

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5128108号  
(P5128108)

(45) 発行日 平成25年1月23日(2013.1.23)

(24) 登録日 平成24年11月9日(2012.11.9)

(51) Int.Cl.

F I

G O 1 D 5/347 (2006.01)

G O 1 D 5/347 1 1 O S

請求項の数 9 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2006-293620 (P2006-293620)	(73) 特許権者	390014281
(22) 出願日	平成18年10月30日(2006.10.30)		ドクトル・ヨハネス・ハイデンハイン・ゲ
(65) 公開番号	特開2007-132932 (P2007-132932A)		ゼルシヤフト・ミット・ベシユレンクテル
(43) 公開日	平成19年5月31日(2007.5.31)		・ハフツング
審査請求日	平成21年9月30日(2009.9.30)		DR. JOHANNES HEIDEN
(31) 優先権主張番号	102005053789.8		HAIN GESELLSCHAFT M
(32) 優先日	平成17年11月9日(2005.11.9)		IT BESCHRANKTER HAF
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)		TUNG
(31) 優先権主張番号	102006041357.1		ドイツ連邦共和国、83301 トラウン
(32) 優先日	平成18年9月1日(2006.9.1)		ロイト、ドクトル・ヨハネス・ハイデンハ
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)		インーストラーセ、5
		(74) 代理人	100069556
			弁理士 江崎 光史
		(74) 代理人	100111486
			弁理士 鍛冶澤 實

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 位置測定装置及び位置測定装置を作動させる方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも1つの測定方向に互いに可動に配置されている2つの物体の位置を測定する位置測定装置にあって、この場合、この位置測定装置は、スケール本体と、光源及び移相に依存する位置信号を生成する1つ又は多数の光学構成要素及び/又は光電式構成要素を有する走査手段とを有する位置測定装置において、

光源(21; 201; 51; 61; 71; 421; 521; 621)は、所定値より大きいコヒーレント長を有する半導体レーザーとして構成されていて、この半導体レーザーは、シングルモード動作でパルス動作することを特徴とする位置測定装置。

【請求項 2】

半導体レーザーは、200 μmより大きいコヒーレント長を有することを特徴とする請求項1に記載の位置測定装置。

【請求項 3】

半導体レーザーは、5 ns ~ 50 nsの範囲内の1パルスの継続期間を有する光パルスを提供することを特徴とする請求項1に記載の位置測定装置。

【請求項 4】

異なる光路長を有する非対称な部分走査ビーム束が、走査手段を配置することによって形成されていて、これらの部分ビーム束が、重なり合って干渉する前に、これらの部分ビーム束が、これらの光路長を通過することを特徴とする請求項1~3のいずれか1項に記載の位置測定装置。

## 【請求項 5】

走査手段は、スケール本体（10；100；410；510；610）に対して相対移動する走査ユニット（20；200；420；520）内に配置されていて、光源（21；201；51；61；71；421；521；621）は、走査ユニット（20；200；420；520）から離れて配置されていて、この場合、光源（21；201；51；61；71；421；521；621）は、光ファイバ（28；208；428；528）によって走査ユニット（20；200；420；520）に接続されていることを特徴とする請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載の位置測定装置。

## 【請求項 6】

光学位置測定に利用されるビームの波長を測定する手段が、位置測定装置に敷設されていることを特徴とする請求項 1 に記載の位置測定装置。

10

## 【請求項 7】

波長を測定する手段が、波長測定装置（430）として構成されていて、この波長測定装置（430）の測定値が、評価ユニット（450）に供給され、この評価ユニット（450）は、位置測定装置の測定モデルに関連して波長による位置の誤差が補正されることを特徴とする請求項 6 に記載の位置測定装置。

## 【請求項 8】

波長を測定する手段は、追加の位置測定装置（530）として構成されていて、この位置測定装置（530）は、空間的に一定に敷設されている走査ユニット（532）及びスケール本体（531）を有し、それらの測定値が、評価ユニット（550）に供給され、さらにこの評価ユニット（550）は、波長による位置の誤差を補正することを特徴とする請求項 6 に記載の位置測定装置。

20

## 【請求項 9】

波長を測定する手段は、温度検出手段（622）を有し、光源（621）の温度が、温度検出手段（622）によって測定され、この検出された温度が、評価ユニット（650）に供給され、さらにこの評価ユニットは、波長と温度との既知の依存性のもとで波長による位置の誤差を補正することを特徴とする請求項 6 に記載の位置測定装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、位置測定装置及び位置測定装置を作動させる方法に関する。

30

## 【背景技術】

## 【0002】

半導体構成要素を製造する装置では、互いに移動する特定の部材の空間位置を適切な位置測定装置によって正確に測定することが必要である。このとき、コンピュータ制御される進行制御が、算出された位置情報によってこれらの装置で可能である。これに対して必要な位置測定が、主に多くのレーザー干渉計によって既に実施されている。将来的には、異なる部材のトラバース速度が上昇する場合でも、これと同時に位置測定に対する精度要求がさらに高まる。このときに結果として生じるこの高い精度要求の場合、レーザー干渉計が、位置測定装置としてもはや使用され得ない。最適な空調の場合でも、周囲空気中の屈折率の変動が、位置測定時に数ナノメートル（nm）の範囲内にある許容できない測定変動を招く。

40

## 【0003】

この理由から、これらの装置用の別の位置測定装置が既に提唱されている。すなわち、いわゆる交差格子を有する光学位置測定装置を 2 次元スケール本体として使用することが、例えばヨーロッパ特許第 1 019 669 号明細書から公知である。以下では、このような位置測定装置を格子型位置測定装置と呼ぶ。これらのシステムは、場合によっては起こりうる空気の屈折率の変動による影響をほとんど受けず、それ故に良好に再現可能な位置測定を可能にする。

## 【0004】

50

ナノメートル範囲内の必要な分解能を提供するスケール本体としての格子を有する光学位置測定装置は、一般に干渉走査原理に基づく。この場合、一般に、適切な光源の1本の光ビームが、少なくとも2本のコヒーレントな部分ビーム束に分割される。これらの部分ビーム束が、再結合して干渉する前に、これらの部分ビーム束は、引き続き走査ビーム経路内で多数の格子に当たる。最後に関心を起こす位置情報が、干渉する两部分ビーム束の（移相に依存する）位相位置によって与えられている。結果として生じる光路差は、このようなシステムの対称な走査ビーム路の形態内の分割と再結合との間の两部分ビーム束に対してほぼ零である。それ故に、検出側で希望する干渉を保証するためには、使用される光の僅かなコヒーレント長で十分である。

【0005】

10

別の干渉式位置測定装置が、ドイツ連邦共和国特許出願公開第 10 2005 043 569号明細書で提唱されている。この位置測定装置は、两部分ビーム束に対して非対称な走査ビーム路を有する。すなわち、干渉する部分ビーム束に対する光路差が、この非対称性に起因して数ミリメートル（mm）までの範囲内になる。使用される光の必要なコヒーレント長に関して、このことは、コヒーレント長が数ミリメートル（mm）から数センチメートル（cm）の範囲内にある必要があることを意味する。そうでない場合、重なり合う部分ビーム束の干渉が不可能である。

【特許文献1】ヨーロッパ特許第 1 019 669号明細書

【特許文献2】ドイツ連邦共和国特許出願公開第 10 2005 043 569号明細書

【特許文献3】ヨーロッパ特許第 1 334 332号明細書

20

【特許文献4】ヨーロッパ特許第1 334 32号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明の課題は、高精度な位置測定用の適切な光源を有する位置測定装置及びこの位置測定装置を作動させる方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

この課題は、本発明により、請求項1に記載の位置測定装置によって解決される。

【0008】

30

本発明の位置測定装置の好適な構成は、従属請求項中の手段に記載されている。

【0009】

さらにこの課題は、請求項13に記載の方法によって解決される。

【0010】

本発明の方法の好適な構成は、従属請求項中の手段に記載されている。

【0011】

少なくとも1つの測定方向に互いに移動するように配置されている2つの物体の位置を検出する本発明の位置測定装置は、スケール本体、光源を有する走査手段及び移相に依存する位置信号を検出する1つ又は多数の光学構成要素及び/又は光電式構成要素を有する。光源は、大きいコヒーレント長を有する半導体レーザーとして構成されている。半導体レーザーは、シングルモード動作でパルス動作する。

40

【0012】

このような光源を使用することは、特に本発明の位置測定装置の高精度の用途での使用に対してさらなる利点を奏する。したがって、例えばいわゆる入力ジッタによって引き起こされ得る測定誤差も、光源のパルス動作に起因して回避することができる。これは、実際の測定値の測定と出力との間の時間に起因して生じる誤差として理解することができる。この関係では、本出願人のヨーロッパ特許第 1 334 332号明細書をよく参照のこと。

【0013】

特に半導体レーザーは、200  $\mu\text{m}$  より大きいコヒーレント長を有する。

【0014】

50

好適な実施の形態では、半導体レーザーは、5ns ~ 50nsの範囲内のパルス期間を有する光パルスを提供する。

【0015】

光源は、DFB半導体レーザー、DBR半導体レーザー又はモード結合半導体レーザー又はモード結合固体レーザーとして構成され得る。

【0016】

特に、異なる光路長を有する非対称な部分走査ビーム路が、走査手段を配置することによって構成されている。部分ビーム束が重なり合って干渉する前に、これらの部分ビーム束が、これらの走査ビーム路を通過する。

【0017】

好ましくは、走査手段が、スケール本体に対して相対移動する走査ユニット内に配置されていて、光源が、走査ユニットから離れて配置されている。この場合、光源は、光ファイバによって走査ユニットに接続されている。

【0018】

特に、光学位置測定に利用されるビームの波長を測定する手段が、位置測定装置に敷設されている。

【0019】

波長を測定する手段は、波長測定装置として構成され得る。この波長測定装置の測定値が、評価ユニットに供給される。この評価ユニットは、位置測定装置の計測学モデルに関連して波長による位置の誤差を補正する。

【0020】

さらに波長を測定する手段は、追加の位置測定装置として構成してもよい。この位置測定装置は、空間的に一定に敷設されている走査ユニット及びスケール本体を有し、それらの測定値が、評価ユニットに供給される。さらにこの評価ユニットは、波長による位置の誤差を補正する。

【0021】

最後に、波長を測定する手段は、温度を検出する手段を有する。光源の温度が、これらの手段によって測定され、検出された温度が、評価ユニットに供給される。さらにこの評価ユニットは、波長と温度との既知の依存性のもとで波長による位置の誤差を補正する。

【0022】

少なくとも1つの測定方向に互いに可動に配置されている2つの物体の位置を測定する位置測定装置を作動させる本発明の方法の範囲内では、位置測定装置は、スケール本体、光源を有する走査手段及び移相に依存する位置信号を生成する1つ又は多数の光学構成要素及び/又は光電式構成要素を有する。光源は、大きいコヒーレント長を有する半導体レーザーとして構成されている。この半導体レーザーは、シングルモード動作でパルス動作する。

【0023】

特にこの半導体レーザーは、この半導体レーザーが5ns ~ 50nsの範囲内のパルス期間を有する光パルスを供給するようにパルス動作する。

【0024】

好ましくは、光学位置測定に利用されるビームの波長がさらに測定される。

【0025】

波長を測定するため、例えば波長測定装置が使用され得る。この波長測定装置の測定値が、評価ユニットに供給される。波長による位置の誤差が、位置測定装置の計測学モデルに関連して評価ユニットによって補正される。

【0026】

代わりに、追加の位置測定装置を波長を測定するために使用してもよい。この位置測定装置は、空間的に一定に敷設されている走査ユニット及びスケール本体を有し、それらの測定値が、評価ユニットに供給される。波長による位置の誤差が、評価ユニットによって補正される。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 7 】

さらに温度検出手段が、波長を測定するために使用され得る。光源の温度が、この温度検出手段によって測定され、検出された温度が、評価ユニットに供給される。波長による位置の誤差が、評価ユニットによって波長と温度との既知の依存性のもとで補正される。

## 【 0 0 2 8 】

その他の利点及び本発明の詳細を以下の添付図面に基づく実施の形態から説明する。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【 0 0 2 9 】

本発明の格子に基づく位置測定装置（エンコーダ）の第 1 の実施形の概略図が図 1 中に示されている。

10

## 【 0 0 3 0 】

示された位置測定装置は、スケール本体 1 0 , 測定方向 x に相対移動する少なくとも 1 つの走査ユニット 2 0 及び走査ユニット 2 0 から離れて配置された光源 2 1 を有する。スケール本体 1 0 及び走査ユニット 2 0 は、2 つの - 示さなかった - 物体に接合されている。これらの物体の位置が、互いに検出されなければならない；例えばこれらの物体は、冒頭で述べたように半導体構成要素を製造する装置の互いに相対移動する要素である。

## 【 0 0 3 1 】

スケール本体 1 0 は、この例では線形な反射スケール本体として構成されていて、測定方向 x に交互に配置された、異なる反射特性の領域から成る。

## 【 0 0 3 2 】

20

移相に依存する位置信号を生成する走査側の要素を、以下で走査手段と呼ぶ。これらの走査手段は、光源 2 1 のほかにその他のいろいろな光学要素及び / 又は光電式要素をさらに有する。これらの構成要素は、例えば走査ユニット 2 0 内に配置されていてもよいし及び / 又は例えば適切な光ファイバ等を介して走査ユニット 2 0 に適切に作用接続していてもよい。走査手段の機能を説明するため、以下で図 1 中に示した実施の形態の走査ビーム路を追記する。この点では、明らかに別の走査ビーム路も本発明の範囲内で実現可能である。

## 【 0 0 3 3 】

図 1 の例では、光パルスの形態で光源 2 1 から放出されたビーム束が、光ファイバ 2 8 を通じて走査ユニット 2 0 に供給される。特に適した光源の詳細に関しては、以下の説明を参照のこと。光パルスつまりビーム束が、出力レンズ 2 2 を通じて偏向ミラー 2 3 に到達する。この偏向ミラー 2 3 は、ビーム束をスケール本体 1 0 の方向に偏向させる。次いでビーム束が、走査ユニット 2 0 の裏面に沿った走査板 2 4 の透過性の領域を通過してスケール本体 1 0 の方向に伝搬する。このビーム束は、スケール本体 1 0 に 1 回当たった際に 2 本の部分ビーム束 + 1 次及び - 1 次に回折又は分割され、走査ユニット 2 0 の方向に再反射する。次いで分割された部分ビーム束はそれぞれ、走査板 2 4 の第 1 走査格子 2 5 . 1 , 2 5 . 2 を通過し、後続配置された逆反射要素 2 6 . 1 , 2 6 . 2 によってスケール本体 1 0 の方向に再び偏向される；これらの偏向された部分ビーム束は、図中では点線で示されている。例えば適切なプリズム、偏向ミラーの組み合わせ等が、逆反射要素 2 6 . 1 , 2 6 . 2 として機能する。走査板 2 4 の - 図 1 中に示さなかった - 第 2 走査格子をもう 1 回通過し、この時に偏向した後に、部分ビーム束は、スケール本体 1 0 にもう 1 回当たる；元に向向された部分ビーム束は、図 1 中では概略的にしか示されていない。すなわち、特にスケール本体 1 0 に対するもう 1 回の衝突は完全に正しく示されていない。一対の平行な部分ビーム束が、走査ユニット 2 0 の方向に伝搬するように、部分ビーム束が、スケール本体 1 0 で新たに回折される。走査ユニット 2 0 内では、これらの部分ビーム束が、走査板 2 4 のもう 1 つの走査格子 2 5 . 3 に当たる。3 つの空間方向の三対の干渉している部分ビーム束への分割が、この走査格子 2 5 . 3 で起こる。走査ユニット 2 0 内の 3 つの検出要素 2 7 . 1 , 2 7 . 2 , 2 7 . 3 が、対応する空間方向に配置されている。移相している位置信号が、これらの検出要素 2 7 . 1 , 2 7 . 2 , 2 7 . 3 によって検出可能である。

30

40

50

## 【 0 0 3 4 】

走査ユニット 1 0 内の検出要素 2 7 . 1 - 2 7 . 3 の示された配置の代わりに、これらの検出要素 2 7 . 1 - 2 7 . 3 を光源 2 1 と同様に走査ユニット 1 0 から空間的に分離して配置すること、及び検出すべき部分ビーム束を光ファイバを通じて検出要素に供給することが可能である。

## 【 0 0 3 5 】

本発明の位置測定装置のこの実施の形態では、部分ビーム束は、スケール本体 1 0 上の 1 回目と 2 回目との間で明らかに異なる光路長  $L_1$  ,  $L_2$ 、すなわち  $L_1 \neq L_2$  を通過する；このことは、図 1 中には粗く概略的に示されている。したがって、干渉する部分ビーム束に対して明らかに異なる光路長を有する非対称な部分走査ビーム路が存在する。干渉信号が、検出側で位置測定のために評価されなければならない場合、上述した使用される光源の大きいコヒーレント長が、この非対称性に起因して要求される。図 3 a - 3 c に基づいて適切な光源を詳細に説明する前に、本発明の位置測定装置の第 2 の実施の形態を説明する。図 2 は、同様に非常に概略的に示した対応する位置測定装置を示す。

10

## 【 0 0 3 6 】

同様に走査ユニット 2 0 0 が、図 2 中に示されている。この走査ユニット 2 0 0 は、スケール本体 1 0 0 に対して少なくとも 1 つの測定方向  $x$  に可動に配置されている；光源 2 0 1 から放出された光パルスが、同様に光ファイバ 2 0 8 を通じて走査ユニット 2 0 0 に供給される。

20

## 【 0 0 3 7 】

位置測定装置の示された第 2 の実施形は、図 1 からの実施の形態と違って説明した測定方向  $x$  方向の相対移動の測定だけを可能にするのではなくて、これに対して垂直な方向  $z$  に沿った同時の位置測定もさらに可能にする。したがって、スケール本体 1 0 0 と走査ユニット 2 0 0 との間の距離を測定することもできる。

## 【 0 0 3 8 】

そのため、走査ユニット 2 0 0 は、図 2 中に概略的に示したように図 1 による実施の形態で説明したような 2 つの走査ビーム路を有する。図 2 中では、両走査ビーム路は、符号 ENCODER A 及び ENCODER B を有する。したがって両走査ビーム路の各々は、図 1 中の例から成る走査ビーム路と原理的に同様に構成されている。特に分割される部分ビーム路内の元に偏向される光路長  $L_1$  ,  $L_2$  に関しては、これらの部分ビーム束はそれぞれ明らかに異なる。すなわち、同様に  $L_1 \neq L_2$  である。

30

## 【 0 0 3 9 】

走査ユニット 2 0 0 とは別に配置された光源 2 0 1 の入力側に供給される光パルスが、光ファイバ 2 0 8 を通じて走査ユニット 2 0 0 に供給され、分割光学系 2 0 2 によって両走査ビーム路に分割される；見易さの理由から、これらの両走査ビーム路の詳細は省略した。走査手段に属する光学部材は、図 2 中では走査ユニット 2 0 0 内で広い意味で概略的にブロック 2 1 0 として示されている。同様に、走査手段にも属するべき光電式検出要素 2 0 7 . A , 2 0 7 . B が、概略的なブロックとしてだけで示されている。これらの検出要素 2 0 7 . A , 2 0 7 . B によって検出された信号が、次いで再処理のために - 図示しなかった - 評価ユニットに供給される。

40

## 【 0 0 4 0 】

走査ビーム路の詳細に関しては、本出願人のドイツ連邦共和国特許出願公開第 10 2005 043 569.6 号明細書を参照のこと。

## 【 0 0 4 1 】

本発明の位置測定装置の第 2 の実施形でも、高精度測定に対して特別な利点を奏する特別に選択された光源が使用される。

## 【 0 0 4 2 】

すなわち光源は、大きいコヒーレント長を有する半導体レーザーとして構成されている。この半導体レーザーは、シングルモード動作でパルス動作又はパルス駆動される。この場合、コヒーレント長は、特に 1mm ~ 1cm にある。上述した両走査の実施の形態のような

50

非常に非対称な部分走査ビーム路の場合でも、これらの两部分ビーム束の干渉が保証され得る。これらの两部分ビーム束は、実施された2回目の回折及びスケール本体での結合後に検出要素の方向に平行に伝搬する。

【0043】

さらにそれぞれの測定課題は、例えば基本的にヨーロッパ特許出願公開第1 334 32号明細書から公知であるようなパルス化された走査方法を使用することを必要とする。こうして、走査時点が、光パルスだけによって決定されている。すなわち、既に上述した入力ジッタ及びこれから生じる位置測定時の測定誤差が、パルス化された走査方法によって回避できるか又は少なくとも最小限にできる。

【0044】

すなわち光源として設けられている半導体レーザーは、パルス化されて動作可能である必要がある。この場合、プラスの期間は、5ns ~ 50nsの範囲内にある必要がある。例えばヨーロッパ特許出願公開第1 334 32号明細書中で提唱されているような、既存のパルス化されて動作可能な半導体レーザー又はレーザーダイオード（例えば、ファブリ・ペロー・レーザーダイオード）を使用する場合、半導体レーザー又はレーザーダイオードのマルチモード動作だけを実現することができる。しかしながらマルチモード動作では、短いコヒーレント長しか実現できない。このことは、他方では非対称な部分走査ビーム路に起因した可能な限り大きいコヒーレント長の要求に反する。

【0045】

十分に大きいコヒーレント長を有する半導体レーザーの形態の本発明にしたがって選択されたシングルモード動作でパルス動作する光源が、これらの問題を回避する。これらの要求を満たす一般的な半導体レーザーは、例えばいわゆるDFB半導体レーザー[DFB=Distributed Feedback]、DBR半導体レーザー[DBR=Distributed Bragg Reflector]又はモード結合半導体レーザー若しくは固体レーザーである。

【0046】

この場合、DFB半導体レーザー及びDBR半導体レーザーは、既存のファブリ・ペロー半導体レーザーのレーザー内部の追加のフィルタ構造によって区別が付く。このフィルタ構造は、ダイナミック動作で非常に短い時間（DFB半導体レーザーで約14ps）後にシングル・レーザーモードを生成する。この非常に速い振動過程(Einschwingvorgang)に起因して、このような半導体レーザーは、ns範囲内のパルスの場合でほとんど専ら1つのモードで放出する。このモードは、非常に狭い帯域幅を有し、したがって存在する用途に対して十分に大きいコヒーレント長を有する。

【0047】

図3a中には、DFB半導体レーザー51の実施の形態が非常に概略的に示されている。これらの半導体レーザーの場合、フィルタ構造が、レーザー共振器の内部に形成された屈折率格子51.1として構成されている。確かにこのことは、2つのモードの可能な生成を伴うものの、システムの対称性に関する技術的な手段によって最終的に1つのモードを適切に選択することができる。

【0048】

DBR半導体レーザー61の実施の形態が、図3b中に同様に非常に概略的に示されている。DBR半導体レーザーは、説明したDFB半導体レーザーと同様な原理を利用する。ここでは、レーザー活性な半導体層が、反射器としてのブラッグ格子61.1の前方又は後方に接続されている。このブラッグ格子61.1は、フィルタ作用を有する。

【0049】

したがって説明したこれらの両半導体レーザーの実施の形態は、動的なシングルモードで作動され、数センチメートルのコヒーレント長（DFB半導体レーザー：>6cm）を提供する。このことは、これらの実施の形態を本発明の位置測定装置用の好適な光源として役立つ。

【0050】

これらの半導体レーザーのタイプとは対照的に、ファブリ・ペロー・半導体レーザーの

10

20

30

40

50

場合は、多数のレーザーモードが通電時に振動する。ただ1つのモードが、強さの違いに基づいて多数のレーザーモードから生じる。一般的な時定数は、ここでは10ns～15nsにある。

【0051】

最後に図3cは、公知のモード結合半導体レーザーを概略的に示す。このレーザー結合半導体レーザーは、同様に本発明用の光源71として適している。約98%の反射特性のミラー72が、光の出射側でレーザー媒体74に隣接して配置されている。飽和可能な吸収要素73が、共振器の側面の反対側に存在する。この吸収要素73は、接続状況に応じて0%又は100%の反射特性を呈する。

【0052】

本発明にしたがって選択された光源の比較的大きいコヒーレント長の既に上述した利点として、2つの干渉している部分ビーム間の200 μm未満の制限された光路差を有するファブリ-ペロー半導体レーザーとは違う走査原理が実現可能であることを挙げることができる。これらの走査原理の場合、数センチメートルまでの光路差を有する複数の部分走査ビーム路が可能である。

【0053】

これによって、パルス動作する位置測定装置のこの改良の場合、非常に対称な走査ビーム路にもはや限定されず、非対称な走査ビーム路も可能である。

【0054】

干渉している两部分ビーム束が、位置測定装置のスケール本体と走査ユニットとの場合によっては起こりうる傾きによって同様に異なる光路長を通過するので、干渉している部分ビーム束に対してより大きい許容範囲の光路差が、広い許容範囲に利用され得る。上述した光源を使用する場合、従来よりも大きい傾斜許容誤差が、干渉式位置測定装置の使用時に可能である。

【0055】

このような光源の別の利点として、これらの光源がパルス動作で専ら僅かな「キルプ(Chirp)」、すなわち僅かな周波数変化(Frequenzgang)しかパルスの時間経過にわたって有さないことを挙げることができる。既存の直接変調式(direct modulierten)の半導体レーザーの場合、一般に周波数の変化が、パルスの時間の関数として得られる。このように呼ばれるキルプは、上述したコヒーレント長に影響する；すなわち、キルプが増大すると共に、コヒーレント長が減少する。

【0056】

さらにこのような周波数の変化は、生じる位置信号の変調度に影響する。基本的に位置信号の変調度は、増大するキルプと共に減少する。したがって、パルス動作するDFB半導体レーザー、DBR半導体レーザー又はモード結合レーザーの使用は、光源としてのファブリ-ペロー半導体レーザーの使用に比べて位置信号を改良する。

【0057】

説明した光源に関して、これらの光源は、別の用途又は別の位置測定装置で好適に使用できる。

【0058】

特に非対称な部分走査ビーム路を有する位置測定装置の場合、別の問題が、使用される光源又はこの光源から供給されるビームに関して生じる。すなわち、生成された位置信号は、使用されるビームの波長にも依存する。場合によっては起こりうる波長の変動が、所定の期間内で非常に大きくない場合、誤差が、位置測定時に発生しない；それぞれの波長が非常に大きく変動する場合、誤差測定が場合によっては起こる場合、この影響の補正も必要になりうる。これに対して最も簡単な場合では、測定時点に対する実際の波長又はこの波長に既知のように依存する位置又はその他の測定値が、補正の目的で使用され得る。測定される位置と測定される波長との既知の依存性によって、この位置は、同様に簡単な方法で波長の変化時に補正され得る。波長に依存する効果を考慮するため、使用される位置測定装置側の適切な手段によって波長を検出し、これから生じる情報を補正の目的でさ

10

20

30

40

50



らに利用することが好ましい。以下に、位置測定時の波長による誤差を補正する適切な可能性を図4 a - 4 c に基づいて説明する。

【0059】

波長は、第1の実施の形態では例えば高分解能のいわゆる波長計(Wavemeter)又はエタロン(Etalon)の形態の波長測定装置によって監視又は検出できる；これに対しては、図4 a 中の例を参照のこと。図4 a は、スケール本体410、走査ユニット420、光ファイバ428を通じて走査ユニットに作用接続している光源421及び波長測定装置430を有する本発明の位置測定装置を示す。波長測定装置430の測定値が、評価ユニット450に供給される。光源から放出された波長を測定するビームが、ファイバカプラ435及び別の光ファイバ429を通じて波長測定装置430に同様に供給される。

10

【0060】

波長の変化に起因した場合によっては起こりうる位置の偏差が、位置測定装置の対応する計測学モデルで評価ユニット450内の後続する位置信号の処理によって補正することができる。位置測定装置の計測学モデルは、関数、例えば多項式と解される。この関数は、移動許容誤差(傾き)の影響、製造許容誤差(鋭角度等)及び生成された位置情報に対する波長を表す。

【0061】

波長を測定する別の第2の実施の形態は、個別の位置測定装置にも使用されるような追加の位置測定装置の使用である；これに対しては、図4 b を参照のこと。この追加の位置測定装置530は、走査ユニット532を有する。この走査ユニット532は、スケール本体531に固定接合されている；同様に光源521のビームが、ファイバカプラ535を通じて追加の位置測定装置530に供給される。ビームは、個別の位置測定装置内で利用される。この位置測定装置は、同様に走査ユニット520及びスケール本体510を不変な所定の相対方向に沿って有する。位置の変化が、追加の位置測定装置内で発生する場合、これらの位置の変化は、光源521から放出されたビーム中の波長の変動によって引き起こされている。この実施の形態でも、これらの位置の変化が、評価ユニット550によって波長の変化に換算することができるか、又は、これらの位置の変化が、測定される物体の位置の補正に直接利用することができる。波長の測定に使用される位置測定装置が、実際の位置測定に使用される位置測定装置のような同じ熱源に曝される場合、熱ドリフトも同時に補正することができる。

20

30

【0062】

光源の概略的な原理が図4 c に示されている第3の実施の形態では、波長に依存する補正が、使用される光源621の温度を測定することによって実施できる。この温度は、光源621の既知の波長の依存性によって計算される。この温度は、場合によっては独立した測定ステップで測定することができる。そのため、例えば公知の温度センサ622が、使用される半導体レーザーに配置され得る。これらの温度センサ622の測定値が、適切な評価ユニット650に供給される。

【0063】

本発明の範囲内では、説明した例のほかに、明らかに一連のその他の構成も可能である。

40

【図面の簡単な説明】

【0064】

【図1】本発明の位置測定装置又は本発明の方法の第1の実施の形態を説明する概略図である。

【図2】本発明の位置測定装置の第2の実施の形態を説明する概略図である。

【図3 a】本発明の位置測定装置用の適切な光源の概略図を示す。

【図3 b】本発明の位置測定装置用の適切な光源の概略図を示す。

【図3 c】本発明の位置測定装置用の適切な光源の概略図を示す。

【図4 a】本発明の位置測定装置を使用する場合の波長を検出する実施の形態を概略的に示す。

50

【図 4 b】本発明の位置測定装置を使用する場合の波長を検出する実施の形態を概略的に示す。

【図 4 c】本発明の位置測定装置を使用する場合の波長を検出する実施の形態を概略的に示す。

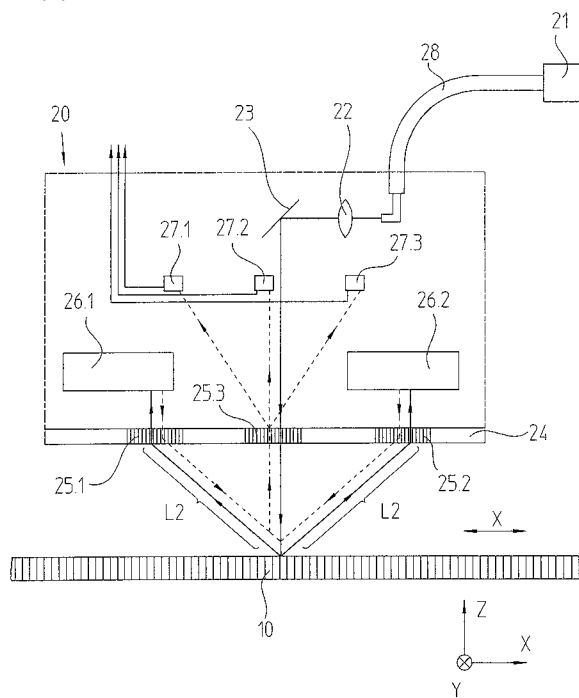
【符号の説明】

【 0 0 6 5 】

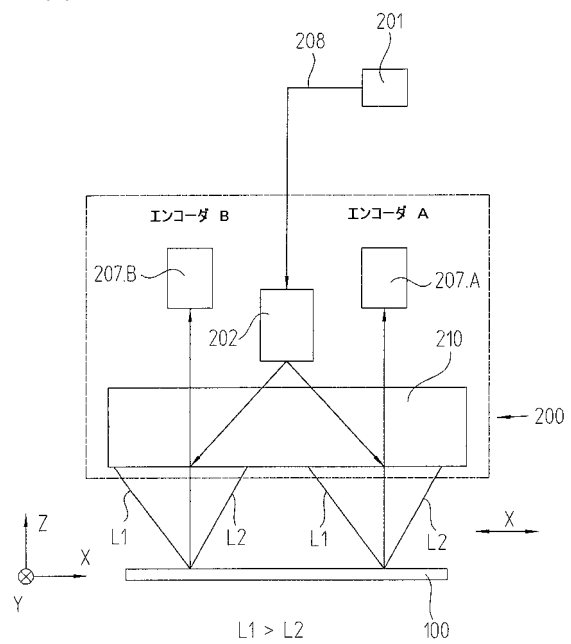
1 0	スケール本体	
2 0	走査ユニット	
2 1	光源	
2 2	出力レンズ	10
2 3	偏向ミラー	
2 4	走査板	
2 5 . 1	走査格子	
2 5 . 2	走査格子	
2 6 . 1	逆反射要素	
2 6 . 2	逆反射要素	
2 7 . 1	検出要素	
2 7 . 2	検出要素	
2 7 . 3	検出要素	
2 8	光ファイバ	20
2 0 0	走査ユニット	
2 0 1	光源	
2 0 2	分割光学系	
2 0 7 . A	検出要素	
2 0 7 . B	検出要素	
2 0 8	光ファイバ	
2 1 0	ブロック	
5 1	D F B 半 導 体 レーザー	
5 1 . 1	屈折率格子	
6 1	D B R 半 導 体 レーザー	30
6 1 . 1	ブラッグ格子	
7 1	光源	
7 2	ミラー	
7 3	吸収要素	
7 4	レーザー媒体	
4 1 0	スケール本体	
4 2 0	走査ユニット	
4 2 1	光源	
4 2 8	光ファイバ	
4 2 9	光ファイバ	40
4 3 0	波長測定装置	
4 3 5	ファイバカプラ	
4 5 0	評価ユニット	
5 1 0	スケール本体	
5 2 0	走査ユニット	
5 2 1	光源	
5 2 8	光ファイバ	
5 2 9	光ファイバ	
5 3 0	位置測定装置	
5 3 1	スケール本体	50

5 3 2	走査ユニット
5 3 5	ファイバカプラ
5 5 0	評価ユニット
6 1 0	スケール本体
6 2 1	光源
6 2 2	温度センサ
6 5 0	評価ユニット

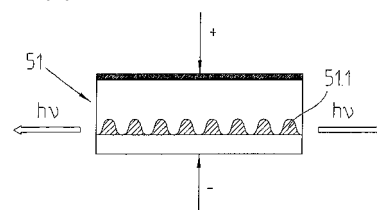
【図 1】



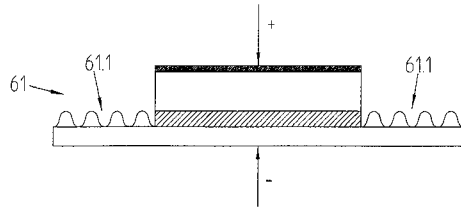
【図 2】



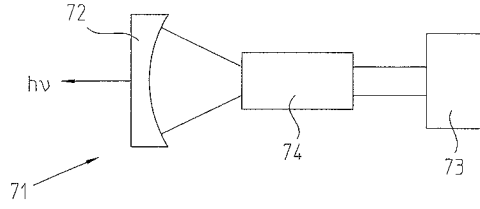
【図 3 a】



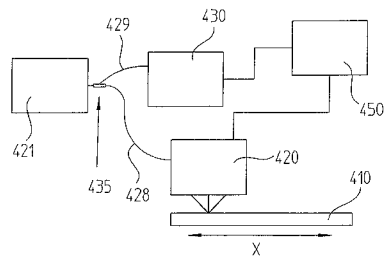
【図 3 b】



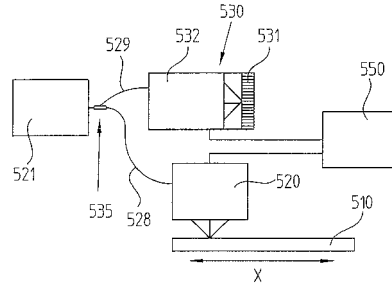
【図 3 c】



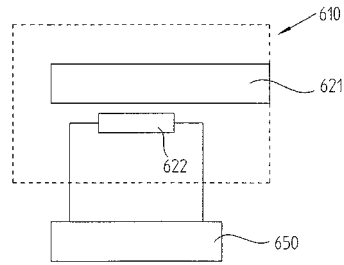
【図 4 a】



【図 4 b】



【図 4 c】



---

フロントページの続き

(72)発明者 マルクス・マイスナー

ドイツ連邦共和国、ピッテンハルト、ブーヘンストラーセ、4

(72)発明者 イェルク・ドレシャー

ドイツ連邦共和国、リーデリング、ティンニンガー・ストラーセ、22

審査官 岡田 卓弥

(56)参考文献 特開2006-133222(JP,A)

特表2004-513337(JP,A)

特開2004-144581(JP,A)

特開2004-101512(JP,A)

特開2000-304507(JP,A)

特開2000-97727(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01D 5/26 - 5/38

G01B11/00 - 11/30