

(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2009-198318

(P2009-198318A)

(43) 公開日 平成21年9月3日(2009.9.3)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G O 1 D 5/36 (2006.01)	G O 1 D 5/36 B	2 F O 7 7
G O 1 D 5/249 (2006.01)	G O 1 D 5/36 K	2 F 1 0 3
	G O 1 D 5/36 X	
	G O 1 D 5/36 Q	
	G O 1 D 5/249 D	
審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 21 頁)		

(21) 出願番号 特願2008-40360 (P2008-40360)
 (22) 出願日 平成20年2月21日 (2008.2.21)

(71) 出願人 000137694
 株式会社ミットヨ
 神奈川県川崎市高津区坂戸一丁目20番1号
 (74) 代理人 100092820
 弁理士 伊丹 勝
 (72) 発明者 草野 亘平
 神奈川県川崎市高津区坂戸1丁目20番1号 株式会社ミットヨ内
 Fターム(参考) 2F077 AA29 CC02 NN30 PP19 QQ15
 RR03 RR29 TT58 TT62
 2F103 BA42 CA02 CA03 DA11 DA12
 EA04 EA15 EB06 EB12 EB15
 EB16 EB32 EB33 EC04 ED01
 ED02 ED21 ED27 ED39 FA07
 FA12 FA15 FA16 FA18

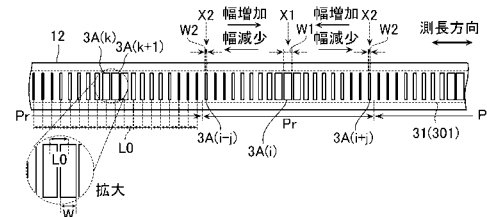
(54) 【発明の名称】 光電式エンコーダ

(57) 【要約】

【課題】 1トラックから複数種類の情報を取得可能とした高精度な光電式エンコーダを提供する。

【解決手段】 光電式エンコーダは、スケール12と、スケール12に測定光を照射する光源11と、スケール12で反射又は透過した前記測定光を受光する受光器14と、受光器14の受光信号を処理してスケール12の絶対位置を検出する信号処理回路20とを備える。スケール12は、複数の第1変調スケールパターン3A(k)を配列してなる第1変調インクリメンタルパターン31を有する変調インクリメンタルトラック301を備える。第1変調インクリメンタルパターン31は、測長方向に所定周期Pr内で第1変調スケールパターン3A(k)の形状が周期的に変化するように形成されている。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

スケールと、
当該スケールに測定光を照射する光源と、
前記スケールで反射又は透過した前記測定光を受光する受光器と、
前記受光器の受光信号を処理して前記スケールの絶対位置を検出する信号処理回路と
を備え、
前記スケールは、
前記光源及び前記受光器に対して測長方向に相対移動可能に構成されると共に、
複数の変調スケールパターンを配列してなる変調インクリメンタルパターンを有する変
調インクリメンタルトラックを備え、
前記変調インクリメンタルパターンは、
前記測長方向に第 1 の周期内で前記変調スケールパターンの形状が又はピッチが周期的
に変化するように形成された
ことを特徴とする光電式エンコーダ。

【請求項 2】

前記変調インクリメンタルパターンは、
1 つの前記変調スケールパターンとこれに隣接する前記変調スケールパターンとの間の
前記測長方向の中心間距離が等しくなるように形成され、前記第 1 の周期内で前記変調ス
ケールパターンの前記測長方向の幅が周期的に変化するように形成されている
ことを特徴とする請求項 1 記載の光電式エンコーダ。

【請求項 3】

前記変調インクリメンタルパターンは、
1 つの前記変調スケールパターンとこれに隣接する前記変調スケールパターンとの間の
前記測長方向の中心間距離が前記第 1 の周期内で周期的に変化するように形成され、前記
変調スケールパターンの前記測長方向の幅が等しくなるように形成されている
ことを特徴とする請求項 1 記載の光電式エンコーダ。

【請求項 4】

前記変調インクリメンタルパターンは、
1 つの前記変調スケールパターンとこれに隣接する前記変調スケールパターンとの間の
前記測長方向の中心間距離が等しく形成され、前記変調スケールパターンの前記測長方向
の幅が等しく形成され、
当該変調スケールパターンが破断された破断部分の面積が前記第 1 の周期内で周期的に
変化するように形成されている
ことを特徴とする請求項 1 記載の光電式エンコーダ。

【請求項 5】

前記スケールは、
絶対位置を表現したアブソリュートパターンを有するアブソリュートトラックを備える
ことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項記載の光電式エンコーダ。

【請求項 6】

前記スケールは、
第 2 の周期で等間隔に配置された複数のスケールパターンからなるインクリメンタルパ
ターンを有するインクリメンタルトラックを備える
ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項記載の光電式エンコーダ。

【請求項 7】

前記アブソリュートパターンと、前記変調インクリメンタルパターンとは、同一のトラ
ック上に形成されており、
前記アブソリュートパターンと前記変調インクリメンタルパターンとが共存する箇所
のみパターンが形成されている
ことを特徴とする請求項 5 又は請求項 6 記載の光電式エンコーダ。

【請求項 8】

前記アブソリュートパターンと、前記インクリメンタルパターンとは、同一のトラック上に形成されており、

前記アブソリュートパターンと前記インクリメンタルパターンとが共存する箇所にもパターンが形成されている

ことを特徴とする請求項 6 記載の光電式エンコーダ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光電式エンコーダに関する。

10

【背景技術】

【0002】

物体の移動距離を測定するための装置として、相対移動距離を測定するインクリメンタルエンコーダの他、絶対位置の測長を可能にしたアブソリュートエンコーダが知られている。

【0003】

インクリメンタルエンコーダは、光電式エンコーダの場合、明暗の等間隔のインクリメンタルパターンからなるインクリメンタルトラックを有し、このパターンに基づく明暗信号をカウントすることにより、相対的な移動距離を検出する。また、明暗の等間隔のパターンとは別に設けられた原点検出パターンを検出し、原点からの相対的な移動距離を検出することにより、絶対的な移動距離を検出することができる。光電式の原点検出方法は、例えば特許文献 1 により開示されている。しかしながら、この例では、原点パターンをインクリメンタルパターンに併設する必要がある為、パターン幅が大きくなる問題がある。また、原点検出パターンを読むため、測定に先立ちスケールを左右に移動させなければならないという問題もある。

20

【0004】

一方、アブソリュートエンコーダは、例えば M 系列符号等の擬似ランダム符号を表現したアブソリュートパターンからなるアブソリュートトラックを有し、このパターンを読むことで得られた物体の絶対位置を検出するものである。アブソリュートエンコーダは、インクリメンタルエンコーダと異なり、原点検出パターンによる原点検出を行う必要は無く、電源投入後のその位置から測定を開始することができる。しかし、検出精度の面では、インクリメンタルエンコーダよりも劣る。

30

【0005】

そのため、等間隔のインクリメンタルパターンからなるインクリメンタルトラックと、擬似ランダム符号を表現したアブソリュートパターンからなるアブソリュートトラックとを 1 つのスケール上に平行に配置した光電式エンコーダが、例えば特許文献 2 により知られている。そのエンコーダでは、電源投入後、まずアブソリュートトラック上のアブソリュートパターンを読み取って絶対位置を検出し、続いてインクリメンタルトラック上のインクリメンタルパターンを読み取って得られる高精度な相対位置により絶対位置を補間する。これによれば、インクリメンタルエンコーダとアブソリュートエンコーダとの双方の長所を得つつ、それぞれの短所を補った光電式エンコーダを得ることができる。

40

【0006】

しかしながら、アブソリュートパターンをインクリメンタルパターンに併設する必要がある為、パターン幅が大きくなるという問題がある。さらに、近年、小型化の傾向にある光電式エンコーダにおいては、一つのトラックにてより多くの情報を得られる構成が望まれている。

【特許文献 1】特開 2005-83808 号公報

【特許文献 2】特開平 7-286861 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

50

【0007】

本発明は、1トラックから複数種類の情報を取得可能とした高精度な光電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】

【0008】

本発明に係る光電式エンコーダは、スケールと、当該スケールに測定光を照射する光源と、前記スケールで反射又は透過した前記測定光を受光する受光器と、前記受光器の受光信号を処理して前記スケールの絶対位置を検出する信号処理回路とを備え、前記スケールは、前記光源及び前記受光器に対して測長方向に相対移動可能に構成されると共に、複数の変調スケールパターンを配列してなる変調インクリメンタルパターンを有する変調インクリメンタルトラックを備え、前記変調インクリメンタルパターンは、前記測長方向に第1の周期内で前記変調スケールパターンの形状が又はピッチが周期的に変化するように形成されたことを特徴とする。

10

【0009】

上記構成によれば、変調インクリメンタルパターンは、測長方向に第1の周期内で変調スケールパターンの形状が周期的に変化するように形成されているので、変調インクリメンタルパターンは、相対位置情報のみでなく、第1の周期の繰り返しに関する情報を持つこととなる。

【発明の効果】

【0010】

この発明によれば、1トラックから複数種類の情報を取得可能とした高精度な光電式エンコーダを提供することができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

次に、本発明の実施形態を、図面を参照して詳細に説明する。

【0012】

〔第1実施形態〕

図1は、本発明の第1実施形態に係る光電式エンコーダの全体構成を示す概略図である。この実施形態の光電式エンコーダは、発光素子11と、スケール12と、レンズ13と、受光素子14と、信号処理回路20とを備えて構成されている。

30

【0013】

発光素子11は、例えばLEDである。

【0014】

スケール12は、発光素子11及び受光素子14に対して測長方向に相対移動可能に構成されている。スケール12は、図2に示すように、透明ガラス基板上に、測長方向に複数の第1変調スケールパターン3A(k) (k=1~n)を配列して形成された第1変調インクリメンタルパターン31を有する第1変調インクリメンタルトラック301を備える。

【0015】

第1変調インクリメンタルパターン31は、1つの第1変調スケールパターン3A(k)と、これに隣接する第1変調スケールパターン3A(k+1)との間の測長方向の中心間距離L0が等しくなるように形成されている。この点、第1変調スケールパターン3A(k)は、通常のインクリメンタルパターンと同様の構成となっている。また、第1変調インクリメンタルパターン31は、所定周期Pr(例えば、0.2mm~0.6mm程度)内で第1変調スケールパターン3A(k)の測長方向の幅Wが周期的に変化するように形成されている。すなわち、所定周期Pr内の中心位置X1に形成された変調スケールパターン3A(i)は、所定周期Pr内において最大の測長方向の幅W1を有する。また、所定周期Pr内の端部位置X2に形成された変調スケールパターン3A(i+j), 3A(i-j)は、所定周期Pr内において最小の測長方向の幅W2を有する。変調スケールパターン3A(k)の測長方向の幅Wは、所定周期Pr内の中心位置X1から端部位置X

40

50

2に向かうに従って小さくなるように形成されている。これにより所定周期 P_r 内で信号強度が周期的に変化する。

【0016】

発光素子11は、このスケール12を照射し、スケール12を透過した照射光は、レンズ13を介して受光素子14上に投影される。

【0017】

図3に示すように、受光素子14は、インクリメンタル信号検出用フォトダイオードアレイ（以下、INC用アレイ）41、及び変調信号検出用フォトダイオードアレイ（以下、変調用アレイ）42を備えている。

【0018】

INC用アレイ41は、測長方向の長さが所定周期 P_r の整数倍の長さ P となるように形成されている。つまり、INC用アレイ41は、測長方向の長さを長さ P とすることにより、変調成分を除去した明暗信号を得られるように構成されている。INC用アレイ41は、 90° ずつ位相の異なる4組のフォトダイオードアレイを有する。INC用アレイ41は、それら4組のフォトダイオードアレイの為、第1変調インクリメンタルパターン31に基づく明暗信号を検出して 90° 位相差の4相正弦波信号を出力することが可能である。

【0019】

変調用アレイ42は、所定周期（変調周期） P_r の $1/2$ 以下の大きさのフォトダイオードを配列して構成されている。変調用アレイ42は、第1変調インクリメンタルパターン31に基づく各フォトダイオードを掃引する事により明暗信号を出力する。

【0020】

図4Aは、変調用アレイ42により出力された明暗信号411を示す図である。図4Aに示すように、スケール位置に対応して、明暗信号411の強度は、中心間距離 L_0 に対応して正弦波状に変動する。また、この正弦波の振幅最大値を結ぶ包絡線（図4A参照）は、所定周期 P_r 内で最大値及び最小値をとるように正弦波状に変化する。すなわち、包絡線の最大値は、上述した中心位置 X_1 において生ずる。また、包絡線の最小値は、上述した端部位置 X_2 において生ずる。

【0021】

図1に戻って説明を続ける。信号処理装置20は、一例として、ノイズフィルタ・増幅回路21、A/D変換回路22、相対位置検出回路23、ノイズフィルタ・増幅回路24、A/D変換回路25、変調パターン位置検出回路26を備えて構成される。

【0022】

ノイズフィルタ・増幅回路21は、INC用アレイ41からのアナログ出力信号（ 90° 位相差4相信号）410を差動増幅した後、ノイズを除去して出力する。A/D変換回路22は、ノイズフィルタ・増幅回路21が出力するアナログ出力信号をデジタル信号に変換する。相対位置検出回路23は、得られたデジタル信号（ 90° 位相差信号）の振幅の $\arctan$ 演算を行うことにより、スケール10の相対的な移動量・移動方向を示す相対位置信号D1を出力する。

【0023】

ノイズフィルタ・増幅回路24は、変調用アレイ42からのアナログ信号411のノイズを除去した後、この信号を増幅して出力する。A/D変換回路25は、ノイズフィルタ・増幅回路24が出力するアナログ信号をデジタル信号に変換する。変調パターン位置検出回路26は、A/D変換回路25からのデジタル化された明暗信号の包絡線を検出する事によって変調パターン位置を算出して変調位置信号D2を出力する。

【0024】

図4Bは、相対位置検出回路23及び変調パターン位置検出回路26より出力された相対位置信号D1及び変調パターン位置信号D2を示す図である。図4Bに示すように、スケール12の移動に対して、中心間距離 L_0 を周期とする相対位置検出信号D1、及び所定周期 P_r を周期とする変調パターン位置信号D2が得られる。

10

20

30

40

50

【0025】

以上のように、第1実施形態に係る光電式エンコーダによれば、相対位置信号D1の変動を計数することによって、スケール12が、測定開始点から中心間距離L0を周期として、何周期目に位置するかを検出することができる。さらに、変調パターン位置信号D2の変動を計数することにより、スケール12が、測定開始点から所定周期Prを周期として、何周期目に位置するかを検出することができる。

【0026】

つまり、第1実施形態に係る光電式エンコーダは、1トラックで相対位置以外の情報を取得することができる。

【0027】

また、第1変調インクリメンタルパターン31の変調部を変調周期Prの1周期のみとし、他の部分を通常のインクリメンタルパターンとする事によって、変調パターン位置信号D2を原点信号とすることが可能である。さらに、そのような場合、原点位置は変調周期Prの周期内で任意に設定することが可能である。

【0028】

〔第2実施形態〕

次に、図5を参照して、第2実施形態に係る光電式エンコーダについて説明する。図5は、第2実施形態に係る光電式エンコーダのスケール12aの構成を説明する平面図である。第2実施形態に係る光電式エンコーダにおいては、スケール12aの構成のみが、第1実施形態と異なり、その他の構成は、第1実施形態と同様である。なお、第2実施形態の説明において、第1実施形態と同様の構成については、その説明を省略する。

【0029】

スケール12aは、図5に示すように、透明ガラス基板上に、測長方向に所定周期（例えば、0.2mm～0.6mm程度）で、複数の第2変調スケールパターン3B(k)（ $k=1\sim n$ ）を配列して形成された第2変調インクリメンタルパターン31aを有する第2変調インクリメンタルトラック301aを備える。

【0030】

第2変調インクリメンタルパターン31aは、1つの第2変調スケールパターン3B(k)と、これに隣接する第2変調スケールパターン3B(k+1)との間の中心間距離Lが所定周期Pr内で周期的に変化するように形成されている。また、第2変調インクリメンタルパターン31aは、第2変調スケールパターン3B(k)の測長方向の幅W0が等しくなるように形成されている。すなわち、所定周期Pr内の中心位置X3の両脇に形成された第2変調スケールパターン3B(i)、3B(i+1)の中心間距離Lは、所定周期Pr内における最短距離L1となる。また、所定周期Pr内の端部位置X4に形成された第2変調スケールパターン3B(i-j)、3B(i-j-1)の中心間距離（3B(i+j)、3B(i+j+1)の中心間距離）は、所定周期Pr内における最長距離L2となる。各第2変調スケールパターン3B(k)間の中心間距離は、中心位置X3から端部位置X4へと長くなるように形成されている。

【0031】

図6は、変調用アレイ42から出力されたスケール12aによる明暗信号411を示す図である。図6に示すように、スケール位置に対応して、明暗信号411の信号強度は、中心間距離Lに対応して正弦波状に変化する。明暗信号411の信号強度が正弦波状に変化する周期は、所定周期Prにおいて変化し、中心位置X4近傍の区間にて最も長くなり、端部位置近傍X3近傍の区間にて最も短くなる。なお、明暗信号411を変調パターン検出回路26にて処理する事により、図4Bと同様の信号が得られる。

【0032】

以上のような第2実施形態に係る光電式エンコーダは、第1実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0033】

〔第3実施形態〕

次に、図 7 を参照して、第 3 実施形態に係る光電式エンコーダについて説明する。図 7 は、第 3 実施形態に係る光電式エンコーダのスケール 1 2 b の構成を説明する平面図である。第 3 実施形態に係る光電式エンコーダにおいては、スケール 1 2 b の構成のみが、第 1 実施形態と異なり、その他の構成は、第 1 実施形態と同様である。なお、第 3 実施形態の説明において、第 1 実施形態と同様の構成については、その説明を省略する。

【0034】

スケール 1 2 b は、図 7 に示すように、透明ガラス基板上に、測長方向に所定周期（例えば、0.2 mm ～ 0.6 mm 程度）で、複数の第 3 変調スケールパターン 3 C (k) ($k = 1 \sim n$) で形成された第 3 変調インクリメンタルパターン 3 1 b を有する第 3 変調インクリメンタルトラック 3 0 1 b を備える。

10

【0035】

第 3 変調インクリメンタルパターン 3 1 b は、1 つの第 3 変調スケールパターン 3 C (k) と、これに隣接する第 3 変調スケールパターン 3 C (k + 1) との間の中心間距離 L 0 が等しくなるように形成されている。また、第 3 変調スケールパターン 3 C (k) は、第 3 変調スケールパターン 3 C (k) の測長方向の幅 W 0 が等しくなるように形成されている。更に、第 3 変調インクリメンタルパターン 3 1 b は、所定周期 P r 内で周期的に破断部分面積が変化するように形成されている。ここで、破断部分面積とは、第 3 変調スケールパターン 3 C (k) が破断された部分の面積である。すなわち、所定周期 P r 内の中心位置 X 5 における第 3 変調スケールパターン 3 C (i) は、破断されておらず直線形状を有する。一方、所定周期 P r 内の端部位置 X 6 における変調スケールパターン 3 C (i + j), 3 C (i - j) は、所定周期 P r 内において最も破断部分面積が大きい形状（破線形状）を有する。第 3 変調スケールパターン 3 C (k) の形状は、中心位置 X 5 から端部位置 X 6 へ次第に破断部分面積が大きくなるように形成されている。

20

【0036】

なお、変調用アレイ 4 2 から出力されたスケール 1 2 b による明暗信号 4 1 1 は、第 1 実施形態の図 4 A に示す波形と同様の形状となる。

【0037】

以上のような第 3 実施形態に係る光電式エンコーダは、第 1 実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0038】

30

〔第 4 実施形態〕

次に、図 8 ～ 図 1 1 を参照して、第 4 実施形態に係る光電式エンコーダについて説明する。図 8 は、第 4 実施形態に係る光電式エンコーダの全体構成を示す概略図である。第 4 実施形態に係る光電式エンコーダにおいては、スケール 1 2 d、受光素子 1 4 a、信号処理回路 2 0 a の構成が、第 1 ～ 第 3 実施形態の構成と異なる。なお、第 4 実施形態の説明において、第 1 実施形態と同様の構成については、その説明を省略する。

【0039】

まず、図 9 を参照して、第 4 実施形態の光電式エンコーダのスケール 1 2 d の構成について説明する。図 9 は、スケール 1 2 d の構成を説明する平面図である。図 9 に示すように、スケール 1 2 d は、第 1 実施形態と同様の第 1 変調インクリメンタルトラック 3 0 1 を有する。さらに、スケール 1 2 d は、擬似ランダムパターン（ここでは M 系列符号）により絶対位置を表現した一般的なアブソリュートパターン 3 2 からなるアブソリュートトラック 3 0 2 を有する。

40

【0040】

次に、図 1 0 を参照して、第 4 実施形態の光電式エンコーダの受光素子 1 4 a について説明する。図 1 0 は、受光素子 1 4 a の構成を説明する平面図である。

【0041】

図 1 0 に示すように、受光素子 1 4 a は、第 1 実施形態と同様に I N C 用アレイ 4 1 及び変調用アレイ 4 2 を有する。さらに、受光素子 1 4 a は、アブソリュートトラック 3 0 2 に対応する A B S 検出用フォトダイオードアレイ（以下、A B S 用アレイ）4 3 を有す

50

る。

【0042】

A B S用アレイ43は、アブソリュートパターン32の最小線幅に対応した配列ピッチでフォトダイオードを配列して構成される。A B S用アレイ43は、アブソリュートパターン32に基づく明暗信号を測長方向に掃引し得られた信号を出力する。

【0043】

次に、再び図8を参照して、第4実施形態の光電式エンコーダの信号処理回路20aについて説明する。

【0044】

図8に示すように、信号処理回路20aは、第1実施形態と同様のノイズフィルタ・増幅回路21、24、A/D変換回路22、25、相対位置検出回路23、及び変調パターン位置検出回路26を有する。さらに、信号処理回路20aは、ノイズフィルタ・増幅回路27、A/D変換回路28、絶対位置検出回路29、及び絶対位置合成回路30を有する。

【0045】

ノイズフィルタ・増幅回路27は、A B S用アレイ43からのアナログ出力信号（絶対位置信号）420のノイズを除去した後この信号を増幅して出力する。A/D変換回路28は、ノイズフィルタ・増幅回路27が出力するアナログ信号をデジタル信号に変換する。変換後のデジタル信号は、この場合アブソリュートパターン32に表現されたM系列符号のデータを含んでいる。

【0046】

絶対位置検出回路29は、このM系列符号と、M系列により表現される絶対位置との関係を示すテーブル（図示せず）を有しており、このテーブルを参照して、スケール12dの絶対位置を示す絶対値信号D3を出力する。

【0047】

絶対位置合成回路30は、相対位置信号D1、変調パターン位置信号D2及び絶対位置信号D3に基づいて、スケール12dの微細な絶対位置を算出する。この絶対位置合成回路30の動作を、図11を参照して説明する。図11は、第4実施形態の光電式エンコーダの動作を説明する図である。

【0048】

図11に示すように、絶対位置信号D3は、スケール12dの絶対位置についての情報を有している。つまり、絶対位置信号D3により、絶対位置情報が得られる。また、絶対位置信号D3をもとに大凡の位置を特定し、変調パターン位置信号D2及び相対位置信号D1を用いて、さらに微細に位置情報を得ることができる。

【0049】

以上のような第4実施形態に係る光電式エンコーダは、第1実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0050】

また、第4実施形態に係る光電式エンコーダによれば、アブソリュートパターン32は微細に形成された変調インクリメンタルパターン31の中心間距離L0に相当する位置精度を要求されず、中心間距離L0より大きい所定周期Prに対し所定の位置精度で形成されれば十分である。従って、本実施形態によれば、変調インクリメンタルパターン31のピッチを微細化することができ、もってエンコーダの高精度化を図ることができる。

【0051】

また、アブソリュートパターン32に許容される位置誤差を大きくできる為、スケール製造コストを低減できる可能性がある。

【0052】

〔第5実施形態〕

次に、図12を参照して、第5実施形態に係る光電式エンコーダについて説明する。図12は、第5実施形態に係る光電式エンコーダのスケール12eの構成を示す平面図であ

10

20

30

40

50

る。第5実施形態に係る光電式エンコーダにおいては、スケール12eの構成のみが、第4実施形態の構成と異なる。なお、第5実施形態の説明において、第1～第4実施形態と同様の構成については、その説明を省略する。

【0053】

図12に示すように、スケール12eは、第2実施形態と同様の第2変調インクリメンタルトラック301aを有する。さらに、スケール12eは、第4実施形態と同様のアブソリュートトラック302を有する。

【0054】

以上のような第5実施形態に係る光電式エンコーダは、第4実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0055】

[第6実施形態]

次に、図13を参照して、第6実施形態に係る光電式エンコーダについて説明する。図13は、第6実施形態に係る光電式エンコーダのスケール12fの構成を示す平面図である。第6実施形態に係る光電式エンコーダにおいては、スケール12fの構成のみが、第4実施形態の構成と異なる。なお、第6実施形態の説明において、第1～第4実施形態と同様の構成については、その説明を省略する。

【0056】

図13に示すように、スケール12fは、第3実施形態と同様の第3変調インクリメンタルトラック301bを有する。さらに、スケール12fは、第4実施形態と同様のアブソリュートトラック302を有する。

【0057】

以上のような第6実施形態に係る光電式エンコーダは、第4実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0058】

[第7実施形態]

次に、図14～図17を参照して、第7実施形態に係る光電式エンコーダについて説明する。図14は、第7実施形態に係る光電式エンコーダの全体構成を示す概略図である。第7実施形態に係る光電式エンコーダにおいては、スケール12g、受光素子14b、信号処理回路20bの構成が、第1～第6実施形態の構成と異なる。なお、第7実施形態の説明において、第1～第6実施形態と同様の構成については、同一符号を付し、その説明を省略する。

【0059】

先ず、図15を参照して、第7実施形態の光電式エンコーダのスケール12gの構成について説明する。図15は、スケール12gの構成を説明する平面図である。図15に示すように、スケール12gは、第4実施形態と同様の第1変調インクリメンタルトラック301、及びアブソリュートパターン32からなるアブソリュートトラック302を有する。さらに、スケール12gは、明暗の等間隔の配列ピッチ P_i （たとえば $40\mu m$ ）で形成されたインクリメンタルパターン33からなるインクリメンタルトラック303を有する。

【0060】

次に、図16を参照して、第7実施形態の光電式エンコーダの受光素子14bについて説明する。図16は、受光素子14bの構成を説明する平面図である。

【0061】

図16に示すように、受光素子14bは、第4実施形態と同様のINC用アレイ41、及び変調用アレイ42を有する。さらに、受光素子14bは、インクリメンタルトラック303に対応するINC検出用フォトダイオードアレイ（以下、INC用アレイ）44を有する。

【0062】

INC用アレイ44は、インクリメンタルパターン33のピッチに対応した配列ピッチ

10

20

30

40

50

でフォトダイオードを配列して構成される。INC用アレイ44は、IINC用アレイ41と同様に、90°ずつ位相の異なる4組のフォトダイオードアレイを有し、インクリメンタルパターン31に基づく明暗信号を検出して90度位相差の4相正弦波信号を出力する。

【0063】

次に、再び図14を参照して、第4実施形態の光電式エンコーダの信号処理回路20bについて説明する。

【0064】

図14に示すように、信号処理回路20bは、第4実施形態と同様のノイズフィルタ・増幅回路21, 24, 27、A/D変換回路22, 25, 28、及び相対位置検出回路23、
変調パターン位置検出回路26、絶対位置検出回路29、及び絶対位置合成回路30を有する。さらに、信号処理回路20bは、ノイズフィルタ増幅回路21a、A/D変換回路22a、及び相対位置検出回路23aを有する。

【0065】

ノイズフィルタ・増幅回路21aは、INC用アレイ44からのアナログ出力信号(90°位相差4相信号)430を差動増幅した後、ノイズを除去して出力する。A/D変換回路22aは、ノイズフィルタ・増幅回路21aが出力するアナログ出力信号をデジタル信号に変換する。相対位置検出回路23aは、得られたデジタル信号(90°位相差信号)の振幅の $\arctan$ 演算を行うことにより、スケール12gの相対的な移動量・移動方向を示す相対位置信号D4を出力する。

【0066】

絶対位置合成回路30は、相対位置信号D1、変調パターン位置信号D2、絶対位置信号D3、及び相対位置信号D4に基づいて、スケール12gの微細な絶対位置を算出する。この絶対位置合成回路30の動作を、図17を参照して説明する。図17は、第7実施形態の光電式エンコーダの動作を説明する図である。

【0067】

図17に示すように、絶対位置信号D3は、スケール12gの絶対位置についての情報を有している。アブソリュートパターン32は、所定の精度をもって形成されるので、絶対値信号D3から絶対位置情報が得られる。また、絶対位置信号D3をもとに大凡の位置を特定し、変調パターン位置信号D2及び相対位置信号D1, D4を用いて、さらに微細に位置情報を得ることができる。

【0068】

上記第7実施形態に係る光電式エンコーダは、第4実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0069】

また、相対位置信号D1及びD4のいずれか一方の読み取りが困難となる場合であっても、他方にてスケール12gの位置を特定することが可能である。

【0070】

また、相対位置信号D1及びD4を平均する事により、エンコーダ取り付け時のミスアライメントにより発生する誤差を除去する事ができる。

【0071】

[第8実施形態]

次に、図18を参照して、第8実施形態に係る光電式エンコーダについて説明する。図18は、第8実施形態に係る光電式エンコーダのスケール12hの構成を示す平面図である。第8実施形態に係る光電式エンコーダにおいては、スケール12hの構成のみが、第7実施形態の構成と異なる。なお、第8実施形態の説明において、第1～第7実施形態と同様の構成については、その説明を省略する。

【0072】

図18に示すように、スケール12hは、第5実施形態と同様の第2変調インクリメンタルトラック301a、及びアブソリュートトラック302を有する。さらに、スケール

10

20

30

40

50

1 2 h は、第 7 実施形態と同様のインクリメンタルトラック 3 0 3 を有する。

【0 0 7 3】

以上のような第 8 実施形態に係る光電式エンコーダは、第 7 実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0 0 7 4】

〔第 9 実施形態〕

次に、図 1 9 を参照して、第 9 実施形態に係る光電式エンコーダについて説明する。図 1 9 は、第 9 実施形態に係る光電式エンコーダのスケール 1 2 i の構成を示す平面図である。第 9 実施形態に係る光電式エンコーダにおいては、スケール 1 2 i の構成のみが、第 7 実施形態の構成と異なる。なお、第 9 実施形態の説明において、第 1 ～第 8 実施形態と同様の構成については、その説明を省略する。

【0 0 7 5】

図 1 9 に示すように、スケール 1 2 i は、第 6 実施形態と同様の第 3 変調インクリメンタルトラック 3 0 1 b、及びアブソリュートトラック 3 0 2 を有する。さらに、スケール 1 2 h は、第 7 実施形態と同様のインクリメンタルトラック 3 0 3 を有する。

【0 0 7 6】

以上のような第 9 実施形態に係る光電式エンコーダは、第 7 実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0 0 7 7】

〔第 1 0 実施形態〕

次に、図 2 0 及び図 2 1 を参照して、第 1 0 実施形態に係る光電式エンコーダを説明する。第 1 ～第 9 実施形態と同一の構成要素については、同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0 0 7 8】

図 2 0 は、第 1 0 実施形態の全体構成を示す概略図であり、図 2 1 は、スケール 1 2 i の平面構成を示している。図 2 1 に示すように、本実施形態では、第 1 変調インクリメンタルパターン 3 1 とアブソリュートパターン 3 2 とに代え、この 2 種類のパターンを 1 トラックに統合した A B S / 第 1 変調 I N C 統合パターン 3 4 からなる A B S / 第 1 変調 I N C 統合トラック 3 0 4 を備えている点で第 1 ～第 9 実施形態と異なっている。

【0 0 7 9】

A B S / 第 1 変調 I N C 統合パターン 3 4 は、図 2 2 に示すように、アブソリュートパターン 3 2 を、第 1 変調インクリメンタルパターン 3 1 と統合して 1 トラックに配列して形成されたものである。具体的には、A B S / 第 1 変調 I N C 統合パターン 3 4 は、アブソリュートパターン 3 2 と第 1 変調インクリメンタルパターン 3 1 とが共存する箇所にのみパターンを形成するように構成されており、アブソリュートパターン 3 2 に対応したアブソリュートパターン部 3 2 ' と第 1 変調インクリメンタルパターン 3 1 に対応した第 1 変調インクリメンタルパターン部 3 1 ' とから成る。

【0 0 8 0】

本実施形態では、上記のようにスケール 1 2 i が 1 トラックを備えるのみであるので、2 トラックからなる第 4 実施形態に比べ占有面積を小さくすることができる。

【0 0 8 1】

スケール 1 2 i が上記のように構成されているのに対応して、受光素子 1 4 は、第 1 実施形態（図 3）と同様の構成を有するものである。

【0 0 8 2】

図 2 0 に示すように、本実施形態の信号処理回路 2 0 c は、上述の A B S / 第 1 変調 I N C 統合パターン 3 4 に基づく I N C 用アレイ 4 1 からのアナログ信号 4 4 0 が、ノイズフィルタ増幅回路 2 1、A / D 変換回路 2 2 を介して分離回路 2 0 1 に入力される点で、第 1 実施形態の構成と異なっている。

【0 0 8 3】

一方、A B S / 第 1 変調 I N C 統合パターン 3 4 に基づく変調用アレイ 4 2 からのアナ

10

20

30

40

50

ログ信号441は、ノイズフィルタ増幅回路24、A/D変換回路25を介して変調パターン位置検出回路26に入力される。変調パターン位置検出回路26は、変調パターン位置信号D2'を絶対位置合成回路30へ出力する。

【0084】

分離回路201は、ABS/第1変調INC統合パターン34のうち、前述のアブソリュートパターン部32'からの信号と、変調インクリメンタルパターン部31'からの信号と、を分離する機能を有し、具体的には、図示しないローパスフィルタ、減算回路等を有している。例えば、まず、ABS/変調INC統合パターン34の明暗信号からローパスフィルタにより、変調インクリメンタルパターン部31'の信号を除去することにより、アブソリュート明暗信号を得る。次に、得られたアブソリュート明暗信号をABS/第1変調INC統合パターン34の明暗信号から減ずることにより、変調インクリメンタル明暗信号を得ることができる。

10

【0085】

ここで、図23を参照して、ABS/第1変調INC統合パターン34の信号処理の方法を詳細に説明する。図23(A)は、INC用アレイ41と、ABS/第1変調INC統合パターン34との関係について示したものである。図23(B)は、測定軸方向に掃引することによりINC用アレイ41で得られる、ABS/第1変調INC統合パターン34の明暗信号440を示したものである。縦軸が信号強度、横軸が掃引方向を示している。この信号Aには、アブソリュート明暗信号とインクリメンタル明暗信号とが混在しているのがわかる。図23(C)は、ローパスフィルタ処理後の明暗信号を示している。ローパスフィルタ処理により、インクリメンタル明暗信号部分が除去され、アブソリュート明暗信号Bのみが残り、その結果、アブソリュート明暗信号Bを分離して得ることができる。このアブソリュート明暗信号Bが絶対位置信号検出回路29へ送られる。絶対位置信号検出回路29は、信号Bに基づき、絶対位置信号D3'を出力する。

20

【0086】

図23(D)は、図23(B)のABS/第1変調INC統合パターン34の明暗信号Aから、図23(C)のアブソリュート明暗信号Bを減算処理により減じた信号Cを示している。この信号Cにおいて、アブソリュートパターン部32'の存在しない箇所は信号強度がゼロとなり、インクリメンタル位置検出に寄与しない。したがって、インクリメンタル明暗信号Cのみを分離することができる。この分離して得られたインクリメンタル明暗信号である信号Cは相対位置検出回路23に送られる。

30

【0087】

分離された第1変調インクリメンタルパターン部31'からの信号Cは、相対位置検出回路23に入力される。相対位置検出回路23は、相対位置信号D1'を出力する。得られた相対位置信号D1'、変調パターン位置信号D2'及び絶対位置信号D3'は、絶対位置合成回路30に入力される。絶対位置合成回路30の動作は第4実施形態と同一である。

【0088】

上記第7実施形態に係る光電式エンコーダは、第4実施形態と同様の効果を得ることができる。また、第7実施形態に係る光電式エンコーダは、トラック幅を低減することができるだけでなく、パターンの種類の数より少ない種類の数のフォトダイオードアレイを使って絶対位置検出を行うことができる。その結果、測定精度の向上と装置の小型化、及び低コスト化を実現することが可能である。

40

【0089】

[第11実施形態]

次に、図24を参照して、第11実施形態に係る光電式エンコーダについて説明する。図24は、第11実施形態に係る光電式エンコーダのスケール12jの構成を示す平面図である。第11実施形態に係る光電式エンコーダにおいては、スケール12jの構成のみが、第10実施形態の構成と異なる。なお、第11実施形態の説明において、第1～第10実施形態と同様の構成については、その説明を省略する。

50

【0090】

図24に示すように、スケール12jは、第10実施形態と同様の方法（図22）にて、形成されたABS／第2変調INC統合パターン34aを有するABS／第2変調INC統合トラック304aを備える。ABS／第2変調INC統合パターン34aは、アブソリュートパターン32を、第2変調インクリメンタルパターン31aと統合して1トラックに配列して形成されたものである。

【0091】

以上のような第11実施形態に係る光電式エンコーダは、第10実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0092】

10

〔第12実施形態〕

次に、図25を参照して、第12実施形態に係る光電式エンコーダについて説明する。図25は、第12実施形態に係る光電式エンコーダのスケール12kの構成を示す平面図である。第12実施形態に係る光電式エンコーダにおいては、スケール12kの構成のみが、第10実施形態の構成と異なる。なお、第12実施形態の説明において、第1～第11実施形態と同様の構成については、その説明を省略する。

【0093】

図25に示すように、スケール12kは、第10実施形態と同様の方法（図22）にて、形成されたABS／第3変調INC統合パターン34bを有するABS／第3変調INC統合トラック304bを備える。ABS／第3変調INC統合パターン34bは、アブソリュートパターン32を、第3変調インクリメンタルパターン31bと統合して1トラックに配列して形成されたものである。

20

【0094】

以上のような第12実施形態に係る光電式エンコーダは、第10実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0095】

〔第13実施形態〕

次に、図26～図28を参照して、第13実施形態に係る光電式エンコーダを説明する。第1～第12実施形態と同一の構成要素については、同一の符号を付し、その説明を省略する。図26は、第13実施形態の全体構成を示す概略図であり、図27は、受光素子14cの平面構成を示し、図28は、スケール12lの平面構成を示している。図26に示すように、第13実施形態に係る光電式エンコーダは、第1～第12実施形態と異なる受光素子14c、及びスケール12lを有する。

30

【0096】

図27に示すように、受光素子14cは、第7実施形態と同様のINC用アレイ41，44、及び変調用アレイ42を有する。

【0097】

図28に示すように、スケール12lは、第1実施形態と同様の第1変調インクリメンタルトラック301を有する。さらに、スケール12lは、変調インクリメンタルパターン31とアブソリュートパターン32とに代え、この2種類のパターンを1トラックに統合したABS／INC統合パターン35からなるABS／INC統合トラック305を備えている。この点でスケール12lは、第1～第12実施形態と異なっている。ABS／INC統合パターン35は、第10実施形態（図22）と同様に、アブソリュートパターン32を、インクリメンタルパターン33と統合して1トラックに配列して形成されたものである。

40

【0098】

図26に示すように、本実施形態の信号処理回路20dは、第10実施形態と同様に、ノイズフィルタ・増幅回路21，24、A/D変換回路22，25、分離回路201、相対位置検出回路23、変調パターン位置検出回路26、分離回路201、絶対位置検出回路29、及び絶対位置合成回路30を有する。更に、信号処理回路20dは、ノイズフィル

50

タ・増幅回路 2 1 b、A/D 変換回路 2 2 b、及び上述した相対位置検出回路 2 3 a を有する。

【0099】

ノイズフィルタ・増幅回路 2 1、2 4、A/D 変換回路 2 2、2 5、分離回路 2 0 1、相対位置検出回路 2 3、変調パターン位置検出回路 2 6 は、第 7 実施形態と同様の構成及び動作により、絶対位置合成回路 3 0 に相対位置信号 D 1 及び変調パターン位置信号 D 2 を入力する。

【0100】

一方、ノイズフィルタ・増幅回路 2 1 b は、ABS/INC 統合パターン 3 5 に基づく INC 用アレイ 4 4 からのアナログ信号 4 5 0 を受け付ける。続いて、A/D 変換回路 2 2 b は、アナログ信号 4 5 0 をデジタル信号に変換し、分離回路 2 0 1 に入力する。

10

【0101】

絶対位置検出回路 2 9 は、分離回路 2 0 1 にて分離された ABS/INC 統合パターン 3 5 に基づく信号を受け付け、絶対位置信号 D 3 ' ' を出力する。また、相対位置検出回路 2 3 a は、分離回路 2 0 1 にて分離された ABS/INC 統合パターン 3 5 に基づく信号を受け付け、相対位置信号 D 4 ' を出力する。

【0102】

以上のような第 1 3 実施形態に係る光電式エンコーダは、第 1 0 実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0103】

20

[第 1 4 実施形態]

次に、図 2 9 を参照して、第 1 4 実施形態に係る光電式エンコーダについて説明する。図 2 9 は、第 1 4 実施形態に係る光電式エンコーダのスケール 1 2 m の構成を示す平面図である。第 1 4 実施形態に係る光電式エンコーダにおいては、スケール 1 2 m の構成のみが、第 1 3 実施形態の構成と異なる。なお、第 1 4 実施形態の説明において、第 1 ~ 第 1 3 実施形態と同様の構成については、その説明を省略する。

【0104】

図 2 9 に示すように、スケール 1 2 m は、第 1 3 実施形態と同様の ABS/INC 統合パターン 3 5 を有する。さらに、スケール 1 2 m は、第 2 実施形態と同様の第 2 変調インクリメンタルトラック 3 0 1 a を有する。

30

【0105】

以上のような第 1 4 実施形態に係る光電式エンコーダは、第 1 3 実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0106】

[第 1 5 実施形態]

次に、図 3 0 を参照して、第 1 5 実施形態に係る光電式エンコーダについて説明する。図 3 0 は、第 1 5 実施形態に係る光電式エンコーダのスケール 1 2 n の構成を示す平面図である。第 1 5 実施形態に係る光電式エンコーダにおいては、スケール 1 2 n の構成のみが、第 1 5 実施形態の構成と異なる。なお、第 1 5 実施形態の説明において、第 1 ~ 第 1 4 実施形態と同様の構成については、その説明を省略する。

40

【0107】

図 3 0 に示すように、スケール 1 2 n は、第 1 3 実施形態と同様の ABS/INC 統合パターン 3 5 を有する。さらに、スケール 1 2 n は、第 3 実施形態と同様の第 3 変調インクリメンタルトラック 3 0 1 b を有する。

【0108】

以上のような第 1 5 実施形態に係る光電式エンコーダは、第 1 3 実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0109】

[その他実施形態]

以上、発明の実施形態を説明したが、本発明はこれらに限定されるものではなく、発明

50

の趣旨を逸脱しない範囲内において、種々の変更、追加等が可能である。例えば、上記実施形態では、透過型の光電式エンコーダを例にとって説明したが、図 3 1 に示すように、発光素子 1 1 からの反射型の光学系として、発光素子 1 1 をレンズ 1 3 や受光素子 1 4 と同じ側に配置してもよい。

【図面の簡単な説明】

【0 1 1 0】

【図 1】本発明の第 1 実施形態に係る光電式エンコーダの全体構成を示す概略図である。

【図 2】図 1 のスケール 1 2 の構成を説明する平面図である。

【図 3】図 1 の受光素子 1 4 の構成を説明する平面図である。

【図 4 A】第 1 実施形態に係る光電式エンコーダの動作を説明する図である。

10

【図 4 B】第 1 実施形態に係る光電式エンコーダの動作を説明する図である。

【図 5】本発明の第 2 実施形態に係る光電式エンコーダのスケール 1 2 a の構成を説明する平面図である。

【図 6】第 2 実施形態に係る光電式エンコーダの動作を説明する図である。

【図 7】本発明の第 3 実施形態に係る光電式エンコーダのスケール 1 2 b の構成を説明する平面図である。

【図 8】本発明の第 4 実施形態に係る光電式エンコーダの全体構成を示す概略図である。

【図 9】図 8 のスケール 1 2 d の構成を説明する平面図である。

【図 1 0】図 8 の受光素子 1 4 a の構成を説明する平面図である。

【図 1 1】第 4 実施形態に係る光電式エンコーダの動作を説明する図である。

20

【図 1 2】本発明の第 5 実施形態に係る光電式エンコーダのスケール 1 2 e の構成を説明する平面図である。

【図 1 3】本発明の第 6 実施形態に係る光電式エンコーダのスケール 1 2 f の構成を説明する平面図である。

【図 1 4】本発明の第 7 実施形態に係る光電式エンコーダの全体構成を示す概略図である。

【図 1 5】図 1 4 のスケール 1 2 g の構成を説明する平面図である。

【図 1 6】図 1 4 の受光素子 1 4 b の構成を説明する平面図である。

【図 1 7】第 7 実施形態に係る光電式エンコーダの動作を説明する図である。

【図 1 8】本発明の第 8 実施形態に係る光電式エンコーダのスケール 1 2 h の構成を説明する平面図である。

30

【図 1 9】本発明の第 9 実施形態に係る光電式エンコーダのスケール 1 2 i の構成を説明する平面図である。

【図 2 0】本発明の第 1 0 実施形態に係る光電式エンコーダの全体構成を示す概略図である。

【図 2 1】図 2 0 のスケール 1 2 i の構成を説明する平面図である。

【図 2 2】図 2 1 のスケール 1 2 i 中の A B S / 第 1 変調 I N C 統合スケール 3 4 の構成の詳細を説明する概念図である。

【図 2 3】図 2 0 の信号分離回路 2 0 1 の動作を説明したものである。

【図 2 4】本発明の第 1 1 実施形態に係る光電式エンコーダのスケール 1 2 j の構成を説明する平面図である。

40

【図 2 5】本発明の第 1 2 実施形態に係る光電式エンコーダのスケール 1 2 k の構成を説明する平面図である。

【図 2 6】本発明の第 1 3 実施形態に係る光電式エンコーダの全体構成を示す概略図である。

【図 2 7】図 2 6 の受光素子 1 4 c の構成を説明する平面図である。

【図 2 8】図 2 6 のスケール 1 2 l の構成を説明する平面図である。

【図 2 9】本発明の第 1 4 実施形態に係る光電式エンコーダのスケール 1 2 m の構成を説明する平面図である。

【図 3 0】本発明の第 1 5 実施形態に係る光電式エンコーダのスケール 1 2 n の構成を説

50

明する平面図である。

【図 3 1】本発明の実施形態の変形例を示す。

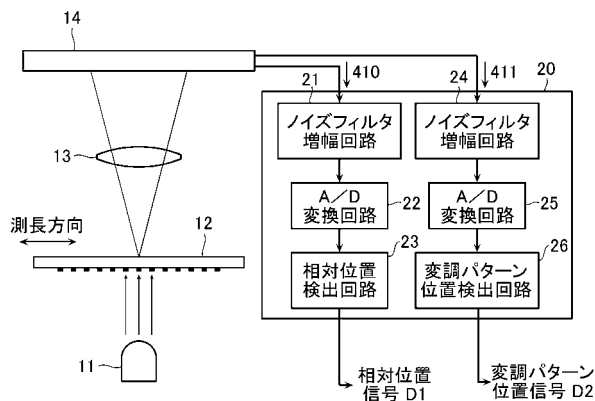
【符号の説明】

【0 1 1 1】

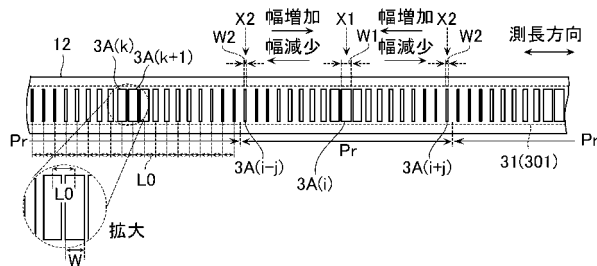
1 1 … 発光素子、 1 2, 1 2 a ~ 1 2 n … スケール、 1 3 … レンズ、 1 4, 1 4 a ~ 1 4 c … 受光素子、 2 0, 2 0 a ~ 2 0 d … 信号処理回路、 2 1、2 4、2 7、2 1 a、2 1 b … ノイズフィルタ・増幅回路、 2 2、2 5、2 8、2 2 a、2 2 b … A/D 変換回路、2 3、2 3 a … 相対位置検出回路、 2 6 … 絶対位置検出回路、 3 0 … 絶対位置合成回路、 3 1 … 第 1 変調インクリメンタルパターン、 3 1 a … 第 2 変調インクリメンタルパターン、 3 1 b … 第 3 変調インクリメンタルパターン、 3 2 … アブソリュートパターン、 3 3 … インクリメンタルパターン、 3 4 … A B S / 第 1 変調 I N C 統合パターン、 3 4 a … A B S / 第 2 変調 I N C 統合パターン、 3 4 b … A B S / 第 3 変調 I N C 統合パターン、 3 5 … A B S / I N C 統合パターン、 3 0 1 … 変調インクリメンタルトラック、 3 0 2 … アブソリュートトラック、 3 0 3 … インクリメンタルトラック、 3 0 4 … A B S / 第 1 変調 I N C 統合トラック、 3 0 4 a … A B S / 第 2 変調 I N C 統合トラック、 3 0 4 b … A B S / 第 3 変調 I N C 統合トラック。

10

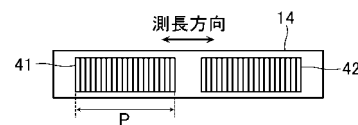
【図 1】



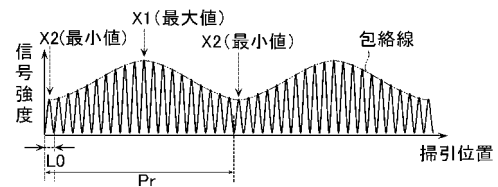
【図 2】



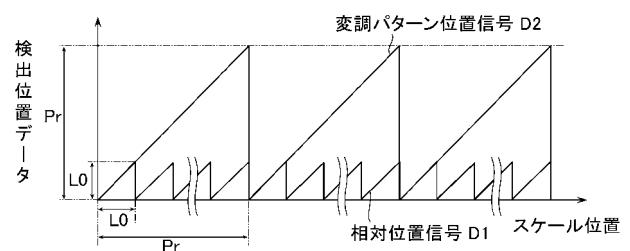
【図 3】



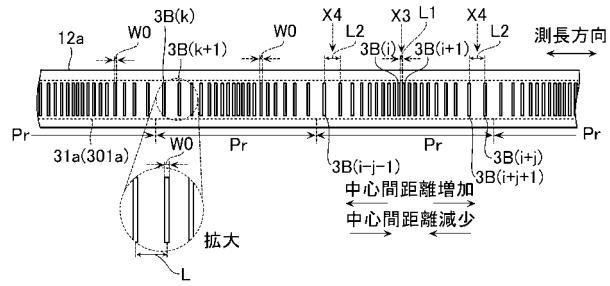
【図 4 A】



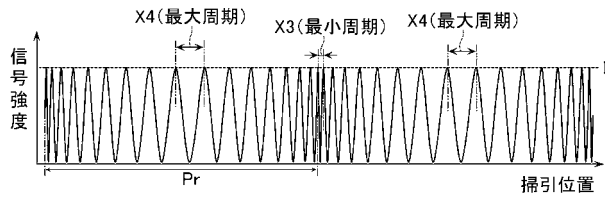
【図 4 B】



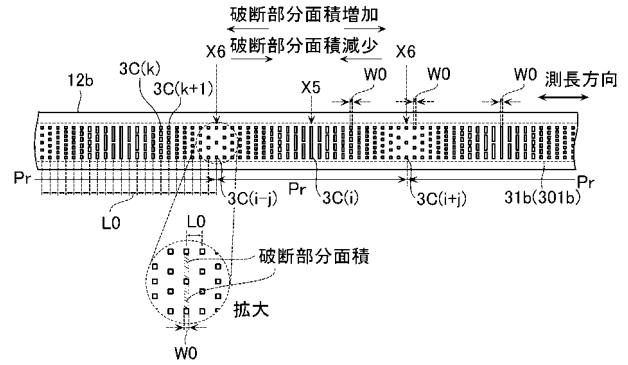
【図 5】



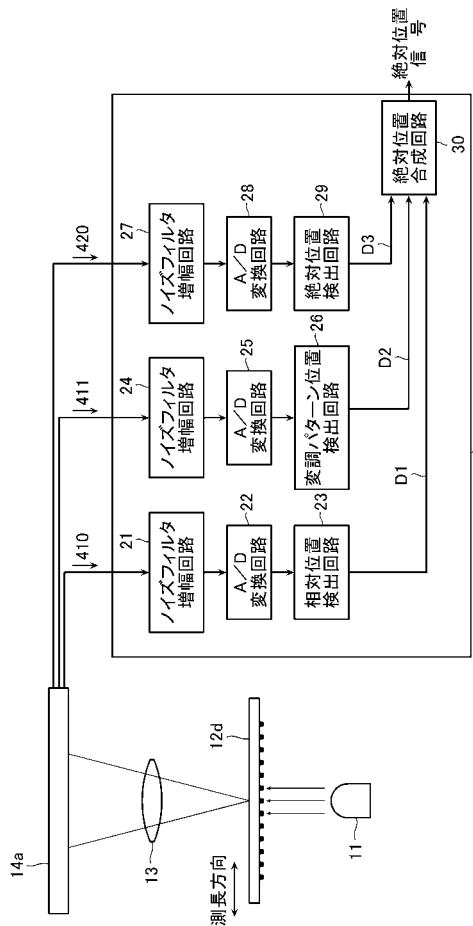
【図 6】



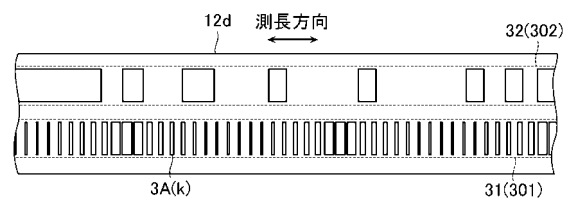
【図 7】



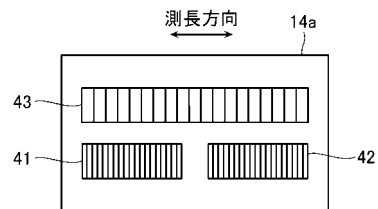
【図 8】



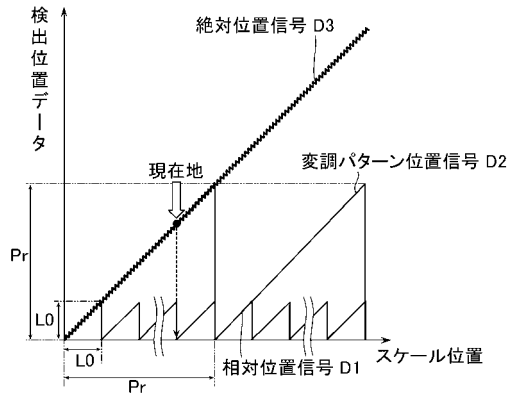
【図 9】



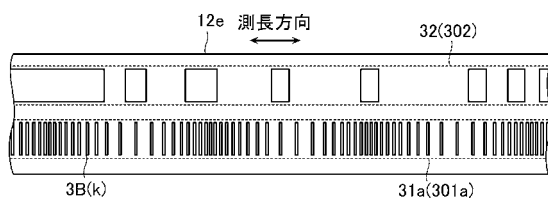
【図 10】



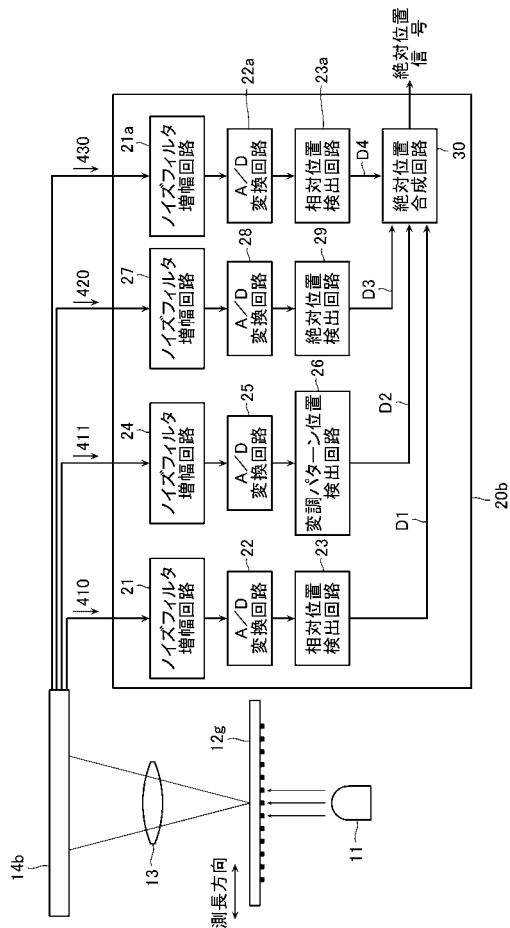
【図 1 1】



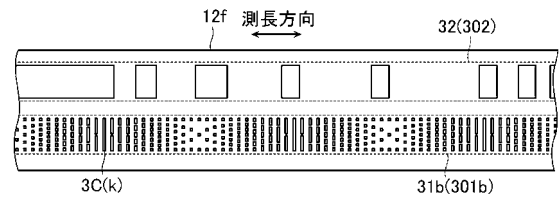
【図 1 2】



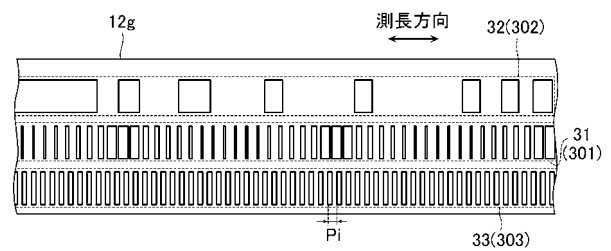
【図 1 4】



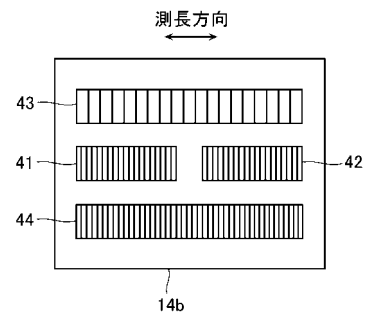
【図 1 3】



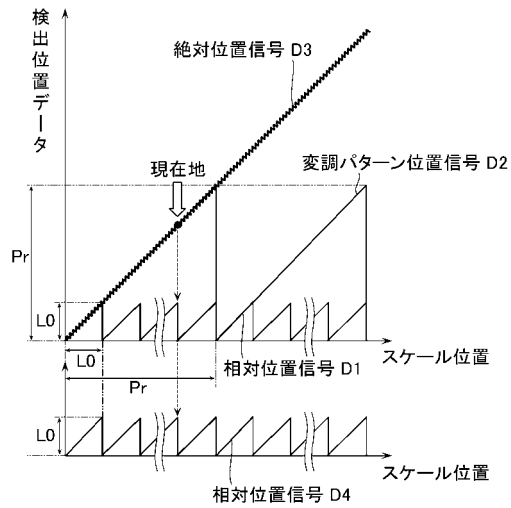
【図 1 5】



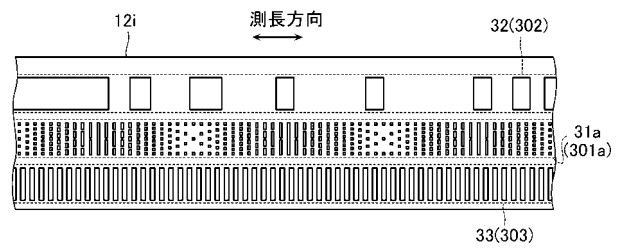
【図 1 6】



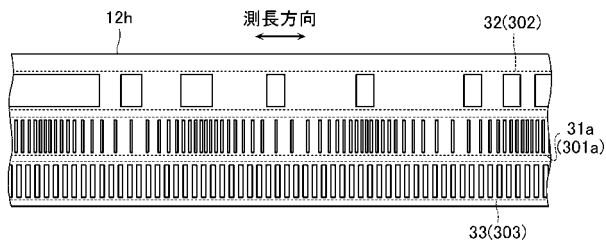
【図 17】



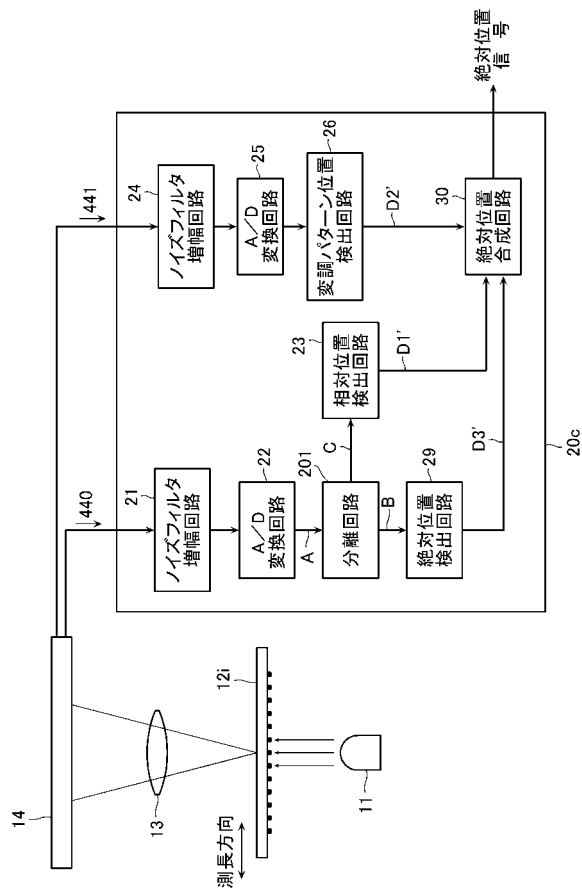
【図 19】



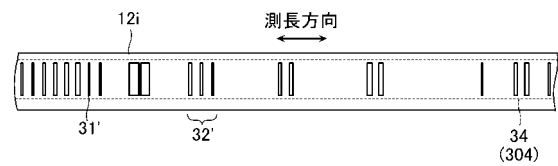
【図 18】



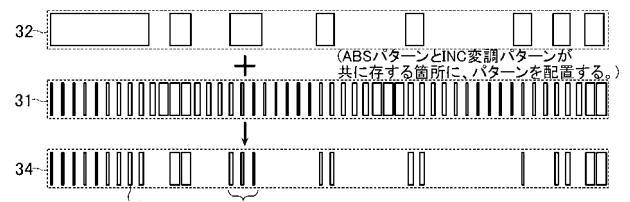
【図 20】



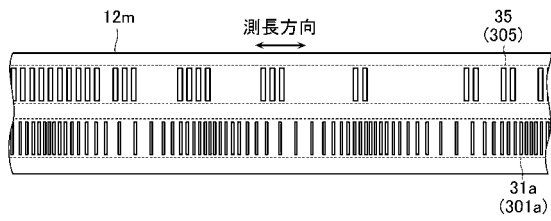
【図 21】



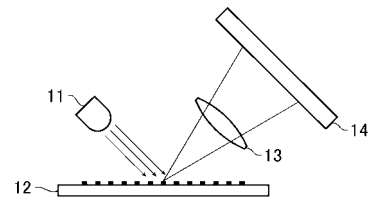
【図 22】



【図 29】



【図 31】



【図 30】

