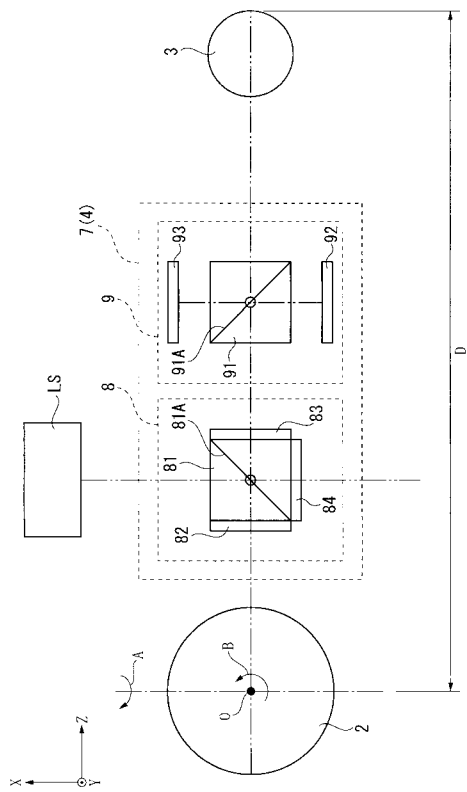
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2007-057522(JP,A)
米国特許第04714339(US,A)
特開昭62-106307(JP,A)
特開2008-51696(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01B9/02、11/00-11/30
G01S7/48-7/51、17/00-17/95