

(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2004-212243
(P2004-212243A)

(43) 公開日 平成16年7月29日(2004.7.29)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
GO 1 D 5/30	GO 1 D 5/30	2 F 1 0 3
GO 2 B 5/18	GO 2 B 5/18	2 H 0 4 9

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 7 頁)

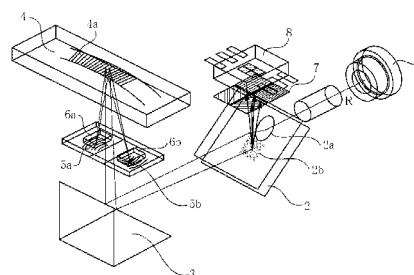
(21) 出願番号	特願2003-371 (P2003-371)	(71) 出願人	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成15年1月6日(2003.1.6)	(74) 代理人	100090538 弁理士 西山 恵三
		(74) 代理人	100096965 弁理士 内尾 裕一
		(72) 発明者	石塚 公 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内
		Fターム(参考)	2F103 BA43 CA03 CA04 EA01 EB01 EC01 EC12 2H049 AA02 AA06 AA08 AA14 AA50 AA55 AA64 AA65 AA66

(54) 【発明の名称】 格子干渉型光学式エンコーダ

(57) 【要約】

【課題】 小型薄型高分解能エンコーダにおいて小型薄型を損なうことなくスケール部と検出ヘッド部とが分離可能な構成で、複雑なアライメント調整作業を軽減し、かつ原点検出光学系を付加することが可能な格子干渉型エンコーダの実現する。

【解決手段】 相対移動する回折格子に向けて可干渉光を照射することで2つの異なる次数の回折光を発生させる照明光学系と、前記回折格子から発生した前記2つの異なる次数の回折光束について偏向手段を通して前記回折格子に再照射させる円弧状格子と、前記回折格子に再照射された前記回折光を再回折されて発生した再回折光同士を重ね合わせて受光素子に導光する導光手段とを備えた格子干渉型光学式エンコーダにおいて、前記回折格子と前記受光素子との間に前記重ね合わせられた再回折光束を複数の光束に分割する位相格子と、該位相格子によって分割された回折光束に対応してそれぞれ異なる偏向方向の線偏向素子を備えた。



【選択図】 図1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

相対移動する回折格子に向けて可干渉光を照射することで2つの異なる次数の回折光を発生させる照明光学系と、

前記回折格子から発生した前記2つの異なる次数の回折光束について偏向手段を通して前記回折格子に再照射させる円弧状格子と、

前記回折格子に再照射された前記回折光を再回折されて発生した再回折光同士を重ね合わせて受光素子に導光する導光手段とを備えた格子干渉型光学式エンコーダにおいて、

前記回折格子と前記受光素子との間に前記重ね合わせられた再回折光束を複数の光束に分割する位相格子と、該位相格子によって分割された回折光束に対応してそれぞれ異なる偏向方向の線偏向素子を備えたことを特徴とする格子干渉型光学式エンコーダ。

10

【請求項 2】

前記円弧状格子は反射型回折格子であることを特徴とする請求項1の格子干渉型光学式エンコーダ。

【請求項 3】

相対移動する回折格子に向けて可干渉光束を照射することで2つの異なる次数の回折光を発生させる照明光学系と、

前記回折格子から発生した前記2つの異なる次数の回折光について偏向手段を通して前記回折格子に再照射させる円弧状格子と、

前記回折格子に再照射された前記回折光を再回折されて発生した再回折光同士を重ね合わせて受光素子に導光する導光手段とを備えた格子干渉型光学式エンコーダにおいて、

前記相対移動する回折格子と一体の基板上で前記回折格子の近傍に構成した原点検出パターンと、前記可干渉光束の一部を偏向して前記原点パターン上に導光する光束分離素子と、前記原点検出パターンによって光学変調された反射回折光束をのみを検出する原点信号検出手段とを備えたことを特徴とする格子干渉型光学式エンコーダ。

20

【請求項 4】

前記光束分離素子は回折格子で、可干渉光束の一部を回折格子に点状集光または線状集光特性付与しつつ前記原点パターン上に導光する為の格子形状であることを特徴とする請求項3記載の格子干渉型光学式エンコーダ。

【請求項 5】

前記光束分離素子は、前記円弧状格子と同一の基板上に構成したことを特徴とする請求項3記載の格子干渉型光学式エンコーダ。

30

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、産業用計測機械等にて採用されている、位置や角度情報を検出するためのエンコーダに関するものである。

【0002】**【従来の技術】**

本出願人は、これまで光の回折干渉現象を応用して、物体の位置や速度の変動を検出するいわゆる格子干渉型エンコーダを開発製造してきている。とくにミクロンオーダの微細スケールを採用し、該スケールにて回折された光束を2つ取り出して各々干渉させることで、幾何光学式エンコーダよりはるかに高分解能のエンコーダを提供している。これらのエンコーダは、2つの回折光の波面を合成し、干渉パターンを生成する構成を取っているが、干渉光学系であるがゆえに、各光学素子の加工、配置精度は非常に厳しいのが現状である。とくにスケール部と検出ヘッド部が分離したいわゆる組み込みタイプのエンコーダの場合は、ユーザがスケールと検出ヘッド部をモータやステージ等に装着しなければならず、そのアライメント調整作業における困難さが問題になっていた。また、実際の装置に装着した場合は、さらなる小型であることが要求されてきている。

40

【0003】

50

また、より精密な計測制御を実現するにあたって、再現性のある原点位置計測が重要となってくる。従来は、格子干渉型エンコーダの回転軸と連結する回転機構のどこかに別途に原点だしセンサを構成して計測再現性を確保するのが一般的であった。

【0004】

しかし、前記従来技術では、高精度な格子干渉型エンコーダと機構の原点検出器との間が離れていたため、連結している機構の剛性やアッペの誤差により計測再現性を十分に補償することが難しく、適用する装置のコンパクト化や組込み調整作業に難点があった。この難点を克服し得る解決策として、出願人は取り付け時のアライメント誤差の影響を軽減する技術や格子干渉型エンコーダの被計測格子の近傍に原点だし用のパターンを構成させ、エンコーダ出力のほかに原点だし出力を提供する格子干渉型エンコーダを各種開示して

10

【0005】

しかし、当該検出器はより小型・高精度化、及び組込み容易性を追求するために更なる技術改良を必要としてきた。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、かかる方式等の小型薄型高分解能エンコーダにおいて小型薄型を損なうことなくスケール部と検出ヘッド部とが分離可能な構成で、複雑なアライメント調整作業を軽減し、かつ原点検出光学系を付加することが可能な格子干渉型エンコーダの実現を目的とする。

20

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記の課題を鑑みて相対移動する回折格子に向けて可干渉光を照射することで2つの異なる次数の回折光を発生させる照明光学系と、前記回折格子から発生した前記2つの異なる次数の回折光束について偏向手段を通して前記回折格子に再照射させる円弧状格子と、前記回折格子に再照射された前記回折光を再回折されて発生した再回折光同士を重ね合わせて受光素子に導光する導光手段とを備えた格子干渉型光学式エンコーダにおいて、前記回折格子と前記受光素子との間に前記重ね合わせられた再回折光束を複数の光束に分割する位相格子と、該位相格子によって分割された回折光束に対応してそれぞれ異なる偏向方向の線偏向素子を備えたことを特徴とする。

30

【0008】

また、上記の格子干渉型光学式エンコーダにおいて、前記相対移動する回折格子と一体の基板上で前記回折格子の近傍に構成した原点検出パターンと、前記可干渉光束の一部を偏向して前記原点パターン上に導光する光束分離素子と、前記原点検出パターンによって光学変調された反射回折光束をのみを検出する原点信号検出手段とを備えたことを特徴とする。

【0009】

【発明の実施の形態】

図1は、本出願において採用しているスケールと検出ヘッド部を分離配置可能な格子干渉型エンコーダ光学配置図である。半導体レーザー1から射出された光束Rは、部分透過部2aを有するビームスプリッタ2を透過し、反射ミラー3を介して回折格子スケール4に照明され、反射回折光R⁺、R⁻は、それぞれ円環状反射格子5a、5b上に照明される。ここで回折格子スケール4上の格子4aのピッチをP1とすると、円環状反射格子5a、5bのピッチP2は、

40

$$P2 = P1 / 2$$

の関係で設定してある。

【0010】

円環状反射格子5a、5bは局所的に見ると格子ピッチP2の回折格子として作用し、元の方位へ回折され、スケール格子4の略同一位置に向けて照明され、再回折され、それぞれ光束を重ね合わせてビームスプリッタ2まで戻される。この光束は、それぞれビームス

50

プリッタBS2の裏面の反射回折格子2bにて半導体レーザと異なる方向へ取り出され、干渉光束として受光素子8にて検出される。なお、±1次回折光を使用した場合は、干渉の明暗周期はスケール格子の1ピッチ分の移動につき4周期である。

【0011】

この実施例における格子干渉型エンコーダは、円弧状反射格子5a、5bの効果によって、光源の波長変動に対して光路ずれを補正する効果およびアライメント誤差に対して補正が働くので、スケール格子と検出ヘッドを分離したエンコーダでも取り付けが比較的容易になる。また、構成部品点数が非常に少ないので小型薄型化が可能である。

【0012】

図2は、本発明の第1実施例に原点検出光学系を付加した光学配置図である。半導体レーザ1から射出された光束Rは、反射膜および部分透過窓2aを有するビームプリッタ2を透過し、反射ミラーMおよび円弧格子素子基板の透過回折格子部5cに入射する。 10

【0013】

まず、格子干渉を原理とするインクリメンタル信号の発生の光学系を説明する。該円弧格子素子基板の透過回折格子部5cを0次回折にて透過した光束は、回折格子スケール4に照明され、反射回折光R⁺、R⁻は、それぞれの光路中に設けられた1/8波長板6a、6bを透過して、それぞれ円弧状反射格子5a、5b上に照明される。ここで回折格子スケール4上の格子4aのピッチをP1とすると、円弧状反射格子5a、5bのピッチP2は、

$$P2 = P1 / 2$$

の関係で設定してある。 20

【0014】

円弧状反射格子5a、5bは、同心円の一部からなる等ピッチの格子であるが、局所的に見ると格子ピッチP2の回折格子として作用し、元の方位へ回折され、前期1/8波長板6a、6bを透過してスケール格子4の略同一位置に向けて照明され、再回折され、それぞれ光束を重ね合わせてビームプリッタ2まで戻される。この2つの再回折光束は、それぞれ光軸を重ねあって、さらに光学軸を90度ずらして配置された1/8波長板6a、6bを往復透過しているため、互いに逆周りの円偏光光束となっていて、ベクトル的に偏光状態を合成すると、+1次回折光と-1次回折光の位相差に応じて偏光面を回転させる直線偏光になっている。そして、ビームプリッタ2にて反射面に記録された千鳥状位相格子2bにて反射回折され、4分割されて、それぞれの受光面の前面に異なる方位に各偏光素子7介して4分割受光素子アレイ8にて検出される。なお、±1次回折光を使用した場合は、干渉の明暗周期はスケール格子の1ピッチ分の移動につき4周期である。また、4つの受光素子から得られる明暗周期信号は正弦波でありそれぞれ互いに位相がずれている。前記偏光素子7の方位を互いに45度づつ、ずらせば、90度位相がずれる。 30

【0015】

なお、本実施例では受光素子の数は4つであるが、通常は2つまたは3つあれば良いことは言うまでもない。

【0016】

次に、原点信号検出の光学系を説明する。該円弧格子素子基板の透過回折格子部5cを1次回折にて透過した光束は、偏向されて、回折格子スケール4aに隣接する原点トラック4bに照明され、原点パターンにより反射光量等が変調され、反射光は、原点用受光素子10まで導光される。 40

【0017】

原点用受光素子10からは、反射光量の変化として出力され、2値化処理等により原点信号として出力される。

【0018】

ここで、図2の該円弧格子素子基板の透過回折格子5cは、リニアラメラ回折格子であって、インクリメンタル信号検出用光束と分岐してそれぞれ使用するため、所定の分配比になるように、透過回折格子のピッチや段差等を設定してある。たとえば、透過回折格子の 50

基板材料として石英（屈折率 1.45）を用い、波長 780 nm の半導体レーザを光源として、約 12% の 1 次偏向光束を取り出す場合は、ラメラ回折格子の凹凸比率は 1 : 1、段差は約 0.33 μm とすればよい。偏向角度は、透過回折格子への入射光束の角度および、透過回折格子のピッチで与えられる。

【0019】

また、原点トラックのパターンが所定の方向への反射光量に変調する 2 値パターン（透過、反射のパターンや、回折反射、単純反射のパターン等）であって、境界部を高精度に検出する必要がある場合は、図 3 のように、透過格子 5c の形状を偏芯フレネルレンズ等の形状のパターンにして原点トラック上で略点状集光されるように、集光特性を付与することができる。図 4 の実施例では、原点トラック上で線状集光されるように、双曲線格子を使用して、偏向特性と線状集光特性を 2 重に付与している。

10

【0020】

以上説明したように、円弧状反射格子板の光学透過窓部にて適切な特性の透過回折格子を形成することで原点検出光束を偏向しながら所定の光量にて分離生成し、原点信号トラックに照明し、受光する光学系を付加することで、小型性、薄型性および元の格子干渉によるインクリメンタル信号の高分解能、取り付け誤差に寛容な性能を両立できることがわかる。

【0021】

なお、原点検出用光束を分岐して取り出すために、円弧状反射格子板以外に別途用意しても良い。

20

【0022】

本発明に記述された内容で以下の項目に関しては部分変更置き換えが可能である。

(1) 本実施例では、原点用受光素子までの光路にミラーが配置し、いったん反射してインクリメンタル信号検出受光素子と同一基板上の原点用受光素子まで導光されているが、ダイレクトに受光してもよい。

(2) インクリメンタル検出光学系は、円弧状反射格子を使用したか、直線反射格子を使用した 3 格子干渉型光学系でも良い。

(3) 原点検出に反射光量の変調を使用したか、それ以外に、偏向による変調等の原理も使用できる。

(4) スケール格子を円盤状のディスクとし、放射状格子を記録したものに換えること

30

。（ロータリーエンコーダへの変更）

【0023】

【発明の効果】

以上説明したように、円弧状回折格子による 3 格子干渉光学系と相対移動する第 1 の回折格子から発生する再回折光を複数の光束に分割する位相格子と、分割された再回折光をそれぞれ偏向方向の異なる偏向板とを備え、当該偏向板を介して複数の再回折光を個別に検出するという構成を採用することで、相対移動する回折格子に対して片側に投光 / 受光系を構成することが可能になり、加えて円弧状回折格子と同一基板上にて原点検出光を分離生成する第 2 の回折格子を構成することができるようになった。これにより以下の効果が現れた。

40

(1) 平面状の光学素子に複数の機能を集積してあるので、部品点数が少なく小型化に向いている。

(2) 円弧状反射格子、透過格子はガラスエッチング等の同様のプロセスにより加工されるので量産性がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】円弧反射格子による本発明の実施例

【図 2】本発明の第 1 実施例に原点検出光学系を備えた第 2 の実施例

【図 3】分岐透過格子をフレネルレンズにした例

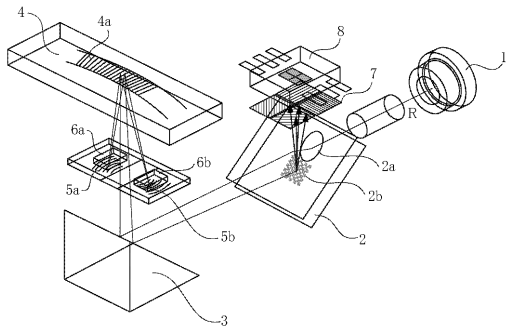
【図 4】分岐透過格子を双曲線格子にした例

【符号の説明】

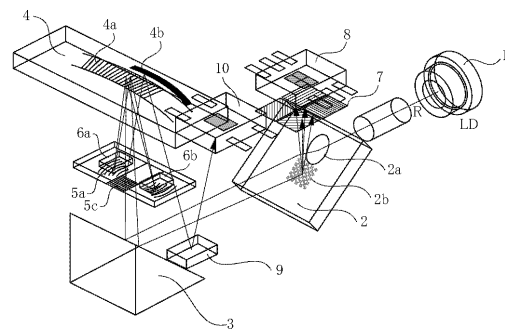
50

- 1 半導体レーザー
- 2 ビームスプリッター
- 3 ミラー
- 4 回折格子スケール
- 5 反射格子素子
- 6 a、6 b 1/8波長板
- 7 偏光素子
- 8 4分割受光素子アレイ
- 9 ミラー
- 10 原点用受光素子

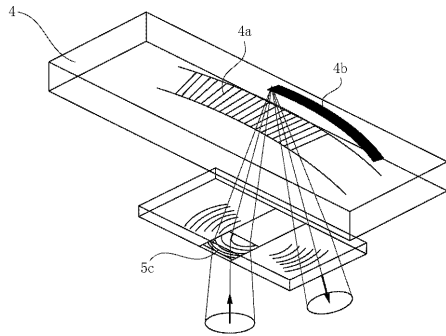
【図1】



【図2】



【 図 3 】



【 図 4 】

