

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-181019

(P2012-181019A)

(43) 公開日 平成24年9月20日 (2012.9.20)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)  
**GO 1 D 5/347 (2006.01)** GO 1 D 5/347 E 2 F 1 0 3  
 GO 1 D 5/347 I 1 O T  
 GO 1 D 5/347 C

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2011-42073 (P2011-42073)  
 (22) 出願日 平成23年2月28日 (2011.2.28)

(71) 出願人 000001007  
 キヤノン株式会社  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
 (74) 代理人 100086818  
 弁理士 高梨 幸雄  
 (72) 発明者 名倉 千裕  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ  
 ヤノン株式会社内  
 Fターム(参考) 2F103 BA09 BA10 BA38 CA03 DA01  
 DA06 DA11 DA12 DA13 EA19  
 EB04 EB06 EB12 EB15 EB16  
 ED11 ED18 FA07

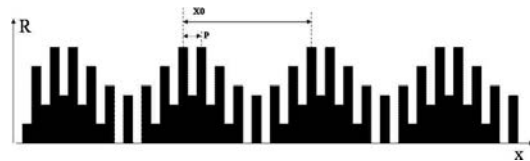
(54) 【発明の名称】 光学式エンコーダ

(57) 【要約】

【課題】 検出波形の誤差成分を低減し、高精度な位置検出を可能とする。

【解決手段】 スケールの透過率分布または反射率分布を、測位方向に垂直な方向の積分値が測位方向に均一な変調振幅となる細周期パターンに対応した変調成分と、測位方向に均一な変調振幅となる粗周期パターンに対応した変調成分と、の加算された値となる分布とする。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

光源と、

前記光源により照射され測位方向の細周期パターンおよび粗周期パターンを 1 つのトラック内に備えるスケールと、

前記スケールからの光を受光して前記細周期パターンを検出する高分解能検出センサアレイと、

前記スケールからの光を受光して前記粗周期パターンを検出する低分解能検出センサアレイと、

を有する光学式エンコーダであって、

10

前記スケールの透過率分布または反射率分布は、測位方向に垂直な方向の積分値が測位方向に均一な変調振幅となる前記細周期パターンに対応した変調成分と、測位方向に均一な変調振幅となる前記粗周期パターンに対応した変調成分と、の加算された値となる分布であることを特徴とする光学式エンコーダ。

**【請求項 2】**

前記高分解能検出センサアレイの測位方向の幅が、前記粗周期パターンの周期の整数倍であることを特徴とする請求項 1 に記載の光学式エンコーダ。

**【請求項 3】**

前記高分解能検出センサアレイの測位方向の幅が、前記粗周期パターンの周期と等しいことを特徴とする請求項 2 に記載の光学式エンコーダ。

20

**【請求項 4】**

前記高分解能検出センサアレイと前記低分解能検出センサアレイの各センサは、夫々 4 相正弦波出力を得て前記 4 相正弦波出力を基に不要周波数成分を除去する信号処理回路に接続されることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の光学式エンコーダ。

**【請求項 5】**

前記高分解能検出センサアレイと前記低分解能検出センサアレイは、分解能が切り替え可能な共通のセンサアレイで構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の光学式エンコーダ。

**【請求項 6】**

高分解能検出モードでは前記高分解能検出センサアレイを測位方向に第 1 の幅および第 1 の周期で構成し、低分解能検出モードでは前記低分解能検出センサアレイを測位方向に前記第 1 の幅の整数倍である第 2 の幅および前記第 1 の周期の整数倍である第 2 の周期で構成し、前記高分解能検出モードと前記低分解能検出モードを切り替えるスイッチを有することを特徴とする請求項 5 に記載の光学式エンコーダ。

30

**【請求項 7】**

前記細周期パターンと前記粗周期パターンが測位方向に垂直な方向で分離されることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の光学式エンコーダ。

**【請求項 8】**

前記スケールは更にアブソリュート位置検出用パターンを備え、

40

前記アブソリュート位置検出用パターンによるアブソリュート位置情報を基に、前記高分解能検出センサアレイおよび前記低分解能検出センサアレイの出力を基にアブソリュート位置信号を合成してアブソリュート位置信号をより高分解能化させることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の光学式エンコーダ。

**【請求項 9】**

前記高分解能検出センサアレイと前記低分解能検出センサアレイは、アブソリュート位置検出のために夫々 2 組設けられ、2 組の前記高分解能検出センサアレイおよび 2 組の前記低分解能検出センサアレイで夫々周期が異なり、前記高分解能検出センサアレイおよび前記低分解能検出センサアレイからの位相情報をアブソリュート位置信号をより高分解能化させるためにアブソリュート位置信号を合成することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の光学式エンコーダ。

50

## 【請求項 10】

前記低分解能検出センサレイにおける位置検出に用いられない未使用のセンサが GND に接続されることを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の光学式エンコーダ。

## 【請求項 11】

測位方向が回転方向であることを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の光学式エンコーダ。

## 【請求項 12】

前記粗周期パターンの周期が前記細周期パターンの周期の奇数倍であることを特徴とする請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 項に記載の光学式エンコーダ。

10

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、測位方向が直進方向あるいは回転方向であって位置を検出する光学式エンコーダに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、工作機や FA 装置などの位置検出に、エンコーダが用いられている。エンコーダの位置検出方式としては、位置の相対値である相対移動距離を測定するインクリメンタル方式と、位置の絶対値を検出するアブソリュート方式に大別される。インクリメンタル方式は、構成が単純で済む反面、電源が切れたときに位置情報が失われることや、外来ノイズによって誤差が蓄積されてしまうという難点がある。一方、アブソリュート方式のエンコーダは、一般に、誤差が蓄積せず高精度であり、電源が切れた時にもホームポジションへの移動が不要、といった利点を有している。

20

## 【0003】

測位方向の位置に関する相対値出力と共に絶対値出力を可能とするアブソリュート方式のエンコーダは、例えば図 19 に示されるような構成である（特許文献 1）。この例によれば、相対値出力のために 1 トラック上のスケールパターンに複数の異なる周期の変調を形成することにより、少ないスケールトラックからより多くの情報を得ることができる。

30

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0004】

【特許文献 1】特開 2009 - 198318 号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

従来例を基に分析をしていくと、複数の変調周期を含むスケールを介して反射される光強度分布には、位置検出誤差要因となる不要な空間周波数成分が含まれることが分かった。即ち、従来例では、光強度分布が細周期パターンに対応した変調成分 A と、粗周期パターンに対応した変調成分 B との積算に相当するが、位置検出誤差要因となる不要な空間周波数成分（ $A + B$ 、 $A - B$ 、更には不要回折光による成分）が含まれる。この影響によって、理想的な正弦波からの誤差が生じ、その結果、逆正接演算によって位置信号に変換する際に、位置検出誤差となるという問題がある。

40

## 【0006】

そこで、本発明は上記問題点に鑑み、一つのトラックから複数の情報を高精度に検出することが可能な光学式エンコーダを提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0007】

上記目的を達成するため、本出願に係る発明は、光源と、前記光源により照射され測位方向の細周期パターンおよび粗周期パターンを一つのトラック内に備えるスケールと、前

50

記スケールからの光を受光して前記細周期パターンを検出する高分解能検出センサアレイと、前記スケールからの光を受光して前記粗周期パターンを検出する低分解能検出センサアレイと、を有する光学式エンコーダであって、前記スケールの透過率分布または反射率分布は、測位方向に垂直な方向の積分値が測位方向に均一な変調振幅となる前記細周期パターンに対応した変調成分と、測位方向に均一な変調振幅となる前記粗周期パターンに対応した変調成分と、の加算された値となる分布であることを特徴とする。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、細周期パターンと粗周期パターンの位置検出に関して、不要な空間周波数成分の混入を抑え、細周期パターンと粗周期パターンの位置検出の分離をより高精度に行うことができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の第1の実施形態におけるスケールの1トラックの反射率分布を示す図である。

【図2】本発明の第1の実施形態における光学式エンコーダの構成を示す概略図である。

【図3】(a)はセンサユニットの概略構成を示す側面図、(b)はその上面図である。

【図4】センサユニットにおけるスケールの1トラックの構成を説明する平面図である。

【図5】高分解能検出モードにおけるフォトダイオードアレイの受光面配置を示す平面図である。

20

【図6】低分解能検出モードにおけるフォトダイオードアレイの受光面配置を示す平面図である。

【図7】スケールからの反射回折像に含まれる空間周波数成分を示す図である。

【図8】正弦波状信号S(A)に含まれる高調波成分を示す図である。

【図9】アブソリュート位置検出に関するアブソリュート位置信号合成の初期化動作を説明する図である。

【図10】第2の実施形態におけるスケールのパターンを示す図である。

【図11】第2の実施形態におけるスケールの反射率分布を示す図である。

【図12】第3の実施形態におけるスケールのパターンを示す図である。

【図13】第3の実施形態における高分解能検出モードにおけるフォトダイオードアレイの配列を示す平面図である。

30

【図14】第3の実施形態における低分解能検出モードにおけるフォトダイオードアレイの配列を示す平面図である。

【図15】第4の実施形態における光学式ロータリーエンコーダの構成を示す概略図である。

【図16】第4の実施形態におけるロータリースケールのトラック構成を示す図である。

【図17】第4の実施形態における放射状トラックの一部の拡大図である。

【図18】(a)は第4の実施形態におけるセンサユニットの概略構成を示す側面図、(b)はその上面図である。

【図19】従来技術を示す図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0010】

《第1の実施形態》

本実施形態は、位置に関する相対値出力と共に絶対値出力を可能とするアブソリュート方式の光学式エンコーダであり、その構成を図2に示す。このエンコーダは、可動部に取り付けられるスケール200、固定部に取り付けられるセンサユニット301、信号処理回路401、記憶装置402を備える。信号処理回路401は、センサユニット301で得られたエンコーダ信号の内挿処理や、記憶装置402への信号の書き込み、および、読み出し、位置信号の出力等を行う。

【0011】

50

相対移動距離測定のため位置に関する相対値出力を得るには、図4に示すようなスリットトラック201と、図5、図6に示すようなフォトダイオードアレイ311の1組を用いれば良い。スリットトラック201は、細周期パターンと粗周期パターンを1トラック内に備える。フォトダイオードアレイ311は、細周期パターンと粗周期パターンの検出に兼用される共通のフォトダイオードアレイである。しかし、スリットトラック201に対し、細周期パターンと粗周期パターンの検出に別々のフォトダイオードアレイを用いることもできる。

#### 【0012】

アブソリュート位置を検出するためには、相対移動距離を測定するためのスリットトラック201、フォトダイオードアレイ311に加え、更にスリットトラック202、フォトダイオードアレイ312を含めた2組を用いる。スリットトラック202、フォトダイオードアレイ312は、スリットトラック201、フォトダイオードアレイ311に対し、夫々僅かにずれた周期を備えてアブソリュート位置検出を可能としている。

10

#### 【0013】

図3でセンサユニット301の具体的構成を説明する。図3(a)が側面図、図3(b)が上面図である。センサユニット301は、光源としてのLED310とセンサアレイとしてのフォトダイオードアレイ311、フォトダイオードアレイ312が同一パッケージ内に実装された受発光一体型のセンサユニットである。LED310で照射されるスケール200は、ガラス基板上にクロム反射膜が2本のスリットトラック201、202としてパターンニングされている。

20

#### 【0014】

センサユニット301内のLED310から出射した発散光束はスケール200の第1トラック201、および第2トラック202上の読み取り領域213に照射される。上面図における読み取り領域213の位置は、LED310とフォトダイオードアレイ311の受光領域の4隅を結ぶ線の中点によって囲まれる領域である。読み取り領域213から反射した光束は、センサユニット301内のフォトダイオードアレイ311、312に向けてそれぞれ反射される。

#### 【0015】

そして、LED310とフォトダイオードアレイ311はスリットトラック201、202の平面と平行な同一平面上にあって、LED310から出てスリットトラック201で反射されてフォトダイオードアレイ311に至る。即ち、LED310からフォトダイオードアレイ311に至る光路の丁度中間位置にスリットトラック201が存在する関係となる。これより、スケールであるスリットトラック201、202の反射率分布が2倍拡大された像としてフォトダイオードアレイ311、312上で受光される。フォトダイオードアレイ311、フォトダイオードアレイ312によって受光された光束は電気信号に変換され、エンコーダ信号として図2に示す信号処理回路401に送られる。

30

#### 【0016】

(細周期パターンと粗周期パターンを備えたスケール)

スケール200の第1トラック201および第2トラック202の一部の拡大図を図4に示す。第1トラック201は測位方向(移動方向)に垂直な方向(Y軸方向)に対し一様で、測位方向(X軸方向)に50 $\mu$ mごとに異なる領域に分けられている。それぞれの領域は、反射膜に一定密度で反射膜の抜けたピンホールが形成されており、反射膜のある面積と反射膜の無い面積の比率を変化させることで平均反射率を異ならせてある。

40

#### 【0017】

第1トラック201に関し、細周期パターンは100 $\mu$ m周期(フォトダイオードアレイ311上の反射像周期は2倍の200 $\mu$ m周期)である。また、粗周期パターンは700 $\mu$ m周期(フォトダイオードアレイ311上の反射像周期は2倍の1400 $\mu$ m周期)である。一方、後述する第2トラック202に関しては、細周期パターンは102.08333 $\mu$ m周期(フォトダイオードアレイ312上の反射像周期は2倍の204.16666 $\mu$ m周期)である。また、粗周期パターンは714.58333 $\mu$ m周期(フォトダ

50

イオードアレイ 3 1 2 上の反射像周期は 2 倍の 1 4 2 9 . 1 6 6 6 6  $\mu\text{m}$  周期) である。

【 0 0 1 8 】

第 1 トラック 2 0 1、第 2 トラック 2 0 2 に関し、平均反射率の測位方向 ( X 方向 ) 分布は、以下のように形成されている。即ち、図 1 に示すように平均反射率差 3 0 % の 1 0 0  $\mu\text{m}$  周期 ( 細周期 P ) の反射率変調に、平均反射率差 3 0 % の 7 0 0  $\mu\text{m}$  周期 ( 粗周期 X 0 ) の反射率変調が加算された反射率パターンとなっている。即ち、スケールの反射率分布は、測位方向に垂直な方向の積分値が測位方向に均一な変調振幅となる細周期パターンに対応した変調成分と、測位方向に均一な変調振幅となる粗周期パターンに対応した変調成分と、の加算された値となる分布である。

【 0 0 1 9 】

具体的には、X 方向 5 0  $\mu\text{m}$  ごとに、平均反射率が 3 0 %、0 %、3 6 %、1 0 . 8 %、4 9 . 2 %、2 4 %、6 0 %、3 0 %、6 0 %、2 4 %、4 9 . 2 %、1 0 . 8 %、3 6 %、0 % の順で、反射膜の領域が並んでいる。即ち、1 0 0  $\mu\text{m}$  周期 ( 細周期 P ) 反射率変調の成分は、3 0 %、0 %、3 0 %、0 %、3 0 %、0 %、3 0 %、0 %、3 0 %、0 %、3 0 %、0 %、3 0 %、0 % となる。変調振幅に相当する 1 周期内の最大反射率と最小反射率の差は 3 0 % であって、測位方向の各 1 周期内で均一な変調振幅を備えている。

【 0 0 2 0 】

一方、7 0 0  $\mu\text{m}$  周期 ( 粗周期 X 0 ) 反射率変調の成分は、0 %、0 %、6 %、1 0 . 8 %、1 9 . 2 %、2 4 %、3 0 %、3 0 %、3 0 %、2 4 %、1 9 . 2 %、1 0 . 8 %、6 %、0 % となる。変調振幅に相当する 1 周期内の最大反射率と最小反射率の差は 3 0 % であって、測位方向の各 1 周期内で均一な変調振幅を備えている。

【 0 0 2 1 】

ここで、測位方向 ( X 方向 ) の任意の位置における、第 1 トラック 2 0 1 の反射率分布として読み取り領域 2 1 3 の Y 方向幅の範囲での Y 方向への積分を考える。その結果は、測位方向に変調振幅が一定である 1 0 0  $\mu\text{m}$  周期 ( 細周期 P ) の変調成分と、測位方向に変調振幅が一定である 7 0 0  $\mu\text{m}$  周期 ( 粗周期 X 0 ) の変調成分との和となっている。

【 0 0 2 2 】

同様に、第 2 トラック 2 0 2 の平均反射率の測位方向 ( X 方向 ) 分布も、細周期の反射率変調と粗周期の反射率変調とが加算された分布となっている。即ち、上述したように第 2 トラック 2 0 2 では第 1 トラック 2 0 1 における各周期と僅かにずれた周期を備え、第 1 トラック 2 0 1 と同様に夫々平均反射率差 3 0 % を備えている。

【 0 0 2 3 】

( 検出分解能の切り替え可能なフォトダイオードアレイ )

次に、フォトダイオードアレイ 3 1 1 の受光面配置を図 5、図 6 に示し、エンコーダの出力信号に関して説明する。フォトダイオードアレイ 3 1 1 の受光面は、細周期パターン検出 ( 高分解能検出モード ) 時には 2 0 0  $\mu\text{m}$  周期であり、粗周期パターン検出 ( 低分解能検出モード ) 時には 1 4 0 0  $\mu\text{m}$  周期で配置構成される。フォトダイオードアレイ 3 1 2 もフォトダイオードアレイ 3 1 1 と同様である。フォトダイオードアレイ 3 1 1 にはフォトダイオードが X 軸方向に 5 0  $\mu\text{m}$  ピッチで 2 8 個並んでおり、一つのフォトダイオードは X 方向幅 X \_ p d が 5 0  $\mu\text{m}$  であり、Y 方向幅 Y \_ p d は 8 0 0  $\mu\text{m}$  である。フォトダイオードアレイ 3 1 1 の全幅 X \_ t o t a l は 1 4 0 0  $\mu\text{m}$  である。

【 0 0 2 4 】

後に詳述するが、細周期パターン検出用のセンサアレイの測位方向の全幅は、粗周期パターンの周期に対応した低分解能検出用のセンサアレイの測位方向の幅の整数倍 ( ここでは 1 倍 ) とされる。また粗周期パターン検出用の測位方向の各受光幅は、スケールの細周期パターンの周期に対応した細周期パターン検出用センサアレイの測位方向の各受光幅の整数倍 ( ここでは 1 倍 ) とされる。

【 0 0 2 5 】

これにより、細周期パターンの検出の際に、粗周期パターンの 1 周期分が包含されてい

10

20

30

40

50

るため出力が加算される結果、粗周期パターンの影響を除去できる。同様に、粗周期パターンの検出の際に、細周期パターンの1周期分が包含されているため出力が加算される結果、細周期パターンの影響を除去できる。

【0026】

それぞれのフォトダイオードからの出力は、スイッチ回路を介して後段の4つのIV変換アンプに接続され、4つのIV変換アンプからの出力は、 $S(A+)$ 、 $S(B+)$ 、 $S(A-)$ 、 $S(B-)$ の4相正弦波出力にそれぞれに対応する。4相正弦波出力を用いるのは、直流成分を除去して振幅を2倍に拡大した信号を得て、移動方向の判別を行うことができるようにするためである。スイッチ回路は外部からの入力によって接続を切り替えることができる。

10

【0027】

スイッチ回路への入力が高レベルの場合は、高分解能検出モードとして図5に示すように、スケールパターン $100\mu\text{m}$ (反射像周期 $200\mu\text{m}$ )の検出ピッチとなる。一方、スイッチ回路への入力がローレベルの場合は、低分解能検出モードとして図6に示すようにスケールパターン $700\mu\text{m}$ (反射像周期 $1400\mu\text{m}$ )の検出ピッチとなる。即ち、フォトダイオードアレイ311は高分解能検出モード(図5)では測位方向に第1の幅 $100\mu\text{m}$ 、第1の周期 $200\mu\text{m}$ を備え、低分解能検出モード(図6)では測位方向に第2の幅 $400\mu\text{m}$ 、第2の周期 $1400\mu\text{m}$ を備える。

【0028】

(低分解能検出モード)

20

低分解能検出モード時の $700\mu\text{m}$ の検出ピッチにおいては、各々4つの隣接するフォトダイオードが電氣的に接続される。これにより、図6の $A+$ 、 $B+$ 、 $A-$ 、 $B-$ 夫々がスケールパターン $100\mu\text{m}$ 周期の変調成分の反射像周期と一致する $200\mu\text{m}$ の幅で加算されることになり、 $100\mu\text{m}$ 周期の変調成分が出力に与える影響を低減することができる。

【0029】

第2トラック202の細周期は $102.08333\mu\text{m}$ (反射像周期 $204.16666\mu\text{m}$ )であるが、各々4つの隣接する $A+$ 、 $B+$ 、 $A-$ 、 $B-$ 夫々が変調成分の反射像周期と概略一致する $200\mu\text{m}$ の幅で加算される。このため、変調成分の低減効果は十分得られる。

30

【0030】

なお、低分解能検出モード時に位置検出に用いられないフォトダイオードアレイ311, 312の未使用のセンサはGNDに接続されている(図6)。

【0031】

(高分解能検出モード)

高分解能検出モード時の $100\mu\text{m}$ の検出ピッチにおいては、信号に関わるフォトダイオードの全幅が $1400\mu\text{m}$ となり、スケールパターン $700\mu\text{m}$ 周期の変調成分の反射像周期と一致する。このため、 $700\mu\text{m}$ 周期の変調成分によって出力振幅が変動する影響を低減することができる。即ち、図5において離散して配置される $A+$ 、 $B+$ 、 $A-$ 、 $B-$ 夫々がスケールパターン $700\mu\text{m}$ 周期の変調成分の反射像周期と一致する $1400\mu\text{m}$ の範囲で加算されることになり、 $700\mu\text{m}$ 周期の変調成分が出力に与える影響を低減することができる。

40

【0032】

第2トラック202の粗周期は $714.58333\mu\text{m}$ (反射像周期 $1429.16666\mu\text{m}$ )であるが、離散して配置される $A+$ 、 $B+$ 、 $A-$ 、 $B-$ 夫々が変調成分の反射像周期と概略一致する $1400\mu\text{m}$ の範囲で加算される。このため、変調成分の低減効果は十分得られる。

【0033】

(位相信号の形成)

4相正弦波の相対位相はそれぞれの検出ピッチに対し、 $S(A+)$ を基準とすると、 $S$

50

(B+) は約 +90 度、S(A-) は約 +180 度、S(B-) は約 +270 度の関係にある。これらの出力は、図 2 中の信号処理回路 401 において、

$$S(A) = S(A+) - S(A-)$$

$$S(B) = S(B+) - S(B-)$$

なる演算を行って、直流分が除去された 2 相正弦波状信号 S(A)、S(B) を生成し、さらにこれらの逆正接演算を行うことで位相信号を得る。

#### 【0034】

(各周波数成分の発生メカニズムと不要成分の除去)

ここで、各周波数成分の発生メカニズムと不要成分の除去について説明する。スケールパターンからの回折角度分布は、反射率分布のフーリエ変換によって得られる。本実施形態の第 1 トラック 201 では平均反射率の測位方向 (X 方向) 分布が、一定振幅の 100 μm 周期の反射率変調と、一定振幅の 700 μm 周期の反射率変調との和になっている。これにより、主要な回折成分は、0 次光に加え、粗周期 (700 μm 周期) による ±1 次回折光と、細周期 (100 μm 周期) による ±1 次回折光の 5 成分となる。

#### 【0035】

これらの回折光に関して回折光同士の干渉による干渉縞の空間周波数は、干渉し合う回折光の回折角の差分によって決定される。粗周期が細周期の 7 倍であることから、細周期による回折角度は粗周期による回折角度の 7 倍となる。これより、粗周期の 2 倍拡大像の空間周波数を 1f (1f の空間周波数成分は、0 次光と粗周期による ±1 次回折光の干渉によって発生する) とすると、0 次光と細周期による ±1 次回折光の干渉によって 7f の空間周波数成分が発生する。

#### 【0036】

検出されるべき 1f の空間周波数成分と 7f の空間周波数成分の他に、以下の不要な空間周波数成分 2f、6f、8f、14f が発生する。即ち、空間周波数成分 2f は、粗周期による ±1 次回折光同士の干渉によって発生し、空間周波数成分 6f は、細周期による +1 次 (-1 次) 回折光と粗周期による +1 次 (-1 次) 回折光の干渉によって発生する。また空間周波数成分 8f は、細周期による +1 次 (-1 次) 回折光と粗周期による -1 次 (+1 次) 回折光の干渉によって発生し、空間周波数成分 14f は、細周期による ±1 次回折光同士の干渉によって発生する。スケールからの反射回折像に含まれる空間周波数成分を図 7 に示す。

#### 【0037】

ここで第 1 トラック 201 に関し、低分解能検出モード (反射回折像を 700 μm の検出ピッチで検出) 時の、正弦波状信号 S(A) に含まれる高調波成分の計算結果を図 8 に示す。図 8 では、不要な周波数成分は低減され、空間周波数成分 1f のみが存在し、ほぼ理想的な正弦波が得られていることが分かる。不要成分の除去に関しては、以下に示す通りである。

#### 【0038】

低分解能検出モードでは、隣接する 4 つのフォトダイオード (図 6 の A+、B+、A-、B-) の出力が加算される。即ち、スケールパターン 100 μm 周期の変調成分の反射像周期と一致する 200 μm の幅が加算されることになり、100 μm 周期の変調成分が出力に与える影響を低減することができる。これにより、不要周波数成分 1f が除去できる。

#### 【0039】

更に不要周波数成分 2f、6f、8f、14f といった偶数次成分は、センサアレイに接続される信号処理回路で、 $S(A) = S(A+) - S(A-)$  によって除去される。その結果、不要な周波数成分は低減され、1f に関してほぼ理想的な正弦波が得られる。なお、第 2 トラック 202 においても、周期がほぼ等しいので同様の効果となる。

#### 【0040】

高分解能検出モードでは、図 5 に示す A+、B+、A-、B- の夫々 7 つの離散するフォトダイオードの出力が加算される。即ち、スケールパターン 700 μm 周期の変調成分

10

20

30

40

50

の反射像周期と一致する  $1400 \mu\text{m}$  の範囲で  $A+$ 、 $B+$ 、 $A-$ 、 $B-$  の夫々が加算されることで、 $700 \mu\text{m}$  周期の変調成分が出力に与える影響を低減することができる。これにより、不要周波数成分  $1f$  が除去できる。また、不要周波数成分  $2f$ 、 $6f$ 、 $8f$  も、 $1400 \mu\text{m}$  の範囲で  $A+$ 、 $B+$ 、 $A-$ 、 $B-$  の夫々が加算されることで平均化され、除去できる。

#### 【0041】

更に  $7f$  の2倍波にあたる不要周波数成分  $14f$  の成分は、センサアレイに接続される信号処理回路で、 $S(A) = S(A+) - S(A-)$  によって除去される。その結果、不要な周波数成分は低減され、 $7f$  に関してほぼ理想的な正弦波が得られる。なお、第2トラック202においても、周期がほぼ等しいので同様の効果となる。

10

#### 【0042】

(アブソリュート位置検出)

次に、アブソリュート位置検出を行う手順を説明する。既述したように、アブソリュート位置検出を行うために、スリットトラック201を検出するフォトダイオードアレイ311の他に、スリットトラック202を検出するフォトダイオードアレイ312を備える。第1トラック201に対し第2トラック202の周期は僅かに異なっており、またフォトダイオードアレイ311、312は夫々が細周期パターン検出の高分解能検出センサアレイと粗周期パターン検出の低分解能検出センサアレイとして兼用される。

#### 【0043】

そして、以下のように、夫々2組設けられる高分解能検出センサアレイおよび低分解能検出センサアレイからの位相情報を基に、より精度の高いアブソリュート位置信号となるように順次に高分解能化させるためにアブソリュート位置信号を合成する。

20

#### 【0044】

即ち、スイッチ回路への入力が高 (検出ピッチ  $100 \mu\text{m}$ ) の時の第1トラックにおける位相信号を  $1$ 、第2トラックにおける位相信号を  $2$  とする。また、スイッチ回路への入力が高 (検出ピッチ  $700 \mu\text{m}$ ) の時の第1トラックにおける位相信号を  $1'$ 、第2トラックにおける位相信号を  $2'$  とする。スイッチ回路への入力の切り替え前後で、時間差をおかずに信号を取得することにより、同一位置での  $1$ 、 $2$ 、 $1'$ 、 $2'$  を得ることができる。

#### 【0045】

30

ここで、スケールが高速移動中は同期性が低下するが、その場合は以下に説明するように複数回の取り込みを行って、位相の平均を取るようにして同期性を確保しても良い。すなわち、まず、検出ピッチ  $100 \mu\text{m}$  で  $S(A+)$ 、 $S(A-)$ 、 $S(B+)$ 、 $S(B-)$  を取得し、スイッチ回路への入力を高から低へ切り替える。続いて、検出ピッチ  $700 \mu\text{m}$  で  $S(A+)$ 、 $S(A-)$ 、 $S(B+)$ 、 $S(B-)$  を取得し、スイッチ回路への入力を低から高へ切り替え、再度検出ピッチ  $100 \mu\text{m}$  で  $S(A+)$ 、 $S(A-)$ 、 $S(B+)$ 、 $S(B-)$  を取得する。

#### 【0046】

それぞれの取得タイミングのインターバルはほぼ一定とする。これらから演算した1回目の  $1$ 、 $2$  と2回目  $1$ 、 $2$  の平均を取ることによって、 $1$ 、 $2$  と  $1'$ 、 $2'$  の同期性を向上させることができる。このようにして得られた位相信号  $1$ 、 $2$ 、 $1'$ 、 $2'$  より、異なる周期の位相信号  $P1$ 、 $P2$ 、 $P3$ 、 $P4$  を次の演算によって生成する。

40

$$P1 = 1' - 2'$$

$$P2 = 1 - 2$$

$$P3 = 1'$$

$$P4 = 1$$

$P1$  は周期  $T1 = 3.4 \text{ mm}$  の周期信号で、これを最上位信号とする。 $P2$  は周期  $T2 = 4.9 \text{ mm}$  の周期信号で、これを中上位信号とする。 $P3$  は周期  $T3 = 0.7 \text{ mm}$  の周期信号で、これを中下位信号とする。 $P4$  は周期  $T4 = 0.1 \text{ mm}$  の周期信号で、これ

50

を最下位信号とする。

【0047】

次に、図9を参照して、本実施形態において、アブソリュート位置信号を合成するに際して必要となる初期化動作の手順について説明する。まず、所定の方向にスケール200を移動させる。そして、P1のゼロクロス通過後の、最初のP2のゼロクロスを検出し、さらにその直後のP3のゼロクロスを検出し、さらにその直後のP4のゼロクロスを検出する。その点を仮想原点に設定する。この仮想原点におけるP1、P2、P3の位相信号をそれぞれP1\_offset、P2\_offset、P3\_offsetとする。

【0048】

この初期化動作時に、信号処理回路401はP1\_offset、P2\_offset、P3\_offsetを記憶装置402に書き込む。この初期化処理は、例えばエンコーダ出荷時に行う他、任意のタイミングで行って良い。

10

【0049】

次に、各周期信号よりアブソリュート位置信号を合成する手順について説明する。まず、中間信号Q1、Q2を、上述したP1~P4、T1~T4を使用し、以下の演算によって取得する。

【0050】

$$Q1 = \text{Round}[(P1 - P1\_offset) - (P2 - P2\_offset) \times T2 / T1] + (P2 - P2\_offset) \times T2 / T1$$

$$Q2 = \text{Round}[Q1 - (P3 - P3\_offset) \times T3 / T1] + (P3 - P3\_offset) \times T3 / T1$$

20

ここで、Round[]は四捨五入の処理を行う関数である。続いて、アブソリュート位置信号S\_absを以下のようにして取得する。

【0051】

$$S\_abs = \text{Round}[Q2 - P4 \times T4 / T1] + P4 \times T4 / T1$$

このようにして得られたアブソリュート位置信号S\_absを信号処理回路401から出力する。

【0052】

なお、本実施形態はリニアスケールの実施形態となっているが、ロータリースケールであっても同様な効果が得られる。また、本実施形態では積算される受光面の組み合わせを時系列で切り替えることで複数の検出ピッチに対応しているが、複数の検出ピッチに対応した演算回路を複数備えても良く、さらにそれぞれの検出ピッチに対応した受光面を別々に備えても良い。

30

【0053】

以上のように、本発明によれば1トラック上に形成された複数の周期信号を検出する場合に、いずれの周期からも正弦波に近い波形が得られるため、高精度な位置検出が可能となる。

【0054】

《第2の実施形態》

本実施形態では、第1の実施形態に対しスケール200のパターンが異なっている。それ以外の構成、信号処理は第1の実施形態と同様なので説明を省略する。スケール200の第1トラック201および第2トラック202の一部の拡大図を図10に示す。第1トラック201は、単位ブロックパターン211を測位方向(X軸方向)と測位方向に垂直な方向(Y軸方向)にそれぞれ周期的に並べたパターンとなっている。第1トラック201の単位ブロックパターン211は、X方向幅X0が700μm、Y方向幅Y0が50μmである。

40

【0055】

単位ブロックパターン211は、X軸方向50μmの幅でピッチP100μmごとに等間隔に配置されたパターン列からなる領域(領域A)と、700μm周期の変調パターン列からなる領域(領域B)よりなる。領域Aと領域BのY軸方向の幅は共に25μmであ

50

る。領域 B には、X 方向幅  $50 \mu\text{m}$  の 11 個の反射パターン列が並べられている。それぞれ反射パターンの Y 軸方向の幅は、 $W_1 = 5 \mu\text{m}$ 、 $W_2 = 9 \mu\text{m}$ 、 $W_3 = 16 \mu\text{m}$ 、 $W_4 = 20 \mu\text{m}$ 、 $W_5 = 25 \mu\text{m}$ 、 $W_6 = 25 \mu\text{m}$ 、 $W_7 = 25 \mu\text{m}$ 、 $W_8 = 20 \mu\text{m}$ 、 $W_9 = 16 \mu\text{m}$ 、 $W_{10} = 9 \mu\text{m}$ 、 $W_{11} = 5 \mu\text{m}$  である。

【0056】

同様に、第 2 トラック 202 の単位ブロックパターンは、X 方向幅  $X_0$  が  $714.58333 \mu\text{m}$ 、Y 方向幅  $Y_0$  が  $50 \mu\text{m}$  である。単位ブロックパターンは、X 軸方向  $51.041667 \mu\text{m}$  の幅でピッチ  $P_{102} = 0.83333 \mu\text{m}$  ごとに等間隔に配置されたパターン列からなる領域 (領域 A) と、 $714.58333 \mu\text{m}$  周期の変調パターン列からなる領域 (領域 B) よりなる。領域 A と領域 B の Y 軸方向の幅は共に  $25 \mu\text{m}$  である。領域 B には、X 方向幅  $51.041667 \mu\text{m}$  の 11 個の反射パターン列が並べられている。

10

【0057】

それぞれ反射パターンの Y 軸方向の幅は、 $W_1 = 5 \mu\text{m}$ 、 $W_2 = 9 \mu\text{m}$ 、 $W_3 = 16 \mu\text{m}$ 、 $W_4 = 20 \mu\text{m}$ 、 $W_5 = 25 \mu\text{m}$ 、 $W_6 = 25 \mu\text{m}$ 、 $W_7 = 25 \mu\text{m}$ 、 $W_8 = 20 \mu\text{m}$ 、 $W_9 = 16 \mu\text{m}$ 、 $W_{10} = 9 \mu\text{m}$ 、 $W_{11} = 5 \mu\text{m}$  である。

【0058】

第 1 トラック 201 の反射率分布を読み取り領域 213 の Y 方向幅 ( $400 \mu\text{m}$ ) の範囲で積分した場合の X 方向分布を図 11 に示す。積分された結果は、第 1 の実施形態と同様、測位方向に変調振幅が一定である  $100 \mu\text{m}$  周期 (細周期) の変調成分と、測位方向に変調振幅が一定である  $700 \mu\text{m}$  周期 (粗周期) の変調成分との和になっている。第 2 のトラック 202 も第 1 のトラック同様に、測位方向に変調振幅が一定である  $102.08333 \mu\text{m}$  周期 (細周期) の変調成分と、測位方向に変調振幅が一定である  $714.58333 \mu\text{m}$  周期 (粗周期) の変調成分との和になっている。

20

【0059】

本実施形態では、より簡素なスケールパターンで第 1 の実施形態と同様な効果が得られる。

【0060】

《第 3 の実施形態》

本実施形態では、第 1 の実施形態に対しスケール 200 のパターンが異なっている。また、センサの検出ピッチは  $100 \mu\text{m}$  と  $600 \mu\text{m}$  の切り替えとなっている。それ以外の構成、信号処理は実施形態 1 と同様なので説明を省略する。本実施形態における第 1 のトラック 201 および第 2 のトラック 202 のスケールパターンを図 12 に示す。

30

【0061】

第 1 のトラック 201 は、センサ走査領域に対し両側に、X 軸方向  $50 \mu\text{m}$  の幅でピッチ  $P = 100 \mu\text{m}$  ごとに等間隔に配置されたパターン列からなる領域 (領域 C) を有する。さらに、センサ走査領域に対し中央の、反射部と非反射部の境界線がピッチ  $X_0 = 600 \mu\text{m}$  の正弦波状に形成された反射膜パターンよりなる領域 (領域 D) を有する。領域 D の Y 方向幅は  $200 \mu\text{m}$  である。センサユニット 301 の読み取り領域 213 が中央部の Y 幅を含む範囲を常に読み取るように、センサユニット 301 を位置決めする。ここで、センサユニット 301 の読み取領域 213 の Y 方向幅 ( $400 \mu\text{m}$ ) の範囲での Y 方向への積分を考える。

40

【0062】

その結果は、第 1 の実施形態と同様、測位方向に対して一定変調振幅の  $100 \mu\text{m}$  周期 (細周期) の変調成分と、測位方向に対して一定変調振幅の  $600 \mu\text{m}$  周期 (粗周期) の変調成分との和になっている。

【0063】

同様に、第 2 のトラック 202 は、センサ走査領域に対し両側に、X 軸方向  $50 \mu\text{m}$  の幅でピッチ  $P = 101.4085 \mu\text{m}$  ごとに等間隔に配置されたパターン列からなる領域 (領域 C) を有する。さらに、センサ走査領域に対し中央の、反射部と非反射部の境界線がピッチ  $X_0 = 608.4507 \mu\text{m}$  の正弦波状に形成された反射膜パターンよりなる領

50

域（領域 D）を有する。領域 D の Y 方向幅は  $200 \mu\text{m}$  である。センサユニット 301 の読み取領域 213 が中央部の Y 幅を含む範囲を常に読み取るように、センサユニット 301 を位置決めする。

【0064】

ここで、センサユニット 301 の読み取り領域 213 の Y 方向幅（ $400 \mu\text{m}$ ）の範囲での Y 方向への積分を考える。その結果は、第 1 の実施形態と同様、測位方向に対して一定変調振幅の  $101.4085 \mu\text{m}$  周期（細周期）の変調成分と、測位方向に対して一定変調振幅の  $608.4507 \mu\text{m}$  周期（粗周期）の変調成分との和になっている。

【0065】

本実施形態では、領域 C と領域 D を測位方向に垂直な方向で分離して形成することにより、粗周期（ $600 \mu\text{m}$  周期）による  $\pm 1$  次回折光と、細周期（ $100 \mu\text{m}$  周期）による  $\pm 1$  次回折光の相互干渉を低減することができる。これにより、第 1 の実施形態のように粗周期と細周期の比率を奇数倍としなくても、ほぼ理想的な正弦波が得られる。また、領域 D を第 2 の実施形態に示したような離散的な透過、反射のパターンとしても、同様な効果を得ることができる。

【0066】

次に、フォトダイオードアレイ 311 の受光面配置を図 13、図 14 に示し、エンコーダの出力信号に関して説明する。フォトダイオードアレイ 312 もフォトダイオードアレイ 311 と同様である。フォトダイオードアレイ 311 にはフォトダイオードが X 軸方向に  $50 \mu\text{m}$  ピッチで 24 個並んでおり、一つのフォトダイオードは X 方向幅  $X_{pd}$  が  $50 \mu\text{m}$  であり、Y 方向幅  $Y_{pd}$  は  $800 \mu\text{m}$  である。フォトダイオードアレイ 311 の全幅  $X_{total}$  は  $1200 \mu\text{m}$  である。

【0067】

それぞれのフォトダイオードからの出力は、スイッチ回路を介して後段の 4 つの I/V 変換アンプに接続されている。4 つの I/V 変換アンプからの出力は、 $S(A+)$ 、 $S(B+)$ 、 $S(A-)$ 、 $S(B-)$  の 4 相正弦波出力にそれぞれに対応する。スイッチ回路は外部からの入力によって接続を切り替えることができる。入力がハイレベルの場合は図 13 に示すようにスケールパターン  $100 \mu\text{m}$ （反射像周期  $200 \mu\text{m}$ ）の検出ピッチとなり、入力がローレベルの場合は図 14 に示すようにスケールパターン  $600 \mu\text{m}$ （反射像周期  $1200 \mu\text{m}$ ）の検出ピッチとなる。

【0068】

$600 \mu\text{m}$  の検出ピッチにおいては、それぞれ 4 つの隣接するフォトダイオードが電氣的に接続される。これにより、スケールパターン  $100 \mu\text{m}$  周期の変調成分の反射像周期と一致する  $200 \mu\text{m}$  の幅が積算されることになり、 $100 \mu\text{m}$  周期の変調成分が出力に与える影響を低減することができる。第 2 トラック 202 の細周期は  $101.4085 \mu\text{m}$  であるが、変調成分の低減効果は十分得られる。

【0069】

$100 \mu\text{m}$  の検出ピッチにおいては、信号に関わるフォトダイオードの全幅が  $1200 \mu\text{m}$  となり、スケールパターン  $600 \mu\text{m}$  周期の変調成分の反射像周期と一致するため、 $600 \mu\text{m}$  周期の変調成分によって出力振幅が変動する影響を低減することができる。第 2 トラック 202 の粗周期は  $608.4507 \mu\text{m}$  であるが、変調成分の低減効果は十分得られる。

【0070】

4 相正弦波の相対位相はそれぞれの検出ピッチに対し、 $S(A+)$  を基準とすると、 $S(B+)$  は約  $+90$  度、 $S(A-)$  は約  $+180$  度、 $S(B-)$  は約  $+270$  度の関係にある。これらの出力は、信号処理回路 401 において、

$$S(A) = S(A+) - S(A-)$$

$$S(B) = S(B+) - S(B-)$$

なる演算を行って、直流分が除去された 2 相正弦波状信号  $S(A)$ 、 $S(B)$  を生成し、さらにこれらの逆正接演算を行うことで位相信号を得る。

10

20

30

40

50

## 【0071】

スイッチ回路への入力が高（検出ピッチ  $100\ \mu\text{m}$ ）の時の第1トラックにおける位相信号を  $1$ 、第2トラックにおける位相信号を  $2$  とする。また、スイッチ回路への入力が高（検出ピッチ  $600\ \mu\text{m}$ ）の時の第1トラックにおける位相信号を  $1'$ 、第2トラックにおける位相信号を  $2'$  とする。スイッチ回路への入力の切り替え前後で、時間差をおかずに信号を取得することにより、同一位置での  $1$ 、 $2$ 、 $1'$ 、 $2'$  を得ることができる。

## 【0072】

このようにして得られた位相信号  $1$ 、 $2$ 、 $1'$ 、 $2'$  より、異なる周期の位相信号  $P1$ 、 $P2$ 、 $P3$ 、 $P4$  を次の演算によって生成する。

$$P1 = 1' - 2'$$

$$P2 = 1 - 2$$

$$P3 = 1'$$

$$P4 = 1$$

$P1$  は周期  $T1 = 43.2\ \text{mm}$  の周期信号で、これを最上位信号とする。 $P2$  は周期  $T2 = 7.2\ \text{mm}$  の周期信号で、これを中上位信号とする。 $P3$  は周期  $T3 = 0.6\ \text{mm}$  の周期信号で、これを中下位信号とする。 $P4$  は周期  $T4 = 0.1\ \text{mm}$  の周期信号で、これを最下位信号とする。以下の処理は第1の実施形態と同様なので省略する。

本実施形態では、信号に寄与しない余計な回折光成分が発生しにくいだけでなく、信号に寄与する回折光成分同士の相互干渉を低減することができ、正弦波状信号の歪を低減することができる。

## 【0073】

## 《第4の実施形態》

本実施形態は変位方向が回転方向である光学式ロータリーエンコーダであり、その構成を図15に示す。このエンコーダは、回転可動部に取り付けられるロータリースケール210、固定部に取り付けられるセンサユニット302、信号処理回路401、記憶装置402とからなる。信号処理回路401は、センサユニット302で得られたエンコーダ信号の内挿処理や、記憶装置402への信号の書き込み、および、読み出し、位置信号の出力、等を行う。

## 【0074】

本実施形態におけるロータリースケール210のトラック構成を図16に示す。本実施形態では、9ビットのアブソリュート位置検出パターンであるM系列パターンからなるM系列トラック204と放射状トラック203より構成される。ここで、M系列とは、シフトレジスタ出力の排他的論理和を帰還させることで発生する符号である。

放射状トラック203の一部の拡大図を図17に示す。放射状トラック203は、センサ走査領域に対し両側に、反射膜スリットが等角度間隔  $P$  に配置されている領域（領域C）を有する。さらに、センサ走査領域に対し中央の、反射部と非反射部の境界線がピッチ  $0 = P \times 6$  の正弦波状に形成された反射膜パターンよりなる領域（領域D）を有する。

## 【0075】

領域Dの半径方向幅は  $200\ \mu\text{m}$  である。センサユニット301は、領域Dの半径幅を含む範囲を常に読み取るように位置決めされている。角度間隔  $P$  は  $360 / 768$  度であり、 $0$  は  $360 / 128$  度である。

## 【0076】

センサユニット302の構成を図18に示し、説明する。図18(a)が側面図、図18(b)が上面図である。センサユニット302は、LED310とフォトダイオードアレイ311、M系列用フォトダイオードアレイ313が同一パッケージ内に実装された受発光一体型のセンサユニットである。センサユニット302内のLED310から出射した発散光束はロータリースケール210の放射状トラック203、およびM系列トラック204に照射される。

## 【0077】

10

20

30

40

50

放射状トラック 203、および M 系列トラック 204 から反射した光束は、センサユニット 302 内のフォトダイオードアレイ 311、M 系列用フォトダイオードアレイ 313 に向けてそれぞれ反射される。フォトダイオードアレイ 311、M 系列用フォトダイオードアレイ 313 上で、放射状トラック 203、M 系列トラック 204 の反射率分布が 2 倍拡大された像として受光される。M 系列用フォトダイオードアレイ 313 は M 系列を検出できるように、M 系列の最小線幅の 2 倍拡大像に対応した幅のフォトダイオードが配列されている。

【0078】

フォトダイオードアレイ 311、M 系列用フォトダイオードアレイ 313 によって受光された光束は電気信号に変換され、エンコーダ信号として図 18 に示す信号処理回路 401 に送られる。

10

【0079】

アブソリュート位置検出に関しては、先ずアブソリュート位置検出用パターンである M 系列トラック 204 からの反射光束より、P1 を取得する（上位信号）。アブソリュート位置検出用パターンによるアブソリュート位置情報を基に、以下、アブソリュート位置信号を合成してアブソリュート位置信号を順次により高分解能化させる。

【0080】

即ち、スイッチ回路への入力がロー（検出ピッチ  $600\ \mu\text{m}$ ）の時の放射状トラック 203 における位相信号  $P1$  を取得し、P2 とする（中位信号）。また、スイッチ回路への入力がハイ（検出ピッチ  $100\ \mu\text{m}$ ）の時の放射状トラック 203 における位相信号  $P1$  を取得し、P3 とする（下位信号）。

20

【0081】

上位信号 P1 は M 系列パターンより生成した  $T1 = 1$  周期 / 1 回転のアブソリュート位置信号である。P2 は  $T2 = 128$  周期 / 1 回転の周期信号である。P3 は  $T3 = 768$  周期 / 1 回転の周期信号である。P1 は位相信号でないので、9 ビットの値を 0 ~ 2 に正規化する。

【0082】

次に、各周期信号よりアブソリュート位置信号を合成する手順について説明する。

まず、中間信号 Q1、Q2 を以下の演算によって取得する。

$$Q1 = \text{Round}[(P1 - P1\_offset) - (P2 - P2\_offset) \times T2 / T1] + (P2 - P2\_offset) \times T2 / T1$$

30

ここで、Round[ ] は四捨五入の処理を行う関数である。

【0083】

続いて、アブソリュート位置信号 S\_abs を以下のようにして取得する。

$$S\_abs = \text{Round}[Q1 - P3 \times T3 / T1] + P3 \times T3 / T1$$

このようにして得られたアブソリュート位置信号 S\_abs を信号処理回路から出力する。

【0084】

中位信号 P2 を生成することで、M 系列トラック 204 によって得るアブソリュート位置検出精度の要求が緩和され、アブソリュート位置信号の合成がしやすくなる。本実施形態では、円周方向約  $600\ \mu\text{m}$  ピッチの位置検出ができれば十分であるので、例えばスケールが回転中心に対し数十  $\mu\text{m}$  偏心して取り付いている場合でも、その影響は許容できる。

40

【0085】

以上のように、ロータリーエンコーダにおいても、第 1 の実施形態と同様の効果により、内挿誤差の少ない中位、下位信号を生成でき、高精度な位置検出が可能となる。

【0086】

（変形例）

以上、スケールの反射率分布を、細周期パターンに対応した変調成分と粗周期パターンに対応した変調成分との加算された値となるようにしたが、反射率分布の替わりにスケー

50

ルの透過率分布を同様のものとしても良い。

【0087】

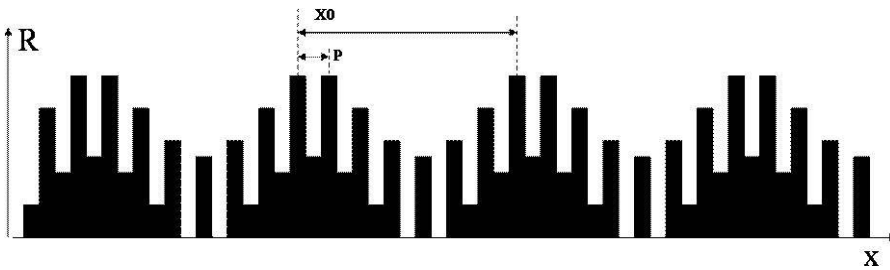
また、本発明の技術思想の下で上述した各実施形態に記載した技術事項を適宜組み合わせ用いることも勿論可能である。

【符号の説明】

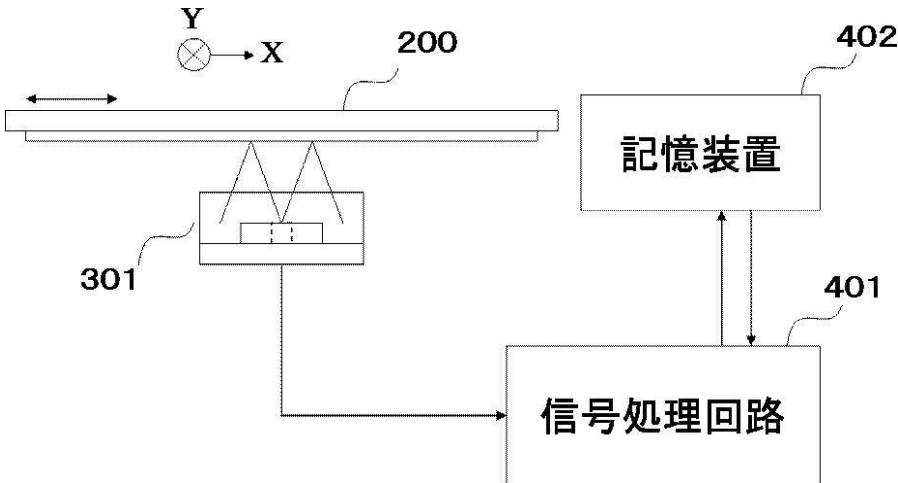
【0088】

200・・・スケール、201・・・スケールトラック、202・・・スケールトラック、203・・・放射状トラック、204・・・M系列トラック、210・・・ロータリースケール、211・・・単位ブロックパターン、213・・・読み取り領域、301・・・センサユニット、302・・・センサユニット、310・・・LED、311・・・フォトダイオードアレイ、312・・・フォトダイオードアレイ、313・・・M系列用フォトダイオードアレイ、401・・・信号処理回路、402・・・記憶装置

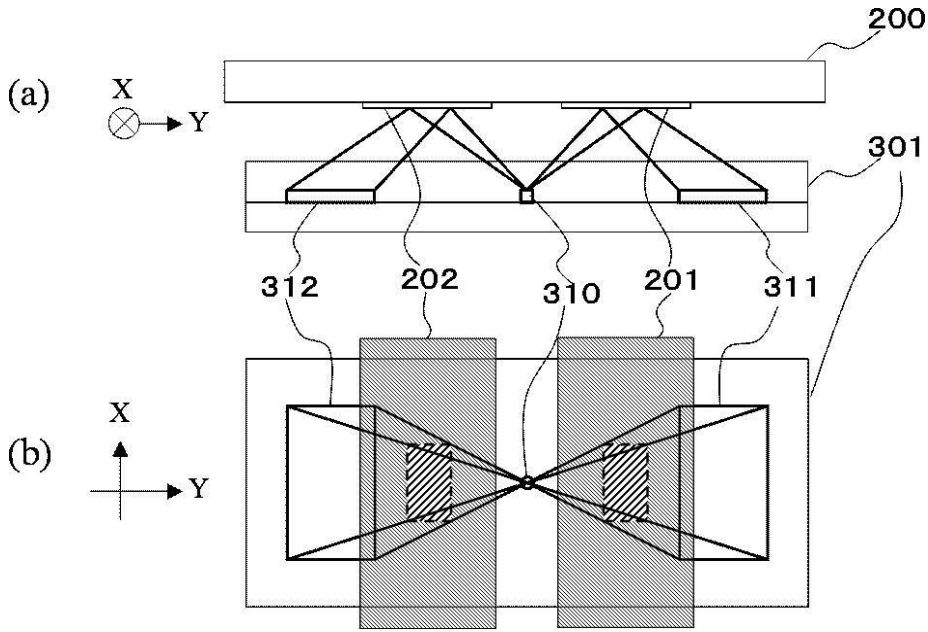
【図1】



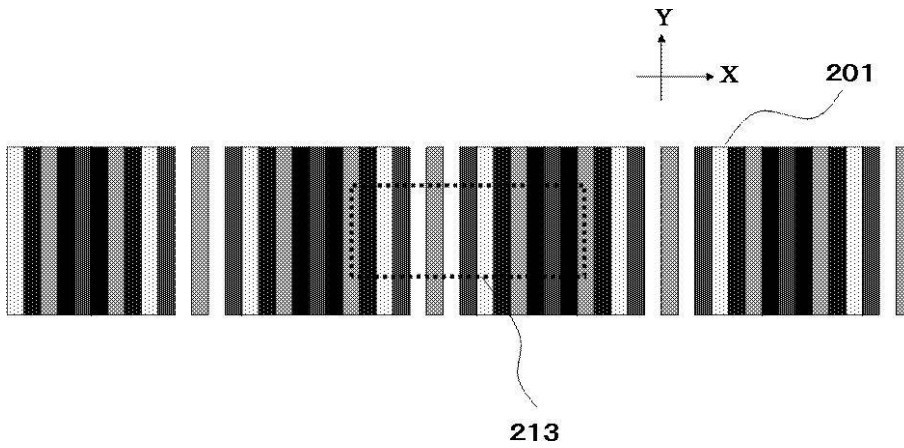
【図2】



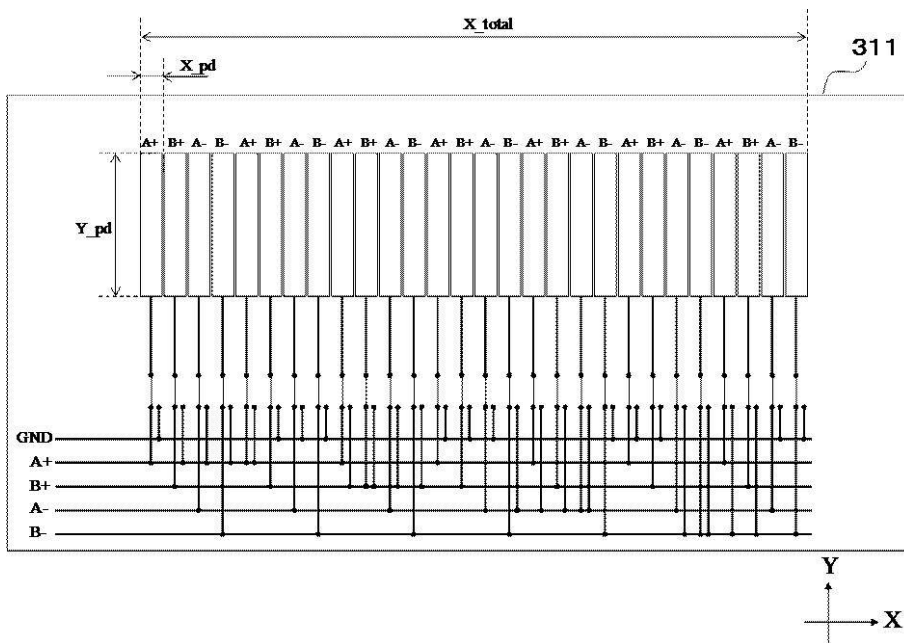
【 図 3 】



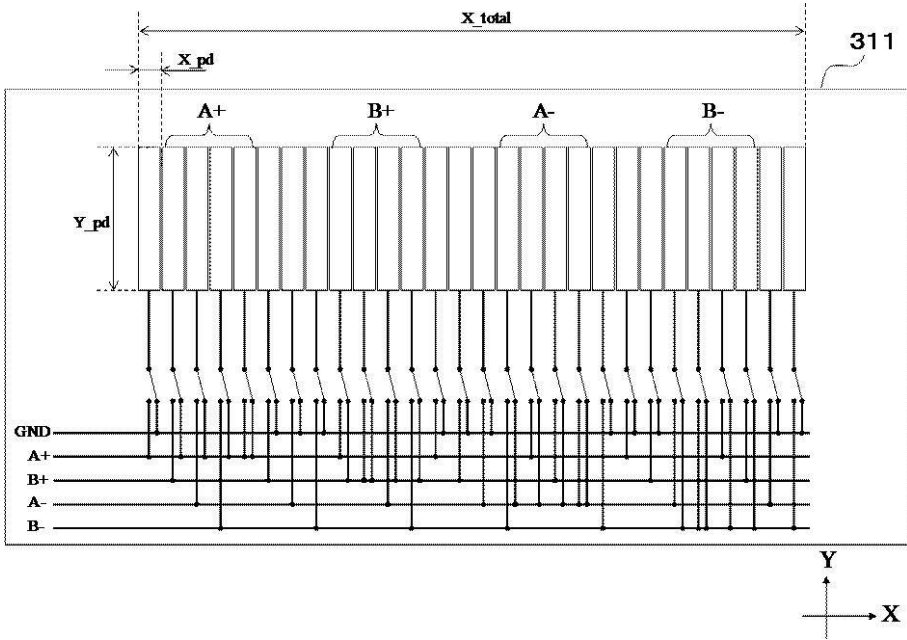
【 図 4 】



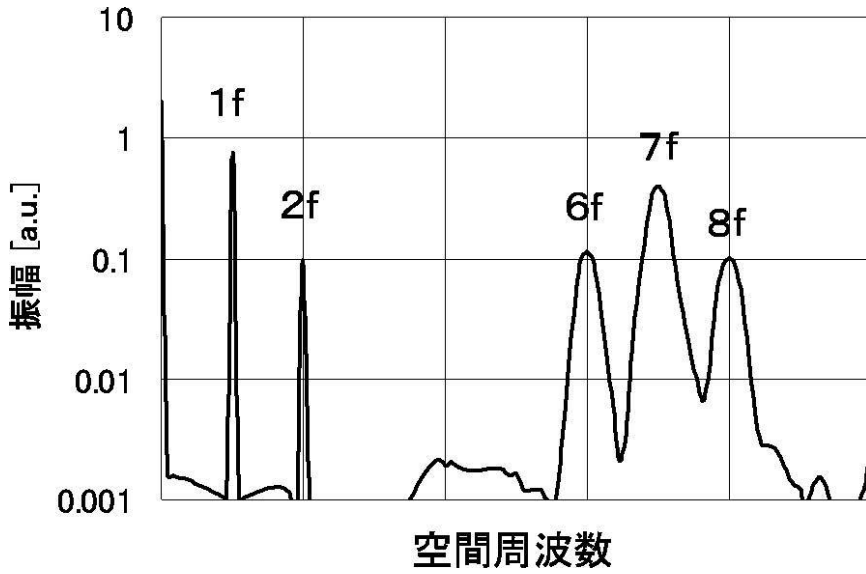
【 図 5 】



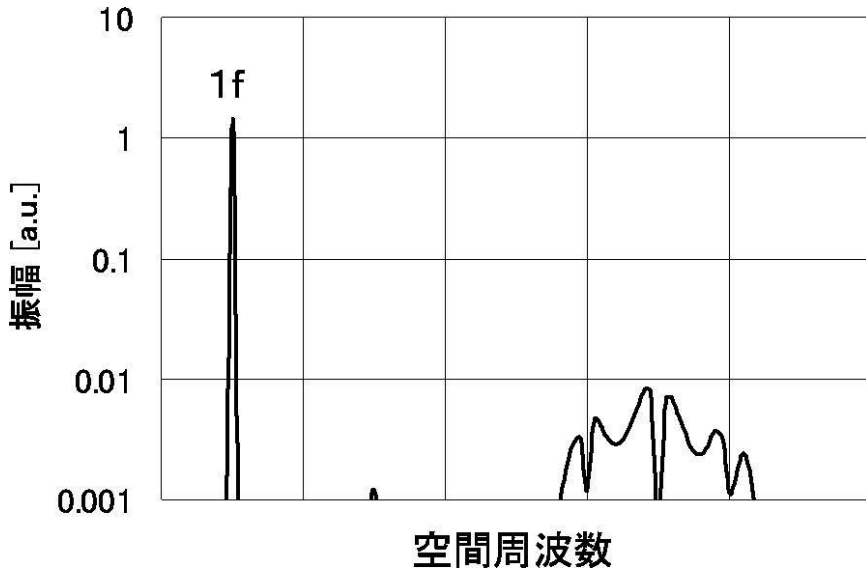
【 図 6 】



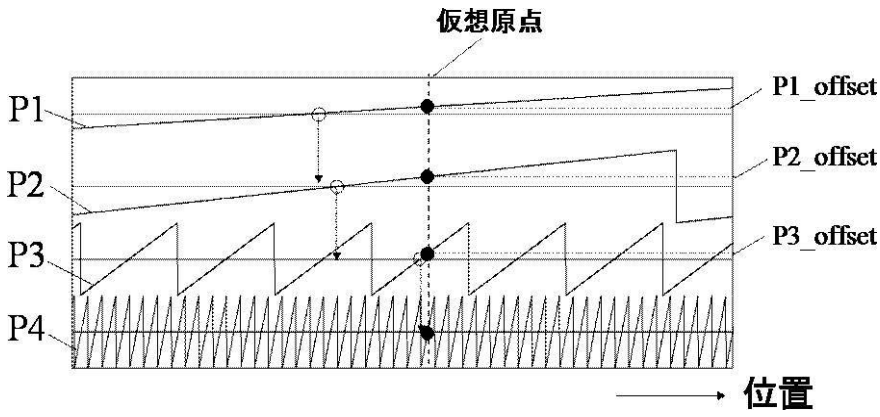
【 図 7 】



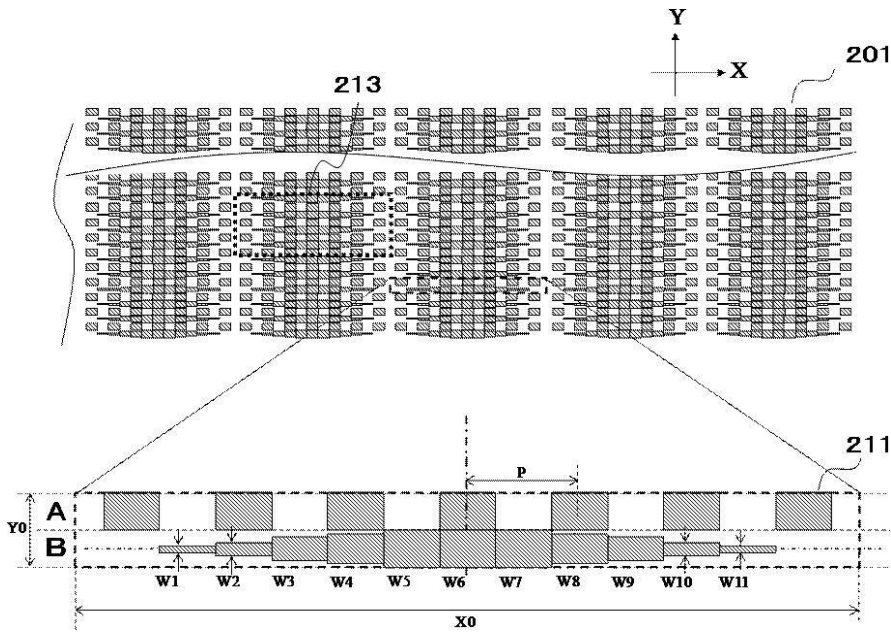
【 図 8 】



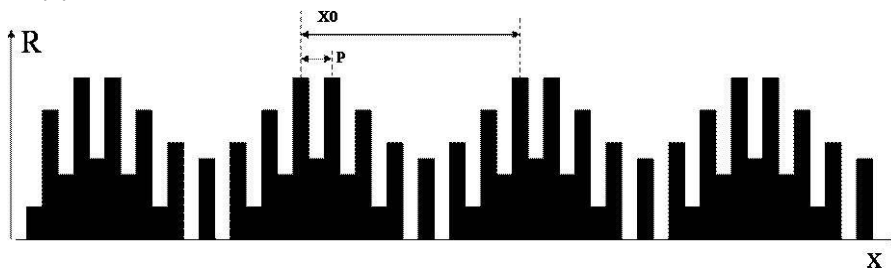
【 図 9 】



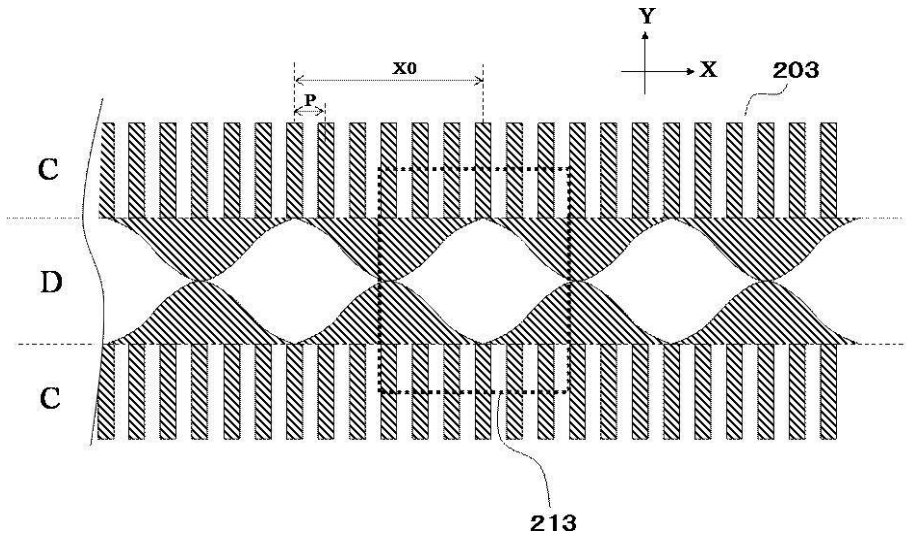
【 図 10 】



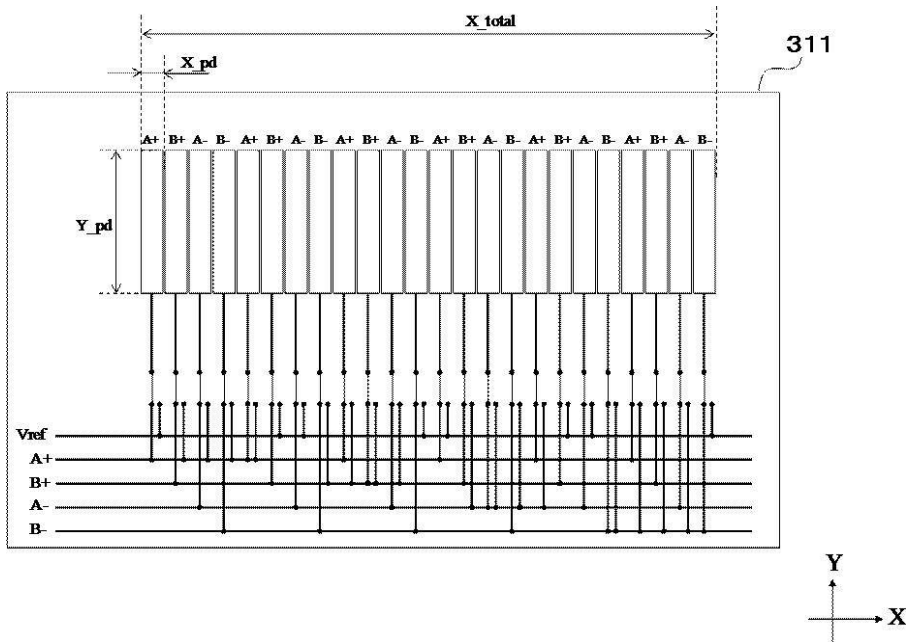
【 図 11 】



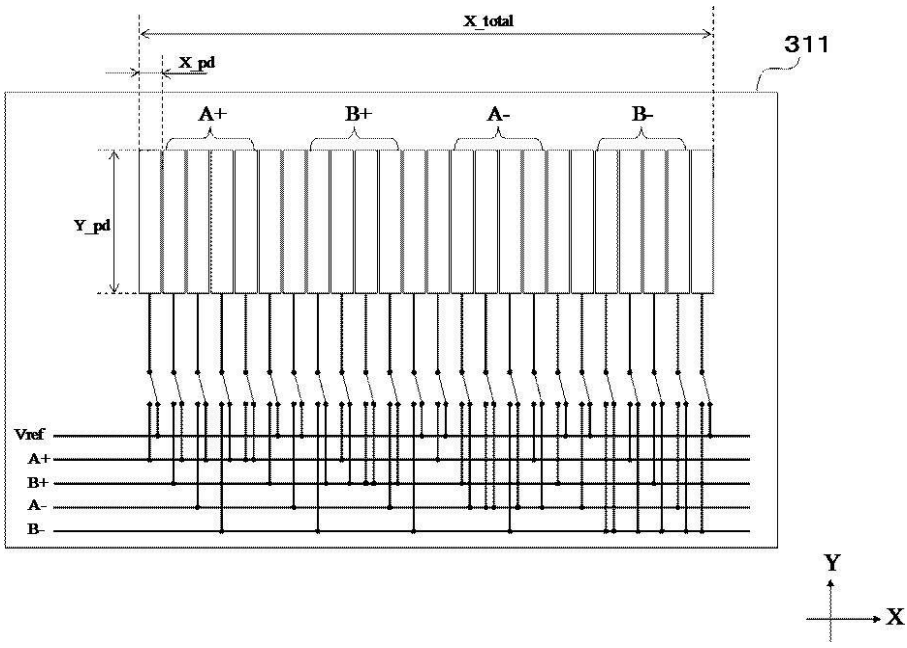
【 図 1 2 】



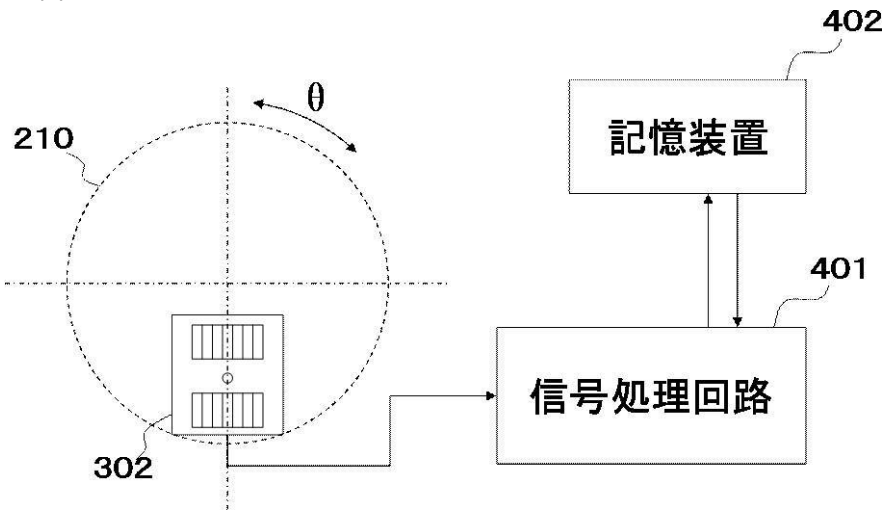
【 図 1 3 】



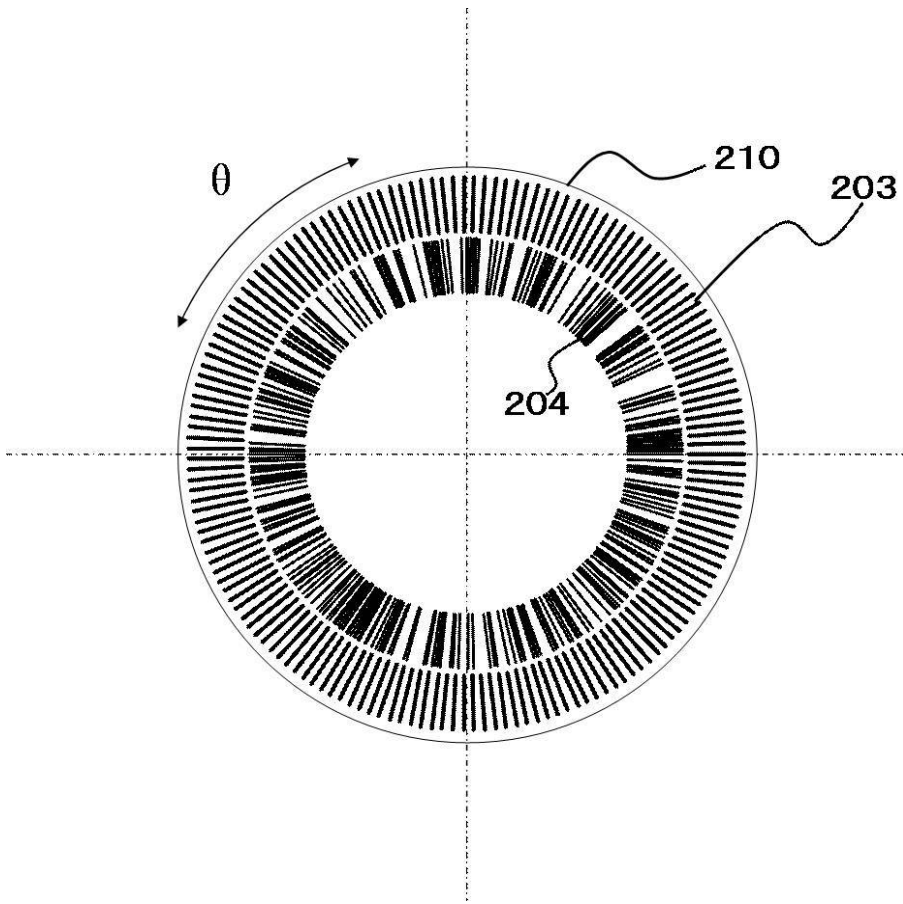
【 図 1 4 】



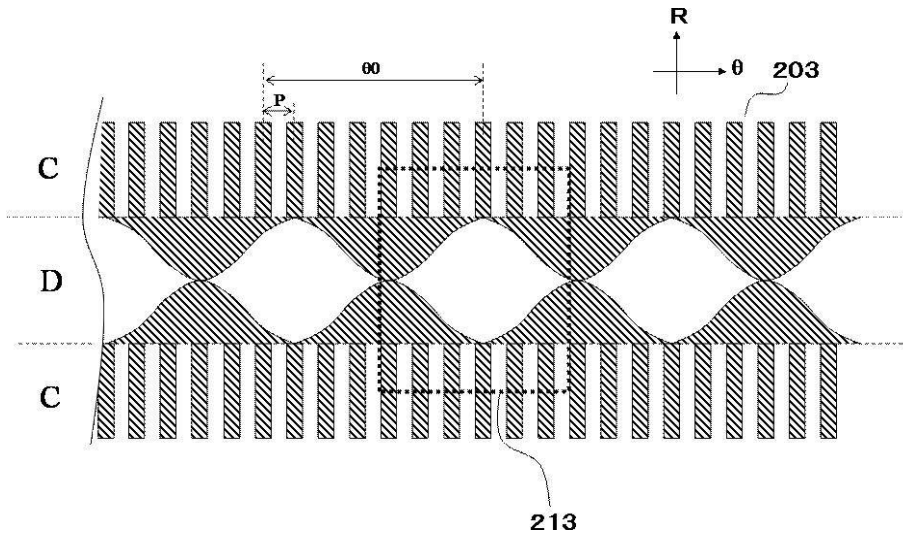
【 図 1 5 】



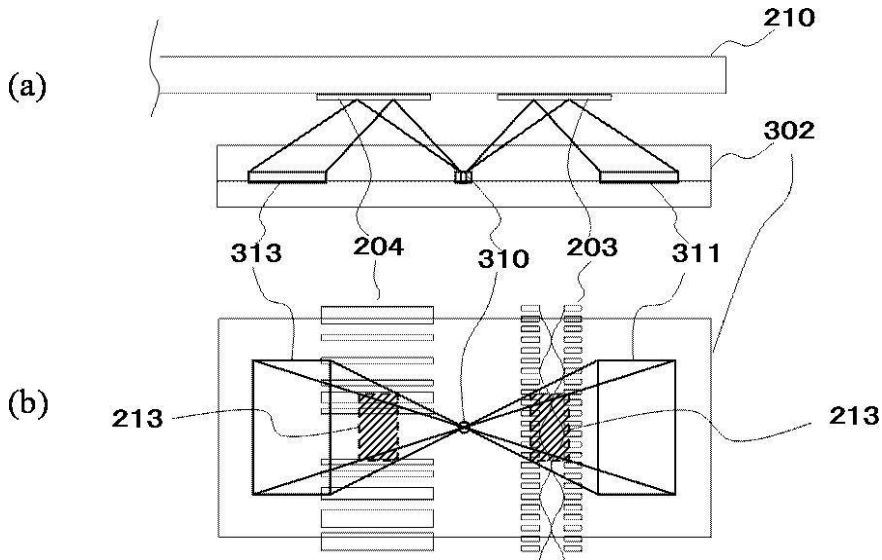
【図 16】



【図 17】



【 図 1 8 】



【 図 1 9 】

