

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3881339号

(P3881339)

(45) 発行日 平成19年2月14日(2007.2.14)

(24) 登録日 平成18年11月17日(2006.11.17)

(51) Int. Cl. F I  
**G 0 1 D 5/36 (2006.01)** G O 1 D 5/36 K

請求項の数 17 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2003-525220 (P2003-525220)	(73) 特許権者	390014281
(86) (22) 出願日	平成14年9月2日(2002.9.2)		ドクトル・ヨハネス・ハイデンハイン・ゲ
(65) 公表番号	特表2005-502036 (P2005-502036A)		ゼルシャフト・ミット・ベシユレンクテル
(43) 公表日	平成17年1月20日(2005.1.20)		・ハフツング
(86) 国際出願番号	PCT/EP2002/009767		DR. JOHANNES HEIDEN
(87) 国際公開番号	W02003/021185		HAIN GESELLSCHAFT M
(87) 国際公開日	平成15年3月13日(2003.3.13)		IT BESCHRANKTER HAF
審査請求日	平成16年5月27日(2004.5.27)		TUNG
(31) 優先権主張番号	101 43 185.6		ドイツ連邦共和国、83301 トラウン
(32) 優先日	平成13年9月4日(2001.9.4)		ロイト、ドクトルーヨハネス・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	100092244
			弁理士 三原 恒男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 位置測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

- その内部に測定方向(x)に延在する一定の増分式目盛周期(TP<sub>INC</sub>)を有する周期的な増分式目盛が配設され、かつ少なくとも一定の参照位置(X<sub>REF</sub>)において参照パルス信号(REF)を発生させるための光学特性に関する不連続を備えるトラック(12)を有するスケール(10)と、

- スケール(10)に対して相対的に測定方向(x)に増分式目盛を有するトラック(12)の一定の測定区間(D)にわたって可動であり、光源(21)以外に、増分式目盛を光電走査するための複数の検出器要素(23, 24, 25, 26, 27)を有する走査ユニット(20)と、

から成る、周期的な増分式信号及び少なくとも1つの参照パルス信号を発生させるための位置測定装置において、

- トラック(12)内の測定区間(D)の第1の部分(D<sub>1</sub>)において、増分式目盛が、入射する光束(S)を少なくとも1つの第1の空間方向(RR1)へと偏向させる第1の横断下部構造を備えており、第1の部分(D<sub>1</sub>)に隣接するトラック(12)内の測定区間(D)の第2の部分(D<sub>2</sub>)において、増分式目盛が、入射する光束(S)を第1の空間方向(RR1)とは異なる少なくとも1つの第2の空間方向(RR2)へと偏向させる第2の横断下部構造を備えており、従って、第1と第2の部分(D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>)の間の移行領域において、増分式目盛の横断下部構造の光学偏向作用に関する不連続が存在し、  
 - 増分式目盛が、増分式目盛周期(TP<sub>INC</sub>)で測定方向(x)に周期的に配設された

10

20

異なった光学特性を有する部分領域 ( T B 1 , T B 2 ) から成り、その際、部分領域 ( T B 1 , T B 2 ) が、長手方向の広がり、測定方向 ( x ) に対して垂直に整向されている方向 ( y ) に備えており、横断下部構造が、それぞれ、部分領域 ( T B 1 , T B 2 ) の長手方向の広がりの方向 ( y ) に沿った周期的な輪郭制限部を有する構造体として一定の偏向目盛周期 ( T P <sub>TRANS, 1</sub> , T P <sub>TRANS, 2</sub> ) で形成されており、

- 走査ユニット ( 2 0 ) の側に、それぞれ 1 つ又は複数の参照パルス検出器要素 ( 2 4 , 2 5 , 2 6 , 2 7 ) が異なった空間方向 ( R R 1 , R R 2 ) に配設されており、これらの参照パルス検出器要素に、参照パルス部分信号 ( R E F <sub>1</sub> ~ R E F <sub>4</sub> ) が付与され、これら参照パルス部分信号の処理から、光学偏向作用に関する不連続が存在する第 1 と第 2 の部分 ( D <sub>1</sub> , D <sub>2</sub> ) の間の移行領域内の参照位置で、参照パルス信号 ( R E F ) が結果として生じることを特徴とする位置測定装置。

10

【請求項 2】

第 1 の横断下部構造が、第 1 の偏向目盛周期 ( T P <sub>TRANS, 1</sub> ) を備え、第 2 の横断下部構造が、第 1 の偏向目盛周期 ( T P <sub>TRANS, 1</sub> ) とは異なる第 2 の偏向目盛周期 ( T P <sub>TRANS, 2</sub> ) を備え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】

- 第 1 の横断下部構造が、第 1 の空間方向 ( R R 1 ) 及びこの第 1 の空間方向 ( R R 1 ) とは異なる別の第 4 の空間方向 ( R R 4 ) への偏向を行ない、  
- 第 2 の横断下部構造が、第 2 の空間方向 ( R R 2 ) 及びこの第 2 の空間方向 ( R R 2 ) とは異なる別の第 3 の空間方向 ( R R 3 ) への偏向を行なうことを特徴とする請求項 1 に記載の位置測定装置。

20

【請求項 4】

光束 ( S <sub>T 1</sub> ~ S <sub>T 4</sub> ) の偏向を結果として行なう空間方向 ( R R 1 ~ R R 4 ) が、測定方向 ( x ) に対して垂直にまた増分式目盛の部分領域 ( T B 1 , T B 2 ) の長手方向の広がりの方向 ( y ) に対して平行に整向されている平面を固定することを特徴とする請求項 3 に記載の位置測定装置。

【請求項 5】

第 1 及び第 4 又は第 2 及び第 3 の空間方向 ( R R 1 - R R 4 ) が、それぞれの偏向目盛周期 ( T P <sub>TRANS, 1</sub> , T P <sub>TRANS, 2</sub> ) を有する横断下部構造によって + / - 1 位の回折系列への回折が結果として生じる方向に相当することを特徴とする請求項 3 に記載の位置測定装置。

30

【請求項 6】

増分式目盛の部分領域が、その長手方向の広がりの方向 ( y ) にサイン波形の輪郭制限部を備え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 7】

増分式目盛の部分領域が、その長手方向の広がりの方向 ( y ) に三角形の輪郭制限部を備え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 8】

増分式目盛が、ディスク状の担持要素 ( 1 1 ) 上に円形に周方向に配設されており、増分式目盛の第 1 及び第 2 の部分 ( D <sub>1</sub> , D <sub>2</sub> ) が隣接する 2 つの円形セグメントであることを特徴とする請求項 1 に記載の位置測定装置。

40

【請求項 9】

両方の円形セグメントが、それぞれ 1 8 0 ° にわたって延在し、従って、向かい合って位置する 2 つの参照位置 ( X <sub>REF</sub> ) において周方向に沿って参照パルス信号 ( R E F ) が発生可能であることを特徴とする請求項 8 に記載の位置測定装置。

【請求項 1 0】

増分式目盛が、位相格子として形成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。

【請求項 1 1】

増分式目盛が、透過光目盛として形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の位

50

置測定装置。

【請求項 1 2】

増分式目盛の照明が、視準された小さい直径を有する光束 ( S ) によって行なわれ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 1 3】

- 第 1 及び第 4 の空間方向 ( R R 1 , R R 4 ) に、第 1 及び第 4 の参照パルス検出器要素 ( 2 4 , 2 7 ) が配設されており、これらの参照パルス検出器要素が、付与される第 1 及び第 4 の参照パルス部分信号 ( R E F 1 , R E F 4 ) から第 1 の参照パルス and 信号 ( R E F S 1 ) が結果として生じるように接続されており、

- 第 2 及び第 3 の空間方向 ( R R 2 , R R 3 ) に、第 2 及び第 3 の参照パルス検出器要素 ( 2 5 , 2 6 ) が配設されており、これらの参照パルス検出器要素が、付与される第 2 及び第 3 の参照パルス部分信号 ( R E F 2 , R E F 3 ) から第 2 の参照パルス and 信号 ( R E F S 2 ) が結果として生じるように接続されており、

- その際、第 1 及び第 2 の参照パルス and 信号 ( R E F S 1 , R E F S 2 ) の処理から参照パルス信号 ( R E F ) が結果として生じることを特徴とする請求項 3 に記載の位置測定装置。

10

【請求項 1 4】

- 第 1 の参照パルス and 信号 ( R E F S 1 ) から、増幅及び減衰によって別の第 3 及び第 4 の参照パルス and 信号 ( R E F S 3 , R E F S 4 ) が結果として生じ、

- 第 2 の参照パルス and 信号 ( R E F S 2 ) から、減衰及び増幅によって別の第 5 及び第 6 の参照パルス and 信号 ( R E F S 5 , R E F S 6 ) が結果として生じ、

- 第 3、第 4、第 5 及び第 6 の参照パルス and 信号 ( R E F S 3 , R E F S 4 , R E F S 5 , R E F S 6 ) の論理的な結合から、参照パルス信号 ( R E F ) が結果として生じることを特徴とする請求項 1 3 に記載の位置測定装置。

20

【請求項 1 5】

第 3、第 4、第 5 及び第 6 の参照パルス and 信号 ( R E F S 3 , R E F S 4 , R E F S 5 , R E F S 6 ) の論理的な結合から、2 つの参照パルス補助信号 ( R E F H 1 , R E F H 2 ) が結果として生じ、これらの参照パルス補助信号の論理的な U N D 結合から、一定の幅 ( b R E F ) を有する矩形信号の形の参照パルス信号 ( R E F ) が結果として生じることを特徴とする請求項 1 4 に記載の位置測定装置。

30

【請求項 1 6】

- 第 1 及び第 2 の空間方向 ( R R 1 , R R 2 ) に、第 1 及び第 2 の参照パルス検出器要素 ( 2 4 , 2 5 ) が配設されており、これらの参照パルス検出器要素が、付与される第 1 及び第 2 の参照パルス部分信号 ( R E F 1 , R E F 2 ) から第 1 の参照パルス and 信号 ( R E F S 1 ) が結果として生じるように接続されており、

- 第 3 及び第 4 の空間信号 ( R R 3 , R R 4 ) に、第 3 及び第 4 の参照パルス検出器要素 ( 2 6 , 2 7 ) が配設されており、これらの参照パルス検出器要素が、付与される第 3 及び第 4 の参照パルス部分信号 ( R E F 3 , R E F 4 ) から第 2 の参照パルス and 信号 ( R E F S 2 ) が結果として生じるように接続されており、

- その際、第 1 及び第 2 の参照パルス and 信号 ( R E F S 1 , R E F S 2 ) の処理から参照パルス信号 ( R E F ) が結果として生じることを特徴とする請求項 3 に記載の位置測定装置。

40

【請求項 1 7】

第 1 及び第 2 の参照パルス and 信号 ( R E F S 1 , R E F S 2 ) が、増幅の後コンパレータユニット ( 1 3 0 ) の入力部に付与され、このコンパレータユニットの出力部において参照パルス信号 ( R E F ) が結果として生じることを特徴とする請求項 1 6 に記載の位置測定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

50

本発明は、請求項 1 の上位概念に記載の位置測定装置に関する。

【背景技術】

【0002】

公知の位置測定装置は、互いに可動の 2 つの対象の相対変位の関する増分信号以外に、しばしばいわゆる参照パルス信号も供給する。これらの信号を介して、互いに可動の対象の相対位置が一定である場合、位置測定の正確な絶対関係を形成することができる。参照パルス信号を発生させるため、位置測定装置のスケールの側では、1 つ又は複数の位置に参照マーク部を有する場が配設されている。スケール上の参照マーク部の配設に関して、一連の公知の可能性がある。

【0003】

従って、例えば、特許文献 1 からは、スケール上の参照マーク部を横から増分式目盛を有する目盛トラックに隣接するように配設することが公知である。しかしながら、この場合は、スケール又は走査平面に対して垂直な軸を中心としたスケール及び走査ユニットの不測の捩れが生じた場合に、増分式信号の一定の周期に対する参照パルス信号の正確な対応が通常はもはや保証されていないことが問題である。

【0004】

これ以外には、ほぼ特許文献 2 で提案されているように、参照マーク部を直接増分式目盛を有するトラックへと統合すること、その際、参照パルス信号を直接増分式目盛から導き出すことも可能である。このような配設は、増分式信号に対する参照パルス信号の対応に関する特別な利点を提供する。何故なら、上で述べたスケール及び走査ユニットの捩れが生じた場合でも、常に正確な対応が保証されたままであるからである。参照マーク部としては、増分式目盛におけるスケール上の所望の参照位置において、例えば、増分式目盛の省略された 1 つ又は複数のウェブ又は線を使用することができ、即ち、増分式目盛を有するトラックは、参照パルス信号を発生させるために、1 つ又は複数の一定の位置において、光学特性に関する不連続を備える。

【0005】

更に、増分式目盛を有するトラックへの参照マーク部の統合に関する別の変形例は、特許文献 3 又は特許文献 4 から公知である。これらの刊行物では、増分式目盛において参照マーク部を非周期的な線又はウェブの列として形成するか、しかしながら変更された光学特性を有する領域を残りの増分式目盛と区別される参照マーク部として利用することが提案される。

【0006】

しかしながら、基本的には、これにより周期的な増分式信号もこの位置で外乱を受けることが、増分式目盛への参照マーク部の統合において問題であることが分かった。何故なら、参照パルス信号のための十分な検出の確実性が保証されざるを得ないからである。特に、更にまたそのできるだけ良好な信号品質を前提とする増分式信号の高度な補間が望まれる場合には、増分式信号が参照位置において明らかに理想的な信号形状から逸脱する場合に困難が生じる。

【0007】

更に、特許文献 5 からは、領域情報を発生させるために、即ち、スケール参照位置のどちら側に走査ユニットが直接存在するかを識別のために、スケール上に配設されているに過ぎないトラックから参照パルス信号を発生させることが公知である。異なった 2 つの領域間の移行部では、相応の領域信号から参照パルス信号も発生させることができる。しかしながら、ここでは、この位置における参照パルス信号の正確な検出が問題となる。

【特許文献 1】米国特許第 4, 263, 506 号明細書

【特許文献 2】米国特許第 3, 985, 448 号明細書

【特許文献 3】独国外特許出願公開第 35 36 466 号明細書

【特許文献 4】米国特許第 4, 866, 269 号明細書

【特許文献 5】独国外特許第 41 11 873 号明細書

【発明の開示】

10

20

30

40

50

**【発明が解決しようとする課題】****【0008】**

従って、本発明の課題は、増分式目盛を有するトラックからの参照パルス信号の発生を可能にする位置測定装置を提供することである。この場合、増分式信号発生部は、できるだけ僅かにしか外乱を受けるべきでない。

**【課題を解決するための手段】****【0009】**

この課題は、請求項1を特徴付ける部分における特徴を有する位置測定装置によって解決される。

**【0010】**

本発明による位置測定装置の有利な実施形は、請求項1に従属する請求項で述べられている措置から得られる。

**【0011】**

本発明によれば、位置測定装置内に、今や、増分式目盛の異なった部分が、測定区間に沿って異なった周期的な横断下部構造を備え、これらの横断下部構造が、入射する光束の偏向を異なった空間方向に行なう。この場合、各部分には、異なった偏向作用を有する異なった横断下部構造が対応している。隣接する部分の間の移行領域には、横断下部構造の光学的な偏向作用に関する不連続が存在し、この不連続は、この位置において参照パルス信号を、即ち参照位置を、発生させるために利用される。このため、走査ユニットの側には、少なくとも2つの参照パルス検出器要素が異なった空間方向に配設されている。参照パルス検出器要素には、参照パルス部分信号が付与され、これらの参照パルス部分信号の処理から、所望の参照パルス信号が結果として生じる。

**【0012】**

参照パルス信号発生部のこの様式によって、周期的な増分式目盛が、参照位置においてもその周期性において外乱を受けず、従って、結果として生じる増分式信号も、参照パルス信号の発生部によって外乱を受けない。特に、増分式信号も、参照パルス信号の本発明による発生部に基づいて好ましくない強度損失を何ら受けない。

**【0013】**

位置測定装置の僅かな構造サイズ及び危険のない組立てに関する増分式目盛から導き出される参照パルス信号の利点以外に、本発明による措置に基づいて別の利点が得られる。

**【0014】**

従って、今や別の追加措置を講じることなく参照パルス部分信号から、参照マーク部のどちら側にもしくはどの領域に走査ユニットが直接存在するかという情報もこれに関連して発生させることができる。従って、参照パルス部分信号は、いわゆる領域信号としても評価することができる。更に、参照パルス部分信号の処理のやり方によって、結果として生じる矩形の参照パルス信号の所望の幅は、一定に調節すること及び増分式信号の信号周期に調節することができる。

**【0015】**

この場合、少なくとも1つの第1及び第2の領域信号を発生させる場合、及び第1の領域信号又はこれから導き出される別の領域信号と、第2の領域信号又はこれから導き出される別の領域信号との間で行なわれる比較から、参照パルス信号が発生可能である。

**【0016】**

当然、本発明による措置は、ロータリ式の位置測定装置においても、リニヤ式の位置測定装置においても使用することができる。

**【0017】**

更に、入射光位置測定装置も、透過光位置測定装置も、本発明により構成することができる。

**【発明を実施するための最良の形態】****【0018】**

本発明の更なる利点並びに詳細は、添付図を基にした実施例の以下の説明から分かる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 9 】

図 1 には、概略化された形で、本発明による位置測定装置の実施例が断面図に図示されている。この場合、示された位置測定装置の変形例は、回転軸 1 を中心とした互いに可動の 2 つの対象の回転運動を検出するために使用され、それぞれ両方の対象の一方と結合されているスケール 1 0 並びに走査ユニット 2 0 を有する。両方の対象が互いに相対的に可動である測定方向 x は、この場合、回転軸 1 に対して回転対称に整向されている。

## 【 0 0 2 0 】

スケール 1 0 は、部分ディスクとして形成されており、この部分ディスクは、ディスク状の担持要素 1 1 から成り、この担持要素上に、増分式目盛を有するトラック 1 2 が円形に周方向に配設されている。図 1 では詳細には認識可能でない増分式目盛は、測定方向 x に増分式目盛周期  $T_{PINC}$  で周期的に配設される異なった光学特性を有する部分領域の連続から成る。この場合、部分領域は、長手方向の広がりや、測定方向 x に対して垂直に整向されている方向 y に有する。増分式目盛の具体的な形成に関しては、図 3 の a 及び b の以下の説明を参照のこと。

10

## 【 0 0 2 1 】

この例では、増分式目盛が、透過光位相目盛として形成されており、即ち、連続する部分領域が、それぞれ 1 つの異なるように位相をずらす、通過する光束に対する光学作用を備え、担持要素 1 1 はガラスから成る。走査ユニット 2 0 の側には、光源 2 1 が配設されており、更に、走査ユニット 2 0 は、走査目盛 2 2 . 1 , 2 2 . 2 並びに複数の検出器要素 2 3 ~ 2 7 を有し、これらの検出器要素は、異なった走査信号を発生させるために使用される。この場合、符号 2 3 で、単に概略化されて図示された増分式信号検出器要素が指示され、この増分式信号検出器要素は、周期的な増分式信号  $INC$  を検出するために使用される。増分式信号検出器要素 2 3 は、公知のやり方では、いわゆる構造化された検出器装置としてか、又はしかしながら個々の複数の光学要素を有する装置として形成することができる。増分式信号検出器要素 2 3 によって、公知のやり方では、それぞれ  $90^\circ$  だけ位相のずれた 4 つの、もしくはそれぞれ  $120^\circ$  だけ位相のずれた 3 つの増分式信号が発生させられ、これらの増分式信号は、更にまた、 $90^\circ$  だけ位相のずれた 2 つの増分式出力信号に接続される。しかしながら、以下では、簡単のために、単に周期的な増分式信号  $INC$  を話題にする。

20

## 【 0 0 2 2 】

符号 2 4 , 2 5 , 2 6 , 2 7 で、参照パルス検出器要素を示し、これらの参照パルス検出器要素に、複数の参照パルス部分信号  $REF_1 \sim REF_4$  が付与され、これらの参照パルス部分信号の処理から、最終的に参照パルス信号  $REF$  が発生させられ、これは、以下で、更に詳細に説明する。参照パルス検出器要素 2 4 ~ 2 7 としては、公知の光学要素が使用される。

30

## 【 0 0 2 3 】

位置測定装置によって発生させられる増分式信号  $INC$  及び参照パルス信号  $REF$  は、最後に、次の処理をするための - 図示されてない - 後続の評価ユニットのため、例えば数値制御の工作機械制御部のために使用可能である。

## 【 0 0 2 4 】

本発明による参照パルス信号の発生部を詳細に説明するために、今や、次の図の説明を参照する。この場合、図 2 は、本発明による位置測定装置における異なった走査光路の透視図法による概略図を示す。

40

## 【 0 0 2 5 】

- 図 2 には図示されてない - 光源から来る光束 S は、部分ディスクとして形成されたスケール 1 0 上で増分式目盛を有するトラック 1 2 に当たる。この場では、増分式目盛の照明が、特に、小さい直径だけを備えている視準された光束 S によって行なわれることを述べるべきである。増分式目盛は、図 2 では詳細に図示されておらず、これに関しては、後続の図 3 の a 及び b を参照のこと。

## 【 0 0 2 6 】

50

増分式信号  $I N C$  を発生させるため、入射する光束  $S$  は、増分式目盛における回折によって2つの部分光束  $S_{+1}$  及び  $S_{-1}$  に分割され、これらの部分光束は、異なった2つの空間方向に伝播する。走査ユニットの側では、両方の部分光束  $S_{+1}$  及び  $S_{-1}$  が、それぞれ1つの走査目盛  $22.1$  ,  $22.2$  に当たる。走査目盛  $22.1$  ,  $22.2$  によって、部分光束  $S_{+1}$  及び  $S_{-1}$  は、同様に再び回折によって偏向され、増分式信号検出器要素  $23$  が配設されている検出面において干渉させられる。増分式信号検出器要素  $23$  には、スケールと走査ユニットとの相対運動が行なわれた場合に、即ち回転軸  $1$  を中心とする回転が行なわれた場合に、周期的に変調された増分式信号  $I N C$  が付与され、この増分式信号は、公知のやり方で次の処理をすることができる。

【0027】

周期的な増分式信号  $I N C$  以外に、本発明による措置によれば、更に少なくとも1つの位置もしくは参照位置  $x_{R E F}$  においても測定区間  $d$  に沿って参照パルス信号  $R E F$  を発生させることができる。参照パルス信号  $R E F$  によって、絶対関係を測定の間形成することができる。この際、この絶対関係には、後続の増分式測定が関連させられる。

【0028】

この目的のため、少なくとも1つの位置もしくは参照位置における光学特性に関する不連続によって参照パルス信号  $R E F$  を発生させるために、増分式目盛の一定の形成が行なわれる。本発明を更に説明するため、この場では、スケール  $10$  に対する平面図もしくは参照位置  $x_{R E F}$  におけるスケールの部分拡大部を示す図3の  $a$  及び  $b$  の参照を指摘しておく。

【0029】

基本的に、本発明による位置測定装置における増分式目盛は、増分式目盛周期  $T P_{I N C}$  で測定方向  $x$  に周期的に配設された異なった光学特性を有する部分領域  $T B 1$  ,  $T B 2$  から成る。この場合、部分領域  $T B 1$  ,  $T B 2$  は、長手方向の広がりを、測定方向  $x$  に対して垂直に整向されている方向  $y$  に備えている。

この例では、増分式目盛が、測定区間の第1の部分  $D_1$  において更に第1の横断下部構造を備え、この横断下部構造は、この横断下部構造に入射する光束を、少なくとも1つの第1の空間方向に偏向させる。図2, 3の  $a$  及び  $b$  において図示された実施例の場合、第1の部分  $D_1$  は、部分ディスクもしくは増分式目盛の左の  $180^\circ$  の円形セグメントにわたって延在する。第1の部分  $D_1$  に隣接する第2の部分  $D_2$  においては、増分式目盛が、第2の横断下部構造を備え、この横断下部構造は、入射する光束を、少なくとも1つの第2の空間方向に偏向させる。第2の空間方向は、第1の空間方向とは異なっている。従って、図示された例では、増分式目盛の右の  $180^\circ$  の円形セグメントが、測定区間の第2の部分  $D_2$  である。従って、第1及び第2の部分  $D_1$  と  $D_2$  との間には、移行領域において、増分式目盛のそれぞれの横断下部構造の光学的な偏向作用に関する不連続が存在し、この不連続は、最終的に、この位置で参照パルス信号  $R E F$  を発生させるためだけに利用される。

【0030】

増分式目盛における横断下部構造は、特に図3の  $b$  で認識可能であるように、それぞれ部分領域  $T B 1$  ,  $T B 2$  の長手方向の広がりの方向  $y$  に沿った一定の偏向目盛周期  $T P_{T R A N S, 1}$  ,  $T P_{T R A N S, 2}$  を有する周期的な構造体として形成されている。この場合、第1の部分  $D_1$  における第1の横断下部構造は、第1の偏向目盛周期  $T P_{T R A N S, 1}$  を備えており、第2の部分における第2の横断下部構造は、第1の偏向目盛周期  $T P_{T R A N S, 1}$  とは区別される第2の偏向目盛周期  $T P_{T R A N S, 2}$  を備えている。

【0031】

図2における図から明らかであるように、測定区間の第1の部分  $D_1$  における横断下部構造は、入射する光束  $S$  の第1の空間方向  $R R 1$  への偏向を行なう。第1の空間方向  $R R 1$  へと偏向された光束は、符号  $S_{T 1}$  で示す。測定区間の第2の部分  $D_2$  における横断下部構造は、入射する光束  $S$  の第2の空間方向  $R R 2$  への偏向を行なう。第2の空間方向  $R$

10

20

30

40

50

R<sub>2</sub>へと偏向された光束は、符号S<sub>T2</sub>で示す。図2には、図説のために、両方の空間方向R<sub>R1</sub>, R<sub>R2</sub>へと偏向された光束S<sub>T1</sub>, S<sub>T2</sub>が図示されており、これは、実際には両方の部分D<sub>1</sub>とD<sub>2</sub>の間の移行領域内で生じるに過ぎない。

【0032】

両方の空間方向R<sub>R1</sub>及びR<sub>R2</sub>に、それぞれ参照パルス検出器要素24, 25が配設されており、これらの参照パルス検出器要素は、これらの空間方向R<sub>R1</sub>, R<sub>R2</sub>へと偏向された光束を検出し、これらの参照パルス検出器要素に、参照パルス部分信号REF<sub>1</sub>, REF<sub>2</sub>が付与され、これらの参照パルス部分信号の処理から、参照パルス信号REFは、基本的に発生させることができる。

【0033】

以下では、この例での参照位置x<sub>REF</sub>における参照パルス信号REFの発生の基本にある原理を説明する。

光源から来る光束Sがもっぱら増分式目盛の第1の部分D<sub>1</sub>を走査もしくは通過する間は、この部分における横断下部構造によって第1の空間方向R<sub>R1</sub>への偏向だけが行なわれ、即ち、第1の参照パルス検出器要素24に作用する光束S<sub>T1</sub>が結果として生じる。第1の参照パルス検出器要素24だけが、この測定段階で入射する光線強度を記録し、これにより、出力部に付与される第1の参照パルス部分信号REF<sub>1</sub>を記録する。増分式目盛の第2の部分D<sub>2</sub>の走査を行なう場合は、全く逆の関係が存在し、即ち、第2の空間方向R<sub>R2</sub>における第2の参照パルス検出器要素25だけが、光束S<sub>T2</sub>の入射する光線強度を記録するか、もしくはその際、第2の参照パルス検出器要素の出力部に第2の参照パルス部分信号REF<sub>2</sub>が付与される。従って、両方の部分D<sub>1</sub>とD<sub>2</sub>の間の移行領域もしくは参照位置x<sub>REF</sub>では、両方の参照パルス部分信号REF<sub>1</sub>, REF<sub>2</sub>に関する特徴的な信号経過が存在し、この信号経過は、本発明により参照パルス信号REFを発生させるために利用することができる。

【0034】

それぞれ180°の円形セグメントにわたって延在する測定区間の両方の部分D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>を含めた図3のa及びbの例では、当然、そこで第1の移行領域に向かい合って位置するように配設されている第2の移行領域において、同じやり方で参照パルス信号REFを発生させることができる。

【0035】

更に、当然、それぞれの測定区間を更に多くの部分へと分解するようにも、また異なった部分の間の移行領域で、それぞれ参照パルス信号を発生させるようにも構成することができる。

【0036】

この例で使用される、偏向を行なう増分式目盛の横断下部構造は、回折を行なう構造体として形成されており、それぞれ第1又は第2の空間方向R<sub>R1</sub>, R<sub>R2</sub>への偏向だけを行なう。第1の部分D<sub>1</sub>では、第1の空間方向への光束S<sub>T1</sub>の偏向以外に、更にもう1つの第4の空間方向R<sub>R4</sub>への光束S<sub>T4</sub>の偏向が行なわれ、この空間方向に、同様に参照パルス信号検出器要素27が配設されている。これと同様に、第2の部分D<sub>2</sub>では、第2の空間方向R<sub>R2</sub>への光束S<sub>T2</sub>の偏向以外に、もう1つの第3の空間方向R<sub>R3</sub>への光束S<sub>T3</sub>の偏向が結果として生じ、この空間方向に、同様に参照パルス信号検出器要素26が配設されている。従って、第1及び第4の空間方向R<sub>R1</sub>, R<sub>R4</sub>並びに第2及び第3の空間方向R<sub>R2</sub>, R<sub>R3</sub>は、それぞれ+1位及び-1位の回折系列に相当し、これらの回折系列へと、両方の部分D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>のそれぞれの横断下部構造によって相応の偏向が行なわれる。更なる信号処理のために、第1及び第4の参照パルス検出器要素24, 27並びに第2及び第3の参照パルス検出器要素25, 26は相互接続される。

【0037】

図2から明らかであるように、光束の偏向が行なわれる異なった空間方向R<sub>R1</sub>~R<sub>R4</sub>によって、測定方向xに対して垂直に、また増分式目盛の異なった部分領域TB1, TB2の長手方向の広がりyに対して平行に整向されている平面が固定される。

10

20

30

40

50



## 【 0 0 3 8 】

増分式目盛は、説明した例では、透過光目盛もしくは位相格子として形成されている。従って、図 3 の b において認識可能な増分式目盛周期  $T_{PINC}$  で周期的に配設された部分領域  $T_{B1}$  及び  $T_{B2}$  は、それぞれ 1 つの異なった作用を透過させられた光束に加える。

## 【 0 0 3 9 】

この場では、本発明の枠内で当然選択的に振幅格子もしくは振幅構造も使用することができることを指摘しておく。同様に、当然、選択的に入射光システムを本発明により実現することが可能である。

## 【 0 0 4 0 】

増分式目盛の横断下部構造は、部分領域  $T_{B1}$  ,  $T_{B2}$  を相応に形成することによって構成される。特に、これらの部分領域は、 - 図 3 b において認識可能であるように - 周期的なサイン波形の輪郭制限部を、その長手方向の広がり方向に、即ち  $y$  方向に備える。理想的にサイン波形の輪郭制限部の周期性は、それぞれ横断する偏向目盛周期  $T_{TRANS,1}$  ,  $T_{TRANS,2}$  に相当する。この横断下部構造に基づいて、増分式信号を発生させるために使用される光束の偏向もしくは分解以外に、測定方向  $x$  に、参照パルス信号  $REF$  を発生させるための光束の所望の横断偏向も結果として生じる。サイン波形の輪郭制限部の特別な利点として、これに関して、増分式信号の強度が参照パルス信号を発生させることによって極僅かにしか損なわれないことが保証されることを挙げることができる。これに対する理由は、横断格子構造の場所における  $+/-1$  位の縦断方向回折系列の僅かな電界強度である。測定方向  $x$  におけるサイン波形の輪郭制限部の広がり、即ちサイン関数の変調振幅は、考慮される参照マーク及び増分式信号の走査の部分光束のための光強度の分割比を設定する。この分割比は、サイン関数の変調周期を選択することによって望みどおりに調節される。更に、この場合、このように調節される分割比が異なった部分領域  $T_{B1}$  及び  $T_{B2}$  においてできるだけ異なることに注目すべきである。

図 3 の b の例で図示された増分式目盛における適当な横断下部構造の形態以外に、更にまた本発明の枠内の選択的な変形例も使用可能である。

例えば、増分式目盛の部分領域が三角形の輪郭制限部を  $y$  方向に沿って備える周期的な横断下部構造も使用することができる。

## 【 0 0 4 1 】

更に、輪郭制限部の変調振幅は、測定方向に隣接する横断下部構造が接触し、このようにしてひし形の構造を有する十字格子が結果として生じるような大きさに選択することができる。

更に、増分式目盛のそれぞれの部分領域には、シリンダ形レンズも測定方向  $x$  に対して横断方向に偏向させる下部構造として使用することができる。このようなシリンダ形レンズは、小さい検出器要素に対して横断方向に偏向された回折系列をフォーカスするためにも使用することができる。この場合、増分式信号を発生させるために利用される 0 位の回折系列は、フォーカスされないかもしくはデフォーカスされる。

## 【 0 0 4 2 】

本発明の可能な実施形にあっては、増分式目盛周期  $T_{PINC} = 4 \mu m$  及び両方の横断方向偏向目盛周期  $T_{TRANS,1} = 3.5 \mu m$  ,  $T_{TRANS,2} = 4.5 \mu m$  が選択される。当然、これらのパラメータは、他の方法でも選択することができ、それぞれの走査構成に適合させることができる。

## 【 0 0 4 3 】

更に、説明した例に対する別の選択的な実施形にあっては、それぞれの測定区間に沿って更に 2 つより多くの参照位置において参照パルス信号を発生させるように構成することができる。いわゆる間隔的に符号化された参照マークを発生させることも可能である、等々である。

## 【 0 0 4 4 】

更に、2 つだけより多くの異なるように偏向させる横断下部構造を使用するように構成

10

20

30

40

50

することもできる。従って、ほぼ特に測定区間に沿って複数の参照パルス信号が発生させられる場合には、このようにして一義的な符号化もしくはそれぞれの参照パルス信号の識別も行なうことができる。この場合には、各参照位置に、異なるように偏向させる横断下部構造の間の一定の移行部が一義的に対応する、等々である。

【0045】

最後に、この場では、常に、参照位置のどちら側に走査ユニットが直接存在するか、もしくは測定区間のどの領域に走査ユニットが直接存在するかを示す情報をこれに関連して発生させることも、この実施例では可能であることを述べておく。これは、それぞれの参照パルス信号検出器要素24, 25, 26, 27を読み取ることによって行なうことができる。従って、説明した例にあっては第1の参照パルス部分信号 $REF_1$ が専ら検出される場合に、走査ユニットは、第1の部分 $D_1$ に存在し、これと同様に、走査ユニットは、第2の参照パルス部分信号 $REF_2$ が専ら検出される場合に第2の部分 $D_2$ に存在する、等々であることはほぼ明らかである。従って、参照パルス部分信号 $REF_1$ ,  $REF_2$ は、いわゆる領域信号としても評価することができる。

10

【0046】

図4のa~c及び5を基にして、第1の変形例に続いて、どのようにして本発明により発生させられる参照パルス部分信号 $REF_1 \sim REF_4$ からこの例で最終的に所望の参照パルス信号 $REF$ が発生させられるかを説明する。

【0047】

図5から分かるように、この実施形にあっては、第1及び第4の空間方向に配設された第1及び第4の参照パルス検出器要素24, 27が、後に配設された第1の電流-電圧コンバータ28.1の出力部において、第1の参照パルス信号 $REF_{S1}$ が結果として生じるように相互接続され、これと同様に、第2及び第3の空間方向に配設された第2及び第3の参照パルス検出器要素25, 26が、後に配設された第2の電流-電圧コンバータ28.2の出力部において、第2の参照パルス信号 $REF_{S2}$ が結果として生じるように相互接続される。図4のaには、参照位置 $x_{REF}$ の領域における両方の参照パルス信号 $REF_{S1}$ ,  $REF_{S2}$ の経過が図示されている。

20

【0048】

同様に図4のaから認識可能なように、第1及び第2の参照パルス信号 $REF_{S1}$ ,  $REF_{S2}$ から、別の追加措置を講じることなく既に、参照位置 $x_{REF}$ のどちら側に走査ユニットが直接存在するかという情報をこれに関連して得ることができる。従って、両方の第1及び第2の参照パルス信号 $REF_{S1}$ ,  $REF_{S2}$ は、領域信号としても評価することができる。従って、第1の参照パルス信号 $REF_{S1}$ が第2の参照パルス信号 $REF_{S2}$ よりも大きい間は、この例では、走査ユニットは、参照位置 $x_{REF}$ の左に存在し、これに対して第1の参照パルス信号 $REF_{S1}$ が第2の参照パルス信号 $REF_{S2}$ よりも小さい場合は、走査ユニットは、参照位置 $x_{REF}$ の右に存在する、等々である。

30

【0049】

この場では、本発明によるやり方で参照パルス信号 $REF$ を発生させるために、基本的にそれぞれ両方の参照パルス検出器要素の一方24又は27もしくは参照パルス検出器要素25, 26だけが必要であることを述べておく。それぞれ2つの参照パルス検出器要素の使用及び図5による参照パルス検出器要素の相応の接続は、この例では、増大させられた信号強度もしくは改善された外乱の影響に対する不感性を保証するに過ぎない。

40

【0050】

引き続き、両方の第1及び第2の参照パルス信号 $REF_{S1}$ ,  $REF_{S2}$ は、それぞれ2つの増幅ユニット29.1, 29.2によって所定の増幅因子 $V = (1 + \quad)$ で増幅され、従って、両方の増幅ユニット29.1, 29.2の出力部に第3及び第6の参照パルス信号 $REF_{S3}$ ,  $REF_{S6}$ が付与される。更に、両方の参照パルス信号 $REF_{S1}$ ,  $REF_{S2}$ は、2つの減衰ユニット29.3, 29.4を介して所定の減衰因子 $A = (1 - \quad)$ で減衰され、従って、両方の減衰ユニット29.3, 29.4の出力部に第

50

4及び第5の参照パルス信号 $REF_{S4}$ 、 $REF_{S5}$ が付与される。図4のaには、結果として生じる参照位置 $x_{REF}$ の領域における第3～第6の参照パルス信号 $REF_{S3} \sim REF_{S6}$ の経過が図示されている。

【0051】

その結果、異なった参照パルス信号 $REF_{S3} \sim REF_{S6}$ から、後続の論理結合によって2つの参照パルス補助信号 $REF_{H1}$ 、 $REF_{H2}$ が構成される。この目的のため、第3及び第5の参照パルス信号 $REF_{S3}$ 、 $REF_{S5}$ は、第1のコンパレータユニット30.1の両方の入力部に供給され、第4及び第6の参照パルス信号 $REF_{S4}$ 、 $REF_{S6}$ は、第2のコンパレータユニット30.2の入力部に供給される。両方のコンパレータユニット30.1、30.2の出力部に、両方の参照パルス補助信号 $REF_{H1}$ 、 $REF_{H2}$ が付与され、これらの参照パルス補助信号の参照位置 $x_{REF}$ の領域における経過は、図4のbに図示されている。

10

【0052】

コンパレータユニット30.1、30.2によって、入力側に付与される増幅もしくは減衰された4つの参照パルス信号 $REF_{S3} \sim REF_{S6}$ からの参照パルス補助信号 $REF_{H1}$ 、 $REF_{H2}$ の発生は、以下の比較演算を基に行なわれる。

即ち、

$$REF_{S3} > REF_{S5} \text{ の場合 } REF_{H1} = 1$$

もしくは

$$REF_{S3} < REF_{S5} \text{ の場合 } REF_{H1} = 0$$

20

及び

$$REF_{S6} > REF_{S4} \text{ の場合 } REF_{H2} = 1$$

もしくは

$$REF_{S6} < REF_{S4} \text{ の場合 } REF_{H2} = 0$$

である。

【0053】

このように構成された両方の参照パルス補助信号 $REF_{H1}$ 、 $REF_{H2}$ から、最後に、結合成分31による論理的なUND結合によって参照パルス信号REFが発生させられ、この参照パルス信号は、その際、一定の幅 $b_{REF}$ を有する矩形信号として得られる。図4のcには、このようにして結果として生じる矩形信号が図示されている。

30

【0054】

図4のa～cから分かるように、参照パルス信号REFを発生させる際には、増幅因子Vもしくは減衰因子Aの適当な選択によって、一定のやり方で、結果として生じる参照パルス信号REFの幅 $b_{REF}$ は調節することができ、このようにして平行して発生させられる増分式信号の周期性に適合させることができる。

【0055】

説明した例にあっては、上で説明したように、発生させられた第1～第6の参照パルス信号がいわゆる領域信号としても機能することができ、これらの領域信号は、それぞれ一義的に参照位置 $x_{REF}$ に関する走査ユニットの相対位置を識別する。既に冒頭で述べたように、また特許文献5から公知のように、基本的にこのような領域信号は、参照パルス信号を発生させるためにも利用することができる。第1と第2の領域信号の間の移行領域によって、この場合、参照位置 $x_{REF}$ が限定されている。従って、本発明によれば、参照パルス信号を発生させるために、図4のa～c及び5を基にして説明したように、基本的に、上で説明したやり方に対して選択的に発生させられる領域信号も考慮することができる。従って、位置測定装置を作動させるための、特に参照パルス信号REFを発生させるための本発明による方法のためには、第1及び第2の領域信号だけが必要であり、これらの領域信号は、参照位置 $x_{REF}$ の領域において図4のaによる第1及び第2の参照パルス信号和信号 $REF_{S1}$ 、 $REF_{S2}$ と同様な信号経過を備える。少なくとも1つの領域信号の増幅及び減衰によって、更にまた第3及び第4の領域信号を発生させることができる。第1、第3又は第4の領域信号と、第2の領域信号又は場合によってはこれから

40

50

導き出される領域信号との間の後続の比較によって、更にまた参照パルス信号を発生させることができる。

【0056】

特に、本発明による方法にあつては、参照パルス部分信号もしくは参照パルス和信号の処理と同様の入力側の領域信号の処理が行なわれる。これは、第2の領域信号からも、この例では減衰及び増幅によって第5及び第6の領域信号が結果として生じ、これらの領域信号は、その際、参照パルス信号を発生させるために、更にまた第1、第3又は第4の領域信号と比較される。

【0057】

領域信号の増幅及び減衰は、同様に更にまた一定の増幅因子及び減衰因子で行なわれる。これらの因子の選択を介して、最終的に - 上で説明したように - 結果として生じる参照パルス信号の幅を調節することができる。

10

【0058】

発生させるべき領域信号に関する要求として、第1及び第2の領域信号がそれぞれ1つの一義的な信号レベルを両方の領域のそれぞれにおいて備えること、即ち、ほぼ上の例における第1及び第2の参照パルス信号  $REF_{S1}$ 、 $REF_{S2}$  にとってはその場合であるように、信号レベルは適当に相違させることができることだけを挙げるべきである。

【0059】

しかしながらまた、第1及び第2の領域信号の発生は、上で説明した例に対して選択的に行なうこともできる。従つて、ほぼ、領域信号は、スケール上の独立した領域トラックからも導き出すことができる。例えば、領域トラックは、更にまた2つの部分トラックを有し、これらの部分トラックは、それぞれ互いに相補的に形成されており、例えば参照位置  $X_{REF}$  の一方の側では完全に透明であるのに対して、参照位置  $X_{REF}$  の右の領域では不透明に形成されている。両方の部分トラックのそれぞれは、領域信号を発生させるための検出器要素によって走査され、従つて、このようなスケール及び走査ユニットの形態の場合でも、参照位置  $X_{REF}$  の領域において必要な経過を有する領域信号を発生させることができる。

20

【0060】

参照パルス信号を発生させるための第2の変形例を、以下では、図6、7並びに8のa~cを基にして説明する。

30

【0061】

この場合、図6は、更にまた、図2において基本的に既に説明したような装置を示す。従つて、以下では、上で説明した実施形に対する相違点だけに立ち入る。これに関して、接続に関するブロック回路図を示す図7も参照されたい。上の例に対する相違点にあつては、第1及び第2の参照パルス検出器要素24、25もしくはそれぞれの参照パルス部分信号  $REF_1$ 、 $REF_2$  - あるいは領域信号 - の相互接続が行なわれ、従つて、後続の第1の電流 - 電圧コンバータ128.1の出力部に、第1の参照パルス信号  $REF_{S1}$  が付与される。これと同様に、第3及び第4の参照パルス信号検出器要素26、27もしくはそれぞれの参照パルス部分信号  $REF_3$ 、 $REF_4$  - 或いは領域信号 - は、後続の第2の電流 - 電圧コンバータ128.2の出力部に、以下では第2の参照パルス信号  $REF_{S2}$  と呼ぶ信号が結果として生じるように相互接続される。信号  $REF_{S2}$  は、本質的に信号  $REF_3$  及び  $REF_4$  の和に比例し、参照パルス定光信号 (Referenzimpuls-Gleichlichtsignal) と呼ぶこともできる信号である。電流 - 電圧コンバータ128.1、128.2をそれぞれ後に配設されている増幅ユニット129.1、129.2によって、両方の信号  $REF_{S1}$ 、 $REF_{S2}$  の増幅が行なわれる。両方の増幅ユニット129.1、129.2の出力部に、増幅された第1及び第2の信号  $REF_S$  もしくは  $REF_G$  が付与され、参照位置  $X_{REF}$  の領域におけるこれらの信号の経過は、図8のa及びbに図示されている。

40

【0062】

図8のbから認識可能なように、信号  $REF_S$  は、本質的に一定の信号レベルを備え

50

るのに対し、参照位置  $X_{REF}$  の領域における信号  $REF_S$  の信号レベルは、激しく変化する。従って、所望の参照パルス信号  $REF$  を発生させるため、信号  $REF_G$  によって、それぞれ一定の信号レベルを有する2つのトリガ信号もしくは参照信号  $TS_1$ 、 $TS_2$  が導き出され、これらの信号は、図8のaに同様に図示されており、信号  $REF_S$  との交点において本来の参照パルス信号  $REF$  を発生させるために使用される。最後に、これから結果として生じる信号  $REF$  は、図8のcに図示されている。

【0063】

参照パルス信号  $REF$  を発生させるためのこの変形例の回路技術の実現は、図7から明らかであり、従って、参照パルス信号  $REF$  は、その入力部に信号  $REF_G$  及び  $REF_S$  が付与されるコンパレータユニット130の出力部において結果として生じる。コンパレータユニット130は、公知のやり方では、例えばウインドコンパレータとして形成されており、その際、付与される信号  $REF_G$  のそれぞれのレベルから、ウインド幅及びこれにより両方のトリガ信号  $TS_1$ 、 $TS_2$  の位置が設定されている。

【0064】

説明した実施例以外に、当然、本発明の更に別の選択的な形態の可能性はある。

【0065】

従って、説明した第1の例では、発生させられる第1の参照パルス信号  $REF_{S1}$  を増幅及び減衰させ、引き続き変更のない第2の参照パルス信号との論理的な比較演算によって、一定の幅の参照パルス信号を発生させることがほぼ可能である。

【0066】

更に、両方の参照パルス補助信号は、他の信号の組合せの論理的な比較によっても発生させることができる、等々である。

【図面の簡単な説明】

【0067】

【図1】本発明による位置測定装置の実施例の側面図を示す。

【図2】図1の実施例における走査光路の概略立体図を示す。

【図3】図1からのスケールに対する平面図を示す。

【図4】本発明による参照パルス信号の発生部の第1の変形例を説明する異なった信号グラフを示す。

【図5】参照パルス信号を発生させるための第1の変形例を説明するためのブロック回路図を示す。

【図6】参照パルス信号を発生させるための第2の変形例を説明するための別の実施例の走査光路の概略立体図を示す。

【図7】参照パルス信号を発生させるための第2の変形例を説明するためのブロック回路図を示す。

【図8】本発明による参照パルス信号の発生部の第2の変形例を説明する異なった信号グラフを示す。

【符号の説明】

【0068】

1	回転軸	40
10	スケール	
11	担持要素	
12	トラック	
22.1, 22.2	走査目盛	
23 ~ 27	検出器要素	
$REF_1 \sim REF_4$	参照パルス部分信号	
$REF_{S1}, REF_{S2}$	参照パルス和信号	
$RR_1 \sim RR_4$	空間方向	
$S_{+1}, S_{-1}$	部分光束	
$S_{T1} \sim S_{T4}$	光束	50



【 3 】  
FIG. 3b

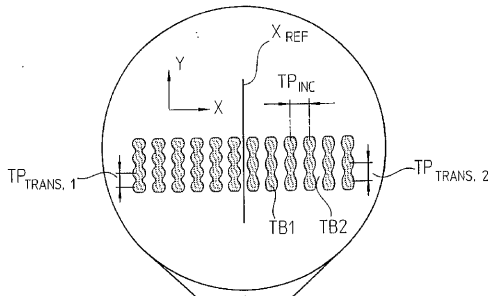
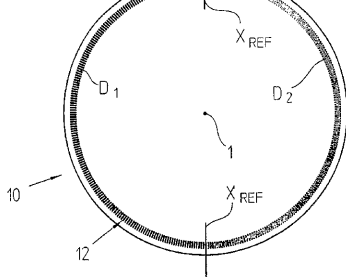


FIG. 3a



【 4 】  
FIG. 4a

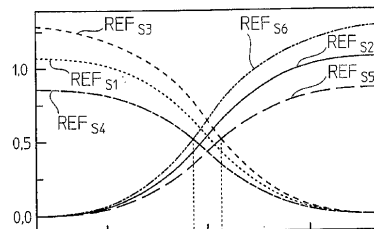


FIG. 4b

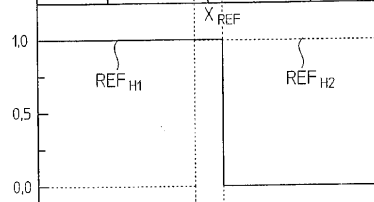
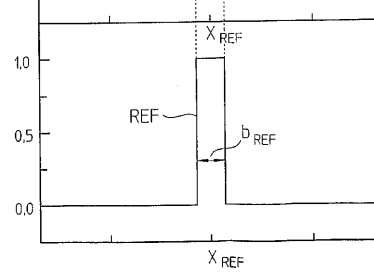
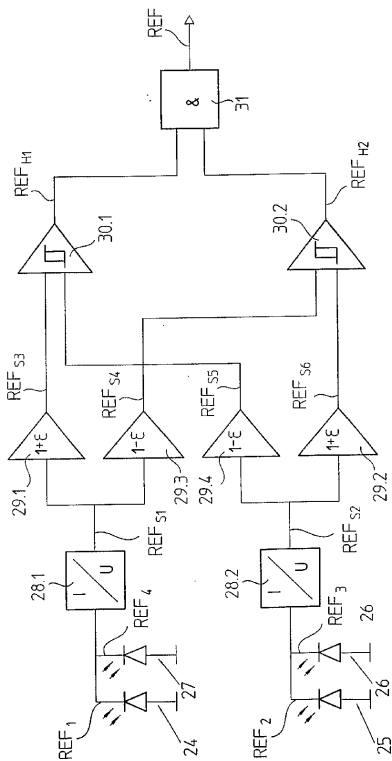


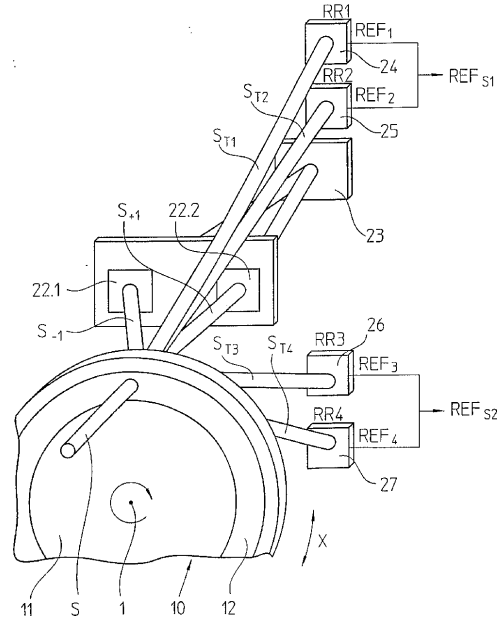
FIG. 4c



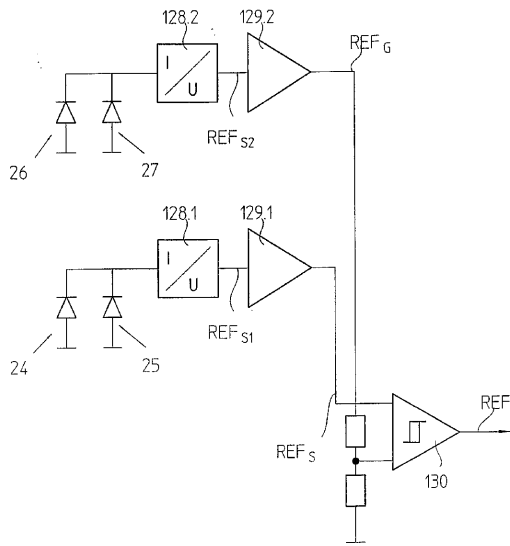
【 5 】  
FIG. 5



【 6 】  
FIG. 6



【 7 】  
FIG. 7



【 8 】  
FIG. 8a

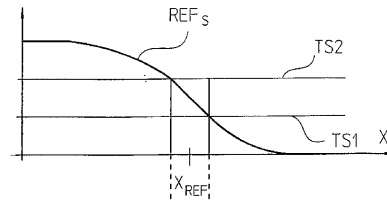


FIG. 8b

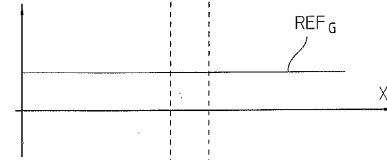
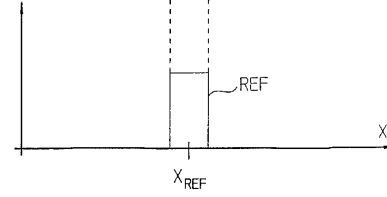


FIG. 8c





---

フロントページの続き

- (74)代理人 100093919  
弁理士 奥村 義道
- (74)代理人 100111486  
弁理士 鍛冶澤 實
- (72)発明者 ホルツアプフェル・ヴォルフガング  
ドイツ連邦共和国、オーピング、グロッテンヴェーク、2
- (72)発明者 ゼンディヒ・カルステン  
ドイツ連邦共和国、パリング、ノルトリング、16

審査官 井上 昌宏

- (56)参考文献 特開平07-270189(JP,A)  
特開平11-153454(JP,A)  
特開昭62-087815(JP,A)  
特開2000-097726(JP,A)  
特公昭50-032631(JP,B1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- G01D5/00~5/62  
G01B7/00~7/34  
G01B11/00~11/30  
G01P1/00~3/80