

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5046523号
(P5046523)

(45) 発行日 平成24年10月10日(2012.10.10)

(24) 登録日 平成24年7月27日(2012.7.27)

(51) Int.Cl.

F I

G O 1 D 5/347 (2006.01)

G O 1 D 5/347 1 1 O B

請求項の数 11 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2006-31779 (P2006-31779)	(73) 特許権者	390014281
(22) 出願日	平成18年2月9日(2006.2.9)		ドクトル・ヨハネス・ハイデンハイン・ゲ
(65) 公開番号	特開2006-220655 (P2006-220655A)		ゼルシヤフト・ミット・ベシユレンクテル
(43) 公開日	平成18年8月24日(2006.8.24)		・ハフツング
審査請求日	平成20年10月17日(2008.10.17)		DR. JOHANNES HEIDEN
(31) 優先権主張番号	102005006247.4		HAIN GESELLSCHAFT M
(32) 優先日	平成17年2月11日(2005.2.11)		IT BESCHRANKTER HAF
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)		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

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

測定方向(x)に対して互いに相対的に動く形に配置された基準尺(10)と走査ユニット(20)から構成された、位置に依存した走査信号を生成するための位置測定装置であって、その際

基準尺(10)は、少なくとも一つのインクリメンタル目盛トラック(11; 111; 211; 311)を有し、この目盛トラックは、測定方向(x)に延びており、基本的に光学特性が異なる目盛領域(12a, 12b)の周期的な配列で構成されており、少なくとも一つの基準位置(x_{REF})に、目盛領域(12a, 12b)の非周期的な配列で構成される基準指標(REF)を有し、

走査ユニット(20)は、コリメーターレンズを前置していない光源(21)と光電式検出器配列を有し、この検出器配列は、少なくとも一つの基準インパルス信号検出器ユニット(24a, 24b; 124a; 224a; 324a)を有し、この検出器ユニットは、基準指標(REF)と対応して基準インパルス信号(RI)を生成し、

基準位置(x_{REF})の領域で振幅変調された周期的な縞模様が、検出面に生じる、位置測定装置において、

基準インパルス信号検出器ユニット(24a, 24b; 124a; 224a; 324a)は、複数の基準インパルス信号検出器エレメント(26, 27.1, 27.2; 126, 127.1, 127.2; 226, 227.1, 227.2)から構成されており、これらの検出器エレメントは、これらの検出器エレメントが、基準位置(x_{REF})で振幅

10

20

変調された縞模様に対してバンドパスフィルタとして作用するとともに、出力側において、インクリメンタル目盛トラック（１１；１１１；２１１；３１１）からの周期的な信号成分と低周波の信号成分をフィルタで除去した基準インパルス信号（ＲＩ）が生じるように、サイズを規定されるとともに、基準インパルス信号（ＲＩ）を生成するように接続されていることと、

基準インパルス信号検出器ユニット（２４ａ，２４ｂ；１２４ａ；２２４ａ；３２４ａ）は、一つの中央に配置された基準インパルス信号検出器エレメント（２６；１２６；２２６）とこのエレメントに対して測定方向（ｘ）に対称的に配置された二つの基準インパルス信号検出器エレメント（２７．１，２７．２；１２７．１，１２７．２；２２７．１，２２７．２）とを有し、これらの二つの検出器エレメントは、この中央の基準インパルス信号検出器エレメント（２６；１２６；２２６）に対して $N \times 360^\circ$ （ $N = 1, 2, \dots$ ）の位相のずれた走査信号を生成するとともに、一方における中央に配置された基準インパルス信号検出器エレメント（２６；１２６；２２６）と他方におけるこのエレメントに対して測定方向（ｘ）に対称的に配置された二つの基準インパルス信号検出器エレメント（２７．１，２７．２；１２７．１，１２７．２；２２７．１，２２７．２）が、差分を取る形で接続されており、この差分信号が、基準インパルス信号（ＲＩ）となることと、

中央に配置された基準インパルス信号検出器エレメント（２６；１２６；２２６）の幅（ b_1 ）が、このエレメントに対して測定方向（ｘ）に対称的に配置された二つの基準インパルス信号検出器エレメント（２７．１，２７．２；１２７．１，１２７．２；２２７．１，２２７．２）の幅（ b_2 ）の二倍の大きさとなるように選定することと、

を特徴とする位置測定装置。

【請求項２】

中央に配置された基準インパルス信号検出器エレメント（２６；１２６；２２６）の幅（ b_1 ）が、インクリメンタル信号（ＩＮＣ）の信号周期（ SP_{INC} ）と等しくなるように選定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】

中央に配置された基準インパルス信号検出器エレメント（２６；１２６；２２６）とこのエレメントに隣接する基準インパルス信号検出器エレメント（２７．１，２７．２；１２７．１，１２７．２；２２７．１，２２７．２）との間隔（ d ）を、以下の式

$$d = n \times SP_{INC} + 0.5 b_2$$

又は

$$d = n \times SP_{INC} - 0.5 b_2$$

ここで、

SP_{INC} ：インクリメンタル信号の信号周期

b_2 ：外側の基準インパルス信号検出器エレメントの幅

n ：０，１，２，３，…

にもとづき選定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】

インクリメンタル目盛トラック（１１；１１１；２１１；３１１）の基準指標（ＲＥＦ）の領域には、インクリメンタル目盛トラック（１１；１１１；２１１；３１１）の周期性を乱す少なくとも一つの明視野が統合されており、この明視野が、反射率の高い又は透過率の高い目盛領域（１２ｂ）から構成さ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５】

当該の明視野が、インクリメンタル目盛トラック（１１；１１１；２１１；３１１）の目盛周期（ TP_M ）の２倍又はインクリメンタル目盛トラック（１１；１１１；２１１；３１１）の目盛周期（ TP_M ）の１．５倍に相当する幅を有することを特徴とする請求項４に記載の位置測定装置。

【請求項６】

10

20

30

40

50

当該の明視野が、基準尺（１０；１００；２００；３００）上において、測定方向（ x ）に対して最も近くに隣接する反射率の高い又は透過率の高い目盛領域（１２ｂ）との間隔が最大の幅を取るよう配置されており、その際省かれる反射率の高い又は透過率の高い目盛領域の数が出来る限り最小となるように選定することを特徴とする請求項４に記載の位置測定装置。

【請求項７】

基準尺（１０；１００；２００；３００）上において、当該の明視野と測定方向（ x ）に対して最も近くに隣接する反射率の高い又は透過率の高い目盛領域（１２ｂ）との間隔が、インクリメンタル目盛トラック（１１；１１１；２１１；３１１）の目盛周期（ T_{PM} ）の１．５倍であることを特徴とする請求項６に記載の位置測定装置。

10

【請求項８】

当該の基準インパルス信号検出器ユニットが、差分を取る形で互いに接続された二対の基準インパルス信号検出器エレメントから構成されており、これらの検出器エレメントは、１８０°位相のずれた走査信号（ S_1 ， S_2 ）を生成するとともに、それらの間隔が、それぞれ測定方向（ x ）に対してインクリメンタル信号の信号周期（ SP_{INC} ）の整数倍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。

【請求項９】

当該のインクリメンタル目盛トラックには、基準指標（ REF ）として、少なくとも二つの明視野が形成されており、当該の走査ユニットには、測定方向（ x ）に対して順番に配置された複数対の基準インパルス信号検出器エレメント（４２６．１，４２６．２，４２７．１，４２７．２）が配備されており、その際基準インパルス信号検出器エレメント（４２６．１，４２６．２，４２７．１，４２７．２）が、交番する順序で配備されており、隣接する対が、位相の異なる走査信号（ S_1 ， S_2 ）を提供することを特徴とする請求項８に記載の位置測定装置。

20

【請求項１０】

走査ユニット（２０）が、一つの走査板（２５）を有し、この走査板においては、中央の領域に、送信目盛（２２）が配置されており、送信目盛（２２）に隣接して、当該のインクリメンタル信号検出器エレメントが配置されており、

送信目盛（２２）には、測定方向（ x ）に対して垂直に隣接する形で、少なくとも一つの基準インパルス信号検出器ユニット（２４ａ，２４ｂ）が配置されている、ことを特徴とする請求項１から９までのいずれか一つに記載の位置測定装置。

30

【請求項１１】

走査板（２５）上には、当該の基準インパルス信号検出器ユニットが複数配置されており、当該の基準インパルス信号検出器エレメントの間には、インクリメンタル信号検出器エレメントが、更に配置されていることを特徴とする請求項１０に記載の位置測定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

この発明は、位置に依存した走査信号を生成するのに、特に少なくとも一つの基準インパルス信号を生成するのに適した位置測定装置に関する。

40

【背景技術】

【０００２】

周知の位置測定装置は、通常二つの互いに動く部分の相対的な偏差に関するインクリメンタル信号の他に、一つ以上の所定の基準位置における基準インパルス信号も供給する。この基準インパルス信号によって、位置測定装置の走査ユニットと基準尺に繋がっている互いに動く部分の所定の相対的な位置に関して、さもなければ相対的に行われた位置測定での精確な絶対的な関係を構築することができるものである。これらの互いに動く構成要素は、例えば数値制御工作機械の加工物と工具である。

【０００３】

50

ここで、基準尺の側での基準指標の構成に関して、一連の周知の可能性が有る。即ち、これらの指標は、例えば、インクリメンタル目盛トラックの側方に隣接する形で基準尺上に配置することができる。しかし、この変化形態では、万一基準尺と走査ユニットが基準尺の面又は走査面に対して垂直な軸の周りに捻れた場合又は誤って調整された場合、結果として得られる基準インパルス信号のインクリメンタル信号の所定の周期への精確な対応が、場合によっては最早保証されないということが基本的に問題である。この問題点を回避するために、例えば、特許文献 1 により、一つ以上の基準指標を基準尺上のインクリメンタル目盛トラックに統合することが知られている。それに関して、インクリメンタル目盛の測定区間に沿った所望の基準位置において、例えば、周期的なインクリメンタル目盛トラックの中の一つ以上の目盛を省くことができる。

10

【0004】

物理的な走査原理に関して、光学式位置測定装置は、使用する光源の前にコリメーターレンズを持つシステムと持たないシステムとに分類される。コリメーターレンズを用いていない場合、通常発散照明と称される。このような位置測定装置は、特にコンパクトな全体構造に関して有利である。

【0005】

ここで、特許文献 2 と 3 により、既に発散照明の位置測定装置において、基準尺上のインクリメンタル目盛トラックに統合された基準指標の走査により得られる基準インパルス信号を生成する解決法が周知である。

【0006】

20

しかし、これらの特許文献に提案されている基準インパルス信号を生成するための変化形態は、基準インパルス信号の生成における出来る限り高い効率、インクリメンタル信号の低い雑音、或いは生成されたインクリメンタル信号の基準インパルス信号に対する影響の出来る限り大幅な排除に関して、未だ最適化されていないことが分かっている。

【特許文献 1】米国特許明細書第 3, 985, 448 号

【特許文献 2】欧州特許公開明細書第 0 887 625 - A 2 号

【特許文献 3】国際特許公開明細書第 0 2 / 0 6 5 0 6 1 - A 1 号

【非特許文献 1】R. M. Pettigrew, "Analysis of Grating Images and its Application to Displacement Metrology", SPIE Vol.136, 1st European Congress on Optics Applied to Metrology (1977), S.325-332

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

以上のことから、この発明の課題は、コリメーターレンズを持たず、基準指標を統合したインクリメンタル目盛トラックの走査から基準インパルス信号を確実に生成することを可能とする位置測定装置を提供することである。この場合、インクリメンタル信号の生成が、出来る限り小さい擾乱を受けるようにすべきである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

この課題は、請求項 1 の特徴を述べた部分における特徴を持つ位置測定装置によって解決される。

40

【0009】

この発明による位置測定装置の有利な実施構成は、請求項 1 に従属する請求項に挙げられた措置から明らかとなる。

【0010】

ここで、この発明では、基準インパルス信号検出器ユニットの構成は、この構成が、基準位置において振幅変調された、検出面に生じる縞模様に対してバンドパスフィルターとして作用し、そのようにして所望の幅の基準インパルス信号を生成するものと規定する。

【0011】

この基準インパルス信号検出器ユニットのバンドパスフィルターとしての作用の結果、

50

走査されたインクリメンタル目盛の基本周波数が、より高い高調波を含めて、専ら比較的ゆっくりと変化する信号成分と同様に、検出面における振幅変調された信号から排除されることとなる。それに対して、インクリメンタル信号の基本周波数の約半分の周波数帯域における信号成分は、大幅に低減されずに、所望の幅を持つ基準インパルス信号を生成するために集積される。こうすることによって、検出した走査信号から、基準インパルス信号を生成するのに適した周波数帯域だけが、フィルターにより取り出される。

【 0 0 1 2 】

実現可能な実施構成では、場合によっては複数の基準インパルス信号検出器ユニットの中の一つが、一方において互いに所定の幾何学的な形に配置されるとともに、他方において所望の基準インパルス信号を生成するのに適した形に接続された、三つの基準インパルス信号検出器エレメントを有する。この場合、有利には、中央に配置された基準インパルス信号検出器エレメントの他に、インクリメンタルトラックにおいて、この中央に配置された基準インパルス信号検出器エレメントに対して測定方向に対称的に配置された二つの基準インパルス信号検出器エレメントが配備され、これらの二つの検出器エレメントは、それぞれ 360° の整数倍のずれを持つ走査信号を生成するものである。一方における中央に配置された基準インパルス信号検出器エレメントと他方におけるこのエレメントに対して対称的に配置された二つの基準インパルス信号検出器エレメントとを、差分を取る形で接続するものと規定する。この最終的に得られた差分信号が、基準インパルス信号となる。

【 0 0 1 3 】

この発明の有利な実施構成では、中央に配置された基準インパルス信号検出器エレメントの幅を、このエレメントに対して対称的に配置された二つの基準インパルス信号検出器エレメントの幅の 2 倍の大きさに選定する。

【 0 0 1 4 】

基準尺の側又はインクリメンタル目盛トラックには、有利には少なくとも一つの、所謂明視野を挿入することによって、統合された基準指標に該当する部分領域の非周期的な配列を実現する。この場合、この明視野は、インクリメンタル目盛トラックの周期性を乱すものであり、反射光式システムでは反射率の高い部分領域で、或いは透過光式システムでは透過率の高い部分領域で構成される。

【 0 0 1 5 】

第一の実現可能な実施構成では、この明視野の測定方向に対する幅を、有利には、インクリメンタル目盛トラックの目盛周期の 1 . 5 倍の大きさに選定する。こうすることによって、本来不透明な部分領域を反射又は透過する領域に変えている。そのことは、インクリメンタル目盛トラックの周期性を最小限度に変化させると同時に、基準インパルスの確実な生成を保証することとなる。別の実施構成では、この明視野の幅は、インクリメンタル目盛トラックの目盛周期の 2 倍の大きさに選定することもできる。

【 0 0 1 6 】

この明視野とこれに隣接する反射率の高い又は透過率の高い目盛領域との間隔は、有利には、インクリメンタル目盛トラックの目盛周期の 1 . 5 倍である。

【 0 0 1 7 】

別の有利な実施構成では、測定区間の基準位置における基準指標は、インクリメンタル目盛トラックに統合された複数の明視野を有する。この場合、これらの明視野の空間的な分布は、この分布の自己相関が、各基準インパルス信号の最大の有効信号を生じさせるように選定する。これと同様に、走査ユニットの側には、検出器配列内に複数の間隔を空けた基準インパルス信号検出器ユニットを配置するものと規定する。これらのユニットは、有利には、同じ形で構成される。この発明による位置測定装置のこのような実施構成は、生成する基準インパルス信号の効率又は有効成分を増大させるのに有利であることが分かっている。特に基準尺の汚れ、光源の位置的な誤差などの様々な信号の擾乱に対して、より大きな耐性が得られる。

【 0 0 1 8 】

別の実施構成では、インクリメンタル目盛トラックに、基準指標として、少なくとも二つの明視野を形成するものと規定する。走査側には、それぞれ測定方向に対して間隔を空けた二つの基準インパルス信号検出器エレメントで構成された、少なくとも二つの基準インパルス信号検出器ユニットを配備する。これらのエレメントは、それぞれ互いに180°位相のずれた走査信号を検出する。これらの異なる位相位置を持つ基準インパルス信号検出器エレメントは、又もや互いに差分を取る形に接続され、その差分信号は、基準インパルス信号となる。位相のずれた基準インパルス信号検出器エレメントの測定方向における順序は、これらのエレメントを、検出器ユニットから検出器ユニットに交番する順序で配置して、その結果得られる基準インパルス信号の平均化が達成されるように構成するものと規定する。

10

【0019】

この発明による様々な措置は、様々な光源と組み合わせて実施することができる。即ち、例えば、VCS E L（垂直共振器面発光レーザー）形式の点光源を光源として使うことができる。しかし、更に空間的に広がった光源、例えば、LEDを用いることも可能である。後者の場合、光源の走査ビーム内に、透過性とは非透過性の目盛領域を持つ、ほぼ周期的な格子目盛を前置するのが有利であることが分かっている。この場合、この格子目盛は、周知の形式で、所謂送信目盛としての機能を果たす。インクリメンタル目盛に統合された基準指標からの基準インパルス信号の生成を保証するために、送信目盛の側では、同じく所定の空間的な領域が基準指標に対応するようにするとともに、相応の非周期的な目盛構造を構成するものとする。このことは、例えば、さもなければ周期的であった送信目盛の目盛構造の一つの領域において、透過性又は非透過性の目盛領域の中の少なくとも一つが存在しないような構成で実現することができる。

20

【0020】

この発明の様々な措置は、当然のことながら、リニア式とロータリー式の位置測定装置のどちらとも組み合わせて実施することができる。更に、透過光式又は反射光式で動作する位置測定装置を、この発明にもとづき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】

【0021】

この発明の更なる利点及び詳細は、以下における添付の図面にもとづく実施例の記述から明らかとなる。

30

【0022】

図1には、この発明による位置測定装置の第一の実施例を、大幅に模式化した斜視図で図示している。この場合、この実施例は、反射光式で動作するリニア式位置測定装置として構成されている。

【0023】

図1に図示した位置測定装置は、測定方向xに対して互いに動く形に配置された基準尺10と走査ユニット20とを有する。基準尺10と走査ユニット20は、二つの互いに動く物体と連結されて、それらの互いの相対的な位置を検出するものである。これらの物体は、例えば、工作機械の機械部品である。この位置測定装置は、出力側に位置に依存した走査信号を提供し、これらの走査信号は、後続の電子機器、例えば、工作機械の数値制御部に供給される。後続の電子機器によって、これらの走査信号は、機械を制御するために周知の方式により再処理される。

40

【0024】

この発明による位置測定装置の基準尺10は、測定方向xに延びるインクリメンタル目盛トラック11を有する。このインクリメンタル目盛トラック11は、図示した例では、測定方向xに対してほぼ周期的な、反射特性の異なる目盛領域12a, 12bの配列で構成されている。この場合、目盛領域12aは、低い反射率を有し、以下において、特に暗視野とも称し、目盛領域12bは、高い反射率を有し、以下において、明視野とも称する。少なくとも一つの基準指標REFを除いて、目盛領域12a, 12b又は明視野と暗視野の配列は、インクリメンタル目盛周期 T_{PM} での周期的な配列である。測定区間に沿っ

50

た基準位置 x_{REF} の領域において、一つの基準指標 REF が、インクリメンタル目盛トラック 11 に統合されている。この基準指標 REF は、さもなければ周期的であった目盛領域の配列からずれた、目盛領域 12a, 12b の非周期的な配列で構成されている。その結果として、この基準指標 REF によって、さもなければ規則的であったインクリメンタル目盛トラック 11 の構造に、局所的に限定された乱れが持ち込まれており、有利な実施構成では、周期的なインクリメンタル目盛トラック 11 に、例えば、一つ以上の目盛領域 12b 又は明視野が組み込まれる。好適な基準指標 REF の具体的な実施形態の更なる詳細とそれによって得られる基準インパルス信号に関しては、以下の記述を参照されたい。

【0025】

基準指標 REF の走査により、さもなければ純粹であったインクリメンタル位置測定の推移において、基準インパルス信号が生成され、この信号は、後続の電子機器によって、周知の方式で評価され、位置決定の際における絶対的な関係を構築することを可能とするものである。

【0026】

基準尺 10 に対して相対的に測定方向 x に動く走査ユニット 20 は、位置に依存した走査信号を生成するための一連の別の構成部品を有する。この例では、この一連の構成部品として、特に、この発明によりコリメーターレンズを前置していない光源 21 と、送信目盛 22 の形式の格子目盛と、符号 230a, 230b の領域に配置された複数のインクリメンタル信号検出器エレメントで構成される光電式の検出器配列と、領域 240a, 240b の複数の基準インパルス信号検出器ユニットとがある。図 1 では、光電式検出器配列の領域 230a, 230b, 240a, 240b は、専ら濃く図示されており、そこに配置された検出器ユニットの詳細に関しては、同じく以下の記述を参照されたい。走査ビーム内には、特にコリメーターレンズではなく、発散照明が配備されているので、この発明による位置測定装置の走査ユニット 20 は、非常にコンパクトに構成することができる。

【0027】

図 1 により明らかな通り、送信目盛 22 と光電式検出器配列のエレメントが、例えばガラス板で構成された、走査板 25 上に配置されている。

【0028】

図示した例では、光源 21、例えば LED から出射された光は、コリメーションされることなく、まずは走査板 25 の中央に配置された送信目盛 22 を通過して行く。次に、発散する光束は、以下において走査面 13 と称する、基準尺 10 の所定の領域に当たる。この例では、走査面 13 は、楕円形に構成されており、楕円の長軸を測定方向 x に対して延ばしている。この実施例の（反射する）基準尺 10 によって、走査ユニット 20 又は走査板 25 の方向への光束の反射が起こる。そこでは、光束と走査ビーム内の様々な目盛との相互作用が生じるために、検出面には、周期的な縞模様が出来る。この縞模様は、基準尺 10 と走査ユニット 20 とが相対的に動く場合に、周知の方式により変調され、光電式検出器配列の検出器エレメントによって検出されて、位置に依存した走査信号に変換され、この信号は、後続の電子機器によって再処理されることとなる。

【0029】

走査原理に関して、ここで説明した実施例の走査ビームは、例えば非特許文献 1 により周知の通り、所謂発散照明による三格子送信機 (Dreigittergeber) に対応するものである。

【0030】

図 1 の例では、第一の通過する格子は、送信目盛 22 によって構成され、第二の格子は、走査される基準尺 10 である一方、第三の格子は、周知の構造化された検出器配列の形式での検出器配列の周期的な構成によって形成される。このような構造化された検出器配列は、例えば測定方向 x に延びる形で配置された、多数の幅の狭い長方形の個別的な検出器エレメントで構成される。このような検出器エレメントは、インクリメンタル信号を生成するために、互いに電氣的に接続されており、それらの上に投影された縞模様の走査により同じ位相の走査信号を生成する。従来の求積法による評価の場合、それぞれ互いに 90

10

20

30

40

50

°の位相差を有する四つのグループのインクリメンタル走査信号が生じる。有利には、このような検出器配列により、一つの走査する縞模様周期内において、四つの位相の異なる検出器エレメントが位置される、所謂単一走査(Einfeldabtastung)が実現される。このようにして、単一の縞模様周期の走査から、四つの信号成分のすべてを得ることができる。汚れに対する耐性に関して、特に有利に働く走査が実現される。

【0031】

これらの検出器エレメントをアモルファスシリコン($-Si$)から構成した場合、それによって、特に細かい構造を実現することができるので、特に有利であることが分かっている。このことは、特に検出面において短い縞模様周期が生じる場合に重要となり、その場合従来のシリコン製検出器エレメントでは、位相の異なる隣接する検出器エレメント間における信号のクロストークの問題がしばしば発生する。

10

【0032】

この例では、基準指標REF以外のインクリメンタル目盛トラック11を走査した場合、検出面に生じる縞模様は、縞模様周期 TP_S での周期的な模様となる。基準指標REFの領域では、生じる縞模様は、インクリメンタル目盛トラック11における非周期的な構造のために乱され、走査信号は、この位置 x_{REF} で振幅変調されることとなる。この領域における縞模様の振幅変調を、好適に構成した基準インパルス信号検出器ユニットで検出することによって、基準インパルス信号RIが生成される。図1で領域240a, 240bに配置されている、この発明による基準インパルス信号検出器ユニットの実施形態が、どのように実現されているのかを、以下の記述の流れにおいて、更に詳しく説明する。

20

【0033】

既に前述した通り、この発明による原理は、当然のことながら、基準尺が円環形状のインクリメンタル目盛トラックを持つ目盛ディスクで構成された、ロータリー式位置測定装置にも転用することができる。更に、この例に代わって、この発明による考察にもとづく透過光式システムを構成することもできる。そして、そのためには、インクリメンタル目盛トラックは、交番に配置された、透過率の異なる部分領域を有し、更にこの場合、走査ユニットは、周知の方式により、このユニットが基準尺をカバーするように、即ち、一方における光源と送信目盛及び他方における検出器配列が、基準尺の対向する側に配置されるように構成される。

【0034】

30

透過光式システムを実現する場合、目盛構造における前記の説明による明視野は、従って透過率の高い部分領域に、暗視野は、透過率のより低い部分領域に対応する。更に、この発明の範囲内では、前述した例のような広がったLEDの代わりに点光源を用いた場合、送信目盛を不要とすることも可能である。この場合、走査板の中央の領域は、出射された光束に対して完全に透明な形に構成される。

【0035】

ここで、この発明による検出側における措置を更に説明するために、図2aと2bを参照されたい。この場合、図2aは、インクリメンタル走査信号INCと関連させて、基準インパルス信号検出器ユニット24aの一部を模式化した平面図を示しており、図2bでは、このような実施形態に対応する、図2aのバンドパスフィルターとして作用する基準インパルス信号検出器ユニットのフィルター関数 $F(k)$ を図示している。

40

【0036】

既に前述した通り、この発明では、基準インパルス信号検出器ユニットの構成は、このユニットが、検出面に生じる基準位置 x_{REF} で振幅変調された縞模様に対してバンドパスフィルターとして作用し、そのようにして所望の幅の基準インパルス信号RIを生成するものと規定される。基準インパルス信号検出器ユニットのバンドパスフィルターとしての作用の結果、走査したインクリメンタル目盛の基本周波数 f_{INC} が、そのより高い高調波を含めて、その他の単に比較的ゆっくりと変化する信号成分と同様に、検出面での振幅変調された走査信号から除去されることとなる。それに対して、インクリメンタル信号の基本周波数の約半分の周波数 $f_{INC}/2$ の周りの所定の間隔の周波数を持つ信号成分は、所

50

望の幅を持つ基準インパルス信号 R I を生成するために、大幅に弱められることなく集積される。こうすることによって、検出した走査信号から、基準インパルス信号 R I を生成するのに適した周波数帯域だけが、フィルターにより取り出される。

【 0 0 3 7 】

図 1 の例の第二の基準インパルス信号検出器ユニット 2 4 b は、図 2 a の基準インパルス信号検出器ユニット 2 4 a と基本的に同じである。これらの基準インパルス信号検出器ユニット 2 4 a , 2 4 b は、図 1 では、走査板 2 5 上の領域 2 4 0 a , 2 4 0 b に配置されている。

【 0 0 3 8 】

以下においては、如何にして、例えば、基準インパルス信号検出器ユニット 2 4 a の好適な実施形態によって、基準インパルス信号 R I を生成するためのバンドパス機能を実現することができるのかを説明する。図示した実施例では、基準インパルス信号検出器ユニット 2 4 a は、三つの個別の基準インパルス信号検出器エレメント 2 6 , 2 7 . 1 , 2 7 . 2 から構成されている。基準インパルス信号検出器エレメント 2 6 , 2 7 . 1 , 2 7 . 2 の幾何学的なサイズ決定と接続によって、基本的には基準位置 x_{REF} における振幅変調された縞模様又は対応する走査信号の目標とするバンドパスフィルター機能が実現され、そのようにして出力側に所望の基準インパルス信号 R I が生成される。この例では、そのために、中央の基準インパルス信号検出器エレメント 2 6 とこのエレメントに対して対称的に配置された基準インパルス信号検出器エレメント 2 7 . 1 , 2 7 . 2 が配備されている。この場合、このフィルター機能のためには、有利には中央に配置された基準インパルス信号検出器エレメント 2 6 の幅 b_1 が、生成されるインクリメンタル信号 I N C の信号周期 $S P_{INC}$ と同じになるように選定される。

【 0 0 3 9 】

このようにして、検出面の縞模様の走査の際に、信号周期 $S P_{INC}$ に渡っての正弦波状のインクリメンタル信号 I N C の平均化とそれによって周期的なインクリメンタル信号成分に関する所望のフィルター効果が得られる。二つの対称的に配置された基準インパルス信号検出器エレメント 2 7 . 1 , 2 7 . 2 の幅 b_2 は、一方では同じとなるように、他方では中央の基準インパルス信号検出器エレメント 2 6 の幅 b_1 の半分に等しく、即ち、 $b_2 = 1 / 2 * b_1$ となるように選定される。

【 0 0 4 0 】

一般的に、バンドパスフィルターの通過特性は、周知の方式により、そのフィルター関数 $F(k)$ によって記述することができ、この場合各信号の通過する周波数成分は、 k で表示されている。図 2 a の基準インパルス信号検出器ユニット 2 4 a の実施例では、そこを通過する空間周波数成分 k の分布に関して、それに対応するフィルター関数 $F(k)$ は、以下の関係式 (G I . 1) で記述することができる。

【 0 0 4 1 】

【 数 1 】

$$F(k) = \frac{\sin(\pi b_1 k)}{\pi k} - 2\eta \frac{\sin(\pi b_2 k)}{\pi k} \cos(2\pi d k) \quad (Gl. 1)$$

関係式 G I . 1 の個々の変数は、以下の通りである。

k : 空間周波数

b_1 : 中央の基準インパルス信号検出器エレメントの幅

b_2 : 二つの外側の基準インパルス信号検出器エレメントの中の一方向の幅

d : 外側の基準インパルス信号検出器エレメントと中央の基準インパルス信号検出器エレメントとの間隔

η : 二つの外側の基準インパルス信号検出器エレメントと中央の基準インパルス信号検出器エレメントの間の相対的な重み付け又は面積比

図 2 b には、図 2 a の基準インパルス信号検出器ユニット 2 4 a における以下のパラメータの組み合わせに対するフィルター関数 $F(k)$ の推移が図示されている。

$$b_1 = 35 \mu m, b_2 = 35 \mu m, \quad = 1, d = 48.75 \mu m$$

図 2 b では、インクリメンタル信号の基本周波数 $f_{INC} = 1 / SP_{INC}$ 及びその高調波、例えば $2 / SP_{INC}$ などにおいて、フィルター関数 $F(k)$ の推移が零となっていることが明らかに分かる。それに対して、前述した通り、インクリメンタル信号の基本周波数 f_{INC} の半分の領域における通過周波数帯域が、通過されており、基準インパルス信号として使用される。

【 0 0 4 2 】

この場合、前述した通り、結果として得られる基準インパルス信号からインクリメンタル信号の基本周波数 $f_{INC} = 1 / SP_{INC}$ と場合によってはその高調波をフィルターで排除する基準インパルス信号検出器ユニットを構成するために、式 G I . 1 から、中央の基準インパルス信号検出器エレメントと外側の基準インパルス信号検出器エレメントとの間隔 d に関して、基準インパルス信号検出器ユニットの自由に選定可能なパラメータ b_1 , b_2 , に依存して、式 G I . 2 の形の条件を提示することができる。

【 0 0 4 3 】

【 数 2 】

$$d = \frac{SP_{INC}}{2\pi} * \arccos \left[\frac{1}{2\eta} \frac{\sin\left(\frac{\pi b_1}{SP_{INC}}\right)}{\sin\left(\frac{\pi b_2}{SP_{INC}}\right)} \right] - zSP_{INC} \quad (G I . 2)$$

ここで、

z : 整数

SP_{INC} : インクリメンタル信号の信号周期

b_1 : 中央の基準インパルス信号検出器エレメントの幅

b_2 : 二つの外側の基準インパルス信号検出器エレメントの中の一方向の幅

数学的な解が存在する b_1 , b_2 , の値の各組み合わせに関して、式 G I . 2 は、インクリメンタル信号の基本周波数をフィルターで排除した形で基本インパルス信号を生成する、基準インパルス信号検出器ユニットの実施形態を提供する。以下において説明する通り、検出器配列の特に有利な実施構成に関して、式 G I . 2 は簡単化される。

【 0 0 4 4 】

図 2 a に図示した例では、二つの外側の基準インパルス信号検出器エレメント 27.1, 27.2 は、それらによって中央の基準インパルス信号検出器エレメント 26 の走査信号に対して、一般的な形で $N * 360^\circ$ ($N = 1, 2, 3, \dots$) の位相のずれた走査信号が生成されるように、中央の基準インパルス信号検出器エレメントに対して配置されている。図 2 a の例では、二つの基準インパルス信号検出器エレメント 27.1, 27.2 に対して、 $N = 1$ で、かつ幅の関係式 $b_2 = 1 / 2 * b_1$ が選定されている。この配置に関して、中央の基準インパルス信号検出器エレメント 26 の中心と二つの外側の基準インパルス信号検出器エレメント 27.1 又は 27.2 との間の間隔 d の選定に関して、式 G I . 2 から、簡単化された関係式 G I . 3.1 又は G I . 3.2 が得られる。

$$d = n * SP_{INC} + 0.5 b_2 \quad (G I . 3 . 1)$$

$$d = n * SP_{INC} - 0.5 b_2 \quad (G I . 3 . 2)$$

ここで、

SP_{INC} : インクリメンタル信号の信号周期

b_2 : 二つの外側の基準インパルス信号検出器エレメントの中の一方向の幅

$n = 0, 1, 2, 3, \dots$

図2aの例では、更に、基準インパルス信号RIを生成するために、一方において二つの外側の基準インパルス信号検出器エレメント27.1, 27.2を互いに接続して信号S2とし、更にこの信号S2を中央の基準インパルス信号検出器エレメント26から得られた信号S1と差分を取る形で接続するものと規定する。最終的には、信号S1とS2の差分を取る形の接続により得られる信号は、出力側に生じる基準インパルス信号RIである。

【0045】

このように幾何学的なサイズと接続を選定した形の基準インパルス信号検出器エレメント26, 27.1, 27.2の実施形態によって、専ら基準インパルス信号検出器エレメント26, 27.1, 27.2のバンドパスフィルタとしての設計が実現される。このバンドパスフィルタによって、インクリメンタル目盛トラック11に統合された基準指標REFによって強く乱された、検出面に生じる縞模様から、本来の基準インパルス信号RIに対応する周波数帯域が、フィルタにより取り出される。

【0046】

ここで、その次の図面にもとづき、この発明による位置測定装置における送信目盛、基準尺、基準インパルス信号検出器エレメントの構成に関する別の実施例及び結果として得られる信号の推移について説明する。

【0047】

この場合、図3aは、この発明による位置測定装置の別の実施構成の送信目盛122を図示しており、図3bでは、基準指標REFを含むインクリメンタル目盛トラック111を有する、走査される基準尺100の一部を図示している。

【0048】

この位置測定装置の実施例も、又もや反射光式システムとして構成されている、即ち、測定方向xに対して交番する形で配置されたインクリメンタル目盛トラック111の部分領域が、異なる光学的な反射特性を有する。図3bで明るく図示した部分領域は、大きく反射する形に構成された部分領域又は明視野であり、暗く図示した部分領域は、小さく反射する暗視野を示す。基準位置 x_{REF} の基準指標REFは、この位置に明視野を追加することによって形成されており、それによってインクリメンタル目盛トラック111の周期性が乱されている。この例では、インクリメンタル目盛トラック111の周期 T_{PM} は、 $T_{PM} = 20 \mu m$ として選定されており、一つの部分領域の幅は、 $10 \mu m$ である。この例では、基準尺100における基準指標REF又は明視野は、 $30 \mu m$ の幅を有し、これは、インクリメンタル目盛トラック111の周期 T_{PM} の1.5倍に相当する。このような幅に選定することは、それによってインクリメンタル目盛トラックの周期が出来る限り小さく乱されることとなるので、有利であることが分かっている。

【0049】

これに代わって、明視野を幅 $40 \mu m$ で構成することもでき、従って、その幅は、インクリメンタル目盛トラックの目盛周期の二倍に相当する。この場合、インクリメンタル目盛トラック111における基準指標REFの明視野は、基準尺上で測定方向xに対して最も近くに隣接する反射率の高い目盛領域又は明視野（透過光式の場合には、透過率の高い目盛領域）との間隔が最大の幅を取り、その際省かれる反射率の高い又は透過率の高い目盛領域の数が出来る限り最少に選定されるように配置するのが有利であることが分かっている。有利には、明視野と基準尺上で測定方向xに対して最も近くに隣接する反射率の高い目盛領域との間隔は、インクリメンタル目盛トラック111の目盛周期の1.5倍である。

【0050】

図3aでは、送信目盛122の側には、交番する形で配置された透過率が異なる部分領域で構成された、測定方向xに対してほぼ周期的な構造が配備されている。図3aで明るく図示した部分領域は、光学的に透過性を持つ形で構成されており、暗く図示した部分領

10

20

30

40

50

域は、光学的に透過性を持たない形で構成されている。この例では、送信目盛 1 2 2 の周期 TP_s は、 $TP_s = 40 \mu m$ であり、送信目盛 1 2 2 の部分領域の幅は、 $20 \mu m$ に相当する。この例では、送信目盛 1 2 2 の側には、基準尺 1 0 0 上の基準指標 R E F の実施形態に合わせて、中央の領域に、一つの透明な部分領域が省かれている、即ち、目盛構造の非周期性が、中央に配置された幅 $60 \mu m$ の暗視野の形で実現されており、この幅は、送信目盛 1 2 2 の周期 TP_s の約 1.5 倍に相当する。このように暗視野の幅を選定することは、そのようにして、さもなければ周期的であった送信目盛 1 2 2 を最小限に変更することとなるので、有利であることが分かっている。

【 0 0 5 1 】

基本的には、送信目盛 1 2 2 の非周期性又は暗視野を、図 3 c に代わって、分散した形で配置することもでき、暗視野の実現可能な幅は、 $40 \mu m \sim 80 \mu m$ の範囲で選定することができる。

【 0 0 5 2 】

図 3 c では、対応する基準インパルス信号検出器ユニット 1 2 4 a が模式的に図示されており、この場合、その実施形態は、基本的には図 2 で説明した実施例の形態に相当する。基準インパルス信号検出器ユニット 1 2 4 a は、又もや幅 $b_1 = 35 \mu m$ の一つの中央に配置された基準インパルス信号検出器エレメント 1 2 6 とそれぞれ幅 $b_2 = 17.5 \mu m$ の二つの外側の基準インパルス信号検出器エレメント 1 2 7.1, 1 2 7.2 とを有する。図示されていない走査板の面には、中央の基準インパルス信号検出器エレメント 1 2 6 が、基準尺の明視野又は基準指標 R E F の中央に延びる位置に配置されている。また、前の例と同様に、基準インパルス信号 R I を生成するために、これらの異なる基準インパルス信号検出器エレメント 1 2 6, 1 2 7.1, 1 2 7.2 を接続することも行っている。

【 0 0 5 3 】

図 3 a と 3 b の基準尺 1 0 0 と送信目盛 1 2 2 を持つシステムに関して、基準位置 x_{REF} の周りの $+/-4 mm$ の範囲における走査ユニットの検出面の縞模様の走査により得られる全体的な走査信号 S が、図 4 a に図示されている。この場合、この図では、高い解像度で位置を求めるのに有用である高い周波数のインクリメンタル信号成分が明らかに分かる。この信号成分には、この範囲においてインクリメンタル目盛トラック 1 1 1 の周期性が乱されたことに起因する明らかに低い周波数の信号成分が重畳されている、或いは基準位置 x_{REF} の領域において、振幅に関して大きな影響を与えられている。この例の通り、送信目盛 1 1 2 が、中央の領域に、さもなければ周期的であった送信目盛の非周期的なものとしての暗視野を有する場合、図 4 a の全体的な走査信号 S において、基準位置 x_{REF} の領域には、この信号の包絡線に関する信号の急低下が生じる。

【 0 0 5 4 】

ここで、この全体的な走査信号 S における信号の急低下は、基準インパルス信号検出器ユニット 1 2 4 a の前述した実施形態によって、出力側で使用可能な高い解像度の基準インパルス信号 R I に変換することができる。図 4 b には、一方における中央の基準インパルス信号検出器エレメント 1 2 6 の信号 S 1 と他方における対称的に配置された基準インパルス信号検出器エレメント 1 2 7.1, 1 2 7.2 から得られる信号 S 2 が、基準位置 x_{REF} の周りの $+/-0.04 mm$ の範囲で図示されている。図 4 b から分かる通り、両方の信号 S 1, S 2 は、それらの振幅の推移において、依然として、インクリメンタル目盛トラック 1 1 1 の影響に起因する重畳した周期性を有する。最後に、図 4 c には、S 1 と S 2 の差分を取ることで得られる基準インパルス信号 R I が図示されており、この信号は、基準位置 x_{REF} の周りの $+/-0.04 mm$ の範囲において、明らかな信号の急低下を有する。S 1 と S 2 の差分を取ることで、インクリメンタル信号の周期的な成分が、基準インパルス信号 R I において、フィルターにより取り出される。後続の電子機器によって周知の方式で再処理可能である、位置に依存した高い解像度の基準インパルス信号 R I が得られる。この発明による基準インパルス信号検出器ユニット 1 2 4 a の実施形態によって、図 4 a に図示した全体的な走査信号 S から、高い解像度の基準インパルス信

10

20

30

40

50

号 R I が、フィルターで取り出される。

【 0 0 5 5 】

送信目盛、基準尺、対応する基準インパルス信号検出器ユニットの構成に関する別の実施例及び様々な信号の推移が、前の例と同様に、図 5 a ~ 5 c と図 6 a ~ 6 c に図示されている。これらの図面の以下における記述では、前の例との重要な相違点だけを説明する。

【 0 0 5 6 】

この場合、インクリメンタル目盛トラック 2 1 1 と基準指標を持つ基準尺 2 0 0 の構成が、前の例と同様に選定されている一方、図 5 a に図示されている通り、使用されている送信目盛 2 2 2 が、前の例とは異なっている。即ち、ここでは、送信目盛 2 2 2 の中央の領域において、測定方向 x に対して幅を広げた $60\ \mu\text{m}$ の幅の明視野を形成するものと規定する。この目盛構造の中の少なくとも一つの非透過性の部分領域を省くことによって、このことを実現している。この送信目盛の好適な明視野の幅は、 $36\ \mu\text{m} \sim 110\ \mu\text{m}$ の範囲に選定することができる。送信目盛 2 2 2 の周期 TP_S は、前の例の通り、 $TP_S = 40\ \mu\text{m}$ であり、測定方向における部分領域の幅は、 $20\ \mu\text{m}$ である。

【 0 0 5 7 】

基準尺 2 0 0 と基準インパルス信号検出器ユニット 2 2 4 a は、前の例と同様に構成されている。

【 0 0 5 8 】

ここで、図 6 a から明らかな通り、送信目盛 2 2 2 の実施形態が異なるために、基準位置 x_{REF} において、全体的な走査信号 S の包絡線に関する信号の最大値が生じており、前の例では、この位置において、信号の急低下が生じていた。

【 0 0 5 9 】

同様に、このことは、図 6 b と 6 c に図示されている通り、信号 S 1 と S 2 及び結果として得られる基準インパルス信号 R I においても現れている。即ち、この例では、基準位置 x_{REF} が、基準インパルス信号 R I において、明らかな信号の上昇として特徴付けられている。しかし、前の例と同様に、図 6 c からは、又もや、この発明による検出器側での措置によって、基準インパルス信号 R I における周期的なインクリメンタル信号成分のフィルタリングが行われているのが分かる。

【 0 0 6 0 】

以下において、図 7 a ~ 7 c と図 8 a ~ 8 c にもとづき、この発明による基準インパルス信号を生成するための別の変化形態を説明する。基準インパルス信号を生成するために重要である、位置測定装置の様々な部品の図面及び様々な信号の図面は、又もや前の二つの例の図面に対応している。そのため、以下においては、基本的にこの実施構成の相違点だけを説明する。

【 0 0 6 1 】

この例では、図 7 b の基準尺の図面から明らかな通り、基準尺 3 0 0 のインクリメンタル目盛トラック 3 1 1 には、もはや単一の明視野だけではなく、そのような多くの明視野が、基準指標 R E F として統合されていることが重要である。全体として、この実施例の基準指標は、測定方向 x に対して広がった全部で 1 4 個の明視野又は大きく反射する部分領域の分布を有し、これらの部分領域は、それぞれ前述した通り、インクリメンタル目盛トラック 3 1 1 の一つの反射しない部分領域を省くことから得られる。各個別の明視野は、前述した通り、測定方向 x に対して $30\ \mu\text{m}$ 又は $40\ \mu\text{m}$ の幅を有し、インクリメンタル目盛トラック 3 1 1 は、前の例と同様に、部分領域の幅が $10\ \mu\text{m}$ で、周期又は目盛周期 $TP_M = 20\ \mu\text{m}$ を有する。

【 0 0 6 2 】

又もや図 7 a で図示した、この実施例の送信目盛 3 2 2 は、図 3 a の実施例と同様に構成されている。このことは、この目盛が、中央に配置された暗視野の形式の非周期性を有することを意味する。その他の点については、この目盛の前に挙げたデータを参照されたい。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 3 】

ここで、この例では、検出側は、既に規定された基準尺 3 0 0 の基準指標 R E F の多数の明視野に対応する形で構成されており、この検出側については、図 7 c にもとづき説明する。即ち、基準インパルス信号を生成するために、全部で 1 4 個のユニットの個別の基準インパルス信号検出器ユニットを配備しており、前の例では、これらのユニットは、インクリメンタル目盛トラックにおける一つの個別の明視野を検出するために必要であった。この場合、各個別の基準インパルス信号検出器ユニットは、前の例の個別のユニットと同じであり、一つの中央の基準インパルス信号検出器エレメントとこのエレメントに対して対称的に配置された二つの基準インパルス信号検出器エレメントから構成されている。図 7 c から明らかな通り、縞模様の走査から得られた中央の基準インパルス信号検出器エレメントの信号が、信号 S 1 に、各外側に置かれた基準インパルス信号検出器エレメントの信号が信号 S 2 に纏められている。信号 S 1 と S 2 は、又もや差分を取る形で接続されており、その差分信号として、基準インパルス信号 R I が得られる。

10

【 0 0 6 4 】

図 8 a には、前の例と同様に、走査から得られた全体的な信号 S が、基準位置 x_{REF} の周りの $+/-4$ mm の範囲において図示されており、図 8 b には、多数の検出器エレメントユニットの信号 S 1 , S 2 が、基準位置 x_{REF} の周りの $+/-0.2$ mm の範囲において図示されている。最後に、図 8 c は、結果として得られた差分信号又は出力側の基準インパルス信号 R I を図示しており、この信号では、この発明による措置により、明らかな影響の低減が見られる。

20

【 0 0 6 5 】

このような複数の基準インパルス信号検出器ユニットによる実施形態を選定した場合、これらのユニットは、図 7 c から明らかな通り、測定方向 x に対して、所定の範囲に渡って分散した形で配置される。この場合、隣接する基準インパルス信号検出器ユニットの間には、部分的に未だ利用可能な場所が、隙間領域の形で存在する。これらの隙間領域は、例えば、そこに更に追加のインクリメンタル信号検出器エレメントを配置して利用することもできる。

【 0 0 6 6 】

基準指標に多数の明視野を配備する、この変化形態は、生成する基準インパルス信号の効率又は有効な成分を増大させるのに有利である。

30

【 0 0 6 7 】

次に、基準尺上の対応する構造と送信格子を含む好適な基準インパルス信号検出器ユニットに関する実現可能な別の実施構成を、続く図 9 a ~ 9 c と図 1 0 a ~ 1 0 c にもとづき説明する。

【 0 0 6 8 】

図 9 a ~ 9 c の実施例において、図 9 b は、又もや基準尺 4 0 0 上の走査されるインクリメンタル目盛トラック 4 1 1 の一部を図示している。基準指標 R E F は、二つの明視野によって、即ち、反射光式走査の場合には反射率の高い、透過光式走査の場合には透過率が高い部分領域によって構成されている。図 9 a に図示した送信目盛 4 2 2 は、前の例と同様に構成されている。

40

【 0 0 6 9 】

この基準指標 R E F を走査するのに好適な基準インパルス信号検出器ユニット 4 2 4 a が、図 9 c に図示されている。このユニットは、二対の基準インパルス信号検出器エレメント 4 2 6 . 1 , 4 2 6 . 2 と 4 2 7 . 1 , 4 2 7 . 2 から構成されている。基準インパルス信号検出器エレメント 4 2 6 . 1 , 4 2 6 . 2 , 4 2 7 . 1 , 4 2 7 . 2 の間隔は、各対内ではそれぞれ SP_{INC} であり、そのためインクリメンタル信号の信号周期又は検出面の対応する縞模様周期に相当する。一つの対の中の二つの基準インパルス信号検出器エレメント 4 2 6 . 1 , 4 2 6 . 2 又は 4 2 7 . 1 , 4 2 7 . 2 は、逆相又は 180° 位相のずれた走査信号 S 1 と S 2 を提供し、これらの信号は、前の例の通り差分を取る形で接続されており、その結果出力側には、基準インパルス信号 R I が得られる。更に、位相の

50

異なる走査信号 S_1 , S_2 を提供する個別の基準インパルス信号検出器エレメントの順序が、測定方向 x に対して、隣接する対から隣接する対へと変更されている、或いは逆になっていることにも言及したい。即ち、図において、左から見て、先ずは信号 S_1 を提供する基準インパルス信号検出器エレメント 426 . 2 が配置されており、そして、この対の中の信号 S_2 を生成する基準インパルス信号検出器エレメント 426 . 1 が続いている。この直ぐ隣の基準インパルス信号検出器エレメントの対では、それと全く逆であり、先ずはその中の信号 S_2 を提供する基準インパルス信号検出器エレメント 427 . 1 が配置されており、そして、ようやく信号 S_1 を生成するための基準インパルス信号検出器エレメント 427 . 2 が続いている等々。このようにして、基準インパルス信号検出器エレメントの全体的な配列に渡って、走査信号において誤差を平均化させることとなる対称性が得られる。

10

【0070】

更に、この変化形態は、図 7 a ~ 7 c の例と同様に、このような多数の明視野をインクリメンタル目盛トラックに配備した実施構成に構成することができる。送信目盛 422、インクリメンタル目盛トラック 511 に基準指標 REF を統合した基準尺 500、対応する検出器配列の図面が、図 10 a ~ 10 c に図示されている。この実施形態を前の例に対して補足するものとして、隣接する対における基準インパルス信号検出器エレメントの順序が交番している点だけを再度指摘しておきたい。即ち、左から見て一番目の対の基準インパルス信号検出器エレメントは、 S_2 と S_1 の信号を、その次の対は、 S_1 と S_2 の信号等々を提供している。この例においても、この配列によって、検出器配列の全体的な対称性が保証されている。

20

【0071】

当然のことながら、この発明の範囲内において、これらの説明した実施例以外にも、代替となる実施構成が存在するものである。

【図面の簡単な説明】

【0072】

【図 1】この発明による位置測定装置の実施例の大幅に模式化した斜視図

【図 2 a】図 1 の基準インパルス信号検出器ユニットの一部を、生成されたインクリメンタル信号と関連させて模式化した平面図

【図 2 b】図 2 a のバンドパスフィルターとして作用する基準インパルス信号検出器ユニットに関するフィルター関数の実数部のグラフ

30

【図 3 a】一つの実施例による送信格子の一部

【図 3 b】図 3 a の送信格子に対応する、一つの実施例による基準尺の一部

【図 3 c】一つの実施例による検出器配列

【図 4 a】図 3 a ~ 3 c の実施例に対応する信号

【図 4 b】図 3 a ~ 3 c の実施例に対応する信号

【図 4 c】図 3 a ~ 3 c の実施例に対応する信号

【図 5 a】一つの実施例による送信格子

【図 5 b】図 5 a の送信格子に対応する、一つの実施例による基準尺

【図 5 c】一つの実施例による検出器配列

40

【図 6 a】図 5 a ~ 5 c の実施例に対応する信号

【図 6 b】図 5 a ~ 5 c の実施例に対応する信号

【図 6 c】図 5 a ~ 5 c の実施例に対応する信号

【図 7 a】一つの実施例による送信格子

【図 7 b】図 7 a の送信格子に対応する、一つの実施例による基準尺

【図 7 c】一つの実施例による検出器配列

【図 8 a】図 7 a ~ 7 c の実施例に対応する信号

【図 8 b】図 7 a ~ 7 c の実施例に対応する信号

【図 8 c】図 7 a ~ 7 c の実施例に対応する信号

【図 9 a】一つの実施例による送信格子

50

【図 9 b】図 9 a の送信格子に対応する、一つの実施例による基準尺

【図 9 c】一つの実施例による検出器配列

【図 10 a】一つの実施例による送信格子

【図 10 b】図 10 a の送信格子に対応する、一つの実施例による基準尺

【図 10 c】一つの実施例による検出器配列

【符号の説明】

【0073】

1 0 , 1 0 0 , 2 0 0 , 3 0 0 , 4 0 0 , 5 0 0	基準尺	
1 1 , 1 1 1 , 2 1 1 , 3 1 1 , 4 1 1 , 5 1 1	インクリメンタル目盛トラック	
1 2 a , 1 2 b	目盛領域	10
2 2 , 1 2 2 , 2 2 2 , 3 2 2 , 4 2 2	送信目盛	
2 4 a , 1 2 4 a , 2 2 4 a , 3 2 4 a	基準インパルス信号検出器ユニッ	

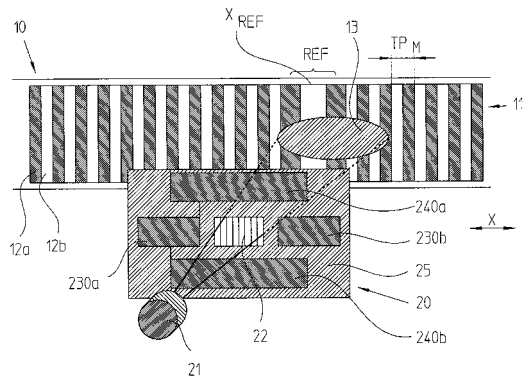
ト

2 6 , 2 7 . 1 , 2 7 . 2 , 1 2 6 , 1 2 7 . 1 , 1 2 7 . 2 , 2 2 6 , 2 2 7 . 1 ,	
2 2 7 . 2 , 4 2 6 . 1 , 4 2 6 . 2 , 4 2 7 . 1 , 4 2 7 . 2	基準インパルス信号

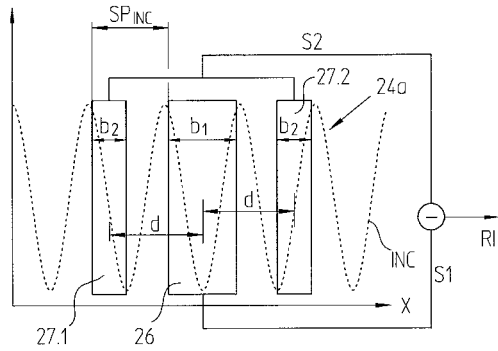
検出器エレメント

1 3	走査面	
2 0	走査ユニット	
2 1	光源	
2 3 0 a , 2 3 0 b , 2 4 0 a , 2 4 0 b	走査板 2 5 の領域	20
2 5	走査板	
b_1	中央の基準インパルス信号検出器エレメントの幅	
b_2	外側の基準インパルス信号検出器エレメントの幅	
d	中央の基準インパルス信号検出器エレメントと外側の基準インパルス信号検出器エレメントとの間隔	
$F(k)$	フィルター関数	
k	空間周波数	
S	全体的な走査信号	
S_1, S_2	走査信号	
SP_{INC}	インクリメンタル信号の信号周期	30
RI	基準インパルス信号	
REF	基準指標	
TP_M	インクリメンタル目盛トラックの目盛周期	
x	測定方向	
x_{REF}	基準位置	

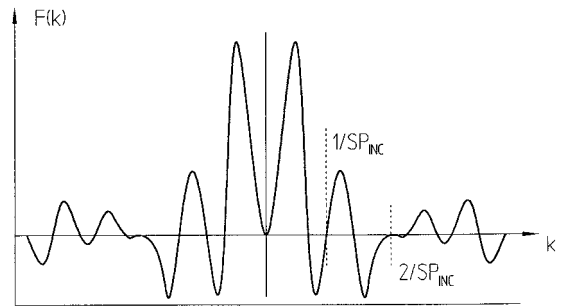
【図 1】



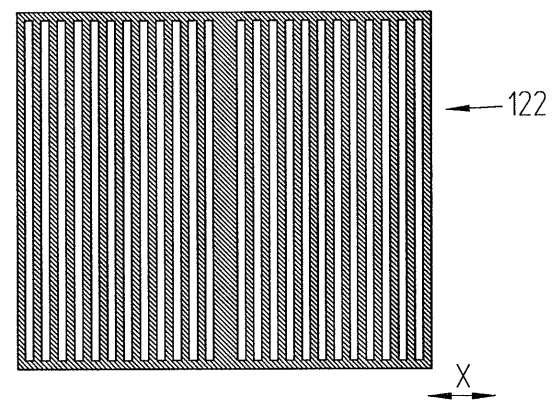
【図 2 a】



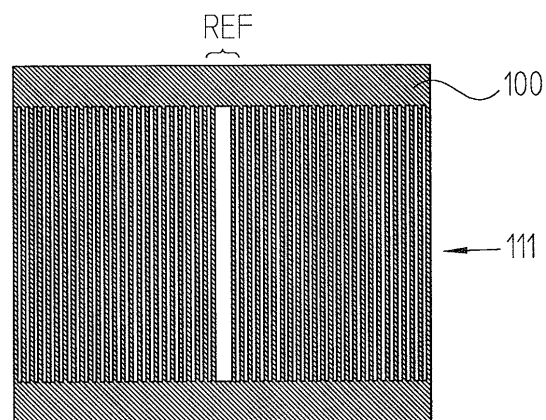
【図 2 b】



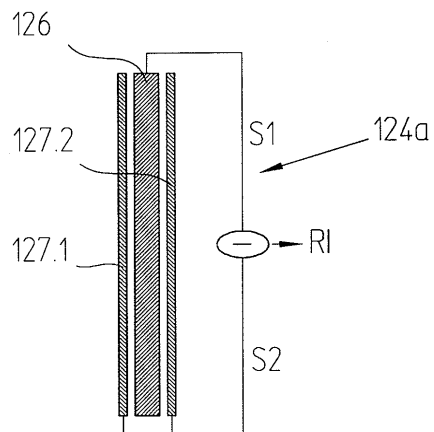
【図 3 a】



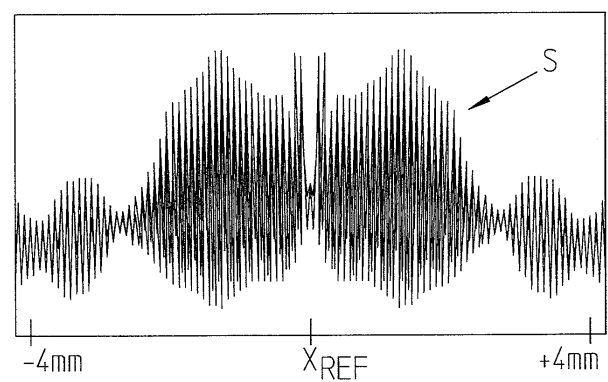
【図 3 b】



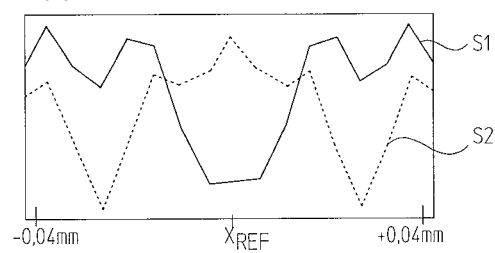
【図 3 c】



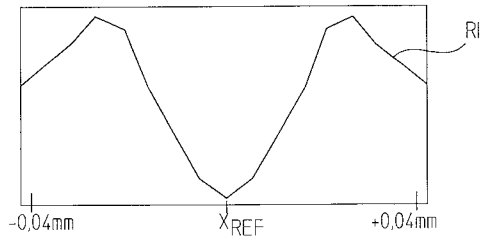
【図 4 a】



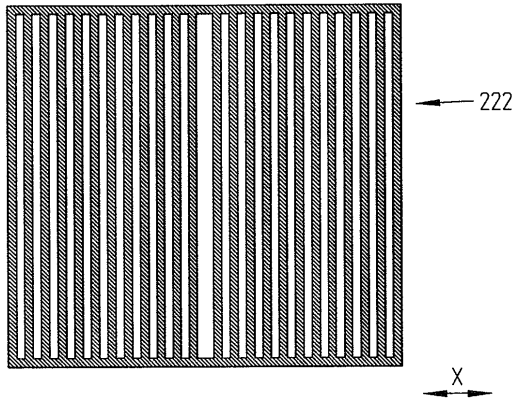
【図 4 b】



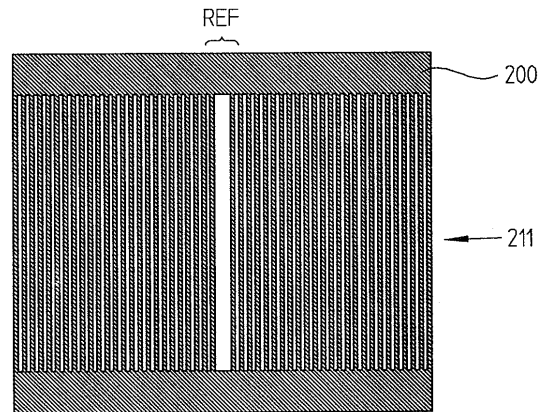
【図 4 c】



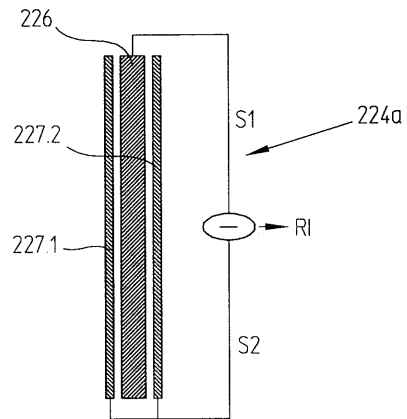
【図 5 a】



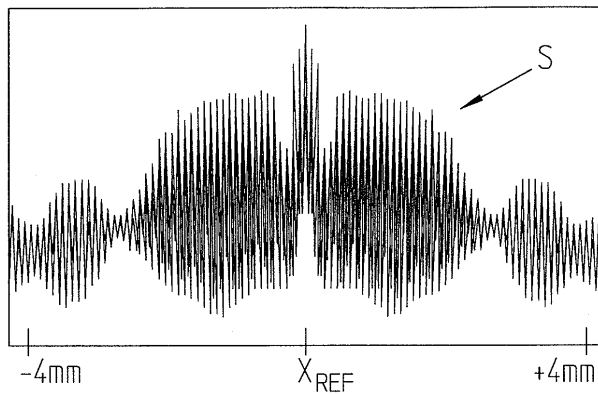
【図 5 b】



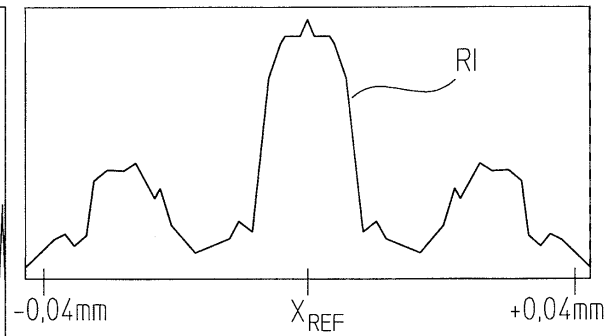
【図 5 c】



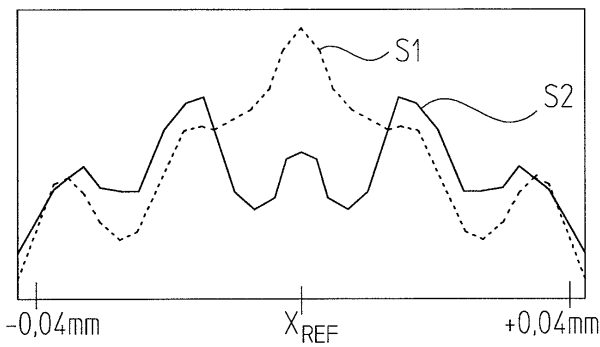
【図 6 a】



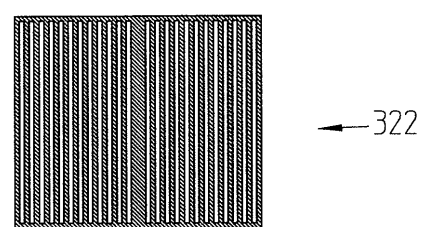
【図 6 c】



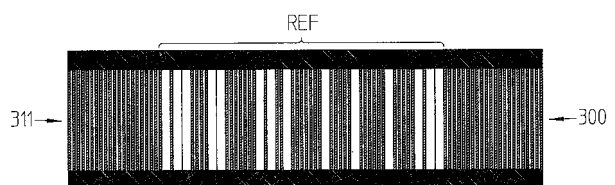
【図 6 b】



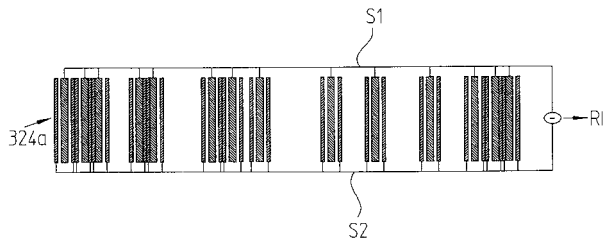
【図 7 a】



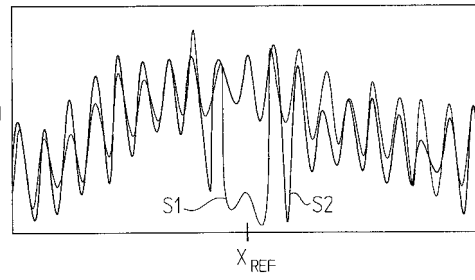
【図 7 b】



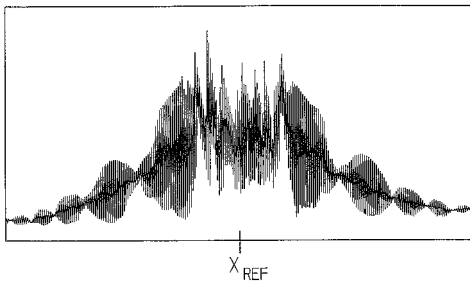
【図 7 c】



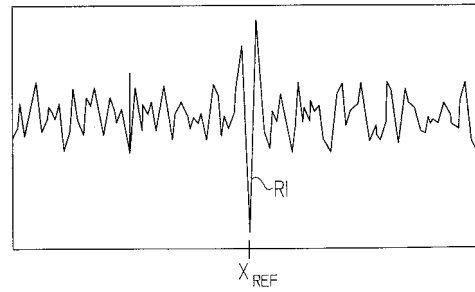
【図 8 b】



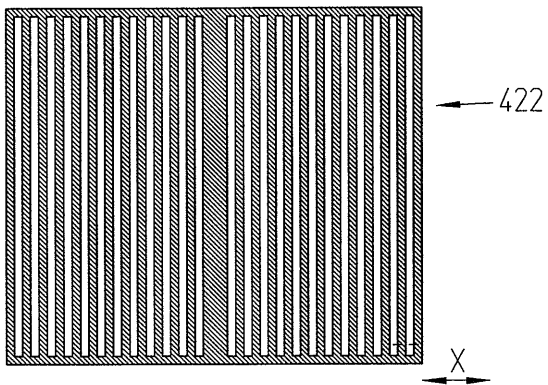
【図 8 a】



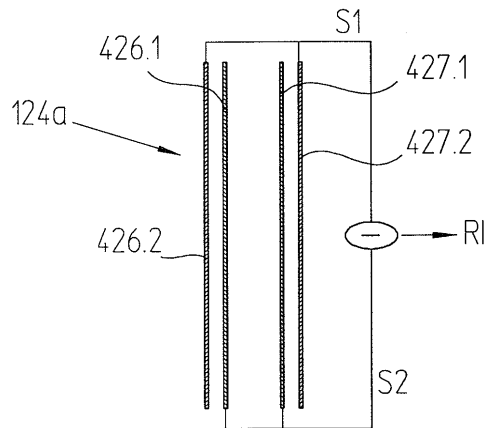
【図 8 c】



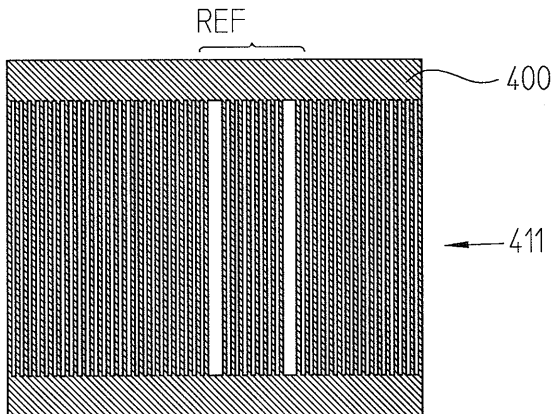
【図 9 a】



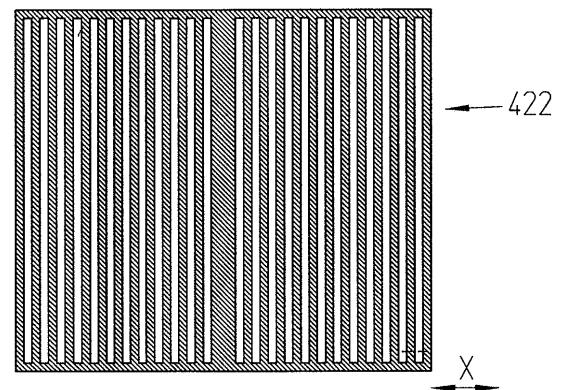
【図 9 c】



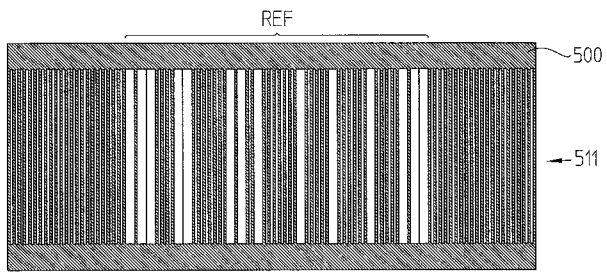
【図 9 b】



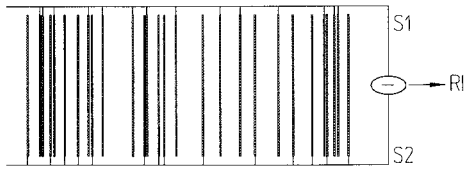
【図 10 a】



【図 10 b】



【図 10 c】



フロントページの続き

- (72)発明者 ユルゲン・ショーザー
ドイツ連邦共和国、ザンクト・ゲオルゲン、アンニング、40
- (72)発明者 ミヒャエル・ヘルマン
ドイツ連邦共和国、タヒャーティング、バユヴァレンストラーセ、3ペー
- (72)発明者 ヴォルフガング・ホルツアプフェル
ドイツ連邦共和国、オーピング、グロッテンヴェーク、2

審査官 岡田 卓弥

- (56)参考文献 国際公開第2005/012841(WO, A1)
特表2004-520591(JP, A)
特表2001-512818(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01D 5/26 - 5/38