

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4274751号
(P4274751)

(45) 発行日 平成21年6月10日(2009.6.10)

(24) 登録日 平成21年3月13日(2009.3.13)

(51) Int.Cl.

F 1

G O 1 D 5/30 (2006.01)
G O 1 D 5/244 (2006.01)G O 1 D 5/30
G O 1 D 5/244M
A

請求項の数 11 (全 48 頁)

(21) 出願番号 特願2002-193448 (P2002-193448)
 (22) 出願日 平成14年7月2日 (2002.7.2)
 (65) 公開番号 特開2003-83771 (P2003-83771A)
 (43) 公開日 平成15年3月19日 (2003.3.19)
 審査請求日 平成17年6月30日 (2005.6.30)
 (31) 優先権主張番号 特願2001-202582 (P2001-202582)
 (32) 優先日 平成13年7月3日 (2001.7.3)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000000376
 オリンパス株式会社
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
 (74) 代理人 100058479
 弁理士 鈴江 武彦
 (74) 代理人 100084618
 弁理士 村松 貞男
 (74) 代理人 100091351
 弁理士 河野 哲
 (74) 代理人 100100952
 弁理士 風間 鉄也
 (72) 発明者 羽根 潤
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ
 リンパス光学工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】エンコーダ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

移動体の位置又は角度の変位に応じて周期信号を発生する位置信号発生手段と、
上記移動体が所定の位置にある場合に原点信号を発生する原点検出手段と、
原点信号の発生位置を上記周期信号が所定の位相を取る位置に同期させる同期手段と、
予め定められた複数の位相の1つを上記所定の位相として選択し切り替え可能な選択手
段と、

上記複数の位相の内、最適な位相を検知する判定手段と、
を有し、

上記選択手段は、上記判定手段からの判定結果に基づいて原点信号の発生位置において上記周期信号が取る位相を選択可能とする、ことを特徴とするエンコーダ。

10

【請求項 2】

上記移動体が所定の範囲にある場合に原点検出用信号を発生する原点検出用信号発生手段を有し、

上記判定手段は、原点検出用信号発生時に上記周期信号が取る位相と原点信号発生位置で上記周期信号が取り得る位相との位相差に基づき上記最適な位相を検知する、ことを特徴とする請求項1に記載のエンコーダ。

【請求項 3】

上記判定手段は、上記原点検出用信号発生時に上記周期信号が取る位相と上記原点信号発生位置で上記周期信号が取り得る位相との位相差を $0^\circ \sim 180^\circ$ で表した時に、位相

20

差が最も大きくなる上記周期信号が取り得る位相を最適と判定する、
ことを特徴とする請求項2に記載のエンコーダ。

【請求項4】

90°位相差の2つの上記周期信号と2つの上記複数の位相を有し、該2つ位相の位相差が180°である、

ことを特徴とする請求項1乃至3の何れかに記載のエンコーダ。

【請求項5】

上記移動体の位置又は角度の変位に伴い、上記周期信号、または、デジタル化された上記周期信号が、その振幅中央値を値の低い側から値の高い側へ交差する位相、または、値の高い側から値の低い側へ交差する位相を上記原点検出位置での上記周期信号の位相とする、

10

ことを特徴とする請求項4に記載のエンコーダ。

【請求項6】

90°位相差の2つの上記周期信号とN個(Nは3以上の整数)の上記複数の位相を有し、該N個の上記複数の位相の位相差が(360°/N)置きとなるように配置される、

ことを特徴とする請求項1乃至3の何れかに記載のエンコーダ。

【請求項7】

移動体の位置又は角度の変位に応じて90°位相差の2つの周期信号を発生する位置信号発生手段と、

20

上記移動体が所定の範囲にある場合に原点検出用信号を発生する原点検出用信号発生手段と、

上記移動体が所定の位置にある場合に原点信号を発生する原点検出手段と、

原点信号の発生位置を上記周期信号が所定の位相を取る位置に同期させる同期手段と、

予め定められた複数の位相の1つを上記所定の位相として選択し切り替え可能な選択手段と、

上記複数の位相の内、最適な位相を検知する判定手段と、

を有し、

2次元の直交座標系の横軸方向に上記2つの周期信号の一方の出力を、縦軸方向に他方の出力を取り、

上記座標系上で上記2つの周期信号のそれぞれの出力によって決まる点が移動体の変位につれて描く波形を上記2つの周期信号のリサージュ波形としたとき、

30

上記2つの周期信号のリサージュ波形を、分割してできる2つ以上の複数の区分を有し、上記2つの周期信号で決まる点が含まれる区分が、少なくとも上記原点検出用信号発生時に判別でき、

上記判定手段は、原点検出用信号発生時に上記2つの周期信号によって決まる点が存在するリサージュ波形上の上記区分に基づき上記判定手段での判定を行い、

上記選択手段は、上記判定手段からの判定結果に基づいて原点信号の発生位置において上記周期信号が取る位相を選択可能とする、

ことを特徴とするエンコーダ。

【請求項8】

上記原点検出用信号発生時に上記2つの周期信号によって決まる点が存在するリサージュ波形上の区分と上記周期信号の複数の位相との位相差を0°~180°で表す時に、

上記区分と各位相との組合せについて、区分内での位相差の最小値を該区分と位相との位相差とした時、

上記判定手段が、位相差が最も大きくなる位相を最適と判定する、

ことを特徴とする請求項7に記載のエンコーダ。

【請求項9】

複数の原点検出用信号を発生させるための原点検出用信号発生手段を有し、

上記複数の位相のそれぞれの位相は上記複数の原点検出用信号の1つに対応し、

選択手段により上記周期信号の所定の位相と対応する原点検出用信号を同時に選択し、

50

選択した上記周期信号の所定の位相と対応する原点検出用信号を用いて原点信号を発生させる。

ことを特徴とする請求項 1 乃至 8 の何れかに記載のエンコーダ。

【請求項 10】

複数の上記周期信号を有し、

上記複数の位相は複数の上記周期信号の周期信号ごとに決められた所定の位相に対応し、選択手段により上記周期信号の所定の位相の 1 つを選択し、原点信号発生位置を選択した上記周期信号の所定の位相に同期可能である。

ことを特徴とする請求項 1 乃至 9 の何れかに記載のエンコーダ。

【請求項 11】

移動体の位置又は角度の変位に応じて発生する周期信号に基づき変位量を検出し、上記移動体が所定の範囲にある場合に原点信号を発生するエンコーダであって、

光源からの光を移動体に設けられたスケールに照射し帰還した光を受光部で受光して、上記移動体の位置変位を検出する検出手段と、

上記光源、または、別に設けた光源からの光を上記スケールに照射し帰還した光を別に設けた受光部で受光する受光手段と、

上記移動体が所定の範囲にある場合に原点検出用信号を発生する原点検出用信号発生手段と、

上記全ての光源及び全ての受光部が半導体プロセスにより同一基板上に所定の間隔で配置・形成されることにより、原点検出用信号発生時での上記周期信号の位相と原点信号発生位置での上記周期信号の位相の位相差が所定の値となるように構成され、原点信号の発生位置を上記周期信号が所定の位相を取る位置に同期させる同期手段と、

を有することを特徴とするエンコーダ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、エンコーダに係り、特に、変位検出に用いられるエンコーダに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来の技術によるエンコーダの一般的な例としては、光学式のエンコーダが知られている。

【0003】

即ち、この光学式のエンコーダは、LED 等の発光部と該発光部からのビーム光を平行光にするための光学素子とを組み合わせた光源部と、該光源部からの平行光が順次に照射されるインデックススケールおよびスケールと、該スケールから見て光源部の反対側に配置された光検出器と、該光検出器からの信号を処理してエンコーダ信号として出力する信号処理回路部とから構成されている。

【0004】

このような構成において、インデックススケール、スケール、光検出部は、位置検出用、及び、原点検出用の部分からなる。

【0005】

即ち、インデックススケール、スケールには、位置検出用、及び、原点検出用のスリット部が設けられているとともに、光検出部にも位置検出用、及び、原点検出用の光検出部が設けられており、これらの組合せにより、位置検出・原点検出が可能となっている。

【0006】

そして、ステージやモータなどの位置検出を行う対象物において、上記光源部と光検出器との組合せは、可動部と固定部のうちの、どちらか一方に取り付けられる。

【0007】

また、スケールは、可動部と固定部のうちどちらか他方に取り付けられる。

【0008】

10

20

30

40

50

また、一般的なエンコーダ出力信号には、以下のものがある。

【0009】

まず、装置などの可動部の変位に伴って出力される互いに 90° 位相の異なる正弦波信号、または、パルス（矩形波）信号である A 相信号と B 相信号、さらに、可動部の基準位置検出の際に出力される Z 相信号（原点検出用信号）である。

【0010】

また、装置の電源を投入したり、位置情報をクリアした時点で可動部の絶対位置が不明な場合には、原点検出を行うことによって正確な位置情報を得ることができる。

【0011】

そして、エンコーダのうち、直線的な位置検出を行うリニアエンコーダでは、直状スケールの一端近傍に原点検出用パターンを配置することが多い。 10

【0012】

また、回転運動を検出するロータリエンコーダでは、通常、円盤状スケール上の 1 箇所に原点検出用パターンを配置する。

【0013】

そして、可動部を動かしてスケールの原点検出用パターンを検出し、必要に応じて A B 相信号との同期をとって原点信号を出力するようになされている。

【0014】

例えば、特開平 8 - 261795 号公報では、図 26 に示すように、スケール・インデックススケール・受光部に、位置検出信号より周期の長い信号を発生させて検出する機構を設けている。 20

【0015】

即ち、図 26 においては、光源 31 からの光を平行光にするコリメータレンズ 32 と、メインスケ - ル 33 とが備えられている。

【0016】

メインスケ - ル 33 には、変位信号生成用のパターン 34 と、基準位置信号生成用のスリットパターン 35 と、基準位置補助信号生成用のスリットパターン 39 とが設けられている。

【0017】

また、メインスケ - ル 33 と相対移動する移動体または固定体に固定し、メインスケール 33 に対向するように配置されたインデックススケール 36 には、90° づつ位相の異なる変位信号を生成するために 4 か所に設けたスリットパターン 71 ~ 74 と、基準位置信号生成用のスリットパターン 38 と、基準位置補助信号生成用のスリットパターン 75、76 とが形成されている。 30

【0018】

そして、インデックススケール 36 の光源側に対して、その反対側には、変位信号用の受光素子 51 ~ 54 と、基準信号用の受光素子 55 と、基準位置補助信号用の受光素子 61、62 とが設けられている。

【0019】

これにより、変位信号と基準位置信号の他に基準位置補助信号を発生させ、原点信号を位置検出信号に同期させる際の指標としている。 40

【0020】

【発明が解決しようとする課題】

近年、エンコーダの高分解能・高精度化が進む中で、原点信号の精度に対しても要求が高まり、A B 相信号と同等の分解能・精度や、タイミングも A B 相信号と同期して出すことが要求として挙がってきている。即ち、検出幅が狭く、しかも再現性の良い原点信号が求められている。従って、システムとしての不安定要素による原点検出精度の劣化や検出タイミングのずれを抑えることがエンコーダに求められてきている。

【0021】

なお、不安定要素には、信号ノイズやふらつき、さらには、光学式のエンコーダでは光源 50

の安定性、発光・受光素子の温度特性とそのばらつきやステージのガタツキやギャップ・取付け角度の経時変化といった、組み込むステージの原点検出時のヘッドとスケールの配置や姿勢の変動などがある。

【0022】

特に、A B 相信号と Z 相信号を別個の光学系などで検出しながら原点検出を A B 相に同期させる場合、A 相または B 相信号と Z 相信号の位相を正確に同期させたり、適切な位相差を持たせなければ、検出タイミングのずれにより、A B 相信号の 1 周期分ずれた位置を原点とする可能性がある。

【0023】

光学式のエンコーダでは、これらの問題を解決するために原点検出のための補助信号発生用部材を設けることが多い。しかしながら、部材・特殊な光学系の追加やスケールパターンの追加により、ヘッドサイズやスケール幅を大きくする必要が生じたり、コストの上昇につながりかねず、小型化・低コスト化の流れに反するものになりやすい。10

【0024】

本発明は、上記の事情に鑑みてなされたもので、特に、変位検出に用いられるエンコーダにおいて、A B 相に同期した原点検出が安定して行えるエンコーダを提供することを目的とする。

【0025】

【課題を解決するための手段】

本発明によると、上記課題を解決するために、(1) 移動体の位置又は角度の変位に応じて周期信号を発生する位置信号発生手段と、上記移動体が所定の位置にある場合に原点信号を発生する原点検出手段と、原点信号の発生位置を上記周期信号が所定の位相を取る位置に同期させる同期手段と、予め定められた複数の位相の 1 つを上記所定の位相として選択し切り替え可能な選択手段と、上記複数の位相の内、最適な位相を検知する判定手段と、を有し、上記選択手段は、上記判定手段からの判定結果に基づいて原点信号の発生位置において上記周期信号が取る位相を選択可能とする、ことを特徴とするエンコーダが提供される。20

【0027】

また、本発明によると、上記課題を解決するために、(2) 上記移動体が所定の範囲にある場合に原点検出用信号を発生する原点検出用信号発生手段を有し、上記判定手段は、原点検出用信号発生時に上記周期信号が取る位相と原点信号発生位置で上記周期信号が取り得る位相との位相差に基づき上記最適な位相を検知する、ことを特徴とする(1)に記載のエンコーダが提供される。30

【0028】

また、本発明によると、上記課題を解決するために、(3) 上記判定手段は、上記原点検出用信号発生時に上記周期信号が取る位相と上記原点信号発生位置で上記周期信号が取り得る位相との位相差を $0^\circ \sim 180^\circ$ で表した時に、位相差が最も大きくなる上記周期信号が取り得る位相を最適と判定する、ことを特徴とする(2)に記載のエンコーダが提供される。

【0029】

また、本発明によると、上記課題を解決するために、(4) 90° 位相差の 2 つの上記周期信号と 2 つの上記複数の位相を有し、該 2 つ位相の位相差が 180° である、ことを特徴とする(1)乃至(3)の何れかに記載のエンコーダが提供される。40

【0030】

また、本発明によると、上記課題を解決するために、(5) 上記移動体の位置又は角度の変位に伴い、上記周期信号、または、デジタル化された上記周期信号が、その振幅中央値を値の低い側から値の高い側へ交差する位相、または、値の高い側から値の低い側へ交差する位相を上記原点検出位置での上記周期信号の位相とする、ことを特徴とする(4)に記載のエンコーダが提供される。

【0031】

50

また、本発明によると、上記課題を解決するために、(6) 90°位相差の2つの上記周期信号とN個(Nは3以上の整数)の上記複数の位相を有し、該N個の上記複数の位相の位相差が(360°/N)置きとなるように配置される、ことを特徴とする(1)乃至(3)の何れかに記載のエンコーダが提供される。

【0033】

また、本発明によると、上記課題を解決するために、(7) 移動体の位置又は角度の変位に応じて90°位相差の2つの周期信号を発生する位置信号発生手段と、上記移動体が所定の範囲にある場合に原点検出用信号を発生する原点検出用信号発生手段と、上記移動体が所定の位置にある場合に原点信号を発生する原点検出手段と、原点信号の発生位置を上記周期信号が所定の位相を取る位置に同期させる同期手段と、予め定められた複数の位相の1つを上記所定の位相として選択し切り替え可能な選択手段と、上記複数の位相の内、最適な位相を検知する判定手段と、を有し、2次元の直交座標系の横軸方向に上記2つの周期信号の一方の出力を、縦軸方向に他方の出力を取り、上記座標系上で上記2つの周期信号のそれぞれの出力によって決まる点が移動体の変位につれて描く波形を上記2つの周期信号のリサージュ波形としたとき、上記2つの周期信号のリサージュ波形を、分割してできる2つ以上の複数の区分を有し、上記2つの周期信号で決まる点が含まれる区分が、少なくとも上記原点検出用信号発生時に判別でき、上記判定手段は、原点検出用信号発生時に上記2つの周期信号によって決まる点が存在するリサージュ波形上の上記区分に基づき上記判定手段での判定を行い、上記選択手段は、上記判定手段からの判定結果に基づいて原点信号の発生位置において上記周期信号が取る位相を選択可能とする、ことを特徴とするエンコーダが提供される。

【0034】

また、本発明によると、上記課題を解決するために、(8) 上記原点検出用信号発生時に上記2つの周期信号によって決まる点が存在するリサージュ波形上の区分と上記周期信号の複数の位相との位相差を0°~180°で表す時に、上記区分と各位相との組合せについて、区分内での位相差の最小値を該区分と位相との位相差とした時、上記判定手段が、位相差が最も大きくなる位相を最適と判定する、ことを特徴とする(7)に記載のエンコーダが提供される。

【0035】

また、本発明によると、上記課題を解決するために、(9) 複数の原点検出用信号を発生させるための原点検出用信号発生手段を有し、上記複数の位相のそれぞれの位相は上記複数の原点検出用信号の1つに対応し、選択手段により上記周期信号の所定の位相と対応する原点検出用信号を同時に選択し、選択した上記周期信号の所定の位相と対応する原点検出用信号を用いて原点信号を発生させる、ことを特徴とする(1)乃至(8)の何れかに記載のエンコーダが提供される。

【0036】

また、本発明によると、上記課題を解決するために、(10) 複数の上記周期信号を有し、上記複数の位相は複数の上記周期信号の周期信号ごとに決められた所定の位相に対応し、選択手段により上記周期信号の所定の位相の1つを選択し、原点信号発生位置を選択した上記周期信号の所定の位相に同期可能である、ことを特徴とする(1)乃至(9)の何れかに記載のエンコーダが提供される。

【0037】

また、本発明によると、上記課題を解決するために、(11) 移動体の位置又は角度の変位に応じて発生する周期信号に基づき変位量を検出し、上記移動体が所定の範囲にある場合に原点信号を発生するエンコーダであって、光源からの光を移動体に設けられたスケールに照射し帰還した光を受光部で受光して、上記移動体の位置変位を検出する検出手段と、上記光源、または、別に設けた光源からの光を上記スケールに照射し帰還した光を別に設けた受光部で受光する受光手段と、上記移動体が所定の範囲にある場合に原点検出用信号を発生する原点検出用信号発生手段と、上記全ての光源及び全ての受光部が半導体プロセスにより同一基板上に所定の間隔で配置・形成されることにより、原点検出用信号発

10

20

30

40

50

生時での上記周期信号の位相と原点信号発生位置での上記周期信号の位相の位相差が所定の値となるように構成され、原点信号の発生位置を上記周期信号が所定の位相を取る位置に同期させる同期手段と、を有することを特徴とするエンコーダが提供される。

【0042】

また、本発明によると、上記課題を解決するために、

(18) 上記検知した最適な同期位置を記憶する記憶手段を更に有することを特徴とする(9)乃至(17)の何れかに記載のエンコーダが提供される。

【0043】

以上のような解決手段の構成において、後述する実施の形態の構成とは、次のように対応している。

10

【0044】

移動体：スケール4

位置信号発生手段：光源部10からスケール4のスリット4aを経由した光を受光する光検出部5a

原点検出用信号発生手段：光源部10からスケール4のスリット4bを経由した光を受光する光検出部5b

原点検出回路：信号処理回路部（原点検出回路部）6

選択手段：スイッチ104

判定手段：判定回路107

記憶手段：記憶器109

20

【0045】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

【0046】

（第1の実施の形態）

[構成]

本発明の第1の実施の形態によるエンコーダの主要部の構成は、信号処理回路部を除き、位置信号（位置検出信号）と原点検出用信号とが得られるものであれば、特に、限定されない。

【0047】

30

例えば、図25に示したような光学式のエンコーダによる構成など一般的なものを適用することができる。

【0048】

また、図25の例では光学式のエンコーダを挙げているが、磁気式など他のタイプでもよい。

【0049】

即ち、図25に示すように、この光学式のエンコーダは、LED等の発光部1と該発光部1からのビーム光を平行光にするための光学素子2とを組み合わせた光源部10と、該光源部10からの平行光が順次に照射されるインデックススケール3及びスケール4と、該スケール4から見て光源部10の反対側に配置された光検出器5と、該光検出器5からの信号を処理してエンコーダ信号として出力する信号処理回路部6とから構成されている。

40

【0050】

このような構成において、インデックススケール3、スケール4、光検出器5のうち、位置検出用に用いられるのは、インデックススケール3に形成されているスリット3aと、スケール4に形成されているスリット4aと、光検出器5に形成されている光検出部5aとの組合せである。

【0051】

また、原点検出用に用いられるのは、インデックススケール3に形成されているスリット3bと、スケール4に形成されているスリット4bと、光検出器5に形成されている光検出部5bとの組合せである。

50

【0052】

ステージやモータなどの位置検出を行う対象物においては、上記光源部10と光検出器5との組合せは、それらの可動部と固定部のうち、どちらか一方に取り付けられる。

【0053】

また、スケール4は、それらの可動部と固定部のうち、どちらか他方に取り付けられる。

【0054】

ここで、光検出部5aの受光素子からは、スケール4の移動に対応して互いに位相が90°異なる信号(A(+), A(-), B(+), B(-))が出力されるが、後述する図2では説明の簡単化のため、A(+)信号を位置信号(a)、B(+)信号を位置信号(b)として、もしくは、[A(+) - A(-)]信号を位置信号(a)、[B(+) - B(-)]信号を位置信号(b)として表示し、他の信号については表示しないものとしている。10

【0055】

なお、光検出部5bの受光素子からは、可動部の基準位置検出の際に出力されるZ相信号としての原点検出用信号(e)が出力される。

【0056】

図1は、本発明の第1の実施の形態による図25のエンコーダにおける信号処理回路部6の構成を示すブロック図である。

【0057】

この信号処理回路部6は、アナログ位置信号(a), (b)をデジタル位置信号(c), (d)に変換するための2値化回路101と、原点検出用信号(e)を所定のスライスレベルで2値化してデジタル原点検出用信号(f)に変換する2値化回路102と、この2値化回路102からのデジタル原点検出用信号(f)を2値化回路101からのデジタル位置信号(c), (d)に同期させて原点信号(g)または(h)を発生させる同期回路103と、この同期回路103における同期のタイミングを切り替えるスイッチ104とからなる。20

【0058】

図1においては、デジタル位置信号(c), (d)に同期させて原点信号(g)または(h)を得ているが、アナログ位置信号(a), (b)に同期させて原点信号(g)または(h)を得ることも同様の機能で実現できる。30

【0059】**[作用]**

図2は、図1の信号処理回路部6によって、図25に示したような光検出器5からの入力が処理されている様子を示すタイムチャートである。図2において、横軸は時間を表し、一定速度の変位が生じているときの各信号の変化を示している。

【0060】

まず、2値化回路101において、変位に伴い周期的に変化するエンコーダのアナログ位置信号(a), (b)を2値化することによってデジタル位置信号(c), (d)が得られる。

【0061】

また、2値化回路102において、原点検出用信号(e)を所定のスライスレベルで2値化することによって、デジタル原点検出用信号(f)が得られる。40

【0062】

そして、原点信号については、次の2つの方法のうちから1つを選択することで得られる。

【0063】

1つ目は、同期回路103において、デジタル原点検出用信号(f)を位置信号(a), (c)の立ち上がりに同期させてハイレベルとし、位置信号(b), (d)のレベル変化に同期させてローレベルとすることで、原点信号(g)を得るものである。

【0064】1020304050

2つ目は、同期回路103において、デジタル原点検出用信号(f)を位置信号(a),(c)の立ち下がりに同期させてハイレベルとし、位置信号(b),(d)のレベル変化に同期させてローレベルとすることで、原点信号(h)を得るものである。

【0065】

これら2つのうちの1つを選択して原点信号(g)または(h)として出力するが、この選択はスイッチ104により行う。

【0066】

ここで、位置信号(a),(b)と(c),(d)の組合せは、90°の位相差を持つ。

【0067】

また、アナログ信号である位置信号(a),(b)と原点検出用信号(e)とは、デジタル信号である位置信号(c),(d)と原点検出用信号(f)を作り出すことができるものであれば、それらがどのようなタイプの信号でも構わない。また、図25に示したような光検出器5からの入力がデジタル信号のみで、アナログ信号を含まなくても構わない。また、入力されるアナログの位置信号をデジタル化する際には、さらに、位相分割により分解能を向上させたものとしても構わない。

10

【0068】

そして、位置検出は、デジタル位置信号(c),(d)を図示しないカウンタに入力することによって行う。この場合、原点信号(g)または(h)が発生したときに、カウンタをリセットすることによって、位置検出の原点出しが可能となる。

【0069】

以上のように、原点検出用信号(e)をデジタル化してデジタル原点検出用信号(f)をつくり、デジタル原点検出用信号(f)と周期信号である位置信号(c)や(d)とを同期させて原点信号(g)または(h)を生成するようにしている。

20

【0070】

このとき、1回の原点検出において、1周期条件を満足するタイミングが複数回あっても、原点信号(g)または(h)は最先の条件満足タイミングでのみ生成されるように構成されているものとする。

【0071】

これは、後述する各実施の形態でも同様とする。

【0072】

30

[効果]

原点検出用信号の出力の仕方に応じて位置信号との同期位置を選択することが可能である。

【0073】

従って、信号ノイズやふらつき、さらには、光学式のエンコーダでは光源の安定性、発光・受光素子の温度特性とそのばらつき、個々のエンコーダの設計とのずれなどの不安定要素によって生じ得る原点検出位置のずれを少なくする同期位置を選択することが可能である。

【0074】

例えば、上記不安定要素により、図2の原点検出用信号(e)の出力レベルが上がったり、図中左方向にシフトしたり、スライスレベルが若干下がることが考えられる。このとき、原点検出用信号(e)が太線から細線のように変化したとすると、デジタル原点検出用信号(f)は破線のようになる。これにより、原点信号(h)においては破線で示した1周期分ずれた位置が原点信号として検出される。これに対して、原点信号(g)ではこのような変化は起きにくい。従って、この場合には、原点信号(g)を選択することによって、原点検出精度の劣化を抑え、安定した原点検出が可能となる。

40

【0075】

また、この例では、信号処理回路部6を除いて、原点検出のための補助信号発生用部材などを設けていない。従って、安定した原点検出ができ、且つ、小型で安価なエンコーダを供給することが可能である。

50

【 0 0 7 6 】

(第2の実施の形態)

[構成]

この第2の実施の形態の主要部の構成は、第1の実施の形態と同様に、信号処理回路部6を除き、位置信号と原点検出用信号が得られるものであれば、特に、限定されない。例えば、前述した第1の実施の形態の主要部の構成として図25に示したような光学式のエンコーダ構成など一般的なものでよい。また、図25の例では光学式のエンコーダを挙げているが、磁気式など他のタイプでもよい。

【 0 0 7 7 】

また、本発明の第2の実施の形態による図25のエンコーダにおける信号処理回路部6の構成については、図1に示したブロック図と同様のものでよい。

10

【 0 0 7 8 】

なお、図1においては、デジタル位置信号(c),(d)に同期させて原点信号(g)または(h)を得ているが、アナログ位置信号(a),(b)に同期させて原点信号(g)または(h)を得ることも同様の機能で実現できる。

【 0 0 7 9 】

図3の(A)及び図3の(B)は、それぞれ、上記原点信号(g)または(h)を選択するために、図1におけるスイッチ104及びこのスイッチ104により切り替えられる同期回路103の各詳細な構成を示すブロック図である。

【 0 0 8 0 】

これらの回路は、一般に入手可能なロジックICなどで容易に、且つ、安価に製作が可能である。

20

【 0 0 8 1 】

即ち、図3の(A)では、同期回路103を構成する部分として、位置信号(c)の立ち上がり検出回路103aと、位置信号(d)のローレベル検出回路103bと、これらの立ち上がり検出回路103a及びローレベル検出回路103bからの各出力の論理積を取るAND回路103cとが備えられていると共に、スイッチ104を構成する部分として、上記AND回路103cからの出力とデジタル原点検出用信号(f)との論理積を取るAND回路104aが備えられており、このAND回路104aから原点信号(g)が出力される。

30

【 0 0 8 2 】

また、図3の(B)では、同期回路103を構成する部分として、位置信号(c)の立ち下がり検出回路103dと、位置信号(d)のハイレベル検出回路103eと、これらの立ち下がり検出回路103d及びハイレベル検出回路103eからの各出力の論理積を取るAND回路103fとが備えられていると共に、スイッチ104を構成する部分として、上記AND回路103fからの出力とデジタル原点検出用信号(f)との論理積を取るAND回路104bが備えられており、このAND回路104bから原点信号(h)が出力される。

【 0 0 8 3 】**[作用]**

この第2の実施の形態においても、信号処理回路部6による光検出器5からの入力の処理の様子は、図2に示した第1の実施の形態によるタイムチャートと同様である。

40

【 0 0 8 4 】

図4は、図2と逆方向に変位が生じた際の各信号の変化の様子を示すタイムチャートである。

【 0 0 8 5 】

このとき、アナログ位置信号(a),(b)及びデジタル位置信号(c),(d)の位相の進みは逆転している。

【 0 0 8 6 】

このように逆方向に変位が生じるとき、同期回路103は、図3の(A),(B)に示す

50

ような回路構成で、図4に示すような処理を行うことにより、原点信号を検出状態としない。

【0087】

従って、逆方向の変位では、原点検出はなされない。

【0088】

なお、図3の(A), (B)に示す同期回路103を適切に設計することにより、逆方向の変位でのみ原点検出を可能とすることもできる。

【0089】

[効果]

この第2の実施の形態においても、前述した第1の実施の形態の効果と同様の効果が得られる。 10

【0090】

そして、本実施の形態による特有の効果としては、一定方向に変位がなされているときのみ原点検出が可能なことが挙げられる。これにより、可動部のバックラッシュの影響を受けにくくしたり、原点検出時に2重に原点検出をせずに済ませることにつながるなどの利点が生まれ、高精度で使い勝手のよい原点検出が可能となる。

【0091】

(第3の実施の形態)

[構成]

この第3の実施の形態の主要部の構成は、第1及び第2の実施の形態と同様に、信号処理回路部6を除き、位置信号と原点検出用信号が得られるものであれば、特に、限定されない。例えば、前述した第1の実施の形態の主要部の構成として図25に示したような光学式のエンコーダ構成など一般的なものでよい。また、図25の例では光学式のエンコーダを挙げているが、磁気式など他のタイプでもよい。 20

【0092】

図5は、本発明の第3の実施の形態に係るエンコーダの信号処理回路部6の構成を示すブロック図である。

【0093】

この第3の実施の形態による信号処理回路部6は、アナログ位置信号(a), (b)を位相分割し、デジタル位置信号(c), (d)に変換するための位相分割回路105と、原点検出用信号(e)を所定のスライスレベルで2値化してデジタル原点検出用信号(f)に変換する2値化回路102と、デジタル原点検出用信号(f)の立ち上がりを保持してラッチ信号(i)とするラッチ回路106と、該ラッチ回路106からのラッチ信号(i)を位置信号(a), (d)に同期させて原点信号(g)または(h)を発生させる同期回路103と、該同期回路103における同期のタイミングを切り替えるスイッチ104とからなる。 30

【0094】

図5のような構成の信号処理回路部6においては、後述するように、位置信号(a)の立ち上がりは、振幅の中心をよぎる点で検出する。また、位置信号(c), (d)に同期させて原点信号(g)または(h)を得ているが、位置信号(a), (b), (c), (d)の中から適切な信号を選択して同期させるようにしてもよい。 40

【0095】

[作用]

図6は、図5の信号処理回路部6によって、図25に示したような光検出器5からの入力が処理されている様子を示すタイムチャートである。図6において、横軸は時間を表し、一定速度の変位が生じているときの各信号の変化を示している。

【0096】

まず、位相分割回路105において、変位に伴い周期的に変化するアナログ位置信号(a), (b)を位相分割して2値化することによって、デジタル位置信号(c), (d)が得られる。 50

【 0 0 9 7 】

また、2値化回路102において、原点検出用信号(e)を所定のスライスレベルで2値化することによってデジタル原点検出用信号(f)が得られる。そして、ラッチ回路106において、2値化回路102からのデジタル原点検出用信号(f)の立ち上がりを検出してラッチ信号(i)をハイレベルとする。

【 0 0 9 8 】

そして、このラッチ信号(i)がハイレベルの領域において、原点信号については、次の2つの方法のうちから1つを選択することで得る。この場合、ラッチ信号(i)がハイレベルの領域においてというよりも、原点信号が検出されるまでハイレベルを保持してといった方が正確である。即ち、ラッチ回路106は、原点検出を位置信号(a)、(d)に同期させるために、同期のタイミングまでラッチ信号(i)のレベルを保持するように機能している。これにより、元のデジタル原点検出用信号(f)が非検出状態になっても、確実に位置信号に同期させて原点を検出できる。また、ラッチ回路106でのラッチ信号(i)は、原点検出がなされてから、次回の原点検出がなされるまでには、クリアされている必要がある。

【 0 0 9 9 】

そして、原点信号について、次の2つの方法のうちから1つを選択することで得る。

【 0 1 0 0 】

1つ目は、同期回路103において、位置信号(a)の立ち上がりに同期させてハイレベルとし、位置信号(d)のレベル変化に同期させてローレベルとして、原点信号を得るものである。

【 0 1 0 1 】

2つ目は、同期回路103において、デジタル原点検出用信号(f)を位置信号(a)の立ち下がりに同期させてハイレベルとし、位置信号(d)のレベル変化に同期させてローレベルとして、原点信号を得るものである。

【 0 1 0 2 】

これら2つのうちの1つを選択して原点信号(g)または(h)として出力するが、この選択はスイッチ104により行う。

【 0 1 0 3 】

ここで、位置信号(a)、(b)と(c)、(d)との組合せは90°の位相差を持つ。

【 0 1 0 4 】

また、アナログ信号である位置信号(a)、(b)と原点検出用信号(e)とは、デジタル信号である位置信号(c)、(d)と原点検出用信号(f)とを作り出すことができるものであれば、それらがどのようなタイプの信号でも構わない。また、入力がデジタル信号のみで、アナログ信号を含まなくても構わない。

【 0 1 0 5 】

そして、位置検出はデジタル位置信号(c)、(d)を図示しないカウンタに入力することによって行う。この場合、原点信号(g)または(h)が発生したときときに、カウンタをリセットすることで、位置検出の原点出しが可能となる。

【 0 1 0 6 】**[効果]**

原点検出用信号の出力の仕方に応じて位置信号との同期位置を選択することが可能である。従って、信号ノイズやふらつき、さらには、光学式のエンコーダでは光源の安定性、発光・受光素子の温度特性とそのばらつき、個々のエンコーダの設計とのずれなどの不安定要素によって生じ得る原点検出位置のずれを少なくする同期位置を選択することが可能である。

【 0 1 0 7 】

さらに、本実施の形態に特有の効果としては、原点検出用信号(e)をラッチ回路106で保持するため、デジタル原点検出用信号(f)の検出幅が狭く、検出状態で無くなつた後でも位置信号との同期を取りることが可能である。従って、上記不安定要素による、図6

10

20

30

40

50

に示す原点検出用信号(e)の出力レベルの変化や、図中左右方向へのシフト、スライスレベルの変化などに対しても許容度が向上する。

【 0 1 0 8 】

そして、ラッチ信号(i)の立ち上がり位置を A 相の同期位置よりほぼ 180° 位相が進んだ位置に設計・配置することができれば、 $\pm 180^\circ$ の余裕度が生じる。即ち、位置信号のピッチの $\pm 1/2$ 倍の位置ずれ許容度がある。また、ラッチ信号(i)の立ち上がり位置と A 相の同期位置の位相差の設定が困難な場合でも、同期位置の選択により、 $\pm 90^\circ$ 以上の余裕度が生じる。従って、原点信号(g)または(h)を選択することによって、原点検出精度の劣化を抑え、安定した原点検出が可能となる。

【 0 1 0 9 】

また、この実施の形態では、信号処理回路部 6 を除いて原点検出のための補助信号発生用部材などを設けていない。従って、安定した原点検出ができ、且つ、小型で安価なエンコーダを供給することが可能である。

【 0 1 1 0 】

さらに、第 2 の実施の形態に挙げた検出方向の位置信号との限定機能を持つ同期方法をとることによって原点一定方向に変位がなされているときのみ、原点検出が可能とすることができます。これにより、可動部のバックラッシュの影響を受けにくくしたり、原点検出時に 2 重に原点検出をせずに済ませることにつながるなどの利点が生まれ、高精度で使い勝手のよい原点検出が可能となる。

【 0 1 1 1 】

(第 4 の実施の形態)

[構成]

図 7 は、本発明の第 4 の実施の形態によるエンコーダの主要部の構成を示す図である。ただし、信号処理回路部を除き、位置信号と原点検出用信号が得られれば、特に、限定されない。

【 0 1 1 2 】

図 7 に示すように、この第 4 の実施の形態による光学式のエンコーダは、LED 等の発光部 1 と該発光部 1 からのビーム光を平行光にするための光学素子 2 とを組み合わせた光源部 10 と、該光源部 10 からの平行光が順次に照射されるインデックススケール 3 及びスケール 4 と、該スケール 4 から見て光源部 10 の反対側に配置された光検出器 5 と、該光検出器 5 からの信号を処理してエンコーダ信号として出力する信号処理回路部 6 からなる。

【 0 1 1 3 】

このような構成において、インデックススケール 3 、スケール 4 、光検出器 5 のうち、位置検出用に用いられるのは、インデックススケール 3 に形成されているスリット 3 a と、スケール 4 に形成されているスリット 4 a と、光検出器 5 に形成されている光検出部 5 a との組合せである。

【 0 1 1 4 】

また、原点検出用に用いられるのはインデックススケール 3 に形成されているスリット 3 b と、スケール 4 に形成されているスリット 4 b と、光検出器 5 に形成されている光検出部 5 b との組合せである。

【 0 1 1 5 】

ステージやモータなどの位置検出を行う対象物において、光源部 10 と光検出器 5 との組合せは、可動部と固定部のどちらか一方に取り付けられる。

【 0 1 1 6 】

また、スケール 4 は、可動部と固定部のどちらか他方に取り付けられる。

【 0 1 1 7 】

そして、インデックススケール 3 と光検出器 5 において、原点検出用のスリット 3 b と光検出部 5 b とが、それぞれ、3 個ずつ設けられている。これら 3 個の光検出部 5 b での各検出信号は、3 つとも同様の波形パターンを有し、位相差は、以下の式を満足する。

10

20

30

40

50

【 0 1 1 8 】

位相差 = [位置信号の 1 周期] × (i + 1 / 3) ... (式 1)

ただし、i は整数である。

【 0 1 1 9 】

なお、本実施の形態では光学式のエンコーダを挙げているが、磁気式など他のタイプでもよい。

【 0 1 2 0 】

図 8 は、本発明の第 4 の実施の形態に係るエンコーダの信号処理回路部 6 の構成を示すブロック図である。

【 0 1 2 1 】

即ち、この信号処理回路部 6 は、アナログ位置信号 (a) , (b) をデジタル位置信号 (c) , (d) に変換するための 2 値化回路 101 と、原点検出用信号 (e1) , (e2) , (e3) を所定のスライスレベルで 2 値化してデジタル原点検出用信号 (f1) , (f2) , (f3) に変換する 2 値化回路 102 と、この 2 値化回路 102 からのデジタル原点検出用信号 (f1) , (f2) , (f3) の内の 1 つを 2 値化回路 101 からのデジタル位置信号 (c) , (d) に同期させて原点信号 (g) を発生させる同期回路 103 と、この同期回路 103 における同期のタイミングを切り替えるスイッチ 104 とからなる。

10

【 0 1 2 2 】

なお、図 8 においては、デジタル位置信号 (c) , (d) に同期させて原点信号 (g) を得ているが、アナログ位置信号 (a) , (b) に同期させて原点信号 (g) を得ることも同様の機能で実現できる。

20

【 0 1 2 3 】

また、後述するように、この実施の形態においては、位置信号 (a) に同期させて原点信号 (g) を検出する状態としているが、位置信号 (b) , (c) , (d) に同期させてても同様の機能で実現できる。

【 0 1 2 4 】**[作用]**

図 9 は、図 8 の信号処理回路部 6 によって、図 7 に示したような光検出器 5 からの入力が処理されている様子を示すタイムチャートである。図 9 において、横軸は時間を表し、一定速度の変位が生じている時の各信号の変化を示している。

30

【 0 1 2 5 】

まず、2 値化回路 101 において、変位に伴い周期的に変化するエンコーダのアナログ位置信号 (a) , (b) を 2 値化することによって、デジタル位置信号 (c) , (d) が得られる。

【 0 1 2 6 】

また、2 值化回路 102 において、原点検出用信号 (e1) , (e2) , (e3) を所定のスライスレベルで 2 値化することによって、デジタル原点検出用信号 (f1) , (f2) , (f3) が得られる。

【 0 1 2 7 】

そして、同期回路 103 において、このデジタル原点検出用信号 (f1) , (f2) , (f3) の内の 1 つをスイッチ 104 に応じて選択する。この場合、同期回路 103 においては、選択されたデジタル原点検出用信号が検出状態にあるときに位置信号 (a) または (c) の立ち上がりに同期させてハイレベルとし、位置信号 (b) , (d) のレベル変化に同期させてローレベルとする原点信号 (g) を生成する。なお、図 9 において、デジタル原点検出用信号 (f1) , (f2) , (f3) に対応する原点信号 (g) の検出状態部分はパルス状の部分の内、それぞれ、実線の部分、細い点線の部分、点線の部分である。

40

【 0 1 2 8 】

ここで、位置信号 (a) , (b) と、(c) , (d) との組合せは 90° の位相差を持つ。また、アナログ信号である位置信号 (a) , (b) と原点検出用信号 (e1) , (e2) , (e3) は、デジタル信号である位置信号 (c) , (d) と原点検出用信号 (f1)

50

, (f2), (f3)を作り出せれば、どのようなタイプの信号でも構わない。また、検出系からの入力がデジタル信号のみで、アナログ信号を含まなくとも構わない。また、位置信号をデジタル化する際にはさらに位相分割により分解能を向上させたものとしても構わない。

【0129】

位置検出は、デジタル位置信号(c), (d)を図示しないカウンタに入力することで行う。そして、原点信号(g)が発生したときに、カウンタをリセットすることによって、位置検出の原点出しが可能となる。

【0130】

[効果]

10

複数の原点検出用信号の中から1つを選択することで位置信号との同期位置を選択することが可能である。

【0131】

従って信号ノイズやふらつき、さらには、光学式のエンコーダでは光源の安定性、発光・受光素子の温度特性とそのばらつき、個々のエンコーダの設計とのずれなどの不安定要素によって生じ得る原点検出位置のずれを少なくする同期位置を選択することが可能である。

【0132】

例えば、上記不安定要素により、図9に示す原点検出用信号(e1), (e2), (e3)の出力レベルが変化したり、図中左右方向にシフトしたり、スライスレベルが若干上下することが考えられる。このとき、原点検出用信号(e1)と(e3)を用いて発生する原点信号(g)は比較的安定であるが、原点検出用信号(e2)を用いる場合には、位置信号との同期位置に近いため、不安定になりやすい。この場合、得られる原点位置には1周期分、またはそれ以上、の差が出ることもあるが、常に、一方のみを使用すれば、実用上問題にはならない。

20

【0133】

なお、同期の仕方として、原点検出位置近傍での変位を計測しながら、原点検出用信号と位置信号の同期を取る方法も取られている。この場合には、両者の差が小さい原点検出用信号(e2)を用いるのが望ましく、この場合には最大±1周期分の検出位置ずれの許容度を持つ。

30

【0134】

従って、以上のような方法によって原点信号(g)を選択することによって原点検出精度の劣化を抑え、安定した原点検出が可能となる。

【0135】

(第5の実施の形態)

[構成]

図10は、本発明の第5の実施の形態に係るエンコーダの主要部の構成を示す図である。

【0136】

図10において、エンコーダは、大きく分けてベース21、面発光レーザ22、フォトIC23、スケール24の4つの部分からなる。

40

【0137】

ベース21、面発光レーザ22、フォトIC23は、本体として一体に構成され、スケール24に対してギャップdで適正な姿勢を保ったまま保持される。

【0138】

ベース21の上には、スケール24に対して斜めに配置されたビーム出射口22a及び出射口22bを持つ面発光レーザ22と、ピッチPpで同一構造の要素が並んだ受光アレイ部23a、受光部23bと信号処理回路23cからなるフォトIC23、が形成される。

【0139】

ビーム出射口22a及び出射口22bと面発光レーザ22とは、光源として半導体プロセスにより一体成形されている。

50

【 0 1 4 0 】

この光源の波長は 800 nm 乃至 1000 nm 程度とし、受光アレイ部はシリコンベースの半導体とする。

【 0 1 4 1 】

なお、波長の異なる光源を用いる場合には、その波長を検出するのに望ましい受光部を用いることによって対応が可能である。

【 0 1 4 2 】

また、信号処理回路 23c は、レーザ駆動回路、受光アレイ部 23a 及び受光部 23b の信号のゲイン・オフセット調整をする正規化回路からなる。

【 0 1 4 3 】

ここで、受光アレイ部 23a の 4 つ置きのアレイ要素の信号の和の 1 つを A (+) 信号、1 つ隣の 4 つ置きのアレイ要素の信号の和を B (+) 信号、さらに 1 つ隣の 4 つ置きのアレイ要素の信号の和を A (-) 信号、残る 4 つ置きのアレイ要素の信号の和を B (-) 信号とする。

【 0 1 4 4 】

そして、[A (+) - A (-)] 信号を A 信号、[B (+) - B (-)] 信号を B 信号として、この 2 つの A 信号、B 信号をエンコーダ信号として出力するように、信号処理回路 23c は構成されている。

【 0 1 4 5 】

スケール 24 には、反射率の異なる 2 つのパターンを数 10 μm のピッチ Ps で並べた位置検出パターン 24a があり、その端部には原点検出用パターン 24b が形成されている。

【 0 1 4 6 】

ここで、上記受光アレイ部 23a の各要素間のピッチ Pp と、この位置検出パターン 24a のピッチ Ps には以下の関係がある。

【 0 1 4 7 】

$$P_p = 2 P_s$$

そして、ビーム出射口 22a から出射したレーザ光は広がりを持ってスケール 24 の位置検出パターン 24a に入射し、該位置検出パターン 24a によって回折されたレーザ光が受光アレイ部 23a に入射するように構成されるとともに、配置されている。

【 0 1 4 8 】

なお、レーザ光が平行光な場合には、回折像の結像条件を満たすように光源・スケール・受光部を配置すればよい。

【 0 1 4 9 】

面発光レーザ 22 とフォト I C 23 の図 10 中の z 方面の高さは等しくなるよう配置されている。

【 0 1 5 0 】

ギャップ d は、位置検出パターン 24a の 2 倍の像が受光アレイ部 23a に結像するよう決められる。このギャップは、レーザ光の波長、出射角度によって解像度が高くなる範囲が決まる。

【 0 1 5 1 】

なお、本実施の形態では、スケール面での反射による回折像を用いているが、透過光を利用し、受光部をスケールの図 10 中の上方に配置することも可能である。この場合の光源とスケール間ギャップ、スケールと受光部間のギャップは、波長、出射角度によって解像度が高くなるように選択し、2 つのギャップの距離は必ずしも等しくなくてもよい。

【 0 1 5 2 】

ただし、2 つのギャップ量が異なるときには、スケールピッチと受光アレイ部のピッチには以下の関係が成り立つ。

【 0 1 5 3 】

$$P_s : P_p = (\text{光源} \cdot \text{スケール間のギャップ量}) : (\text{光源} \cdot \text{スケール間のギャップ量} + \text{スケールピッチ})$$

10

20

30

40

50

ケール・受光部間のギャップ量)

上記のように規定されたギャップに対して、原点検出用パターン 2 4 b が所定の位置にあるときにビーム出射口 2 2 b のレーザ光が原点検出用パターン 2 4 b によって回折され、受光部 2 3 b に集光するようにスケール 2 4 が設計されている。

【 0 1 5 4 】

ここで、ベース 2 1 とスケール 2 4 とは、ギャップ d が一定でスケール 2 4 のピッチ方向、即ち、図 1 0 中の x 方向に相対移動可能なように配置されている。

【 0 1 5 5 】

そして、面発光レーザ 2 2 のビーム出射間隔は、原点検出時の位置信号の A 信号との位相差が、位置信号の 1 周期の 1 / 2 となるように設計されている。

10

【 0 1 5 6 】

また、面発光レーザ 2 2 とフォト I C 2 3 とは共に半導体プロセスで作成されており、それらの加工精度は数 μm 以下である。

【 0 1 5 7 】

図 1 1 は、本発明の第 5 の実施の形態に係るエンコーダの信号処理回路部（原点検出回路部）6 の構成を示すブロック図である。

【 0 1 5 8 】

この信号処理回路部（原点検出回路部）6 は、アナログ位置信号 A , B を位相分割し、デジタル信号 (c) , (d) に変換するための位相分割回路 1 0 5 、原点検出用信号 (e) を所定のスライスレベルで 2 値化してデジタル原点検出用信号 (f) に変換する 2 値化回路 1 0 2 、デジタル原点検出用信号 (f) を位置信号 A の立ち上がりに同期させて原点信号 (g) を発生させる同期回路 1 0 3 とからなる。

20

【 0 1 5 9 】

図 1 1 においては、信号 A の立ち上がりは、後述するように、振幅の中心をよぎる点で検出する。

【 0 1 6 0 】

また、信号 A の立ち上がりに同期させて原点信号 (g) を得ているが、位置信号 A , B , (c) , (d) の中から適切な信号を選択して同期させてもよい。

【 0 1 6 1 】

[作用]

30

まず、エンコーダとしての位置検出機能を説明する。

【 0 1 6 2 】

面発光レーザ 2 2 から出射したレーザ光はスケール 2 4 の位置検出パターン 2 4 a に入射し、この位置検出パターン 2 4 a によって反射されたレーザ光が受光アレイ部 2 3 a で検出される。

【 0 1 6 3 】

そして、ベース 2 1 とスケール 2 4 が相対移動すると、受光アレイ部 2 3 a で検出される電気信号は三角波として強度が変化する。

【 0 1 6 4 】

受光アレイ部 2 3 a で検出される 2 つの電気信号 A , B には 1 / 4 周期の位相差があるため、この 2 つの信号を用いて相対移動方向を含めてベース 2 1 とスケール 2 4 の相対移動の移動量を知ることができる。

40

【 0 1 6 5 】

位置検出は、デジタル位置信号 (c) , (d) を図示しないカウンタに入力することによって行われる。

【 0 1 6 6 】

次に、原点検出の手順を示す。

【 0 1 6 7 】

図 1 2 は、図 1 1 の信号処理回路部（原点検出回路部）6 によって、信号処理回路 2 3 c (受光アレイ部 2 3 a 及び受光部 2 3 b) からの入力が処理されている様子を示すタイム

50

チャートである。図12において、横軸は時間を表し、一定速度の変位が生じている時の各信号の変化を示している。

【0168】

まず、位相分割回路105において、変位に伴い周期的に変化するエンコーダのアナログ位置信号A,Bを位相分割し2値化することでデジタル位置信号(c),(d)が得られる。

【0169】

また、2値化回路102において、原点検出用信号(e)を所定のスライスレベルで2値化することでデジタル原点検出用信号(f)が得られる。

【0170】

そして、同期回路103において、信号Aの立ち上がりに同期させてハイレベルとし、位置信号(d)のレベル変化に同期させてローレベルとすることによって原点信号(g)が得られる。

【0171】

ここで、位置信号(c),(d)の組合せは90°の位相差を持つ。

【0172】

そして、原点信号(g)が発生したときに、原点信号(g)をカウントする図示しないカウンタをリセットすることによって、位置検出の原点出しが可能となる。

【0173】

[効果]

原点検出用信号と位置信号との位相差が、予め、設計により最適な値とすることが可能である。また、その誤差も半導体プロセスによる精度では数μm以下となる。従って、信号ノイズやふらつき、さらには、光学式のエンコーダでは光源の安定性・発光・受光素子の温度特性とそのばらつき、個々のエンコーダの設計とのずれなどの不安定要素によって生じ得る原点検出位置のずれを少なくすることが可能である。

【0174】

さらには、原点信号の同期を取る際に、組立・取付け時の許容度を大きくできる。例えば、上記不安定要素により、図12に示す原点検出用信号(e)の出力レベルが上がったり、図12中の左方向にシフトしたり、スライスレベルが若干下がることに対する許容度が大きくなり、原点検出精度の劣化を抑え、安定した原点検出が可能となる。

【0175】

また、この実施の形態では、信号処理回路部(原点検出回路部)6を除いて原点検出のための補助信号発生用部材などを設けていない。更に、他の実施の形態に比較しても、同期タイミングの切り替えスイッチなどを省略することができている。従って、安定した原点検出ができ、且つ、小型で安価なエンコーダを供給することが可能である。

【0176】

(第6の実施の形態)

この第6の実施の形態では、移動体の位置変位を検出するエンコーダであり、上記移動体の移動に応じて複数の周期信号を発生すると共に、上記移動体が所定の位置にある場合に、原点検出用信号を発生し、上記複数の周期信号から、1つの周期信号を選択可能であり、上記原点検出用信号に基づいて、上記選択された上記周期信号に同期して、上記移動体が原点位置にあることを検出することを特徴としている。

【0177】

[構成]

この第6の実施の形態に係るエンコーダにおける信号処理回路部の構成は、前述した第1の実施の形態における信号処理回路部の構成と、同様であるが、スイッチ104の機能が異なる。

【0178】

[作用]

図13は、この第6の実施の形態における信号処理回路部6によって、光検出器5からの

10

20

30

40

50

入力が処理されている様子を示すタイムチャートである。同図において、位置信号(a) , (b) , (c) , (d) 及び原点検出用信号(e)とデジタル原点検出用信号(f)とは、図2と同様である。

【 0 1 7 9 】

そして、原点信号(g)または(h)については、次に示すような2つの方法のうちから1つを選択することで得られる。

【 0 1 8 0 】

1つ目は、デジタル原点検出用信号(f)の位置信号(c)の立ち下りに同期させてハイレベルとし、位置信号(d)のレベル変化に同期させてローレベルとして、原点信号(g)を得るものである。10

【 0 1 8 1 】

2つ目は、デジタル原点検出用信号(f)を位置信号(d)の立ち下りに同期させてハイレベルとし、位置信号(c)のレベル変化に同期させてローレベルとして、原点信号(h)を得るものである。

【 0 1 8 2 】

このような原点信号(g)または(h)の選択は、スイッチ104で行う。

【 0 1 8 3 】

原点検出用信号(e)のレベル変化によって、所定のスライスレベルによって原点検出用信号(e)を2値化したデジタル原点検出用信号(f)は、その位置と幅が変化する。このデジタル原点検出用信号(f)の変化によって、原点信号(g)は位置が変化するが、原点信号(h)は変化しない。20

【 0 1 8 4 】

[効果]

この第6の実施の形態によっても、前述した各実施の形態における効果と同様の効果が得られる。

【 0 1 8 5 】

(第7の実施の形態)

[構成]

この第7の実施の形態の主要部の構成は、信号処理回路部6を除き、位置信号と原点検出用信号が得られるものであれば、特に、限定されない。例えば、前述した第1の実施の形態の主要部の構成として図25に示したような光学式のエンコーダ構成など一般的なものでよい。また、図25の例では光学式のエンコーダを挙げているが、磁気式など他のタイプでもよい。30

【 0 1 8 6 】

図14は、本発明の第7の実施の形態に係るエンコーダの信号処理回路部6の構成を示すブロック図である。

【 0 1 8 7 】

この第7の実施の形態による信号処理回路部6は、アナログ位置信号(a) , (b)をデジタル位置信号(c) , (d)に変換するための2値化回路101と、原点検出用信号(e)を所定のスライスレベルで2値化してデジタル原点検出用信号(f)に変換する2値化回路102と、この2値化回路102からのデジタル原点検出用信号(f)を2値化回路101からのデジタル位置信号(c) , (d)に同期させて原点信号(g)または(h)を発生させる同期回路103と、この同期回路103における同期のタイミングを切り替えるスイッチ104と、最適同期位置を検知する判定回路107と、この判定回路107による最適同期位置判定結果を表示する表示器108とからなる。40

【 0 1 8 8 】

図15の(A)は上記同期回路103の構成例を示し、図15の(B)は上記判定回路107の構成例を示している。

【 0 1 8 9 】

即ち、同期回路103は、位置信号(c)の立ち上がり検出部103gと立ち下がり検出50

部 103h、これらの検出部 103g, 103hからの出力信号を上記スイッチ 104の切り替えに応じて選択する選択スイッチ 103i、この選択スイッチ 103iで選択された検出部 103g, 103hの出力信号と原点検出用信号 (f)との論理積を取るAND回路 103jとから成る。

【0190】

また、判定回路 107では、位置信号 (d)と原点検出用信号 (f)をD-Cトリガタイプのフリップフロップ (LS423など) 107aのD(データ)及びCLK(クロック)へそれぞれ接続している。そして、原点検出用信号 (f)を、このフリップフロップ 107aでの信号遅延約 10nsecを上回る遅延を持つ抵抗 107bとコンデンサ 107cの組合せに通し、この出力とフリップフロップ 107aの出力 Q 及び

10

【数1】

\bar{Q} (以下、Qバーと記す。)

の論理積を取るAND回路 107d, 107eそれぞれの出力を判定結果として出力するものとしている。

【0191】

なお、図14においては、位置信号 (c), (d)に同期させて原点信号 (g)または(h)を得ているが、位置信号 (a), (b)に同期させても同様の機能が実現できる。

【0192】

[作用]

20

図14の信号処理回路部6によって、図25に示したような光検出器5からの入力を処理する際のタイムチャートは、前述した第1の実施の形態における図2のそれと同様であるので、以下の説明は、図2を参照して行う。

【0193】

即ちまず、2値化回路 101において、変位に伴い周期的に変化するエンコーダのアナログ位置信号 (a), (b)を2値化することによって、デジタル位置信号 (c), (d)が得られる。

【0194】

また、2値化回路 102において、原点検出用信号 (e)を所定のスライスレベルで2値化することによって、デジタル原点検出用信号 (f)が得られる。

30

【0195】

そして、原点信号については、次の2つの方法のうちから1つを選択することで得られる。

【0196】

1つ目は、同期回路 103において、デジタル原点検出用信号 (f)を位置信号 (a), (c)の立ち上がりに同期させてハイレベルとし、位置信号 (b), (d)のレベル変化に同期させてローレベルとすることで、原点信号 (g)を得るものである。ここで、上記位置信号 (a), (c)の立ち上がりは立ち上がり検出部 103gにより検出し、位置信号 (b), (d)のレベル変化は図示しないレベル変化検出部(例えばローレベル検出回路)により検出することができる。

40

【0197】

2つ目は、同期回路 103において、デジタル原点検出用信号 (f)を位置信号 (a), (c)の立ち下がりに同期させてハイレベルとし、位置信号 (b), (d)のレベル変化に同期させてローレベルとすることで、原点信号 (h)を得るものである。ここで、上記位置信号 (a), (c)の立ち下がりは立ち下がり検出部 103hにより検出し、位置信号 (b), (d)のレベル変化は図示しないレベル変化検出部(例えばハイレベル検出回路)により検出することができる。

【0198】

これら2つのうちの1つを選択して原点信号 (g)または(h)として出力するが、この選択はスイッチ 104により行う。

50

【0199】

ここで、位置信号 (a), (b) と (c), (d) の組合せは、90°の位相差を持つ。

【0200】

また、アナログ信号である位置信号 (a), (b) と原点検出用信号 (e) とは、デジタル信号である位置信号 (c), (d) と原点検出用信号 (f) を作り出すことができるものであれば、それらがどのようなタイプの信号でも構わない。また、図25に示したような光検出器5からの入力がデジタル信号のみで、アナログ信号を含まなくとも構わない。また、入力されるアナログの位置信号をデジタル化する際には、さらに、位相分割により分解能を向上させたものとしても構わない。

【0201】

10

そして、位置検出は、デジタル位置信号 (c), (d) を図示しないカウンタに入力することによって行う。この場合、原点信号 (g) または (h) が発生したときに、カウンタをリセットすることによって、位置検出の原点出しが可能となる。

【0202】

一方、判定回路107では、原点検出用信号 (f) を検知した時点での位置信号 (c) の位相が、最も近い立ち上がり（位相0°とする）と立ち下がり（位相180°とする）の内、どちらに近いかを判定して、位相差の大きい方を安定と見なして出力する。この最適同期位置判定結果は、表示器108へ、または、電気信号として外部へ出力される。

【0203】

20

なお、表示器108は、結果が示せるものであれば、どのようなタイプの物でも良いが、例えば、立ち上がり及び立ち下がりの2つを示すLEDの内、最適な方を原点検出時に点灯するものや、2色点灯可能なLEDの表示色を切り替えるものとすることができます。

【0204】

ここで、具体的な判定方法を説明する。

【0205】

先ず、位置信号 (c), (d) のレベルを確認する。図2の位置信号 (c), (d) においては、位置信号 (c) の方が位相が90°進んでいる。この状態において、位置信号 (c) の立ち上がり時の位置信号 (d) のレベルはローレベルである。このことから、位置信号 (d) のレベルがローレベルの時は位置信号 (c) の立ち上がりまでの位相差は±90°以内であり、位置信号 (d) のレベルがハイレベルの時は位置信号 (c) の立ち上がりまでの位相差は±90°以上である。

30

【0206】

従って、原点検出信号 (f) の立ち上がり検出時の位置信号 (d) のレベルがハイレベルであれば、位置信号 (c) の立ち上がりに同期させた場合に、原点検出信号 (f) の立ち上がり位置の若干の変動に対してローレベルの時に比べてより安定である。同様の議論により、原点検出信号 (f) の立ち上がり検出時の位置信号 (d) のレベルがローレベルであれば、位置信号 (c) の立ち下がりに同期させた場合に、原点検出信号 (f) の立ち上がり位置の若干の変動に対してハイレベルの時に比べてより安定である。従って、より安定な同期位置を判定結果として出力すればよい。

【0207】

40

例えば、図2中で、原点検出用信号 (f) が検出された瞬間（立ち上がり時）の位置信号 (d) のレベルは、図より、原点検出用信号 (e) の太線（原点検出用信号 (f) の実線）の例ではハイレベルである。従って、位置信号 (c) の最も近い立ち上がりと立ち下がりに関して、立ち上がりの方が位相差が大きく安定であることが判り、立ち上がりの方を判定結果として出力する。

【0208】**[効果]**

原点検出用信号の出力の仕方に応じて位置信号との同期位置を選択することが可能である。従って、信号ノイズやふらつき、更には、光学式のエンコーダでは光源の安定性、発光・受光素子の温度特性とそのばらつき、個々のエンコーダの設計とのずれなどの不安定要

50

素によって生じ得る原点検出位置のずれを少なくする同期位置を選択することが可能である。

【0209】

例えば、上記不安定要素により、図2の原点検出用信号(e)の出力レベルが上がったり、図中左方向にシフトしたり、スライスレベルが若干下がることが考えられる。このとき、原点検出用信号(e)が太線から細線のように変化したとすると、デジタル原点検出用信号(f)は破線のようになる。これにより、原点信号(h)においては破線で示した1周期分ずれた位置が原点信号として検出される。これに対して、原点信号(g)ではこのような変化は起きにくい。従って、原点信号(g)を選択することで、原点検出精度の劣化を抑え、安定した原点検出が可能となる。

10

【0210】

そして、本実施の形態では、原点信号の位置信号への同期をとるに当たり、複数の同期位置の内、どれが最良かを判断する判定回路107を有しており、実際にエンコーダを装置に取り付けた状態で最良の同期位置を選ぶことができる。

【0211】

この場合、本実施の形態においては、位相余裕の大きい方の同期位置を選択することにより、変動などに対する安定性を向上させることができるとなっている。このことにより、位置信号に同期させた原点検出の安定性が増すと共に、エンコーダの取付け時のヘッドとスケールの取付け角度やギャップ等といった相対位置や姿勢のばらつきの影響を事前に考慮する必要が無くなる。即ち、位置信号と原点信号の位相差を厳密に設計や製作において設定して加工する必要がないため、製作コストや組立調整の時間短縮につながると共に、設計や製作上の制約が減ることによって機能上の自由度が上がり得る利点がある。

20

【0212】

また、本実施の形態においては、立ち上がりと立ち下がりのどちらを選ぶかの判定手段として原点検出用信号の他に2つの位置信号のみを処理する回路を用いており、その時の表示器108も2つのLED程度であり、追加することによる負担も軽い割に位置信号に同期させた原点検出の安定性が容易に実現できる。

【0213】

また、本実施の形態では、信号処理回路部6を除いて原点検出のための補助信号発生用部材などを設けていない。従って、安定した原点検出ができ、且つ、小型で安価なエンコーダを供給することが可能である。

30

【0214】

(第8の実施の形態)

[構成]

この第8の実施の形態の主要部の構成は、第7の実施の形態と同様に、信号処理回路部6を除き、位置信号と原点検出用信号が得られるものであれば、特に、限定されない。例えば、前述した第1の実施の形態の主要部の構成として図25に示したような光学式のエンコーダ構成など一般的なものでよい。また、図25の例では光学式のエンコーダを挙げているが、磁気式など他のタイプでもよい。

40

【0215】

また、本発明の第8の実施の形態における信号処理回路部6の構成については、図14に示したブロック図と同様のものでよい。但し、信号処理回路部6における同期回路103及び判定回路107については、以下のような構成のものとする。

【0216】

図16の(A)乃至(C)は同期回路103の構成を示す図であり、図16の(A)に示す回路と図16の(C)に示す回路とがスイッチ104により切り替えられるようになっている。これらの回路は一般に入手可能なロジックICなどで容易、且つ、安価に製作が可能である。また、図16の(B)は、図16の(A)の回路の具体的な構成を示す図である。

【0217】

50

90°位相差の有る位置信号は、検出方向が変わると位相の進み方が逆転する。このことを利用して、方向判別が可能である。即ち、位置信号(c)が立ち上がりの時に検出方向(ステージ移動方向)によって位置信号(d)がローとなったり、ハイとなったりする。従って、位置信号(d)のレベルを規定することで方向判別が可能となる。そこで、図16の(A)に示す検出回路103kにおいて、位置信号(c)の立ち上がりに同期を取ると共に、位置信号(d)がローレベルとなる時に検出を限定することで、原点検出の方向を限定している。

【0218】

また、同一の検出方向で位置信号(c)の立ち下がりに同期させた同期回路103の構成を図16の(C)に示している。即ち、図16の(A)の検出回路103kで検出する位置信号(c)が立ち上がりの時で位置信号(d)がローレベルとなる時におけるステージ移動方向と、図16の(C)の検出回路103lで検出する位置信号(c)が立ち下がりの時で位置信号(d)がハイレベルとなる時におけるステージ移動方向とは、同一方向であり、原点検出の際の位相を180°ずらすことをスイッチ104で切り替えることを目的としている。

【0219】

図17は、本第8の実施の形態における判定回路107の構成例を示す図で、上記第7の実施の形態における図15の(B)の構成に方向判別のためのD-Cトリガタイプのフリップフロップ107fを追加したものである。

【0220】

即ち、方向判別のためのフリップフロップ107fには、データDとして位置信号(c)を、クロックCLKとして位置信号(d)を入力する。最適位置判別のためのフリップフロップ107aには、データDとして位置信号(d)を、クロックCLKとして原点検出信号(f)を入力する。そして、フリップフロップ107fのQ出力とフリップフロップ107aのQ出力と原点検出信号(f)の3つが全てハイレベルの時、AND回路107dの出力である判定1がハイレベルとなる。同様に、フリップフロップ107fのQバー出力とフリップフロップ107aのQバー出力と原点検出信号(f)の3つが全てハイレベルの時、判定2がハイレベルとなるようにAND回路107eで論理積が取られている。

【0221】

[作用]

本実施の形態における信号処理回路部6によって、図25に示したような光検出器5からの入力を処理する際のタイムチャートは、前述した第1の実施の形態における図2のそれと同様であるので、以下の説明は、図2を参照して行う。

【0222】

即ち、まず、2値化回路101において、変位に伴い周期的に変化するエンコーダのアナログ位置信号(a),(b)を2値化することによって、デジタル位置信号(c),(d)が得られる。

【0223】

また、2値化回路102において、原点検出用信号(e)を所定のスライスレベルで2値化することによって、デジタル原点検出用信号(f)が得られる。

【0224】

そして、原点信号については、次の2つの方法のうちから1つを選択することで得られる。

【0225】

1つ目は、同期回路103の検出回路103kにおいて、デジタル原点検出用信号(f)を位置信号(a),(c)の立ち上がりに同期させてハイレベルとし、位置信号(b),(d)のレベル変化に同期させてローレベルとすることで、原点信号(g)を得るものである。

【0226】

10

20

30

40

50

2つ目は、同期回路103の検出回路1031において、デジタル原点検出用信号(f)を位置信号(a),(c)の立ち下がりに同期させてハイレベルとし、位置信号(b),(d)のレベル変化に同期させてローレベルとすることで、原点信号(h)を得るものである。

【0227】

これら2つのうちの1つを選択して原点信号(g)または(h)として出力するが、この選択はスイッチ104により行う。

【0228】

ここで、原点信号(g)について、図16の(B)に基づき、より詳細に説明する。

【0229】

まず、方向判別について説明する。フリップフロップ103k1のデータDへは位置信号(d)を、クロックCLKへは位置信号(c)を入力する。この結果、フリップフロップ103k1のQバー出力から出力される信号は、位置信号(c)の立ち上がりの度に位置信号(d)の反転信号として更新される。そのため、位置信号(c)の立ち上がり時に位置信号(d)がローレベルの時のみフリップフロップ103k1のQバー出力がハイレベルとなるため、方向判別が可能となる。

【0230】

そして、AND回路103k2により、このような検出方向判別信号と原点検出信号(f)の論理積を取ることで、検出方向が正しく、原点検出信号(f)が検知状態である場合に限定する。

【0231】

また、更に原点信号を出すための条件を追加する。即ち、本実施の形態では、位置信号(c)の立ち上がりから位置信号(d)の立ち上がりまでを検出する。位置信号(c)の立ち上がりエッジが重要な点であり、検出幅については時間で指定したり、測定対象物の変位量で指定してもよく、幅そのものも任意に指定して構わない。方向が指定された上で、位置信号(c)の立ち上がりから位置信号(d)の立ち上がりまでという場合、位置信号(c)がハイレベルで位置信号(d)がローレベルであることと等価である。従って、この条件を付加する。

【0232】

つまり、以上のことから、原点信号(g)は、位置信号(c)がハイレベルであること、位置信号(d)がローレベルであること、方向判別として位置信号(c)の立ち上がり時に位置信号(d)がローレベルであること、原点検出信号(f)がハイレベル(検知状態)であること、の4つの論理積を取ることで、得られる。即ち、位置信号(c)とNOT回路103k3で反転した位置信号(d)との論理積をAND回路103k4で取り、このAND回路103k4の出力と上記AND回路103k2の出力との論理積をAND回路103k5で取ることで、原点信号(g)を得る。

【0233】

なお、位置信号(a),(b)と(c),(d)の組合せは、90°の位相差を持つ。また、アナログ信号である位置信号(a),(b)と原点検出用信号(e)とは、デジタル信号である位置信号(c),(d)と原点検出用信号(f)を作り出すことができるものであれば、それらがどのようなタイプの信号でも構わない。また、図25に示したような光検出器5からの入力がデジタル信号のみで、アナログ信号を含まなくても構わない。また、入力されるアナログの位置信号をデジタル化する際には、さらに、位相分割により分解能を向上させたものとしても構わない。

【0234】

そして、位置検出は、デジタル位置信号(c),(d)を図示しないカウンタに入力することによって行う。この場合、原点信号(g)または(h)が発生したときに、カウンタをリセットすることによって、位置検出の原点出しが可能となる。

【0235】

なお、図4は、図2とは逆方向に変位が生じた際の各信号の変化を示している。この時、

10

20

30

40

50

アナログ位置信号(a) , (b) 及びデジタル位置信号(c) , (d) の位相の進みは逆転している。

【 0 2 3 6 】

このように逆方向に変位が生じるとき、同期回路 103 は、図 16 の(A) (及び(C))に示すような構成及びその作用により、原点信号(g)及び(h)を検出状態としない。従って、逆方向の変位では原点検出はなされない。なお、図 16 の(A)乃至(C)に示す同期回路 103 を適切に設計することにより、逆方向の変位でのみ原点検出を可能とすることもできる。

【 0 2 3 7 】

一方、判定回路 107 では、原点検出用信号(f)を検知した時点での位置信号(c)の位相が、最も近い立ち上がり(位相 0° とする)と立ち下がり(位相 180° とする)の内、どちらに近いかを判定して、位相差の大きい方を安定と見なして出力する。この最適同期位置判定結果は、表示器 108 へ、または、電気信号として外部へ出力される。

【 0 2 3 8 】

なお、表示器 108 は、結果が示せるものであれば、どのようなタイプの物でも良いが、例えば、立ち上がり及び立ち下がりの 2 つを示す LED の内、最適な方を原点検出時に点灯するものや、2 色点灯可能な LED の表示色を切り替えるものとすることができる。

【 0 2 3 9 】

ここで、具体的な判定方法を説明する。

【 0 2 4 0 】

先ず、位置信号(c) , (d) のレベルを確認する。図 2 の位置信号(c) , (d)においては、位置信号(c)の方が位相が 90° 進んでいる。この状態において、位置信号(c)の立ち上がり時の位置信号(d)のレベルはローレベルである。このことから、位置信号(d)のレベルがローレベルの時は位置信号(c)の立ち上がりまでの位相差は ± 90° 以内であり、位置信号(d)のレベルがハイレベルの時は位置信号(c)の立ち上がりまでの位相差は ± 90° 以上である。

【 0 2 4 1 】

従って、原点検出信号(f)の立ち上がり検出時の位置信号(d)のレベルがローレベルであれば、位置信号(c)の立ち上がりに同期させた場合に、原点検出信号(f)の立ち上がり位置の若干の変動に対してハイレベルの時に比べてより安定である。同様の議論により、原点検出信号(f)の立ち上がり検出時の位置信号(d)のレベルがハイレベルであれば、位置信号(c)の立ち下がりに同期させた場合に、原点検出信号(f)の立ち上がり位置の若干の変動に対してローレベルの時に比べてより安定である。従って、より安定な同期位置を判定結果として出力すればよい。

【 0 2 4 2 】

例えば、図 2 中で、原点検出用信号(f)が検出された瞬間(立ち上がり時)の位置信号(d)のレベルは、同図の原点検出用信号(e) , (f)の例ではハイレベルである。従って、位置信号(c)の最も近い立ち上がりと立ち下がりに関して、立ち下がりの方が位相差が大きく安定であることが判り、立ち下がりの方を判定結果として出力する。

【 0 2 4 3 】

このような判定方法を具体的な回路として示したのが図 17 である。

【 0 2 4 4 】

即ち、フリップフロップ 107 f にて位置信号(c)と位置信号(d)を用いて方向判別を行い、位置信号(d)の立ち上がり時に位置信号(c)がハイレベルの時のみ判定結果を出力する。ここで、位置信号(d)の立ち上がり時に位置信号(c)がハイレベルであることは、位置信号(c)の立ち上がり時に位置信号(d)がローレベルであることと検出方向の点に関して等価である。

【 0 2 4 5 】

検出方向が指定の向きにおいて、原点検出用信号(f)の立ち上がり時の位置信号(d)のレベルがハイレベルの時に判定 1 、位置信号(d)のレベルがローレベルの時に判定 2

10

20

30

40

50

を結果として出力する。判定1は原点信号を位置信号(c)の立ち下がりに同期することを推奨するものであり、判定2は原点信号を位置信号(c)の立ち上がりに同期することを推奨するものである。

【0246】

[効果]

原点検出用信号の出力の仕方に応じて位置信号との同期位置を選択することが可能である。従って、信号ノイズやふらつき、更には、光学式のエンコーダでは光源の安定性、発光・受光素子の温度特性とそのばらつき、個々のエンコーダの設計とのずれなどの不安定要素によって生じ得る原点検出位置のずれを少なくする同期位置を選択することが可能である。

10

【0247】

例えば、上記不安定要素により、図2の原点検出用信号(e)の出力レベルが上がったり、図中左方向にシフトしたり、スライスレベルが若干下がることが考えられる。このとき、原点検出用信号(e)が太線から細線のように変化したとすると、デジタル原点検出用信号(f)は破線のようになる。これにより、原点信号(h)においては破線で示した1周期分ずれた位置が原点信号として検出される。これに対して、原点信号(g)ではこのような変化は起きにくい。従って、原点信号(g)を選択することで、原点検出精度の劣化を抑え、安定した原点検出が可能となる。

【0248】

また、原点信号の位置信号への同期をとるに当たり、複数の同期位置の内、どれが最良かを判断する判定回路107を有しており、実際にエンコーダを装置に取り付けた状態で最良の同期位置を選ぶことができる。本実施の形態においては、位相余裕の大きい方の同期位置を選択することにより、変動などに対する安定性を向上させることができるのである。このことにより、位置信号に同期させた原点検出の安定性が増すと共に、エンコーダの取付け時のヘッドとスケールの取付け角度やギャップ等といった相対位置や姿勢のばらつきの影響を事前に考慮する必要が無くなる。即ち、位置信号と原点信号の位相差を厳密に設計や製作において設定して加工する必要がないため、製作コストや組立調整の時間短縮につながると共に、設計や製作上の制約が減ることによって機能上の自由度が上がり得る利点がある。

20

【0249】

また、本実施の形態においては、立ち上がりと立ち下がりのどちらを選ぶかの判定手段として原点検出用信号の他に2つの位置信号のみを処理する回路を用いており、その時の表示器108も2つのLED程度であり、追加することによる負担も軽い割に位置信号に同期させた原点検出の安定性が容易に実現できる。

30

【0250】

また、本実施の形態では、信号処理回路部6を除いて原点検出のための補助信号発生用部材などを設けていない。従って、安定した原点検出ができ、且つ、小型で安価なエンコーダを供給することが可能である。

【0251】

更に、本第8の実施の形態特有の効果としては、一定方向に変位がなされているときのみ原点検出が可能なことが挙げられる。これにより、可動部のバックラッシュの影響を受けにくくしたり、原点検出時に2重に原点検出をせずに済ませることにつながるなどの利点が生まれ、高精度で使い勝手のよい原点検出が可能となる。

40

【0252】

(第9の実施の形態)

[構成]

本発明の第9の実施の形態は、前述した第3の実施の形態に上記第7の実施の形態のような最適同期位置の判定手段を付加したものである。

【0253】

この第9の実施の形態の主要部の構成は、第7の実施の形態と同様に、信号処理回路部6

50

を除き、位置信号と原点検出用信号が得られるものであれば、特に、限定されない。例えば、前述した第1の実施の形態の主要部の構成として図25に示したような光学式のエンコーダ構成など一般的なものでよい。また、図25の例では光学式のエンコーダを挙げているが、磁気式など他のタイプでもよい。

【0254】

図18は、本発明の第9の実施の形態に係るエンコーダの信号処理回路部6の構成を示すブロック図である。

【0255】

この第9の実施の形態による信号処理回路部6は、アナログ位置信号(a),(b)を位相分割し、デジタル位置信号(c),(d)に変換するための位相分割回路105と、原点検出用信号(e)を所定のスライスレベルで2値化してデジタル原点検出用信号(f)に変換する2値化回路102と、デジタル原点検出用信号(f)の立ち上がりを保持してラッチ信号(i)とするラッチ回路106と、該ラッチ回路106からのラッチ信号(i)を位置信号(a),(d)に同期させて原点信号(g)または(h)を発生させる同期回路103と、該同期回路103における同期のタイミングを切り替えるスイッチ104と、最適同期位置を検知する判定回路107と、この判定回路107による最適同期位置判定結果を表示する表示器108とからなる。10

【0256】

図18のような構成の信号処理回路部6においては、位置信号(a)の立ち上がり・立ち下がりは振幅の中心をよぎる点で検出する。また、位置信号(a),(d)に同期させて原点信号(g)または(h)を得ているが、位置信号(a),(b),(c),(d)の中から適切な信号を選択して同期させようにもよい。20

【0257】

[作用]

図18の信号処理回路部6によって、図25に示したような光検出器5からの入力を処理する際のタイムチャートは、前述した第3の実施の形態における図6のそれと同様であるので、以下の説明は、図6を参照して行う。

【0258】

即ちまず、位相分割回路105において、変位に伴い周期的に変化するアナログ位置信号(a),(b)を位相分割して2値化することによって、デジタル位置信号(c),(d)が得られる。30

【0259】

また、2値化回路102において、原点検出用信号(e)を所定のスライスレベルで2値化することによってデジタル原点検出用信号(f)が得られる。そして、ラッチ回路106において、2値化回路102からのデジタル原点検出用信号(f)の立ち上がりを検出してラッチ信号(i)をハイレベルとする。

【0260】

そして、原点信号について、次の2つの方法のうちから1つを選択することで得る。

【0261】

1つ目は、同期回路103において、位置信号(a)の立ち上がりに同期させてハイレベルとし、位置信号(d)のレベル変化に同期させてローレベルとすることで、原点信号を得るものである。40

【0262】

2つ目は、同期回路103において、デジタル原点検出用信号(f)を位置信号(c)の立ち下がりに同期させてハイレベルとし、位置信号(d)のレベル変化に同期させてローレベルとすることで、原点信号を得るものである。

【0263】

これら2つのうちの1つを選択して原点信号(g)または(h)として出力するが、この選択はスイッチ104により行う。

【0264】

10

20

30

40

50

なお、位置信号(a) , (b)と(c) , (d)との組合せは 90° の位相差を持つ。また、アナログ信号である位置信号(a) , (b)と原点検出用信号(e)とは、デジタル信号である位置信号(c) , (d)と原点検出用信号(f)とを作り出すことができるものであれば、それらがどのようなタイプの信号でも構わない。また、入力がデジタル信号のみで、アナログ信号を含まなくても構わない。

【 0 2 6 5 】

そして、位置検出はデジタル位置信号(c) , (d)を図示しないカウンタに入力することによって行う。この場合、原点信号(g)または(h)が発生したときときに、カウンタをリセットすることで、位置検出の原点出しが可能となる。

【 0 2 6 6 】

一方、判定回路 107 では、原点検出用信号(f)を検知した時点での位置信号(c)の位相が、最も近い立ち上がり(位相 0° とする)と立ち下がり(位相 180° とする)の内、どちらに近いかを判定して、位相差の大きい方を安定と見なして出力する。この最適同期位置判定結果は、表示器 108 へ、または、電気信号として外部へ出力される。

【 0 2 6 7 】

なお、表示器 108 は、結果が示せるものであれば、どのようなタイプの物でも良いが、例えば、立ち上がり及び立ち下がりの 2 つを示す LED の内、最適な方を原点検出時に点灯するものや、2 色点灯可能な LED の表示色を切り替えるものとすることができます。

【 0 2 6 8 】

ここで、具体的な判定方法を説明する。

【 0 2 6 9 】

先ず、位置信号(c) , (d)のレベルを確認する。図 6 の位置信号(c) , (d)においては、位置信号(c)の方が位相が 90° 進んでいる。この状態において、位置信号(c)の立ち上がり時の位置信号(d)のレベルはローレベルである。このことから、原点検出用(f)信号を検知した時点で位置信号(d)のレベルがローレベルの時は位置信号(c)の立ち上がりまでの位相差は $\pm 90^\circ$ 以内であり、位置信号(d)のレベルがハイレベルの時は位置信号(c)の立ち上がりまでの位相差は $\pm 90^\circ$ 以上である。

【 0 2 7 0 】

従って、原点検出信号(f)の立ち上がり検出時の位置信号(d)のレベルがハイレベルであれば、位置信号(c)の立ち上がりに同期させた場合に、原点検出信号(f)の立ち上がり位置の若干の変動に対して立ち下がりに同期させた場合に比べてより安定である。同様の議論により、原点検出信号(f)の立ち上がり検出時の位置信号(d)のレベルがローレベルであれば、位置信号(c)の立ち下がりに同期させた場合に、原点検出信号(f)の立ち上がり位置の若干の変動に対して立ち上がりに同期させた場合に比べてより安定である。従って、より安定な同期位置を判定結果として出力すればよい。

【 0 2 7 1 】

例えば、図 6 中で、原点検出用信号(f)が検出された瞬間(立ち上がり時)の位置信号(d)のレベルは、同図のような原点検出用信号(e) , (f)の例ではハイレベルである。従って、位置信号(c)の最も近い立ち上がりと立ち下がりに関して、立ち上がりの方が位相差が大きく安定であることが判り、立ち上がりの方を判定結果として出力する。

【 0 2 7 2 】

[効果]

原点検出用信号の出力の仕方に応じて位置信号との同期位置を選択することが可能である。従って、信号ノイズやふらつき、更には、光学式のエンコーダでは光源の安定性、発光・受光素子の温度特性とそのばらつき、個々のエンコーダの設計とのずれなどの不安定要素によって生じ得る原点検出位置のずれを少なくする同期位置を選択することが可能である。

【 0 2 7 3 】

更に、本第 9 の実施の形態特有の効果としては、原点検出用信号(e)をラッチ回路 106 で保持するため、デジタル原点検出用信号(f)の検出幅が狭く、検出状態で無くなつ

10

20

30

40

50

た後でも位置信号との同期を取ることが可能である。従って、上記不安定要素による、図6の原点検出用信号(e)の出力レベルの変化や、図中左右方向へのシフト、スライスレベルの変化などに対しても許容度が向上する。

【 0 2 7 4 】

そして、ラッチ信号(i)の立ち上がり位置を位置信号(c)の同期位置よりほぼ 180°位相が進んだ位置に設計・配置することができれば、± 180°の余裕度が生じる。即ち、位置信号のピッチの ± 1 / 2 倍の位置ずれ許容度がある。また、ラッチ信号(i)の立ち上がり位置と A 相の同期位置の位相差の設定が困難な場合でも、同期位置の選択により、± 90°以上の余裕度が生じる。従って、原点信号(g)または(h)を選択することによって、原点検出精度の劣化を抑え、安定した原点検出が可能となる。

10

【 0 2 7 5 】

更に、本実施の形態では、原点信号の位置信号への同期をとるに当たり、複数の同期位置の内、どれが最良かを判断する判定回路 107 を有しており、実際にエンコーダを装置に取り付けた状態で最良の同期位置を選ぶことができる。

【 0 2 7 6 】

この場合、本実施の形態においては、位相余裕の大きい方の同期位置を選択することにより、変動などに対する安定性を向上させることができるとなっている。このことにより、位置信号に同期させた原点検出の安定性が増すと共に、エンコーダの取付け時のヘッドとスケールの取付け角度やギャップ等といった相対位置や姿勢のばらつきの影響を事前に考慮する必要が無くなる。即ち、位置信号と原点信号の位相差を厳密に設計や製作において設定して加工する必要がないため、製作コストや組立調整の時間短縮につながると共に、設計や製作上の制約が減ることによって機能上の自由度が上がり得る利点がある。

20

【 0 2 7 7 】

また、本実施の形態においては、立ち上がりと立ち下がりのどちらを選ぶかの判定手段として原点検出用信号の他に 2 つの位置信号のみを処理する回路を用いており、その時の表示器 108 も 2 つの LED 程度であり、追加することによる負担も軽い割に位置信号に同期させた原点検出の安定性が容易に実現できる。

【 0 2 7 8 】

また、本実施の形態では、信号処理回路部 6 を除いて原点検出のための補助信号発生用部材などを設けていない。従って、安定した原点検出がリアルタイムにでき、且つ、小型で安価なエンコーダを供給することが可能である。

30

【 0 2 7 9 】

更に、上記第 8 の実施の形態で説明したような検出方向の位置信号との限定機能を持つ同期方法をとるようにすれば、一定方向に変位がなされているときのみ原点検出が可能とすることができる。これにより、可動部のバックラッシュの影響を受けにくくしたり、原点検出時に 2 重に原点検出をせずに済ませることにつながるなどの利点が生まれ、高精度で使い勝手のよい原点検出が可能となる。

【 0 2 8 0 】

(第 10 の実施の形態)

[構成]

本発明の第 10 の実施の形態は、前述した第 4 の実施の形態に上記第 7 の実施の形態のような最適同期位置の判定手段を付加したものである。

40

【 0 2 8 1 】

本実施の形態に係るエンコーダの主要構成は、図 7 に示したような、前述の第 4 の実施の形態におけるものと同様であるので、その説明は省略する。

【 0 2 8 2 】

図 19 は、本第 10 の実施の形態に係るエンコーダの信号処理回路部 6 の構成を示すブロック図である。

【 0 2 8 3 】

即ち、この信号処理回路部 6 は、アナログ位置信号(a)、(b)をデジタル位置信号(

50

c) , (d) に変換するための 2 値化回路 101 と、原点検出用信号 (e1) , (e2) , (e3) を所定のスライスレベルで 2 値化してデジタル原点検出用信号 (f1) , (f2) , (f3) に変換する 2 値化回路 102 と、この 2 値化回路 102 からのデジタル原点検出用信号 (f1) , (f2) , (f3) の内の 1 つを 2 値化回路 101 からのデジタル位置信号 (c) , (d) に同期させて原点信号 (g) を発生させる同期回路 103 と、この同期回路 103 における同期のタイミングを切り替えるスイッチ 104 と、最適同期位置を検知する判定回路 107 と、この判定回路 107 による最適同期位置判定結果を表示する表示器 108 とからなる。

【0284】

なお、図 19においては、位置信号 (a) に同期させて原点信号 (g) を検出する状態としているが、位置信号 (b) , (c) , (d) に同期させても同様の機能で実現できる。 10

【0285】

[作用]

図 19 の信号処理回路部 6 によって、図 7 に示したような光検出器 5 からの入力を処理する際のタイムチャートは、前述した第 4 の実施の形態における図 9 のそれと同様であるので、以下の説明は、図 9 を参照して行う。

【0286】

まず、2 値化回路 101 において、変位に伴い周期的に変化するエンコーダのアナログ位置信号 (a) , (b) を 2 値化することによって、デジタル位置信号 (c) , (d) が得られる。 20

【0287】

また、2 値化回路 102 において、原点検出用信号 (e1) , (e2) , (e3) を所定のスライスレベルで 2 値化することによって、デジタル原点検出用信号 (f1) , (f2) , (f3) が得られる。

【0288】

そして、同期回路 103 において、このデジタル原点検出用信号 (f1) , (f2) , (f3) の内の 1 つをスイッチ 104 に応じて選択する。この場合、同期回路 103 においては、選択されたデジタル原点検出用信号が検出状態にあるときに位置信号 (a) または (c) の立ち上がりに同期させてハイレベルとし、位置信号 (b) , (d) のレベル変化に同期させてローレベルとする原点信号 (g) を生成する。なお、図 9において、デジタル原点検出用信号 (f1) , (f2) , (f3) に対応する原点信号 (g) の検出状態部分はパルス状の部分の内、それぞれ、実線の部分、細い点線の部分、点線の部分である。 30

【0289】

ここで、位置信号 (a) , (b) と、(c) , (d) との組合せは 90° の位相差を持つ。また、アナログ信号である位置信号 (a) , (b) と原点検出用信号 (e1) , (e2) , (e3) は、デジタル信号である位置信号 (c) , (d) と原点検出用信号 (f1) , (f2) , (f3) を作り出せば、どのようなタイプの信号でも構わない。また、検出系からの入力がデジタル信号のみで、アナログ信号を含まなくても構わない。また、位置信号をデジタル化する際にはさらに位相分割により分解能を向上させたものとしても構わない。 40

【0290】

位置検出は、デジタル位置信号 (c) , (d) を図示しないカウンタに入力することで行う。そして、原点信号 (g) が発生したときに、カウンタをリセットすることによって、位置検出の原点出しが可能となる。

【0291】

一方、判定回路 107 では、原点検出用信号 (f1) , (f2) , (f3) を検知した時点での位置信号 (c) の最も近い立ち上がりに対して最も位相差の大きい、即ち、位相余裕のある原点検出用信号を安定と見なして出力する。この最適同期位置判定結果は、表示器 108 へ、または、電気信号として外部へ出力される。

【0292】

10

20

30

40

50

なお、表示器 108 は、結果が示せるものであれば、どのようなタイプの物でも良いが、例えば、各原点検出用信号を表す 3 つ LED の内、最適なものを原点検出時に点灯するものや、3 色点灯可能な LED の表示色を切り替えるものとすることができる。なお、2 つ安定な選択肢があると判断した場合には、必ずしも 1 つに絞らずに同時に 2 つを表示しても構わない。

【0293】

ここで、具体的な判定方法を説明する。

【0294】

図 9 の位置信号 (a), (b), (c), (d) においては、位置信号 (b), (d) の方が位置信号 (a), (c) に対して位相が 90° 進んでいる。これらを、図 20 の (A) 及び (B) を用いて説明する。図 9 の位置信号 (a), (b) の信号レベルの組合せを 2 次元のグラフに表すと図 20 の (A) 及び (B) の円周上を右回りに動くことになる。ここで、位置信号 (a) のレベルがマイナスからプラスになる、即ち、位置信号 (c) の立ち上がりは、図 20 の (A) 及び (B) 中矢印で示した縦軸と円の交点の内、位置信号 (b) がプラス側である上方の点となる。この点から最も遠い原点検出用信号検出時の位置が、系の変動に対して最も安定と言える。図 20 の (A) 及び (B) 中の (f1), (f2), (f3) の 3 点は、原点検出用信号 (f1), (f2), (f3) が検出された瞬間の位置信号 (a), (b) の位置を示している。

【0295】

原点検出用信号が検出された際の位置信号 (d) のレベルがローレベル、即ち、原点検出用信号検出時の位置が円周上で下半分に存在すれば、少なくとも位相余裕が 90° 以上有り、安定である。各原点検出用信号の位相差は、既知であり、ほぼ 120° である。従って、原点検出用信号が検出された際の位置信号 (d) のレベルがローレベルになる原点検出用信号は 1 つ、または、2 つである。

【0296】

図 20 の (A) の例のように、条件を満たす原点検出用信号が 1 つならば、それを最適な検出信号と判定すれば良い。

【0297】

これに対して、図 20 の (B) の例のように、条件を満たす原点検出用信号が 2 つならば、両方を安定と見なしても良い。

【0298】

ここで、2 つの中からさらに 1 つに絞るのであれば、以下のようにする。即ち、図 20 の (B) の例では、位置信号 (d) のレベルがハイレベルになる原点検出用信号が (f2) 唯 1 つとなる。各原点検出用信号の位相差は既知でほぼ 120° であるから、対応する点 (f2) での位置信号 (a) (即ち位置信号 (c)) のレベル (ローレベル) と逆のレベル (ハイレベル) を持つ点 (f1) に対応する原点検出用信号 (f1) が最も安定な原点検出用信号として判定できる。

【0299】

[効果]

本実施の形態によれば、複数の原点検出用信号の中から 1 つを選択することで、位置信号との同期位置を選択することが可能である。従って、信号ノイズやふらつき、更には、光学式のエンコーダでは光源の安定性、発光・受光素子の温度特性とそのばらつき、個々のエンコーダの設計とのずれなどの不安定要素によって生じ得る原点検出位置のずれを少なくする同期位置を選択することが可能である。

【0300】

例えば、上記不安定要素により、図 9 の原点検出用信号 (e1), (e2), (e3) の出力レベルが変化したり、図中左右方向にシフトしたり、ライスレベルが若干上下することが考えられる。このとき、原点検出用信号 (e1) と (e3) を用いて発生する原点信号 (g) は比較的安定であるが、原点検出用信号 (e2) を用いる場合には、位置信号との同期位置に近いため、不安定になりやすい。この場合、得られる原点位置には 1 周期

10

20

30

40

50

分の差があることもあるが、常に一方のみを使用すれば、実用上問題にはならない。

【0301】

なお、同期の仕方として、原点検出位置近傍での変位を計測しながら、原点検出用信号と位置信号の同期を取る方法も取られている。この場合には、両者の差が小さい原点検出用信号（e2）を用いるのが望ましく、この場合には最大±1周期分の検出位置ずれの許容度を持つ。

【0302】

従って、以上のような方法によって原点信号（g）を選択することによって、原点検出精度の劣化を抑え、安定した原点検出が可能となる。

【0303】

さらに、本実施の形態では、原点信号の位置信号への同期をとるに当たり、複数の原点検出用信号の内、どれが最良かを判断する判定回路107を有しており、実際にエンコーダを装置に取り付けた状態で最良の同期位置を選ぶことができる。

【0304】

この場合、本実施の形態においては、位相余裕の大きい方の同期位置を選択することにより、変動などに対する安定性を向上させることができることが可能となっている。このことにより、位置信号に同期させた原点検出の安定性が増すと共に、エンコーダの取付け時のヘッドとスケールの取付け角度やギャップ等といった相対位置や姿勢のばらつきの影響を事前に考慮する必要が無くなる。即ち、位置信号と原点信号の位相差を厳密に設計や製作において設定して加工する必要がないため、製作コストや組立調整の時間短縮につながると共に、設計や製作上の制約が減ることによって機能上の自由度が上がり得る利点がある。

【0305】

また、本実施の形態においては、3つの原点出用信号のどれを選ぶかの判定手段として原点検出用信号の他に2つの位置信号のみを処理する回路を用いており、その時の表示器108も3つのLED程度であり、追加することによる負担も軽い割に位置信号に同期させた原点検出の安定性が容易に実現できる。

【0306】

（第11の実施の形態）

[構成]

次に、本発明の第11の実施の形態を説明する。

【0307】

本実施の形態に係るエンコーダの主要構成は、前述の第8の実施の形態と同様に、信号処理回路部6を除き、位置信号と原点検出用信号が得られれば、特に、限定されない。例えば、前述した第1の実施の形態の主要部の構成として図25に示したような光学式のエンコーダ構成など一般的なものでよい。また、図25の例では光学式のエンコーダを挙げているが、磁気式など他のタイプでもよい。

【0308】

また、本第11の実施の形態における信号処理回路6の構成については、図21に示すようになっている。

【0309】

即ち、この第11の実施の形態による信号処理回路部6は、アナログ位置信号（a），（b）をデジタル位置信号（c），（d）に変換するための2値化回路101と、原点検出用信号（e）を所定のスライスレベルで2値化してデジタル原点検出用信号（f）に変換する2値化回路102と、この2値化回路102からのデジタル原点検出用信号（f）を2値化回路101からのデジタル位置信号（c），（d）に同期させて原点信号（g）または（h）を発生させる同期回路103と、この同期回路103における同期のタイミングを切り替えるスイッチ104と、最適同期位置を検知する判定回路107と、この判定回路107による最適同期位置判定結果を表示する表示器108と、上記判定回路107による最適同期位置判定結果を記憶して、指令により上記スイッチ104を切り替え可能な記憶器109とからなる。

10

20

30

40

50

【 0 3 1 0 】

また、本実施の形態においては、更に、基準信号(j)が与えられている。この基準信号(j)は、位置信号(a)と位置信号(b)の振幅中心レベルとなる信号であり、2値化回路101及び判定回路107で用いられる。

【 0 3 1 1 】

なお、2値化回路101は必ずしも2値化信号を得るものである必要はなく、デジタル化された複数ビットの信号を得るものであっても構わない。複数ビットの信号の場合には、2値化データを取り出すには最上位の符号ビットのみを取り出せば以後同等の処理が可能である。

【 0 3 1 2 】

また、この信号処理回路部6における同期回路103の構成については、図16の(A)乃至(C)と同様のものでよい。一方、判定回路107については、図22に示すような構成、あるいは、図23に示すような構成のものとする。

【 0 3 1 3 】

即ち、図22に示す構成においては、OPアンプと抵抗値の等しい2つの抵抗とを用い、基準信号(j)を基準とする反転回路107gに、位置信号(b)を入力する。また、1つ目のコンパレータ107hに、位置信号(a)と位置信号(b)とを入力し、2つ目のコンパレータ107iには、位置信号(a)と反転回路107gで作られた位置信号(b)の反転信号とを入力する。そして、これら2つのコンパレータ107h, 107iからの出力をAND回路107j、XOR回路107k、NOR回路107lに入力し、これら3つの論理回路107j, 107k, 107lの出力をラッチ回路107mへ入力する。

【 0 3 1 4 】

一方、D-CトリガタイプのLS423などのフリップフロップ107fへ、データDとして位置信号(c)を、クロックCLKとして位置信号(d)を入力する。そして、フリップフロップ107fの出力Qと原点検出用信号(f)をAND回路107dに入力し、その結果をラッチ回路107mのトリガに入力する。而して、このトリガ信号の立ち上がりでラッチされた3つ信号を、最適同期位置判定結果(判定1～判定3)とする。

【 0 3 1 5 】

また、図23に示す構成においては、OPアンプと抵抗値の等しい2つの抵抗を用い、基準信号(j)を基準とする反転回路107gに、位置信号(b)を入力する。また、1つ目のコンパレータ107hに、位置信号(a)と位置信号(b)とを入力し、2つ目のコンパレータ107iには、位置信号(a)と反転回路107gで作られた位置信号(b)の反転信号とを入力する。

【 0 3 1 6 】

そして、これら2つのコンパレータ107h, 107iからの出力とそれらの反転信号を4つのAND回路へ入力する。即ち、AND回路107nへはコンパレータ107hの出力とコンパレータ107iの出力とを入力する。AND回路107oへはコンパレータ107hの出力をNOT回路107pで反転した反転信号と、コンパレータ107iの出力とを入力する。AND回路107qへはコンパレータ107hの出力と、コンパレータ107iの出力をNOT回路107rで反転した反転信号とを入力する。そして、AND回路107sへはコンパレータ107hの出力をNOT回路107oで反転した反転信号と、コンパレータ107iの出力をNOT回路107rで反転した反転信号とを入力する。ここで、これらAND回路107n, 107o, 107q, 107sの出力を信号(p), (q), (r), (s)とする。

【 0 3 1 7 】

そして、これら信号(p)～(s)と位置信号(c)及び位置信号(c)の反転信号を8つのAND回路に入力する。即ち、AND回路107tへは信号(p)と位置信号(c)とを入力し、AND回路107uへは信号(q)と位置信号(c)とを入力し、AND回路107vへは信号(r)と位置信号(c)とを入力し、AND回路107wへは信号(

10

20

30

40

50

s)と位置信号(c)とを入力する。また、AND回路107xへは信号(p)と、位置信号(c)をNOT回路107yで反転した反転信号とを入力し、AND回路107zへは信号(q)と位置信号(c)の反転信号とを入力し、AND回路107Aへは信号(r)と位置信号(c)の反転信号とを入力し、AND回路107Bへは信号(s)と位置信号(c)の反転信号とを入力する。そして、これら8つのAND回路107t～107x, 107z, 107A, 107Bの出力をラッチ回路107mへ入力する。

【0318】

一方、D-CトリガタイプのLS423などのフリップフロップ107fへ、データDとして位置信号(c)を、クロックCLKとして位置信号(d)を入力する。そして、フリップフロップ107fの出力Qと原点検出用信号(f)をAND回路107dに入力し、その結果の信号(k)をラッチ回路107mのトリガに入力する。而して、このトリガ信号の立ち上がりでラッチされた8つ信号を、最適同期位置判定結果(判定1～判定8)とする。

10

【0319】

また、記憶器109は、SRAMやFLASH ROMなどの不揮発性の記憶媒体を中心に、必要に応じて判定結果の加工や入出力のためのロジックアレイやCPUなどから構成される。この記憶器109では、判定回路107からの判定結果を記憶しておくと共に、外部からの指令に応じて外部へ、記憶している判定結果を出力すると共に、その判定結果をスイッチ104へ送り、最適と判断した同期位置に切り替えるよう構成される。

【0320】

20

[作用]

本実施の形態における信号処理回路部6によって、図25に示したような光検出器5からの入力を処理する際のタイムチャートは、前述した第1の実施の形態における図2のそれと同様であるので、以下の説明は、図2を参照して行う。

【0321】

即ち、まず、2値化回路101において、変位に伴い周期的に変化するエンコーダのアナログ位置信号(a), (b)を2値化することによって、デジタル位置信号(c), (d)が得られる。

【0322】

また、2値化回路102において、原点検出用信号(e)を所定のスライスレベルで2値化することによって、デジタル原点検出用信号(f)が得られる。

30

【0323】

そして、原点信号については、次の2つの方法のうちから1つを選択することで得られる。

【0324】

1つ目は、同期回路103の検出回路103kにおいて、デジタル原点検出用信号(f)を位置信号(a), (c)の立ち上がりに同期させてハイレベルとし、位置信号(b), (d)のレベル変化に同期させてローレベルとすることで、原点信号(g)を得るものである。ここで、アナログ信号である位置信号(a), (b)のレベル変化とは、基準信号(j)のレベルの下から上、または、上から下へのレベル変化を指す。

40

【0325】

2つ目は、同期回路103の検出回路103lにおいて、デジタル原点検出用信号(f)を位置信号(a), (c)の立ち下がりに同期させてハイレベルとし、位置信号(b), (d)のレベル変化に同期させてローレベルとすることで、原点信号(h)を得るものである。

【0326】

これら2つのうちの1つを選択して原点信号(g)または(h)として出力するが、この選択はスイッチ104により行う。

【0327】

ここで、原点信号(g)について、図16の(B)に基づき、より詳細に説明する。

50

【 0 3 2 8 】

まず、方向判別について説明する。フリップフロップ 103k1 のデータ D へは位置信号 (d) を、クロック CLK へは位置信号 (c) を入力する。この結果、フリップフロップ 103k1 の Q バー出力から出力される信号は、位置信号 (c) の立ち上がりの度に位置信号 (d) の反転信号として更新される。そのため、位置信号 (c) の立ち上がり時に位置信号 (d) がローレベルの時のみフリップフロップ 103k1 の Q バー出力がハイレベルとなるため、方向判別が可能となる。

【 0 3 2 9 】

そして、AND 回路 103k2 により、このような検出方向判別信号と原点検出信号 (f) の論理積を取ることで、検出方向が正しく、原点検出信号 (f) が検知状態である場合に限定する。10

【 0 3 3 0 】

また、更に原点信号を出すための条件を追加する。即ち、本実施の形態では、位置信号 (c) の立ち上がりから位置信号 (d) の立ち上がりまでを検出する。位置信号 (c) の立ち上がりエッジが重要な点であり、検出幅については時間で指定したり、測定対象物の変位量で指定してもよく、幅そのものも任意に指定して構わない。方向が指定された上で、位置信号 (c) の立ち上がりから位置信号 (d) の立ち上がりまでという場合、位置信号 (c) がハイレベルで位置信号 (d) がローレベルであることと等価である。従って、この条件を付加する。

【 0 3 3 1 】

つまり、以上のことから、原点信号 (g) は、位置信号 (c) がハイレベルであること、位置信号 (d) がローレベルであること、方向判別として位置信号 (c) の立ち上がり時に位置信号 (d) がローレベルであること、原点検出信号 (f) がハイレベル（検知状態）であること、の 4 つの論理積を取ることで、得られる。20

【 0 3 3 2 】

なお、位置信号 (a), (b) と (c), (d) の組合せは、90° の位相差を持つ。また、アナログ信号である位置信号 (a), (b) と原点検出用信号 (e) とは、デジタル信号である位置信号 (c), (d) と原点検出用信号 (f) を作り出すことができるものであれば、それらがどのようなタイプの信号でも構わない。また、図 25 に示したような光検出器 5 からの入力がデジタル信号のみで、アナログ信号を含まなくても構わない。また、入力されるアナログの位置信号をデジタル化する際には、さらに、位相分割により分解能を向上させたものとしても構わない。30

【 0 3 3 3 】

そして、位置検出は、デジタル位置信号 (c), (d) を図示しないカウンタに入力することによって行う。この場合、原点信号 (g) または (h) が発生したときに、カウンタをリセットすることによって、位置検出の原点出しが可能となる。

【 0 3 3 4 】

なお、図 4 は、図 2 とは逆方向に変位が生じた際の各信号の変化を示している。この時、アナログ位置信号 (a), (b) 及びデジタル位置信号 (c), (d) の位相の進みは逆転している。40

【 0 3 3 5 】

このように逆方向に変位が生じるとき、同期回路 103 は、図 16 の (A) (及び (C)) に示すような構成及びその作用により、原点信号 (g) 及び (h) を検出状態としない。従って、逆方向の変位では原点検出はなされない。なお、図 16 の (A) 乃至 (C) に示す同期回路 103 を適切に設計することにより、逆方向の変位でのみ原点検出を可能とすることもできる。

【 0 3 3 6 】

一方、判定回路 107 では、原点検出用信号 (f) を検知した時点での位置信号 (c) の位相が、最も近い立ち上がり（位相 0° とする）と立ち下がり（位相 180° とする）の内、どちらに近いかを段階的に判定して、位相差の大きい方を安定と見なして出力する。50

この最適同期位置判定結果は、表示器 108 へ出力されると共に、記憶器 109 に記憶される。

【0337】

ここで、図 24 の (A) 及び (B) を参照して、判定のためのエリア分けを説明する。なお、これらの図において、横軸は位置信号 (a) のレベルを、また、縦軸は位置信号 (b) のレベルを表す。

【0338】

2つの位置信号 (a), (b) は 90° の位相差と等しい振幅を持つため、ある時点での 2つの位置信号により決まる点は、振幅の $1/2$ の半径のリサージュ円周上にある。この点は、時間と共にリサージュ円周上を右回り、または、左回りに、変位に応じた量だけ動く。図 24 の (A) 及び (B) 中の同期位置 1 は位置信号 (a), (c) の立ち上がりであり、同期位置 2 は位置信号 (a), (c) の立ち下がりである。
10

【0339】

図 24 の (A) において、第 1 象限の位置信号 (a) の正の側から反時計回りに (1) ~ (4) のエリア分けをする。原点検出用信号 (f) の立ち上がりにおいて位置信号 (a), (b) により決まる点が、これら (1) ~ (4) のどのエリアにあるかで、同期位置の判定を行う。

【0340】

即ち、(2) のエリアにある場合、同期位置 1 に対して位相差が大きいので、同期位置 1 を判定結果とする。
20

【0341】

(1) 又は (3) のエリアにある場合には、同期位置 1, 2 のどちらに対しても 45° 以上の余裕があるので、どちらでもよいとの判定結果とする。

【0342】

そして、(4) のエリアにある場合には、同期位置 2 に対して位相差が大きいので、同期位置 2 を判定結果とする。

【0343】

このエリア分けについては、図 22 の構成の判定回路 107 を使用する場合には、以下の 2 つの判定により行う。

【0344】

位置信号 (a) > 位置信号 (b) (論理式 1)
30

位置信号 (a) > 位置信号 (b) の反転信号 (論理式 2)

これら論理式 1 と論理式 2 について、共に真の場合、一方のみ真の場合、共に偽の場合、の 3 通りについて判定を行う。所定の進行方向であり、原点検出用信号 (f) の立ち上がり時に、判定結果をラッチして出力する。

【0345】

また、図 24 の (B) において、第 1 象限の位置信号 (a) の正の側から反時計回りに (1) ~ (8) のエリア分けをする。原点検出用信号 (f) の立ち上がりにおいて位置信号 (a), (b) により決まる点が、これら (1) ~ (8) のどのエリアにあるかで、同期位置の判定を行う。
40

【0346】

即ち、(2) 又は (3) のエリアにある場合、同期位置 1 に対して位相差が大きいので、同期位置 1 を判定結果とする。

【0347】

(1) 又は (4) のエリアにある場合には、どちらかと言えば同期位置 1 に対して 90° 以上の余裕があるので、どちらかと言えば同期位置 1 との判定結果とする。

【0348】

(5) 又は (8) のエリアにある場合には、どちらかと言えば同期位置 2 に対して 90° 以上の余裕があるので、どちらかと言えば同期位置 2 との判定結果とする。

【0349】

50

20

30

40

50

そして、(6)又は(7)のエリアにある場合には、同期位置2に対して位相差が大きいので、同期位置2を判定結果とする。

【0350】

上記のように8つのエリアを4つにまとめて判定に用いてもよく、その場合には、図23の各判定結果を上記区分についてAND回路を用いてまとめればよい。

【0351】

エリア分けについては、図22の構成の判定回路107を使用する場合には、以下の3つの判定により行う。

【0352】

位置信号(a) > 位置信号(b) (論理式3) 10

位置信号(a) > 位置信号(b)の反転信号 (論理式4)

位置信号(c)のレベル(真偽) (論理式5)

これらの論理式3、論理式4、論理式5について、それぞれの取りうる真偽の組み合わせが8通りある。

【0353】

共に真の場合、一方のみ真の場合、共に偽の場合の判定を行う。所定の進行方向であり、原点検出用信号(f)の立ち上がり時に、判定結果をラッチして出力する。

【0354】

なお、表示器108は、結果が示せるものであれば、どのようなタイプの物でも良いが、例えば、複数のLEDを有しており、立ち上がり及び立ち下がりの内、最適な方に対応したLEDと安定度を示すLEDとを原点検出時に点灯するものや、安定度のみならず位相関係までに対応したLEDを点灯させることができる。 20

【0355】

[効果]

原点検出用信号の出力の仕方に応じて位置信号との同期位置を選択することが可能である。従って、信号ノイズやふらつき、更には、光学式のエンコーダでは光源の安定性、発光・受光素子の温度特性とそのばらつき、個々のエンコーダの設計とのずれなどの不安定要素によって生じ得る原点検出位置のずれを少なくする同期位置を選択することが可能である。

【0356】

30

例えば、上記不安定要素により、図2の原点検出用信号(e)の出力レベルが上がったり、図中左方向にシフトしたり、スライスレベルが若干下がることが考えられる。このとき、原点検出用信号(e)が太線から細線のように変化したとすると、デジタル原点検出用信号(f)は破線のようになる。これにより、原点信号(h)においては破線で示した1周期分ずれた位置が原点信号として検出される。これに対して、原点信号(g)ではこのような変化は起きにくい。従って、原点信号(g)を選択することで、原点検出精度の劣化を抑え、安定した原点検出が可能となる。

【0357】

また、原点信号の位置信号への同期をとるに当たり、複数の同期位置の内、どれが最良かを判断する判定回路107を有しており、実際にエンコーダを装置に取り付けた状態で最良の同期位置を選ぶことができる。本実施の形態においては、位相余裕の大きい方の同期位置を選択することにより、変動などに対する安定性を向上させることができるのである。このことにより、位置信号に同期させた原点検出の安定性が増すと共に、エンコーダの取付け時のヘッドとスケールの取付け角度やギャップ等といった相対位置や姿勢のばらつきの影響を事前に考慮する必要が無くなる。即ち、位置信号と原点信号の位相差を厳密に設計や製作において設定して加工する必要がないため、製作コストや組立調整の時間短縮につながると共に、設計や製作上の制約が減ることによって機能上の自由度が上がり得る利点がある。 40

【0358】

また、本実施の形態においては、立ち上がりと立ち下がりのどちらを選ぶかの判定手段と 50

して原点検出用信号の他に2つの位置信号のみを処理する回路を用いており、その時の表示器108も2つのLED程度であり、追加することによる負担も軽い割に位置信号に同期させた原点検出の安定性が容易に実現できる。

【0359】

また、本実施の形態では、信号処理回路部6を除いて原点検出のための補助信号発生用部材などを設けていない。従って、安定した原点検出ができ、且つ、小型で安価なエンコーダを供給することが可能である。

【0360】

更に、一定方向に変位がなされているときのみ原点検出が可能である。これにより、可動部のバックラッシュの影響を受けにくくしたり、原点検出時に2重に原点検出をせずに済ませることにつながるなどの利点が生まれ、高精度で使い勝手のよい原点検出が可能となる。
10

【0361】

また、本実施の形態では、記憶器109に経時的に逐次保存される判定結果よりシステムとしての挙動が確認できる。例えば、図24の(B)の区分において、ある区分結果から1つ隣の区分結果へ移ることは可動体の構成や検出系の若干の変動により生じる可能性があり、また、許容できるとしても、一定以上変動したり、測定の度に異なる結果が得られる場合には問題があると判断できる。また、原点位置も原点出し後の変動さえなければ良い場合には、例えばシステムの立ち上げ時に原点出しを行い、その際に最適な同期位置を毎回選び直すことも可能となり、経時的な緩やかな変動に対して自己調整が可能となる。
20

【0362】

以上、実施の形態に基づいて本発明を説明したが、本発明は上述した実施の形態に限定されるものではなく、本発明の要旨の範囲内で種々の変形や応用が可能なことは勿論である。
。

【0363】

【発明の効果】

従って、以上説明したように、本発明によれば、特に、変位検出に用いられるエンコーダにおいて、A B相に同期した原点検出が安定して行えるエンコーダを提供することができる。

【0364】

また、本発明によれば、判定回路を実装しているため、その判定結果を参照し、それに従ってスイッチを切り替えることができ、特別な治工具無しに、正しい設定の選択が可能となり、その結果として安定した原点検出が可能となる。
30

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係るエンコーダにおける信号処理回路部の構成を示すブロック図である。

【図2】図1の信号処理回路によって光検出器からの入力が処理されている様子を示すタイムチャートである。

【図3】(A)及び(B)はそれぞれ本発明の第2の実施の形態に係るエンコーダにおいて、原点信号(g)または(h)を選択するために、図1におけるスイッチ及びこのスイッチにより切り替えられる同期回路の各詳細な構成を示すブロック図である。
40

【図4】図2と逆方向に変位が生じた際の各信号の変化の様子を示すタイムチャートである。

【図5】本発明の第3の実施の形態に係るエンコーダの信号処理回路部の構成を示すブロック図である。

【図6】第3の実施の形態に係るエンコーダの信号処理回路部において光検出器からの入力が処理されている様子を示すタイムチャートである。

【図7】本発明の第4の実施の形態に係るエンコーダの主要部の構成を示す図である。

【図8】第4の実施の形態によるエンコーダの信号処理回路部の構成を示すブロック図である。
50

【図9】図8の信号処理回路部によって光検出器からの入力が処理されている様子を示すタイムチャートである。

【図10】本発明の第5の実施の形態に係るエンコーダの主要部の構成を示す図である。

【図11】第5の実施の形態に係るエンコーダの信号処理回路部(原点検出回路部)の構成を示すブロック図である。

【図12】図11の信号処理回路部(原点検出回路部)によって入力が処理されている様子を示すタイムチャートである。

【図13】本発明の第6の実施の形態に係るエンコーダの信号処理回路部によって入力が処理されている様子を示すタイムチャートである。

【図14】本発明の第7の実施の形態に係るエンコーダの信号処理回路部の構成を示すブロック図である。 10

【図15】(A)は図14中の同期回路の構成例を示す図であり、(B)は図14中の判定回路の構成例を示す図である。

【図16】(A)及び(C)はそれぞれ本発明の第8の実施の形態に係るエンコーダの信号処理回路部における同期回路の構成を示す図であり、(B)は(A)の回路の具体的な構成を示す図である。

【図17】第8の実施の形態に係るエンコーダの信号処理回路部における判定回路の構成を示す図である。

【図18】本発明の第9の実施の形態に係るエンコーダの信号処理回路部の構成を示すブロック図である。 20

【図19】本発明の第10の実施の形態に係るエンコーダの信号処理回路部の構成を示すブロック図である。

【図20】(A)及び(B)はそれぞれ位置信号(a),(b)と原点検出用信号(f1),(f2),(f3)との関係を説明するため、位置信号(a),(b)の信号レベルの組合せを2次元のグラフに表した図である。

【図21】本発明の第11の実施の形態に係るエンコーダの信号処理回路部の構成を示すブロック図である。

【図22】第11の実施の形態に係るエンコーダの信号処理回路部における判定回路の構成を示す図である。

【図23】第11の実施の形態に係るエンコーダの信号処理回路部における判定回路の別の構成を示す図である。 30

【図24】(A)及び(B)はそれぞれ最適同期位置判定のためのエリア分けを説明するための図である。

【図25】本発明の第1の実施の形態に係るエンコーダとして適用される光学式のエンコーダの主要部の構成を示す図である。

【図26】特開平8-261795号公報に示されている従来のエンコーダの構成を示す図である。

【符号の説明】

- | | | |
|-----------|------------|----|
| 1 | 発光部 | |
| 2 | 光学素子 | 40 |
| 3 | インデックススケール | |
| 3 a , 3 b | スリット | |
| 4 , 2 4 | スケール | |
| 4 a , 4 b | スリット | |
| 5 | 光検出器 | |
| 5 a , 5 b | 光検出部 | |
| 6 | 信号処理回路部 | |
| 1 0 | 光源部 | |
| 2 1 | ベース | |
| 2 2 | 面発光レーザ | |

10

20

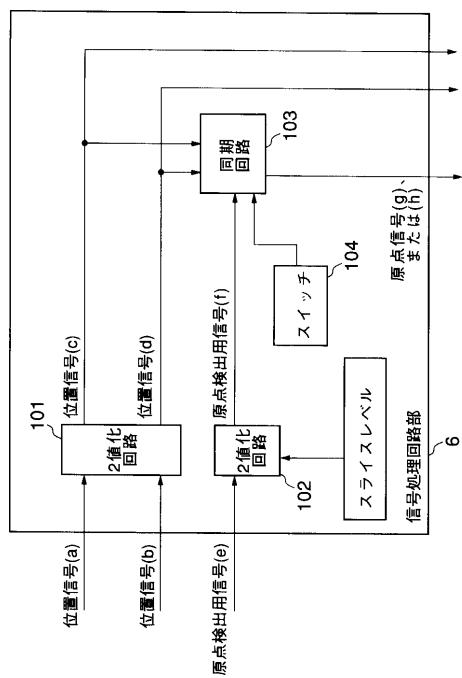
30

40

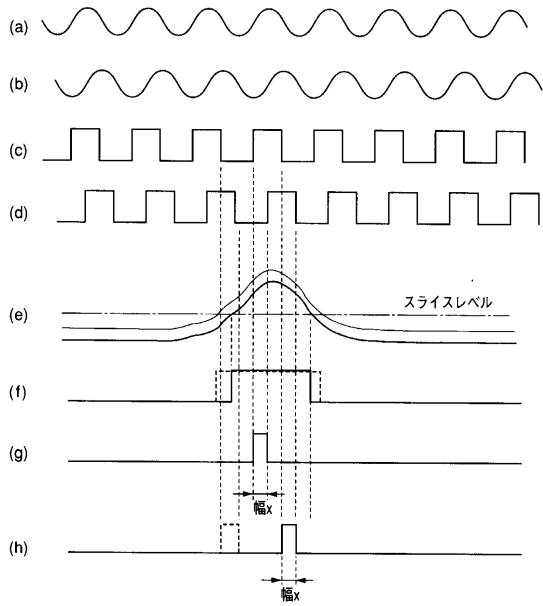
50

2 2 a , 2 2 b	ビーム出射口	
2 3	フォト I C	
2 3 a	受光アレイ部	
2 3 b	受光部	
2 3 c	信号処理回路	
2 4 a	位置検出パターン	
2 4 a	原点検出用パターン	
1 0 1 , 1 0 2	2 値化回路	
1 0 3	同期回路	
1 0 3 a	立ち上がり検出回路	10
1 0 3 b	ローレベル検出回路	
1 0 3 c , 1 0 3 f , 1 0 3 j , 1 0 3 k 2 , 1 0 3 k 4 , 1 0 3 k 5 , 1 0 4 a , 1 0 4 b , 1 0 7 d , 1 0 7 e , 1 0 7 j , 1 0 7 n , 1 0 7 o , 1 0 7 q , 1 0 7 s ~ 1 0 7 x , 1 0 7 z , 1 0 7 A , 1 0 7 B	AND回路	
1 0 3 d	立下り検出回路	
1 0 3 e	ハイレベル検出回路	
1 0 3 g	立ち上がり検出部	
1 0 3 h	立ち下り検出部	
1 0 3 i	選択スイッチ	
1 0 3 k , 1 0 3 l	検出回路	20
1 0 3 k 1 , 1 0 7 a , 1 0 7 f	フリップフロップ	
1 0 3 k 3 , 1 0 7 p , 1 0 7 r , 1 0 7 y	NOT回路	
1 0 4	スイッチ	
1 0 5	位相分割回路	
1 0 6 , 1 0 7 m	ラッチ回路	
1 0 7	判定回路	
1 0 7 b	抵抗	
1 0 7 c	コンデンサ	
1 0 7 g	反転回路	
1 0 7 h , 1 0 7 i	コンパレータ	30
1 0 7 k	XOR回路	
1 0 7 l	NOR回路	
1 0 8	表示器	
1 0 9	記憶器	

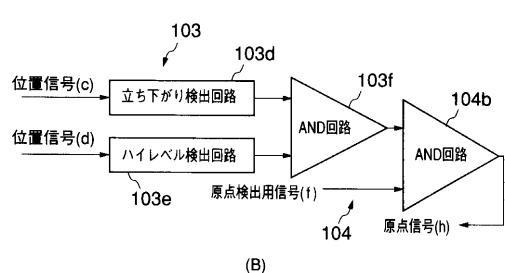
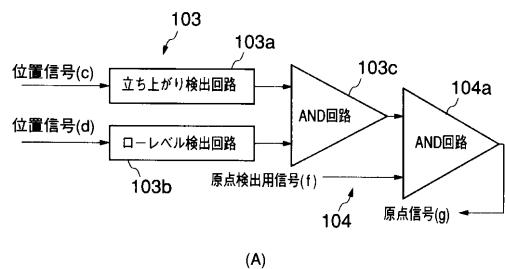
【図1】



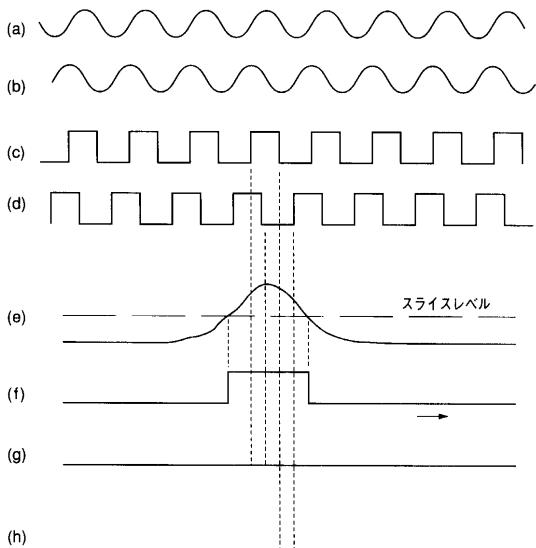
【図2】



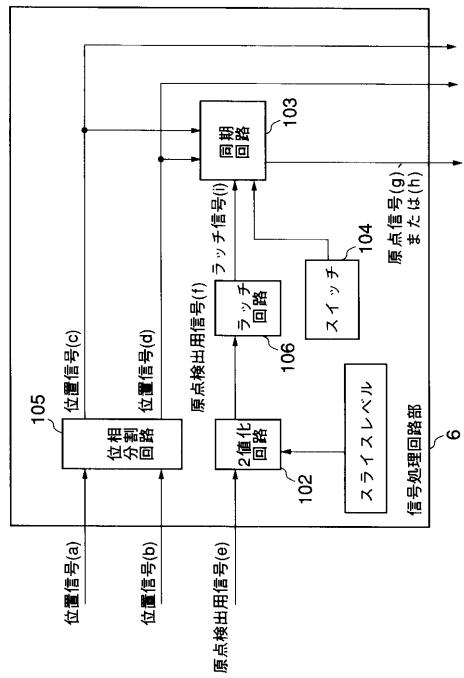
【図3】



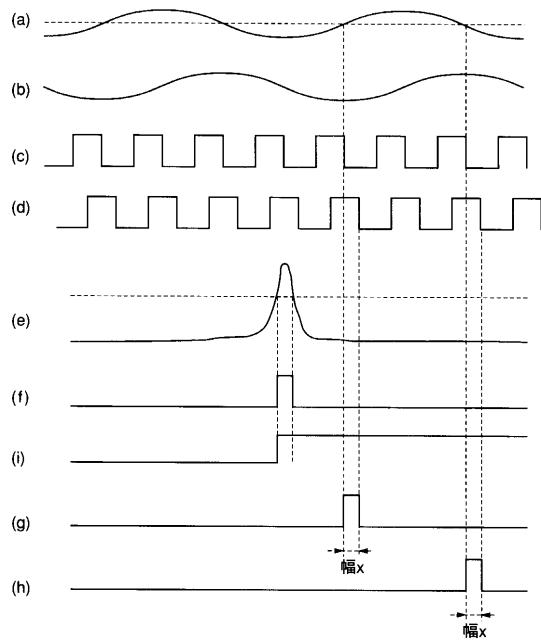
【図4】



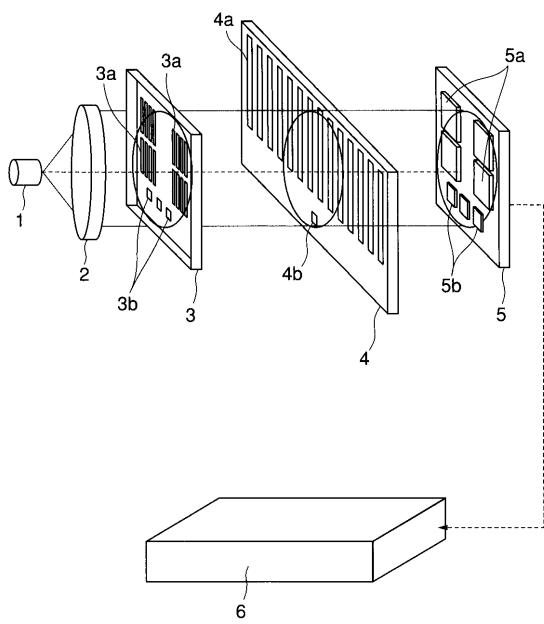
【図5】



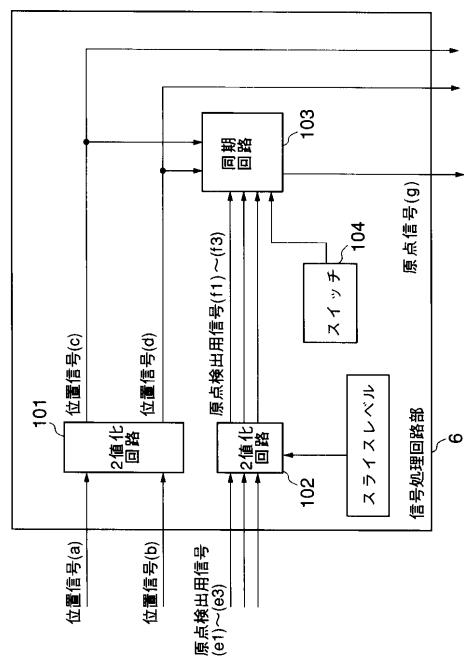
【図6】



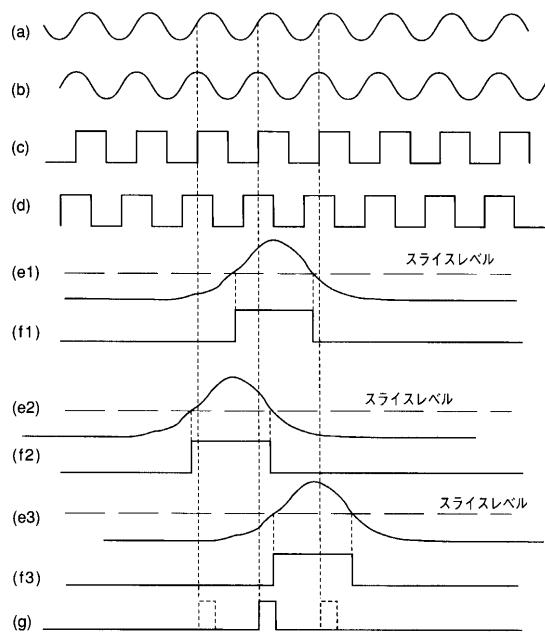
【図7】



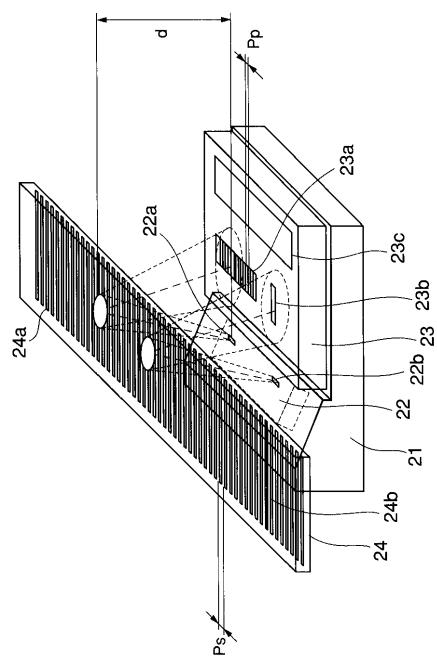
【図8】



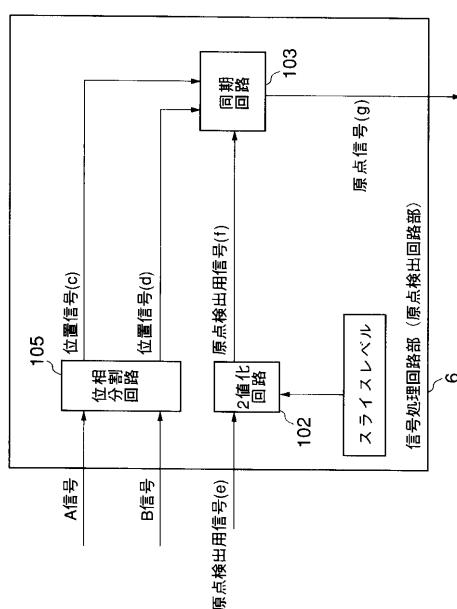
【図9】



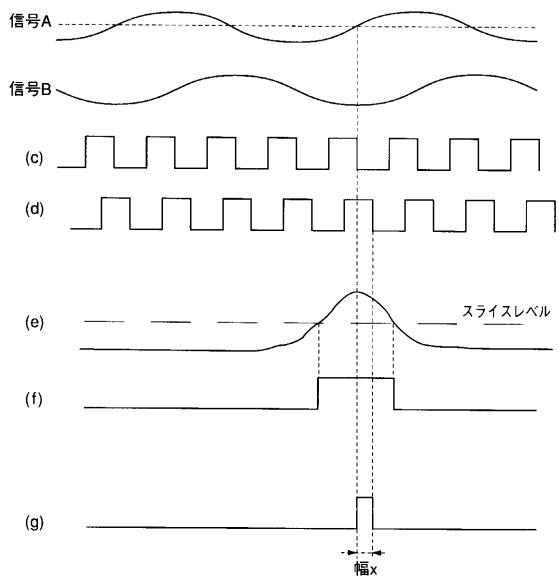
【図10】



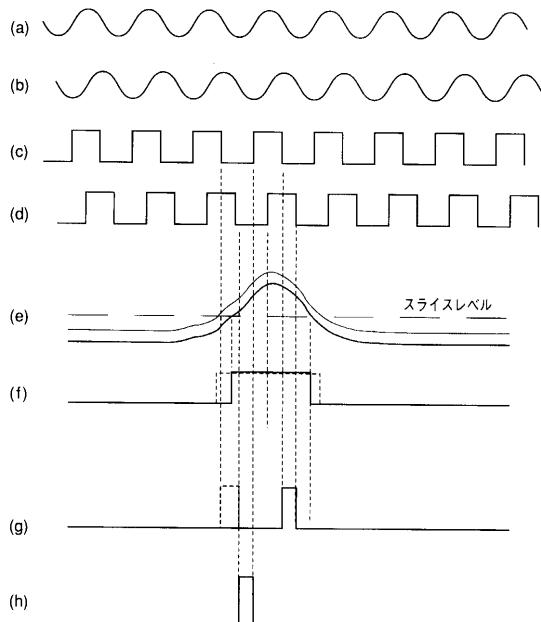
【図11】



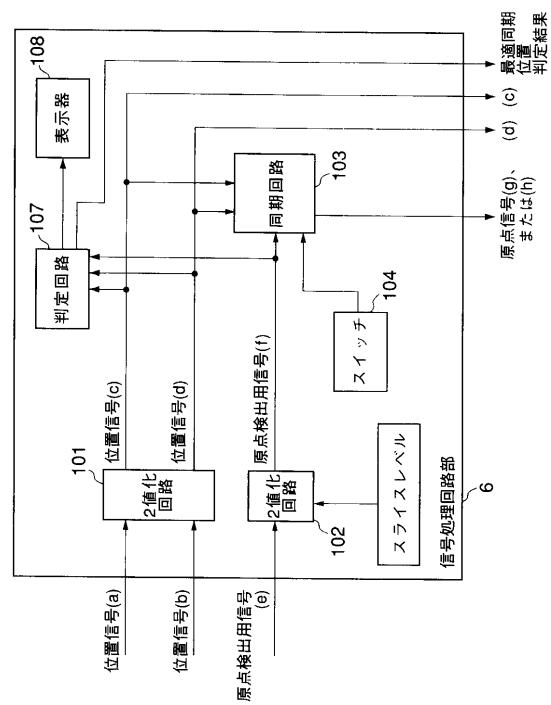
【図12】



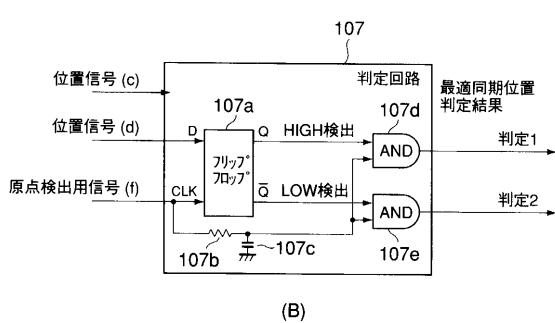
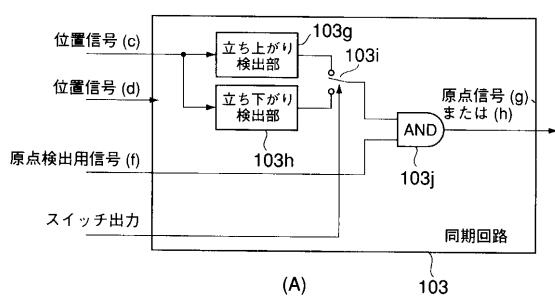
【図13】



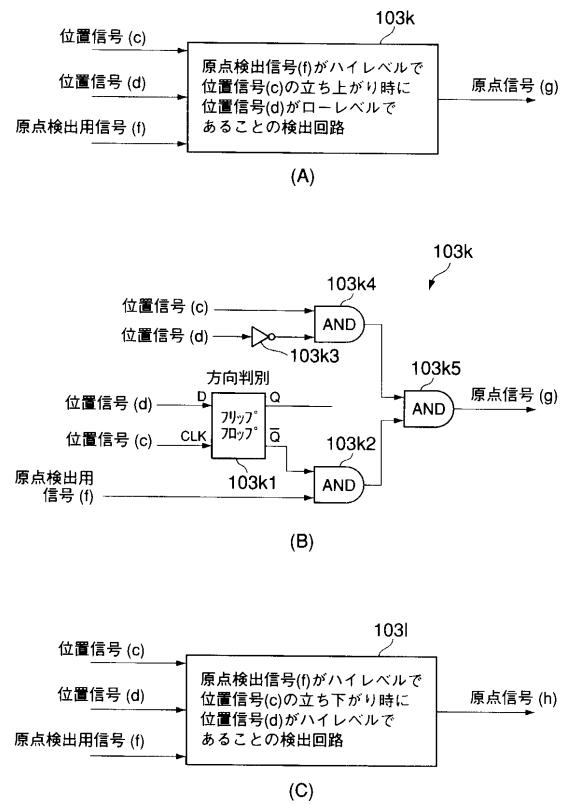
【図14】



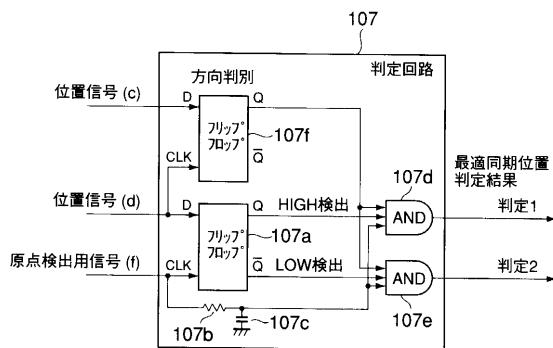
【図15】



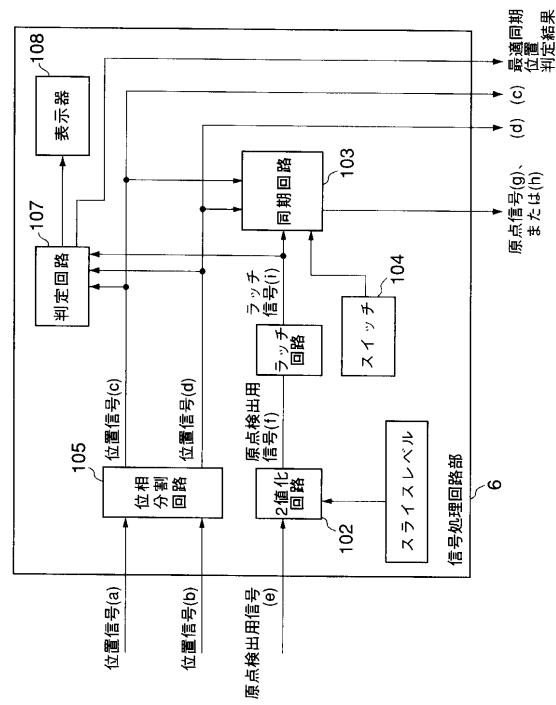
【図16】



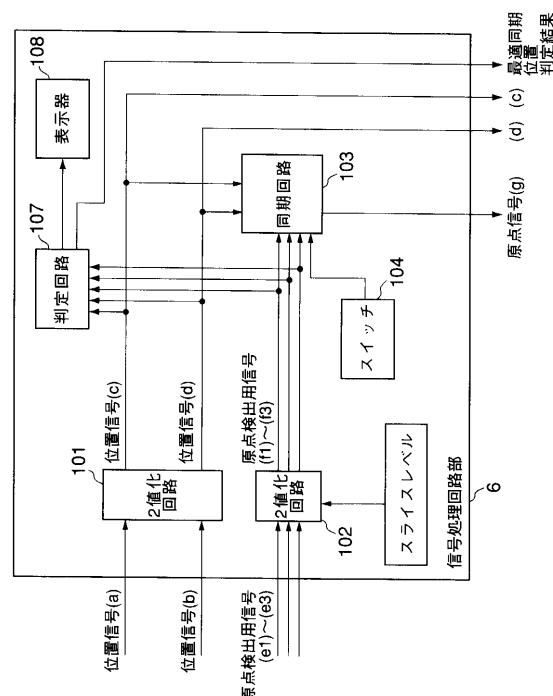
【図17】



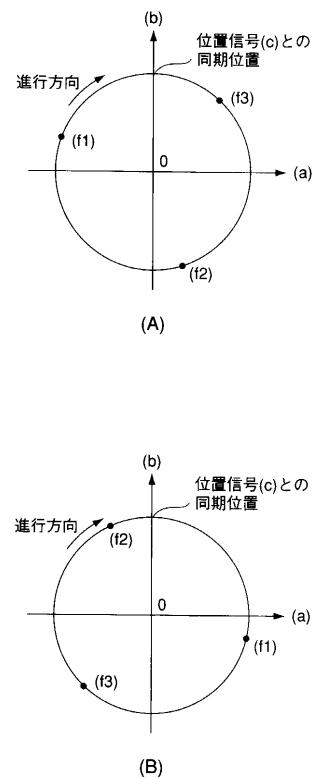
【図18】



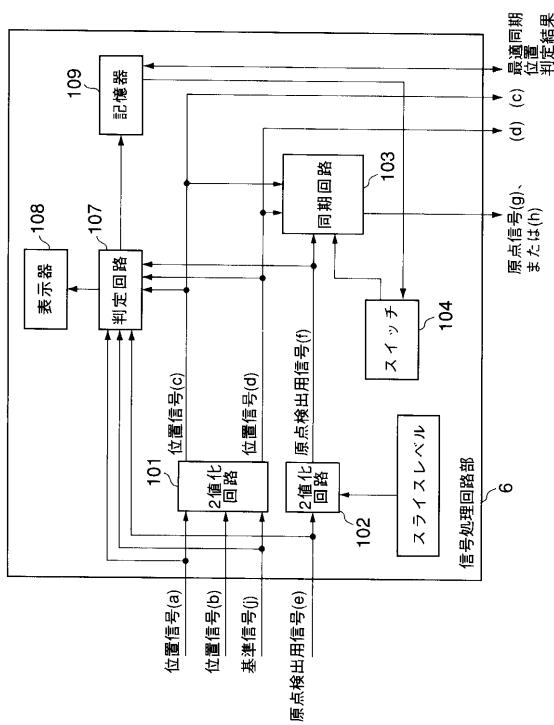
【図19】



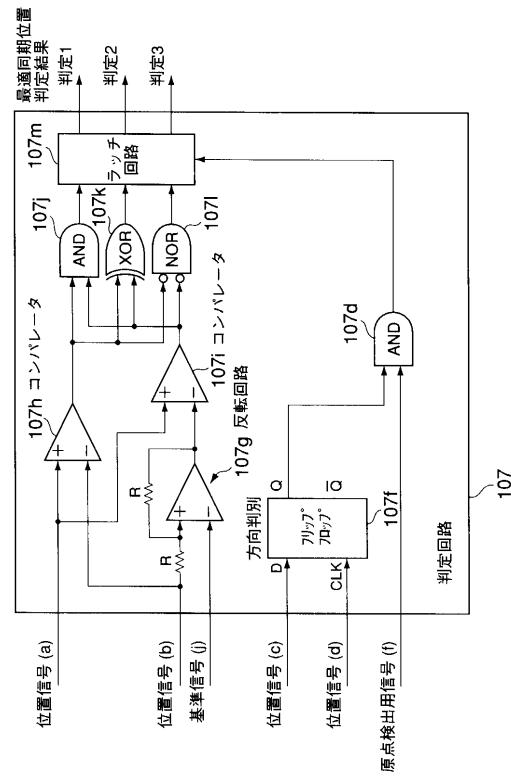
【図20】



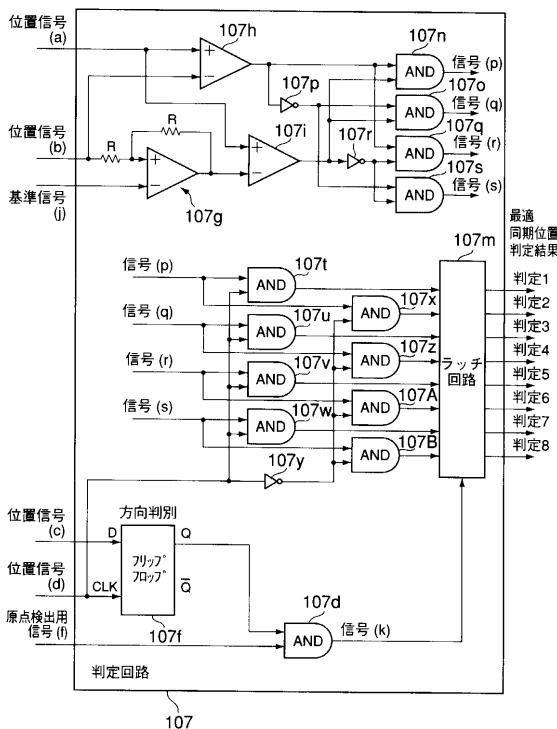
【図21】



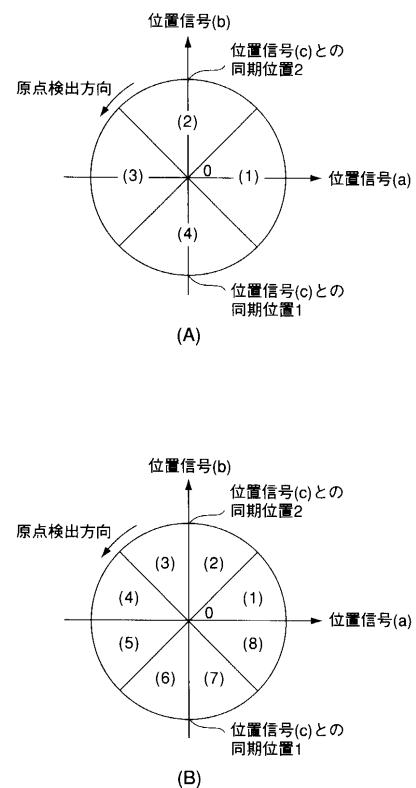
【図22】



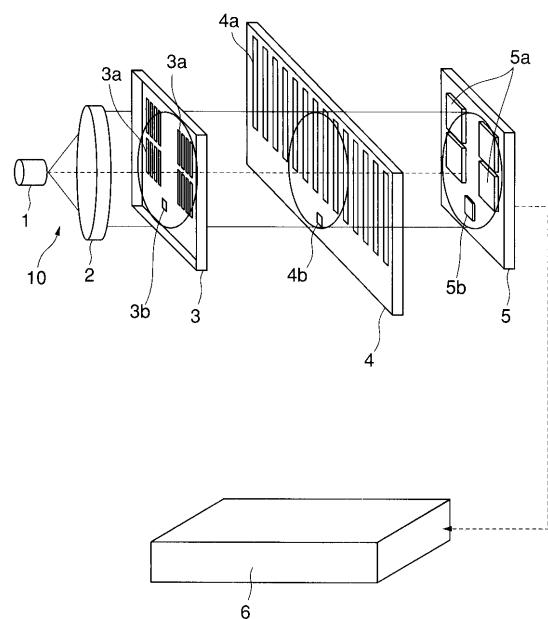
【図23】



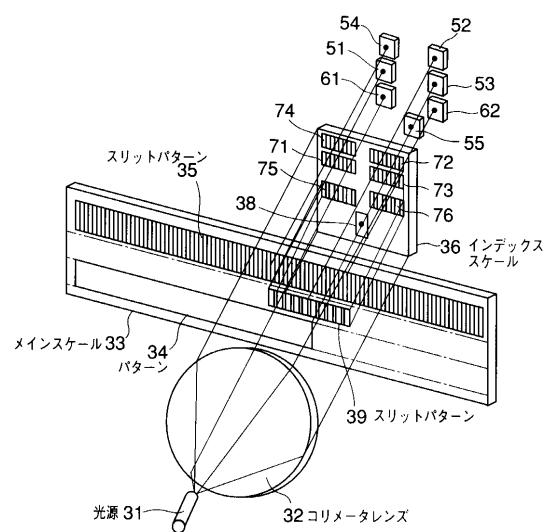
【図24】



【図25】



【図26】



フロントページの続き

審査官 岡田 卓弥

(56)参考文献 実開平06-014908(JP, U)

特開昭60-006824(JP, A)

特開平10-227661(JP, A)

特開平11-241927(JP, A)

特開2001-356028(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01D 5/00-5/62