

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5479236号
(P5479236)

(45) 発行日 平成26年4月23日(2014. 4. 23)

(24) 登録日 平成26年2月21日(2014. 2. 21)

(51) Int.Cl.

F I

G O 1 D 5/36 (2006.01)

G O 1 D 5/36 W

G O 1 D 5/347 (2006.01)

G O 1 D 5/347 E

G O 1 D 5/347 1 1 O A

請求項の数 10 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2010-136294 (P2010-136294)
 (22) 出願日 平成22年6月15日(2010. 6. 15)
 (65) 公開番号 特開2012-2592 (P2012-2592A)
 (43) 公開日 平成24年1月5日(2012. 1. 5)
 審査請求日 平成25年6月10日(2013. 6. 10)

(73) 特許権者 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 100110412
 弁理士 藤元 亮輔
 (74) 代理人 100104628
 弁理士 水本 敦也
 (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
 審査官 岡田 卓弥

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロータリーエンコーダ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1パターン及び該第1パターンとは異なる第2パターンを有し、回転軸を中心に回転可能なスケールと、

前記スケールに光束を照射する光源と、

前記第1パターンを透過または反射した光束を検出して第1検出信号を出力する第1検出手段と、

前記第2パターンを透過または反射した光束を検出して第2検出信号を出力する第2検出手段と、

前記第1検出信号に基づいて偏芯補正信号を生成し、該偏芯補正信号に基づいて前記第2検出信号を補正する制御手段と、を有し、

前記第1パターン及び第2パターンの一方は、前記回転軸を中心に螺旋状に形成され、所定値より大きい回転角変位を検出する螺旋状パターンであり、

前記第1パターン及び前記第2パターンの他方は、前記回転軸を中心に放射状に形成され、前記螺旋状パターンで検出される前記回転角変位よりも小さい回転角変位を検出する放射状パターンである、

ことを特徴とするロータリーエンコーダ。

【請求項 2】

前記螺旋状パターンは、前記回転軸を基準として、前記放射状パターンの内側に形成されていることを特徴とする請求項1に記載のロータリーエンコーダ。

10

20

【請求項 3】

前記第 1 検出信号、前記第 2 検出信号、及び、前記偏芯補正信号の関係を記憶する記憶手段をさらに有し、

前記第 1 パターンは前記螺旋状パターンであり、

前記第 2 パターンは前記放射状パターンであり、

前記制御手段は、前記第 1 検出信号と、前記記憶手段に記憶された前記関係に基づいて、前記第 2 検出信号を補正することを特徴とする請求項 1 に記載のロータリーエンコーダ。

【請求項 4】

前記第 1 検出手段は、前記第 2 検出手段に対して前記回転軸を中心として 90 度回転した位置に配置されていることを特徴とする請求項 3 に記載のロータリーエンコーダ。

10

【請求項 5】

前記第 1 検出手段は、前記第 1 パターンを透過または反射した前記光束を検出する 2 つの検出部を備え、

前記制御手段は、前記 2 つの検出部で検出された前記第 1 検出信号に基づいて前記偏芯補正信号を生成し、前記第 2 検出信号を補正することを特徴とする請求項 1 に記載のロータリーエンコーダ。

【請求項 6】

前記 2 つの検出部は、前記回転軸を中心として互いに 180 度回転した位置に配置されていることを特徴とする請求項 5 に記載のロータリーエンコーダ。

20

【請求項 7】

前記第 2 検出手段は、前記 2 つの検出部に対して前記回転軸を中心に 90 度回転した位置に配置されていることを特徴とする請求項 6 に記載のロータリーエンコーダ。

【請求項 8】

前記第 1 パターンは前記螺旋状パターンであり、

前記第 2 パターンは前記放射状パターンであることを特徴とする請求項 5 乃至 7 のいずれか 1 項に記載のロータリーエンコーダ。

【請求項 9】

前記第 1 パターンは前記放射状パターンであり、

前記第 2 パターンは前記螺旋状パターンであることを特徴とする請求項 5 乃至 7 のいずれか 1 項に記載のロータリーエンコーダ。

30

【請求項 10】

前記螺旋状パターンは、第 1 方向の第 1 螺旋状パターンと該第 1 方向とは逆方向の第 2 螺旋状パターンから構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載のロータリーエンコーダ。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、回転角度を検出するロータリーエンコーダに関する。

【背景技術】

40

【0002】

従来、工作機や F A 装置などの角度測定に、ロータリーエンコーダが用いられている。ロータリーエンコーダの角度検出方式としては、インクリメンタル方式とアブソリュート方式に大別される。特許文献 1 に示されるようなインクリメンタル方式は、構成が単純であるが、電源が切れたときに角度情報が失われる点や、外来ノイズによって誤差が蓄積されるという欠点がある。一方、アブソリュート方式のロータリーエンコーダは、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う利点を有する。

【0003】

絶対位置を検出するアブソリュート方式のロータリーエンコーダは、例えば特許文献 2

50

に開示されている。特許文献2のロータリーエンコーダによれば、上位検出（アブソリュート）パターンと、下位検出（インクリメント）パターンの位相同期を行うことにより、高精度のアブソリュート信号を検出することができる。

【0004】

またロータリーエンコーダは、通常、ロータリースケールのパターン中心と回転中心を正確に一致させることは困難であり、機械誤差によって発生した偏芯により検出角度に誤差が生じる。この偏芯による誤差を抑えるため、特許文献3には、偏芯誤差検出用の検出器で得られた偏芯誤差を用いて変位検出用の検出器で検出された変位信号を補正するロータリーエンコーダが開示されている。また特許文献4には、1つのパターンに対して180度の位置に配置した2つの検出器により偏芯を補正するロータリーエンコーダが開示されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2006-214929号公報

【特許文献2】特開平2-168115号公報

【特許文献3】特公平7-069190号公報

【特許文献4】特開平11-108698号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0006】

ところが、上位検出と下位検出で絶対位置を検出するロータリーエンコーダにおいて、偏芯誤差検出用の検出器とパターンをさらに設けると、スケール及びエンコーダ全体が大型化し、コストアップとなる。また、上位検出と下位検出でそれぞれ2つ検出器を用いた場合でも、エンコーダ全体が大型化し、コストアップとなる。

【0007】

そこで本発明は、高精度で、小型かつローコストなロータリーエンコーダを提供する。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の一側面としてのロータリーエンコーダは、第1パターン及び該第1パターンとは異なる第2パターンを有し、回転軸を中心に回転可能なスケールと、前記スケールに光束を照射する光源と、前記第1パターンを透過または反射した光束を検出して第1検出信号を出力する第1検出手段と、前記第2パターンを透過または反射した光束を検出して第2検出信号を出力する第2検出手段と、前記第1検出信号に基づいて偏芯補正信号を生成し、前記偏芯補正信号に基づいて前記第2検出信号を補正する制御手段とを有し、前記第1パターン及び第2パターンの一方は、前記回転軸を中心に螺旋状に形成され、所定値より大きい回転角変位を検出する螺旋状パターンであり、前記第1パターン及び前記第2パターンの他方は、前記回転軸を中心に放射状に形成され、前記螺旋状パターンで検出される前記回転角変位よりも小さい回転角変位を検出する放射状パターンである。

30

【0009】

本発明の他の目的及び特徴は、以下の実施例において説明される。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、高精度で、小型かつローコストなロータリーエンコーダを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】実施例1におけるロータリーエンコーダの構成図である。

【図2】実施例1におけるスケールのパターン及びセンサユニットの配置を示す図である。

50

【図 3】実施例 1 におけるセンサユニットを示す図である。

【図 4】実施例 1 において、インクリメントスリットのカウント値と螺旋出力との関係を示すグラフである。

【図 5】実施例 1 において、インクリメントスリットのカウント値とインクリメント出力の偏芯による誤差量との関係を示すグラフである。

【図 6】実施例 2 におけるロータリーエンコーダの構成図である。

【図 7】実施例 2 におけるスケールのパターン及びセンサユニットの配置を示す図である。

【図 8】実施例 2 において、回転角度と螺旋出力 `spiral__1`、`spiral__3` の関係とを示すグラフである。

10

【図 9】実施例 2 において、回転角度とインクリメント出力 `inc` の偏芯による誤差量との関係を示すグラフである。

【図 10】実施例 3 におけるロータリーエンコーダの構成図である。

【図 11】実施例 3 におけるスケールのパターン及びセンサユニットの配置を示す図である。

【図 12】実施例 3 において、回転角度とインクリメント出力 `inc__2`、`inc__4` との関係を示すグラフである。

【図 13】実施例 3 において、回転角度と螺旋出力 `spiral` との関係を示すグラフである。

【図 14】実施例 4 におけるロータリーエンコーダの構成図である。

20

【図 15】実施例 4 におけるスケールのパターン及びセンサユニットの配置を示す図である。

【図 16】実施例 4、5 において、回転角度と螺旋出力 `spiral__1`、逆螺旋出力 `spiral__2` との関係を示すグラフである。

【図 17】実施例 4、5 において、回転角度とインクリメント出力 `inc` の偏芯による誤差量との関係を示すグラフである。

【図 18】実施例 5 におけるロータリーエンコーダの構成図である。

【図 19】実施例 5 におけるスケールのパターン及びセンサユニットの配置を示す図である。

【図 20】実施例 5 におけるセンサユニットを示す図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明の実施例について、図面を参照しながら詳細に説明する。各図において、同一の部材については同一の参照番号を付し、重複する説明は省略する。

【実施例 1】

【0013】

図 1 は、実施例 1 におけるロータリーエンコーダ 100 の構成図である。ロータリーエンコーダ 100 は、回転軸に取り付けられるロータリースケール 201、第 1 センサユニット 301、第 2 センサユニット 302、信号処理回路 401、記憶装置 402、コンパレータ回路 403、及び、カウンタ 404 を備える。信号処理回路 401 は、第 1 センサ

40

ユニット 301、第 2 センサユニット 302 のそれぞれで得られたエンコーダ信号の内挿処理や、メモリへの信号の書き込み、及び、読み出しを行う。

【0014】

ロータリースケール 201 は、第 1 パターン及び第 1 パターンとは異なる第 2 パターンを有し、回転軸を中心に回転可能なスケールである。また、ロータリーエンコーダ 100 にはロータリースケール 201 に光束を照射する光源(不図示)が設けられている。第 1 センサユニット 301 は、第 1 パターン(一方のパターン)を透過(または反射)した光束を検出して第 1 検出信号を出力する第 1 検出手段である。第 2 センサユニット 302 は、第 2 パターン(他方のパターン)を透過(または反射)した光束を検出して第 2 検出信号を出力する第 2 検出手段である。信号処理回路 401 は、第 1 検出信号に基づいて偏芯補

50

正信号を生成し、偏芯補正信号に基づいて第2検出信号を補正する制御手段である。記憶装置402は、第1検出信号、第2検出信号、及び、偏芯補正信号の関係を記憶する記憶手段である。信号処理回路401は、後述のように、第1検出信号と記憶装置402に記憶された関係にもとづいて第2検出信号を補正する。

【0015】

図2は、本実施例におけるロータリースケール201のパターン及びセンサユニットの配置を示す図である。ロータリースケール201は、ガラス基板上にクロム反射膜を螺旋状及び放射状にパターンニングして構成されている。すなわち、ロータリースケール201は、第1パターンとしての螺旋状パターン501と第2パターンとしての放射状パターン502を有する。螺旋状パターン501は、回転軸を中心に螺旋状に形成され、所定値より大きい回転角変位を検出する。一方、放射状パターン502は、回転軸を中心に放射状に形成され、螺旋状パターン501で検出される回転角変位よりも小さい回転角変位を検出する。

【0016】

螺旋状パターン501は、回転軸を基準として、放射状パターン502の内側に形成されている。また、パターン中心からの半径を r 、パターン中心を軸とした方位角度を θ 、反射スリットの半径方向のピッチを $TP1$ として、 $r = a \times \theta$ 、 $a = TP1 / 360$ の式で示される中心線に沿って形成される。また、その反射スリット幅 d は、 $d = a \times 180 = TP1 / 2$ である。なお本実施例では、 $TP1 = 100 \mu m$ 、 $a = 0.278 \mu m / ^\circ$ である。また、外周側の放射状パターン502は、一周512本の反射スリットにより形成されており、円周方向のピッチ $TP2$ は、 $TP2 = TP1$ の関係を有する。スリット幅は $TP2 / 2$ である。ここで、放射状パターン502を螺旋状パターン501の外側に配置することによって、最小分解能を向上させることができる。

【0017】

第1センサユニット301は、螺旋状パターン501からの信号を読み出すように配置されている。第2センサユニット302は、放射状パターン502からの信号を読み出すように配置されている。第1センサユニット301と第2センサユニット302は、回転中心軸（回転軸）を中心として互いに90度回転した位置に配置されている。

【0018】

図3は、本実施例におけるセンサユニットを示す図である。図3には、断面図及び平面図が示されている。第1センサユニット301及び第2センサユニット302は、LED310とフォトダイオードアレイ320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。このセンサのように、光学式エンコーダにおけるインデックススケールを兼ねて受光素子アレイを用いる方式は、既に例えば特許文献1に詳述されているため、エンコーダ信号の検出原理についての説明は省略する。

【0019】

第1センサユニット301の内部のLED310（光源）から出射した発散光束は、ロータリースケール201の螺旋状パターン501に照射され、第1センサユニット301の内部のフォトダイオードアレイ320に向けて反射される。フォトダイオードアレイ320によって受光された光束は電気信号に変換され、螺旋エンコーダ信号（第1検出信号）として信号処理回路401に送られる。第1センサユニット301から得られた螺旋エンコーダ信号は、信号処理回路401でアークタンジェント演算による内挿処理がなされ、螺旋出力 *spiral* を得る。

【0020】

第2センサユニット302の内部のLED310から出射した発散光束は、ロータリースケール201の放射状パターン502に照射され、第2センサユニット302の内部のフォトダイオードアレイ320に向けて反射される。フォトダイオードアレイ320によって受光された光束は電気信号に変換され、インクリメントエンコーダ信号（第2検出信号）として信号処理回路401に送られる。第2センサユニット302から得られたインクリメンタルエンコーダ信号は、信号処理回路401でアークタンジェント演算による内

挿処理がなされ、インクリメント出力 inc を得る。同時に、コンパレータ回路 403 に送られたインクリメンタルエンコード信号は所定の閾値で2値化され、カウンタによりパルスカウントが行われる。これにより、インクリメントスリットの数(インクリメントカウント値C)が得られる。

【0021】

まず、初期動作シーケンスについて説明する。ロータリースケール201を回転させ、インクリメント信号の2値化信号のエッジタイミングで螺旋出力 $spiral$ とインクリメントカウント値Cを1周分以上取得する。このとき、以下の式(1)で表される偏芯補正信号 Err を演算して求める。

【0022】

$$Err = spiral - C \times 2 / 512 \dots (1)$$

そして、偏芯補正信号 Err と螺旋出力 $spiral$ 、及び、インクリメントスリットカウント値 $Count$ の関係を、テーブルとして記憶装置402に蓄える。なお、上記関係を関数式として記憶しても構わない。

【0023】

横軸をインクリメントスリットのカウント値とし、縦軸を螺旋スリットのからの出力とすると、図4のグラフに示される関係が得られる。また、横軸をインクリメントスリットのカウント値とし、縦軸をインクリメント出力 inc の偏芯による誤差量とすると、図5のグラフに示される関係が得られる。第1センサユニット301と第2センサユニット302がロータリースケール201の回転軸に対して90°の位置関係にある場合、この誤差の位相は偏芯補正信号 Err の位相と等しくなる。なお、各センサユニットの位置関係が90°以外の場合でも、記憶した偏芯補正信号 Err の位相を補正すればよい。第1センサユニット301と第2センサユニット302の検出ピッチが等しい場合、その誤差振幅も等しくなる。なお、検出ピッチが異なる場合でも、偏芯補正信号 Err に感度比分の係数を掛けることで適用可能である。

【0024】

次に、実際の角度検出動作について説明する。上記理論に基づき、インクリメント出力 inc の補正を行う。まず、得られた螺旋出力 $spiral$ より、テーブルを参照し比較演算を行うことによって、512本のうち該当するインクリメントスリットを同定するとともに、偏芯補正信号 Err を読み出す。そして、インクリメント出力 inc から偏芯補正信号 Err を引くことにより、偏芯による誤差を補正する。

【0025】

このようにして同定されたインクリメントスリットと、インクリメント出力 inc の補正結果から、偏芯誤差を抑えられた絶対角度位置信号を周内全域にわたって得ることができる。その後、一定時間経過後や一定温度変化時等において、初期化動作をやりなおしてもよい。なお、本実施例において、反射型のエンコードを用いているが、透過型のエンコードを用いてもよい。また、受光素子と発光素子とが別体に構成されていてもよい。

【0026】

以上のとおり本実施例によれば、螺旋状パターンと放射状パターンを備え、上位(螺旋)パターンの信号に基づき下位(放射状)パターンの信号を補正するように構成されているため、高精度の絶対値検出を実現しつつ、小型化及びローコスト化が達成可能である。

【実施例2】

【0027】

図6は、実施例2におけるロータリーエンコード101の構成図である。ロータリーエンコード101は、回転軸に取り付けられるロータリースケール201、第1センサユニット301、第2センサユニット302、第3センサユニット303、及び、信号処理回路401を備えて構成される。

【0028】

図7は、本実施例におけるスケールのパターン及びセンサユニットの配置を示す図である。スケールのパターンは、実施例1と同様である。第1センサユニット301及び第3

10

20

30

40

50

センサユニット 303 (2つの検出部) は、第1パターンとしての螺旋状パターン 501 を透過 (または反射) した光束を検出する第1検出手段である。第1センサユニット 301 及び第3センサユニット 303 は、螺旋状パターン 501 からの信号を読み出すように、回転軸を中心として互いに 180 度回転した位置に配置されている。また、第2検出手段としての第2センサユニット 302 は、放射状パターン 502 からの信号を読み出すように、2つの検出部に対して回転軸を中心に 90 度回転した位置に配置されている。信号処理回路 401 は、後述のように、2つの検出部で検出された第1検出信号に基づいて偏芯補正信号を生成し、第2検出信号を補正する。

【0029】

第1センサユニット 301、第3センサユニット 303 の内部の LED 310 から出射した発散光束は、螺旋状パターン 501 に照射され、第1センサユニット 301、第3センサユニット 303 の内部のフォトダイオードアレイ 320 に向けて反射される。フォトダイオードアレイ 320 によって受光された光束は電気信号に変換され、螺旋エンコード信号として信号処理回路 401 に送られる。第1センサユニット 301、第3センサユニット 303 から得られた螺旋エンコード信号は、信号処理回路 401 でアークタンジェント演算による内挿処理をされ、螺旋出力 $spiral_1$ 、 $spiral_3$ がそれぞれ得られる。

【0030】

第2センサユニット 302 の内部の LED 310 から出射した発散光束はロータリースケール 201 の放射状パターン 502 に照射され、第2センサユニット 302 の内部のフォトダイオードアレイ 320 に向けて反射される。フォトダイオードアレイ 320 によって受光された光束は電気信号に変換され、インクリメントエンコード信号として信号処理回路 401 に送られる。第2センサユニット 302 から得られたインクリメンタルエンコード信号は、信号処理回路 401 でアークタンジェント演算による内挿処理がなされ、インクリメント出力 inc が得られる。

【0031】

上位アブソリュート信号 $spiral$ は、以下の式 (2) で表される演算により求められる。

【0032】

$$spiral = (spiral_1 + spiral_3) / 2 \quad \dots (2)$$

このとき、位相の折り返しの影響により、1周で2周期の信号となり、180°対称の位置を判別できないが、メモリを使うか、又は、ゾーン検出を追加することによって判別することができる。例えば、 $spiral_1$ と $spiral$ の関係を記憶しておくことにより判別可能である。

【0033】

また、偏芯補正信号 Err は、以下の式 (3) で表される演算により求められる。

【0034】

$$Err = (spiral_1 - spiral_3) / 2 \quad \dots (3)$$

横軸を回転角度、縦軸を螺旋出力 $spiral_1$ 、 $spiral_3$ とすると、図8のグラフに示される関係となる。また、縦軸をインクリメント出力 inc の偏芯による誤差量とすると、図9のグラフに示される関係となる。第1センサユニット 301 と第2センサユニット 302 がロータリースケール 201 の回転軸に対し 90° の関係にある場合、この誤差の位相は偏芯補正信号 Err の位相と等しくなる。第1センサユニット 301、第2センサユニット 302、及び、第3センサユニット 303 の検出ピッチが等しい場合、その誤差振幅も等しくなる。なお、検出ピッチが異なる場合でも、偏芯補正信号 Err に感度比分の係数を掛けることで、適用可能である。

【0035】

次に、実際の角度検出動作について説明する。上記理論に基づき、インクリメント出力 inc から偏芯補正信号 Err を引くことによって、偏芯による誤差を補正する。このようにして得られた上位アブソリュート信号 $spiral$ と、インクリメント出力 i

10

20

30

40

50

n c の補正結果から、偏芯誤差を抑えられた絶対角度位置信号を周内全域にわたって得ることができる。なお、本実施例では反射型のエンコーダを用いているが、透過型のエンコーダを用いてもよい。また、受光素子と発光素子とが別体に構成されていてもよい。

【0036】

以上のとおり、本実施例では、螺旋状パターンと放射状パターンを備え、上位（螺旋）パターンの信号からリアルタイムで偏芯誤差を検出し、下位（放射状）パターンの信号を補正するように構成されている。このため、初期化が不要となり、軸受けガタ等の再現性のない誤差も補正することが可能となる。

【実施例3】

【0037】

図10は、実施例3におけるロータリーエンコーダ102の構成図である。ロータリーエンコーダ102は、回転軸に取り付けられるロータリースケール201、第1センサユニット301、第2センサユニット302、第4センサユニット304、及び、信号処理回路401を備えて構成される。

【0038】

図11は、本実施例におけるスケールのパターン及びセンサユニットの配置を示す図である。スケールのパターンは実施例1と同様である。第1センサユニット301は、第2パターンとしての螺旋状パターン501からの信号を読み出すように配置される。第2センサユニット302と第4センサユニット304は、第1パターンとしての放射状パターン502からの信号を読み出すように配置される。第2センサユニット302と第4センサユニット304は、回転中心軸に対して互いに180度回転した位置に取り付けられている。また、第1センサユニット301と第2センサユニット302は、回転中心軸に対して互いに90度回転した位置に取り付けられている。

【0039】

第1センサユニット301の内部のLED310から出射した発散光束はロータリースケール201の螺旋状パターンに照射され、第1センサユニット301の内部のフォトダイオードアレイ320に向けて反射される。フォトダイオードアレイ320によって受光された光束は電気信号に変換され、螺旋エンコーダ信号として信号処理回路401に送られる。第1センサユニット301から得られた螺旋エンコーダ信号は、信号処理回路401でアークタンジェント演算による内挿処理がなされ、螺旋出力 *spiral* が得られる。

【0040】

第2センサユニット302、第4センサユニット304の内部のLED310から出射した発散光束は、ロータリースケール201の放射状パターン502に照射される。そして、第2センサユニット302、第4センサユニット304の内部のフォトダイオードアレイ320に向けて反射される。フォトダイオードアレイ320によって受光された光束は電気信号に変換され、インクリメントエンコーダ信号として信号処理回路401に送られる。第2センサユニット302、第4センサユニット304から得られたインクリメンタルエンコーダ信号は、信号処理回路401でアークタンジェント演算による内挿処理がなされ、インクリメント出力 *inc_2*、*inc_4* がそれぞれ得られる。偏芯補正されたインクリメント出力 *inc* は、以下の式(4)により得られる。

【0041】

$$inc = (inc_2 + inc_4) / 2 \quad \dots (4)$$

また、偏芯補正信号 *Err* は、以下の式(5)により得られる。

【0042】

$$Err = (inc_2 - inc_4) / 2 \quad \dots (5)$$

横軸を回転角度、縦軸をインクリメント出力 *inc_2*、*inc_4* とすると、図12のグラフに示される関係となる。また、縦軸を螺旋出力 *spiral* とすると、図13のグラフに示される関係となる。第1センサユニット301と第2センサユニット302がロータリースケール201の回転軸に対して90°の関係にある場合、この誤差の

10

20

30

40

50

位相は偏芯補正信号 E_{rr} の位相と等しくなる。第 1 センサユニット 301、第 2 センサユニット 302、及び、第 4 センサユニット 304 の検出ピッチが互いに等しい場合、その誤差振幅も等しくなる。なお、検出ピッチが異なる場合でも、偏芯補正信号 E_{rr} に感度比分の係数を掛けることで適用可能である。

【0043】

次に、実際の角度検出動作について説明する。上記理論に基づき、螺旋出力 $spiral$ から偏芯補正信号 E_{rr} を引くことによって、偏芯による誤差を補正する。このようにして得られた螺旋出力 $spiral$ の補正結果と、インクリメント出力 inc により、偏芯誤差が抑えられた絶対角度位置信号を周内全域にわたって得ることができる。

【0044】

以上のとおり、本実施例では、螺旋状パターンと放射状パターンを備え、下位（放射状）パターンの信号からリアルタイムで偏芯誤差を検出し、上位（螺旋）パターンの信号を補正するように構成されている。このため、実施例 2 と同様に、初期化が不要となり、軸受けガタ等の再現性のない誤差も補正することが可能となる。

【実施例 4】

【0045】

図 14 は、実施例 4 におけるロータリーエンコーダ 103 の構成図である。ロータリーエンコーダ 103 は、回転軸に取り付けられるロータリースケール 201、第 1 センサユニット 301、第 2 センサユニット 302、第 5 センサユニット 305、及び、信号処理回路 401 を備えて構成される。

【0046】

図 15 は、本実施例におけるスケールのパターン及びセンサユニットの配置を示す図である。ロータリースケール 201 は、ガラス基板上にクロム反射膜が、螺旋状、逆螺旋状、及び、放射状にパターンニングされることにより構成される。このように本実施例では、螺旋状パターンは、第 1 方向の螺旋状パターン 501（第 1 螺旋状パターン）と第 1 方向とは逆方向の逆螺旋状パターン 503（第 2 螺旋状パターン）から構成されている。

【0047】

内周側の螺旋状パターン 501 は、パターン中心からの半径を r 、パターン中心を軸とした方位角度を θ 、反射スリットの半径方向のピッチを $TP1$ として、 $r = a \times \theta$ 、 $a = TP1 / 360$ で表される中心線に沿って形成される。また、反射スリット幅 d は、 $d = a \times 180 = TP1 / 2$ のように表される。なお本実施例では、 $TP1 = 100 \mu m$ 、 $a = 0.278 \mu m / ^\circ$ である。中周側の逆螺旋状パターン 503 は、パターン中心からの半径を r 、パターン中心を軸とした方位角度を θ 、反射スリットの半径方向のピッチを $TP1$ として、 $r = -a \times \theta$ 、 $a = TP1 / 360$ 、で表される中心線に沿って形成される。また、反射スリット幅 d は、 $d = a \times 180 = TP1 / 2$ のように表される。なお本実施例では、 $TP1 = 100 \mu m$ 、 $a = 0.278 \mu m / ^\circ$ である。

【0048】

また、外周側の放射状パターン 502 は、一周 512 本の反射スリットにより形成されており、円周方向のピッチ $TP2$ は、 $TP2 = TP1$ の関係を有する。また、スリット幅は $TP2 / 2$ である。第 1 センサユニット 301 は、螺旋状パターン 501 からの信号を読み出すように配置されている。第 5 センサユニット 305 は、逆螺旋状パターン 503 からの信号を読み出すように配置されている。第 2 センサユニット 302 は、放射状パターン 502 からの信号を読み出すように配置されている。第 1 センサユニット 301 と第 2 センサユニット 302 は、回転中心軸に対して相対的に 90° の位置に取り付けられている。第 1 センサユニット 301 と第 5 センサユニット 305 は、回転中心軸に対して同じ向きに取り付けられている。

【0049】

第 1 センサユニット 301 の内部の LED 310 から出射した発散光束はロータリースケールの螺旋状パターンに照射され、第 1 センサユニット 301 の内部のフォトダイオードアレイ 320 に向けて反射される。フォトダイオードアレイ 320 によって受光された

10

20

30

40

50

光束は電気信号に変換され、螺旋エンコーダ信号として信号処理回路401に送られる。第1センサユニット301から得られた螺旋エンコーダ信号は、信号処理回路401でアークタンジェント演算による内挿処理がなされ、螺旋出力 $spiral_1$ が得られる。

【0050】

第5センサユニット305の内部のLED310から出射した発散光束はロータリースケールの逆螺旋状パターンに照射され、第5センサユニット305の内部のフォトダイオードアレイ320に向けて反射される。フォトダイオードアレイ320によって受光された光束は電気信号に変換され、逆螺旋エンコーダ信号として信号処理回路401に送られる。第5センサユニット305から得られた逆螺旋エンコーダ信号は、信号処理回路401でアークタンジェント演算による内挿処理がなされ、逆螺旋出力 $spiral_2$ が得られる。

10

【0051】

第2センサユニット302の内部のLED310から出射した発散光束はロータリースケールの放射状パターン502に照射され、第2センサユニット302の内部のフォトダイオードアレイ320に向けて反射される。フォトダイオードアレイ320によって受光された光束は電気信号に変換され、インクリメントエンコーダ信号として信号処理回路401に送られる。第2センサユニット302から得られたインクリメンタルエンコーダ信号は、信号処理回路401でアークタンジェント演算による内挿処理がなされ、インクリメント出力 inc が得られる。

20

【0052】

上位アブソリュート信号 $spiral$ は、以下の式(6)で表される演算により得られる。

【0053】

$$spiral = (spiral_1 - spiral_3) / 2 \quad \dots (6)$$

このとき、位相の折り返しの影響により1周で2周期の信号となり、180°対称の位置を判別することができない。ただし、メモリを用いるか、又は、ゾーン検出を追加することによって判別することができる。例えば、 $spiral_1$ と $spiral$ の関係を記憶しておくことにより判別可能となる。また、偏芯補正信号 Err は、以下の式(7)で表される演算により得られる。

30

【0054】

$$Err = (spiral_1 + spiral_3) / 2 \quad \dots (7)$$

横軸を回転角度、縦軸を螺旋出力 $spiral_1$ 、逆螺旋出力 $spiral_2$ とすると、図16のグラフに示される関係となる。また、縦軸をインクリメント出力 inc の偏芯による誤差量とすると、図17のグラフに示される関係となる。第1センサユニット301と第2センサユニット302がロータリースケール201の回転軸に対して90°の関係にある場合、この誤差の位相は偏芯補正信号 Err の位相と等しくなる。第1センサユニット301、第2センサユニット302、及び、第3センサユニット303の検出ピッチが互いに等しい場合、その誤差振幅も等しくなる。なお、検出ピッチが異なる場合でも、偏芯補正信号 Err に感度比分の係数を掛けることで適用可能である。

40

【0055】

次に、実際の角度検出動作について説明する。上記理論に基づき、インクリメント出力 inc から偏芯補正信号 Err を引くことによって、偏芯による誤差を補正する。このようにして得られた上位アブソリュート信号 $spiral$ と、インクリメント出力 inc の補正結果から、偏芯誤差を抑えられた絶対角度位置信号を周内全域にわたって得ることができる。

【0056】

なお、本実施例では反射型のエンコーダを用いているが、透過型のエンコーダを用いてもよい。また、受光素子と発光素子とが別体に構成されていてもよい。また、螺旋と逆螺旋のいずれかを同心円のパターンとしてもよい。

50

【 0 0 5 7 】

以上のとおり、本実施例は、螺旋、逆螺旋状パターンと放射状パターンを備え、上位（螺旋）パターンの信号よりリアルタイムで偏芯誤差を検出し、下位（放射状）パターンの信号を補正するように構成されている。このため、センサ位置を片側に集約することができ、容易な配置が可能となる。

【 実施例 5 】

【 0 0 5 8 】

図 18 は、実施例 5 におけるロータリーエンコーダ 104 の構成図である。ロータリーエンコーダ 104 は、回転軸に取り付けられるロータリースケール 201、第 2 センサユニット 302、第 6 センサユニット 306、及び、信号処理回路 401 を備えて構成される。

10

【 0 0 5 9 】

図 19 は、本実施例におけるスケールのパターン及びセンサユニットの配置を示す図である。スケールのパターンは実施例 4 と同様である。第 6 センサユニット 306 は、螺旋状パターン 501 及び逆螺旋状パターン 503 からの信号を読み出すように配置されている。第 2 センサユニット 302 は、放射状パターン 502 からの信号を読み出すように配置されている。第 6 センサユニット 306 と第 2 センサユニット 302 は、回転中心軸に対して相対的に 90° の位置に取り付けられている。

【 0 0 6 0 】

図 20 は、本実施例におけるセンサユニットを示す図である。第 6 センサユニット 306 の内部の LED 310 から出射した発散光束は、ロータリースケール 201 の螺旋状パターン及び逆螺旋状パターンに照射される。そして、第 6 センサユニット 306 の内部の第 1 フォトダイオードアレイ 321、第 2 フォトダイオードアレイ 322 に向けてそれぞれ反射される。各フォトダイオードアレイによって受光された光束は電気信号に変換され、螺旋、逆螺旋エンコーダ信号として信号処理回路 401 に送られる。第 1 センサユニット 301 から得られた螺旋、逆螺旋エンコーダ信号は、信号処理回路 401 でアークタンジェント演算による内挿処理がなされ、螺旋出力 $spiral_1$ 、逆螺旋出力 $spiral_2$ が得られる。

20

【 0 0 6 1 】

第 2 センサユニット 302 の内部の LED 310 から出射した発散光束はロータリースケール 201 の放射状パターン 502 に照射され、第 2 センサユニット 302 の内部のフォトダイオードアレイに向けて反射される。フォトダイオードアレイによって受光された光束は電気信号に変換され、インクリメントエンコーダ信号として信号処理回路 401 に送られる。第 2 センサユニット 302 から得られたインクリメンタルエンコーダ信号は、信号処理回路 401 でアークタンジェント演算による内挿処理がなされ、インクリメント出力 inc が得られる。

30

【 0 0 6 2 】

上位アブソリュート信号 $spiral$ は、以下の式 (8) で表される演算により得られる。

【 0 0 6 3 】

$$spiral = (spiral_1 - spiral_3) / 2 \quad \dots \quad (8)$$

このとき、位相の折り返しの影響により 1 周で 2 周期の信号となり、180° 対称の位置を判別することはできない。ただし、メモリを用いるか、又は、ゾーン検出を追加することによって判別することができる。例えば、 $spiral_1$ と $spiral$ の関係を記憶しておくことによって、判別可能となる。また、偏芯補正信号 Err は、以下の式 (9) で表される演算により得られる。

40

【 0 0 6 4 】

$$Err = (spiral_1 + spiral_3) / 2 \quad \dots \quad (9)$$

横軸を回転角度、縦軸を螺旋出力 $spiral_1$ 、逆螺旋出力 $spiral_2$ とすると、図 16 のグラフに示される関係となる。また、縦軸をインクリメント出力 i

50

n c の偏芯による誤差量とすると、図 17 のグラフに示される関係となる。第 1 センサユニット 301 と第 2 センサユニット 302 がロータリースケール 201 の回転軸に対して 90° の関係にある場合、この誤差の位相は偏芯補正信号 E r r の位相と等しくなる。第 1 センサユニット 301、第 2 センサユニット 302、及び、第 3 センサユニット 303 の検出ピッチが互いに等しい場合、その誤差振幅も等しくなる。なお、検出ピッチが異なる場合でも、偏芯補正信号 E r r に感度比の係数を掛けることで適用可能である。

【0065】

次に、実際の角度検出動作について説明する。上記理論に基づき、インクリメント出力 i n c から偏芯補正信号 E r r を引くことによって、偏芯による誤差を補正する。このようにして得られた上位アブソリュート信号 s p i r a l と、インクリメント出力 i n c の補正結果から、偏芯誤差を抑えられた絶対角度位置信号を周内全域にわたって得ることができる。

10

【0066】

なお、本実施例では反射型のエンコーダを用いているが、透過型のエンコーダを用いてもよい。また、受光素子と発光素子を別体として構成してもよい。また、螺旋と逆螺旋のいずれかを同心円のパターンとしてもよい。

【0067】

本実施例によれば、螺旋、逆螺旋状パターンの読み出しセンサが一体化されているため、取り付け容易性が向上する。

【0068】

20

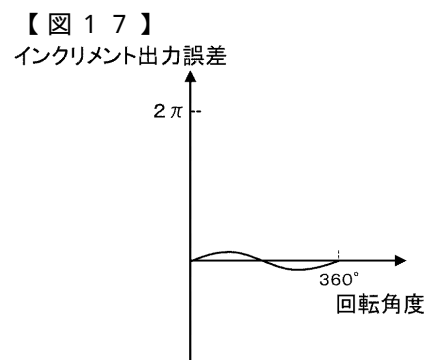
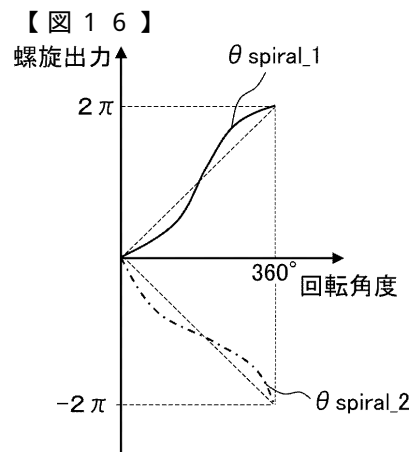
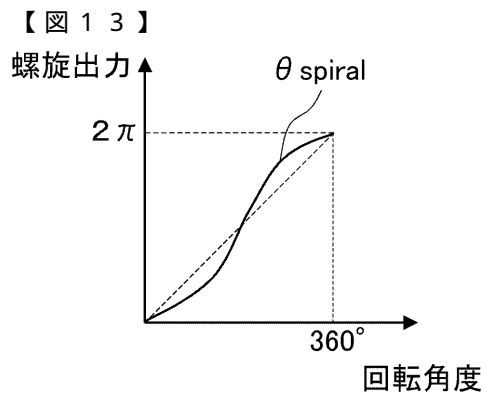
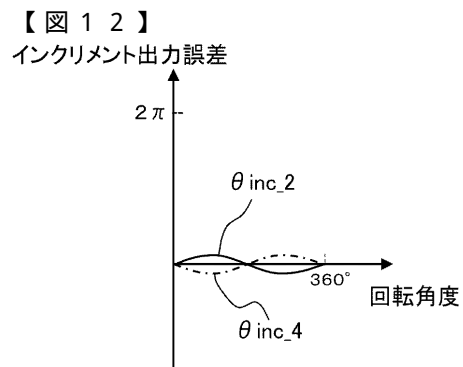
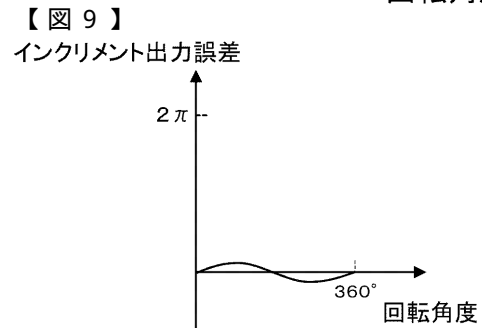
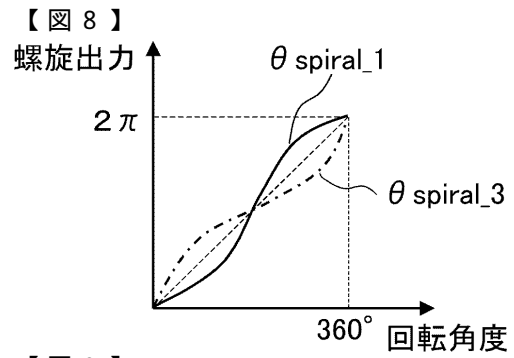
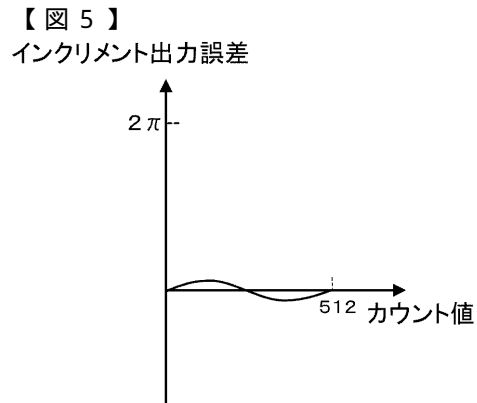
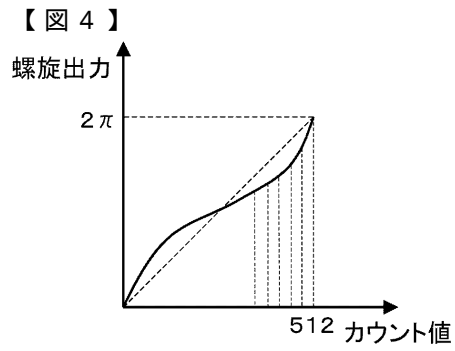
以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

【符号の説明】

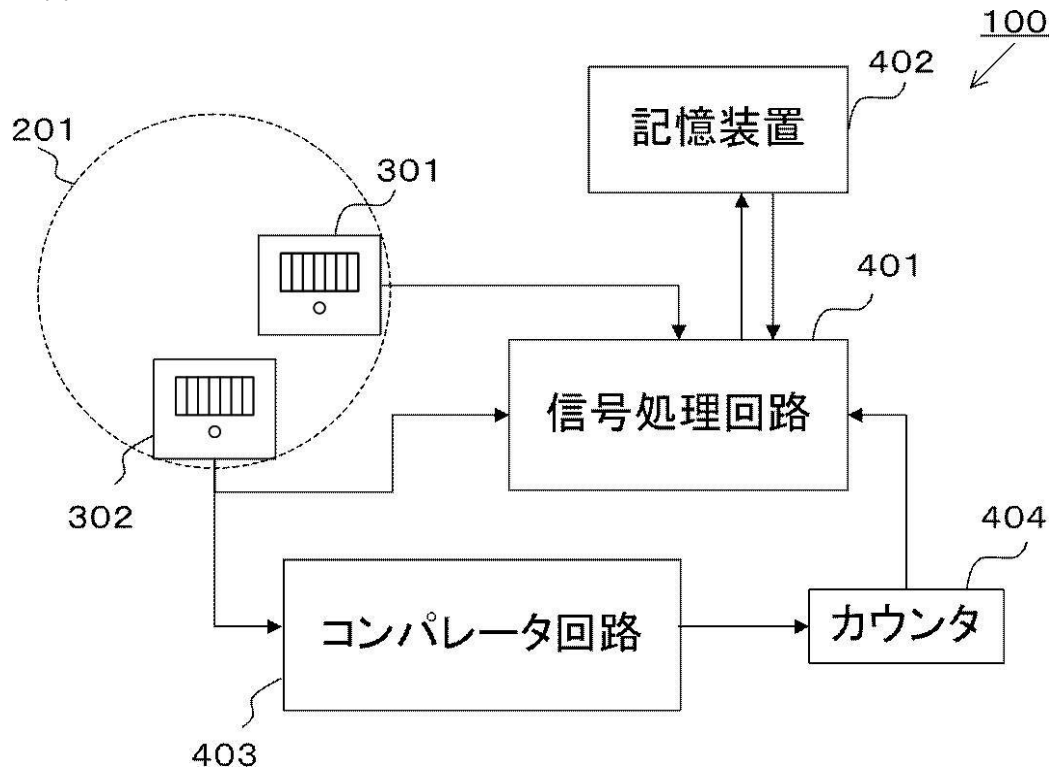
【0069】

100	ロータリーエンコーダ
201	ロータリースケール
301	第1センサユニット
302	第2センサユニット
310	L E D
320	フォトダイオードアレイ
401	信号処理回路
402	記憶装置
403	コンパレータ回路
501	螺旋状パターン
502	放射状パターン
503	逆螺旋状パターン

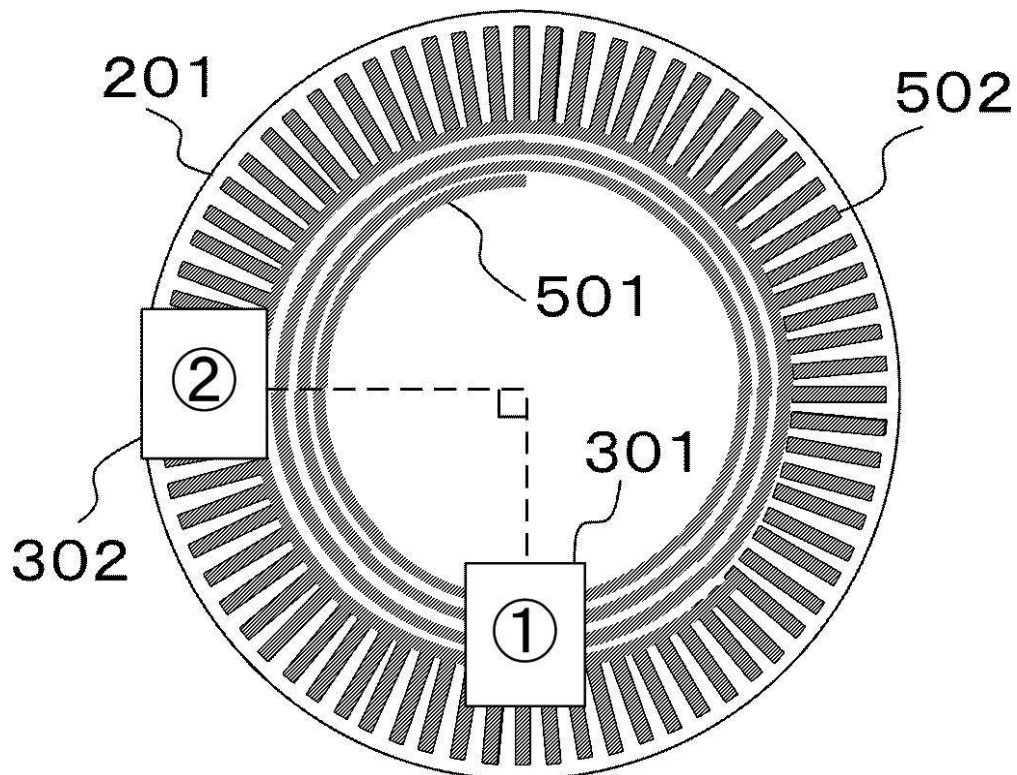
30



【図1】



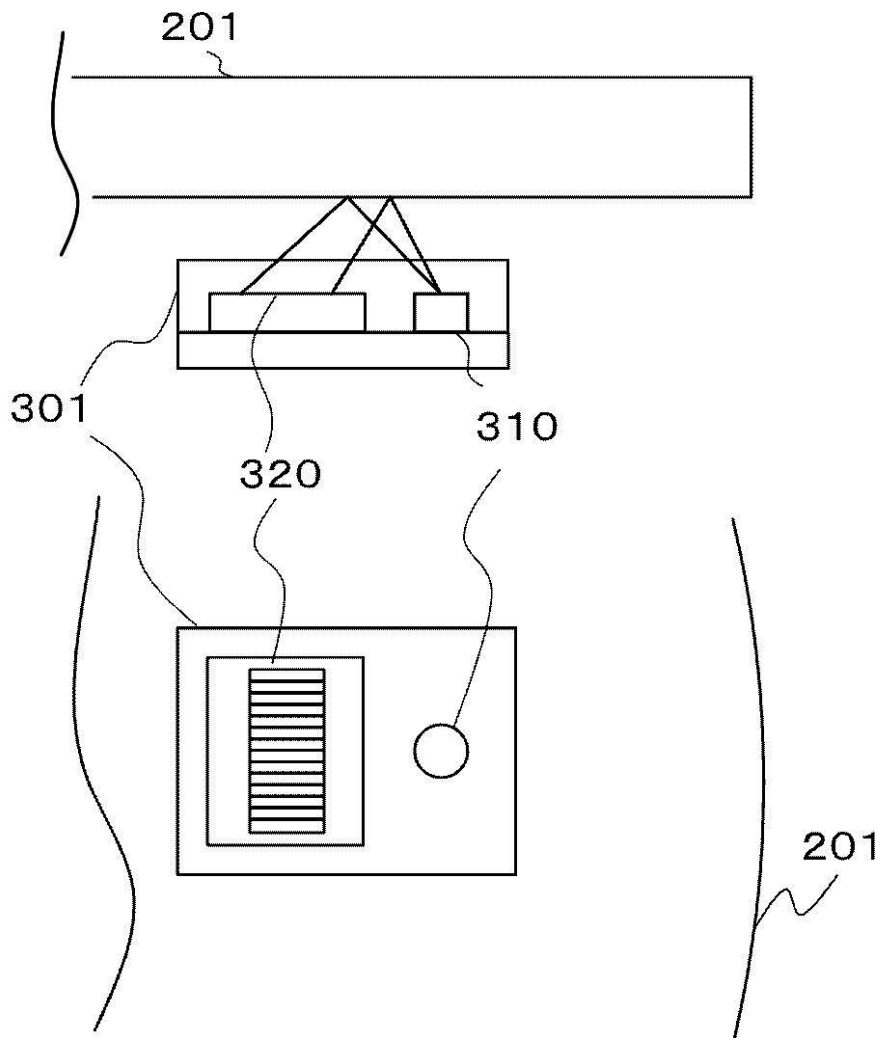
【図2】



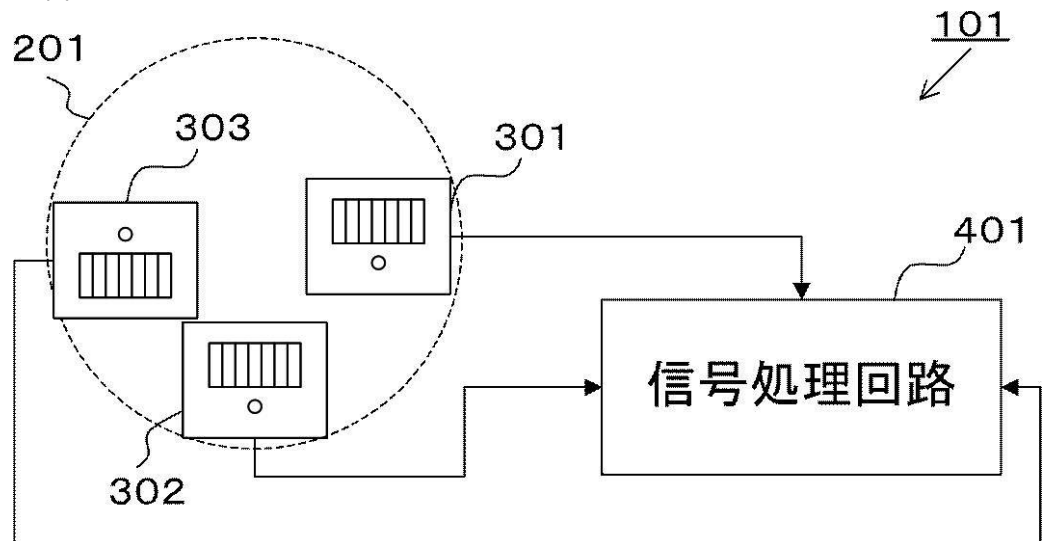
【図3】

断面

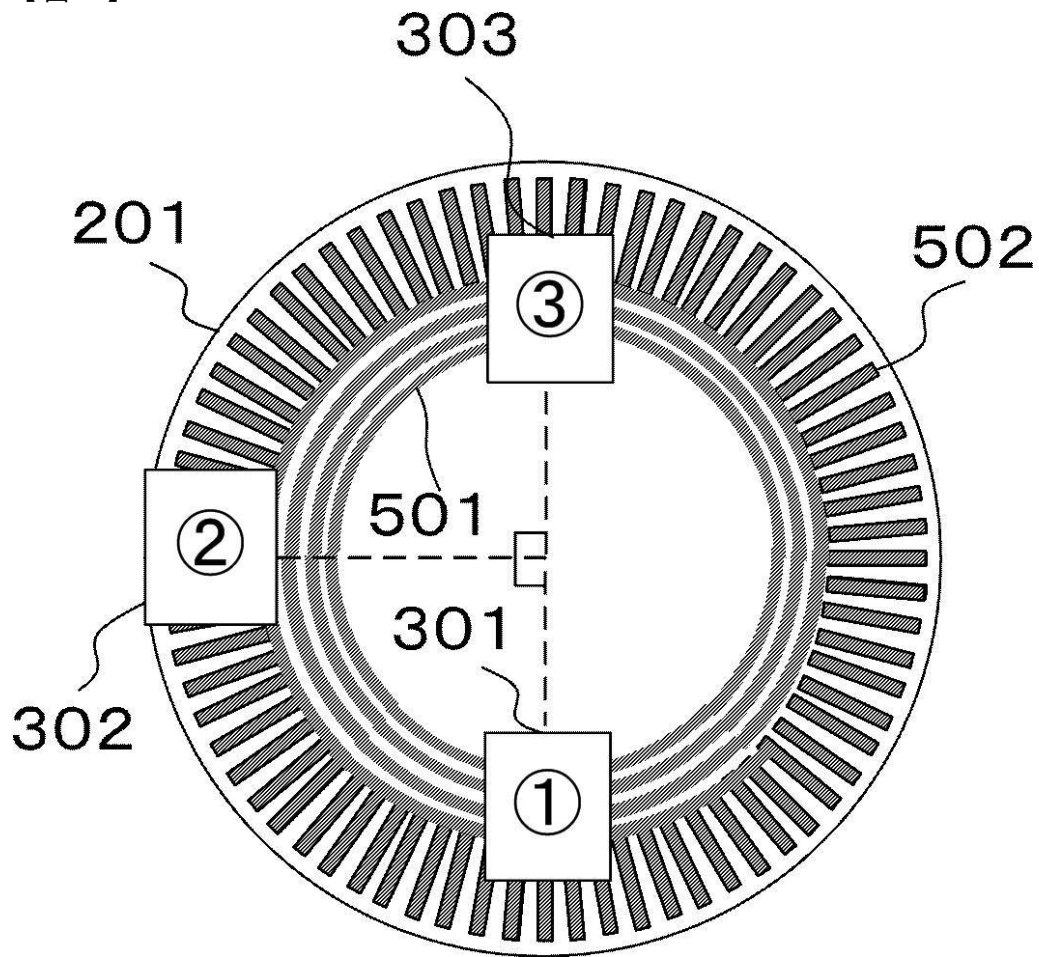
上面



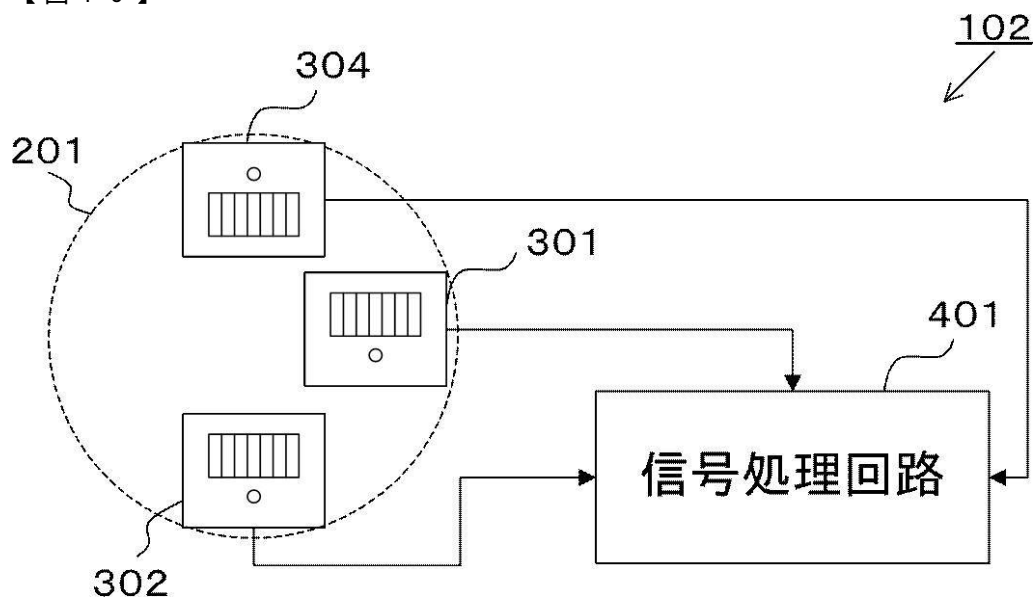
【図6】



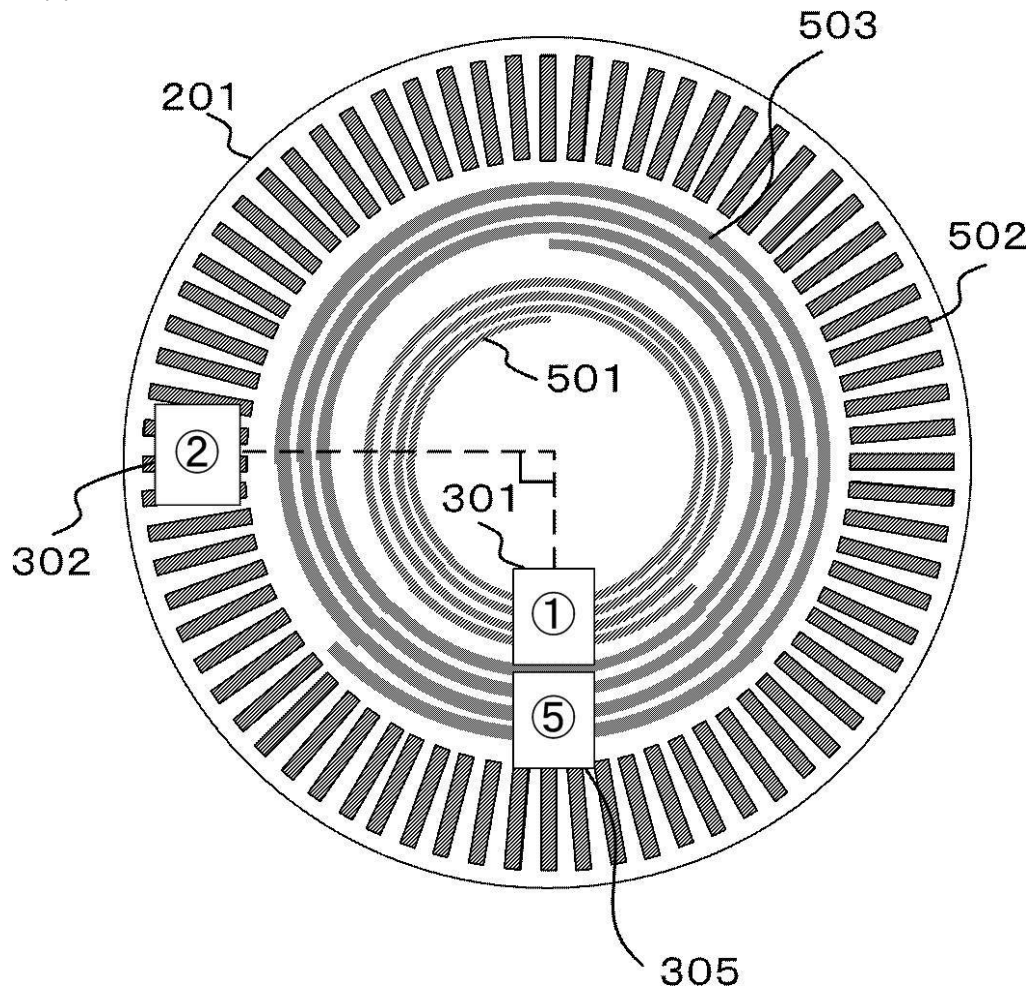
【図7】



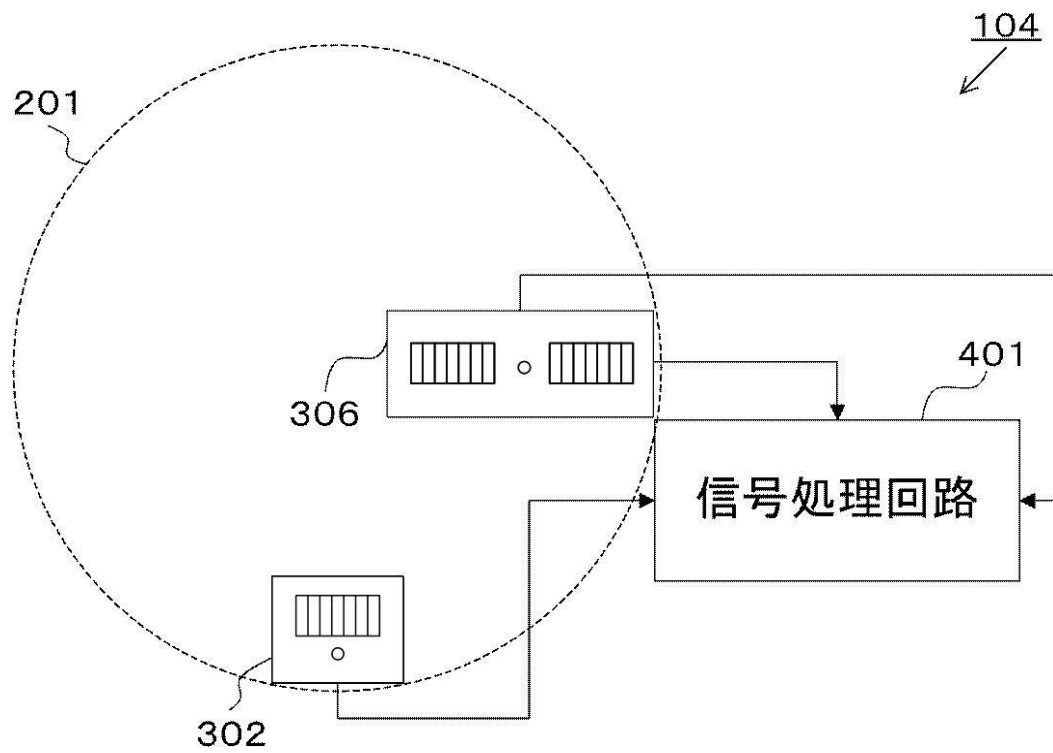
【図10】



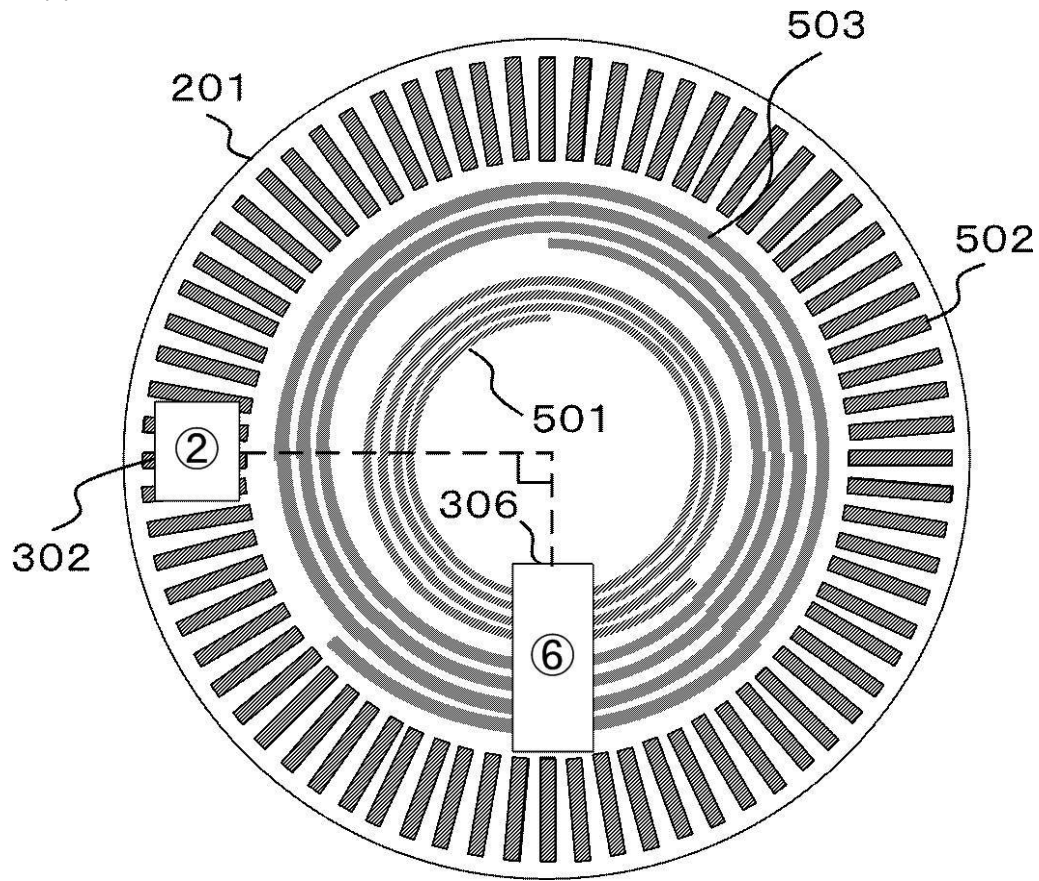
【図15】



【図18】



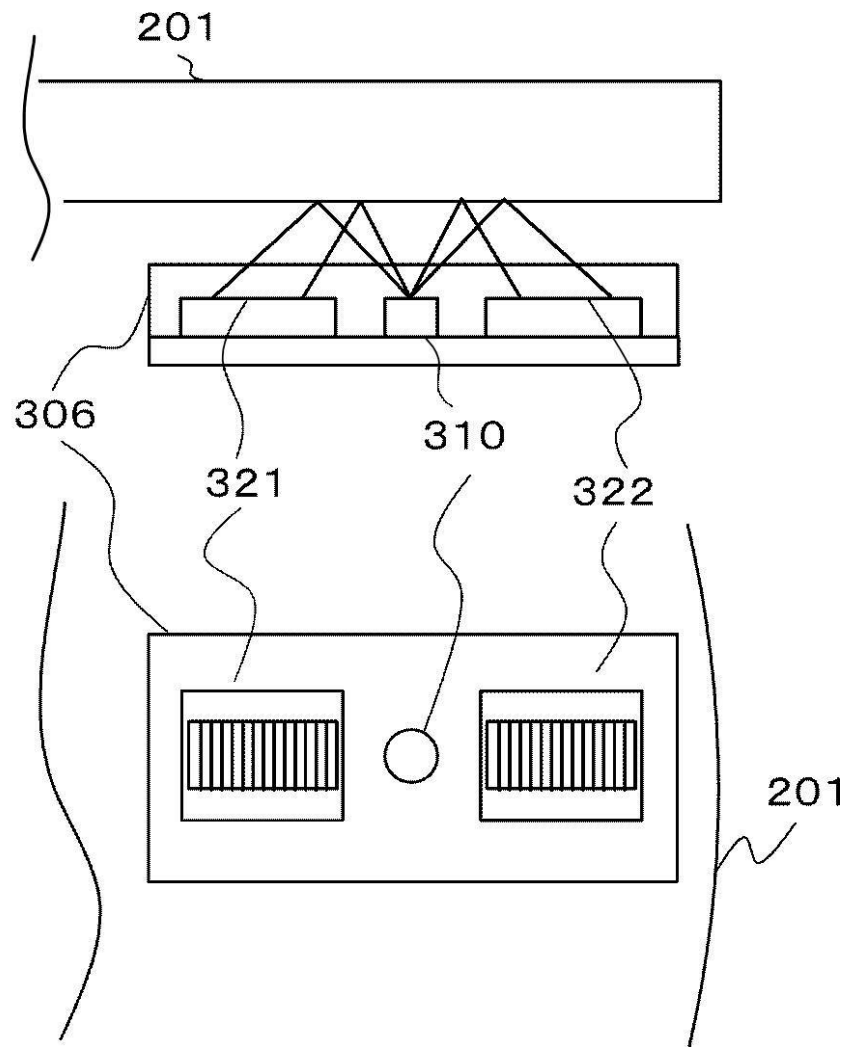
【図19】



【図20】

断面

上面



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2008-145299(JP,A)
特開2003-57074(JP,A)
特開2001-264119(JP,A)
特開平11-108698(JP,A)
特開平6-341858(JP,A)
特開平1-43717(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01D 5/26 - 5/38

G01B11/00 - 11/30