

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5103267号
(P5103267)

(45) 発行日 平成24年12月19日(2012.12.19)

(24) 登録日 平成24年10月5日(2012.10.5)

(51) Int.Cl. F I
GO 1 D 5/36 (2006.01) GO 1 D 5/36 Q
GO 1 D 5/347 (2006.01) GO 1 D 5/347 I I O T

請求項の数 3 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2008-125631 (P2008-125631)	(73) 特許権者	000137694
(22) 出願日	平成20年5月13日(2008.5.13)		株式会社ミットヨ
(65) 公開番号	特開2009-276113 (P2009-276113A)		神奈川県川崎市高津区坂戸一丁目20番1号
(43) 公開日	平成21年11月26日(2009.11.26)	(74) 代理人	100080458
審査請求日	平成23年4月1日(2011.4.1)		弁理士 高矢 諭
		(74) 代理人	100076129
			弁理士 松山 圭佑
		(74) 代理人	100089015
			弁理士 牧野 剛博
		(72) 発明者	森本 浩司
			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
		審査官	平野 真樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】絶対位置測長型エンコーダ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

擬似ランダム符号に基づくABSパターンが設けられたスケールと、該スケールにより形成された明暗パターンを受光する受光素子と、該受光素子の出力に従う信号を処理して該受光素子に対するスケールの絶対位置を計測する信号処理回路と、を有する絶対位置測長型エンコーダにおいて、

前記信号処理回路が、前記受光素子のABS受光素子アレイのアレイ間隔 P_{PDA} よりも細かい間隔 D を求めると共に、前記ABS受光素子アレイの出力に従う該間隔 D 毎のデジタル値を求めて出力する空間分割数変換回路を備え、

該間隔 D は、前記アレイ間隔 P_{PDA} と前記ABSパターンの最小線幅 P_{ABS} とについて式(1)、式(2)を満足する最大の実数値であることを特徴とする絶対位置測長型エンコーダ。

$$P_{PDA} = D * k1 \quad (k1 \text{ は } 1 \text{ より大きい整数}) \quad (1)$$

$$P_{ABS} = D * k2 \quad (k2 \text{ は整数}) \quad (2)$$

【請求項2】

前記信号処理回路は、更に、前記空間分割数変換回路の出力に従うデジタル値と前記擬似ランダム符号の設計値との相関演算を行う相関回路を備えることを特徴とする請求項1に記載の絶対位置測長型エンコーダ。

【請求項3】

前記相関回路で相関演算がなされる前記デジタル値が、前記ABSパターンの最小線幅

P_{A B S} 単位でバイナリ化された値であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の絶対位置測長型エンコーダ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、擬似ランダム符号に基づく A B S パターンが設けられたスケールと、該スケールにより形成された明暗パターンを受光する受光素子と、該受光素子の出力に従う信号を処理して該受光素子に対するスケールの絶対位置を計測する信号処理回路と、を有する絶対位置測長型エンコーダに係り、特に、受光素子の A B S 受光素子アレイのアレイ間隔に左右されずに相関演算で高精度に移動距離を計測可能とする絶対位置測長型エンコーダに関する。

10

【背景技術】

【0002】

計測機や測定装置などでは正確な位置の制御や計測が不可欠である。そのために、ある程度の長さに亘り、絶対位置測定が可能な絶対位置測長型エンコーダが用いられている。特に、高精度が要求されている場合には、光電式のものを用いられている。

【0003】

一般に、光電式の絶対位置測長型エンコーダは、粗い移動距離を計測するためのアプソリュートパターン（以下、A B S パターンと称する）と、その求められた粗い移動距離の間を補完して分解能の高い移動距離を計測するためのインクリメンタルパターン（以下、I N C パターンと称する）とを、スケールに有している。そして、例えば、スケールを移動するステージ側に取り付け、発光素子と受光素子とをステージを支えるベース側に取り付ける。なお、受光素子は、A B S パターンに対する A B S 受光素子アレイと、I N C パターンに対する I N C 受光素子アレイと、を有する。

20

【0004】

そして、ステージの移動に伴い、スケールに形成された A B S パターンと I N C パターンで形成される明暗パターンが、それを受光する受光素子上で変化するので、その変化を受光素子で捉え信号処理回路において処理することで、移動距離を精度良く計測することができる。A B S パターンとしては、擬似ランダム符号に基づくことで、使用するパターンを 1 つとすることができ、絶対位置測長型エンコーダ自体を小型化することが行われている。なお、その絶対位置の計測においては、高精度な移動距離の計測を可能とするために、相関演算の手法が用いられている（例えば、特許文献 1、2）。

30

【0005】

【特許文献 1】特開 2 0 0 2 - 2 3 0 5 6 0 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 6 - 2 2 6 9 8 7 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、相関演算に用いられるデジタル信号は、A B S 受光素子アレイのアレイ間隔毎に得られる離散的なデータである。このため、前記離散的なデータによって相関演算を行う際には、A B S 受光素子アレイのアレイ間隔の整数倍が、相関演算の対象である擬似ランダム符号に基づく A B S パターンの最小線幅と等しいことを前提としていた（特許文献 1、2）。しかし、それでは、A B S 受光素子アレイのアレイ間隔に制限を受け、受光素子の選択の余地が少なくならざるを得なかった。又、A B S パターンの最小線幅の設計の自由度も十分に確保できず、結果的に絶対位置測長型エンコーダのサイズや性能、及びコストに影響を与えかねないという問題を有していた。

40

【0007】

本発明は、前記従来の問題点を解決するべくなされたもので、A B S パターンの最小線幅が A B S 受光素子アレイのアレイ間隔の整数倍となっていない場合でも、相関演算を行うことができ、高精度に移動距離を計測可能とする絶対位置測長型エンコーダを提供する

50

ことを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本願の請求項1に係る発明は、擬似ランダム符号に基づくABSパターンが設けられたスケールと、該スケールにより形成された明暗パターンを受光する受光素子と、該受光素子の出力に従う信号を処理して該受光素子に対するスケールの絶対位置を計測する信号処理回路と、を有する絶対位置測長型エンコーダにおいて、前記信号処理回路が、前記受光素子のABS受光素子アレイのアレイ間隔 P_{PDA} よりも細かい間隔 D を求めると共に、前記ABS受光素子アレイの出力に従う該間隔 D 毎のデジタル値を求めて出力する空間分割数変換回路を備え、該間隔 D が、前記アレイ間隔 P_{PDA} と前記ABSパターンの最小線幅 P_{ABS} とについて式(1)、式(2)を満足する最大の実数値としたことにより、前記課題を解決したものである。

10

$$P_{PDA} = D * k1 \quad (k1 \text{ は } 1 \text{ より大きい整数}) \quad (1)$$

$$P_{ABS} = D * k2 \quad (k2 \text{ は整数}) \quad (2)$$

【0009】

本願の請求項2に係る発明は、前記信号処理回路が、更に、前記空間分割数変換回路の出力に従うデジタル値と前記擬似ランダム符号の設計値との相関演算を行う相関回路を備えたものである。

【0012】

又、本願の請求項3に係る発明は、前記相関回路で相関演算がなされる前記デジタル値が、前記ABSパターンの最小線幅 P_{ABS} 単位でバイナリ化された値としたものである。

20

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、ABSパターンの最小線幅 P_{ABS} がABS受光素子アレイのアレイ間隔 P_{PDA} の整数倍となっていない場合でも、アレイ間隔 P_{PDA} よりも細かい間隔を最小分解能とすることができ、精度を落とさずに移動距離が計測可能となる。これにより、ABSパターンの最小線幅の設計の自由度や受光素子の選択肢の幅を広げることができ、サイズや性能、及びコストに対して自由度の大きい絶対位置測長型エンコーダを構成することが可能である。

30

【0014】

又、相関演算を行う場合には、ABS受光素子アレイの出力に誤りがあっても正しい移動距離を計測可能な、ロバストな絶対位置測長型エンコーダを構成することができる。

【0015】

特に、間隔 D が式(1)、式(2)を満たす最大の実数値の場合には、必要以上に演算量を増やすことなく、より高精度で迅速な移動距離の計測が可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、図面を参照して、本発明の実施形態を詳細に説明する。

【0017】

本発明に係る第1実施形態について、図1から図4を用いて説明する。図1は本実施形態に係る絶対位置測長型エンコーダの全体概略図、図2は発光素子とスケールと受光素子との関係を模式的に示す斜視図、図3はスケールの模式図、図4は受光素子の模式図、である。

40

【0018】

最初に、本実施形態の全体構成を概略的に説明する。

【0019】

絶対位置測長型エンコーダ100は、主として図1に示す如く、擬似ランダム符号に基づくABSパターン104が設けられたスケール102と、スケール102により形成された明暗パターンを受光する受光素子112と、受光素子112の出力に従う信号を処理

50

して受光素子 112 に対するスケール 102 の絶対位置を計測する信号処理回路 118 と、を有する。ここで、信号処理回路 118 は、受光素子 112 の ABS 受光素子アレイ 114 のアレイ間隔 P_{PDA} よりも細かい間隔 D を求めると共に、ABS 受光素子アレイ 114 の出力に従う間隔 D 毎のデジタル値を求めて出力する空間分割数変換回路 124 と、空間分割数変換回路 124 の出力に従うデジタル値と擬似ランダム符号の設計値との相関演算を行う相関回路 126 と、を備えている。

【0020】

以下、各構成要素について詳細に説明する。

【0021】

スケール 102 は、図 2、図 3 に示す如く、ABS パターン 104 と INC パターン 106 とを有する。図 2 に示す如く、発光素子 108 から投射される光 R_0 が光軸方向（Y 方向）に直交するスケール 102 に照射されると、ABS パターン 104 と INC パターン 106 とにより、レンズ 110 を介して受光素子 112 上に明暗パターンが結像される。ABS パターン 104 と INC パターン 106 は、例えば、符号が 1 であれば投射光 R_0 を遮らない透明状態とし、符号が 0 であれば投射光 R_0 を遮る不透明状態とすることで実現されている。

【0022】

ABS パターン 104 には擬似ランダム符号が用いられている。擬似ランダム符号としては、例えばシフトレジスタによって生成される符号系列のうちの最長の周期となる M 系列のものを使用することができる。このとき、擬似ランダム符号 1 個当たりの線幅は、図 3 に示す如く、ABS パターン 104 の最小線幅 P_{ABS} となる。INC パターン 106 は、周期的に形成された 1 と 0 とからなるパターンである。本実施形態においては、ABS パターン 104 が、図 3 において Z 軸方向で上側に配置され、INC パターン 106 がその下側に配置されている。発光素子 108 としては、例えば、LED を使用することができる。

【0023】

レンズ 110 としては、図 2 に示すように 2 つのパターン 104、106 を同時に結像できる 1 つのレンズ（例えば、シリンダリカルレンズなど）で構成することができる。あるいは、レンズ 110 としては、ABS パターン 104 と INC パターン 106 を個別に結像するように 2 つから構成されてもよい。なお、本発明は、レンズ 110 を必ずしも用いなくてもよい。

【0024】

受光素子 112 は、図 4 に示す如く、2 つの受光素子アレイ 114、116 を有する。1 つが ABS 受光素子アレイ 114 であり、もう 1 つは INC 受光素子アレイ 116 である。ABS 受光素子アレイ 114 のアレイ間隔 P_{PDA} は図 4 に示す如くである。即ち、ABS 受光素子アレイ 114 の空間分解能はアレイ間隔 P_{PDA} となる。ここでアレイ間隔 P_{PDA} は、ABS パターン 104 の最小線幅 P_{ABS} よりも狭く、例えば $1/3$ 以下とすることができる。アレイ間隔 P_{PDA} がより細くなれば、最小線幅 P_{ABS} 内のサンプリング数が増えて、より高精度に絶対位置を測定することができる。ABS 受光素子アレイ 114 は、ABS パターン 104 によって形成された明暗パターンをそのアレイ方向（X 方向）で順次読み出して ABS 明暗信号 S_{A1} を出力する。

【0025】

INC 受光素子アレイ 116 は、 90° 位相差の 4 相出力を備える（図示せず）。INC 受光素子アレイ 116 は、INC パターン 106 によって形成された明暗パターンをそのアレイ方向（X 方向）で順次読み出して INC 明暗信号 S_{I1} を出力する。INC パターン 106 によって形成された明暗パターンを 90° 位相差の 4 相からなる INC 受光素子アレイ 116 が検出した場合には、 90° 位相差の 4 相正弦波信号が出力される。なお、INC 受光素子アレイ 116 のアレイ間隔は、求められる絶対位置と絶対位置の間を補完するため、ABS 受光素子アレイ 114 のアレイ間隔 P_{PDA} よりも細かいものとなっている。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 6 】

ノイズフィルタ・増幅回路 1 2 0 は、図 1 に示す如く、受光素子 1 1 2 によって出力された A B S 明暗信号 S A 1 を処理する。その際に、ローパスフィルタで高周波ノイズをカットすると共に、所定のゲインで増幅を行い、信号 S A 2 を出力する。

【 0 0 2 7 】

A D 変換回路 1 2 2 は、図 1 に示す如く、ノイズフィルタ・増幅回路 1 2 0 から出力された信号 S A 2 をアナログ値からデジタル値に変換して、信号 S A 3 を出力する。

【 0 0 2 8 】

空間分割数変換回路 1 2 4 は、図 1 で示す如く、相関回路 1 2 6 にて、A D 変換回路 1 2 2 から出力されたアレイ間隔 P_{PDA} の信号 S A 3 と擬似ランダム符号に基づく A B S パターン 1 0 4 の設計値とが相関演算された際に、相関関係をはっきり判別させるために、両方のデータ間隔を整合させる。具体的には、初等数学における整数の最大公約数と類似した思想により、式 (1)、式 (2) を同時に満足する最大の実数値 D を間隔 D として求める。

【 0 0 2 9 】

$$P_{PDA} = D * k_1 \quad (k_1 \text{ は } 1 \text{ よりも大きい整数}) \quad (1)$$

$$P_{ABS} = D * k_2 \quad (k_2 \text{ は整数}) \quad (2)$$

【 0 0 3 0 】

つまり、 k_1 は、1 よりも大きいので、間隔 D は、アレイ間隔 P_{PDA} よりも細くなる。

【 0 0 3 1 】

具体例として、A B S パターン 1 0 4 の最小線幅 P_{ABS} が $50 \mu\text{m}$ で、A B S 受光素子アレイ 1 1 4 のアレイ間隔 P_{PDA} が $3.5 \mu\text{m}$ のときには、間隔 D は $0.5 \mu\text{m}$ となる。

【 0 0 3 2 】

なお、本発明には該当しないが、 $k_1 = 1$ のときには、アレイ間隔 P_{PDA} と間隔 D とが等しくなるので、式 (2) は式 (3) で示される。

【 0 0 3 3 】

$$P_{ABS} = P_{PDA} * k_2 \quad (k_2 \text{ は整数}) \quad (3)$$

【 0 0 3 4 】

即ち、最小線幅 P_{ABS} がアレイ間隔 P_{PDA} の整数倍となるときにも、式 (1)、式 (2) を用いることができる。このため、最小線幅 P_{ABS} がアレイ間隔 P_{PDA} の整数倍となるときでも、空間分割数変換回路 1 2 4 を用いることによって不都合を生じさせることはない。

【 0 0 3 5 】

式 (1)、式 (2) によって間隔 D が求まると、空間分割数変換回路 1 2 4 は、A B S 受光素子アレイ 1 1 4 の出力に従うデジタル値 (信号 S A 3) から間隔 D 毎のデジタル値を新たに求める。最も単純には、例えば、隣接する 2 つのデジタル値 (信号 S A 3) から直線補間して、間隔 D 毎のデジタル値 $F(P_{PDA} * x + D * i)$ を求めることができる。その際には、以下の式 (4) を用いる。

【 0 0 3 6 】

$$F(P_{PDA} * x + D * i) = F(P_{PDA} * x) + (F(P_{PDA} * (x+1)) - F(P_{PDA} * x)) / k_1 * i \quad (4)$$

【 0 0 3 7 】

ここで、 i は整数で $0 < i < k_1$ 、 $F(P_{PDA} * x)$ 、 $F(P_{PDA} * (x+1))$ はアレイ間隔 P_{PDA} の x 番目、 $x + 1$ 番目に得られたデジタル値を示す。なお、高次関数で部分的に近似した上で、間隔 D 毎のデジタル値 F を求めてもよい。例えば、隣接する 4 点のデジタル値 (信号 S A 3) に 3 次多項式を当てはめて、丁度中間となる 2 点目と 3 点目の間を内挿補間して、間隔 D 毎のデジタル値 F を求めてもよい。

【 0 0 3 8 】

このように求められた間隔 D のデジタル値 F は、信号 S A 4 として出力される。

【0039】

相関回路126は、図1に示す如く、空間分割数変換回路124から出力された信号SA4を処理する。具体的には、間隔Dのデジタル化された信号(空間分割数変換回路124の出力に従うデジタル値)SA4と、ABSパターン104を形成するために用いた擬似ランダム符号の設計値との相関演算をする。そして、受光素子112に対するスケール102の絶対位置を算出してABS位置信号SA9を出力する。

【0040】

ノイズフィルタ・増幅回路140は、図1に示す如く、INC明暗信号SI1である90°位相差の4相正弦波信号を処理するための回路である。具体的にはINC明暗信号SI1に対して、ローパスフィルタで高周波ノイズをカットすると共に、所定のゲインで増幅を行い、信号SI2を出力する。

10

【0041】

INC位置検出回路142は、図1に示す如く、ノイズフィルタ・増幅回路140から出力された信号SI2を処理する。具体的には90°位相差の4相正弦波信号から90°位相差の2相正弦波信号を生成してアークタンジェント演算を行い、相対位置を求めて、信号SI3として出力する。

【0042】

絶対位置出力回路144は、図1に示す如く、INC位置検出回路142から出力された信号SI3と、相関回路126から出力されたABS位置信号SA9のどちらを位置データ信号Soutとして出力するかを選択する。本実施形態では、例えば通常は信号SI3を選択して、所定時間(使用条件により適切に設定する)間隔毎に信号SI3をABS位置信号SA9と参照して、2つの信号から得られる位置に差があればABS位置信号SA9を位置データ信号Soutとして出力する。それと共に、位置データ信号SoutをINC位置検出回路142にフィードバックして、INC位置検出回路142内部に現在値としてセットする。なお、このフィードバックは、相関回路126がデータリフレッシュレートでデータが更新されていないときに行う。

20

【0043】

このようにして、ABSパターン104の最小線幅 P_{ABS} が受光素子アレイ114のアレイ間隔 P_{PDA} の整数倍となっていない場合でも、アレイ間隔 P_{PDA} よりも細かい間隔Dを最小分解能とすることができる。このため、少なくとも、アレイ間隔 P_{PDA} の分解能よりも細かく絶対位置を求めることができるので、精度を落とさずに移動距離が計測可能となる。これにより、ABSパターン104の最小線幅 P_{ABS} の設計の自由度や受光素子112の選択肢の幅を広げることができ、サイズや性能、及びコストに対して自由度の大きい絶対位置測長型エンコーダ100を構成することが可能である。

30

【0044】

又、絶対位置は相関回路126で相関演算を行うことで求める。即ち、相関値が最も高い値で絶対位置を求めるので、ABS受光素子アレイ114の出力に多少の誤りがあっても正しい移動距離を計測することができる。つまり、スケール102に傷やごみ等があってもABSパターン104による明暗パターンに影響が出て、測定精度を確保できるロバストな絶対位置測長型エンコーダ100を構成することができる。

40

【0045】

特に、本実施形態では、間隔Dが式(1)、式(2)を満たす最大の実数値なので、必要以上に演算量を増やすことなく、より高精度で迅速な移動距離の計測が可能となる。

【0046】

次に、本発明に係る第2実施形態について、図5～図7を用いて説明する。

【0047】

図5は本実施形態に係る絶対位置測長型エンコーダの全体概略図、図6は空間分割数変換回路から位置データ合成回路までの動作を示すフロー図を示す図、図7は図6の各ステップに対応した信号を示す模式図、である。

【0048】

50

絶対位置測長型エンコーダ101は、図5に示す如く、第1実施形態の絶対位置測長型エンコーダ100とは全体的には同様の構成となっている。しかし、信号処理回路119において、エッジ位置検出回路128とピーク位置検出回路130と復号回路132とが相関回路134の前段に、位置データ合成回路136が相関回路134の後段に、備えられていることに相異がある。

【0049】

このため、本実施形態を表す図5においては、図1に示した第1実施形態と同一の構成要素には同一の番号を割り当てる。そして、それらの説明について、ここでは省略し、第1実施形態の説明を援用する。本実施形態では、エッジ位置検出回路128とピーク位置検出回路130と復号回路132と相関回路134と位置データ合成回路136について、

10

【0050】

エッジ位置検出回路128は、図5に示す如く、空間分割数変換回路124から出力された信号SA4を、最初に2値化処理する。2値化処理を行う際に、所定のしきい値THを設ける必要があるが、例えば本実施形態においては、信号SA4の最小値と最大値との中間値を所定のしきい値THとして用いることができる。他に所定のしきい値THをヒストグラムに基づき求めてもよいし、区域を分けて区域毎にしきい値THを求めてもよい。そして、2値化処理された値は信号SA51として出力される。又、2値化処理された値は、微分された後に絶対値化される。その値は信号SA52として出力される。

20

【0051】

ピーク位置検出回路130は、図5に示す如く、ABSパターン104の最小線幅 P_{ABS} 毎に信号SA52から得られる値の極大値（最小線幅 P_{ABS} 内での最大値）となる位置についてのヒストグラムを作成し、そのヒストグラムからピーク位置PKを求める。求めた値は信号SA6として出力される。

【0052】

復号回路132は、図5に示す如く、信号SA6のピーク位置PKを、復号する擬似ランダム符号の切替わる位置（基準位置）として、信号SA51の2値化処理された値に基づいて処理を行う。具体的には、復号回路132は、ピーク位置PKだけシフトした位置からABSパターン104の最小線幅 P_{ABS} 単位で、0若しくは1の擬似ランダム符号に復号する。復号された値は、ABS復号信号SA7として出力される。

30

【0053】

相関回路134は、図5に示す如く、復号回路132から出力されたABS復号信号SA7を処理する。具体的には、入力した最小線幅 P_{ABS} 単位のバイナリ値であるABS復号信号SA7（空間分割数変換回路124の出力に従うデジタル値）と、ABSパターン104を形成するために用いた擬似ランダム符号の設計値との相関演算をする。そして、受光素子112に対するスケール102の絶対位置を算出してABS補正前位置信号SA8を出力する。

【0054】

位置データ合成回路136は、図5に示す如く、相関回路134から出力されたABS補正前位置信号SA8を、ピーク位置検出回路130で得られたピーク位置信号SA6でピーク位置PK分だけ絶対位置をずらすことにより、位置補正して正確な絶対位置を求める。求められた絶対位置はABS位置信号SA9として出力される。

40

【0055】

次に、空間分割数変換回路124から位置データ合成回路136までの信号処理フローについて図6に基づいて、図7を参照しながら説明する。

【0056】

最初に、AD変換回路122よりデジタル化された信号SA3（図7(A)を参照）が、空間分割数変換回路124に入力されると、ABSパターン104の最小線幅 P_{ABS} とABS受光素子アレイ114のアレイ間隔 P_{PDA} についての式(1)、式(2)を満たす最大の実数値Dが求められる。そして、間隔D毎のデジタル値である信号SA4が、

50

例えば式(4)に基づき求められて、空間分割数の変換がなされる(ステップS2)。その結果は、図7(B)の態様の信号SA4として出力される。図7(B)に示す如く、信号SA4は、新たに求められた間隔Dでサンプリングされたデジタル値となる。

【0057】

次に、空間分割数変換回路124から出力された信号SA4が、エッジ位置検出回路128で、所定のしきい値THによって2値化処理される(ステップS4)。そして、2値化されて出力される信号SA51は、図7(C)の形態となる。

【0058】

次に、同じエッジ位置検出回路128にて、2値化された値が微分され、立上り位置と立下り位置の検出がなされる(ステップS6)。このときの信号は、図7(D)の形態となる。

10

【0059】

次に、同じエッジ位置検出回路128にて、得られた微分信号を絶対値化する(ステップS8)。このときの信号は、図7(E)の形態となる。このときの値が信号SA52である。

【0060】

次に、ピーク位置検出回路130にて、ABSパターン104の最小線幅 P_{ABS} 毎に絶対値化された値が極大(最小線幅 P_{ABS} 単位では最大値)となる位置について、ABSパターン104の最小線幅 P_{ABS} 区間でヒストグラムを作成する(ステップS10)。

20

【0061】

次に、同じピーク位置検出回路130にて、ヒストグラムにおける頻度のピーク位置PKを算出する(ステップS12)。図7(F)に、ABSパターン104の最小線幅 P_{ABS} 区間における極大となる位置についてのヒストグラムを示す。この図で、頻度が最大となっている位置がピーク位置PKである。本実施形態では、確率分布関数(例えば、ガウス分布関数)を最小二乗法でフィッティングすることで、ヒストグラムの各値を内挿して、ピーク位置PKを求めている。なお、他の確率分布関数でもよいし、確率分布関数に限らず、隣接2点間の補完や多次関数によるフィッティングなどによってもよいし、単に度数が高い位置をそのまま、ピーク位置PKとして用いてもよい。求められたピーク位置PKは、ピーク位置信号SA6として復号回路132及び位置データ合成回路136へ出力される。

30

【0062】

次に、復号回路132にて、ピーク位置信号SA6のピーク位置PKだけシフトした位置から最小線幅 P_{ABS} 区間毎に、各ABSパターン104の最小線幅 P_{ABS} 内で1と0のそれぞれで集計を行い、それぞれの総数を求める(ステップS14)。

【0063】

次に、同じ復号回路132にて、ABSパターン104の最小線幅 P_{ABS} 単位で、上記集計した結果、1の総数が多いのか0の総数が多いのかを比較し、多いほうの値によって符号を決定する。決定された符号に基づき、符号の復号が行われる(ステップS16)。復号されて復号回路132から出力されるABS復号信号SA7は、図7(G)の形態となる。

40

【0064】

次に、相関回路134にて、ABS復号信号SA7の復号された擬似ランダム符号と擬似ランダム符号の設計値との相関演算を行い、受光素子112に対するスケール102の絶対位置を求める(ステップS18)。その値がABS補正前位置信号SA8として出力される。

【0065】

次に、位置データ合成回路136にて、ABS補正前位置信号SA8の絶対位置にピーク位置信号SA6のピーク位置PKを加えることで、位置データを合成する(ステップS20)。その合成された値が、ABS位置信号SA9として絶対位置出力回路144へ出

50

力される。

【0066】

このようにして、本実施形態では、第1実施形態で得られた効果に加えて、A/D変換されたデジタル値のbit数で相関演算をするのではなく、2値化処理して符号に復号してから相関回路134で相関演算がなされている。つまり、空間分割数変換回路124の出力に従うデジタル値が、ABSパターン104の最小線幅 P_{ABS} 単位でバイナリ化された値であり、その値と設計値の擬似ランダム符号との相関演算をするので、演算量を極めて少なくすることができる。例えば、従来、ABS受光素子アレイ114のアレイ間隔 P_{PDA} 単位で4bitのデジタル値を用いて相関演算をしていたとすると、本実施形態ではABSパターン104の最小線幅 P_{ABS} 単位で1bitという極めて少ないデータ

10

【0067】

同時に、復号は、ABSパターン104の最小線幅 P_{ABS} 単位でなされており、設計値の擬似ランダム符号の最小単位 P_{ABS} と同一である。このため、相関演算した際に互いの符号の長さが一致しているので、相関の有無が極めてはっきりと判別できる。そして、位置データ合成回路136において、ピーク位置PKによって絶対位置が補正されるので、精度の高い絶対位置を計測することが可能である。

【0068】

即ち、本実施形態では、ABSパターン104に擬似ランダム符号を用いても少ない演算量で精度の高い絶対位置を算出することができる。そのため、ABSパターン104から頻繁に絶対位置を算出ことができ、例えばスケール102が急激に大きく移動した場合でも、精度を保ったままで追従性の良い受光素子112に対するスケールの移動距離の計測が可能となる。

20

【0069】

本発明について第1、第2実施形態を挙げて説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。即ち本発明の要旨を逸脱しない範囲における改良並びに設計の変更が可能なのは言うまでも無い。

【0070】

上記実施形態においては、1つのレンズ110でABS受光素子アレイ114のX方向すべてに明暗パターンを結像するようにしていたが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば図8に示す第3実施形態のように、レンズ109に複数の小レンズ109A~109Eを並列に備えたレンズアレイを用いることもできる。この場合には、ABS受光素子アレイ115上で明暗パターンの像111が左右逆になっているので、ABS受光素子アレイ115の小アレイ115A~115E毎に画像データの読み出し方向を移動方向と逆にする必要がある。しかし、ABSパターン104とABS受光素子アレイ115とを近接配置できるので、絶対位置測長型エンコーダ自体を薄型としながら、外乱に強くすることができる。

30

【0071】

又、上記実施形態においては、相関回路126、134を用いて相関演算を行って絶対位置を求めていたが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、相関回路126、134の代わりに、テーブルを参照して絶対位置を求める回路を設けてもよい。その具体的な機能を説明すると、例えば、空間分割数変換回路の出力に従うデジタル値をアドレス信号に見立てて、各アドレス信号の示すメモリを参照する。その際に各メモリには予め各アドレス信号に対応する絶対位置を格納しておくことで、アドレス信号から絶対位置を求めることが可能となる。この場合には、アドレス信号にエラーが生じると正確な絶対位置を求めることは困難であるが、複雑な演算を行わないので高速に絶対位置を求めることが可能である。

40

【0072】

又、上記実施形態においては、スケール102によって形成される明暗パターンはスケ

50

ール102の透過光によって形成されていたが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば図9に示す第4実施形態のように、スケール102Aに対して投射光R0が反射されることで明暗パターンが形成されて、受光素子112で受光するような構成を採っても構わない。

【0073】

又、第2実施形態においては、2値化処理された値から擬似ランダム符号を復号するのに、最小線幅 P_{ABS} 周期で1と0のそれぞれの総数を求めて、1の総数が多いのか0の総数が多いのかを比較し、多いほうの値によって符号を決定して復号が行われていたが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、最小線幅 P_{ABS} 周期の特定の位置(例えば中心)での値が1あるいは0であるかを判断することで、最小線幅 P_{ABS} 単位の符号を決定して復号してもよい。

【図面の簡単な説明】

【0075】

【図1】本発明の第1実施形態に係る絶対位置測長型エンコーダの全体概略図

【図2】同じく発光素子とスケールと受光素子との関係を模式的に示す斜視図

【図3】同じくスケールの模式図

【図4】同じく受光素子の模式図

【図5】本発明の第2実施形態に係る絶対位置測長型エンコーダの全体概略図

【図6】同じく空間分割数変換回路から位置データ合成回路までの動作を示すフロー図を示す図

【図7】同じく図6の各ステップに対応した信号を示す模式図

【図8】本発明の第3実施形態に係るABSパターンとレンズアレイと受光素子との関係を模式的に示す概略図

【図9】本発明の第4実施形態に係る発光素子とスケールと受光素子との関係を模式的に示す概略図

【符号の説明】

【0076】

100、101...絶対位置測長型エンコーダ

102、102A...スケール

104...ABSパターン(アブソリュートパターン)

106...INCパターン(インクリメンタルパターン)

108...発光素子

109、110...レンズ

112...受光素子

114、115...ABS受光素子アレイ

116...INC受光素子アレイ

118、119...信号処理回路

120、140...ノイズフィルタ・増幅回路

122...A/D変換回路

124...空間分割数変換回路

126、134...相関回路

128...エッジ位置検出回路

130...ピーク位置検出回路

132...復号回路

136...位置データ合成回路

142...INC位置検出回路

144...絶対位置出力回路

SA1...ABS明暗信号

SA6...ピーク位置信号

SA7...ABS復号信号

10

20

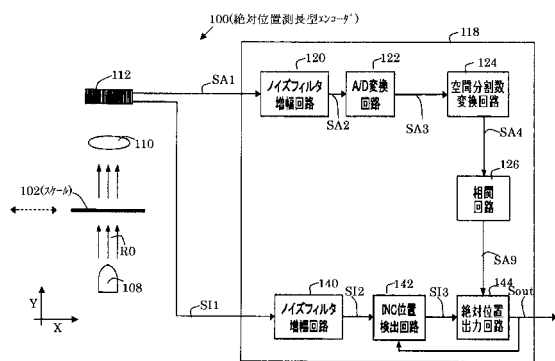
30

40

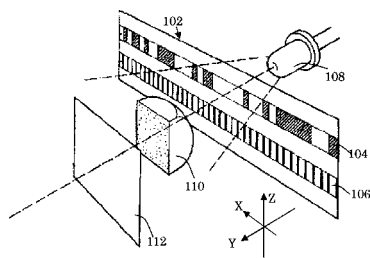
50

S A 8 ... A B S 補正前位置信号
S A 9 ... A B S 位置信号
S I 1 ... I N C 明暗信号
S o u t ... 位置データ信号

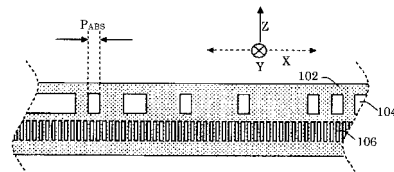
【 図 1 】



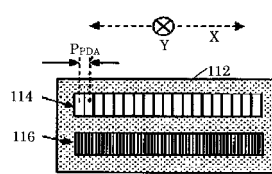
【 図 2 】



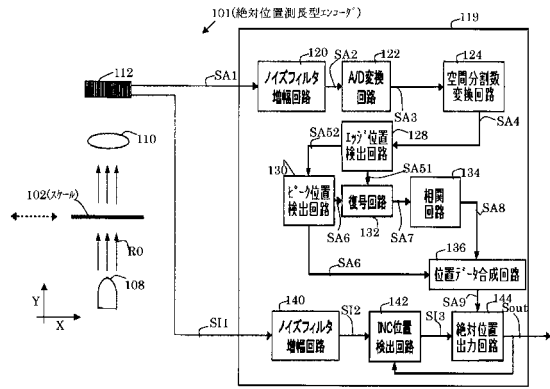
【 図 3 】



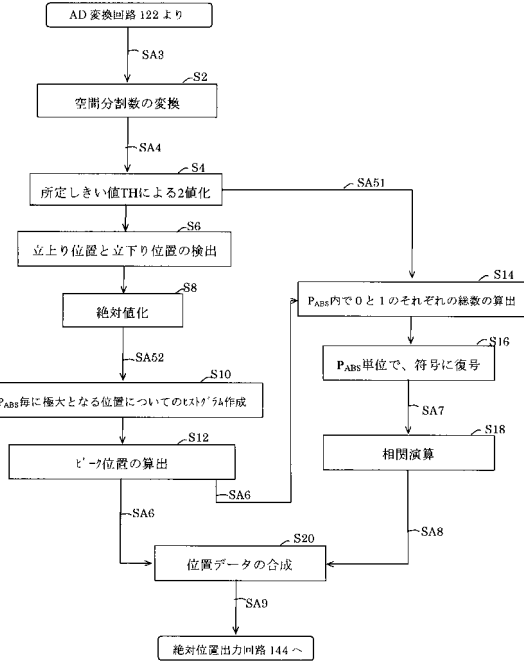
【 図 4 】



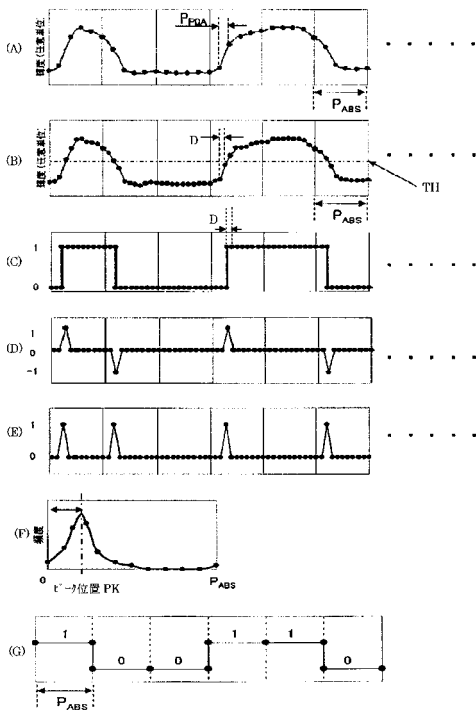
【図5】



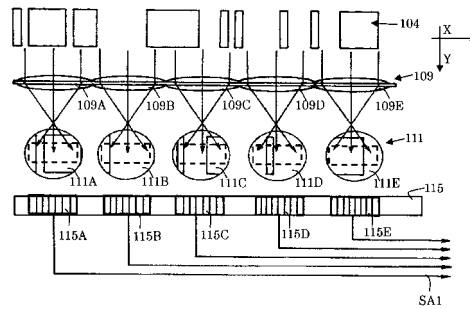
【図6】



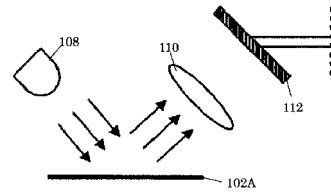
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2006-226987(JP,A)
特開平06-251194(JP,A)
特開昭63-024110(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01D 5/26 - 5/38
G01B 11/00 - 11/30