

(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2010-48607

(P2010-48607A)

(43) 公開日 平成22年3月4日(2010.3.4)

(51) Int.Cl.

G 0 1 D 5/347 (2006.01)

F 1

G 0 1 D 5/34

Q

テーマコード (参考)

2 F 1 0 3

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2008-211797 (P2008-211797)
 (22) 出願日 平成20年8月20日 (2008.8.20)

(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 100080458
 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 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) 2F103 BA08 BA25 CA02 DA01 EB03
 EB16 EC03 ED21 ED27 ED35
 ED39 FA01 FA07

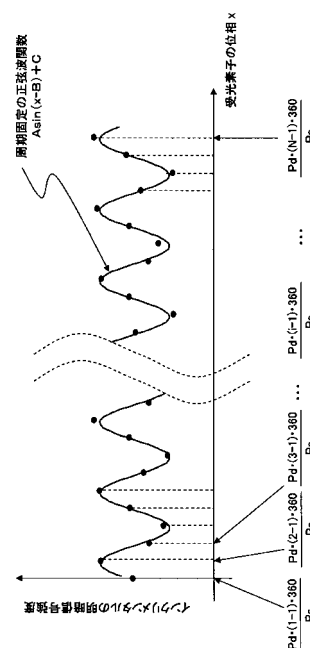
(54) 【発明の名称】 光電式エンコーダ

(57) 【要約】

【課題】 スケールの汚れや格子の欠陥により発生する位置検出誤差を低減する。

【解決手段】 所定周期の格子（インクリメンタルパターン）12が形成されたスケール13と、該スケール13に対して相対変位可能とされた、光源（発光素子14）及び受光器30を備えた光電式エンコーダにおいて、前記受光器30の受光素子34がN相の明暗信号を出力するようにすると共に、該N相の明暗信号に、周期固定の正弦波関数をフィッティングして、位相を検出する。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

所定周期の格子が形成されたスケールと、
該スケールに対して相対変位可能であると共に光源及び受光器を備えた検出ヘッドと、
を備えた光電式エンコーダにおいて、
前記受光器の受光素子が N 相（N は 3 以上の整数）の明暗信号を出力するようにされ
と共に、
該 N 相の明暗信号をそれぞれデジタル化した N 相のデジタル信号に、周期固定の正弦波
関数をフィッティングして、該 N 相の明暗信号の位相を検出するようにしたことを特徴と
する光電式エンコーダ。

10

【請求項 2】

前記フィッティングを最小 2 乗法により行うことを特徴とする請求項 1 に記載の光電式
エンコーダ。

【請求項 3】

前記 N 相の明暗信号から、スケールの汚れや格子の欠陥を検出することを特徴とする請
求項 1 又は 2 に記載の光電式エンコーダ。

【請求項 4】

前記スケールの汚れや格子の欠陥がある部分をフィッティングの対象から除外して、再
びフィッティングを行うことを特徴とする請求項 3 に記載の光電式エンコーダ。

【請求項 5】

前記スケールの汚れや格子の欠陥が過剰に存在する場合は、アクシデンタルな位置検出
エラーとすることを特徴とする請求項 3 に記載の光電式エンコーダ。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、所定周期の格子が形成されたスケールと、該スケールに対して相対変位可能
とされた、光源及び受光器を備えた光電式エンコーダに係り、特に、リニアエンコーダを
用いるのに好適な、スケールの汚れや格子の欠陥より発生する位置検出誤差を低減するこ
とが可能な光電式エンコーダに関する。

【背景技術】

30

【0002】

従来から、物質の直線移動量の精密測定に光電式エンコーダが利用されている。光学式
エンコーダで採用されている位置検出方法の一つとして、受光素子アレイから得られるリ
サージュ信号の逆正接演算が良く用いられている。

【0003】

例えば、特許文献 1 で提案されている方法では、その第 1 図、第 2 図に示される如く、
まず、感光帯 35 を形成する P 型半導体層 34 でなる受光素子を、スケール 13 の光学格
子 12 の位相に対して位相差がつく配置ピッチでアレイ状に配置する。次に、受光素子の
出力信号を差動アンプ 38A、38B で差動増幅する事によりリサージュ信号を生成し、
更に、リサージュ信号に対して逆正接演算を行うことにより位置を検出している。

40

【0004】

【特許文献 1】特開昭 64-57120 号公報（第 1 図、第 2 図）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、本願の図 1 に示す如く、スケール上に汚れが付着した場合や、スケール
の格子に欠陥がある場合には、汚れや格子欠陥の大きさが様々な上、受光素子 34 に照射
される測定光が遮光されてしまう為、受光素子 34 の出力信号がアンバランスとなる。受
光素子 34 の出力信号にアンバランスが生じると、リサージュ信号の直流成分が、図 2 に
実線で示す正常位置から、破線で示す位置にオフセットしてしまい、逆正接演算による位

50

置検出に誤差が生じてしまうという問題点を有していた。

【0006】

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、スケールの汚れや格子の欠陥より発生する位置検出誤差を低減することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、所定周期の格子が形成されたスケールと、該スケールに対して相対変位可能であると共に光源及び受光器を備えた検出ヘッドと、を備えた光電式エンコーダにおいて、前記受光器の受光素子がN相（Nは3以上の整数）の明暗信号を出力するようにされると共に、該N相の明暗信号をそれぞれデジタル化したN相のデジタル信号に、周期固定の正弦波関数をフィッティングして、該N相の明暗信号の位相を検出するようにして、前記課題を解決したものである。

10

【0008】

ここで、前記フィッティングを最小2乗法により行うことができる。

【0009】

又、前記N相の明暗信号から、スケールの汚れや格子の欠陥を検出することができる。

【0010】

又、前記スケールの汚れや格子の欠陥がある部分をフィッティングの対象から除外して、再びフィッティングを行うことができる。

【0011】

又、前記スケールの汚れや格子の欠陥が過剰に存在する場合は、アクシデンタルな位置検出エラーとすることができる。

20

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、スケール上に汚れ或いは格子欠陥のある箇所に検出ヘッドが位置した場合、受光素子の出力する明暗信号強度が部分的に低下するが、特許文献1の技術のように、選択的に同位相の受光素子が遮光される事は起こりにくいので、位置検出不能となりにくく、連続的に位置検出が可能である。

【0013】

更に、逆正接演算が不要であり、リサージュ信号の直流オフセットによる誤差の発生は原理上起こらない為、汚れによる信号劣化が生じて位置検出に誤差が生じにくい。

30

【0014】

又、スケールの汚れや格子の欠陥の箇所を検出して、位置検出の対象から除去する事が可能である。

【0015】

又、スケールの汚れや格子の欠陥が過剰に存在する場合は、正弦波関数の振幅がゼロ付近の値となる為、予め所定の閾値を設定する事により、アクシデンタルな位置検出エラーの検出が可能である。

【0016】

又、周期固定の正弦波関数を用いる事により、検出の周期が狂うエリアシングを回避出来る為、受光素子の配置ピッチP_dは、スケールのインクリメンタルパターンの周期P_sに依存せず任意に決める事ができる等の優れた作用効果を奏する。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

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。

【0018】

本発明に係る光電式エンコーダの実施形態の全体構成の概略を図3に示す。この光電式エンコーダは、図4に示す如く、透明ガラス基板11上に周期P_sのインクリメンタルパターンを格子12として形成したスケール13と、測定光を照射する光源としての発光素子14、測定光を平行光にするコリメータレンズ17及びアレイ状の受光素子34を搭載

50

した受光器 30 を備えた検出ヘッド 20 と、受光素子 34 の出力信号を処理して位置信号を出力する信号処理回路 60 とを備えて構成されている。ここで、スケール 13 は、発光素子 14 及び受光器 30 を含む検出ヘッド 20 に対して測長方向に相対移動可能である。

【0019】

前記受光器 30 は、図 5 に示す如く、受光素子 34 が一定周期 P_d でアレイ状に N 個（ N は 3 以上の整数で、例えば 1024 個）配置されており、入射された測定光を光電変換した各受光素子 34 の出力をスイッチング素子 34a で掃引することにより、プリアンプ 37 を介して N 相（例えば 1024 相）の明暗信号を出力する。特許文献 1 の技術の場合、同位相の受光素子が選択的に故障すると位置検出不能となるが、本発明の場合、全ての受光素子が等しく機能する為、位置検出不能となりにくい。

10

【0020】

前記信号処理回路 60 は、図 3 に示した如く、まず、入力される N 相の明暗信号をノイズフィルタ回路 62 でノイズフィルタリングし、所定のゲインにて増幅した後、 A/D 変換回路 64 でそれぞれ A/D 変換する。続いて、位相検出回路 66 にてスケール 13 の位相を検出した後、位置信号として、2 相方形波生成回路 68 から、2 相方形波を、例えばカウンタ回路等へ出力する。

【0021】

前記位相検出回路 66 の機能の詳細について、図 6 を用いて更に説明する。この位相検出回路 66 は、それぞれデジタル化された N 相明暗信号を対象に、周期固定の正弦波関数 $A \sin(x - B) + C \quad \dots (1)$ をモデルとした最小 2 乗法によるフィッティング処理を、それぞれ行う事により、 N 相の明暗信号のそれぞれの位相を検出する。

20

【0022】

ここで、正弦波関数の最小 2 乗法について説明する。簡単にする為、図 7 に示す如く、横軸を位相、縦軸を強度とする。

【0023】

まず、図 7 のように、 N 個のデータ (x_i, y_i) をフィッティング対象とし、フィッティング関数を $f(x)$ とする。

【0024】

最小 2 乗法の定義から次式が最小となる $f(x)$ のパラメータ値を求めればよい。

30

【0025】

【数 1】

$$\sum_{i=1}^N \{y_i - f(x_i)\}^2 \quad \dots (2)$$

【0026】

ここで、 $f(x)$ に含まれるパラメータを A_k ($k = 1, 2, \dots, M$) と置き、(2) 式を A_k で偏微分するとゼロであるから次式が求められる。

【0027】

【数 2】

40

$$\frac{\partial \sum_{i=1}^N \{y_i - f(x_i)\}^2}{\partial A_k} = 0 \quad \dots (3)$$

【0028】

(3) 式からパラメータ数 M の数だけ方程式が導かれるので、方程式を連立する事により A_k を求める事ができる。

【0029】

最小 2 乗法の一般式については、書籍「理工系の基礎数学 数値計算」（高橋大輔著）

50

のP52～P54を参照されたい。

【0030】

次に、フィッティング関数が次式で示す正弦波関数である場合について説明する。

【0031】

$$y = A \sin(x - B) + C \quad \cdots (4)$$

【0032】

(4)式を(3)式に代入した場合、連立方程式を解く事が困難になる為、三角関数の合成公式を用いて、(4)式を次式に置き換える。

【0033】

$$y = a \sin x + b \cos x + c \quad \cdots (5)$$

10

【0034】

(5)式を(3)式に代入し、連立方程式を解くとa、b、cが求められ、三角関数の合成公式から(4)式中のパラメータA、B、Cを次のように求める事ができる。

【0035】

$$A = \sqrt{(a^2 + b^2)}, \quad C = c \\ \sin(-B) = b / \sqrt{(a^2 + b^2)}, \quad \cos(-B) = a / \sqrt{(a^2 + b^2)}$$

【0036】

尚、通常はパラメータBを求める場合に、アークサインやアークコサインを用いる為、解が2個出てしまうが、この方法だとcos Bとsin Bが同時に求められるので、解が1個で解ける(解を一義的に求める事ができる)。

20

【0037】

このフィッティング処理により、周期固定の正弦波関数の初期位相Bを求める事ができる。初期位相Bはスケール13の位相に等しい為、スケール位置を検出する事ができる。尚、一般に非線形関数をモデルとした場合、最小2乗法を適用すると解を一義的に求める事ができないが、正弦波関数の周期を固定とした場合は、例外的に解を一義的に求める事ができる。

【0038】

スケール13上に汚れが付着した場合や、スケールの格子12に欠陥がある場合について、図8を用いて説明する。汚れ或いは格子欠陥のある箇所は、受光素子34が出力する明暗信号強度が低下するが、選択的に同位相の受光素子が遮光される事は起こらない。更に、逆正接演算が不要であり、リサージュ信号の直流オフセットによる誤差の発生は原理上起こらない為、汚れによる信号劣化が生じても位置検出に誤差が生じにくい。

30

【0039】

また、図9に示す如く、フィッティング処理の際に、所定の値より差が大きいデータは無視することで、位置検出の対象から除去する事も可能である。

【0040】

スケール13の汚れや格子12の欠陥が過剰に存在する場合は、図10に示す如く、正弦波関数の振幅Aがゼロ付近の値となる為、あらかじめ所定の閾値を設定する事により、アクシデンタルな位置検出エラー、即ち偶発的な位置検出エラーの検出が可能である。例えば、スケール13の汚れや格子12の欠陥箇所の検出をエラーとして出力する事が可能である。エラー出力の例として、図11(A)に示す位相検出回路66からエラー信号を出力する方法や、図11(B)に示す2相方形波生成回路68から出力される方形波の位相を揃える方法を用いる事が可能である。

40

【0041】

また、周期固定の正弦波関数を用いる事により、図12に破線で示すような、スケール13のインクリメンタルパターンの周期(スケール周期)Psと異なる周期を検出してしまいうエリasingを、実線のように回避出来る為、受光素子の配置ピッチ(受光素子ピッチ)Pdはスケール周期Psに依存せず任意に決める事ができ、受光素子ピッチPdをスケール周期Psより大きくすることもできる。

【0042】

50

また、本発明は、図 1 3 に示すような反射型の光電式エンコーダにも適用する事ができる。

【0043】

本発明は、更に、リニアエンコーダと同様にロータリーエンコーダへの適用も可能である。

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図 1】スケールの汚れ或いは格子の欠損により測定光が遮光されている状態を示す平面図

【図 2】図 1 の場合に生じるリサージュ信号の変化を示す図

10

【図 3】本発明の実施形態の全体構成を示す図

【図 4】同じくスケールの構成を示す平面図

【図 5】同じく受光器の構成を示す平面図

【図 6】同じく正常時の正弦波関数のフィッティング状態の例を示す図

【図 7】測定データとフィッティング関数の一例を示す図

【図 8】図 6 でスケールの汚れ或いは格子欠損がある場合のフィッティング状態の例を示す図

【図 9】同じく所定の値より差が大きいデータを無視した例を示す図

【図 10】同じくアクシデンタルな位置検出エラーの説明図

【図 11】スケールの汚れ或いは格子の欠陥の箇所を検出してエラー出力する回路の例を示す図

20

【図 12】エリアシングの説明図

【図 13】本発明が適用可能な反射型の光電式エンコーダの構成例を示す図

【符号の説明】

【0045】

1 2 … 格子

1 3 … スケール

1 4 … 発光素子（光源）

2 0 … 検出ヘッド

3 0 … 受光器

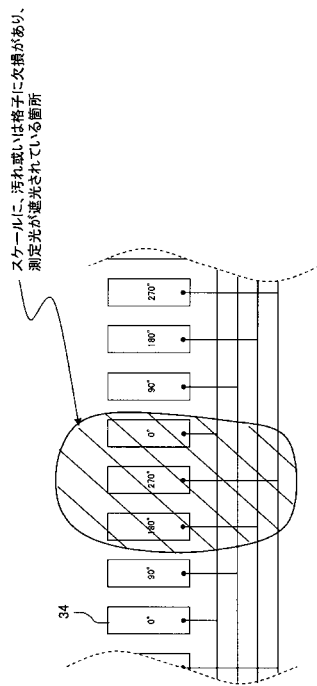
3 4 … 受光素子

6 0 … 信号処理回路

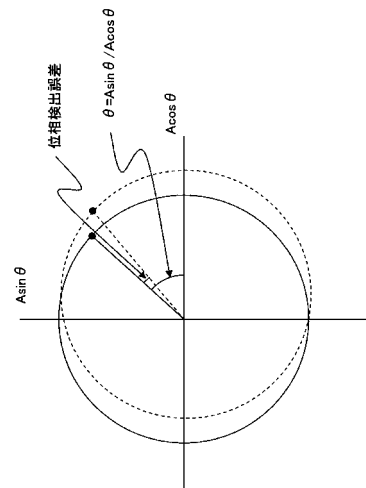
6 6 … 位相検出回路

30

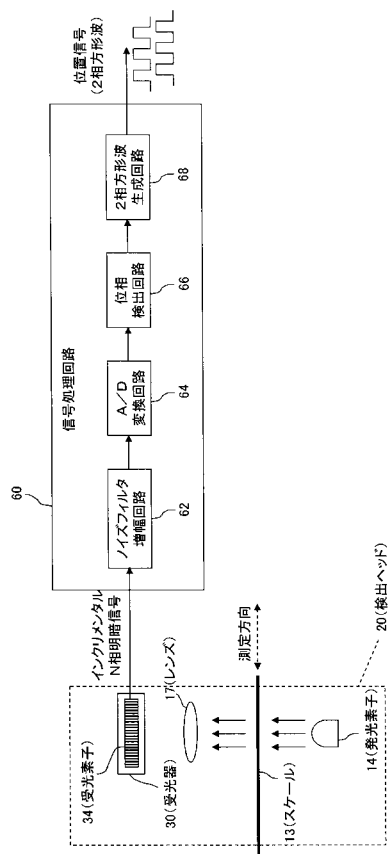
【図 1】



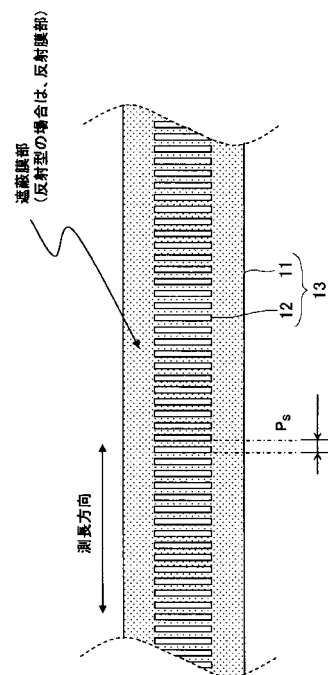
【図 2】



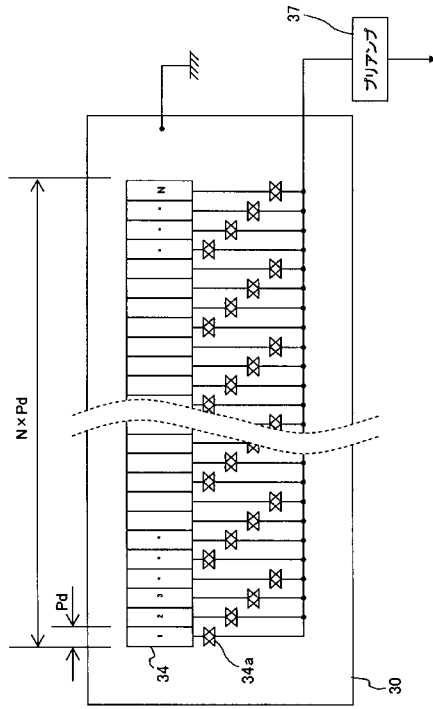
【図 3】



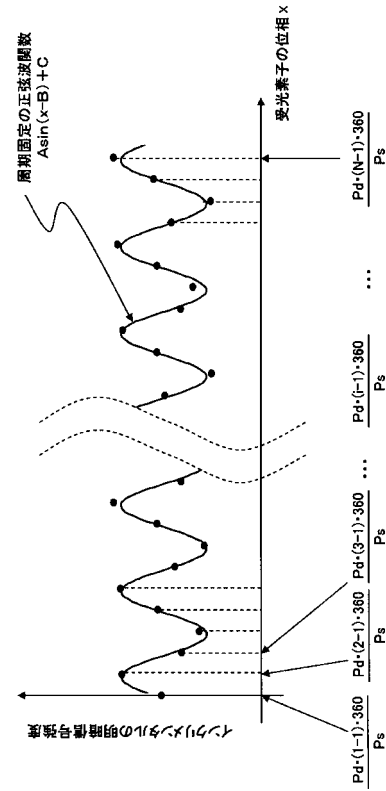
【図 4】



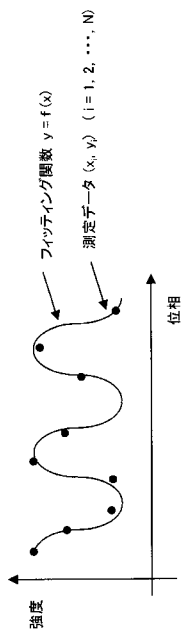
【図 5】



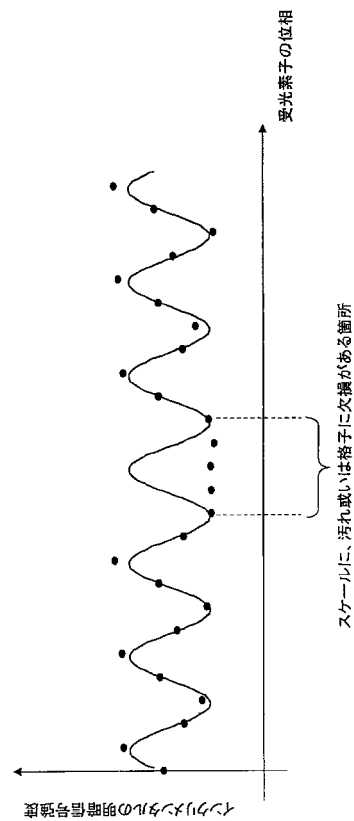
【図 6】



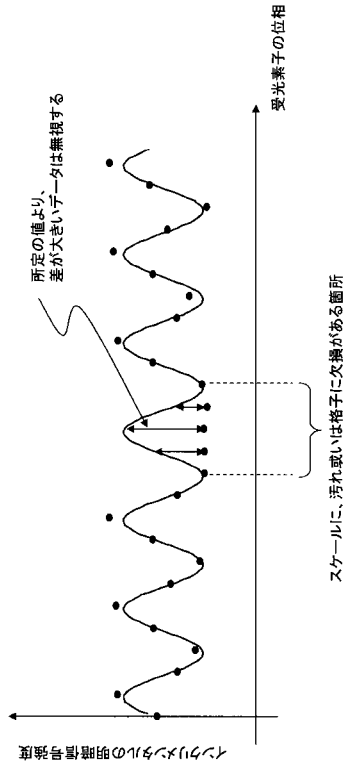
【図 7】



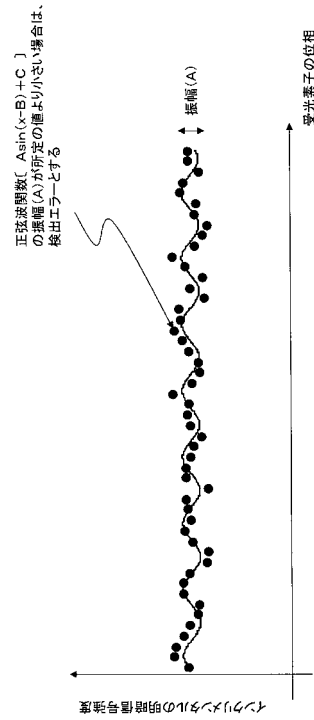
【図 8】



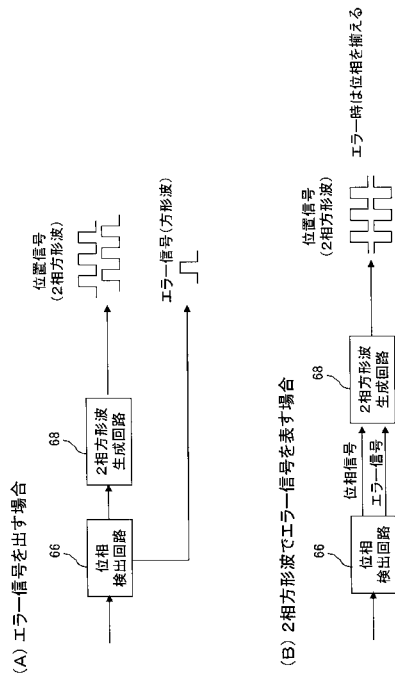
【図 9】



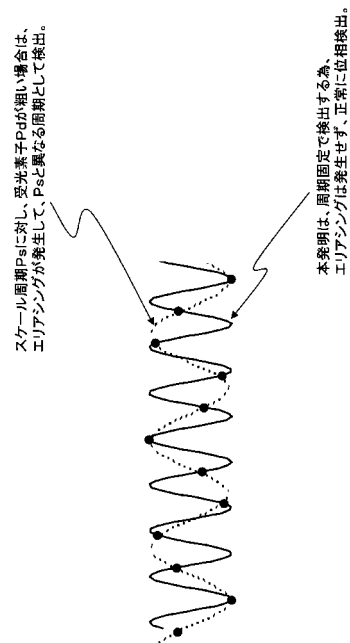
【図 10】



【図 11】



【図 12】



【図 13】

