

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5030404号
(P5030404)

(45) 発行日 平成24年9月19日(2012.9.19)

(24) 登録日 平成24年7月6日(2012.7.6)

(51) Int.Cl.

F I

G O 1 D 5/347 (2006.01)

G O 1 D 5/347 1 1 O T

請求項の数 11 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2005-243704 (P2005-243704)
(22) 出願日 平成17年8月25日(2005.8.25)
(65) 公開番号 特開2006-64702 (P2006-64702A)
(43) 公開日 平成18年3月9日(2006.3.9)
審査請求日 平成20年8月21日(2008.8.21)
(31) 優先権主張番号 10/927,990
(32) 優先日 平成16年8月26日(2004.8.26)
(33) 優先権主張国 米国(US)

(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 100092244
弁理士 三原 恒男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学的エンコーダ用検出器アレイ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

検出器アレイに対して移動可能なスケールの位置情報を提供するための光学的エンコーダ用検出器アレイであって、検出器アレイは相異なる曲率半径を有する少なくとも2つのスケールと関連して使用されるように構成されており、検出器アレイは、

各フォトダイオードが検出器アレイがスケールに対して相対的に移動する際に位置信号を提供するように構成された複数のフォトダイオードと、

特定された方法で各フォトダイオードを他のフォトダイオードと選択的に組み合わせるように構成された複数の切換要素とから成り、

その際切換要素は、位置信号を発生するために少なくとも2つの相異なるスケール曲率半径に対してフォトダイオードが明確に組み合わせられることを可能にするように構成されており、フォトダイオードの組み合わせは少なくとも2つの相異なるスケール曲率半径の間で相違し、

複数のフォトダイオードが、少なくとも2つのフォトダイオードトラックに配列され、各トラックはラジアル方向に延びるフォトダイオードを備えた部分フォトダイオードアレイを有し、相異なるフォトダイオードトラックは互いに同心的に配列されており、

相異なるスケール曲率半径が、第1有限曲率半径と第2有限曲率半径とを有し、第1有限曲率半径は第2有限曲率半径と相違することを特徴とする、検出器アレイ。

【請求項 2】

トラックにおける部分フォトダイオードアレイが、トラックにおいて物理的に分離した

10

20

フォトダイオードを有し、トラックは予め特定された周方向のシフト量だけ互いにシフトされていることを特徴とする、請求項 1 に記載の検出器アレイ。

【請求項 3】

各フォトダイオードが、検出器アレイがスケールに対して相対的に移動する際にスケールに対して特定された位相関係を有する走査信号を提供するように構成されており、その結果位相シフトされた特定された数の走査信号が、各相異なるスケール曲率半径に対して切換要素とフォトダイオードとを組み合わせることによって発生することを特徴とする、請求項 1 に記載の検出器アレイ。

【請求項 4】

相異なるトラックのフォトダイオードが同一の位相関係をもったインクリメンタル走査信号を発生するために配列されており、切換要素は相異なるトラックのフォトダイオードを接続するように構成されていることを特徴とする請求項 3 に記載の検出器アレイ。

10

【請求項 5】

各トラックの隣接した複数のフォトダイオードが、同一の位相関係を有するインクリメンタル走査信号を発生するために配列されており、切換要素は隣接した複数のフォトダイオードを接続するように構成されていることを特徴とする、請求項 3 に記載の検出器アレイ。

【請求項 6】

少なくとも 2 つのフォトダイオードトラックが、部分フォトダイオードアレイを備え、各トラックが 0° 、 90° 、 180° 及び 270° の位相関係を有する 4 つのインクリメンタル走査信号を発生するように構成された 4 つの群のフォトダイオードを有することを特徴とする、請求項 3 に記載の検出器アレイ。

20

【請求項 7】

各群のフォトダイオードが、同一の数のフォトダイオードを有することを特徴とする、請求項 6 に記載の検出器アレイ。

【請求項 8】

トラックの部分フォトダイオードアレイが、トラックにおいて物理的に分離したフォトダイオードを有し、相異なる位相関係が相応する切換要素によって通常のラジアル方向に沿って延びるフォトダイオードに対して割り振られることを特徴とする、請求項 3 に記載の検出器アレイ。

30

【請求項 9】

検出器アレイが、測定方向におけるアレイ全長に亘って全てのフォトダイオード出力信号の所望の位相関係を確立するためのラジアル方向変位量だけスケールに対してラジアル方向に変位していることを特徴とする、請求項 3 に記載の検出器アレイ。

【請求項 10】

周方向に配列されたロータリースケールと少なくとも 1 つのインデックスマークとを備えた回転可能なコードディスクの位置情報を提供するための請求項 1 に記載の検出器アレイであって、検出器アレイは相異なる曲率半径の少なくとも 2 つのロータリースケールと関連して使用されるように構成されており、その際検出器アレイは、

各フォトダイオードが、検出器アレイがロータリースケールに対して相対的に移動する際に参照信号を提供するように構成された複数のフォトダイオードと、

40

特定された方法でフォトダイオードの各々と他のフォトダイオードとを選択的に組み合わせるように構成された複数の切換要素とから成り、その際切換要素は、少なくとも 1 つの特定された参照信号を発生するために少なくとも 2 つの相異なるロータリースケール曲率半径に対してフォトダイオードが明確に組み合わせられることを可能にするように構成されたことを特徴とする前記検出器アレイ。

【請求項 11】

各トラックが互いに 180° だけ位相シフトされた 2 つのインデックス走査信号を発生するように構成された 2 つの群のフォトダイオードを有することを特徴とする、請求項 10 に記載の検出器アレイ。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学的エンコーダ用検出器アレイに関するものである。特に、本発明は相異なるロータリースケール曲率半径に対して切り換え可能な検出器アレイに関するものである。

【背景技術】

【0002】

2つの可動対象物の間の相対位置を決定するための光学的ロータリーエンコーダが従来から存在する。直線運動方向並びに回転運動方向の相対位置を決定することが可能である。これらのシステムでは、1つの対象物は通常測定目盛と接続され、一方他の対象物は走査ユニットと接続されている。リニアエンコーダには、直線測定目盛を備えたリニアスケールが使用され、一方ロータリーエンコーダには円形測定目盛を備えたコードディスクが使用される。直線運動又は回転運動用のいずれの走査ユニットも1つ又は複数の照明光源及び1つ又は複数のオプトエレクトロニック検出器要素を有する。検出器要素として、フォトダイオードが通常使用される。

【0003】

最近数年の間、リニアエンコーダ及びロータリーエンコーダは検出器要素として密接して配列された複数のフォトダイオードを有するものが益々ポピュラ - になってきた。そのような検出器配列として位相を付けられたアレイ又は立体構造の光検出器も参照される。以下、検出器アレイという用語を使用する。

【0004】

これらの検出器配列が半導体チップ上のアレイに配列されたフォトダイオードを有するものが従来のものである。フォトダイオードの配列は、ユニ - クな方法で各エンコーダ構成に対して適用される。このことはそれらの長さ、幅及び間隔のようなフォトダイオードの所要の幾何学的配列が、選択された走査条件、特に走査される測定目盛の目盛ピッチの目盛周期に依存することを意味する。 - 測定目盛の所定の目盛ピッチによって特定される - ある測定分解能のために、フォトダイオードの好適に特定された配列が存在する。従って、走査された相異なる目盛ピッチに対する変更によってエンコーダの分解能を変更する必要がある場合に、所望の走査条件又は分解能を達成するために、フォトダイオードアレイの設計を変える必要も生ずる。莫大な量の設計作業がこの場合にフォトダイオードアレイのレイアウトを変更するために必要となる。

【0005】

上記の課題を解決するために、ヨーロッパで発行された特許出願第070819号明細書に、相異なる目盛周期を有する複数の相異なる測定目盛のために複数のフォトダイオードを備えた検出器アレイを使用することが記載されている。その目的のために、全ての利用可能なフォトダイオードのある数のフォトダイオードが走査目盛に依存して切り換えられねばならない。適用方法は、フォトダイオードがある走査目盛に対して切り換えられねばならない各場合に決定されねばならない。このシステムの1つの欠点は、適用方法を制御するために複雑なASICを必要なことである。他の欠点は、特殊の工作ディスクを必要とするシステムの切り換え位相が多重のインクリメンタルデータ信号群上を照射することを容易に可能されるべきことである。さらに、メモリー用の多数のスペース及びキャリア基板上の関連した回路が、システムの可能な小型化に反して必要なことである。

【0006】

従って、これまでの記載を参照することによって検出器アレイの全体構成が明確にされるが、米国特許第6727493号明細書には、容易に変更可能な分解能を有する検出器アレイが記載されている。このために、分解能選択ユニットがフォトダイオードアレイに接続されかつアレイの分解能を制御するために使用され、その際フォトダイオードアレイと協働する全てのフォトダイオードは分解能選択ユニットによって選択された実際の分解

10

20

30

40

50

能に関係なく作動状態にある。ロータリー装置の場合に、この配列は、特定されたロータリースケール曲率半径における相異なる分解能又は相異なるコードスケールピッチの間の切り換えを可能にする。

【 0 0 0 7 】

しかし、米国特許第 6 7 2 7 4 9 3 号明細書は、第 2 曲率半径を有するロータリースケールを備えたエンコーダが第 1 及び第 2 曲率半径が異なる他の適用のために必要な場合における解決を提供しない。この場合、相異なるフォトダイオードアレイが再び各ロータリースケールのために設計されねばならない。このことは、少なくとも第 2 のロータリースケール曲率半径を有するコードディスク上のロータリースケールを走査するために使用されることができると、フォトダイオードアレイのレイアウトを変えるために必要な多くの設計作業量を必要とする。

10

【 0 0 0 8 】

同様な問題はあるスケール曲率半径のために最適なインデックスマークが適切なフォトダイオード検出器アレイによって走査されねばならない場合に発生する。コードディスク上のインデックスマークは通常測定目盛に沿うある特定された絶対的位置を示すいわゆる参照信号を発生させるために使用される。この場合、フォトダイオード検出器アレイが相異なるコードディスク曲率半径に対して最適化されねばならない場合に新たな設計作業を必要とする。

【特許文献 1】ヨーロッパ特許出願第 0 7 1 0 8 1 9 号明細書

【特許文献 2】米国特許第 6 , 7 2 7 , 4 9 3 号明細書

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 9 】

従って、本発明の課題は、相異なる曲率半径を有する相異なるスケールと関連して使用されることができると、光学的エンコーダのための検出器アレイを提供することである。

【発明の効果】

【 0 0 1 0 】

本発明による検出器アレイは相異なる曲率半径を有するスケールに対して共通して使用されることができ、かつ切換要素によってフォトダイオードの組み合わせを切り換えることにより高い精度のインクリメンタル測定が可能である。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 1 】

[実施例 1]

本発明の実施形態は、少なくとも 2 つの相異なるスケール曲率半径と関連して使用される光学的エンコーダ用のフォトダイオード検出器アレイを提供する。

【 0 0 1 2 】

本発明の実施形態は、フォトダイオード検出器アレイが少なくとも 2 つのロータリースケール曲率半径と関連して使用される、コードディスク上のロータリースケールを走査するための検出器アレイを有するロータリーエンコーダを提供する。

【 0 0 1 3 】

40

本発明の 1 つの実施形態は、相異なるロータリースケール曲率半径を有するコードディスク上のインデックスマークを走査するために使用されるロータリーエンコーダ用のフォトダイオード検出器アレイを提供する。

【 0 0 1 4 】

本発明による 1 つの実施形態によれば、光学的エンコーダは検出器アレイに対して移動可能なスケールの位置情報を提供しかつ検出器アレイは少なくとも 2 つの相異なるスケール曲率半径と関連して使用可能である。検出器アレイは複数のフォトダイオードを有し、フォトダイオードの各々は、検出器アレイがスケールに対して相対的に移動する際に位置信号を提供する。複数の切換要素が特定された方法でフォトダイオードの各々を他のフォトダイオードと選択的に組み合わせるために設けられる。切換要素は位置信号が発生され

50

るために少なくとも2つの相異なるスケール曲率半径に対して明確に組み合わせられ、かつフォトダイオードの組み合わせは少なくとも2つの相異なるスケール曲率半径の間で相違する。

【0015】

複数のフォトダイオードは少なくとも2つのフォトダイオードトラックに配列されており、各トラックはラジアル方向に延びるフォトダイオードを備えた部分フォトダイオードアレイを備える。相異なるフォトダイオードトラックは互いに同心的に配列される。

【0016】

トラックにおける部分フォトダイオードアレイはトラックにおける物理的に分離されたフォトダイオードを備え、トラックは予め特定された周方向シフト量だけ互いにシフトされている。

10

【0017】

相異なるスケール曲率半径は、第1の有限の曲率半径と第2の有限の曲率半径とを有し、第1の有限の曲率半径は第2の有限の曲率半径とは相違する。

【0018】

相異なるスケール曲率半径は第1の有限の曲率半径と第2の無限の曲率半径とを有する。

【0019】

1つの実施形態において、各フォトダイオードは検出器アレイがスケールに対して移動する場合にスケールに対して特定された位相関係をもつ走査信号を提供するように構成され、その結果位相シフトされた特定の数の走査信号が、フォトダイオードを各相異なるスケール曲率半径に対して切換要素と組み合わせることによって発生する。

20

【0020】

フォトダイオードは同一の位相関係をもつインクリメンタル走査信号を発生するために相異なるトラック上に配列され、切換要素は隣接する複数のフォトダイオードを接続するように構成されている。

【0021】

隣接する複数のフォトダイオードは同一位相関係をもつインクリメンタル走査信号を発生させるために各トラックに配列され、切換要素は隣接する複数のフォトダイオードを接続するように構成されている。

30

【0022】

少なくとも2つのフォトダイオードトラックが部分フォトダイオードアレイを備えた2つのトラックを有し、各トラックは0°、90°、180°及び270°の位相関係をもつ4つのインクリメンタル走査信号を発生するように構成された4つの群のフォトダイオードを有する。

【0023】

フォトダイオードの各群は同一の数のフォトダイオードを有する。

【0024】

トラックの部分フォトダイオードアレイはトラックにおける物理的に分離されたフォトダイオードを有し、相異なる位相関係が相応する切換装置によって通常のラジアル方向に沿って延びるフォトダイオードに割り振られる。

40

【0025】

1つの実施形態において、検出器アレイは、測定方向におけるアレイ全長に亘って全てのフォトダイオード出力信号の所望の位相関係を確立するために、ラジアル方向変位量だけスケールに対してラジアル方向に変位して配列される。

【0026】

1つの実施形態によれば、検出器アレイは周方向に配列されたロータリースケールと少なくとも1つのインデックスマークとを有するロータリーコードディスクの位置情報を提供する。検出器アレイは相異なる曲率半径を有する少なくとも2つのロータリースケールと関連して使用されるように適用される。検出器アレイは複数のフォトダイオードから成

50

り、各フォトダイオードは、検出器アレイがロータリースケールに対して相対的に移動される際に参照信号を提供するように構成される。アレイは更に、フォトダイオードの各々を特定された方法で他のフォトダイオードと選択的に組み合わせられるように構成された複数の切換要素から成る。切換要素は、少なくとも1つの特定された参照信号を発生させるために、フォトダイオードを少なくとも2つの相異なるロータリースケール曲率半径に対して明確に組み合わせることを可能にするように構成されて、フォトダイオードの組み合わせは少なくとも2つの相異なるスケール曲率半径の間で相違する。

【0027】

各トラックは互いに180°だけ位相シフトされた2つのインデックス走査信号を発生するように構成された2つの群のフォトダイオードを有する。

10

【0028】

1つの実施形態において、ロータリーエンコーダは上記のように1つの回転可能なコードディスクとフォトダイオード検出器アレイとから成る。

【0029】

本発明の1つの実施形態は、相異なるフォトダイオード検出器アレイを設計する必要なしに光学的エンコーダにおけるスケールの曲率半径の容易な変更を提供する。従来のフォトダイオード検出器アレイは相異なる曲率半径を有するスケールと関連して使用されることもできる。

【0030】

加えて、ここまでに記載された特徴は、相異なる曲率半径を有するコードディスク上のインデックスマークを走査することによって発生するインデックス信号の検出と関連して使用されても良い。既にこれまでに議論したような検出器アレイの設計費用の削減についての同様な特徴は、この場合にも得られる。

20

【0031】

これらの特徴及び他の特徴及び本発明の実施形態の様相は、以下に及び図面に表されている。

〔実施例2〕

図1は、本発明の1つの実施形態による光学的ロータリーエンコーダの図式的横断面を示す。ロータリーエンコーダは2つの回転対象物の運動についての位置情報を発生させることができる。ロータリーエンコーダは、例えば、工作機械及び電動機と共に使用される。

30

【0032】

この実施形態の光学的エンコーダは、インクリメンタルロータリースケール11を備えたコードディスク10を有する。ロータリースケール11は、測定方向に沿って交互に配設された矩形の不透明な領域と透明な領域とを有するトラックから成る。ロータリースケール11はコードディスク10の回転軸線の回りで周方向にかつ対称的に配列されておりかつ図1に表されたような特定された曲率半径R1を有する。コードディスク10はガラス又はプラスチックから造られており、従って、ロータリースケール11の不透明な領域は基体材料上に層付けされたクロムから成る。コードディスク10は、例えば、ブラシレス電動機のロータと接続される軸30上に取り付けられている。

40

【0033】

更に、ロータリーエンコーダは光源21、コリメータレンズ22及び検出器アレイ23を備えた走査ユニット20を有する。図1に表わす実施形態において、ロータリースケール11は一方の側の光源21及びコリメータレンズ22と他方の側の検出器アレイ23との間に配列されている。光源21から射出された光はレンズ22によってコリメート光にされかつコードディスク10上のロータリースケール11を透過する。検出平面に配列された検出器アレイ23は、ロータリースケールが軸線31の回りに回転される際にロータリースケール11によって変調される透過光を受光する。1つの実施形態において、コードディスクの回転に依存して周期的に変調される縞パターンが、検出平面において発生する。変調された縞パターンは、走査信号S0、S90、S180、S270を発生するた

50

めに検出器アレイ 2 3 によって従来の方法で走査される。これらの位置に依存し、強度変動された信号 S_0 , S_{90} , S_{180} , S_{270} は、下流に配設されている制御ユニットで更に処理される。

【 0 0 3 4 】

ロータリースケールを備えたトラックに加えて、インデックスマーク 1 2 がインクリメンタルロータリースケール 1 1 に隣接した特定された位置にあってコードディスク 1 0 上の他のトラックに配列されている。インデックスマーク 1 2 は測定路に沿う明確な絶対的位置でいわゆる参照信号を発生するために使用され、その結果インクリメンタルロータリースケールの走査によるインクリメンタル測定がある絶対的位置に対して参照される。コードディスク等の上に複数のフォトダイオードが配列される他の実施形態も可能である。

10

【 0 0 3 5 】

従って、この例の透過光エンコーダのロータリースケール 1 1 は、コードディスク上で測定方向に沿って交互に配列される透明領域と不透明領域のインクリメンタルパターンを有し、ロータリースケールは入射光エンコーダの実施形態における交互に配列された高反射領域と低反射領域から構成されることもできる。

【 0 0 3 6 】

エンコーダ構造は、その機械的な構造の詳細はは当業者には理解されていると思われるので、図 1 では単に図式的にのみ表される。

【 0 0 3 7 】

図 1 に表されたロータリーエンコーダの走査ユニット 2 0 の検出器アレイ 2 3 は、相異なる曲率半径を有するスケールと共に使用される。例えば、相異なるロータリースケールを走査するための全く新たな検出器アレイハードウェアを設計する必要はない。同一の検出器アレイハードウェアが、相異なる曲率半径を有する少なくとも 2 つのスケールを走査するために相異なる構成態様で使用される。さもなければ必要な設計作業の大幅な削減が、このようなフレキシビリティに基づいて得られる。

20

【 0 0 3 8 】

この原理は、図 2 に表されており、図 2 は相異なる曲率半径 ($R_1 > R_2$) を有する 2 つのロータリースケール 1 1 1 . 1 , 1 1 1 . 2 を部分図で示すとともにフォトダイオード検出器アレイ 1 2 3 の 1 つの実施形態を表わす。ロータリースケール 1 1 1 . 1 , 1 1 1 . 2 は、透過光エンコーダの実施形態の場合の相異なる光学的特性、例えば、透明領域と不透明領域とを交互に配列されたトラックから形成される。検出器アレイ 1 2 3 及びロータリースケール 1 1 1 . 1 , 1 1 1 . 2 は、測定方向 x に沿って互いに移動可能である。同一のフォトダイオード検出器アレイ 1 2 3 が、第 1 の曲率半径 R_1 を有する第 1 インクリメンタルロータリースケール 1 1 1 . 1 を走査するためにも、第 2 の曲率半径 R_2 を有する第 2 インクリメンタルロータリースケール 1 1 1 . 2 とを走査するためにも、使用される。両曲率半径 R_1 , R_2 は図 2 に図式的に表わすように相異なる。

30

【 0 0 3 9 】

図 2 に表わすように、フォトダイオードアレイ 1 2 3 は検出平面で光検出装置として作用する複数の矩形のフォトダイオード 1 2 4 を有する。フォトダイオード 1 2 4 は少なくとも 1 つの部分円セグメント上の測定方向 x に沿って互いに隣接して配列されている。測定方向 x はロータリースケール 1 1 1 . 1 , 1 1 1 . 2 の回転運動の方向と一致する。1 つの実施形態において、光検出器アレイ 1 2 3 は、1 2 0 個のフォトダイオード 1 2 4 を有し、フォトダイオード 1 2 4 は長さ $l = 400 \mu m$ と幅 $b = 60 \mu m$ を有する。

40

【 0 0 4 0 】

検出器アレイ 1 2 3 が図 1 のロータリーエンコーダのロータリースケール 1 1 1 . 1 , 1 1 1 . 2 に対して相対的に移動すると、光検出器アレイ 1 2 3 の各フォトダイオード 1 2 4 は走査されるロータリースケール 1 1 1 . 1 , 1 1 1 . 2 に対して特定された位相関係をもつ周期的走査信号 S_0 , S_{90} , S_{180} , S_{270} を提供する。同一の位相関係をもつ走査信号 S_0 , S_{90} , S_{180} , S_{270} を発生するこれらのフォトダイオード 1 2 4 は、互いに電氣的に接続されかつ特定された位相の走査信号を提供する 1 つの群の

50

フォトダイオードを形成する。実施形態において、フォトダイオード124によって発生する走査信号S0, S90, S180, S270は正弦曲線である。位相の相異なる走査信号S0, S90, S180, S270の各々は、適当に接続され又は切換要素によって切り換えられるある数の単一フォトダイオード124によって発生する。特定された位相量だけ互いに位相シフトされた4つの方形の走査信号信号S0, S90, S180, S270が発生する。方形走査信号S0, S90, S180, S270は、従来の方法で下流に配列された評価ユニットによって処理され、その結果2つのインクリメンタル出力信号A, Bが利用でき、例えば、制御のために、出力信号A, Bは90°だけ互いに位相シフトされている。

【0041】

図3(a)及び(b)は曲率半径R1及びR2を有する相異なるロータリースケール111.1, 111.2に対して図2の検出器アレイを使用する場合を示す。相異なる切り換え状態又は構成態様のために、検出器アレイは図3(a), (b)における相異なる符号123__1, 123__2を付される。図3(a)及び(b)において、検出器アレイ123__1, 123__2のフォトダイオードの相異なるハッチングは、検出器アレイにおけるフォトダイオードの相異なる位相関係を示す。双方の場合、4種類の相異なるハッチングは相応するロータリースケール111.1, 111.2を走査することによって発生される4つの位相の異なる走査信号S0, S90, S180, S270を表わすために示される。

【0042】

図3(a)及び(b)の検出器アレイ123__1, 123__2の比較から分かるように、2つの明確な方法があり、フォトダイオードは接続されかつ2つの相異なる曲率半径R1, R2に対して検出器アレイにおいて切り換えられる。適当な切換要素によって実現されるアレイ123__1, 123__2の相異なる切り換え状態を得る方法は以下に記載されかつ図4(a)及び(b)に図式的に表されている。

【0043】

図2及び図3(a)及び(b)に表されるように、この実施形態で使用される検出器アレイは、互いに隣接しかつ互いに同心的に配列される2つのフォトダイオードトラックを有する。フォトダイオードトラックの各々は、ラジアル方向に延びる矩形(又はより正確には台形)のフォトダイオードを備えた部分フォトダイオードアレイを有する。部分フォトダイオードアレイは互いに適当に接続されている両トラックにおいて物理的に分離されたフォトダイオードを有する。この方法で検出器アレイに2つ以上のトラックを配列することも可能である。

【0044】

2つ又はそれ以上の同心的に配列されたフォトダイオードトラックを設けることは、検出器アレイにおいて外側のフォトダイオードによって発生する信号の不正確な信号位相関係の発生を減少させる。そのような配列を実施することによって、走査されるスケール構造に関する必要な(正しい)位相関係に各トラックの各フォトダイオードを配列することが可能であり、その結果アレイにおける外側のフォトダイオードのポテンシャル位相誤差が回避される。さもなければ、即ち、外側のフォトダイオードはそのラジアル方向に延びる長さのために、走査されるスケール構造に対する正しい位相関係を有しない。

【0045】

相異なるトラックに2つの部分フォトダイオードアレイを設けること及びそれらの具体的な幾何学的な配列に関しては、実現され得る相異なる実施形態が存する。

【0046】

あるフォトダイオードの位相誤差が回避されるために特定された変位量だけ互いにシフトされた相異なる部分フォトダイオードトラックを配列することが可能である。これに関連して、必要な変位量だけ部分フォトダイオードアレイのフォトダイオードのいくつかのみを選択的にシフトさせると共に、部分フォトダイオードアレイ全体を互いにシフトさせることが可能である。

【 0 0 4 7 】

各トラックのフォトダイオードの間の周方向の変位量ではなく、適当な切り換え装置を介して通常のラジアル方向に沿って延びるフォトダイオードに割り振られた相異なる位相関係を設定することも可能である。これは一層簡単な製造工程を提供する。

【 0 0 4 8 】

図 3 (c) は曲率半径 R_2 で作用するのに適切でかつこの原理により割り振られた検出器アレイ構成 1 1 1 . 2 の外側左領域の拡大図である。図 3 (c) において、相異なる信号位相を提供するフォトダイオードは相異なるハッチングを施されている。図 3 (c) において、即ち、内方の部分フォトダイオードアレイ 1 2 3 _ 2 A におけるフォトダイオード 1 2 4 (1 8 0) A が位相関係 1 8 0 ° に割り振られ、一方外側部分フォトダイオードアレイ 1 2 3 _ 2 B におけるラジアル方向に隣接するフォトダイオード 1 2 4 (0) B は位相関係 0 ° 等に割り振られている。

10

【 0 0 4 9 】

両構成態様において、同一位相関係の信号を提供する検出器アレイのフォトダイオードは、ともに電氣的に接続されている。

【 0 0 5 0 】

少なくとも 2 つの相異なるロータリースケール曲率半径 R_1 , R_2 に対して同一の検出器アレイを使用するための基本的な要件として、検出器アレイが複数の切換要素を有することが必要である。切換要素は明確な方法で走査された各スケール曲率半径に対して単一のフォトダイオードを組み合わせるために使用され、その結果所望の位相関係を有する出力信号 S_0 , S_{90} , S_{180} , S_{270} が少なくとも 2 つの場合に発生されることが保証される。両場合におけるフォトダイオードが組み合わせられる方法は異なる。

20

【 0 0 5 1 】

ダイナミック適用プロセスは、あるコード構造によって発生される光分布に基礎づけられたあるスケール構造にフォトダイオードを適用させるために要求されない。これとは対照的に、特定された幾何学、各曲率半径をもつスケールを走査するのに適切なアレイの構成態様は以下のように決定されかつこの構成態様は選択された曲率半径に対して確定される。それ以外の適用工程は必要ない。

【 0 0 5 2 】

図 4 (a) は、複数の切換要素 1 2 5 . 1 ~ 1 2 5 . 7 及び走査されたスケール構造に対してそれらの位相を異にする 4 つの相異なる走査信号 S_0 , S_{90} , S_{180} , S_{270} のための 4 つの信号線 1 2 6 . 1 ~ 1 2 6 . 4 に加えて図 2 と共に記載される検出器アレイ 1 2 3 の図式的部分図である。明確のために、図 4 (a) ~ (c) は図 3 (a) 、 (b) の 2 つの部分フォトダイオードアレイの 1 つのみを表わす。符号 1 2 4 . 1 ~ 1 2 4 . 7 は 1 2 0 個の単一フォトダイオードの代表的な使用における検出器アレイ 1 2 3 の 7 つのフォトダイオードを示す。各フォトダイオード 1 2 4 . 1 ~ 1 2 4 . 7 は切換要素 1 2 5 . 1 ~ 1 2 5 . 7 と接続されている。切換要素 1 2 5 . 1 ~ 1 2 5 . 7 は 2 つの単一スイッチ 1 , 2 を有し、これらの単一スイッチは、各フォトダイオード 1 2 4 . 1 ~ 1 2 4 . 7 を、4 つの信号線 1 2 6 . 1 ~ 1 2 6 . 4 の少なくとも 1 つと接続することを可能にする。相異なる切換要素 1 2 5 . 1 ~ 1 2 5 . 7 のスイッチ 1 も 2 も、曲率半径 R_1 又は R_2 のスケールがフォトダイオードアレイによって走査されるべき際に切り換えられなければならない。多くの (即ち、 N 個) の相異なる曲率半径が走査される場合に、多くのスイッチ (即ち、 N 個) が 1 つの切換要素に必要となる。切換要素 1 2 5 . 1 ~ 1 2 5 . 7 及びそれらのスイッチ 1 , 2 は適切な制御線で特定された方法で切り換えられる。単一フォトダイオード 1 2 4 . 1 ~ 1 2 4 . 7 と適切な信号線 1 2 6 . 1 ~ 1 2 6 . 4 との間の正しい接続の選択は、検出器アレイ 1 2 3 によって走査されるスケール曲率半径に依存する。

30

40

【 0 0 5 3 】

この原理を説明するために、図 4 (b) 及び (c) は相異なる方法を表わし、その際図 4 (a) に表わされた検出器アレイ 1 2 3 のフォトダイオード 1 2 4 . 1 ~ 1 2 4 . 7 は

50

相異なるスケール曲率半径 R_1 、 R_2 で4つの位相シフトされた走査信号 $S_0 \sim S_{270}$ を発生するために、信号線 126.1 ~ 126.2 と接続されている。検出器アレイ 123__1, 123__2 の2つの相異なる構成は、これらの2つの例の場合に使用される。加えて、相異なる曲率半径をもつ透明及び不透明の領域を有する走査されたスケール構造 111.1, 111.2 の一部が図4(b)及び(c)にも表わされている。

【0054】

従って、図4(b)に表わされた検出器アレイ 123__1 の部分は、第1曲率半径 R_1 を有する第1ロータリースケールを走査するのに適切であり、図4(c)に表わされた検出器アレイ 123__2 の部分は、第2曲率半径 R_2 を有する第2ロータリースケールを走査するのに適切である。このために、相異なるフォトダイオード 124.1 ~ 124.7 が4つの相異なる信号位相 0° 、 90° 、 180° 、 270° の少なくとも1つ又は信号線 126.1 ~ 126.4 にそれぞれ割り振られる。

10

【0055】

双方の場合に相異なるフォトダイオード 124.1 ~ 124.7 が4つの相異なる信号位相 0° 、 90° 、 180° 、 270° に又は信号線 126.1 ~ 126.4 に割り振られる方法は以下図5と関連して説明する。

【0056】

図4(b)及び(c)に表されているように、両場合は、相違して選択された切り換え態様のために、位相の相異なるフォトダイオード 124.1 ~ 124.7 の相異なる分布を生じさせる。図4(b)において、信号位相 0° 、 90° 、 180° 、 270° は曲率半径 R_2 を走査するために最適にされた検出器アレイのフォトダイオード 124.1 ~ 124.7 に割り振られる。両アレイ構成は、要求される4つの位相の相異なる走査信号 $S_0 \sim S_{270}$ を発生させるために適切な信号品質を提供する。

20

【0057】

図5に表わすフローチャート及び図6の図式的表示と関連して、4つの矩形インクリメンタル走査信号を発生させる適切なフォトダイオード検出器アレイは光ロータリーエンコーダにおける少なくとも2つの相異なるスケール曲率半径の1つのための切換要素の適切な切り換えによって最適にされる方法が記載されている。

【0058】

ステップ S10 で最適化工程をスタートさせた後、ロータリースケールとして所望の適用において使用されるディスクパターンがステップ S20 で特定されねばならない。このことは、コードディスク上のロータリースケールの曲率半径 R が選択されることを意味する。更に、ステップ S20 は、インクリメンタルロータリースケールのピッチ P の選択を必要とする。走査されたインクリメンタル走査信号ピッチ P は、図6に表わすように、隣接して配列されたスケールの不透明及び透明領域の組み合わせられた長さとして特定される。ステップ S20 は、スケールの不透明部分と透明部分の具体的な寸法を特定することと、スケール構造のラジアル方向の伸びを特定することとを要求する。

30

【0059】

ロータリースケールの幾何学的なデータを選択したら、次のステップ S30 ~ S70 はフォトダイオード検出器アレイの最適化及び相異なる切換要素による適当な位置決め又はフォトダイオード及び/又はその部品の相互の接続に関するものである。

40

【0060】

ステップ S30 において、相異なるフォトダイオードの位相位置はロータリースケール構造に関連して検出器アレイにおいて決定される。次のステップとともにこのステップと関連して、図6も参照され、図6には、検出器アレイ 223 の複数のフォトダイオード $D_1 \sim D_{10}$ を備えたフォトダイオード検出器アレイ 223 の部分と共にスケール構造 211 の一部分が表わされている。さらに、フォトダイオード $D_1 \sim D_{10}$ とスケール 211 との間の位相関係が図6に図式的に表わされている。

【0061】

ステップ S30 は第1に、スケール構造に対して信号 S_0 、 S_{90} 、 S_{180} 、 S_{270}

50

0を発生させるために使用されるフォトダイオードのセンタ位相値を特定することを要求する。図6に表わされた例において、信号S0を発生させるフォトダイオードD1のセンタ位相値は、 40° に割り振られるように選択され、信号S90を発生させるフォトダイオードD2のセンタ位相値は 115° に割り振られるように選択され、信号S180を発生させるフォトダイオードD3のセンタ位相値は 180° に割り振られるように選択され、信号S270を発生させるフォトダイオードD4のセンタ位相値は 250° に割り振られるように選択されている。

【0062】

最適化工程である次のステップS40において、等式(1a)、(b)によって表わされる条件が検出器アレイにおける相異なるフォトダイオードの配列のために少なくとも近似的に満足するか否かがチェックされる。

10

【0063】

$$\cos(D_n) = 0 \quad \text{等式(1a)}$$

$$\sin(D_n) = 0 \quad \text{等式(1b)}$$

上記の等式において D_n はスケール構造に対するフォトダイオード D_n ($n = 1, 2, 3, \dots$)の位相関係を示す、 $-180^\circ < D_n < 180^\circ$ 。

【0064】

これらの条件は位相の同一な全てのフォトダイオードによって発生される各信号の平均位相がセンタ位相値と近似的に同一であるという要件によって表わされる。

【0065】

20

等式(1a)及び(1b)で表わされる条件は、少なくとも近似的に満足されかつフォトダイオードの位相位置が適切に選択されると、最適化工程がステップS50で継続する。さもなければ、フォトダイオードは等式(1a)及び(1b)が少なくとも近似的に満足される限り、ステップS45に従ってそれらの位相位置に関して交換される。最適化工程におけるフォトダイオードの交換は、相異なる切換装置を切り換えることによって達成される。

【0066】

ステップS50において、更に信号位相毎のフォトダイオードの数に関するチェックが行われる。これに関連して、相異なる位相関係をもつ信号を発生させるフォトダイオードの数を等しくすることが試みられる。この要求は次の関係(2)によって表わされる。

30

【0067】

$$N(0^\circ) = N(90^\circ) = N(180^\circ) = N(270^\circ) \quad \text{等式(2)}$$

ここで $N(0^\circ)$ は 0° 信号を発生させるフォトダイオードの数を示し、 $N(90^\circ)$ は 90° 信号を発生させるフォトダイオードの数を示し、 $N(180^\circ)$ は 180° 信号を発生させるフォトダイオードの数を示し、 $N(270^\circ)$ は 270° 信号を発生させるフォトダイオードの数を示す。

【0068】

異なる信号位相のフォトダイオードの数がこの要件に従って選択される場合、光検出器アレイによって発生される全てのインクリメンタル走査信号が近似的に同一の振幅と信号オフセットを有することが保証される。このことは信号をさらに処理することと関連して、例えば、以下の補間電子工学で重要である。

40

【0069】

関係(2)が満足される場合、最適化工程はステップS70で終了する。さもなければ、相異なるフォトダイオードはこの条件が少なくとも近似的に満足される限り、ステップS60に従って交換される。

【0070】

ステップS45とS60におけるフォトダイオードの適切な交換は、適切な切換要素を介して相異なるフォトダイオードを選択的に組み合わせることによって検出器アレイで達成される。所定のハードウェア構造のために、等式(1a)、(1b)及び(2)における上記の要件は近似的にのみ満足される。それにもかかわらず、相異なるスケール曲率半

50

径をもつスケールを走査するために同一の検出器アレイを使用しかつ十分な信号品質を達成することが可能である。

【 0 0 7 1 】

この最適化工程は、検出器アレイのための少なくとも2つの相異なるスケール曲率半径の各々に対して実施される。この工程の効果として、検出器アレイの適切な構成が相異なるスケール曲率半径に対して利用可能である。

【 0 0 7 2 】

可能なスケール曲率半径に関して、少なくとも2つの相異なる有限の曲率半径値に対して上記のような工程によって検出器アレイを最適化することが可能である。しかし、2つの曲率半径値の1つが有限で、他の曲率半径が無限の場合に同一の検出器アレイを使用することも可能である。このことはリニアエンコーダとにロータリーエンコーダとに同一の検出器アレイを使用することが可能であることを意味する。

【 0 0 7 3 】

図2に表わされた検出器アレイの例において、アレイの外側領域でのある位相不一致の問題が上記のようにアレイを分割しかつラジアル方向に少なくとも2つのフォトダイオードトラックを設けることによって解決される。ここで取り扱う他のアプローチは図7に表わされている。

【 0 0 7 4 】

図7は検出器アレイ322によって走査される曲率半径R1を有するロータリースケール311の一部分を表わす。検出器アレイ322の外側のフォトダイオードもロータリースケール311に関する所望の位相関係を有する走査信号を発生することを保証するために、アレイはある変位量R1でラジアル方向に変位している走査ユニットに配列される。これに関連して、R1は完全に重なっている個所で、検出器アレイ322とロータリースケール311の相対的位置から算出される検出器アレイ変位量を表わす。

【 0 0 7 5 】

この測定は全てのフォトダイオード出力信号の所望の位相関係が測定方向xにおける全アレイ長さに亘って少なくとも近似的に確立されることを保証する。適用される検出器アレイ322は、曲率半径R2を有する第2ロータリースケールが走査される際に、変位量R2だけラジアル方向に変位して配列されなければならない。

【 0 0 7 6 】

上記の内容の原理は適切な検出器アレイによって適切なインデックスマークを走査することによって参照信号を発生させるために使用される。これは図8～図10を参照して説明される。

【 0 0 7 7 】

図8は、相異なる曲率半径を有する2つのインクリメンタルロータリースケールの走査を表わす図2に表わされた状況と同様に、相異なるロータリースケール曲率半径に対する2つのスケールインデックスマークと共にフォトダイオード検出器アレイの1つの実施形態を表わす。インクリメンタルロータリースケールを備えたトラックは図中では省略される。

【 0 0 7 8 】

図8に表わされた検出器アレイ223は、第2インデックスマーク211.2と共に第1インデックスマーク211.1を走査するために使用される。第1及び第2インデックスマーク211.1, 211.2は、従来の方法でインクリメンタルロータリースケールトラックに隣接する相異なる曲率半径をもつコードディスク上に配列される。第1インデックスマーク211.1は図2におけるロータリースケール111.1と共に使用され、一方第2インデックスマーク211.2は図2中のロータリースケール111.2と共に使用される。図8に表わされるように、両インデックスマークはある曲率半径R1又はR2に対して適用されかつ最適化される。

【 0 0 7 9 】

インデックスマーク211.1, 211.2は、相異なる光学的特性を有するコードデ

10

20

30

40

50

ィスク上に不規則な領域分布を有する。上記のような透過光エンコーダにおいて、インデックスマークの領域は不透明及び透明である。

【 0 0 8 0 】

上記の状況と同様に、インデックスマーク 2 1 1 . 1 又は 2 1 1 . 2 に対して測定方向に沿って移動可能な検出器アレイ 2 2 3 は、1 つ又はそれ以上の特定された参照信号の発生のために、相異なる曲率半径に適用されるインデックスマークを走査するために使用される。このことは、適切な切換要素と共にアレイの相異なるフォトダイオードを切り換えかつある特定されたインデックスマーク寸法に相異なるフォトダイオードを適用するというフレキシビリティのために可能になる。

【 0 0 8 1 】

相異なる曲率半径で相異なるインデックスマークと共に検出器アレイ 2 2 3 _ 1 , 2 2 3 _ 2 の適切な切り換え状況は、図 9 (a) 及び (b) に図式的に表わされている。図示のように、フォトダイオードが共に切り換えられる方法は、両曲率半径で異なりかつ選択されたインデックスマーク構造に依存する。

【 0 0 8 2 】

従って、更に、相異なる曲率半径でインデックスマークを走査することと関連しても使用される。そのようなアレイが相異なる曲率半径のために最適化されるインデックスマークと共に使用される場合に、検出器アレイハードウェアに関する追加の設計作業は必要ない。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 8 3 】

本発明による検出器アレイはリニアエンコーダにもロータリーエンコーダにも使用されることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 8 4 】

【 図 1 】 図 1 は、本発明の光学的ロータリーエンコーダの図式的側面図を示す。

【 図 2 】 図 2 は、フォトダイオード検出器アレイの 1 つの実施形態を相異なる曲率半径を有する 2 つのロータリースケールの部分図とともに図式的に示す。

【 図 3 】 図 3 は、図 2 に表されたフォトダイオード検出器アレイを実施形態の適用を図式的に表わす図であって、(a) は第 1 の曲率半径を有する第 1 ロータリースケールに適用する場合を示し、(b) は第 2 の曲率半径を有する第 2 ロータリースケールに適用する場合を示し、そして (c) は (b) に表わす検出器アレイの拡大部分図である。

【 図 4 】 図 4 は、図 3 (a) に表わす検出器アレイを示す図であって、(a) はその詳細図、(b) は第 1 の曲率半径を有する第 1 ロータリースケールに適用される (a) に表わす検出器アレイ、そして (c) は第 2 の曲率半径を有する第 2 ロータリースケールに適用される検出器アレイを示す図である。

【 図 5 】 図 5 は、フォトダイオード検出器アレイがあるロータリースケール曲率半径に最適にされる方法の例を説明するためのフローチャートである。

【 図 6 】 図 6 は、コードディスク上のスケールの一部をフォトダイオードアレイの一部とともに表わす図である。

【 図 7 】 図 7 は、検出器アレイの外側領域におけるフォトダイオードの不一致を修正するための他の可能性を示す図である。

【 図 8 】 図 8 は、相異なるロータリースケール曲率半径のための 2 つのスケールインデックスマークとともにフォトダイオード検出器アレイの 1 つの実施形態を図式的に表わす図である。

【 図 9 】 図 9 は、図 8 に表されたフォトダイオード検出器アレイをインデックスマークに適用する場合を示す例であって、(a) は曲率半径 R 1 にある第 1 インデックスマークに図 8 に表されたフォトダイオード検出器アレイを適用する実施形態を図式的に表わす図であり、(b) は曲率半径 R 2 にある第 2 インデックスマークに図 8 に表されたフォトダイオード検出器アレイを適用する実施形態を図式的に表わす図である。

10

20

30

40

50

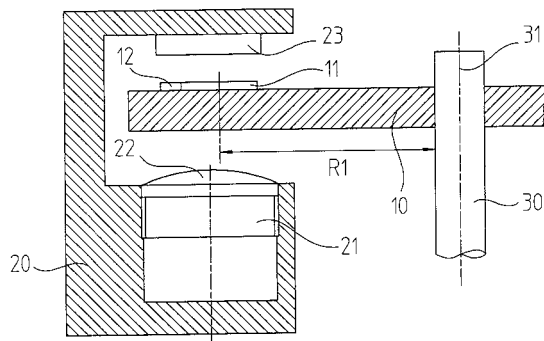
【符号の説明】

【 0 0 8 5 】

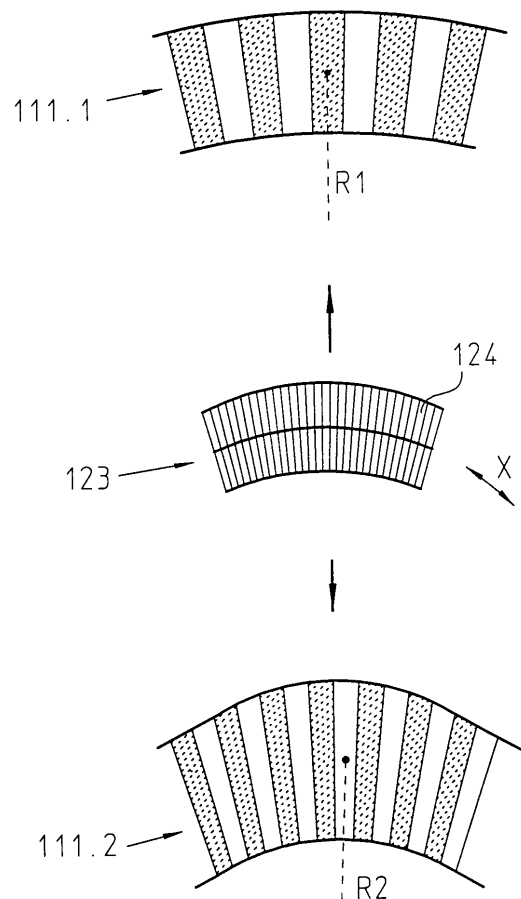
- 1 0 コードディスク
- 1 1 ロータリースケール
- 1 2 インデックスマーク
- 2 0 走査ユニット
- 2 1 光源
- 2 2 コリメータレンズ
- 2 3 検出器アレイ
- 3 0 軸
- 3 1 回転軸線

10

【図 1】

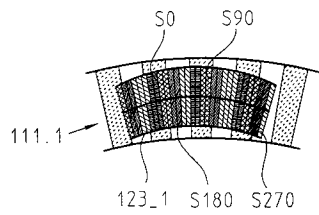


【図 2】

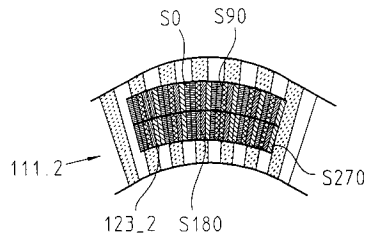


【図 3】

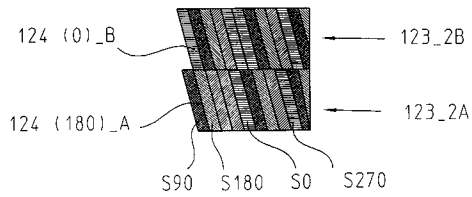
a



b

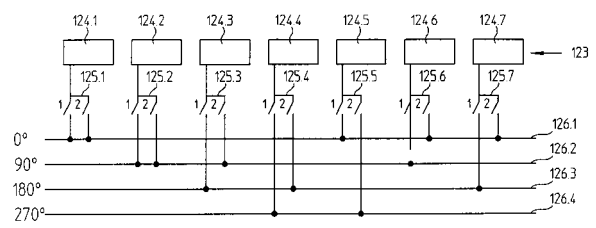


c

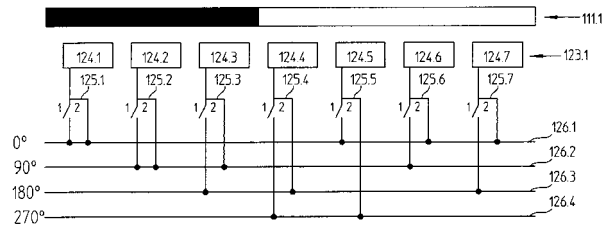


【図 4】

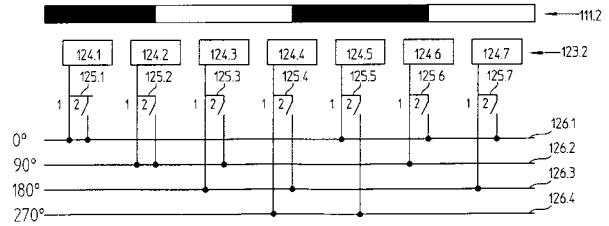
a



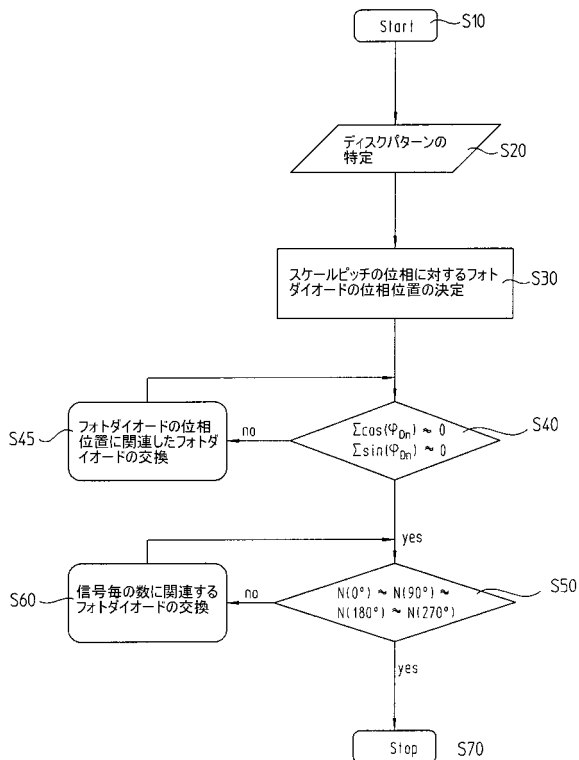
b



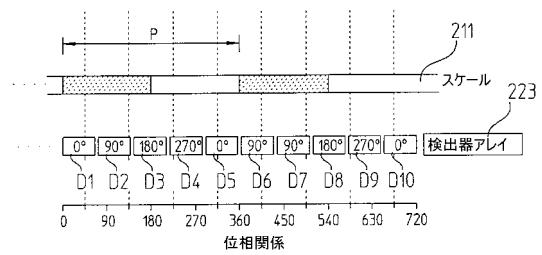
c



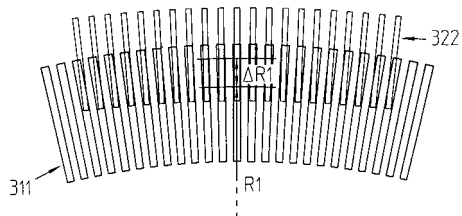
【図 5】



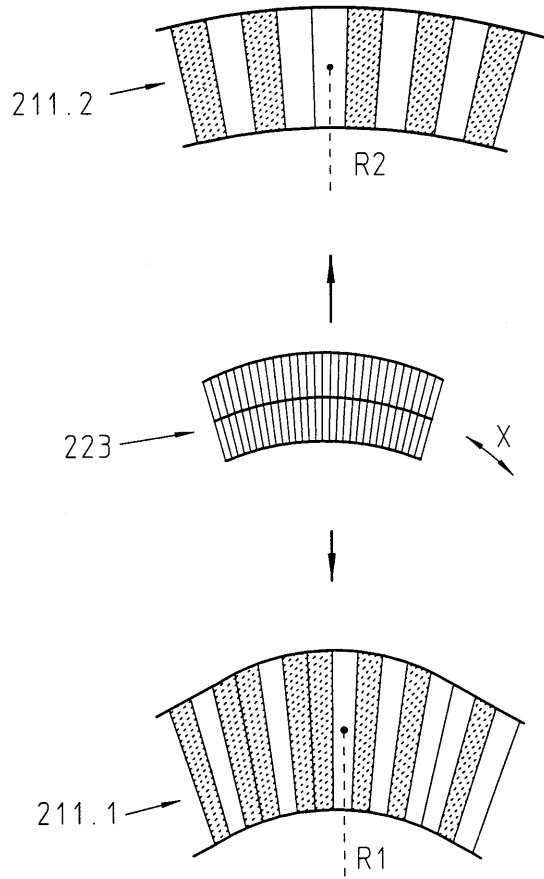
【図 6】



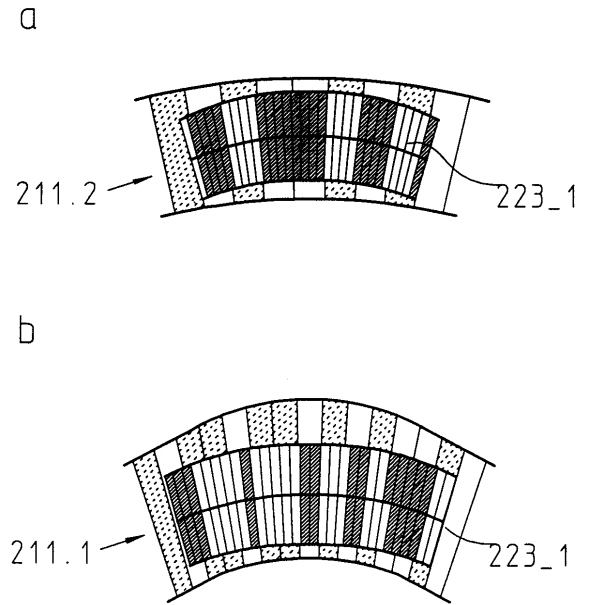
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(74)代理人 100111486

弁理士 鍛冶澤 實

(72)発明者 エルマー・マイヤー

ドイツ連邦共和国、ヌスドルフ、アム・ヘルベルク、5

(72)発明者 ルース・イー・フランクリン

アメリカ合衆国、カリフォルニア州93108、サンタ・バーバリー、コヨーテ・ロード、744

審査官 眞岩 久恵

(56)参考文献 特開2003-185474(JP, A)

欧州特許出願公開第00710819(EP, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01D 5/26 - 5/38