

(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2016-14574

(P2016-14574A)

(43) 公開日 平成28年1月28日(2016.1.28)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
GO1D	5/36	(2006.01)	GO1D	5/36	G	2F077		
GO1D	5/244	(2006.01)	GO1D	5/244	J	2F103		
GO1D	5/249	(2006.01)	GO1D	5/249	T			

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2014-136215 (P2014-136215)	(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
(22) 出願日	平成26年7月1日(2014.7.1)	(74) 代理人	100076428 弁理士 大塚 康德
		(74) 代理人	100112508 弁理士 高柳 司郎
		(74) 代理人	100115071 弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100116894 弁理士 木村 秀二
		(74) 代理人	100130409 弁理士 下山 治
		(74) 代理人	100134175 弁理士 永川 行光

最終頁に続く

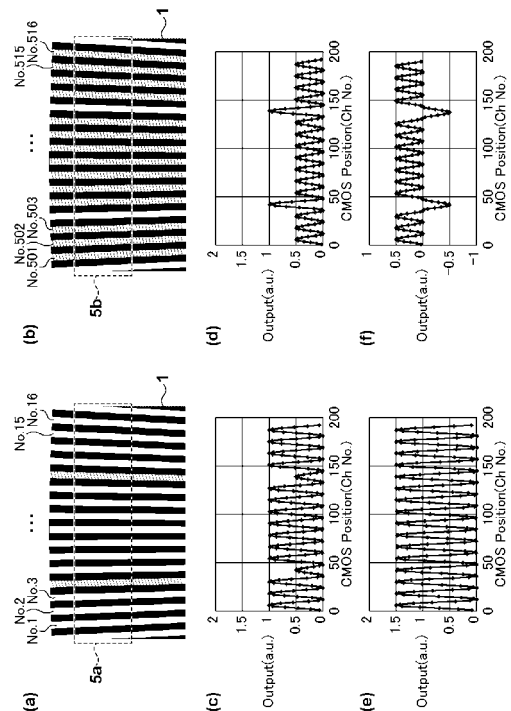
(54) 【発明の名称】 アブソリュートエンコーダ

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 演算負荷の点で有利なアブソリュートエンコーダを提供する。

【解決手段】 複数種類のマークが配列されたスケール1と、それぞれが前記複数のマークのうちの一部のマーク群を検出して該マーク群に対応する信号を出力する複数の検出部と、前記複数の検出部の出力に基づいて前記スケール1の座標を得る処理部と、を備える。前記スケール1は、前記複数の検出部によってそれぞれ出力された複数の信号を加算することで得られる信号が複数周期分の周期信号を含むように、前記複数のマークが配列される。前記処理部は、前記マーク群のうち前記マークに対応する部分ごとの前記複数の信号のうち少なくとも1つの信号の大きさに基づいて第1位置データを得、前記第1位置データの分解能より小さい分解能を有する第2位置データを前記周期信号の位相に基づいて得、前記第1位置データと前記第2位置データとに基づいて前記座標を表すデータを生成する。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数種類のマークを含む複数のマークが間隙およびピッチをもって配列されたスケールと、

それぞれが前記複数のマークのうちの一部のマーク群を検出して該マーク群に対応する信号を出力する複数の検出部と、

前記複数の検出部の出力に基づいて前記スケールの座標を得る処理部と、を備えるアブソリュートエンコーダであって、

前記スケールは、前記複数の検出部によってそれぞれ出力された複数の信号を加算することで得られる信号が複数周期分の周期信号を含むように、前記複数のマークが配列され

10

、
前記処理部は、前記マーク群のうちマークに対応する部分ごとの前記複数の信号のうち少なくとも1つの信号の大きさに基づいて第1位置データを得、前記第1位置データの分解能より小さい分解能を有する第2位置データを前記周期信号の位相に基づいて得、前記第1位置データと前記第2位置データとに基づいて前記座標を表すデータを生成する

、
ことを特徴とするアブソリュートエンコーダ。

【請求項 2】

前記複数のマークは、前記複数の検出部が前記配列に沿って配置されたピッチをもって配置された複数のマークが相補的な且つ互いに異なる複数の特性をそれぞれ有することを特徴とする請求項 1 に記載のアブソリュートエンコーダ。

20

【請求項 3】

前記複数の検出部のそれぞれは、連続する n 個のマークを前記マーク群として検出し、前記マーク群のうち i 番目（ただし、 i は、1、2、 \dots 、 n のいずれか）のマークに対応する信号の大きさの前記複数の検出部にわたる総和が i の値によらず一定であるように、前記複数のマークが前記スケールに配列されていることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のアブソリュートエンコーダ。

【請求項 4】

前記処理部は、前記複数の信号のうち1つの信号から他の信号を減算して得られた信号の大きさを量子化することによって前記第1位置データを得ることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のうちいずれか1項に記載のアブソリュートエンコーダ。

30

【請求項 5】

前記スケールは、軸を有する回転体に配置され、前記軸の周りに配列された前記複数のマークを含み、前記処理部は、前記座標として回転角度を得ることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のうちいずれか1項に記載のアブソリュートエンコーダ。

【請求項 6】

前記回転体は、円板であり、前記複数の検出部は、前記軸に関する複数回回転対称な位置にそれぞれ配置されていることを特徴とする請求項 5 に記載のアブソリュートエンコーダ。

【請求項 7】

前記回転体は、円筒体であり、前記スケールは、前記円筒体の円筒面に前記複数のマークを含み、前記複数の検出部は、前記軸に関する複数回回転対称な位置にそれぞれ配置されていることを特徴とする請求項 5 に記載のアブソリュートエンコーダ。

40

【請求項 8】

前記スケールは、直線に沿って配列された前記複数のマークを含み、前記処理部は、前記座標として前記直線に沿った位置を得ることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のうちいずれか1項に記載のアブソリュートエンコーダ。

【請求項 9】

前記複数の検出部のそれぞれは、光電変換素子アレイを含むことを特徴とする請求項 1 ないし 8 のうちいずれか1項に記載のアブソリュートエンコーダ。

50

【請求項 10】

前記複数の検出部のそれぞれは、前記マーク群を透過した光を検出することを特徴とする請求項 9 に記載の絶対エンコーダ。

【請求項 11】

前記複数のマークは、その透過光量が互いに異なる複数種類のマークを含むことを特徴とする請求項 10 に記載の絶対エンコーダ。

【請求項 12】

前記複数の検出部のそれぞれは、前記マーク群で反射した光を検出することを特徴とする請求項 9 に記載の絶対エンコーダ。

【請求項 13】

前記複数のマークは、その反射光量が互いに異なる複数種類のマークを含むことを特徴とする請求項 12 に記載の絶対エンコーダ。

【請求項 14】

前記処理部は、前記周期信号の周期ごとの振幅に基づいて、エラーを示す信号を出力することを特徴とする請求項 1 ないし 13 のうちいずれか 1 項に記載の絶対エンコーダ。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、絶対エンコーダに関する。

【背景技術】**【0002】**

位置や角度の絶対値（絶対的な座標）を計測する目的で、絶対エンコーダが用いられる。絶対エンコーダは、グレイコードや M 系列コード等のバイナリパターンを光電変換素子アレイや撮像素子で読み取ることで、絶対位置情報を出力することができる。絶対エンコーダは、複数の格子列（マーク列）を用いるものと、単一の格子列を用いるものがある。複数の格子列を用いる方法としては、グレイコード方式が知られている。グレイコード方式は、異なるコードを配置する複数のトラックの情報を同時に読み取る。グレイコード方式は、複数のトラックを同時に読み取るために、エンコーダヘッドおよびスケールの取り付け敏感度が高いという問題を抱えており、高分解能を実現することが困難である。

【0003】

取り付け敏感度が低い方法として、単一の格子列を用いた方法が知られている。特許文献 1 には、単一の格子列を用いて高分解能化を図った絶対エンコーダが開示されている。特許文献 1 に開示される絶対エンコーダは、絶対コードに対応する符号を、階調をもって単一の格子列に埋め込み、格子（マーク）ごとのピーク値に階調を有する信号を用いる。特許文献 1 に開示される絶対エンコーダは、当該階調に基づいて得られた絶対位置情報と、上記信号から得られる周期信号の位相情報とを統合して、高分解能の絶対位置情報を出力する。

【0004】

従来からインクリメンタルエンコーダにおいては、1 つのスケールに対して 2 つの検出部を対向して配置し、角度の計測値を平均化することで、ディスクの偏心による誤差を低減することが行われている。特許文献 2 には、絶対エンコーダにこの方式を適用した高分解能かつ高精度の絶対ロータリーエンコーダが開示されている。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0005】**

【特許文献 1】特開 2012 - 37392 号公報

【特許文献 2】特開 2012 - 127818 号公報

【発明の概要】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】**【0006】**

そのような特許文献2では、上記周期信号を得るのに規格化処理を伴う。この規格化処理には負荷の高い除算処理が必要である。そこで、本発明は、例えば、演算負荷の点で有利なアブソリュート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】**

本発明は、複数種類のマークを含む複数のマークが間隙およびピッチをもって配列されたスケールと、それぞれが前記複数のマークのうちの一部のマーク群を検出して該マーク群に対応する信号を出力する複数の検出部と、前記複数の検出部の出力に基づいて前記スケールの座標を得る処理部と、を備えるアブソリュートエンコーダであって、前記スケールは、前記複数の検出部によってそれぞれ出力された複数の信号を加算することで得られる信号が複数周期分の周期信号を含むように、前記複数のマークが配列され、前記処理部は、前記マーク群のうち一部のマークに対応する部分ごとの前記複数の信号のうち少なくとも1つの信号の大きさに基づいて第1位置データを得、前記第1位置データの分解能より小さい分解能を有する第2位置データを前記周期信号の位相に基づいて得、前記第1位置データと前記第2位置データとに基づいて前記座標を表すデータを生成する、ことを特徴とする。

10

【発明の効果】**【0008】**

本発明によれば、例えば、演算負荷の点で有利なアブソリュートエンコーダを提供することができる。

20

【図面の簡単な説明】**【0009】**

【図1】本発明のアブソリュートロータリーエンコーダの構成を示す模式図である。

【図2】本発明のアブソリュートロータリーエンコーダのスケールおよび検出器の構成を示す模式図である。

【図3】本発明のアブソリュートロータリーエンコーダのアブソリュートコードを示す符号列の一例である。

【図4】本発明のアブソリュートロータリーエンコーダのアブソリュートコードを示す符号列において、スケール上での180度回転対称な位置での符号が反転していることを示す例である。

30

【図5】実施例1のアブソリュートロータリーエンコーダの検出器の構成と、出力される信号を示す模式図である。

【図6】本発明のアブソリュートロータリーエンコーダの信号処理を示すフロー図である。

【図7】実施例2のアブソリュートロータリーエンコーダの検出器の構成と、出力される信号を示す模式図である。

【図8】実施例3のアブソリュートロータリーエンコーダのアブソリュートコードを示す符号列の一例である。

40

【図9】実施例3のアブソリュートコードを示す符号列において、スケール上での180度回転対称な位置での符号の和が一定となるように配置されていることを示す例である。

【図10】実施例3のアブソリュートロータリーエンコーダの検出器の構成と、出力される信号を示す模式図である。

【図11】実施例3のアブソリュートコードの判定例である。

【図12】実施例4のアブソリュートロータリーエンコーダの構成を示す模式図である。

【図13】実施例4のアブソリュートロータリーエンコーダのアブソリュートコードを示す符号列の一例である。

【図14】実施例4のアブソリュートコードを示す符号列において、スケール上での3回対称な位置での符号の和が一定となるように配置されていることを示す例である。

50

【図15】実施例4のアブソリュートロータリーエンコーダの検出器の構成と、出力される信号を示す模式図である。

【図16】実施例4のアブソリュートコードの判定例である。

【図17】円筒体の円筒面にスケールを形成したアブソリュートロータリーエンコーダを示す模式図である。

【図18】アブソリュートリニアエンコーダを示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下に、本発明の好ましい実施形態を添付の図面に基づいて詳細に説明する。

【0011】

[実施例1]

図1は、実施例1のアブソリュートエンコーダの構成を説明するための図である。実施例のアブソリュートエンコーダは、軸を回転中心として回転する円板（回転体）に複数のマークが間隔およびピッチをもって配列されたスケールを有し、スケールの絶対回転角度を算出するアブソリュートロータリーエンコーダとして構成されている。本実施例1では、検出部（ヘッド）3は点対称（2回対称）すなわち180度対向した配置になっており、アブソリュートコードはバイナリのコードを例に用いて説明する。図1(a)に示したように、実施例1のアブソリュートロータリーエンコーダは、円板状のスケール1と、2つのヘッド3a, 3bと、スケール1の座標を得る処理部Pとを含む。スケール1は、軸2を回転中心に回転可能な構成をとり、少なくとも2種類のマークを含む複数のマークが一定の周期で軸2の周りに周方向に沿って放射状に配列されている。図1(b)は、図1(a)の断面図である。ヘッド3のそれぞれは、光源4と、複数の光電変換素子を有する光電変換素子アレイ（検出器）5を含む。2つのヘッド3a, 3bは、互いに180度ずれた点対称な位置に設置される。

【0012】

図2は、スケール1と光源4と光電変換素子アレイ5との関係を示した図である。図2に示したように、LED等の点光源4から出射した発散光束は、相対移動可能に設置されたスケール1に入射し、スケール1を透過した透過光が光電変換素子アレイ5によって検出される。スケール1は、非透過マーク1bを基準マークとして配置し、その間にコード用マークとして形状が同じで透過率が互いに異なる透過マーク1aおよび半透過マーク1cを配列してアブソリュートコードを埋め込んだ構成をとっている。透過マーク1a、非透過マーク1b、半透過マーク1cの互いに異なる透過率の例として、それぞれ、60%、5%、30%と設定することができる。透過マーク1aと非透過マーク1bは、スケール1を構成するガラス上に金属等を蒸着してスリット状に加工することで実現することができる。半透過マーク1cは、スリット部に選択的に誘電体膜等を蒸着することで実現することもできるし、スリットの面積を選択的に変更することも実現できる。

【0013】

ここで用いるアブソリュートコードは、透過マーク1aを1、半透過マーク1cを0とすることでM系列符号、原始多項式で生成されるその他の巡回符号などを用いることができる。スケール1を透過した光束は、インクリメンタルエンコーダで得られるような正弦波状の周期性を持ち、アブソリュートコードの情報を反映した振幅が変調されて階調の変化を持った光量分布となる。図2に、光電変換素子アレイ5によって検出されたスケール1の一部のマーク群を透過した透過光量の分布6を示した。

【0014】

光電変換素子アレイ5は、CMOSやCCD等で構成される。光電変換素子アレイ5は、光学系の構成によって決定される光量分布の明暗1周期の設計値PをN分割するように、光電変換素子のピッチの設計値を決定することで、各光電変換素子が出力する信号の位相が等間隔にずれるように構成される。例えば、アブソリュートコードのビット数をM=16、光量分布の明暗1周期に対する光電変換素子アレイの分割数をN=12とする。そうすると、光電変換素子アレイ5の素子数を、 $N \times M = 192$ とすることで、アブソリュ

10

20

30

40

50

ートコードの情報を持つ複数周期分の周期信号が得られる。以下では、 $M = 16$ 、 $N = 12$ とした場合の例を述べる。実際には、冗長性をもたせるために、光電変換素子アレイ5の光電変換素子数は余裕を持って決めることもでき、読み取りビット数をアブソリュートコードのビット数より大きくとることも可能である。

【0015】

図3に、1000個の符号から成る符号列の一例を示した。この符号列を用いることで、1000パルスのアブソリュートロータリーエンコーダを構成可能である。光量分布の明暗1周期の設計値Pを例えば160 μm とする。そうすると、図2に示したような発散光を用いてスケール1の2倍の光学像を光電変換素子アレイ5に投影する光学系においては、スケール1上の明暗の1周期は $P/2 = 80 \mu\text{m}$ となり、スケール1の径は、25.4 mm程度となる。

10

【0016】

図3に示した符号列は、スケール1の回転中心2に対して180度回転対称な位置の符号を互いに反転させて作成した符号列である。図3に示す1000パルスの例では、1番目から500番目までの符号列と501番目から1000番目までの符号列とは、互いに相補的かつ互いに異なる特性を有する反転した符号列になる。つまり、1番目と501番目、2番目と502番目、 \dots 、499番目と999番目、500番目と1000番目のそれぞれの符号について、一方が1であれば、他方が0であり、一方が0であれば、他方が1となるように構成している。換言すれば、一方の符号と他方の符号との和は常に1である。図3に示した符号列について、先頭の符号から、No. 1、No. 2、No. 3、 \dots とすると、マークNo. 1 ~ No. 16とNo. 501 ~ No. 516の符号を反転の例として図4に示した。図4は、2つの光電変換素子アレイ5が同時に検出する連続するn個（この場合16個）のi番目（ただし、iは1、2、 \dots 、n）のマークの符号を示している。さらに、図3に示した符号列は、16ビットの擬似ランダム数列にもなっている。つまり、符号列の連続するどの16ビットの符号列をとっても、同じ符号列が現れない構成をとっている。

20

【0017】

図5(a)、(b)は、実施例1のアブソリュートロータリーエンコーダの、スケール1と光電変換素子アレイ5との関係を示した図である。図5(a)は、図3に示した符号列のNo. 1 ~ No. 16までを光電変換素子アレイ5aで読み取った状態を示した図である。図5(b)は、図3に示した符号列のNo. 501 ~ No. 516までを光電変換素子アレイ5bで読み取った状態を示した図である。図5(a)、(b)の、白、黒、斜線部は、それぞれ、透過マーク1a、非透過マーク1b、半透過マーク1cを示す。光電変換素子アレイ5aは、左から順にCh1、Ch2、 \dots 、Ch192の受光素子に分割されているとする。光電変換素子アレイ5bについても同様に、Ch1、Ch2、 \dots 、Ch192の受光素子に分割されているとする。

30

【0018】

図5(c)は、光電変換素子アレイ5aから出力される光量分布6を反映した出力信号を示し、図5(d)は、光電変換素子アレイ5bから出力される光量分布6を反映した出力信号を示す。横軸に、光電変換素子アレイのCh番号、縦軸に、光量分布を反映する出力信号の値をプロットしている。上述したように、図3に示した符号列は、スケール1上の180度回転対称な位置の符号が反転した巡回符号を持つため、図5(c)、(d)では、アブソリュートコードの情報を反映した階調の変化が逆転した周期信号が出力される。図5(c)の波形データを波形データaと呼び、図5(d)の波形データを波形データbと呼ぶこととする。図5(e)は、波形データaと波形データbとをCh毎に加算した波形データであり、図5(f)は、波形データaから波形データbをCh毎に減算した波形データである。波形データaと波形データbとは、互いに階調の変化が逆転した周期信号であるため、和をとると、図5(e)に示したように、一定振幅の周期信号になる。これは、特許文献2記載のエンコーダのように負荷の大きな除算処理をせずに、負荷の軽い加算処理によって規格化演算が行い得たことを示している。また、図5(f)に示したよ

40

50

うに、波形データ a と波形データ b と差をとった信号は、符号の 1 と 0 を示す階調の差が、図 5 (c)、(d) に示した出力信号と比較すると 2 倍の倍率となっている。これは、簡単な差演算により、符号判定用の信号について、ロバスト性が向上したことを示している。処理部 P は、2 つの光電変換素子アレイ 5 a、5 b が出力した図 5 (c)、(d) の信号を、加算、減算処理することによって図 5 (e)、(f) の信号を取得する。処理部 P は、さらに、図 5 (e) の信号に対する位相演算と図 5 (f) の信号に対する符号判定とを行うことで、絶対位置情報を出力することができる。

【 0 0 1 9 】

図 6 に、実施例 1 のアブソリュートロータリーエンコーダの処理部 P が行う信号処理のフローを示した。処理部 P は、まず、対向する光電変換素子アレイ 5 a、5 b から波形データ a、b をそれぞれ取得する。処理部 P は、取得した 2 つの波形データ a、b の加算と減算を行うことで、一定振幅の周期信号 (a + b) と、階調差の大きい符号判定用信号 (a - b) を生成する。処理部 P は、位相演算を例えば次のように行う。処理部 P は、加算して得られた一定振幅の周期信号の出力値 (a + b) を用いて、例えば、4 つの基準信号に対してそれぞれ出力値を乗算し、総和をとった結果を、逆正接演算することで、インクリメンタルエンコーダと同等の精度で位相を決定することができる。4 つの基準信号として、例えば、出力信号の明暗の周期の設計値と同じ周期で、一定の振幅をもった、位相が $\pi/4$ ずつずれた 4 つの信号を用いることができる。ここでは加算して得られた信号から位相演算する方法を示したが、波形データ a、b それぞれから位相演算して、得られた位相の平均をとることで位相演算してもよい。

【 0 0 2 0 】

また、処理部 P は、符号判定を例えば次のように行う。処理部 P は、まず、波形データ a、波形データ b、減算にて得られたデータ (a - b) のいずれかのデータについて各 CH で前後の CH の出力値の大きさを比較し、周期信号の極大値となる CH (ピーク CH) を決定する。実施例 1 では 16 周期分の周期信号を取得しているため、ピーク CH は 16 個決定される。実施例 1 では、データ (a - b) からデータ符号判定用のデータとなるピーク CH のデータを抽出した。最後に、処理部 P は、符号判定用のデータ (ピーク CH のデータ) に対して閾値判定を行って周期信号の振幅を量子化することで、アブソリュートコードを算出することができる。図 6 にデータ (a - b) から符号判定用のデータを抜き出したグラフを示した。この例では、点線で示したように閾値を設定することで、符号判定用データの正負で符号の判定が可能である。符号判定用データが正の時を 1 と判定し、符号判定用データが負の時を 0 と判定すると、得られるアブソリュートコードは、1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 となる。図 5 (a)、(b) を見比べるとわかるように、符号判定用のデータ (ピーク CH のデータ) で得られるアブソリュートコードは、光電変換素子アレイ 5 a のアブソリュートコードと一致する。このフローでアブソリュートコードを算出する場合は、光電変換素子アレイ 5 a がエンコーダとしての基準位置となる。光電変換素子アレイ 5 b を基準位置として採用したい場合は、閾値判定の方法を変更するか、減算の順序を変更することで対応可能である。ここでは減算して得られた信号から符号判定を行う方法を示したが、波形データ a もしくは波形データ b に対して閾値を設定し、符号判定を行ってもよい。

【 0 0 2 1 】

処理部 P は、予め作成された図示しないルックアップテーブルを用いて、アブソリュートコードからアブソリュート位置の整数部分のデータ (第 1 位置データ) を取得する。処理部 P は、このアブソリュート位置の整数部分のデータと、位相から算出した、第 1 位置データよりも最小単位 (分解能) が小さい少数部分のデータ (第 2 位置データ) とを合成して絶対位置を算出する。以上のように、実施例 1 は、スケール 1 に 180 度回転対称な位置の符号が反転した巡回符号を付与し、スケール 1 の対向位置に光電変換素子アレイ 5 a、5 b を設けた構成をとる。そして、実施例 1 は、そのことで、計算負荷の小さい構成で高精度なアブソリュートロータリーエンコーダを実現することができる。

【 0 0 2 2 】

10

20

30

40

50

[実施例 2]

実施例 1 では、透過マーク 1 a、非透過マーク 1 b、半透過マーク 1 c の透過率の例として、それぞれ、60%、5%、30% と設定した例を挙げた。しかし、非透過マーク 1 b と半透過マーク 1 c の透過率の値を等しくする構成も可能である。図 7 に、非透過マーク 1 b と半透過マーク 1 c の透過率の値を等しくする構成での例を示した。使用している符号列は、実施例 1 と同じで、図 3 に示した符号列である。符号列の No. 1 ~ No. 16 と No. 501 ~ No. 516 を読み取る場合を示している。図 7 (c)、(d) は、それぞれ、光電変換素子アレイ 5 a、5 b から出力される光量分布 6 を反映した出力信号を示す。図 7 (c)、(d) に示される波形データをそれぞれ波形データ a、波形データ b と呼ぶこととする。図 7 (e) は、波形データ a および波形データ b の Ch 毎の和のデータ (a + b) であり、図 7 (f) は、波形データ a と波形データ b との Ch 毎の差のデータ (a - b) を示す。図 7 (c) をみると、非透過マーク 1 b と半透過マーク 1 c との透過率の値が等しいため、周期信号に欠落が生じているが、加算処理を行うことで欠落のない周期信号が得られることがわかる。また、図 7 (f) に示されデータ (a - b) から符号判定用のデータも実施例 1 と同様に得られることがわかる。得られた信号の信号処理は、実施例 1 と同様に行うことができる。以上のように、非透過マーク 1 b と半透過マーク 1 c の透過率の値を等しくする構成においても、計算負荷の小さい構成で高精度なアブソリュートロータリーエンコーダを実現できる。

10

【 0 0 2 3 】

[実施例 3]

20

実施例 1、2 ではアブソリュートコードは 0、1 で表されるバイナリコードを採用した例をあげたが、多値のコードを採用することも可能である。実施例 3 では例として 0、1、2 という 3 値のコードを採用した場合について示す。スケール 1 以外の構成は実施例 1、2 と共通のため省略する。スケール 1 は、図示しないが非透過マーク 1 b を基準マークとして配置し、その間にコード用マークとして透過マーク 1 a、第 1 半透過マーク 1 c、第 2 半透過マーク 1 d を配列してアブソリュートコードを埋め込んだ構成をとっている。透過マーク 1 a、非透過マーク 1 b、第 1 半透過マーク 1 c、第 2 半透過マーク 1 d の透過率の例として、それぞれ、60%、5%、40%、20% と設定することができる。

【 0 0 2 4 】

3 値のアブソリュートコードは、透過マーク 1 a が 2、第 1 半透過マーク 1 c が 1、第 2 半透過マーク 1 d が 0 を表すとして構成されている。図示しないが、実施例 1 と同様にスケール 1 を透過した光束は、インクリメンタルエンコーダで得られるような正弦波状の周期性を持ち、アブソリュートコードの情報を反映した階調の変化を持った透過光量の分布となる。

30

【 0 0 2 5 】

図 8 に示した符号列は、0、1、2 の 3 値で構成される符号列である。対向した光電変換素子アレイ 5 a、5 b からそれぞれ得られる階調の変化を持った 2 つの周期信号を加算した場合に一定振幅の周期信号となるように、符号を配列する。本実施例 3 では上述した透過率と符号の対応関係より、スケール 1 の回転中心に対して 180 度回転対称な位置となる 2 つの符号の和をとるとすべて 2 となるようにして作成した符号列となっている。1000 パルスの例では、1 番目から 500 番目と 501 番目から 1000 番目の符号列が互いに和をとると 2 となるように構成されている。つまり、1 番目と 501 番目、2 番目と 502 番目、・・・、499 番目と 999 番目、500 番目と 1000 番目のそれぞれの符号について、一方が 2 であれば他方は 0、一方が 1 であれば他方は 1、一方が 2 であれば他方は 0、となるように構成している。図 8 に示した符号列について、先頭の符号から、No. 1、No. 2、No. 3、・・・とすると、No. 1 ~ No. 16 と No. 501 ~ No. 516 の符号を例として図 9 に示した。さらに、図 9 に示した符号列は、16 ビットの擬似ランダム数列になっている。

40

【 0 0 2 6 】

図 10 (a)、(b) は、実施例 3 のアブソリュートロータリーエンコーダのスケール

50

1と光電変換素子アレイ5との関係を示した図である。図10(a)は、図9に示した符号列のNo. 1~No. 16までを光電変換素子アレイ5aで読み取った状態を示した図である。図10(b)は、図9に示した符号列のNo. 501~No. 516までを光電変換素子アレイ5bで読み取った状態を示した図である。図10(a)、(b)における白、黒、網掛部、斜線部は、それぞれ、透過マーク1a、非透過マーク1b、第1半透過マーク1c、第2半透過マーク1dを示す。光電変換素子アレイ5a、5bは、図示しない光電変換素子に分割され、左から順にCh1、Ch2、・・・、Ch192とする。

【0027】

図10(c)、(d)は、それぞれ、光電変換素子アレイ5a、5bから出力される光量分布6を反映した出力信号である波形データaおよび波形データbを示した図である。横軸に、光電変換素子アレイのCh番号、縦軸に、光量分布を反映する出力信号の値をプロットしている。上述したように、図9に示した符号列は、スケール1上の180度回転対称な位置の符号が反転した巡回符号を持つ。そのため、図10(c)、(d)では、アブソリュートコードの情報を反映した階調の変化が逆転した周期信号が出力される。これらの波形データを、それぞれ、波形データa、波形データbと呼ぶこととする。図10(e)は、波形データa、bをCh毎に加算したデータ(a+b)であり、波形データaまたは波形データbの振幅を統一した周期信号である。図10(f)は、波形データaから波形データbをCh毎に減算したデータ(a-b)であり、符号の2と1と0を示す階調の差が、図10(c)、(d)に示した出力信号と比較すると2倍となる。これは、簡単な減算により、符号判定用の信号について、ロバスト性が向上したことを示している。図10(e)のように得られた信号の信号処理は、実施例1と同様に行うことができる。

10

20

【0028】

符号判定については符号の階調が3値となったため、閾値の数が増やす必要がある。図11は図10(f)のように得られた符号判定用データを拡大したグラフである。符号と透過率の関係から図10の波形データaから波形データbを減算した場合、検出器5aに対応する符号が0の時は符号判定用データが負、符号が1の時は符号判定用データが0、符号が2の時は符号判定用データが正となる。よって、図11に点線で示された閾値を2つ設定することで符号の0, 1, 2の判定が可能である。図11の符号判定結果は0002200100001010となる。

30

【0029】

以上のように、3値のアブソリュートコードを有するスケール1においても、計算負荷の小さい構成で高精度なアブソリュートロータリーエンコーダを実現できる。また、3値の例を示したが、階調の異なる2つの周期信号を加算することで一定振幅の周期信号が得られるように、符号と透過率の対応関係および符号の配置を決定すれば任意の階調数のアブソリュートコードを円板上に構成することが可能である。また、符号と透過率の対応関係および符号の配置関係から適切に閾値を決定すればアブソリュートコードを復調が可能なのは自明である。

【0030】

[実施例4]

実施例1~3では、光源4と光電変換素子アレイ5との組3a, 3bをスケール1の回転軸2に対して2回対称、すなわち、180°ずらして対向配置した例を示した。しかし、光源4と光電変換素子アレイ5との組をさらに増やす配置も可能である。実施例4では、光源4と光電変換素子アレイ5との組3a~3cをスケール1の回転軸2に対して3回回転対称に配置した場合について示す。図12に示したように、アブソリュートロータリーエンコーダは、スケール1と、光源4と光電変換素子アレイ5とを有する3組の検出部3と、信号処理部Pとを含む。スケール1は、回転軸2を中心に回転可能な構成をとり、図示しないエンコーダパターンを形成する複数のマークがスケール1の上に放射状に配列されている。

40

【0031】

スケール1は、図示しないが非透過マーク1bを基準マークとして配置し、その間にコ

50

ード用マークとして透過マーク 1 a、第 1 半透過マーク 1 c、第 2 半透過マーク 1 d を配列してアブソリュートコードを埋め込んだ構成をとっている。例えば、透過マーク 1 a、非透過マーク 1 b、第 1 半透過マーク 1 c、第 2 半透過マーク 1 d の透過率を、それぞれ、60%、5%、40%、20%と設定する。そうすれば、透過マーク 1 a は「2」を表し、第 1 半透過マークは「1」を表し、第 2 半透過マークは「0」を表すとすることができる。

【0032】

図 13 に示した符号列は、0、1、2 の 3 値で構成される符号列である。3 つの光電変換素子アレイ 5 a ~ 5 c から得られる階調の変化を持った 3 つの周期信号を加算した場合に一定振幅の周期信号となるように、符号を配列する。本実施例では上述した透過率と符号の対応関係より、スケール 1 の回転中心に対して 3 回回転対称な位置となる 3 つの符号の和をとるとすべて 3 となるようにして作成した符号列となっている。3 つの光電変換素子アレイ 5 a ~ 5 c の対応関係が常に一定であるためにはパルス数は 3 の倍数である必要があるため、ここでは 999 パルスとしている。999 パルスの例では、1 番目から 333 番目をエリア 1、334 番目から 666 番目をエリア 2、667 番目から 999 番目をエリア 3 としたとき各エリアの対応する符号の和をとると 3 となるように構成されている。本実施例のように光電変換素子アレイが 3 つ以上ある場合、実施例 1 ~ 3 のように一意的に対応する位置の符号は決定せず、何通りかの組み合わせが存在する。ここでは 1 例としてエリア 1 の符号が 0 の場合、対応するエリア 2 の符号は 1 とし、対応するエリア 3 の符号は 2 とした。また、エリア 1 の符号が 1 の場合、対応するエリア 2 の符号は 2 とし、対応するエリア 3 の符号は 0 とした。さらに、エリア 1 の符号が 2 の場合、対応するエリア 2 の符号は 0、対応するエリア 3 の符号は 1 となるように配置した。図 13 に示した符号列について、先頭の符号から、No. 1、No. 2、No. 3、・・・とすると、No. 1 ~ No. 16 と No. 334 ~ No. 349、No. 667 ~ No. 682 の符号を例として図 14 に示した。さらに、図 14 に示した符号列は、16 ビットの巡回符号にもなっている。つまり、符号列の連続するどの 16 ビットの符号列をとっても、同じ符号列が現れない構成をとっている。

【0033】

図 15 (a)、(b)、(c) は、本発明のアブソリュートロータリーエンコーダのスケール 1 と光電変換素子アレイ 5 a ~ 5 c との関係を示した図である。図 15 (a) は、図 14 に示した符号列の No. 1 ~ No. 16 までを光電変換素子アレイ 5 a で読み取った状態を示した図である。図 15 (b) は、図 14 に示した符号列の No. 334 ~ No. 349 までを光電変換素子アレイ 5 b で読み取った状態を示した図である。図 15 (c) は、図 14 に示した符号列の No. 667 ~ No. 682 までを光電変換素子アレイ 5 b で読み取った状態を示した図である。図 15 (a)、(b)、(c) における白、黒、網掛部、斜線部は、それぞれ、透過マーク 1 a、非透過マーク 1 b、第 1 半透過マーク 1 c、第 2 半透過マーク 1 d を示す。光電変換素子アレイ 5 a は、図示しない受光素子に分割され、左から順に Ch 1、Ch 2、・・・、Ch 192 とする。光電変換素子アレイ 5 b についても同様に、Ch 1、Ch 2、・・・、Ch 192 とする。

【0034】

図 15 (d)、(e)、(f) は、光電変換素子アレイ 5 a、5 b、5 c から出力される光量分布 6 を反映した出力信号を示した図である。横軸に、光電変換素子アレイの Ch 番号、縦軸に、光量分布を反映する出力信号の値をプロットしている。図 14 に示した符号列は、スケール 1 上の 3 回回転対称な位置の符号が上述したルールで配置された符号を持つため、図 15 (d)、(e)、(f) では、アブソリュートコードの情報を反映した階調の変化した周期信号が出力される。図 15 (d) の波形データを波形データ a、図 15 (e) の波形データを波形データ b、図 15 (f) の波形データを波形データ c とする。図 15 (g) は、波形データ a、b、c を各 Ch 毎に加算したデータ (a + b + c) を示した図である。本実施例では光電変換素子アレイが 3 つあるため、実施例 1 ~ 3 のように減算する場合に何通りかの組み合わせが考えられる。ここでは 1 例として、波形データ a

から波形データ b および波形データ c を各 Ch 毎に減算し、図 15 (h) にその減算データ (a - b - c) を示した。波形データ a、b、c は、和をとると、図 15 (g) に示したように、一定振幅の周期信号になる。また、図 15 (h) に示したように、差をとった信号は、符号の 2 と 1 と 0 を示す階調の差が、図 15 (d)、(e)、(f) に示した出力信号と比較すると 2 倍となる。これは、簡単な減算により、符号判定用の信号について、ロバスト性が向上したことを示している。図 15 (g) のように得られた信号の信号処理は、実施例 1 と同様に行うことができ、図 15 (h) のように得られた信号の信号処理は実施例 3 と同様に行うことができる。

【 0 0 3 5 】

符号判定のための閾値と閾値によって判定される符号は、透過率と符号対応関係と、スケール 1 上の符号の配置関係、さらに減算を行ったデータの組み合わせ方に合わせて決定すればよい。本実施例では上述した通り、符号と透過率の関係は、値「2」は 60%、「1」は 40%、「0」は 20% とした。また、符号の配置関係はエリア 1 の値が「0」の場合、対応するエリア 2 の値は「1」とし、対応するエリア 3 の値は「2」とした。エリア 1 の値が「1」の場合、対応するエリア 2 の値は「2」とし、対応するエリア 3 の値は「0」とした。エリア 1 の値が「2」の場合、対応するエリア 2 の値は「0」、対応するエリア 3 の値は「1」となるように配置した。さらに減算する工程では波形データ a から波形データ b および波形データ c を Ch 毎に減算している。これらより、減算によって求まる振幅は 3 種類となり、最も小さい値はエリア 1 の値が 0、2 番めに小さい値はエリア 1 の値が 1、最も大きい値はエリア 1 の値が 2 であることを示している。よって、これらの振幅を判別できるように閾値を決定すればよく、閾値によって判定される値も決定される。

【 0 0 3 6 】

図 16 は、図 15 (h) に示される符号判定用データを拡大したグラフである。図 16 に点線で示される閾値を 2 つ設定することで符号判定用データを 3 種類に判定することができ、符号判定結果は 0 0 0 2 2 0 0 1 0 0 0 0 1 0 1 0 となる。以上のように、3 つの光電変換素子アレイを有する構成においても、計算負荷の小さい構成で高精度なアブソリュートロータリーエンコーダを実現できる。実施例 4 では、3 つの光電変換素子アレイ 5 を回転軸 2 に 3 回回転対称な位置に配置した。しかし、4 以上の複数の光電変換素子アレイ 5 を回転軸 2 に複数回回転対称な位置に配置することもできる。

【 0 0 3 7 】

[その他の実施例]

本発明は、上記実施例の構成にとらわれず、その要旨の範囲内で種々の変形および変更が可能である。上記実施例では、スケール 1 の透過マーク 1 a、非透過マーク 1 b のインクリメンタルパターンを元に透過マーク 1 a の一部を半透過マーク 1 c に置き換えることで、透過マーク 1 a と半透過マーク 1 c との配置でアブソリュートコードを埋め込んだ構成をとっている。しかし、非透過マーク 1 b、半透過マーク 1 c の配置でアブソリュートコードを埋め込むこともできる。また、上記実施例では透過マーク 1 a、非透過マーク 1 b、半透過マーク 1 c の例として透過率を変える構成をとっているが、ハッチングや格子の狭い広いなどの透過マーク 1 a、非透過マーク 1 b を透過部分の面積の違いによって構成してもよい。

【 0 0 3 8 】

上記実施例では、透過型エンコーダの構成を取っているが、反射型エンコーダの構成をとることも可能である。反射型の場合は、スケール 1 を反射光量が互いに異なる反射マーク、非反射マークのインクリメンタルパターンを元に反射マークの一部を半反射マークに置き換えるような構成をとることができる。また、上記実施例では、点光源を用いた発散光学系を採用した例を示したが、レンズを用いて、平行光や、収束光などを用いた構成を採用することも可能である。この場合は、スケール 1 上のパターンのピッチと光電変換素子アレイ 5 上の光量分布のピッチの関係が、上記実施例の場合と異なる場合があるため、適宜、パターンピッチ、光電変換素子アレイ 5 のサイズを選択すればよい。

【0039】

また、上記実施例では、光電変換素子アレイ5の分割数を $N = 12$ としたが、これは、信号の正弦波状の波形に高調波歪成分が含まれる場合に、3次以上の成分を除去することが可能で、高精度な位相演算を実施するのに必要なためである。ただし、必要な精度、光電変換素子アレイ5の入手性を鑑み、12以外の分割数 N を採用することも可能である。また、処理部Pは、図6に示したように、位相演算とアブソリュート位置演算を平行に行う例を示したが、シリアルに行うことも可能である。例えば、位相演算を先行して行い、得られた位相情報から、信号のピーク値を算出し、符号判定を行うというフローを採用することも可能である。

【0040】

また、上記実施例では、一列のエンコーダパターンがスケール1上に放射状に配列されている例を示した。しかし、図17に示すように、円筒体の円筒面1上に軸2と平行な方向に間隔をおいてエンコーダパターン1a, 1bを複数列含むように配置してもよい。図17の例では、2つの光電変換素子アレイ5a, 5bが円筒面のエンコーダパターン1a, 1bで変調された信号をそれぞれ検出する。また、上記実施例では、光電変換素子アレイ5を180度回転対称な位置に2つ設置する例や3回対称に3つ設置する例を示した。しかし、回転対称な位置に複数の光電変換素子アレイ5を設置する構成を1つのユニットとし、ユニットを複数設置する構成を取ることにも可能である。また、上記実施例では、擬似乱数列の巡回符号をアブソリュートコードとして採用した例を示したが、アブソリュートコードとコードのスタートを示す符号を1つの組として順次配置していく所謂同期方式の数列などを使用することも可能である。

【0041】

また、本発明の構成をとれば、スケール1に配置されたパターンの一部にゴミ、キズが発生した場合でも、以下のようなエラー処理が可能である。例えば、図5(a)のパターンのうち、No. 1のパターンにキズがつき、光電変換素子アレイ5aで受光した信号が、半透過と同等な振幅になったとする。このとき、波形データa, bの加算を行った信号は、一定な振幅を持った周期信号にはならない。和演算を行った信号の振幅に変動許容値を設けて、変動許容値を外れた場合、エラー信号を出力するような構成をとることも可能である。

【0042】

上記実施例では、検出部3が光学式のアブソリュートロータリーエンコーダについて説明した。しかし、回転ドラムの円周上に磁性体を付けて一定間隔でS極、N極を着磁させたスケール1と、スケール1からの磁界の変化を検出するMRセンサとを用いる磁気式のアブソリュートロータリーエンコーダに対しても本発明は適用可能である。さらに、本発明は、図18に示されるように、互いに間隔をおいて複数配置した検出器5a, 5bヘッドと、複数種類のマークが直線に沿って平板に配列された複数列のスケール1a, 1bとを有するアブソリュートリニアエンコーダにも適用可能である。この場合、スケール1上で2つの検出部間の間隔と同じ間隔をおいて位置する2つのマークで変調された信号強度の和が一定になるように、複数種類のマークがスケール1に配置されている。

【符号の説明】

【0043】

1：スケール。2：軸（回転中心）。3：ヘッド（検出部）。4：光源。5：光電変換素子アレイ（検出器）。P：処理部。6：光量分布。

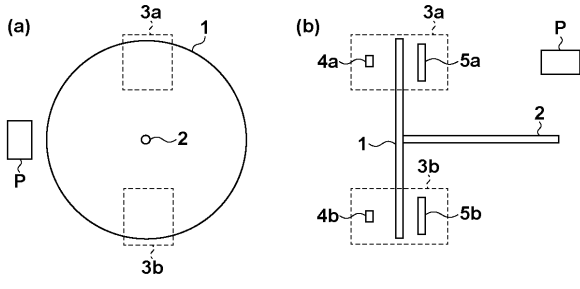
10

20

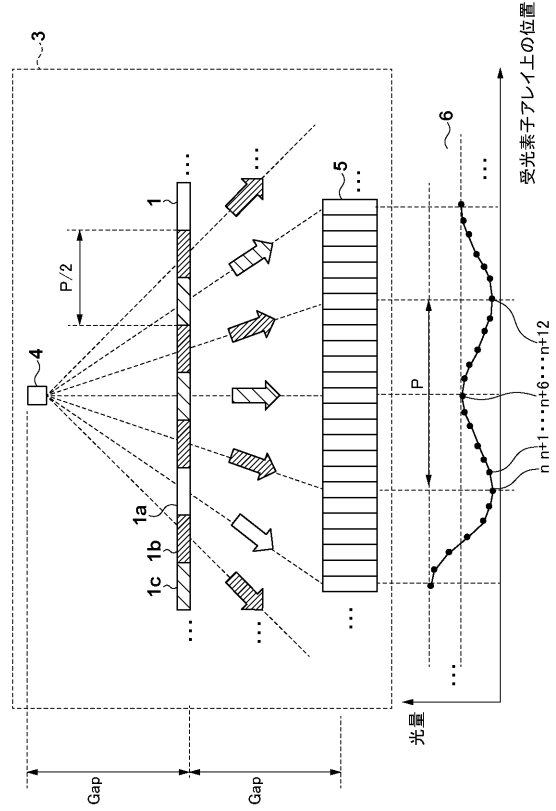
30

40

【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】

```

111011111101101010001001100100101110100000101111000001000110110000110111001000011011001000110011001111
01110100010110110001001111000100110101011101111000001001101000001110111000011101110000101100001010001
011010000110000101111100000100000010111010100001000110101011010101101010110110110110100011010001111
100110000100101001000001010110111101101011000000010101101000101111111111111111101101001110101
11111000110111011001000001001001000001000110110101001110100000100010001101101001110100111001110
000100000010000101011011000001011010000011101100100111000100001101100010011010010011010010000
100010110100010011011000001011001001000010000011101100100111000010000110100100110101110
1001011100011101000000111011110100001010111011100101010001010001000100010001010001010000
01000111010101001001101010001000101000011111101010001010101000000000010000101100001010
000001100100001001011011011011011001100100010101000010111011011001000101100001000110000110001

```

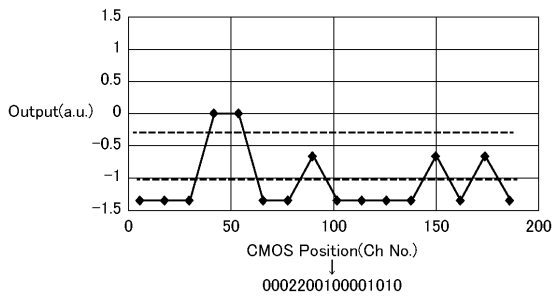
【 図 4 】

No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10	No.11	No.12	No.13	No.14	No.15	No.16
1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
No.501	No.502	No.503	No.504	No.505	No.506	No.507	No.508	No.509	No.510	No.511	No.512	No.513	No.514	No.515	No.516
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

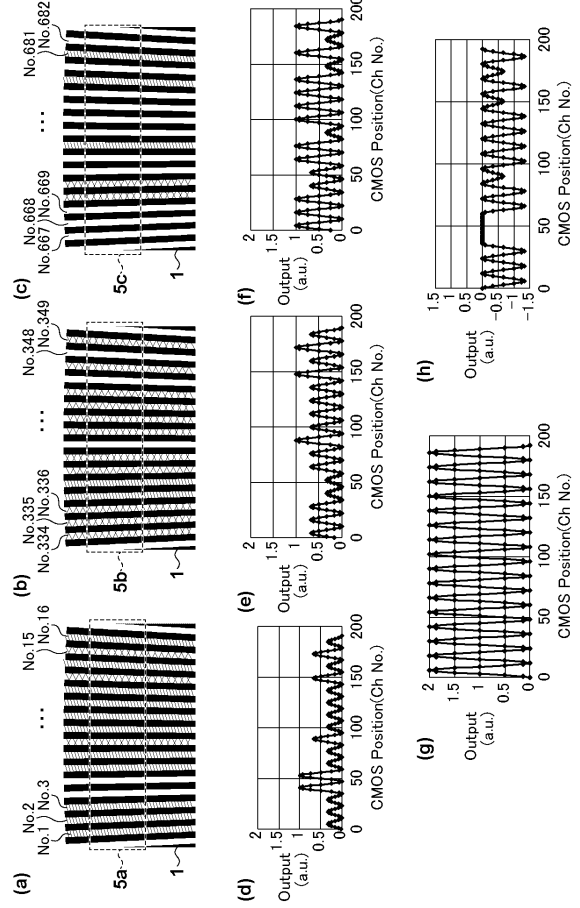
【 図 1 4 】

No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10	No.11	No.12	No.13	No.14	No.15	No.16
0	0	0	2	2	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0
No.334	No.335	No.336	No.337	No.338	No.339	No.340	No.341	No.342	No.343	No.344	No.345	No.346	No.347	No.348	No.349
1	1	1	0	0	1	1	2	1	1	1	1	2	1	2	1
No.667	No.668	No.669	No.670	No.671	No.672	No.673	No.674	No.675	No.676	No.677	No.678	No.679	No.680	No.681	No.682
2	2	2	2	1	2	2	0	2	2	2	2	0	2	0	2

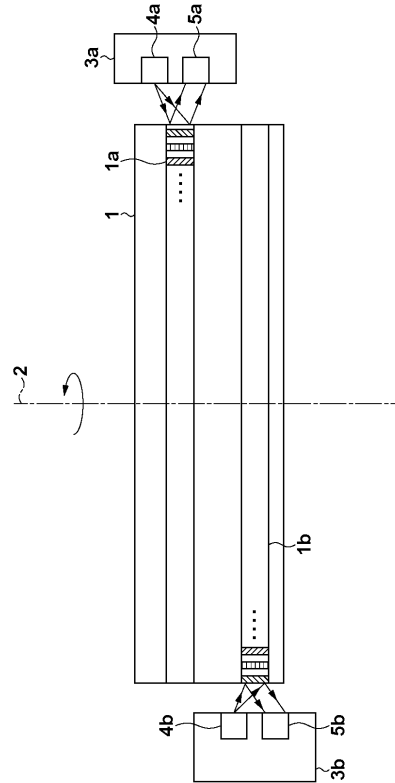
【 図 1 6 】



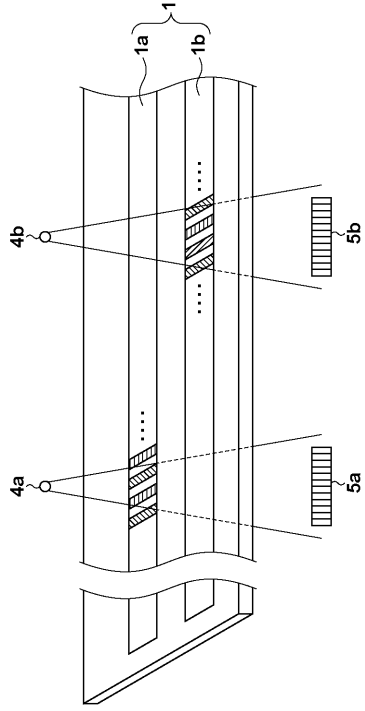
【 図 1 5 】



【 図 1 7 】



【 図 18 】



フロントページの続き

(72)発明者 小笠原 真貴子

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

(72)発明者 魚住 崇之

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) 2F077 AA11 AA20 AA27 CC08 NN02 NN04 NN17 NN24 NN27 PP14
PP19 RR11 RR29
2F103 BA37 BA43 CA01 DA11 DA13 EB08 EB14 EB16 ED12