

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5147367号

(P5147367)

(45) 発行日 平成25年2月20日(2013.2.20)

(24) 登録日 平成24年12月7日(2012.12.7)

(51) Int.Cl.

F I

G O 1 D 5/38 (2006.01)

G O 1 D 5/38

A

請求項の数 10 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2007-299738 (P2007-299738)
(22) 出願日 平成19年11月19日(2007.11.19)
(65) 公開番号 特開2008-129021 (P2008-129021A)
(43) 公開日 平成20年6月5日(2008.6.5)
審査請求日 平成22年10月22日(2010.10.22)
(31) 優先権主張番号 102006054780.2
(32) 優先日 平成18年11月20日(2006.11.20)
(33) 優先権主張国 ドイツ(DE)
(31) 優先権主張番号 102007035345.8
(32) 優先日 平成19年7月27日(2007.7.27)
(33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

(73) 特許権者 390014281
ドクトル・ヨハネス・ハイデンハイン・ゲ
ゼルシャフト・ミット・ベシュレンクテル
・ハフツング
DR. JOHANNES HEIDEN
HAIN GESELLSCHAFT M
IT BESCHRANKTER HAF
TUNG
ドイツ連邦共和国、83301 トラウン
ロイト、ドクトル・ヨハネス・ハイデンハ
イン・ストラッセ、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】 エンコーダ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

走査ユニット(10)及びこの走査ユニット(10)に対して少なくとも1つの測定方向(x)に移動する反射基準尺(30)を有し、少なくとも1つの基準位置(x_{REF})に対して1つの基準パルス信号(RI)を生成するエンコーダにおいて、

前記基準パルス信号(RI)を生成する前記走査ユニット(10)が、複数の光学要素を有し、これらの光学要素は、少なくとも1つの結合光学系(12)及びそれぞれ複数のアパーチャを含み、絞り面内に配置された少なくとも2つの絞り構造(13.1, 13.2)であり、1つの光源(14)及び少なくとも2つの検出要素(15.2)が、前記走査ユニット(10)にさらに敷設されていて、

前記反射基準尺(30)は、少なくとも1つの基準位置(x_{REF})に対して基準マーク(31)を有し、

この基準マーク(31)は、少なくとも1組の第1構造要素(31.1)を有し、これらの第1構造要素(31.1)は、前記反射基準尺(30)の平面内に前記測定方向(x)に対して垂直に第1横周期性(T1)で周期的に配置されていて、

また、前記基準マーク(31)は、少なくとも1組の第2構造要素(31.2)を有し、これらの第2構造要素(31.2)は、前記反射基準尺(30)の平面内に前記測定方向(x)に対して垂直に第2横周期性(T2)で周期的に配置されていて、前記第1横周期性(T1)と前記第2横周期性(T2)とは互いに異なり、

これらの構造要素(31.1, 31.2)は、回折構造要素として構成されていて、こ

10

20

これらの回折構造要素は、所定の焦点距離（ f ）を有するシリンダレンズのように前記測定方向（ x ）に光学的に作用しかつ前記第1横周期性（ T_1 ）及び前記第2横周期性（ T_2 ）を有する回折格子のように前記測定方向（ x ）に対して垂直に作用する、当該エンコーダ。

【請求項2】

前記構造要素（31.1, 31.2）は、測定方向（ x ）に虚焦点又は実焦点を前記反射基準尺（30）から前記焦点距離（ f ）内に有する、請求項1に記載のエンコーダ。

【請求項3】

前記構造要素（31.1, 31.2）の前記焦点距離（ f ）は、前記反射基準尺（30）から中立回転点（ N ）の距離の半分に一致し、この中立回転点（ N ）は、位置誤差が生じることなしに、前記走査ユニット（10）又は前記反射基準尺（30）の傾きが一点の周りで可能である当該点として規定されている、請求項1に記載のエンコーダ。

10

【請求項4】

前記構造要素（31.1, 31.2）の結像側の焦点面が、前記絞り面内に結像されるように、前記走査ユニット（10）内の前記結像光学系（12）が寸法決めされている、請求項1に記載のエンコーダ。

【請求項5】

前記基準マーク（31）は、それぞれ複数の組の第1構造要素（31.1）及び第2構造要素（31.2）を有し、これらの第1構造要素（31.1）及び第2構造要素（31.2）は、前記反射基準尺（30）の平面内で前記測定方向（ x ）に対して垂直に指向されている対称軸線（ S ）に対して平行に且つミラー対称に配置されていて、異なる横周期性（ T_1 , T_2 ）を有するそれぞれの構造要素（31.1, 31.2）が、ミラー対称に対向して存在する、請求項1に記載のエンコーダ。

20

【請求項6】

個々の前記構造要素（31.1, 31.2）は、横方向（ y ）に平行に延在する2本の境界直線と長手方向（ x ）に湾曲された平行な2本の境界直線とから構成されている断面形状を有する、請求項1に記載のエンコーダ。

【請求項7】

前記反射基準尺（30）は、測定方向（ x ）に延在する少なくとも1つの周期的なインクリメンタル目盛（33.1, 33.2）をさらに有し、

30

前記走査ユニット（10）は、走査手段（17.1, 17.2, 18.1, 18.2, 18.3, 18.4, 20.1, 20.2, 20.3）を有し、これらの走査手段（17.1, 17.2, 18.1, 18.2, 18.3, 18.4, 20.1, 20.2, 20.3）は、反射基準尺（30）と走査ユニット（10）との相対移動時に周期的なインクリメンタル信号（ INC_A , INC_B ）を生成するために使用される、請求項1～6のいずれか1項に記載のエンコーダ。

【請求項8】

測定方向（ x ）に沿った両前記絞り構造（13.1, 13.2）のアーチャーの位置的な配置が、前記基準マーク（31）の前記構造要素（31.1, 31.2）の配置に合わせられている、請求項1～7のいずれか1項に記載のエンコーダ。

40

【請求項9】

前記走査ユニット（10）は、走査板（11）を有し、前記絞り構造（13.1, 13.2）及び前記結像光学系（12）が、この走査板（11）上に配置されている、請求項1～8のいずれか1項に記載のエンコーダ。

【請求項10】

前記走査ユニット（110; 210）は、補助信号を生成するために補正手段（126, 127, 128, 129.1, 129.2; 226, 227, 228, 229.1, 229.2）を有し、これらの補助信号は、前記走査板（111; 211）に対する角度の変化に対する目安を示し、前記光源（114; 214）から来る光束が、この角度で前記基準マーク（131; 231）の方向に伝播する、請求項1～9のいずれか1項に記載の

50

エンコーダ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、請求項1の上位概念に記載の光学エンコーダに関する。

【背景技術】

【0002】

本発明は、エンコーダに関する。

【0003】

公知のエンコーダは、相対移動する2つの物体の相対変位に関する周期的なインクリメンタル信号のほかに、いわゆる基準パルスも提供する。相対移動する両物体の位置に関する正確な絶対的な関係が、測定区間に沿った所定の基準位置でこれらの基準パルス信号によって得られる。このとき、一般に明らかに高い分解能のインクリメンタル信号が、こうして測定された絶対位置に後で適用され得る。基準パルス信号を生成するため、多くの可能性が既に公知である。これに対しては、例えば米国特許第5,073,710号明細書又は米国特許第5,981,941号明細書を参照のこと。これらの明細書はそれぞれ、光学式エンコーダに関する形態を開示する。基準パルス信号を生成するため、これらの明細書では、回折基準マーク構造がそれぞれ、基準尺面上でインクリメンタルトラックに隣接して基準位置に配置される。1つの対応する基準パルス信号が、それぞれの位置で基準マークの走査から発生する照射式に動作される特に高い分解能の光学式エンコーダの場合、特定の基準パルス信号の生成が要求される。したがって、例えば走査ユニット及び反射基準尺の最適でない取り付けによって引き起こされたこの走査ユニット及び反射基準尺の場合によっては起こりうる傾き時にも、位置誤差が可能な限り発生してはならない。この場合、このことは、インクリメンタル信号の生成及び基準パルス信号の生成の双方に対して成立する。上述した両明細書では、この問題の解決手段に関する示唆は見つからない。

【特許文献1】米国特許第5,073,710号明細書

【特許文献2】米国特許第5,981,941号明細書

【特許文献3】ドイツ連邦共和国特許出願第102006042743.2号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明の課題は、基準パルス信号が走査ユニットと反射基準尺との間の場合によっては起こりうる傾きによってほとんど妨害されない、照射動作式の高分解能のエンコーダを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

この課題は、請求項1に記載の特徴を有するエンコーダによって解決される。

【0006】

好適な実施形は、従属請求項中に説明されている手段から得られる。

【0007】

本発明によれば、インクリメンタル信号及び基準パルス信号を生成するための走査ユニット及び反射基準尺の傾きに関して同じ挙動を提供することが提唱される。それ故に両走査に対して、両走査のいわゆる中立回転点が一致することが保証される。この場合、その都度の走査のこの中立回転点は、位置誤差が生じることなしに、走査ユニット及び反射基準尺が一点の周りで傾きうるこの点を意味する。

【0008】

本発明の範囲内では、特に基準パルス信号に関する適切な手段によって、基準パルス信号の生成の中立回転点の位置の所定の調整が可能であることが確認できた。これによって、基準パルス信号の生成の中立回転点が、インクリメンタル信号の生成時の中立回転点に一致され得る。インクリメンタル信号の生成の中立回転点が、このようなエンコーダの設

10

20

30

40

50

計時に一般にその都度のシステム要求から生じる。本発明の手段によって、基準パルス信号の生成の中立回転点が、インクリメンタル信号の生成時の異なる状況に柔軟に適合できる。このことは、例えば一平面内の基準パルス信号の生成の中立回転点が反射基準尺の上又は下に存在することを意味しうる。

【0009】

これに対して、走査ユニット及びこの走査ユニットに対して少なくとも1つの基準位置（ \times ）に沿って移動する反射基準尺を有するエンコーダが、少なくとも1つの基準位置に対して1つの基準パルス信号を生成する。この走査ユニットは、基準パルス信号を生成するために多数の光学要素を有する。これらの光学要素は、少なくとも1つの結像光学系及び絞り面内に配置されたそれぞれ多数のアーチャを有する少なくとも2つの絞り構造である。1つの光源及び少なくとも2つの検出要素が、走査ユニットに敷設されている。反射基準尺は、少なくとも1つの基準位置に対して1つの基準マークを有する。この基準マークは、少なくとも1組の構造要素を有する。これらの構造要素は、測定方向に対して垂直な反射基準尺の平面内に第1横周期性 T_1 で周期的に配置されている。さらに基準マークは、少なくとも1組の第2構造要素を有する。これらの構造要素は、測定方向に対して垂直な反射基準尺の平面内に第2周期性 T_2 で周期的に配置されている。第1横周期性と第2横周期性とは互いに異なる。これらの構造要素は、回折構造要素として構成されている。これらの回折構造要素は、所定の焦点距離を有するシリンダレンズのように測定方向に光学的に作用し、目盛周期 T_1 又は T_2 を有する回折格子のように測定方向に対して垂直に作用する。

【0010】

構造要素は、特に測定方向に実焦点又は虚焦点を反射基準尺から焦点距離内に有する。

【0011】

特に構造要素の焦点距離は、反射基準尺から中立回転点の距離の半分に一致する。この場合、中立回転点は、位置誤差が生じることなしに、走査ユニット又は反射基準尺の傾きが一点の周りで可能であるこの点として規定されている。

【0012】

構造要素の結像側の焦点面が、絞り面内に結像されるように、結像光学系が、走査ユニット内で有利に寸法決めされている。

【0013】

可能な実施形では、基準マークがそれぞれ、多数組の第1構造要素及び第2構造要素を有する。この場合、これらの第1構造要素及び第2構造要素は、対称軸線に対して平行に又はミラー対称に測定方向に対して垂直に基準尺内に配置されている。異なる横周期性を有するそれぞれの構造要素が、対向して存在する。

【0014】

個々の構造要素が、特に断面形状を有し得る。この断面形状は、横方向に平行に延在する2本の境界直線及び長手方向に湾曲し平行な2本の境界直線から構成されている。

【0015】

本発明のエンコーダの可能な実施形では、反射基準尺が、測定方向に延在する少なくとも1つの周期的なインクリメンタル目盛をさらに有する。走査ユニットは、走査手段をさらに有する。この走査手段は、反射基準尺と走査ユニットとの相対移動時に周期的なインクリメンタル信号を生成するために使用される。

【0016】

このようなエンコーダでは、基準パルス信号の生成の中立回転点の位置が、インクリメンタル信号の生成の中立回転点の位置に適合するように、構造要素の焦点距離が特に選択されている。この場合、中立回転点は、位置誤差が生じることなしに、走査ユニット又は反射基準尺の傾きが一点の周りで可能であるこの点として規定されている。

【0017】

本発明のエンコーダでは、測定方向（ \times ）に沿った両絞り構造のアーチャの位置的な配置が、基準マークの構造要素の配置に有利に合わせられている。

【 0 0 1 8 】

結像光学系は、多数の単レンズから構成されるレンズアレイとして構成され得る。

【 0 0 1 9 】

走査ユニットは、例えば走査板を有し得る。絞り構造及び結像光学系が、この走査板上に配置されている。

【 0 0 2 0 】

この場合、走査板は以下のように構成され得る：

- 絞り構造が、反射基準尺に面しない走査板の側面上に配置されている。これらの絞り構造は、光透過な構造 / 光非透過な構造として構成されていて、
- 結像光学系が、反射基準尺に面した走査板の側面上に配置されている。

10

【 0 0 2 1 】

この代わりに走査ユニットは、走査板を有してもよい。絞り構造及び結像光学系が、反射基準尺に面した走査板の側面上に配置されていて、これらの絞り構造は、反射する構造 / 反射しない構造として構成されている。

【 0 0 2 2 】

この場合、分割格子が、走査板上にさらに配置され得る。光源から来る光束が、この分割格子によって基準パルス信号の生成に利用される部分光束とインクリメンタル信号の生成に利用される部分光束とに分割される。

【 0 0 2 3 】

反射基準尺上の基準マークが収束照射されるように、分割格子が構成され得る。

20

【 0 0 2 4 】

分割格子は、例えば湾曲した格子線を有する回折分光器として構成され得る。

【 0 0 2 5 】

1つ又は多数の反射要素が、反射基準尺に面しないで指向されている走査板の側面上に配置され得る。この又はこれらの反射要素は、この又はこれらの反射要素上に入射する光束を反射基準尺に面している走査板の側面方向に再び偏向させる。

【 0 0 2 6 】

分割格子は、例えば反射基準尺に面している走査板の側面上に配置され得る。

【 0 0 2 7 】

本発明のエンコーダの別の実施形では、加算器及び減算器が、2つの検出要素の後方に配置されていて、それぞれ所定にプリセットされているトリガー閾値を有する多数の比較器が、同様にこれらの加算器及び減算器の後方に配置されている。生成されたインクリメンタル信号の幅に一致する幅を有する基準パルス信号が出力側で出力されるように、これらの比較器が互いに接続されている。

30

【 0 0 2 8 】

さらに走査ユニットは、補助信号を生成する補正手段を有し得る。これらの補助信号は、走査板に対する角度の変化に対する目安を示す。光源から来る光束が、この角度で基準マークの方向に伝播する。

【 0 0 2 9 】

この場合、走査ユニットは、補助信号を生成する以下の補正手段を有し得る：

40

- 反射基準尺に面しない走査板の側面上に配置されたフレネルレンズ、このフレネルレンズの焦点が、分割格子の平面内に存在し、部分光束が、この平面に当たり、この部分光束は、分割格子によって入射する光束から分割される。
- 反射要素、この反射要素は、反射基準尺に面した走査板の側面上のフレネルレンズの焦点内に配置されている。
- 反射基準尺に面しない走査板の側面上の互いに垂直に配置された周期的な2つの格子構造。
- 2つの補助信号検出要素、これらの補助信号検出要素は、互いに差動に接続されていて、この場合、生じる差信号が、トリガー閾値を調整する補助信号として使用される。

【 0 0 3 0 】

50

この代わりに走査ユニットは、補助信号を生成する以下の補正手段を有し得る：

- 反射基準尺に面しない走査板の側面上に配置された格子レンズ構造，この格子レンズ構造は、基準マークに相当し、この基準マークの焦点が、分割格子の平面内に存在し、部分光束が、この平面に当たり、この部分光束は、分割格子によって入射する光束から分割される。
- 反射要素，この反射要素は、反射基準尺に面した走査板の側面上の格子レンズ構造の焦点内に配置されている。
- 反射基準尺に面しない走査板の側面上に配置された２つの絞り構造，
- ２つの補助信号検出要素，これらの補助信号検出要素は、互いに差動に接続されていて、この場合、生じる差信号が、トリガー閾値を調整する補助信号として使用される。

10

【 0 0 3 1 】

その他の詳細及び本発明の利点は、以下の図中の実施の形態に説明されている。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 3 2 】

以下に、本発明のエンコーダ及び特にこのエンコーダによる基準パルス信号の生成を図 1 ～ 5 に基づいて説明する。

【 0 0 3 3 】

図 1 a 及び 1 b は、本発明のエンコーダの第 1 の実施の形態の基準パルス信号を生成する部分走査光路を異なる視点で非常に概略的に示す。図 1 c は、このエンコーダ内でインクリメンタル信号を生成する概略的な部分走査光路を示す。

20

【 0 0 3 4 】

図 1 a ～ 1 c 及び別の実施形に対する以下の類似の図では、基準パルス信号を生成する部分走査光路がそれぞれ実線で示されていて、これに対してインクリメンタル信号を生成する部分走査光路はそれぞれ破線で示されている。

【 0 0 3 5 】

本発明の光学式エンコーダの示された形態は、反射基準尺 3 0 及びこの反射基準尺 3 0 の少なくとも 1 つの測定方向 x に沿って移動する走査ユニット 1 0 を有する。反射基準尺 3 0 及び走査ユニット 1 0 は、相対移動する 2 つの物体、例えば機械の部品に接合されている。相対移動するこれらの両物体の位置に関する位置信号が、エンコーダによって生成されて - 図示されなかった - 制御ユニットに供給される。制御目的のため、この制御ユニットは、公知の方法でこれらの位置データを利用する。この場合、本発明のエンコーダは、直線状のシフト移動及び回転式のシフト移動の双方に関して構成され得る。

30

【 0 0 3 6 】

本発明のエンコーダのこの示された実施の形態は、 - 以下で説明するように - 周期的なインクリメンタル信号 INC_A , INC_B のほかに測定区間に沿った少なくとも 1 つの既知の基準位置 x_{REF} に対する基準パルス信号 RI をさらに供給する。次いで明らかに高い分解能のインクリメンタル測定が、こうして特定された既知の絶対位置に一般的な方法で引き続き適用され得る。

【 0 0 3 7 】

最初に、本発明に対して優先する基準パルス信号 RI の生成をこのために設けられている部分走査光路に基づいて説明する。

40

【 0 0 3 8 】

反射基準尺 3 0 は、測定方向 x に延在する 1 つ又は多数のインクリメンタル目盛 3 3 . 1 , 3 3 . 2 のほかに 1 つの特定の基準位置 x_{REF} に対する少なくとも 1 つの基準マーク 3 1 をさらに有する。当然に目盛 (Grds.) を付けてもよく、例えばいわゆるディスタンスコードの基準マーク等の形態で多数の基準マークを異なる基準位置に配置してもよい。

【 0 0 3 9 】

図 2 中の反射基準尺 3 0 の一部の正面図から分かるように、インクリメンタル信号 INC_A , INC_B を生成するこの実施の形態では、平行で同一な 2 つのインクリメンタル目盛 3 3 . 1 , 3 3 . 2 が、支持本体 3 2 上に配置されている。これらの両インクリメンタ

50

ル目盛 33.1, 33.2 はそれぞれ、目盛周期 TP_{INC} で測定方向 x に沿って周期的に配置された、異なる光学特性の線状の目盛領域から構成される。例えば反射基準尺 30 は、異なる移相作用を反射する部分光束に与える交互する部分領域である照射式の位相格子である。可能な実施形では、 $TP_{INC} = 0.5 \mu m$ に選択される。目盛領域は、反射基準尺 30 の平面内で測定方向 x に対して垂直に、すなわち示されている方向 y (以下で線分方向とも言う) に沿って延在する。

【0040】

基準マーク 31 が、インクリメンタル目盛 33.1, 33.2 用の両トラック間の基準位置 x_{REF} に対して配置されている。基準マーク 31 は、インクリメンタル目盛 33.1, 33.2 のように異なる反射特性を有する部分領域つまり構造要素 31.1, 31.2 の一定の配置から構成される。以下に、基準マーク 31 の好適な構成を提案されている実施の形態に対してさらに詳しく説明する。

【0041】

この例では、光源 14、例えばレーザーダイオード、コリメート光学系 16、基準パルス信号を生成する多数の検出要素 15.1, 15.2、インクリメンタル信号を生成する多数の検出要素 20.1, 20.2, 20.3 (図 1c) 及びその他の異なる光学要素が、走査ユニット 10 の側面上に配置されている。この場合、基準パルス信号 RI 及びインクリメンタル信号 INC_A , INC_B を生成するいろいろな光学要素が、走査ユニット 10 内の走査板 10 上に配置されていて、引き続き同様にさらに詳しく説明する。

【0042】

この点に関して、光源 14、コリメート光学系 16 及びいろいろな検出要素 15.1, 15.2, 20.1, 20.2, 20.3 は、走査ユニット 10 又は走査ユニット 10 に対応するハウジング内で必須のものではない。すなわち本発明の別の実施の形態では、これらの要素を公知の方法で光ファイバを用いて走査ユニット 10 に敷設し、いろいろな要素を空間的に分離して走査ユニット 10 の外側に配置することも基本的に可能である。

【0043】

コリメート光学系 16 後の平行に指向された部分光束が、分割格子 19 から基準パルス信号 RI を生成する (図 1a ~ 1c 中の実線の) 走査光路とインクリメンタル信号 INC_A , INC_B を生成する (図 1a ~ 1c 中の破線の) 走査光路とに分割される。図 1b から分かるように、このことは、基準パルス信号を生成するために分割された部分光束が両インクリメンタル目盛 33.1, 33.2 間の領域内の反射基準尺 30 上で回折されることを意味する。走査ユニット 10 と反射基準尺 30 との間の標準走査距離の場合に、両インクリメンタル目盛 33.1, 33.2 間の中央の領域が正確に照射されるように、分割格子 19 の格子定数が主に選択される。走査ユニット 10 の方向の後方反射が、この領域から生じる。後方反射した部分光束が、走査ユニット 10 内の走査板 11 の下面に配置されている結像光学系 12 上に当たる。結像光学系 12 は、いろいろな形態で、例えば個別のフレネルレンズとして走査板 11 上に構成され得る。この代わりに結像光学系 12 を多数の単レンズから成るレンズアレイとして構成することも可能である；これについて以下の説明の中でさらに詳しく説明する。

【0044】

両インクリメンタル目盛 33.1, 33.2 間の基準マーク 31 の配置は、反射基準尺 30 及び走査ユニット 10 の場合によっては起こりうる z 軸線周りの回転時に、インクリメンタル信号 INC_A , INC_B に対する基準パルス信号 RI の位置が (不正確に) 変化しないという利点を奏する。

【0045】

結像光学系 12 の結像側の焦点面が、走査板 11 の表面つまりそこに存在する絞り面に重なるように、この結像光学系 12 は光学的に寸法決めされている。それぞれ多数のアパーチャを有する 2 つの絞り構造 13.1, 13.2 が、絞り面内に配置されている。走査ユニット 10 内の 2 つの検出要素 15.1, 15.2 が、絞り構造 13.1, 13.2 の後方に配置されている。これらの検出要素 15.1, 15.2 は、アパーチャを透過する

10

20

30

40

50

光を検出するために、すなわち基準パルス信号 $R I$ を生成するために利用される信号 $S 1$, $S 2$ を検出するために働く。物体側では、結像光学系 $1 2$ によって結像された焦点が、中立回転点と反射基準尺 $3 0$ の表面との間の半分の距離の高さに存在する。すなわち結像光学系 $1 2$ が、物体側で系に依存した中立回転点の位置から生じる平面つまり一点に調整されている。この場合、位置測定時の誤差が生じることなしに、すなわち基準パルス信号 $R I$ 又はインクリメンタル信号 $I N C_A$, $I N C_B$ の生成時の誤差が生じることなしに、走査ユニット $1 0$ 又は反射基準尺 $3 0$ が、一点の周りで傾斜してもよいこの一点が、中立回転点として規定されている。この場合、この中立回転点は、系の条件に応じて異なる平面、すなわち基準尺面や基準尺面の下面又は上面に位置させてもよい。

【 0 0 4 6 】

10

基準パルス信号 $R I$ を本発明にしたがって生成するための基準は、反射基準尺 $3 0$ の側面上の基準マーク $3 1$ の選択された構成である。この基準マーク $3 1$ の適切な構成が、基準パルス信号 $R I$ を基準位置 $x_{R E F}$ で確実に検出可能にする。基準マーク $3 1$ をより詳しく説明するため、特に図 2 を参照のこと。図 2 は、反射位置 $x_{R E F}$ の領域内の反射基準尺 $3 0$ の正面図である。

【 0 0 4 7 】

本発明にしたがって構成された基準マーク $3 1$ は、両インクリメンタル目盛 $3 3 . 1$, $3 3 . 2$ 間の基準位置 $x_{R E F}$ の領域内に一組の第 1 構造要素 $3 1 . 1$ 及び一組の第 2 構造要素 $3 1 . 2$ を所定の幾何配置で有する。両組のこれらの構造要素 $3 1 . 1$, $3 1 . 2$ は、測定方向 x に対して垂直に、すなわち配置された線分方向 y に沿って第 1 の横周期性 $T 1$ 又は第 2 の横周期性 $T 2$ で周期的に配置されている。この場合、第 1 の構造要素 $3 1 . 1$ 及び第 2 の構造要素 $3 1 . 2$ の両組の横周期性 $T 1$, $T 2$ は、図 2 から分かるように互いに異なっている；例えば $T 1 = 2.4 \mu m$ 及び $T 2 = 2.0 \mu m$ に選択され得る。

20

【 0 0 4 8 】

図 2 に示された実施の形態では、基準マーク $3 1$ は、測定方向 x に沿って平行に互いに隣接して配置されている全部で 4 組の独立した第 1 構造要素 $3 1 . 1$ 及び全部で 4 組の独立した構造要素 $3 2 . 1$ を有する。それ故に全部で 8 組の構造要素 $3 1 . 1$, $3 1 . 2$ が、測定方向 x に沿って配置されている。それぞれ 4 組の第 1 構造要素 $3 1 . 1$ 及び第 2 構造要素 $3 2 . 2$ は、測定方向 x に沿って対称軸線 S に対してミラー対称に配置されている。この対称軸線 S は、反射基準尺 $3 0$ の平面内で測定方向 x に対して垂直に指向されている。対称軸線 S は、この例では基準位置 $x_{R E F}$ に対して正確に存在する。異なる横周期性 $T 1$, $T 2$ の構造要素 $3 1 . 1$, $3 1 . 2$ が、対称軸線 S に対してミラー対称に対向している。

30

【 0 0 4 9 】

図 2 中の基準マーク $3 1$ の拡大部分から分かるように、個々の構造要素 $3 1 . 1$, $3 1 . 2$ はそれぞれ、この例では横方向 y に平行に延在する 2 本の境界直線及び長手方向 x に湾曲し平行な 2 本の境界直線から構成されている断面形状を有する。これらの要素の後でさらに詳しく説明する光学作用が、この選択された横断面形状から生じる。第 1 構造要素 $3 1 . 1$ 及び第 2 構造要素 $3 1 . 2$ を有する複数の組が、異なる横周期性 $T 1$, $T 2$ によって区別が付く。これらの個々の構造要素 $3 1 . 1$, $3 1 . 2$ は、この異なる横周期性 $T 1$, $T 2$ で周期的に配置されている。

40

【 0 0 5 0 】

基準パルス信号 $R I$ を生成するために利用される部分光束が、走査ユニット $1 0$ の分割格子 $1 9$ から来て複数組の第 1 構造要素 $3 1 . 1$ 及び第 2 構造要素 $3 1 . 2$ を有する基準マーク $3 1$ の領域上に当たる場合、これらの部分光束は、異なる組の異なる横周期性 $T 1$ 及び $T 2$ に起因して $y - z$ 平面内の y 方向にも異なって回折される。この場合、それぞれの回折角度は、公知のようにそれぞれの横周期性 $T 1$, $T 2$ に直接関連している。基準マーク $3 1$ の領域から後方反射した部分光束が、走査ユニット $1 0$ 内の結像光学系 $1 2$ を透過して絞り面内に結像される。そこに配置された 2 つの絞り構造 $1 3 . 1$, $1 3 . 2$ が、それぞれの多数のアーチャーの幾何配置に関連して複数組の基準マーク $3 1$ の第 1 構造要

50

素 3 1 . 1 及び第 2 構造要素 3 1 . 2 の幾何配置に合わせられている。すなわち、第 1 絞り要素 1 3 . 1 の開口部は、複数組の第 1 構造要素 3 1 . 1 の配置に合わせられていて、第 2 絞り構造 1 3 . 2 の開口部は、第 2 構造要素 3 1 . 2 の複数の組の配置に合わせられている。このことは、図 2 と 3 b との比較から分かる。すなわち図 2 中に示された例による基準マークでは、4 組の第 1 構造マーク 3 1 . 1 が設けられている。示された 4 つのアーチャを有し、これらの 4 組の第 1 構造マーク 3 1 . 1 に合わせられた第 1 絞り構造 1 3 . 1 が、これらの 4 組の第 1 構造マーク 3 1 . 1 に割り当てられている；同様に、4 組の第 2 絞り構造要素 3 1 . 2 に合わせられた第 2 絞り構造 1 3 . 2 のアーチャが、4 組の第 2 絞り構造要素 3 1 . 2 に割り当てられている；明らかにその他の数の組のアーチャ及び構造要素も選択され得る。アーチャの位置を選択する場合、結像光学系 1 2 に起因して生じる結像スケール m を当然にさらに考慮する必要がある。

10

【 0 0 5 1 】

このような調整の結果、絞り構造 1 3 . 1 , 1 3 . 2 に後続配置された両検出要素 1 5 . 1 , 1 5 . 2 がそれぞれ、基準位置 x_{REF} に隣接した領域内でこれらの検出要素 1 5 . 1 , 1 5 . 2 によって検出される信号 S_1 , S_2 の信号最大値を検出できる。

【 0 0 5 2 】

既に上述したように、結像光学系は、代わりに多数の単レンズを有するレンズアレイとしても構成され得る。これによって、線分方向 y により長い構造要素を有する組が、絞り面内に結像され得る。このことには、検出された信号の信号強度に関する利点がある。この場合、構造要素を有する 1 組の各部分配列が、1 つの単レンズによって結像される。この別形態でも、絞り構造 1 3 . 1 , 1 3 . 2 の 1 つのアーチャが、構造要素 3 1 . 1 , 3 1 . 2 の各組に限定して割り当てられている。同様に、アーチャの位置が、結像スケール m を有する結像光学系 1 2 を介した構造要素 3 1 . 1 , 3 1 . 2 の組の結像から調整されて得られる。

20

【 0 0 5 3 】

基準位置 x_{REF} の周りの領域内の検出要素 1 5 . 1 , 1 5 . 2 で発生する信号 S_1 , S_2 が、図 4 a 中に示されている。興味対象の基準パルス信号 RI が、どのようにしてこれらの信号 S_1 , S_2 から最終的に生成可能であるかを以下の説明の過程でさらに詳しく説明する。

【 0 0 5 4 】

インクリメンタル信号 INC_A , INC_B を生成するための説明は、特に図 2 及び図 1 a 及び 1 b を参照のこと。これらの図では、インクリメンタル信号を生成する部分走査路がそれぞれ破線で示されている。

30

【 0 0 5 5 】

この場合、光源 1 4 から放出されたインクリメンタル信号を生成する光束が、分割格子 1 9 を回折されずに透過した後反射基準尺 3 2 上のインクリメンタル目盛 3 3 . 2 に到達する。 $x-z$ 平面内で分割された部分光束が、インクリメンタル目盛 3 3 . 2 から走査ユニット 1 0 の方向に後方反射し、走査板 1 1 に配置された走査格子 1 8 . 3 , 1 8 . 4 の下面を透過する (図 1 a)。これらの走査格子 1 8 . 3 , 1 8 . 4 は、部分光束を y 方向に回折させる。その結果これらの部分光速は、走査板 1 1 の上面の 2 つの反射要素 1 7 . 1 , 1 7 . 2 上に当たる (図 1 b)。これらの両部分光束は、これらの反射要素 1 7 . 1 , 1 7 . 2 から走査板 1 1 の下面上の別の走査格子 1 8 . 1 , 1 8 . 2 の方向に後方反射する。次いでこれらの走査格子 1 8 . 1 , 1 8 . 2 は、部分光速を反射基準尺 3 0 上の第 2 インクリメンタル目盛 3 3 . 1 の方向に再び後方回折させる (図 2)。これらの部分光速は、インクリメンタル目盛 3 3 . 1 から走査板 1 0 の方向にもう 1 回後方反射する。後方反射したこれらの両部分光速は、走査ユニット 1 0 で走査板 1 1 の下面上の結合格子 1 8 . 5 上に到達する。3 対の干渉する部分光束が、結合格子 1 8 . 5 から後続配置された 3 つの検出要素 2 0 . 1 , 2 0 . 2 , 2 0 . 3 の方向に最後に伝播する。これらの検出要素 2 0 . 1 , 2 0 . 2 , 2 0 . 3 は、 120° ずつだけ移相している周期信号を検出するために使用される。これらの周期信号は、移相に応じて変調される。これらの変調され

40

50

た周期信号は、さらに公知の方法で - 示されなかった - 後続配置された電子機器によって 90° だけ移相している 2 つのインクリメンタル信号 INC_A , INC_B に最後に変換される。インクリメンタル走査に関してその他の点は、本出願人のドイツ連邦共和国特許出願第 102006042743.2 号明細書を参照のこと。

【 0 0 5 6 】

基準パルス信号 RI 及びインクリメンタル信号 INC_A , INC_B の双方を生成するための異なる光学要素の配置が、図 3 a 及び 3 b 中に示されている。

【 0 0 5 7 】

既に上述したように、信号 S_1 , S_2 が、図 4 a 中に示されているように基準位置 x_{REF} の領域内で検出要素 15 . 1 , 15 . 2 によって生成される。しかしながら、特に先に説明されているような、例えば $0.5\mu m$ の信号周期を有する高い分解能のインクリメンタル信号 INC_A , INC_B が利用される場合、約 $15\mu m$ を有する信号 S_1 , S_2 の幅は、基準パルス信号 RI に対してはまだ十分に狭くない。この場合、基準位置 x_{REF} の領域内で、生成されたインクリメンタル信号 INC_A , INC_B の幅に一致する幅を有する基準パルス信号 RI を出力側で自由に処理できることが基本的に望ましい。この実施の形態では、この理由から、信号 S_1 , S_2 が、図 5 中に示された回路配置によって以下で説明するようにさらに処理される。

【 0 0 5 8 】

この場合、検出要素 15 . 1 , 15 . 2 の信号 S_1 , S_2 が、電流電圧変換器 21 . 1 , 21 . 2 に最初に供給される。引き続き和信号 $S_1 + S_2$ 及び差信号 $S_1 - S_2$ が、後続接続された加算器 22 及び減算器 23 によって生成される；これらの付随する和信号及び差信号 $S_1 + S_2$, $S_1 - S_2$ が、図 4 b 中の基準位置 x_{REF} の範囲内に示されている。引き続き和信号 $S_1 + S_2$ が、第 1 比較器 24 . 1 に供給される。基準信号又はトリガー閾値 TR_1 が、第 1 比較器 24 . 1 の他方の入力部に入力される。差信号 $S_1 - S_2$ が、第 2 比較器 24 . 2 及び第 3 比較器 24 . 3 に入力される。トリガー閾値 TR_3 及び TR_2 が、基準信号としてこれらの第 2 比較器 24 . 2 及び第 3 比較器 24 . 3 の他方の入力部に入力される。図 4 b 中には、和信号 $S_1 + S_2$ 及び差信号 $S_1 - S_2$ に対する異なるトリガー信号 TR_1 , TR_2 及び TR_3 の位置が示されている。引き続き第 1 比較器 24 . 1 の出力信号が、AND ゲート 25 . 1 の第 1 入力部に供給される。第 2 AND ゲート 25 . 2 の出力信号が、AND ゲート 25 . 1 の第 2 入力部に供給される。第 2 比較器 24 . 2 , 及び第 3 比較器 24 . 3 の出力信号が、第 2 AND ゲート 25 . 2 に供給される。トリガー閾値 TR_1 , TR_2 , TR_3 の示されている選択及び生じる論理 AND 結合の場合、希望する基準パルス信号 RI が、AND ゲート 25 . 1 の出力部に出力される。図 4 c 中に示されているように、希望する基準パルス信号 RI は、幅 $b_{RI} = 0.5\mu m$ を有し、この幅 $b_{RI} = 0.5\mu m$ は、生成されたインクリメンタル信号 INC_A , INC_B の幅 b_{INC} に一致する。

【 0 0 5 9 】

以下に、反射基準尺 30 の側面上の基準マーク 31 の好適な構成をさらに詳しく説明する。以下で説明する手段によって、基準パルス信号 RI の生成時の中立回転点の位置が、インクリメンタル信号の生成時の中立回転点の位置に適合され得ることを特に保証することができる。既に上述したように、このことは、走査ユニット 10 及び反射基準尺 30 の場合によっては起こりうる傾き時の誤測定を回避するための重要な手段である。

【 0 0 6 0 】

この目的のため、既に上述した基準マーク 31 の構造要素 31 . 1 , 31 . 2 を回折光学素子又は回折構造要素として構成することが提唱されている。これらの回折光学素子又は回折構造要素は、測定方向 x に所定の焦点距離 f を有するシリンダレンズのように光学的に作用し、したがって測定方向 x に虚焦点又は実焦点を反射基準尺から焦点距離 f の距離で有する。 $y - z$ 平面内では、構造要素 31 . 1 , 31 . 2 が、横周期性 T_1 又は T_2 を有する格子として機能するように、これらの構造要素 31 . 1 , 31 . 2 は、光学作用を有する。

【 0 0 6 1 】

インクリメンタル信号走査の中立回転点が、系に起因して反射基準尺 3 0 の上方又は下方にある場合、構造要素 3 1 . 1 , 3 1 . 2 の選択された焦点距離 f が、インクリメンタル信号走査の中立回転点の半分の距離に一致する。この方法により、基準パルス信号生成の中立回転点の位置が、インクリメンタル生成の中立回転点の位置に適合され得る。したがって、さもなければ走査ユニット 1 0 及び反射基準尺 3 0 の場合によっては起こりうる傾き時に生じる位置測定時の誤差を回避することができる。

【 0 0 6 2 】

さらに、走査ユニット 1 0 内の結像光学系 1 2 を物体側で構造要素 3 1 . 1 , 3 1 . 2 の焦点面の位置に適合することが提唱されている。この焦点面は、結合光学系 1 2 を介して絞り構造 1 3 . 1 , 1 3 . 2 が配置されている絞り面内に結像される。これらの要件は、結像光学系 1 2 の位相関数によって以下のように表わすことができる：

【 0 0 6 3 】

【数 1】

$$P = \frac{2\pi}{\lambda_D} \left(\sqrt{x^2 + (a_1 \pm f)^2} + n\sqrt{x^2 + a_2^2} \right) \quad \text{式1}$$

【 0 0 6 4 】

λ_D = 使用される光源の波長
 x = 測定方向の座標
 a_1 = 基準尺平面と結像光学系との間の距離
 a_2 = 結像光学系と絞り面との間の距離
 n = 走査板の屈折率
 f = 基準マークの構造要素の焦点距離

この場合、位相関数は、結像光学系 1 2 の等高線状のこの結合光学系 1 2 の幾何学的形状を示す。

【 0 0 6 5 】

結合光学系 1 2 の結像スケール m が、特に以下のように選択される：

【 0 0 6 6 】

【数 2】

$$m = -n \frac{(a_1 \pm f)}{a_2} \quad \text{式2}$$

【 0 0 6 7 】

a_1 = 基準尺平面と結像光学系との間の距離
 a_2 = 結像光学系と絞り面との間の距離
 n = 走査板の屈折率
 f = 基準マークの構造要素の焦点距離

図 6 a 中には、中立回転点 N が走査条件で明らかに基準尺平面の下に存在する事実が概略的に示されている。基準マーク 3 1 の構造要素 3 1 . 1 , 3 1 . 2 の焦点距離 f が、明らかのように反射基準尺 3 0 から中立回転点 N の距離の半分に等しく選択され、結像光学系 1 2 が、この焦点距離の位置に調整される。

【 0 0 6 8 】

これに対して図 6 b は、中立回転点 N が走査条件により明らかに基準尺平面の上に存在する場合を概略的に示す。基準マーク 3 1 の構造要素 3 1 . 1 , 3 1 . 2 の焦点距離 f は、明らかのように反射基準尺 3 0 から中立回転点 N の距離の半分に同様に等しく選択され

、結像光学系 1 2 が、この焦点距離の位置に同様に調整される。

【 0 0 6 9 】

図 6 b による状況の場合、y 方向に沿った軸線周りの反射基準尺 3 0 の場合によっては起こりうる角度値 だけの傾き時に (図 6 c)、結像光学系 1 2 の焦点の変位は、直線近似で $2f$ だけである。これは、インクリメンタル信号の変位量に一致する。すなわち基準信号の生成及びインクリメンタル信号の生成は、傾きによって同等に影響を受ける。

【 0 0 7 0 】

したがって本発明の基準マークの構成によって、基準パルス信号の生成の中立回転点が、インクリメンタル信号の生成の中立回転点に一致する。このとき両信号は、本発明の手段に起因して走査ユニットに対する反射基準尺の場合によっては起こりうる傾きによって 10
影響を受ける。所定の光学作用の構造要素を有する上述した解決手段は、インクリメンタル信号の生成の中立回転点が走査原理によって基準尺平面から明らかに離れている場合に対して特に有益に、基準パルス信号の生成の中立回転点の位置の適合を可能にする。

【 0 0 7 1 】

対応する走査原理の場合、インクリメンタル信号の生成の中立回転点が、基準尺平面に対して比較的近くに隣接して存在することもさらに可能である。この場合、個々の組の構造要素を説明したシリンダレンズの光学特性で構成するのではなくて、構造要素の横断面を四角形に構成することが有益であると実証されている。一方では所定の光学作用を呈する上述した構造要素を有する組と他方ではこのような光学作用なしの構造要素を有する組との混合配置が、基準パルス信号の生成の中立回転点を基準尺平面の直近に移動すること 20
を可能にする。

【 0 0 7 2 】

以下に、上述した第 1 の実施形と僅かに異なる本発明のエンコードの第 2 の実施形を図 7 a , 7 b 及び 8 a , 8 b に基づいて説明する。図 7 a 及び 7 b は、先の例と同様に第 2 の実施形の部分走査光路を同様に示す。図 8 a 及び 8 b 中には、走査板の下面及び上面の正面が示されている。以下では主に、第 1 の実施の形態と異なる要素又は機能だけを説明する。

【 0 0 7 3 】

図中では、実線の部分走査光路は、基準パルス信号を生成するために使用する部分走査光路を示し、破線で示された部分走査光路は、インクリメンタル信号を生成する部分走査 30
光路を示す。

【 0 0 7 4 】

最初の例とは異なり、一方では反射基準尺 3 3 0 上の基準マーク 3 3 1 が収束照射される。基準マーク 3 3 1 の収束照射は、基準パルス信号の生成の中立回転点の位置が反射基準尺 3 3 0 と走査ユニット 3 1 0 との間の距離にほとんど依存しないという利点を呈することが実証されている。図 7 b 中には、走査格子 3 1 9 と基準マーク 3 3 1 との間の収束照射光路が示されている。この距離からインクリメンタル信号の生成の中立回転点の位置のこの非依存性は、インクリメンタル目盛 3 3 3 . 1 , 3 3 3 . 2 の選択された走査によってさらに保証されている。

【 0 0 7 5 】

基準マーク 3 3 1 のこのような収束照射を保証するため、示された実施の形態では、図 8 a 中の走査板 3 1 1 の下面の正面でも示さされている走査ユニット 3 1 0 内の分割格子 3 1 9 が、湾曲した格子線を有する回折分光器の形態の結像レンズとして構成される。

【 0 0 7 6 】

第 2 の実施の形態では、結像レンズとしての分割格子 3 1 9 の構成が、走査光路を新たに変更させる。したがって、生じる基準パルス信号が、走査距離の変化時でも位置に応じて変化しないように、分割格子 3 1 9 と走査板 3 1 1 上の絞り構造 3 1 3 . 1 , 3 1 3 . 2 とが互いに精確に整合されていることが重要である。これらの要素の精確な整合を製造時に技術的に簡単に実現できるようにするため、絞り構造 3 1 3 . 1 , 3 1 3 . 2 及び分割格子 3 1 9 が、第 1 の実施の形態と異なって走査板 3 1 1 の同じ側面上に配置されるこ 50

とがこの第2の実施の形態で提唱されている。図8 aは、走査板3 1 1の下面を示す。この場合、それぞれの絞り構造3 1 3 . 1, 3 1 3 . 2が、結像光学系3 1 2 . 1, 3 1 2 . 2の要素に隣接してy方向に配置されている。

【0077】

この代わりに、絞り構造及び分割格子を走査板の上面に取り付けることも通常可能である。

【0078】

この例の絞り構造3 1 3 . 1, 3 1 3 . 2を走査板3 1 1の下面に配置できるようにするため、例えば図8 b中に示されているように、走査光路内に先の例とは異なって反射素子3 2 1 . 1, 3 2 1 . 2が、走査板3 1 1の上面にさらに配置されている。この走査光路を考慮した場合、- 図7 b中で分かるように - 基準マーク3 3 1から走査ユニット3 1 0の方向に反射した部分光束が、最初に - この例では二つの部分から成る - 結像光学系3 1 2 . 1, 3 1 2 . 2から追加の反射素子3 2 1 . 1, 3 2 1 . 2を介して走査板3 1 1の下面の絞り構造3 1 3 . 1, 3 1 3 . 2の平面内に結像される。反射素子3 2 1 . 1, 3 2 1 . 2が、図8 b中の走査板3 1 1の上面の正面内で確認できる。このとき、検出素子3 1 5 . 1, 3 1 5 . 2の方向の後方反射が、走査板3 1 1の下面の絞り構造3 1 3 . 1, 3 1 3 . 2によって生じる。この光路に起因して、この実施の形態の絞り構造3 1 3 . 1, 3 1 3 . 2は、当然に光透過に/ 光非透過に構成された構造として構成されていなくて、反射する/ 反射しない構造として構成されている。

【0079】

第1の実施の形態に比べて僅かに変更した基準パルス信号を生成するためのこの走査光路は、さらなる別の変更を最終的に引き起こす。したがって図7 bから分かるように、結像する光学作用のほかに、y方向のそれぞれの横方向の回折作用も、結像光学系3 1 2 . 1又は3 1 2 . 2によって生じることが必要である。図8 a中の走査板3 1 1の下面の正面で概略的に示されているように、このことは、結像光学系3 1 2 . 1, 3 1 2 . 2がそれぞれ回折格子レンズ構造として構成される場合に保証され得る。

【0080】

この実施の形態では、基準パルス信号及びインクリメンタル信号の生成は、説明した変更以外は先に説明した例のように機能する。

【0081】

最後に本発明のエンコーダの2つの別の実施の形態を説明する。これらの実施の形態の場合、説明した両実施の形態に比べて、追加の手段が、特定の誤差の影響を補償するために設けられる。すなわち、光源から走査板に対して基準マーク方向に来自る光束が伝播する角度の望まない変化時に、誤差が基準パルス信号の生成時に生じることが分かっている。

【0082】

本発明の第3の実施の形態を図9 a ~ 9 cに基づいて説明する。この第3の実施の形態は、走査ユニット側に基準パルス信号及びインクリメンタル信号を生成する上述した成分のほかに補正手段をさらに有する。これらの補正手段は、補助信号の生成を可能にする。これらの補助信号は、先に説明した - 誤差を引き起こす - 角度変化に対する目安を示し、このような誤差の排除を考慮して評価され得る。以下の説明では、補助信号の生成及び利用だけを説明する。基準パルス信号及びインクリメンタル信号の生成は、使用される走査原理に関して第1の実施の形態に等しい。

【0083】

補正手段は、図9 a中には走査ユニット1 1 0の走査板1 1 1の右の部分の領域内に配置されていて、そこに符号1 2 6, 1 2 7, 1 2 8 . 1, 1 2 9 . 1, 1 2 9 . 2で付記されている。図9 b及び9 cは、第1の実施の形態と同様に補正手段1 2 7, 1 2 8 . 1, 1 2 8 . 2又は1 2 6を有する走査板1 1 1の上面及び下面の正面を示す。

【0084】

補助信号を生成するため、図9 aにしたがって、1本の部分光束が、分割格子1 1 9を介して光源1 1 4から自る光束から分離される。分離された部分光束は、反射するフレネ

10

20

30

40

50

ルレンズ１２７の方向に伝播する。このフレネルレンズ１２７は、走査板１１１の上面に配置されている。フレネルレンズ１２７の結像側の焦点が、分割格子１１９の平面内に存在するように、このフレネルレンズ１２７は光学的に寸法決めされている。部分光束が、補助信号を生成するフレネルレンズ１２７から走査板１１１の下面の反射素子１２６の方向に偏向される。この反射素子１２６は、フレネルレンズ１２７の焦点面内に配置されている。部分光束が、反射素子１２６から走査板の上面の方向に後方偏向する。この場合、互いに垂直に配置された異なる格子定数の２つの周期格子構造１２８．１，１２８．２が設置されている。２つの補助信号検出素子１２９．１，１２９．２が、これらの周期格子構造１２８．１，１２８．２の後方に配置されている。これらの補助信号検出素子１２９．１，１２９．２は、これらの格子構造１２８．１，１２８．２によって回折された部分光束を検出する。

10

【００８５】

図１０から分かるように、両補助信号の検出要素１２９．１，１２９．２が、減算器１４２によって互いに減算される。発生した差信号が、補助信号として調整可能な増幅器１４３に供給される。トリガー閾値ＴＲ２が、この増幅器１４２の出力部に出力されるか、又は、トリガー閾値ＴＲ３が、調整要素１４４を通じて出力される。調整要素１４４は、例えば制御可能なツェナーダイオードとして構成され得る。一定な電圧降下が、このツェナーダイオードによって設定される。したがって基準パルス信号の幅は同じままで、この基準パルス信号の位置だけが後に制御される。

【００８６】

20

こうして生成されたトリガー閾値ＴＲ２，ＴＲ３は、図５の回路配置内で比較器２４．２，２４．３の基準信号又はトリガー閾値として利用され得る。

【００８７】

この実施の形態では、光源１１４から来る光束の入射角が、測定方向ｘに場合によっては変化すると、格子構造１２８．１，１２８．２の移行領域内で生成した像の位置が変化する。その結果、生じた差信号が同様に変化する。したがってこの差信号は、このような角度変化に対する目安として機能され得る。

【００８８】

引き続き、補助信号を生成する補正手段の第２の実施形を有する本発明の装置の第４の実施形を図１１ａ～１１ｃに基づいて説明する。

30

【００８９】

異なる補正手段が、図１１ａ中に同様に再び走査ユニット２１０の走査板２１１の右側の部分の領域内に配置されていて、そこで符号２２６，２２７．１，２２７．２，２２８．１，２２９．１，１２９．２で付記されている。第３の例のように、図１１ｂ及び１１ｃは、第１の実施の形態と同様に補正手段２２７．１，２２７．２，２２８．１，２２８．２又は２２６を有する走査板２１１の上面及び下面の正面を示す。

【００９０】

補助信号を生成するため、図１１ａにしたがって、１本の部分光束が、先の例のように分割格子２１９によって光源２１４から来る光束から分離される。引き続きこの部分光束は、反射基準尺２３０に面しない走査板２１１の側面に配置された格子レンズ構造２２７．１，２２７．２上に当たる。この格子レンズ構造２２７．１，２２７．２は、その幾何学構造及び光学構造に関して反射基準尺上の基準マーク３２１に一致し、焦点を分割格子２１９の平面内に有する。部分光束は、格子レンズ構造２２７．１，２２７．２から反射要素２２６の方向に後方反射する。この反射要素２２６は、走査板２１１の下面の格子レンズ構造２２７．１，２２７．２の焦点内に配置されている。そこから反射した部分光束が、多数のアパーチャを有する２つの絞り構造２２８．１，２２８．２上にさらに当たる。これらの絞り構造２２８．１，２２８．２のアパーチャを透過した光が、後続配置された補助信号の２つの検出要素２２９．１，２２９．２によって検出される。次いで補助信号の検出要素２２９．１，２２９．２の出力部に出力される信号が、先の例のように差信号に変換される。この差信号は、トリガー閾値ＴＲ２，ＴＲ３を調整する補助信号として

40

50

使用される。このため、図 10 に基づいて既に説明したのと同じ回路配置が使用され得る。

【0091】

基準マークに向かう光束の入射角の上述した場合によっては起こりうる変動が、提唱されている補正手段のこれらの実施形によっても検出でき補正できる。

【0092】

説明した実施の形態のほかに、その他の構成の可能性も、本発明の範囲内で明らかに存在する。

【0093】

すなわち、例えば図 1 b 中で認識可能な分割格子 19 から基準マーク 31 への照射光束の斜めの入射の代わりに、基準マーク 31 の垂直に入射する照射を実現することも可能である。このような実施形は、走査ユニット及び反射基準尺の場合によっては起こりうる特定方向への傾き時の基準パルス信号の位置に関する利点を呈する。

【0094】

既に上述したように、さらにリニア式の測定配置及び回転式の測定は位置の双方を本発明の考えに基づいて構成することもできる。

【図面の簡単な説明】

【0095】

【図 1 a】基準パルス信号の生成を説明するための本発明のエンコーダの第 1 の実施形の部分走査光路の第 1 の正面図である。

【図 1 b】基準パルス信号の生成を説明するための本発明のエンコーダの第 1 の実施形の部分走査光路の第 2 の正面図である。

【図 1 c】インクリメンタル信号の生成を説明するための本発明のエンコーダの第 1 の実施形の部分走査光路の第 3 の正面図である。

【図 2】基準マークの部分拡大部分を含む本発明のエンコーダの第 1 の実施形の反射基準尺の部分平面図である。

【図 3 a】本発明のエンコーダの第 1 の実施形の走査板の下面の平面図である。

【図 3 b】本発明のエンコーダの第 1 の実施形の走査板の上面の平面図である。

【図 4 a】本発明のエンコーダによって基準パルスを生成するために生じる信号を示す。

【図 4 b】基準パルス信号を生成するために利用されるトリガー閾値並びに図 4 a による信号から生成される和信号及び差信号を示す。

【図 4 c】インクリメンタル信号及び基準位置に対して生じる基準パルス信号を示す。

【図 5】図 4 a ~ 4 c にしたがって異なる信号を処理し、基準パルス信号を生成する適切な回路配置の概略図である。

【図 6 a】中立回転点の異なる位置を有するつまり傾いた反射基準尺を有する図 1 b に類似した異なる図である。

【図 6 b】中立回転点の異なる位置を有するつまり傾いた反射基準尺を有する図 1 b に類似した異なる図である。

【図 6 c】中立回転点の異なる位置を有するつまり傾いた反射基準尺を有する図 1 b に類似した異なる図である。

【図 7 a】基準パルス信号を生成するための本発明のエンコーダの第 2 の実施形の部分走査光束の第 1 の正面図である。

【図 7 b】基準パルス信号を生成するための本発明のエンコーダの第 2 の実施形の部分走査光束の第 1 の正面図である。

【図 8 a】本発明のエンコーダの第 2 の実施形の走査板の下面の正面図である。

【図 8 b】本発明のエンコーダの第 2 の実施形の走査板の上面の正面図である。

【図 9 a】第 3 の実施形の走査光路の一部の概略図である。この第 3 の実施形は、光束の傾きのドリフトを補正する追加の補正手段を有する。

【図 9 b】本発明のエンコーダの第 3 の実施形の走査板の上面の正面図である。

【図 9 c】本発明のエンコーダの第 3 の実施形の走査板の下面の正面図である。

10

20

30

40

50

【図 1 0】光束の傾きのドリフトを補正する補助信号を処理するための回路配置の概略図である。

【図 1 1 a】第 4 の実施形の走査光路の一部の概略図である。この第 4 の実施形は、光束の傾きのドリフトを補正する別の補正手段を有する。

【図 1 1 b】本発明の第 4 の実施形の走査板の上面の正面図である。

【図 1 1 c】本発明のエンコーダの第 4 の実施形の走査板の下面の正面図である。

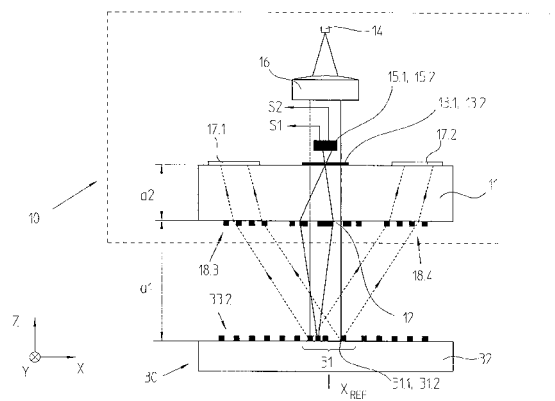
【符号の説明】

【 0 0 9 6 】

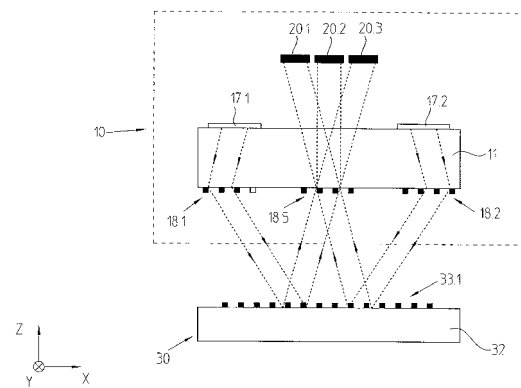
- 1 0 走査ユニット
- 1 1 走査板
- 1 2 結像光学系
- 1 4 光源
- 1 6 コリメート光学系
- 1 7 反射要素
- 1 9 分割格子
- 3 0 反射基準尺
- 3 1 基準マーク
- 3 2 支持本体

10

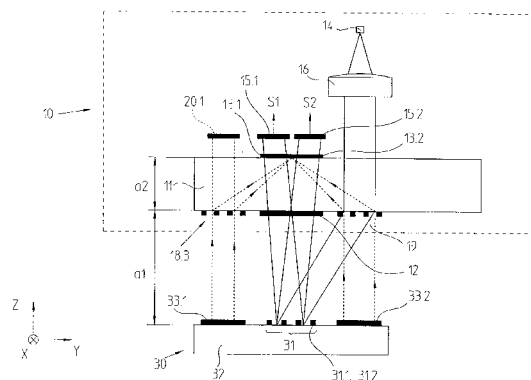
【図 1 a】



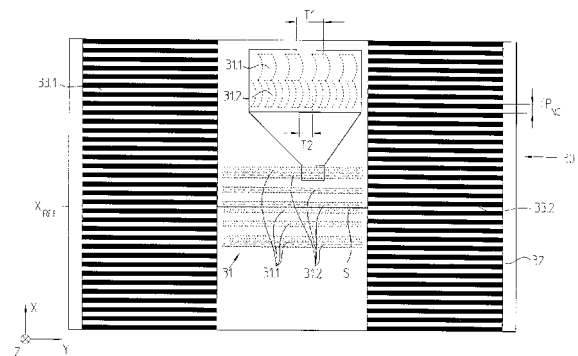
【図 1 c】



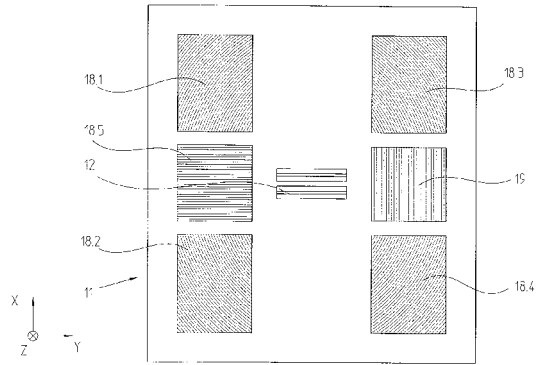
【図 1 b】



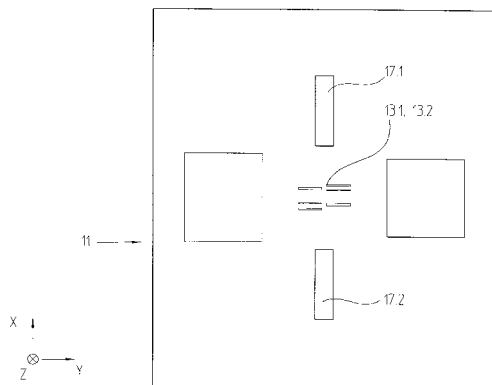
【図 2】



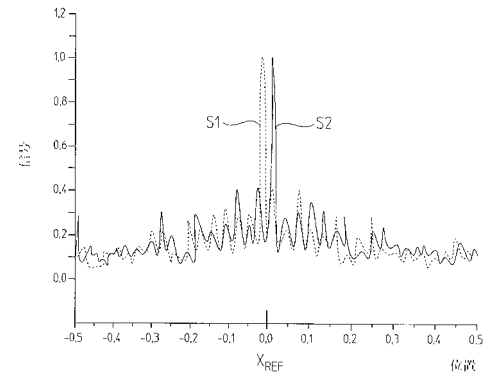
【図 3 a】



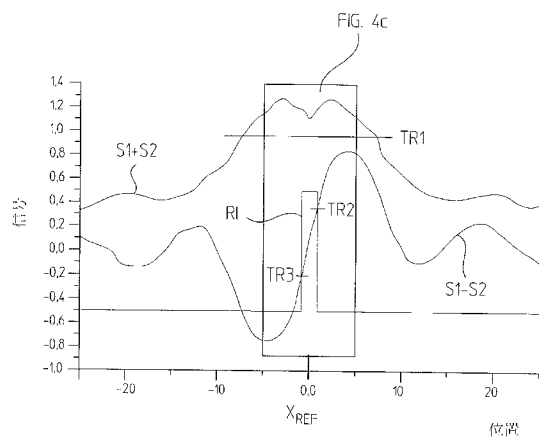
【図 3 b】



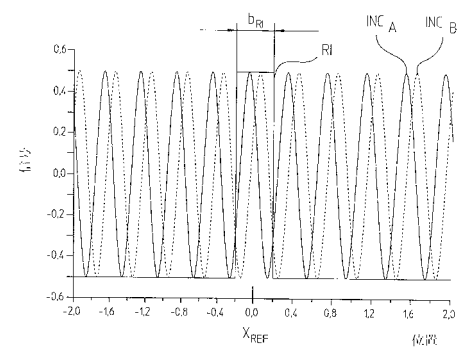
【図 4 a】



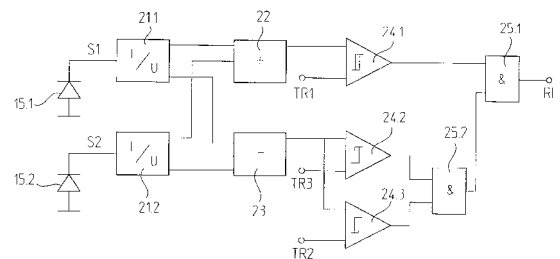
【図 4 b】



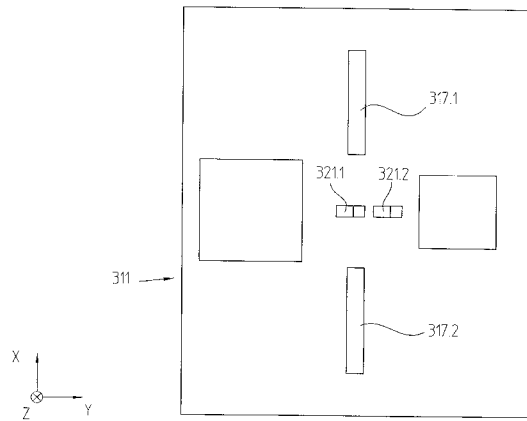
【図 4 c】



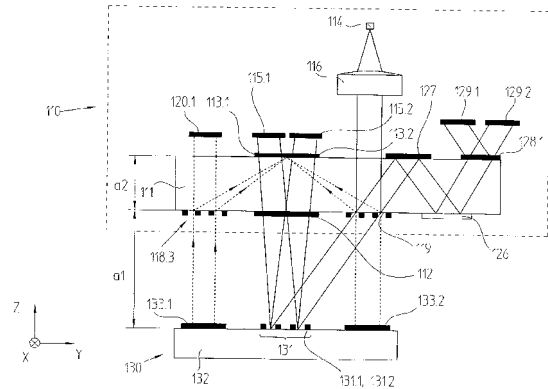
【図 5】



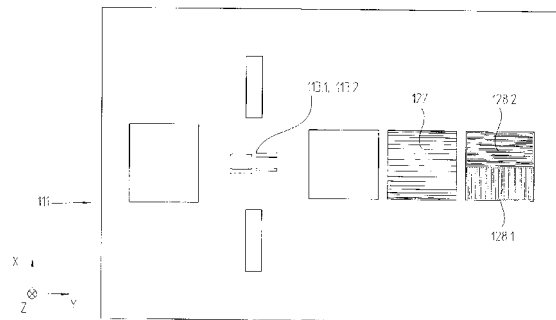
【図 8 b】



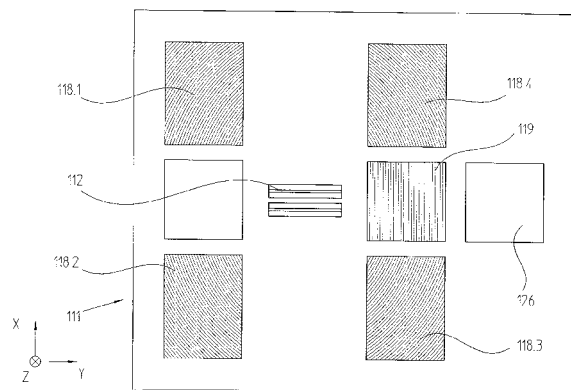
【図 9 a】



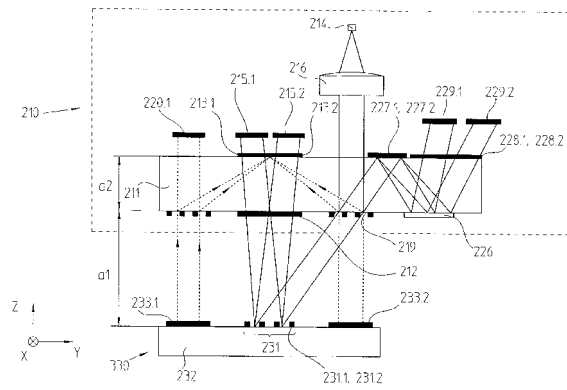
【図 9 b】



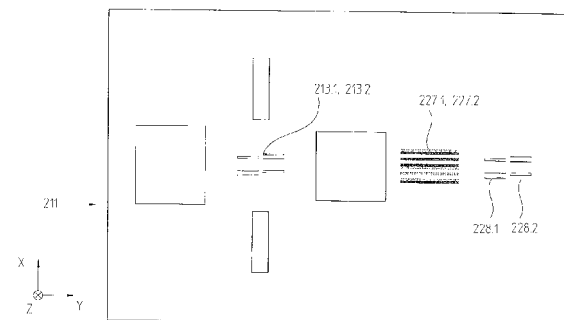
【図 9 c】



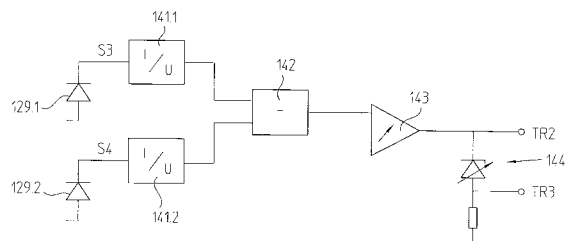
【図 11 a】



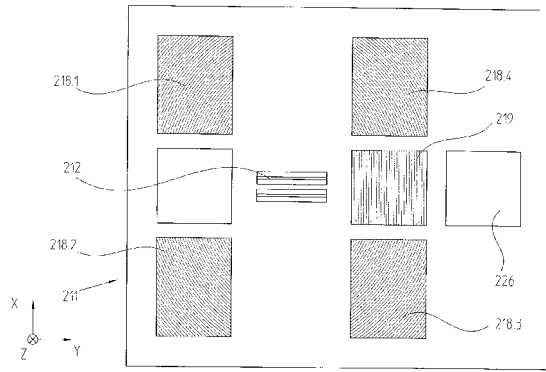
【図 11 b】



【図 10】



【図 11c】



フロントページの続き

(72)発明者 カルステン・ゼンディッヒ
ドイツ連邦共和国、8 3 3 4 9 パリング、ノルトリング、1 6

審査官 岡田 卓弥

(56)参考文献 特開2 0 0 6 - 2 2 0 6 5 5 (J P , A)
特表2 0 0 5 - 5 2 6 9 5 1 (J P , A)
特開平1 0 - 2 2 1 1 2 1 (J P , A)
特開平7 - 2 7 0 1 8 8 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
G 0 1 D 5 / 2 6 - 5 / 3 8