

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4113783号
(P4113783)

(45) 発行日 平成20年7月9日(2008.7.9)

(24) 登録日 平成20年4月18日(2008.4.18)

(51) Int.Cl. F I
GO 1 B 9/02 (2006.01) GO 1 B 9/02
GO 1 B 11/26 (2006.01) GO 1 B 11/26 G

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2003-9100 (P2003-9100)	(73) 特許権者	591040236
(22) 出願日	平成15年1月17日 (2003.1.17)		石川県
(65) 公開番号	特開2004-219350 (P2004-219350A)		石川県金沢市鞍月1丁目1番地
(43) 公開日	平成16年8月5日 (2004.8.5)	(73) 特許権者	000215109
審査請求日	平成17年11月10日 (2005.11.10)		津田駒工業株式会社
			石川県金沢市野町5丁目18番18号
		(74) 代理人	100090712
			弁理士 松田 忠秋
		(72) 発明者	中藪 俊博
			石川県石川郡野々市町押野1-132
		(72) 発明者	川原 寛之
			石川県金沢市野町5丁目18番18号 津田駒工業株式会社内
		審査官	後藤 昌夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザ干渉計

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

レーザ発振器からのレーザ光を2偏光成分に分光する真直度干渉計と、該真直度干渉計からの2偏光成分のレーザ光の光路内に配設する1または2以上のビームスプリッタと、該ビームスプリッタのそれぞれに組み合わせる第1の反射ミラーと、前記ビームスプリッタの後方に配設する第2の反射ミラーとを備えてなり、前記各第1の反射ミラーは、対応する前記ビームスプリッタとともに、該ビームスプリッタに入射するレーザ光の光路に沿って移動する移動体に搭載し、前記第2の反射ミラーは、該第2の反射ミラーに入射するレーザ光の光路に沿って移動する移動体に搭載し、前記各ビームスプリッタは、入射する各偏光成分のレーザ光の一部を透過して一部を対応する前記第1の反射ミラーに導き、前記第1、第2の反射ミラーは、それぞれに入射する各偏光成分のレーザ光を上下方向の異なる位置にシフトして反射させ、入射するレーザ光と平行な反射光を前記真直度干渉計に個別に到達させることを特徴とするレーザ干渉計。

【請求項2】

前記第1、第2の反射ミラーは、前記真直度干渉計からのレーザ光の光路を所定の角度に屈曲させる反射器を介して前方側、後方側の2群に分割することを特徴とする請求項1記載のレーザ干渉計。

【請求項3】

前記反射器は、レーザ光の光路を直角に屈曲させることを特徴とする請求項2記載のレーザ干渉計。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、複数の移動体の移動方向の真直度を同時に検証することができるレーザ干渉計に関する。

【0002】

【従来の技術】

ウォラストンプリズムによる真直度干渉計を用いる真直度測定用のレーザ干渉計が知られている（特開平8-327343号公報）。

【0003】

このものは、1軸上を移動する移動体上に真直度干渉計を搭載し、固定の反射ミラーと組み合わせて構成されている。レーザ発振器からのレーザ光を真直度干渉計に投射し、偏光方向が互いに直交する2偏光成分に分光させ、反射ミラーを介して反射する反射光を真直度干渉計に戻して合成し、干渉させると、真直度干渉計から反射ミラーまでの間における2偏光成分の各光路差の変動を検出することにより、移動体の移動方向の真直度を測定することができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

かかる従来技術によるときは、測定対象が1軸上を移動する単一の移動体に限られるので、工作機械などの精度検証の目的に適用しようとする、測定操作が極めて煩雑であり、測定性能が不十分であるという問題があった。一般に、工作機械は、たとえばワーク搭載用のテーブルと工具搭載用のコラムのように、複数の軸上を移動する複数の移動体を含むので、単一の移動体を対象とするだけでは、各移動体を軸ごとに個別に検証しなければならない上、各移動体間の相対精度の検証が実質的に不可能であるからである。

【0005】

そこで、この発明の目的は、かかる従来技術の問題に鑑み、ビームスプリッタと組み合わせる第1の反射ミラーと、終端のビームスプリッタの後方の第2の反射ミラーとをそれぞれ移動体に搭載することによって、複数の移動体の移動方向の真直度を同時に検証することができるレーザ干渉計を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】

かかる目的を達成するためのこの発明の構成は、レーザ発振器からのレーザ光を2偏光成分に分光する真直度干渉計と、真直度干渉計からの2偏光成分のレーザ光の光路内に配設する1または2以上のビームスプリッタと、ビームスプリッタのそれぞれに組み合わせる第1の反射ミラーと、ビームスプリッタの後方に配設する第2の反射ミラーとを備えてなり、各第1の反射ミラーは、対応するビームスプリッタとともに、ビームスプリッタに入射するレーザ光の光路に沿って移動する移動体に搭載し、第2の反射ミラーは、第2の反射ミラーに入射するレーザ光の光路に沿って移動する移動体に搭載し、各ビームスプリッタは、入射する各偏光成分のレーザ光の一部を透過して一部を対応する第1の反射ミラーに導き、第1、第2の反射ミラーは、それぞれに入射する各偏光成分のレーザ光を上下方向の異なる位置にシフトして反射させ、入射するレーザ光と平行な反射光を真直度干渉計に個別に到達させることをその要旨とする。

【0007】

なお、第1、第2の反射ミラーは、真直度干渉計からのレーザ光の光路を所定の角度に屈曲させる反射器を介して前方側、後方側の2群に分割することができ、反射器は、レーザ光の光路を直角に屈曲させることができる。

【0008】

【作用】

かかる発明の構成によるときは、各第1の反射ミラー、第2の反射ミラーは、それぞれ真直度干渉計からの2偏光成分からなるレーザ光を入射し、各偏光成分のレーザ光と平行な

10

20

30

40

50

反射光を真直度干渉計に個別に到達させ、真直度干渉計において2偏光成分を合成して干渉させることにより、2偏光成分の光路差に基づき、それぞれを搭載する複数の移動体の移動方向の真直度を一挙に検証することが可能となる。ただし、真直度干渉計は、レーザ発振器からのレーザ光を水平方向に開く2偏光成分に分光し、各第1の反射ミラー、第2の反射ミラーは、入射する2偏光成分のそれぞれを、入射光の方向に、しかも入射光から所定の距離だけ上または下にシフトさせて反射させるために、たとえば平面ミラーを山形に組み合わせる一対の反射鏡を2偏光成分のそれぞれに直交させて水平に配置して構成するものとする。

【0009】

なお、各第1の反射ミラーと組み合わせるビームスプリッタは、入射光の一部を反射し、一部を透過させるハーフミラーを使用するのがよい。また、真直度干渉計としては、ウォラストンプリズムまたはローションプリズムなどが使用可能である。

10

【0010】

反射器を介して第1、第2の反射ミラーを2群に分割すれば、反射器の前方側（真直度干渉計側）、後方側（第2の反射ミラー側）にそれぞれ配置する各群の移動体の移動方向が異なる場合であっても、すべての移動体の移動方向の真直度を同時に一挙に検証することが可能である。ただし、反射器によるレーザ光の光路の屈曲角度は、各群の移動体が移動する軸の相対角度に一致させるものとする。また、反射器によるレーザ光の光路の屈曲角度を直角とすれば、直交する2軸上を移動する各群の移動体の移動方向の真直度、すなわち各群の移動体の移動方向の直角を一挙に検証することができる。なお、反射器は、単純な平面ミラーやペンタミラーの他、直角プリズム、屋根形プリズム、ペンタプリズムなどの各種のプリズムを使用することができる。

20

【0011】

【発明の実施の形態】

以下、図面を以って発明の実施の形態を説明する。

【0012】

レーザ干渉計は、レーザ発振器11からのレーザ光Lの光路内に、真直度干渉計12、第1の反射ミラー21用のビームスプリッタ21a、ペンタミラーを構成する反射器13、第2の反射ミラー22をこの順に配設してなる（図1、図2）。ただし、図2は、ビームスプリッタ21a、反射器13を省略して図示する図1の要部側面模式図である。

30

【0013】

レーザ発振器11からのレーザ光Lは、たとえばウォラストンプリズムからなる真直度干渉計12に導かれている。ただし、レーザ発振器11、真直度干渉計12の間には、ハーフミラー14aが介装されている。ハーフミラー14aは、レーザ光Lの一部を参照光L₀として受光器14に導き、受光器14の出力は、演算器15に接続されている。

【0014】

真直度干渉計12は、レーザ発振器11からのレーザ光Lを分光し、偏光方向が互いに直交する2偏光成分のレーザ光L₁、L₂として出力する。ただし、レーザ光L₁、L₂は、水平方向に所定の角度2₁に開いている。

【0015】

ハーフミラーからなるビームスプリッタ21aは、レーザ光L₁、L₂の一部を透過し、一部を第1の反射ミラー21に導く。なお、ビームスプリッタ21a、第1の反射ミラー21は、共通の移動体M_xに搭載されており、移動体M_xは、ビームスプリッタ21aに入射するレーザ光L₁、L₂の光路に沿って移動するものとする（図1の矢印X方向）。

40

【0016】

反射器13は、2枚の平面ミラー13a、13aを所定の角度に向き合わせるにより、ペンタミラーを構成している。反射器13は、入射するレーザ光L₁、L₂の光路を水平方向に直角に屈曲させることができる。反射器13は、レーザ光L₁、L₂の光路内に固定されている。

【0017】

50

反射器 13 からのレーザー光 L1、L2 は、第 2 の反射ミラー 22 に入射する。第 2 の反射ミラー 22 は、移動体 My に搭載されており、移動体 My は、レーザー光 L1、L2 の光路に沿って移動する（図 1 の矢印 Y 方向）。すなわち、移動体 Mx、My は、それぞれ互いに直交する X 軸、Y 軸上を任意に往復直線移動するものとする。

【0018】

第 1 の反射ミラー 21 は、下側、上側の左右の平面ミラー 21b、21c、21c を山形に組み合わせる一対の反射鏡を水平方向に配置して構成されている（図 3）。第 1 の反射ミラー 21 は、一対の山形の反射鏡の水平方向の開き角がレーザー光 L1、L2 の角度 2θ に設定され、各下側の平面ミラー 21b、21c がそれぞれレーザー光 L1、L2 の入射方向に対して水平方向に直交して対応するように配置されている。そこで、第 1 の反射ミラー 21 は、入射するレーザー光 L1、L2 に平行な反射光を、レーザー光 L1、L2 から所定の距離 d だけ上にシフトして反射させることができる。

10

【0019】

第 2 の反射ミラー 22 は、第 1 の反射ミラー 21 と同一形態に構成されている（図示せず）。ただし、第 2 の反射ミラー 22 は、入射するレーザー光 L1、L2 を距離 d だけ下にシフトさせて反射するものとする（図 2）。そこで、第 1、第 2 の反射ミラー 21、22 は、それぞれからの反射光を真直度干渉計 12 に個別に到達させることができる。

【0020】

真直度干渉計 12 は、第 1、第 2 の反射ミラー 21、22 からの反射光としてのレーザー光 L1、L2 を合成し、干渉させることにより、干渉光 L3、L3 として受光器 17、17 に個別に導くことができる。なお、各受光器 17 の出力は、演算器 15 に個別に接続されている（図 1）。

20

【0021】

いま、移動体 My が Y 軸に直交する水平方向に距離 D だけシフトすると、移動体 My 上の第 2 の反射ミラー 22 も、距離 D だけシフトする（図 4 の実線、点線）。そこで、図 4 の場合、真直度干渉計 12 から第 2 の反射ミラー 22 間において、レーザー光 L1、L2 の光路差 $Ld = 4D \sin \theta$ を生じる。したがって、演算器 15 は、参照光 L_0 を基準にして、第 2 の反射ミラー 22 からの反射光に基づく干渉光 L3 を分析することにより、距離 D を演算して移動体 My の移動方向の真直度、すなわち X 軸に対する移動体 My の移動方向の直角度を検証して評価することができる。

30

【0022】

ビームスプリッタ 21a、第 1 の反射ミラー 21 を搭載する移動体 Mx についても、全く同様である（図 5）。移動体 Mx が X 軸に直交する水平方向に距離 D だけシフトすると（図 5 の下側の点線、実線）、その効果は、ビームスプリッタ 21a に関する鏡像（同図の右側の点線、実線）が距離 D だけシフトすることと同等であるからである。すなわち、演算器 15 は、第 1 の反射ミラー 21 からの反射光に基づく干渉光 L3 を分析することにより、移動体 Mx の移動方向の真直度を同時に検証し、評価することができる。また、演算器 15 は、移動体 Mx、My の真直度の相対値から、移動体 Mx、My の移動方向の直角度を併せて検証することができる。

【0023】

かかるレーザー干渉計は、たとえばテーブル 51、コラム 52 を有する工作機械に適用することができる（図 6）。なお、テーブル 51 は、ガイドレール 51a、51a を介して X 軸上に直線移動することができ（図 6 の矢印 X 方向）、主軸 53、工具 54 を搭載するコラム 52 は、ガイドレール 52a、52a を介し、X 軸に直交する Y 軸上に直線移動することができる（同図の矢印 Y 方向）。レーザー発振器 11 から真直度干渉計 12 に至る各部材と、反射器 13 とをテーブル 51 に沿って図示しない機械本体に固定設置し、ビームスプリッタ 21a、第 1 の反射ミラー 21 をテーブル 51 に搭載し、第 2 の反射ミラー 22 をコラム 52 に搭載することにより、真直度干渉計 12 から第 2 の反射ミラー 22 に至るレーザー光 L1、L2 の光路を形成すればよい。ただし、図 6 において、レーザー発振器 11 から真直度干渉計 12 に至る各部材は、真直度干渉計 12 として代表的に図示されており

40

50

、ビームスプリッタ21aと組み合わせる第1の反射ミラー21は、図示が省略されている。

【0024】

また、測定対象としての工作機械は、テーブル51、55をスタック状に組み合わせる2軸直交テーブルなどであってもよい(図7)。テーブル51は、ガイドレール51a、51aを介してX軸上を直線移動し(図7の矢印X方向)、テーブル55は、テーブル51上のガイドレール55aを介してY軸上を直線移動する(同図の矢印Y方向)。また、ビームスプリッタ21a、第1の反射ミラー21、反射器13は、適当なブラケット51bを介してテーブル51に搭載され、第2の反射ミラー22は、ブラケット55bを介してテーブル55に搭載されており、真直度干渉計12とともに、全体としてレーザ光L1、L2の光路を形成している。ただし、図7の図示内容は、図6のそれに準ずるものとする。

10

【0025】

なお、図6、図7のX軸、Y軸は、三次元測定器の相異なる2軸に対応させてもよい。

【0026】

【他の実施の形態】

X軸上、Y軸上には、それぞれ複数の移動体Mx、Mx、My、Myを配設してもよい(図8)。最終の移動体Myには、第2の反射ミラー22が搭載され、それ以外の各移動体Mx、Myには、それぞれビームスプリッタ21a、第1の反射ミラー21が搭載されている。すなわち、第2の反射ミラー22は、移動体My上の終端のビームスプリッタ21aの後方に配設されており、第2の反射ミラー22に入射するレーザ光L1、L2の光路に沿って図8の矢印Y方向に移動する最終の移動体Myに搭載されている。また、各第1の反射ミラー21は、対応するビームスプリッタ21aとともに、そのビームスプリッタ21aに入射するレーザ光L1、L2に沿って同図の矢印X方向に移動する移動体Mx、または同図の矢印Y方向に移動する移動体Myに搭載されている。

20

【0027】

各第1の反射ミラー21、第2の反射ミラー22は、それぞれに入射するレーザ光L1、L2と平行な反射光を真直度干渉計12に個別に到達させ(図9)、干渉光L3、L3...として対応する受光器17、17...に個別に入射させることができる。そこで、演算器15は、各受光器17の出力を個別に入力することにより、各移動体Mx、Myの移動方向の真直度を一挙に検証し、評価することができる。

30

【0028】

なお、図8において、第1の反射ミラー21、21...、第2の反射ミラー22は、全体として、反射器13を介して前方側、後方側の2群に分割されている。そこで、反射器13の前方側のビームスプリッタ21aと第1の反射ミラー21の数、すなわちX軸上の移動体Mxの数と、反射器13の後方側のビームスプリッタ21aと第1の反射ミラー21、第2の反射ミラー22の数、すなわちY軸上の移動体Myの数とは、それぞれ1以上の任意の数を取ることができる。

【0029】

また、図1、図8において、反射器13は、レーザ光L1、L2の光路を直角以外の任意の角度に屈曲させてもよい。このとき、反射器13の後方側の各移動体Myの移動方向は、前方側の各移動体Mxの移動方向に対し、反射器13による光路の屈曲角度相当の相対角度方向になっているものとする。

40

【0030】

さらに、図1、図8において、反射器13は、これを省略してもよい。レーザ光L1、L2の光路に沿ってX軸上を移動する少なくとも2個の移動体Mxを対象とすることができる。ただし、このときのビームスプリッタ21aと、それに組み合わせる第1の反射ミラー21の数は、それぞれ1または2以上とし、終端のビームスプリッタ21aの後方に第2の反射ミラー22を設けるものとする。

【0031】

50

なお、この発明は、2以上の移動体M_x、M_yの各移動方向の真直度、各移動方向の相対的な直角度などをリアルタイムに検出することができるから、それらを補正する適切な駆動系と組み合わせることにより、極めて高い精度の位置制御系を構築することが可能である。また、この発明は、移動体M_x、M_yの相対位置を高精度に検出するセンサとしても利用することができる。

【0032】

【発明の効果】

以上説明したように、この発明によれば、真直度干渉計と、移動体に搭載するビームスプリッタ、第1の反射ミラーと、終端のビームスプリッタの後方の移動体に搭載する第2の反射ミラーとを備えることによって、真直度干渉計は、第1、第2の反射ミラーから個別に到達する反射光から各移動体の移動方向の真直度を示す干渉光を作ることができるから、複数の移動体の移動方向の真直度を同時に一挙に検証することができるという優れた効果がある。

10

【図面の簡単な説明】

- 【図1】 全体構成説明図(1)
- 【図2】 全体構成説明図(2)
- 【図3】 要部斜視説明図
- 【図4】 要部動作説明図(1)
- 【図5】 要部動作説明図(2)
- 【図6】 使用状態説明図(1)
- 【図7】 使用状態説明図(2)
- 【図8】 他の実施の形態を示す図1相当図
- 【図9】 他の実施の形態を示す図2相当図

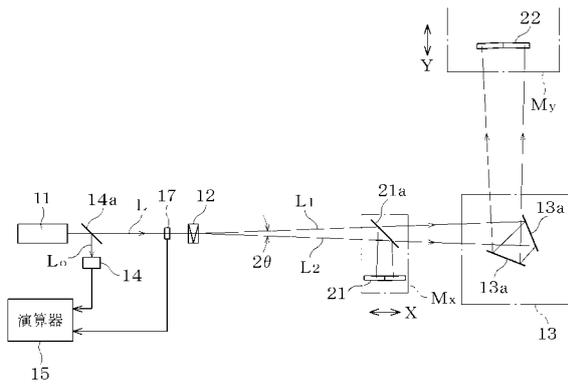
20

【符号の説明】

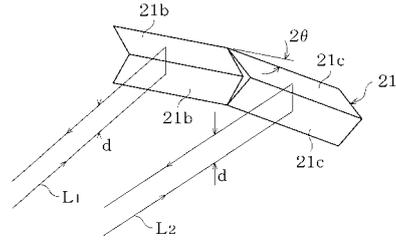
- M_x、M_y ... 移動体
- L、L1、L2 ... レーザ光
- 11 ... レーザ発振器
- 12 ... 真直度干渉計
- 13 ... 反射器
- 21 ... 第1の反射ミラー
- 21a ... ビームスプリッタ
- 22 ... 第2の反射ミラー

30

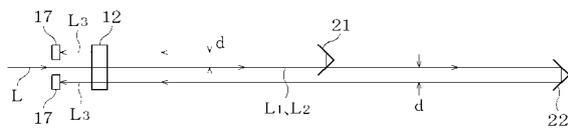
【図1】



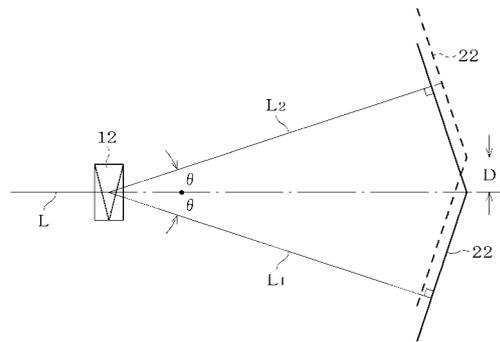
【図3】



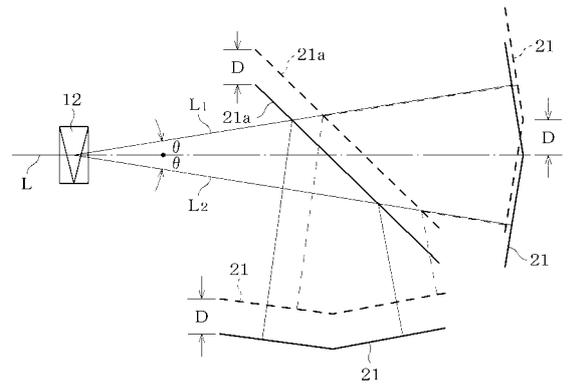
【図2】



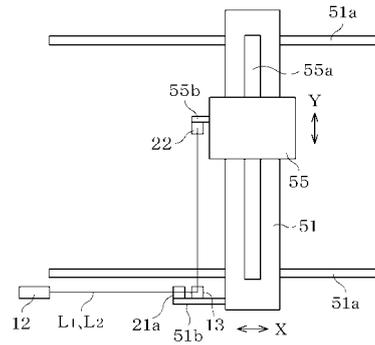
【図4】



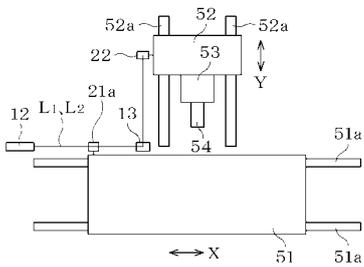
【図5】



【図7】



【図6】



フロントページの続き

(56)参考文献 特公昭50-008668(JP, B1)
特開昭49-062153(JP, A)
特開2004-138433(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01B 9/00 - 11/30