

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B1)

(11) 特許番号

特許第6940105号  
(P6940105)

(45) 発行日 令和3年9月22日(2021.9.22)

(24) 登録日 令和3年9月6日(2021.9.6)

(51) Int. Cl. F I  
**G O 1 D 5/347 (2006.01)**  
 G O 1 D 5/347 1 1 O M  
 G O 1 D 5/347 1 1 O U

請求項の数 1 (全 10 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2020-170551 (P2020-170551)                  (22) 出願日 令和2年10月8日(2020.10.8)                  審査請求日 令和2年10月8日(2020.10.8)</p>	<p>(73) 特許権者 000203634                  多摩川精機株式会社                  長野県飯田市大休1879番地                  (74) 代理人 100110423                  弁理士 曾我 道治                  (74) 代理人 100111648                  弁理士 梶並 順                  (74) 代理人 100221729                  弁理士 中尾 圭介                  (72) 発明者 久保田 宗明                  長野県飯田市大休1879番地 多摩川精                  機株式会社内                   審査官 細見 斉子</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エンコーダ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

スリット(130)が設けられた回転ディスク(120)の回転を、エンコーダ検出部(140)により検出し、前記回転ディスク(120)の回転角度をエンコーダ処理部(150)により算出するエンコーダ装置であって、

前記エンコーダ検出部(140)は、単一の受光部(142)の中に、角度データ生成に必要な受光素子組として第1受光部(142A)と第2受光部(142B)とを、所定の配置として前記スリット(130)に対向する位置であって、前記回転ディスク(120)の半径方向の異なる位置に複数有し、

前記エンコーダ処理部(150)は、複数の前記受光素子組で得られる受光信号を1回転の角度データに変換し、前記角度データと、前記配置に関する配置情報とから、1回転の前記角度データの絶対精度誤差を算出し、前記絶対精度誤差を用いて1回転の前記角度データの絶対精度を補正して前記回転角度を算出する際に、前記第1受光部(142A)の受光信号から算出される第1角度データP1、前記第2受光部(142B)の受光信号から算出される第2角度データP2、前記第1角度データP1に含まれる絶対精度誤差1、前記第2角度データP2に含まれる絶対精度誤差2、回転中心から前記第1受光部(142A)までの光学半径r1、回転中心から前記第2受光部(142B)までの光学半径r2を用いて、回転角度を、
$$= P1 - 1 = P1 - (r2 / (r2 - r1)) \cdot (P1 - P2)$$
と算出し、算出した前記回転角度を外部に出力する、

エンコーダ装置。

10

20

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

この発明はエンコーダ装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

スリットが設けられた回転ディスクと、受発光部を有するエンコーダ検出部と、エンコーダ検出部の検出結果から回転ディスクの回転角度を算出するエンコーダ処理部とを備える、光学式のエンコーダ装置が存在する。このエンコーダ装置の場合、回転ディスクの回転中心とスリットのパターン中心とを正確に一致させないと、1回転に1周期の誤差（以下、絶対値精度誤差と言う）を生じることが知られている。

10

## 【0003】

上記の絶対値精度誤差を解消するため、回転ディスクの回転中心を挟んで対向する2カ所の位置にそれぞれエンコーダ検出部を配置することで、180°位相の異なる2つの角度データを生成し、これら2つの角度データを平均する手法が、特許文献1に提案されている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0004】

【特許文献1】特開昭60-146113号公報

20

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

上記特許文献1の手法は、180°位相の異なる2つの角度データを生成するため、2つのエンコーダ検出部を回転ディスクの回転中心を挟んで対向する位置に正確に配置する必要がある。

## 【0006】

このようにエンコーダ検出部を2カ所に設けるため、エンコーダ装置の大型化、部品点数の増加によるコスト上昇、2つのエンコーダ検出部の調整による設置作業性悪化、といった問題を生じていた。

30

## 【0007】

従って、回転ディスクのスリットの回転を光学的に検出して回転角度を算出する際に、装置大型化とコスト上昇を招かず、面倒な調整を必要とせずに容易に設置でき、角度データに含まれる1回転に1周期の絶対値精度誤差を精度よく解消できるエンコーダ装置が望まれている。

## 【0008】

本発明は、回転ディスクのスリットの回転を光学的に検出して回転角度を算出する際に、検出された角度に含まれる絶対値精度誤差を解消し、エンコーダ装置を小型化し、容易に設置することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

40

## 【0009】

この発明に係るエンコーダ装置は、スリットが設けられた回転ディスクの回転を、エンコーダ検出部により検出し、回転ディスクの回転角度をエンコーダ処理部により算出するエンコーダ装置であって、エンコーダ検出部は、単一の受光部の中に、角度データ生成に必要な受光素子組を所定の配置により複数有し、エンコーダ処理部は、複数の受光素子組で得られる受光信号を1回転の角度データに変換し、角度データと、配置に関する配置情報とから、1回転の角度データの絶対値精度誤差を算出し、絶対値精度誤差を用いて1回転の角度データの絶対精度を補正して回転角度を算出し、算出した前記回転角度を外部に出力する。ここで、複数の受光素子組として第1受光部と第2受光部とを、所定の配置としてスリットに対向する位置であって、回転ディスクの半径方向の異なる位置に有してい

50

る。そして、エンコーダ処理部は、第1受光部の受光信号から算出される第1角度データ P1、第2受光部の受光信号から算出される第2角度データ P2、第1角度データ P1に含まれる絶対値精度誤差  $\epsilon_1$ 、第2角度データ P2に含まれる絶対値精度誤差  $\epsilon_2$ 、回転中心から第1受光部までの光学半径 r1、回転中心から第2受光部までの光学半径 r2を用いて、回転角度  $\theta$  を、
$$\theta = P1 - \epsilon_1 = P1 - (r2 / (r2 - r1)) \cdot (P1 - P2)$$
 と算出する。

【発明の効果】

【0010】

この発明によれば、回転ディスクのスリットの回転を光学的に検出して回転角度を算出する際に、検出された角度に含まれる絶対値精度誤差を解消し、装置を小型化し、容易に設置することができるエンコーダ装置を提供することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の実施の形態1におけるエンコーダ装置の回路構成を示す構成図である。

【図2】本発明の実施の形態1におけるエンコーダ装置の主要部の構成を示す概要図である。

【図3】本発明の実施の形態1における受光部の詳細な構成を示す概要図である。

【図4】本発明の実施の形態1における回転ディスクの回転中心から受光部までの光学半径を示す説明図である。

【図5】従来のエンコーダ装置の主要部の構成を示す概要図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明のエンコーダ装置の実施の形態につき、図面を用いて説明する。なお、各図において、同一部分には同一符号を付している。

【0013】

実施の形態1.

はじめに、本発明の実施の形態1におけるエンコーダ装置100の基本的な構成について、図1と図2を参照して説明する。図1は、本発明の実施の形態1におけるエンコーダ装置100の回路構成を示す構成図である。図2は、本発明の実施の形態1におけるエンコーダ装置100の主要部の構成を示す概要図である。

30

【0014】

[エンコーダ装置100の構成]

図1において、エンコーダ装置100は、回転体1の回転角度を算出するものであり、主に、回転軸110、回転ディスク120、エンコーダ検出部140、及びエンコーダ処理部150を備えている。このエンコーダ装置100において、回転体1の回転角度を算出する際に、角度データに含まれる絶対値精度誤差の補正を行う。

【0015】

回転ディスク120には、図2に示すように、放射状のスリット130が形成されている。回転ディスク120は、回転軸110により回転体1に接続されている。従って、スリット130が形成された回転ディスク120は、回転体1と同じ回転速度で回転する。

40

【0016】

エンコーダ検出部140は、回転ディスク120を挟むように発光部141と受光部142とを有している。従って、エンコーダ検出部140は、発光部141により回転ディスク120のスリット130を照射し、スリット130を透過した透過光を受光部142により受光する透過型センサであり、回転ディスク120の回転を光学的に検出する。なお、回転ディスク120にスリット130の代わりに反射型パターンを形成した場合は、エンコーダ検出部140に反射型センサを用いることができる。

【0017】

エンコーダ検出部140の受光部142の詳細な構成を図3に示す。図3は、本発明の実施の形態1における受光部142の詳細な構成を示す概要図である。エンコーダ検出部

50

140において、単一の受光部142は、第1受光部142Aと、第2受光部142Bとを、回転ディスク120の周方向には同じ位置であり、回転ディスク120の半径方向には異なる位置に配置している。

【0018】

なお、第1受光部142Aと第2受光部142Bとは、それぞれ、4個の受光素子の組からなる受光素子組により構成されている。すなわち、単一の受光部142の中に、角度データ生成に必要な受光素子組を所定の配置により複数有している。

ここで、受光素子組を構成する4個の受光素子は、 $a+$ 、 $a-$ 、 $b+$ 、 $b-$ を割り当てられている。これら $a+$ 、 $a-$ 、 $b+$ 、 $b-$ の各受光素子からの信号を加減算することにより、互いに位相の異なる二相の角度データ算出用の受光信号を得ることができる。

10

【0019】

エンコーダ処理部150には、角度データ変換部151Aと、角度データ変換部151Bと、誤差計算部152と、補正部153と、出力部154とが設けられている。角度データ変換部151Aは、第1受光部142Aからの二相の受光信号を演算処理し、第1角度データP1を算出する。角度データ変換部151Bは、第2受光部142Bからの二相の受光信号を演算処理し、第2角度データP2を算出する。なお、1つの角度データ変換部を高速に切り替えて、第1角度データP1と第2角度データP2とを算出してもよい。また、角度データ変換部151A及び151Bの入力にレベル補正回路を配置してもよい。

【0020】

20

誤差計算部152は、第1角度データP1、第2角度データP2、及び後述する配置情報を参照して、第1角度データP1に含まれる1回転に1周期の絶対値精度誤差 $\epsilon_1$ を算出する。補正部153は、第1角度データP1から絶対値精度誤差 $\epsilon_1$ を減算して、1回転の角度データの絶対精度を補正して、回転ディスク120の回転角度 $\theta$ を算出する。出力部154は、回転ディスク120の回転角度 $\theta$ を外部機器に対して出力する。出力部154は、回転角度 $\theta$ を外部機器に対して出力するために、通信機能を備えていてもよい。

【0021】

[エンコーダ装置100の処理]

次に、エンコーダ装置100において、回転ディスク120のスリット130の回転を光学的に検出して回転角度 $\theta$ を算出する際の処理を説明する。ここで、回転角度 $\theta$ を算出する際に使用される用語、パラメータ、またはデータは、以下の通りである。

30

【0022】

エンコーダ装置100において、回転ディスク120の回転中心と、スリット130のパターン中心とが一致していない場合、スリット130は1回転の周期において真円とは異なる状態でエンコーダ検出部140に回転が検出されることになる。このため、エンコーダ処理部150において算出される角度データには、真の回転角度 $\theta$ に対して1回転に1周期の誤差を含んでいる。この1回転に1周期の誤差を絶対値精度誤差と呼ぶ。

【0023】

実施の形態1におけるパラメータは以下のように定義される。

誤差の生じていない回転ディスク120の回転角度を $\theta$  (rad)、

40

第1受光部142Aでのスリット130の受光信号により角度データ変換部151Aで算出される第1角度データを $P1$  (rad) =  $\theta + \epsilon_1$ 、

第2受光部142Bでのスリット130の受光信号により角度データ変換部151Bで算出される第2角度データを $P2$  (rad) =  $\theta + \epsilon_2$ 、

第1角度データP1に含まれる絶対値精度誤差を $\epsilon_1$  (rad)、

第2角度データP2に含まれる絶対値精度誤差を $\epsilon_2$  (rad)、

とする。

【0024】

回転ディスク120の回転中心と、スリット130のパターン中心とが一致していない状態を、図4を用いて説明する。図4は、本発明の実施の形態1における配置情報として

50

、回転ディスク120の回転中心から受光部142までの光学半径を示す説明図である。

図4において、C1は回転ディスク120の回転中心、C2はスリット130のパターン中心である。そして、回転中心C1から第1受光部142Aまでの距離を光学半径r1、回転中心C1から第2受光部142Bまでの距離を光学半径r2、回転ディスク120の回転中心C1とスリット130のパターン中心C2の間の距離をズレ、とする。

ここで、光学半径r1及びr2は、第1受光部142Aと第2受光部142Bを構成する複数の受光素子組の配置に関する配置情報である。なお、配置情報には、これ以外にも、複数の受光素子組間の距離や角度等の情報を含んでいてもよい。

#### 【0025】

誤差計算部152は、以下のようにして絶対値精度誤差 $\theta_1$ を算出する。ここで、絶対値精度誤差 $\theta_1$ は、

$$\theta_1 = (\Delta / r_1) \cdot \sin \alpha$$

と表すことができる。

また、絶対値精度誤差 $\theta_2$ は、

$$\theta_2 = (\Delta / r_2) \cdot \sin \beta$$

と表すことができる。

以上の絶対値精度誤差 $\theta_1$ 及び $\theta_2$ の2つの式を整理して、 $\sin$ を除くと、

$$\theta_1 = (r_2 / (r_2 - r_1)) \cdot (\theta_1 - \theta_2)$$

となる。

#### 【0026】

そして、 $P_1 = \theta_1 + \theta_2$ 、 $P_2 = \theta_1 - \theta_2$ を用いて、上記 $\theta_1$ の式から $\theta_2$ を消去すると、

$$\theta_1 = (r_2 / (r_2 - r_1)) \cdot (P_1 - P_2)$$

と表すことができる。

すなわち、誤差計算部152は、第1角度データP1、第2角度データP2、及び光学半径r1及びr2を用いて、絶対値精度誤差 $\theta_1$ を算出することができる。

ここで、 $\theta_1$ を算出する式のうち $(r_2 / (r_2 - r_1))$ は定数である。このため、誤差計算部152は、第1角度データP1と第2角度データP2との差分と、定数とにより、高速に絶対値精度誤差 $\theta_1$ を算出することができる。

#### 【0027】

補正部153は、誤差計算部152において計算された絶対値精度誤差 $\theta_1$ を用いて、 $\theta = P_1 - \theta_1$ のように、回転角度 $\theta$ を算出する。ここで、補正部153は、角度データ変換部151Aで算出された第1角度データP1から、誤差計算部152で算出された $\theta_1$ を減算するだけなので、高速に回転角度 $\theta$ を算出することができる。

#### 【0028】

すなわち、エンコーダ処理部150は、第1受光部142Aの受光信号から算出される第1角度データP1と、第2受光部142Bの受光信号から算出される第2角度データP2と、第1受光部142Aの光学半径r1と、第2受光部142Bの光学半径r2とを用いて、回転角度 $\theta$ を

$$\theta = P_1 - \theta_1 = P_1 - (r_2 / (r_2 - r_1)) \cdot (P_1 - P_2)$$

のように算出することができる。

ここで、 $(r_2 / (r_2 - r_1))$ は定数であるため、第1角度データP1及びP2と定数とから、高速かつ高精度に回転角度 $\theta$ を算出することが可能である。

#### 【0029】

[比較例(エンコーダ装置100A)の構成と動作]

ここで、実施の形態1のエンコーダ装置100の比較例として、従来のエンコーダ装置100Aの構成を説明する。図5は、従来のエンコーダ装置100Aの主要部の構成を示す概要図である。

#### 【0030】

10

20

30

40

50

図5において、スリット130が設けられた回転ディスク120は、回転軸110を介して検出対象の回転体1に接続され、回転体1と同じ速度で回転する。2つのエンコーダ検出部140Aと140Bとは、それぞれ発光部と受光部とを備え、回転ディスク120の回転中心を挟んで対向する位置に設けられ、回転する回転ディスク120のスリット130による光の通過と遮断とを検出する。

#### 【0031】

回転ディスク120の回転中心とスリット130のパターン中心とが一致していない場合、エンコーダ検出部140Aの受光信号から算出される第1角度データと、エンコーダ検出部140Bの受光信号から算出される第2角度データとに含まれる絶対値精度誤差は、理論的に180°の位相差を有している。従って、第1角度データと第2角度データとを平均することで、1回転に1周期の絶対値精度誤差は相殺されて消滅する。

10

#### 【0032】

以上のように、従来のエンコーダ装置100Aは、エンコーダ検出部140Aと140Bとを、回転ディスク120の回転中心を挟んで対向する位置に正確に配置する必要があるため、エンコーダ装置100が大型化する。また、エンコーダ検出部140Aと140Bとを設ける必要があるため、部品点数の増加によりコストが上昇する。そして、平均することによって絶対値精度誤差を相殺するために、2つのエンコーダ検出部140A及び140Bの位置について、第1角度データに含まれる絶対値精度誤差と第2角度データに含まれる絶対値精度誤差との位相差を正確に180°にするように細かな調整が必要になり、設置作業性が悪化する。

20

#### 【0033】

[エンコーダ装置100とエンコーダ装置100Aの対比]

以上説明したように、実施の形態1のエンコーダ装置100は、回転ディスク120のスリット130の回転を光学的に検出して回転角度を算出する際に、従来のエンコーダ装置100Aと比較して、単一のエンコーダ検出部140を用いることができるため、装置大型化とコスト上昇を招かず、面倒な調整を必要とせず容易に設置でき、検出された角度に含まれる絶対値精度誤差を解消することができる。

#### 【0034】

[実施の形態の効果]

実施の形態1のエンコーダ装置100は、回転ディスク120に設けられたスリット130を、エンコーダ検出部140により光学的に検出し、回転ディスク120の回転角度をエンコーダ処理部150が算出するものであり、エンコーダ検出部140は、第1受光部142Aと第2受光部142Bとを、回転ディスク120の半径方向の異なる位置に有する。エンコーダ処理部150は、第1受光部142Aでのスリット130の受光信号により角度データ変換部151Aで算出される第1角度データを $P1 = \theta + \delta_1$ 、第2受光部142Bでのスリット130の受光信号により角度データ変換部151Bで算出される第2角度データを $P2 = \theta + \delta_2$ 、第1角度データ $P1$ に含まれる絶対値精度誤差を $\delta_1$ 、第2角度データ $P2$ に含まれる絶対値精度誤差を $\delta_2$ 、回転中心 $C1$ から第1受光部142Aまでの距離を光学半径 $r1$ 、回転中心 $C1$ から第2受光部142Bまでの距離を光学半径 $r2$ 、とした場合に、回転角度 $\theta = P1 - \delta_1 = P1 - (r2 / (r2 - r1)) \cdot (P1 - P2)$ と算出する。

30

40

#### 【0035】

ここで、エンコーダ装置100は、1つのエンコーダ検出部140により回転ディスク120のスリット130の回転を光学的に検出して、絶対値精度誤差を含まない回転角度を検出するため、装置の大型化とコスト上昇を招くことがなく、小型化することができる。また、エンコーダ装置100は、1つのエンコーダ検出部140により回転ディスク120のスリット130の回転を光学的に検出して、絶対値精度誤差を含まない回転角度を検出するため、2つのエンコーダ検出部を使用する従来のような面倒な調整を必要とせず、容易に設置できるようになる。

#### 【0036】

50

実施の形態1のエンコーダ装置100において、エンコーダ処理部150は、第1受光部142Aの検出結果から第1角度データP1を算出する角度データ変換部151Aと、第2受光部142Bの検出結果から第2角度データP2を算出する角度データ変換部151Bと、絶対値精度誤差 $\Delta$ 1を算出する誤差計算部152と、第1角度データP1から絶対値精度誤差 $\Delta$ 1を減算して回転角度 $\theta$ を算出する補正部153とを備え、誤差計算部152は、絶対値精度誤差 $\Delta$ 1、絶対値精度誤差 $\Delta$ 2、光学半径 $r_1$ 、及び光学半径 $r_2$ を用いて、絶対値精度誤差 $\Delta$ 1を $\Delta = (r_2 / (r_2 - r_1)) \cdot (P_1 - P_2)$ と算出し、補正部153は回転角度 $\theta = P_1 - \Delta$ と算出する。ここで、誤差計算部152は、第1角度データP1と第2角度データP2との差分と、定数 $(r_2 / (r_2 - r_1))$ とにより、高速に絶対値精度誤差 $\Delta$ 1を算出することができる。そして、補正部153は、

10

## 【0037】

[その他の実施の形態]

エンコーダ検出部140は、第1受光部142Aと第2受光部142Bとを、回転ディスク120の半径方向の異なる位置に配置する具体例を示したが、配置はこれに限定されるものではなく、各種の配置の変更が可能である。そして、第1受光部142Aと第2受光部142Bとを配置を変更した場合には、その配置に応じた計算を行うことで、絶対値精度誤差 $\Delta$ 1を算出し、高精度に回転角度 $\theta$ を算出することができる。

## 【0038】

20

エンコーダ処理部150において、出力部154からデータを出力する具体例を示したが、外部機器と通信する通信部に置き換えることが可能である。

## 【0039】

図1に示したエンコーダ装置100の構成において、エンコーダ処理部150内の誤差計算部152を、 $(P_1 - P_2)$ を算出する減算部と、 $(r_2 / (r_2 - r_1)) \cdot (P_1 - P_2)$ を算出する乗算部とに分けてもよい。

## 【0040】

また、図1に示したエンコーダ装置100の構成において、エンコーダ処理部150内の誤差計算部152と補正部153とを一体化して、回転角度 $\theta$ について、 $\theta = P_1 - (r_2 / (r_2 - r_1)) \cdot (P_1 - P_2)$ を、一体化した演算処理部により一度に算出する

30

## 【符号の説明】

## 【0041】

1 回転体、100 エンコーダ装置、110 回転軸、120 回転ディスク、130 スリット、140, 140A, 140B エンコーダ検出部、141 発光部、142 受光部、142A 第1受光部(受光素子組)、142B 第2受光部(受光素子組)、150 エンコーダ処理部、151A 角度データ変換部、151B 角度データ変換部、152 誤差計算部、153 補正部、154 出力部、C1 回転中心、C2 パターン中心、 $r_1$  第1受光部の光学半径、 $r_2$  第2受光部の光学半径、 $d$  回転中心とパターン中心の間の距離(ズレ)、 $\theta$  回転角度。

40

## 【要約】 (修正有)

【課題】回転ディスクの回転角度を算出する際に絶対値精度誤差を解消する手段を提供する。

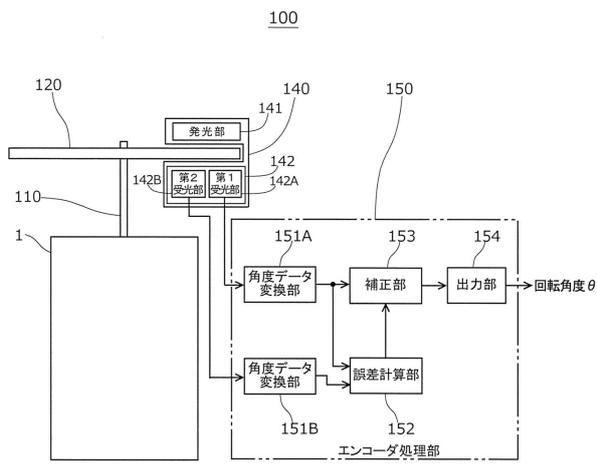
【解決手段】スリットが設けられた回転ディスク120の回転を、エンコーダ検出部140により検出し、回転ディスク120の回転角度をエンコーダ処理部150により算出するエンコーダ装置であって、エンコーダ検出部140は、単一の受光部142の中に、角度データ生成に必要な受光素子組を所定の配置により複数有し、エンコーダ処理部150は、複数の受光素子組で得られる受光信号を1回転の角度データに変換し、角度データと、配置に関する配置情報とから、1回転の角度データの絶対値精度誤差を算出し、絶対値精度誤差を用いて1回転の角度データの絶対精度を補正して回転角度を算出し、算出した

50

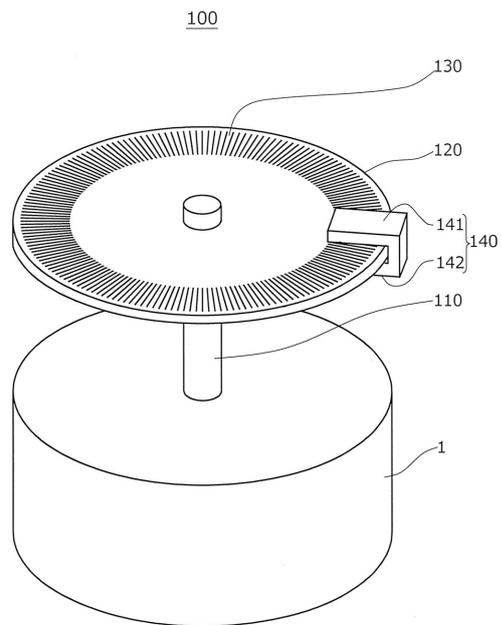
前記回転角度を外部に出力する。

【選択図】図 1

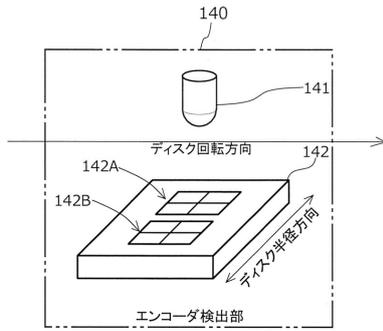
【図 1】



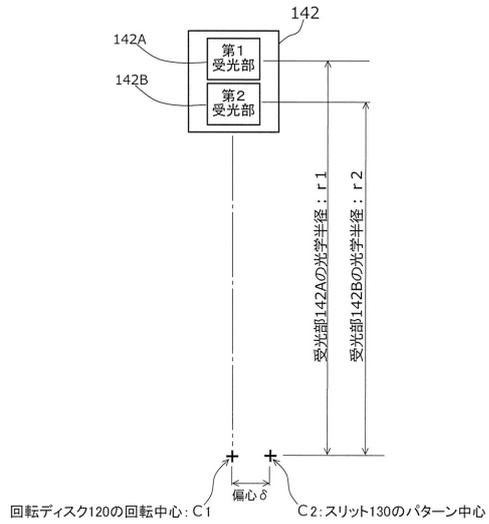
【図 2】



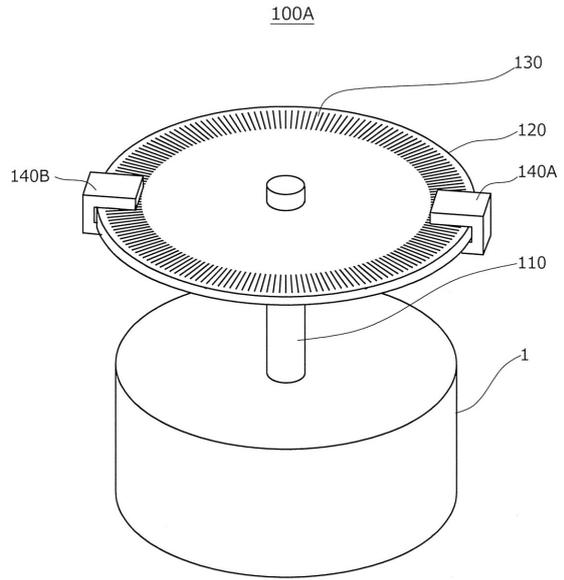
【図3】



【図4】



【図5】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2015-215241(JP,A)  
特開2010-210316(JP,A)  
特開2012-068124(JP,A)  
特開2001-330478(JP,A)  
米国特許出願公開第2015/0171999(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01D 5/12 - 5/40

G01B 11/00 - 11/30