

(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2012-247221

(P2012-247221A)

(43) 公開日 平成24年12月13日(2012.12.13)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
G O 1 D 5/36 (2006.01)		G O 1 D 5/36	X	2 F 1 0 3
G O 1 D 5/38 (2006.01)		G O 1 D 5/38		

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2011-117179 (P2011-117179)	(71) 出願人	000004112
(22) 出願日	平成23年5月25日 (2011. 5. 25)		株式会社ニコン
			東京都千代田区有楽町1丁目12番1号
		(74) 代理人	100064908
			弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100108578
			弁理士 高橋 詔男
		(74) 代理人	100107836
			弁理士 西 和哉
		(72) 発明者	渡邊 昭宏
			東京都千代田区有楽町一丁目12番1号
			株式会社ニコン内
		(72) 発明者	高崎 政久
			東京都千代田区有楽町一丁目12番1号
			株式会社ニコン内

最終頁に続く

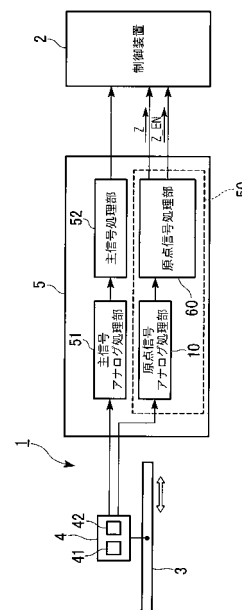
(54) 【発明の名称】 エンコーダ、駆動システム、及び制御装置

(57) 【要約】

【課題】 基準位置を高精度に検出する。

【解決手段】 エンコーダは、位置情報パターンと基準位置を示す基準位置パターンとを有するスケールと、位置情報パターンを検出した位置情報信号を出力する位置情報検出部と、基準位置パターンを検出して、第1信号と第2信号とを出力する基準位置検出部と、第1信号と第2信号とに基づいて、基準位置の近傍位置を示す基準位置近傍信号、及び、基準位置を示す基準信号を生成する信号生成部と、を備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

位置情報パターンと基準位置を示す基準位置パターンとを有するスケールと、
前記位置情報パターンを検出した位置情報信号を出力する位置情報検出部と、
前記基準位置パターンを検出して、第 1 信号と第 2 信号とを出力する基準位置検出部と

、
前記第 1 信号と前記第 2 信号とに基づいて、前記基準位置の近傍位置を示す基準位置近傍信号、及び、前記基準位置を示す基準信号を生成する信号生成部と、
を備えることを特徴とするエンコーダ。

【請求項 2】

前記第 1 信号と前記第 2 信号とは、前記基準位置に対して互いに異なる信号レベルに遷移する信号である、

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】

前記信号生成部は、

前記第 1 信号及び前記第 2 信号が共に、互いに異なる信号レベルに遷移する場合に前記基準信号の信号レベルを遷移させ、前記第 1 信号又は前記第 2 信号が前記基準位置パターンを検出している信号レベルである場合に、前記基準位置の近傍位置であることを示す信号レベルに前記基準位置近傍信号を遷移させる、

ことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のエンコーダ。

【請求項 4】

前記第 1 信号と前記第 2 信号とは、前記基準位置に対して対称な信号である、

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載のエンコーダ。

【請求項 5】

前記信号生成部は、

前記第 1 信号と前記第 2 信号との排他的論理和に基づいて、前記基準位置近傍信号を生成する、

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載のエンコーダ。

【請求項 6】

前記信号生成部は、

前記第 1 信号と前記第 2 信号とを和算処理した信号に基づいて、前記基準位置近傍信号を生成する、

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載のエンコーダ。

【請求項 7】

前記基準位置パターンは、

前記基準位置を中心に対称に形成されている第 1 の基準位置パターンと第 2 の基準位置パターンとを有する

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項に記載のエンコーダ。

【請求項 8】

前記スケールは、前記スケールにおける端部の位置を示す端部位置パターンを有し、

前記基準位置検出部は、前記端部位置パターンを検出して、当該検出結果に応じた信号レベルに前記第 1 信号及び前記第 2 信号を遷移させ、

前記信号生成部は、前記第 1 信号と前記第 2 信号とに基づいて、前記基準位置検出部が前記スケールの位置情報を検出可能な範囲を示すオーバーラベル信号を生成する、

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のいずれか一項に記載のエンコーダ。

【請求項 9】

前記信号生成部は、前記第 1 信号と前記第 2 信号との否定論理積に基づいて、前記オーバーラベル信号を生成する、

ことを特徴とする請求項 8 に記載のエンコーダ。

【請求項 10】

10

20

30

40

50

位置検出に使用されるスケールであって、位置情報パターンと前記スケールにおける端部の位置を示す端部位置パターンとを有するスケールと、

前記位置情報パターンを検出した信号を出力する位置情報検出部と、

前記端部位置パターンを検出して、第 1 信号と第 2 信号とを出力する端部位置検出部と

、
前記第 1 信号と前記第 2 信号とに基づいて、前記スケールの位置情報を検出可能な範囲を示すオーバートラベル信号を生成する信号生成部と、

を備えることを特徴とするエンコーダ。

【請求項 11】

前記位置情報信号に基づいて算出された位置情報と、前記オーバートラベル信号に基づいてオーバートラベル情報と、を外部の制御装置に出力する制御部を備える、

ことを特徴とする請求項 8 から請求項 10 のいずれか一項に記載のエンコーダ。

【請求項 12】

前記位置情報信号に基づいて算出された位置情報と、前記基準位置近傍信号に基づいて算出された近傍位置情報と、を外部の制御装置に出力する制御部を備える、

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 11 のいずれか一項に記載のエンコーダ。

【請求項 13】

前記スケールのうち少なくとも前記位置情報パターンに照射する光を変調する変調部を備える、

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 12 のいずれか一項に記載のエンコーダ。

【請求項 14】

請求項 1 から請求項 13 のいずれか一項に記載のエンコーダと、

駆動対象を前記スケールにおける位置検出方向に相対的に駆動する駆動部と、

前記エンコーダによって検出された前記駆動対象の位置情報に基づいて前記駆動部を制御する制御部を有する制御装置と、

を備える、

ことを特徴とする駆動システム。

【請求項 15】

前記制御部は、

前記基準位置の近傍位置であると判定した場合に、前記駆動部に前記駆動対象を駆動する速度を低減させる

ことを特徴とする請求項 14 に記載の駆動システム。

【請求項 16】

請求項 1 から請求項 13 のいずれか一項に記載のエンコーダによって検出された駆動対象の位置情報に基づいて、前記駆動対象を前記スケールにおける位置検出方向に相対的に駆動させる駆動部を制御する制御部を備える、

ことを特徴とする制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、エンコーダ、駆動システム、及び制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

高精度の位置決めを行う多くの駆動システムには、高分解能のエンコーダが用いられている。このようなエンコーダには、駆動対象の位置情報を検出する機能とともに、駆動対象の基準位置（例えば原点位置など）を検出する機能を備えたものが知られている（例えば、特許文献 1 及び特許文献 2 を参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

10

20

30

40

50

【特許文献 1】特開平 9-304112 号公報

【特許文献 2】特開 2002-286505 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、例えば、上述のようなエンコーダでは、原点位置を高精度に検出するために、原点を検出する場合の駆動速度を通常使用の場合よりも低速にし、さらに、原点を検出する方向を制限する必要がある。

また、例えば、上述のようなエンコーダでは、原点位置を高精度に検出するために、原点から離れた位置と、原点位置に近い原点位置近傍とにおいて処理を切り替えている。この場合、原点位置を高精度に検出するためには、原点の近傍を検出するセンサをエンコーダの外部に設ける必要がある。

このように、上述したようなエンコーダでは、基準位置を高精度に検出することが困難であるという問題があった。

【0005】

本発明は、上記問題を解決すべくなされたもので、その目的は、基準位置を高精度に検出することを可能とするエンコーダ、駆動システム、及び制御装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記問題を解決するために、本発明の一実施形態は、位置情報パターンと基準位置を示す基準位置パターンとを有するスケールと、前記位置情報パターンを検出した位置情報信号を出力する位置情報検出部と、前記基準位置パターンを検出して、第 1 信号と第 2 信号とを出力する基準位置検出部と、前記第 1 信号と前記第 2 信号とに基づいて、前記基準位置の近傍位置を示す基準位置近傍信号、及び、前記基準位置を示す基準信号を生成する信号生成部と、を備えることを特徴とするエンコーダである。

【0007】

また、本発明の一実施形態は、位置検出に使用されるスケールであって、位置情報パターンと前記スケールにおける端部の位置を示す端部位置パターンとを有するスケールと、前記位置情報パターンを検出した信号を出力する位置情報検出部と、前記端部位置パターンを検出して、第 1 信号と第 2 信号とを出力する端部位置検出部と、前記第 1 信号と前記第 2 信号とに基づいて、前記スケールの位置情報を検出可能な範囲を示すオーバーtravel 信号を生成する信号生成部と、を備えることを特徴とするエンコーダである。

【0008】

また、本発明の一実施形態は、上記に記載のエンコーダと、駆動対象を前記スケールにおける位置検出方向に相対的に駆動する駆動部と、前記エンコーダによって検出された前記駆動対象の位置情報に基づいて前記駆動部を制御する制御部を有する制御装置と、を備える、ことを特徴とする駆動システムである。

【0009】

また、本発明の一実施形態は、上記に記載のエンコーダによって検出された駆動対象の位置情報に基づいて、前記駆動対象を前記スケールにおける位置検出方向に相対的に駆動させる駆動部を制御する制御部を備える、ことを特徴とする制御装置である。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、基準位置を高精度に検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図 1】第 1 の実施形態によるエンコーダの構成を示す概略ブロック図である。

【図 2】第 1 の実施形態におけるヘッド部及びスケールの構成を示す図である。

【図 3】第 1 の実施形態におけるスケールの構成を示す図である。

【図 4】第 1 の実施形態におけるスケールを移動させた場合の一例を示す図である。

【図 5】第 1 の実施形態における原点検出部及び原点信号生成部の構成を示す概略ブロック図である。

【図 6】第 1 の実施形態における原点信号の生成処理の一例を説明する波形図である。

【図 7】第 1 の実施形態における原点近傍信号の生成処理の一例を説明する波形図である。

。

【図 8】第 2 の実施形態における原点検出部及び原点信号生成部の構成を示す概略ブロック図である。

【図 9】第 2 の実施形態における原点近傍信号の生成処理の一例を説明する波形図である。

。

【図 10】第 3 の実施形態によるエンコーダの構成を示す概略ブロック図である。

【図 11】第 3 の実施形態における原点検出部及び原点信号生成部の構成を示す概略ブロック図である。

【図 12】第 3 の実施形態における原点近傍信号及びオーバートラベル信号の生成処理の一例を説明する波形図である。

【図 13】第 4 の実施形態における原点検出部及び原点信号生成部の構成を示す概略ブロック図である。

【図 14】第 4 の実施形態における原点近傍信号及びオーバートラベル信号の生成処理の一例を説明する波形図である。

【図 15】本実施形態によるヘッド部及びスケールの構成における第 1 の変形例を示す図である。

【図 16】第 1 の変形例におけるスケールの構成を示す図である。

【図 17】第 2 の変形例におけるスケールの構成を示す図である。

【図 18】本本実施形態によるヘッド部及びスケールの構成における第 3 の変形例を示す図である。

【図 19】本本実施形態によるヘッド部及びスケールの構成における第 4 の変形例を示す図である。

【図 20】本本実施形態によるヘッド部及びスケールの構成における第 5 の変形例を示す図である。

【図 21】第 5 の実施形態による駆動システムの構成を示す概略ブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明の一実施形態によるエンコーダについて図面を参照して説明する。

〔第 1 の実施形態〕

図 1 は、第 1 の実施形態によるエンコーダ 1 の構成を示す概略ブロック図である。

この図において、エンコーダ 1 は、スケール 3、ヘッド部 4、及びエンコーダ処理部 5 を備えている。

【0013】

スケール 3 は、位置検出に使用されるスケールであって、位置情報を検出するための位置情報パターン 3 1（図 2）とスケール 3 の基準位置（一例として、原点位置 P Z）を示す基準位置パターン（原点位置パターン 3 2（図 2））とを有している。

【0014】

ヘッド部 4 は、スケール 3 と対向して配置され、スケール 3 の位置情報の変位方向（スケール位置検出方向）に、スケール 3 に対して相対的に移動する。ヘッド部 4 は、スケール 3 の位置情報パターン 3 1 及び原点位置パターン 3 2 を検出し、後述する位置情報信号と、原点位置 P Z を検出するための出力信号である後述する第 1 信号 Z 1 及び第 2 信号 Z 2 とを出力する。また、ヘッド部 4 は、位置情報検出部 4 1 と、原点検出部（基準位置検出部）4 2 とを備えている。

位置情報検出部 4 1 は、位置情報パターン 3 1 を検出した位置情報信号を出力する。

原点検出部 4 2 は、原点位置パターン 3 2 を検出して、第 1 信号 Z 1 と第 2 信号 Z 2 と

10

20

30

40

50

を出力する。

また、本実施形態におけるエンコーダ 1 は、ヘッド部 4 が固定され、スケール 3 が変位方向に移動する。なお、スケール 3 及びヘッド部 4 の構成は、図 2 及び図 3 を参照して後述する。

【0015】

エンコーダ処理部 5（制御部）は、原点信号生成部 50、主信号アナログ処理部 51、及び主信号処理部 52 を備えている。

主信号アナログ処理部 51 は、ヘッド部 4 の位置情報検出部 41 から出力された位置情報信号に、例えば、アンプによる信号増幅、及びフィルタ処理などのアナログ処理を行う。また、主信号アナログ処理部 51 は、例えば、アナログ処理した信号をアナログ／デジタル変換を行い、アナログ／デジタル変換した信号（デジタル信号）を主信号処理部 52 に出力する。

主信号処理部 52 は、主信号アナログ処理部 51 から出力されたデジタル信号に基づいて、例えば、内挿処理を行い、位置情報（例えば、相対位置情報）を生成する。

【0016】

原点信号生成部 50（信号生成部）は、ヘッド部 4 の原点検出部 42 から出力された第 1 信号 Z1 及び第 2 信号 Z2 に基づいて、原点近傍信号 Z_{EN}（基準位置近傍信号）、及び、原点信号 Z（基準信号）を生成する。ここで、原点近傍信号 Z_{EN} は、原点位置 PZ（基準位置）の近傍位置を示す信号である。また、原点信号 Z は、スケール 3 における原点位置 PZ を示す信号である。

【0017】

また、原点信号生成部 50 は、原点信号アナログ処理部 10 及び原点信号処理部 60 を備えている。

原点信号アナログ処理部 10 は、主に、ヘッド部 4 の原点検出部 42 から出力された第 1 信号 Z1 及び第 2 信号 Z2 をアナログ処理し、原点信号処理部 60 は、原点信号アナログ処理部 10 によってアナログ処理された信号に基づいて、上述した原点近傍信号 Z_{EN}、及び原点信号 Z を生成する。

なお、原点信号生成部 50 の詳細な構成については、図 5 を参照して後述する。

【0018】

なお、本実施形態におけるエンコーダ 1 は、例えば、外部のコントローラである制御装置 2 に接続されている。エンコーダ処理部 5 は、生成した位置情報と、生成した原点近傍信号 Z_{EN} 及び原点信号 Z とを制御装置 2 に出力する。

【0019】

次に、本実施形態におけるエンコーダ 1 のスケール 3 及びヘッド部 4 の構成について図 2 及び図 3 を参照して説明する。

図 2 は、本実施形態におけるヘッド部 4 及びスケール 3 の構成を示す図である。

また、図 3 は、本実施形態におけるスケール 3 の構成を示す図である。図 3 は、スケール 3 を光源 43 方向（光の照射方向）から見た場合の正面図を示している。

なお、本実施形態におけるエンコーダ 1 は、光学式の透過型の検出方式によって、位置情報を検出する実施形態である。

図 2 及び図 3 において、スケール 3 は、位置情報パターン 31 及び原点トラック 35 を備えている。

【0020】

位置情報パターン 31 は、例えば、スケール 3 の相対位置を検出するためのインクリメンタルパターンであり、光源 43 からレンズ 44 を介して照射された光を、パターンに応じて透過するように形成されている。

原点トラック 35 は、位置情報パターン 31 とスケール位置検出方向に平行に配置され、原点位置パターン 32 及び端部位置パターン（33、34）が形成されている。すなわち、原点位置パターン 32 と端部位置パターン（33、34）とは、同じトラック（原点トラック 35）に形成されている。

原点位置パターン 3 2 は、スケール 3 の原点位置 P Z を検出するためのパターンであり、光源 4 3 からレンズ 4 4 を介して照射された光を透過するように形成されている。

端部位置パターン (3 3、3 4) は、スケール 3 の両端である両端部の位置を検出するためのパターンであり、光源 4 3 からレンズ 4 4 を介して照射された光を透過するように形成されている。

【0021】

図 2 において、ヘッド部 4 は、位置情報検出部 4 1、原点検出部 4 2 (4 2 1、4 2 2)、光源 4 3、及びレンズ 4 4 を備えている。

光源 4 3 は、例えば、半導体レーザであり、レンズ 4 4 を介してスケール 3 に光を照射する。

レンズ 4 4 は、例えば、コリメータレンズであり、光源 4 3 とスケール 3 との間に配置されている。レンズ 4 4 は、光源 4 3 から照射された光を受光し、平行光に変換する。この平行光は、位置情報パターン 3 1、原点位置パターン 3 2、及び端部位置パターン (3 3、3 4) に照射される。

【0022】

位置情報検出部 4 1 は、受光素子であり、スケール 3 の位置情報パターン 3 1 を透過した光を受光し、光源 4 3 から照射される光が照射されている位置情報パターン 3 1 に応じた位置情報信号を生成し、生成した位置情報信号をエンコーダ処理部 5 に出力する。

原点検出部 4 2 は、原点位置パターン 3 2 及び端部位置パターン (3 3、3 4) を検出して、第 1 信号 Z 1 と第 2 信号 Z 2 とを出力する。すなわち、原点検出部 4 2 は、原点位置パターン 3 2 及び端部位置パターン (3 3、3 4) を透過した光を受光し、第 1 信号 Z 1 と第 2 信号 Z 2 とを出力する。

【0023】

原点検出部 4 2 は、第 1 受光素子 4 2 1 と第 2 受光素子 4 2 2 とを備えている。

第 1 受光素子 4 2 1 は、原点位置パターン 3 2 及び端部位置パターン (3 3、3 4) を透過した光を検出して第 1 信号 Z 1 を生成し、生成した第 1 信号 Z 1 を出力する。一例として、第 1 受光素子 4 2 1 は、原点位置パターン 3 2 及び端部位置パターン (3 3、3 4) を検出していない場合に、第 1 信号 Z 1 を信号レベル L V 1 に遷移させる (信号レベル L V 1 の信号を第 1 信号 Z 1 として出力する)。また、第 1 受光素子 4 2 1 は、原点位置パターン 3 2 及び端部位置パターン (3 3、3 4) を検出している場合に、第 1 信号 Z 1 を信号レベル L V 1 より電位の高い信号レベル L V 2 に遷移させる (信号レベル L V 2 の信号を第 1 信号 Z 1 として出力する)。

【0024】

第 2 受光素子 4 2 2 は、原点位置パターン 3 2 及び端部位置パターン (3 3、3 4) を透過した光を検出して第 2 信号 Z 2 を生成し、生成した第 2 信号 Z 2 を出力する。一例として、第 2 受光素子 4 2 2 は、原点位置パターン 3 2 及び端部位置パターン (3 3、3 4) を検出していない場合に、第 2 信号 Z 2 を信号レベル L V 1 に遷移させる (信号レベル L V 1 の信号を第 2 信号 Z 2 として出力する)。また、第 2 受光素子 4 2 2 は、原点位置パターン 3 2 及び端部位置パターン (3 3、3 4) を検出している場合に、第 2 信号 Z 2 を信号レベル L V 1 より電位の高い信号レベル L V 2 に遷移させる (信号レベル L V 2 の信号を第 2 信号 Z 2 として出力する)。

【0025】

ここで、第 1 受光素子 4 2 1 と第 2 受光素子 4 2 2 とは、図 3 に示すように、第 1 信号 Z 1 と第 2 信号 Z 2 とが原点位置 P Z に対して互いに異なる信号レベルに遷移する信号になるように配置されている。すなわち、第 1 受光素子 4 2 1 は原点位置パターン 3 2 の一端の境界を検出する位置に配置され、第 2 受光素子 4 2 2 は原点位置パターン 3 2 の他端の境界を検出する位置に配置されている。

【0026】

例えば、図 3 の状態において、スケール 3 の位置を検出する方向であるスケール位置検出方向 (位置検出方向) を X 方向とし、スケール 3 を + X 方向に移動させる。この場合、

10

20

30

40

50

ヘッド部 4 の位置情報検出部 4 1 がスケール 3 の原点位置 P Z を検出する位置において、第 1 受光素子 4 2 1 は第 1 信号 Z 1 を信号レベル L V 2 から信号レベル L V 1 に遷移させ、第 2 受光素子 4 2 2 は第 2 信号 Z 2 を信号レベル L V 1 から信号レベル L V 2 に遷移させる。すなわち、第 1 信号 Z 1 と第 2 信号 Z 2 とは、スケール 3 の原点位置 P Z に対して対称な信号になる。

【0027】

図 4 は、本実施形態におけるスケール 3 をスケール位置検出方向に移動させた場合の一例を示す図である。ここでは、図 4 を参照して、図 3 における位置 P 1、位置 P 2、及び原点位置 P Z の位置関係を説明する。

例えば、スケール 3 をスケール位置検出方向に移動させると、図 4 (a) に示すように位置 P 1 (位置情報検出部 4 1 が黒三角印の位置) に到達する。この位置 P 1 において、第 1 受光素子 4 2 1 が原点位置パターン 3 2 を検出できるようになるため、原点信号生成部 5 0 は、原点近傍信号 Z_{EN} の出力を開始する。

さらにスケール 3 をスケール位置検出方向に移動させると、図 4 (b) に示すように原点位置 P Z (位置情報検出部 4 1 が黒丸印の位置) に到達する。この原点位置 P Z において、原点信号生成部 5 0 は、原点信号 Z を出力する。なお、スケール 3 が、図 4 (a) の位置 (位置 P 1) から図 4 (b) の位置 (原点位置 P Z) に移動した長さは、間隔 L 1 になる。

【0028】

次に、さらにスケール 3 をスケール位置検出方向に移動させると、図 4 (c) に示すように位置 P 2 (位置情報検出部 4 1 が黒四角印の位置) に到達する。この位置 P 2 において、第 2 受光素子 4 2 2 が原点位置パターン 3 2 を検出できなくなるため、原点信号生成部 5 0 は、原点近傍信号 Z_{EN} の出力を停止する。なお、スケール 3 が、図 4 (b) の位置 (原点位置 P Z) から図 4 (c) の位置 (位置 P 2) に移動した長さは、間隔 L 2 になる。つまり、原点信号生成部 5 0 は、位置 P 1 から位置 P 2 までの範囲 (間隔 L 1 + 間隔 L 2 の範囲) において、原点近傍信号 Z_{EN} を出力する。

なお、原点信号生成部 5 0 が、原点信号 Z 及び原点近傍信号 Z_{EN} を生成する動作については、図 6 及び図 7 を参照して後述する。

【0029】

次に、本実施形態における原点信号生成部 5 0 の構成について説明する。

図 5 は、本実施形態における原点検出部 4 2 及び原点信号生成部 5 0 の構成を示す概略ブロック図である。

この図 5 において、原点信号生成部 5 0 は、原点信号アナログ処理部 1 0 及び原点信号処理部 6 0 を備えている。

【0030】

原点信号アナログ処理部 1 0 は、減算回路 1 1 を備えている。

減算回路 1 1 は、オペアンプなどにより構成され、第 1 受光素子 4 2 1 から出力された第 1 信号 Z 1 を、第 2 受光素子 4 2 2 から出力された第 2 信号 Z 2 によって減算した減算信号 Z_{def} を生成する。減算回路 1 1 は、生成した減算信号 Z_{def} を原点信号処理部 6 0 の 2 値化部 6 3 に出力する。これにより、減算信号 Z_{def} は、原点位置 P Z に対して急峻なエッジを持ったエッジ信号となる。

【0031】

原点信号処理部 6 0 は、2 値化部 (6 1、6 2、6 3) 及び X O R (Exclusive OR: 排他的論理和) 回路 6 4 を備えている。

2 値化部 6 1 は、例えば、比較演算器であり、第 1 受光素子 4 2 1 から出力された第 1 信号 Z 1 を予め定められた基準電圧 V 0 により 2 値化した 2 値化信号 Z 1 d を生成する。2 値化部 6 1 は、生成した 2 値化信号 Z 1 d を X O R 回路 6 4 に出力する。なお、2 値化信号 Z 1 d は、例えば、第 1 受光素子 4 2 1 が原点位置パターン 3 2 を検出している場合に、H (ハイ: H i g h) レベルになり、第 1 受光素子 4 2 1 が原点位置パターン 3 2 を検出していない場合に、L (ロウ: L o w) レベルになる。

【0032】

2 値化部 6 2 は、例えば、比較演算器であり、第 2 受光素子 4 2 2 から出力された第 2 信号 Z 2 を予め定められた基準電圧 V 0 により 2 値化した 2 値化信号 Z 2 d を生成する。2 値化部 6 2 は、生成した 2 値化信号 Z 2 d を X O R 回路 6 4 に出力する。なお、2 値化信号 Z 2 d は、例えば、第 2 受光素子 4 2 2 が原点位置パターン 3 2 を検出している場合に、H（ハイ：H i g h）レベルになり、第 2 受光素子 4 2 2 が原点位置パターン 3 2 を検出していない場合に、L（ロウ：L o w）レベルになる。

【0033】

2 値化部 6 3 は、例えば、比較演算器であり、減算回路 1 1 から出力された減算信号 Z d e f を予め定められた基準電圧 V 0 により 2 値化した反転信号を生成し、生成した反転信号を原点信号 Z として出力する。

X O R 回路 6 4 は、排他的論理和演算を行う回路である。X O R 回路 6 4 は、2 値化部 6 1 から出力された 2 値化信号 Z 1 d と、2 値化部 6 2 から出力された 2 値化信号 Z 2 d とを排他的論理和演算して原点近傍信号 Z _ E N を生成する。X O R 回路 6 4 は、2 値化信号 Z 1 d 及び 2 値化信号 Z 2 d に基づいて生成したこの原点近傍信号 Z _ E N を出力する。ここで、原点近傍信号 Z _ E N とは、スケール 3 の原点位置 P Z の近傍位置を示す信号であり、原点近傍信号 Z _ E N は、例えば、原点位置 P Z の近傍位置である場合に、H レベルに遷移する。また、原点近傍信号 Z _ E N は、原点位置 P Z の近傍位置でない場合に、L レベルに遷移する。

【0034】

なお、例えば、原点位置 P Z の近傍位置である場合とは、スケール 3 の位置検出方向（X 方向）の位置範囲において、ヘッド部 4（例、位置情報検出部 4 1）が、スケール 3 の原点位置 P Z に近い位置であり、例えば、図 3 及び図 4 に示されるような位置 P 1 から位置 P 2 までの範囲のこと又は位置 P 1 から位置 P 2 までの範囲のうちの所定の点のことである。また、原点位置 P Z の近傍位置でない場合とは、スケール 3 の位置検出方向（X 方向）の位置範囲において、スケール 3 の原点位置 P Z に近くない位置（遠い位置）である。例えば、原点位置 P Z の近傍位置でない場合とは、図 3 及び図 4 に示されるような位置 P L から位置 P 1 までの範囲、及び、位置 P 2 からスケール 3 のもう一方の端部 P R までの範囲のことである。

【0035】

このように、原点信号生成部 5 0（原点信号処理部 6 0）は、第 1 信号 Z 1 と第 2 信号 Z 2 との排他的論理和に基づいて、原点近傍信号 Z _ E N を生成する。すなわち、原点信号生成部 5 0（原点信号処理部 6 0）は、第 1 信号 Z 1 又は第 2 信号 Z 2 が原点位置パターン 3 2 を検出している信号レベル L V 2 である場合に、原点位置 P Z の近傍位置であることを示す信号レベル（H レベル）に原点近傍信号 Z _ E N を遷移させる。

【0036】

次に、本実施形態におけるエンコーダ 1 の動作について説明する。

まず、エンコーダ 1 における原点信号 Z の生成処理について説明する。

図 6 は、本実施形態における原点信号 Z の生成処理の一例を説明する波形図である。

図 6（a）は、第 1 信号 Z 1、第 2 信号 Z 2、及び減算信号 Z d e f のスケール位置に対する電圧波形を示している。この図 6（a）において、横軸はスケール 3 の位置検出方向におけるスケール位置を示し、縦軸は電圧（信号振幅）を示している。

図 6（b）は、原点信号 Z のスケール位置に対する電圧波形を示している。この図 6（b）において、横軸はスケール 3 の位置検出方向におけるスケール位置を示し、縦軸は電圧（信号レベル）を示している。

【0037】

まず、原点信号 Z を生成する場合、原点検出部 4 2 の第 1 受光素子 4 2 1 及び第 2 受光素子 4 2 2 は、原点位置パターン 3 2 を検出して、上述のように第 1 信号 Z 1 と第 2 信号 Z 2 を出力する。

図 6（a）が示すように、第 1 信号 Z 1 と第 2 信号 Z 2 とは、原点位置 P Z に対して互

いに異なる信号レベルに遷移する信号である。図 3 及び図 4 に示すように、スケール 3 を端部位置 P L から位置検出方向（例、+ X 方向）に移動させて原点位置 P Z を通過した場合に、第 1 信号 Z 1 は、位置 P Z 1 から位置 P Z 2 までの間において信号レベル L V 2 から信号レベル L V 1 に遷移される。また、この場合、第 2 信号 Z 2 は、位置 P Z 1 から位置 P Z 2 までの間において信号レベル L V 1 から信号レベル L V 2 に遷移される。すなわち、原点位置 P Z において、第 1 信号 Z 1 は信号レベル L V 2 から信号レベル L V 1 に遷移され、第 2 信号 Z 2 は信号レベル L V 1 から信号レベル L V 2 に遷移される。

【0038】

なお、スケール 3 を上述とは逆方向に移動させて原点位置 P Z を通過した場合には、原点位置 P Z において、第 1 信号 Z 1 は信号レベル L V 1 から信号レベル L V 2 に遷移され、第 2 信号 Z 2 は信号レベル L V 2 から信号レベル L V 1 に遷移される。

【0039】

次に、減算回路 1 1 は、第 1 受光素子 4 2 1 から出力された第 1 信号 Z 1 を、第 2 受光素子 4 2 2 から出力された第 2 信号 Z 2 によって減算した減算信号 Z d e f を生成する。この減算信号 Z d e f は、位置 P Z 1 から位置 P Z 2 までの間において、高い信号レベルから低い信号レベルに急峻に遷移する。すなわち、減算信号 Z d e f は、原点位置 P Z に対して急峻なエッジを持ったエッジ信号となる。

【0040】

次に、2 値化部 6 3 は、減算回路 1 1 から出力された減算信号 Z d e f を予め定められた基準電圧 V 0 により 2 値化した反転信号を生成し、生成した反転信号を原点信号 Z として出力する。

図 6 (b) が示すように、スケール 3 を位置検出方向に移動させて原点位置 P Z を通過した場合に、原点信号 Z の信号レベルは、原点位置 P Z において L レベルから H レベルに遷移される。また、スケール 3 を上述とは逆方向に移動させて原点位置 P Z を通過した場合には、原点信号 Z の信号レベルは、原点位置 P Z において H レベルから L レベルに遷移される。

このように、原点信号生成部 5 0（原点信号処理部 6 0）は、第 1 信号 Z 1 及び第 2 信号 Z 2 が共に、互いに異なる信号レベルに遷移する場合に原点信号 Z の信号レベルを遷移させる。これにより、原点信号 Z の信号レベルが遷移するエッジを検出することにより、スケール 3 の原点位置 P Z を検出することができる。

【0041】

次に、エンコーダ 1 における原点近傍信号 Z _ E N の生成処理について説明する。

図 7 は、本実施形態における原点近傍信号 Z _ E N の生成処理の一例を説明する波形図である。

図 7 (a) は、原点検出部 4 2 の検出信号である第 1 信号 Z 1 及び第 2 信号 Z 2 のスケール位置に対する電圧波形を示している。この図 7 (a) において、横軸はスケール 3 の位置検出方向におけるスケール位置を示し、縦軸は電圧（信号振幅）を示している。

図 7 (b) は、2 値化信号 Z 1 d 及び Z 2 d のスケール位置に対する電圧波形を示している。この図 7 (b) において、横軸はスケール 3 の位置検出方向におけるスケール位置を示し、縦軸は電圧（信号レベル）を示している。

図 7 (c) は、原点近傍信号 Z _ E N のスケール位置に対する電圧波形を示している。この図において、横軸はスケール 3 の位置検出方向におけるスケール位置を示し、縦軸は電圧（信号レベル）を示している。

【0042】

まず、原点近傍信号 Z _ E N を生成する場合、原点検出部 4 2 の第 1 受光素子 4 2 1 及び第 2 受光素子 4 2 2 は、原点位置パターン 3 2 を検出して、上述のように第 1 信号 Z 1 と第 2 信号 Z 2 を出力する。

ここでは、図 3 及び図 4 に示すように、スケール 3 を端部位置 P L から位置検出方向（+ X 方向）に移動させて原点位置 P Z を通過した場合について説明する。

【0043】

この場合、位置 P 1 において、図 7 (a) に示すように、第 1 受光素子 4 2 1 は、原点位置パターン 3 2 を検出して、第 1 信号 Z 1 を信号レベル L V 1 から信号レベル L V 2 に遷移させる。また、第 2 受光素子 4 2 2 は、原点位置パターン 3 2 を検出していない位置であるため、第 2 信号 Z 2 に信号レベル L V 1 を出力している。なお、位置 P 1 は、スケール 3 の位置検出方向における位置範囲内において、第 1 受光素子 4 2 1 が、原点位置パターン 3 2 の一方の境界（端部位置 P L 側の境界）を検出する位置である。ここで、位置 P 1 と原点位置 P Z との間の位置間隔は間隔 L 1 である。

【0044】

また、位置 P 1 において、2 値化部 6 1 は、第 1 信号 Z 1 を基準電圧 V 0 により 2 値化した 2 値化信号 Z 1 d (H レベル) を出力し、2 値化部 6 2 は、第 2 信号 Z 2 を基準電圧 V 0 により 2 値化した 2 値化信号 Z 2 d (L レベル) を出力する (図 7 (b))。

そして、位置 P 1 において、XOR 回路 6 4 は、2 値化部 6 1 から出力された 2 値化信号 Z 1 d (H レベル) と、2 値化部 6 2 から出力された 2 値化信号 Z 2 d (L レベル) とを排他的論理和演算して原点近傍信号 Z _ E N の信号レベルを L レベルから H レベルに遷移させる (図 7 (c))。

【0045】

次に、原点位置 P Z において、第 1 受光素子 4 2 1 は、第 1 信号 Z 1 を信号レベル L V 2 から信号レベル L V 1 に遷移させ、第 2 受光素子 4 2 2 は、原点位置パターン 3 2 を検出して、原点位置 P Z において第 2 信号 Z 2 を信号レベル L V 1 から信号レベル L V 2 に遷移させる (図 7 (a))。これにより、2 値化部 6 1 は、2 値化信号 Z 1 d の信号レベルを H レベルから L レベルに遷移させ、2 値化部 6 2 は、2 値化信号 Z 2 d の信号レベルを L レベルから H レベルに遷移させる (図 7 (b))。なお、原点位置 P Z において、図 7 (c) に示すように、XOR 回路 6 4 は、原点近傍信号 Z _ E N の信号レベルを H レベルに維持させる。

【0046】

次に、位置 P 2 において、第 2 受光素子 4 2 2 は、第 2 信号 Z 2 を信号レベル L V 2 から信号レベル L V 1 に遷移させ、第 1 受光素子 4 2 1 は、原点位置パターン 3 2 を検出していない位置であるため、第 1 信号 Z 1 に信号レベル L V 1 を出力している (図 7 (a))。これにより、2 値化部 6 2 は、2 値化信号 Z 2 d の信号レベルを H レベルから L レベルに遷移させる (図 7 (b))。なお、位置 P 2 は、スケール 3 の位置検出方向における位置範囲内において、第 2 受光素子 4 2 2 が、原点位置パターン 3 2 の他方の境界（端部位置 P R 側の境界）を検出する位置である。ここで、位置 P 2 と原点位置 P Z との間の位置間隔は間隔 L 2 である。

【0047】

また、位置 P 2 において、2 値化信号 Z 2 d の信号レベルが H レベルから L レベルに遷移するため、XOR 回路 6 4 は、原点近傍信号 Z _ E N の信号レベルを H レベルから L レベルに遷移させる (図 7 (c))。

【0048】

このように、第 1 信号 Z 1 と第 2 信号 Z 2 とは、原点位置 P Z に対して互いに異なる信号レベルに遷移する信号であって、スケール 3 の原点位置 P Z に対して対称な信号である。原点信号生成部 5 0 (原点信号処理部 6 0) は、第 1 信号 Z 1 又は第 2 信号 Z 2 が原点位置パターン 3 2 を検出している信号レベル L V 2 である場合 (位置 P 1 から位置 P 2 までの範囲) に、原点位置 P Z の近傍位置であることを示す信号レベル (H レベル) に原点近傍信号 Z _ E N を遷移させる。つまり、原点近傍信号 Z _ E N は、位置 P 1 から位置 P 2 までの範囲 (間隔 L 1 + 間隔 L 2 の範囲) において、原点近傍信号 Z _ E N には、H レベルの信号レベルが出力される。

なお、この間隔 L 1 + 間隔 L 2 の範囲は、原点位置パターン 3 2 の位置検出方向の長さ及び原点検出部 4 2 の配置を変更することによって、任意に変更することができる。

【0049】

以上のように、本実施形態におけるエンコーダ 1 は、スケール 3 が位置情報パターン 3

10

20

30

40

50

1と原点位置PZを示す原点位置パターン32とを有し、位置情報検出部41が位置情報パターン31を検出した位置情報信号を出力する。また、原点検出部42は、原点位置パターン32を検出して、第1信号Z1と第2信号Z2とを出力する。そして、原点信号生成部50は、第1信号Z1と第2信号Z2とに基づいて、原点位置PZの近傍位置を示す原点近傍信号Z__EN、及び、原点位置PZを示す原点信号Zを生成する。

すなわち、原点信号生成部50は、原点位置PZを検出するための原点位置パターン32によって検出された第1信号Z1と第2信号Z2とに基づいて原点近傍信号Z__ENを生成するため、エンコーダ1は、自装置内で原点近傍信号Z__ENを生成することができる。つまり、本実施形態におけるエンコーダ1は、原点の近傍を検出するセンサ（例、干渉計など）をエンコーダ1の外部に設ける必要がなく、簡易な構成により、原点近傍信号Z__ENを生成することができる。

10

【0050】

これにより、例えば、制御装置2は、原点近傍信号Z__ENがHレベルである場合に、原点信号Zを検出し、検出した原点信号Zに基づいて、原点位置PZを検出する。なお、原点位置パターン32がない位置では、第1信号Z1と第2信号Z2とが共に、同じ信号レベルを出力するため、減算信号Zdefには、基準電圧V0に近い信号レベルが出力される。このため、原点信号Zは、原点位置パターン32がない位置では、外乱などのノイズにより、誤検出された信号を出力する場合がある。このような場合であっても、原点近傍信号Z__ENによって原点近傍位置である場合に、原点位置PZを検出するため、本実施形態におけるエンコーダ1は、原点位置PZの誤検出を低減することができる。

20

【0051】

また、例えば、制御装置2は、原点近傍信号Z__ENがHレベルである場合に、スケール3の移動速度を通常使用の場合よりも低速にする。これにより、本実施形態におけるエンコーダ1は、原点位置PZの検出精度を向上させることができる。

このように、本実施形態におけるエンコーダ1は、原点近傍信号Z__ENに基づいて、処理を変更することができる。よって、本実施形態におけるエンコーダ1は、原点位置を高精度に検出することができる。

【0052】

また、本実施形態において、原点信号生成部50は、原点位置パターン32を検出した第1信号Z1と第2信号Z2とに基づいて、原点信号Z及び原点近傍信号Z__ENを生成する。原点検出部42は、スケール3の移動方向に関係なく、原点位置パターン32を検出して、第1信号Z1と第2信号Z2とを出力することができる。そのため、本実施形態におけるエンコーダ1は、検出のためのスケール3の移動方向が制限されることなく、原点位置PZを高精度に検出することができる。

30

【0053】

また、本実施形態において、第1信号Z1と第2信号Z2とは、原点位置PZに対して互いに異なる信号レベルに遷移する信号である。これにより、原点信号生成部50は、互いに異なる信号レベルに遷移するエッジを検出することにより、簡易な方法によって正確に原点位置PZを検出することができる。そのため、本実施形態におけるエンコーダ1は、原点位置PZを高精度に検出することができる。

40

【0054】

また、本実施形態において、原点信号生成部50は、第1信号Z1及び第2信号Z2が共に、互いに異なる信号レベルに遷移する場合に原点信号Zの信号レベルを遷移させる。また、原点信号生成部50は、第1信号Z1又は第2信号Z2が原点位置パターン32を検出している信号レベル（信号レベルLV2）である場合に、原点位置PZの近傍位置であることを示す信号レベル（Hレベル）に原点近傍信号Z__ENを遷移させる。

これにより、原点信号生成部50は、互いに異なる信号レベルに遷移するエッジを検出することにより、簡易な方法によって正確に原点位置PZを検出することができる。また、原点信号生成部50は、第1信号Z1又は第2信号Z2に基づいて簡易な方法によって正確に原点近傍信号Z__ENを検出することができる。そのため、本実施形態におけるエ

50

ンコーダ 1 は、原点位置 P Z を高精度に検出することができる。

【0055】

また、本実施形態において、第 1 信号 Z 1 と第 2 信号 Z 2 とは、原点位置 P Z に対して対称な信号である。これにより、原点信号生成部 50 は、第 1 信号 Z 1 と第 2 信号 Z 2 との対称な位置を検出することにより、簡易な方法によって正確に原点位置 P Z を検出することができる。そのため、本実施形態におけるエンコーダ 1 は、原点位置 P Z を高精度に検出することができる。

【0056】

また、本実施形態において、原点信号生成部 50 は、第 1 信号 Z 1 と第 2 信号 Z 2 との排他的論理和に基づいて、原点近傍信号 Z_{__}EN を生成する。これにより、原点信号生成部 50 は、XOR 回路 64 を用いた簡易な論理回路によって、原点近傍信号 Z_{__}EN を生成することができる。

【0057】

[第 2 の実施形態]

次に、第 2 の実施形態におけるエンコーダ 1 について説明する。

図 8 は、本実施形態における原点検出部 42 及び原点信号生成部 50 の構成を示す概略ブロック図である。

なお、本実施形態では、原点近傍信号 Z_{__}EN を生成する構成が異なる点を除き、第 1 の実施形態と同様である。すなわち、本実施形態において、エンコーダ 1、ヘッド部 4、及びスケール 3 の構成は、図 1 から図 3 に示される第 1 の実施形態における構成と同様である。

また、図 8 において、図 5 と同一の構成については同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0058】

図 8 において、原点信号アナログ処理部 10 は、減算回路 11 と加算回路 12 とを備えている。

加算回路 12 は、オペアンプなどにより構成され、第 1 受光素子 421 から出力された第 1 信号 Z 1 と、第 2 受光素子 422 から出力された第 2 信号 Z 2 とを加算処理（和算処理）して、和算信号（Z 1 + Z 2）を生成する。加算回路 12 は、生成した和算信号（Z 1 + Z 2）を原点信号処理部 60 の 2 値化部 65 に出力する。

なお、加算回路 12 が出力する信号レベルは、低信号レベル（2LV1）、中信号レベル（LV1 + LV2）、及び高信号レベル（2LV2）の 3 種類である。低信号レベル（2LV1）は、第 1 信号 Z 1 と第 2 信号 Z 2 とが共に信号レベル LV1 である場合であり、信号レベル LV1 の 2 倍の信号レベル（2LV1）である。中信号レベル（LV1 + LV2）は、第 1 信号 Z 1 と第 2 信号 Z 2 とのうち、一方が信号レベル LV1 であり、他方が信号レベル LV2 である場合である。また、高信号レベル（2LV2）は、第 1 信号 Z 1 と第 2 信号 Z 2 とが共に信号レベル LV2 である場合であり、信号レベル LV2 の 2 倍の信号レベル（2LV2）である。

【0059】

原点信号処理部 60 は、2 値化部（63、65）を備えている。

2 値化部 65 は、例えば、比較演算器であり、加算回路 12 から出力された和算信号（Z 1 + Z 2）を予め定められた基準電圧（例えば、（LV1 + LV2）／2）により 2 値化した 2 値化信号を生成する。2 値化部 65 は、生成した 2 値化信号を原点近傍信号 Z_{__}EN として出力する。

このように、原点信号生成部 50 は、第 1 信号 Z 1 と第 2 信号 Z 2 とを和算処理した信号に基づいて、原点近傍信号 Z_{__}EN を生成する。

【0060】

次に、本実施形態におけるエンコーダ 1 の動作について説明する。

本実施形態におけるエンコーダ 1 において、位置情報を生成する基本処理、及び、原点信号 Z の生成処理は、第 1 の実施形態における処理と同様である。本実施形態では、原点

10

20

30

40

50

近傍信号 Z_EN の生成処理が第 1 の実施形態と異なる。

【0061】

図 9 は、本実施形態における原点近傍信号 Z_EN の生成処理の一例を説明する波形図である。

図 9 (a) は、原点検出部 42 の検出信号である第 1 信号 Z_1 及び第 2 信号 Z_2 のスケール位置に対する電圧波形を示している。この図において、横軸はスケール 3 の位置検出方向におけるスケール位置を示し、縦軸は電圧（信号振幅）を示している。なお、図 9 (a) における原点検出部 42 の動作は、図 7 (a) に示される第 1 の実施形態における原点検出部 42 の動作と同様である。

【0062】

図 9 (b) は、和算信号 ($Z_1 + Z_2$) のスケール位置に対する電圧波形を示している。この図において、横軸はスケール 3 の位置検出方向におけるスケール位置を示し、縦軸は電圧（信号レベル）を示している。

図 9 (c) は、原点近傍信号 Z_EN のスケール位置に対する電圧波形を示している。この図において、横軸はスケール 3 の位置検出方向におけるスケール位置を示し、縦軸は電圧（信号レベル）を示している。

【0063】

加算回路 12 は、第 1 信号 Z_1 と第 2 信号 Z_2 とを加算処理（和算処理）して、和算信号 ($Z_1 + Z_2$) を生成する。すなわち、図 9 (b) に示すように、位置 P1 において、加算回路 12 は、低信号レベル ($2LV_1$) から中信号レベル ($LV_1 + LV_2$) に和算信号 ($Z_1 + Z_2$) を遷移させる。また、位置 P2 において、加算回路 12 は、中信号レベル ($LV_1 + LV_2$) から低信号レベル ($2LV_1$) に和算信号 ($Z_1 + Z_2$) を遷移させる。

【0064】

次に、2 値化部 65 は、加算回路 12 から出力された和算信号 ($Z_1 + Z_2$) を基準電圧（例えば、 $(LV_1 + LV_2) / 2$ ）により 2 値化した 2 値化信号を生成する。これにより、図 9 (c) に示すように、図 7 (c) と同様の原点近傍信号 Z_EN が生成される。

【0065】

以上のように、本実施形態におけるエンコーダ 1 は、原点信号生成部 50 が、第 1 信号 Z_1 と第 2 信号 Z_2 とを和算処理した信号に基づいて、原点近傍信号 Z_EN を生成する。これにより、原点信号生成部 50 は、加算回路 12 と 2 値化部 65 とを用いた簡易な回路によって、原点近傍信号 Z_EN を生成することができる。これにより、本実施形態におけるエンコーダ 1 は、第 1 の実施形態と同様に、本実施形態におけるエンコーダ 1 は、原点位置を高精度に検出することができる。

【0066】

〔第 3 の実施形態〕

次に、第 3 の実施形態におけるエンコーダ 1a について説明する。

図 10 は、本実施形態によるエンコーダ 1a の構成を示す概略ブロック図である。

この図において、本実施形態によるエンコーダ 1a は、原点信号 Z 及び原点近傍信号 Z_EN の他に、スケール 3 の位置情報を検出可能な範囲を示すオーバートラベル信号 Z_OT を生成する原点信号処理部 60a を備える点を除き、図 1 に示されるエンコーダ 1 と同様である。この図において、図 1 と同一の構成については同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0067】

また、本実施形態において、ヘッド部 4、及びスケール 3 の構成は、図 2 及び図 3 に示される第 1 の実施形態における構成と同様である。なお、スケール 3 は、上述したように、スケール 3 における端部の位置を示す端部位置パターン (33、34) を有している。

【0068】

図 10 において、原点信号処理部 60a は、上述したオーバートラベル信号 Z_OT を

生成し、生成したオーバートラベル信号 Z_OT を制御装置 2 に出力する点を除き、図 1 に示される原点信号処理部 60 と同様である。

【0069】

図 11 は、本実施形態における原点検出部 42 及び原点信号生成部 50 の構成を示す概略ブロック図である。

なお、本実施形態では、オーバートラベル信号 Z_OT を生成する構成が異なる点を除き、図 5 に示される第 1 の実施形態と同様である。すなわち、本実施形態において、エンコーダ 1a、ヘッド部 4、及びスケール 3 の構成は、図 1 から図 3 に示される第 1 の実施形態における構成と同様である。この図において、図 5 と同一の構成については同一の符号を付し、その説明を省略する。

10

【0070】

原点信号処理部 60a は、2 値化部 (61、62、63)、XOR 回路 64、及び NAND (NOT AND: 否定論理積) 回路 66 を備えている。

NAND 回路 66 は、否定論理積演算を行う回路である。NAND 回路 66 は、2 値化部 61 から出力された 2 値化信号 $Z1d$ と、2 値化部 62 から出力された 2 値化信号 $Z2d$ とを否定論理積演算してオーバートラベル信号 Z_OT を生成する。NAND 回路 66 は、2 値化信号 $Z1d$ 及び 2 値化信号 $Z2d$ に基づいて生成したこのオーバートラベル信号 Z_OT を出力する。ここで、オーバートラベル信号 Z_OT とは、スケール 3 の端部位置 (PL、PR) を示す信号であり、すなわち、スケール 3 の位置情報を検出可能な範囲を示す信号である。オーバートラベル信号 Z_OT は、例えば、端部位置 (PL、PR) である場合に、L レベルから H レベル、又は、H レベルから L レベルに遷移する。また、オーバートラベル信号 Z_OT は、スケール 3 の位置情報を検出可能な範囲である場合に、H レベルに遷移される。ここで、端部位置 (PL、PR) は、オーバートラベル位置に対応する。

20

【0071】

このように、原点信号生成部 50 は、第 1 信号 $Z1$ と第 2 信号 $Z2$ とに基づいて、原点検出部 42 がスケール 3 の位置情報を検出可能な範囲を示すオーバートラベル信号 Z_OT を生成する。すなわち、原点信号生成部 50 は、第 1 信号 $Z1$ と第 2 信号 $Z2$ との否定論理積に基づいて、オーバートラベル信号 Z_OT を生成する。

【0072】

30

次に、本実施形態におけるエンコーダ 1a の動作について説明する。

本実施形態におけるエンコーダ 1a において、位置情報を生成する基本処理、及び、原点信号 Z の生成処理は、第 1 の実施形態における処理と同様である。本実施形態では、オーバートラベル信号 Z_OT の生成処理が追加されている点が第 1 の実施形態と異なる。

【0073】

図 12 は、本実施形態における原点近傍信号 Z_EN 及びオーバートラベル信号 Z_OT の生成処理の一例を説明する波形図である。

図 12 (a) は、原点検出部 42 の検出信号である第 1 信号 $Z1$ 及び第 2 信号 $Z2$ のスケール位置に対する電圧波形を示している。なお、図 12 (a) における原点検出部 42 の動作は、図 7 (a) に示される第 1 の実施形態における原点検出部 42 の動作と基本的に同様であるが、図 12 (a) では、端部位置 (PL、PR) の近傍位置における第 1 信号 $Z1$ 及び第 2 信号 $Z2$ の電圧波形が追加されている。

40

【0074】

また、図 12 (b) は、2 値化信号 $Z1d$ 及び $Z2d$ のスケール位置に対する電圧波形を示している。なお、図 12 (b) における 2 値化部 (61、62) の動作は、図 7 (b) に示される第 1 の実施形態における 2 値化部 (61、62) の動作と基本的に同様であるが、図 12 (b) では、端部位置 (PL、PR) の近傍位置における 2 値化信号 $Z1d$ 及び 2 値化信号 $Z2d$ の電圧波形が追加されている。

【0075】

また、図 7 (c) は、原点近傍信号 Z_EN のスケール位置に対する電圧波形を示して

50

いる。なお、図 1 2 (b) における X O R 回路 6 4 の動作は、図 7 (b) に示される第 1 の実施形態における X O R 回路 6 4 の動作と基本的に同様であるが、図 1 2 (c) では、端部位置 (P L、P R) の近傍位置における原点近傍信号 Z _ E N の電圧波形が追加されている。本実施形態では、原点近傍信号 Z _ E N は、位置 P L から位置 P 3 までの範囲、及び、位置 P 4 から位置 P R までの範囲において、H レベルに遷移する。

【0076】

また、図 1 2 (d) は、オーバートラベル信号 Z _ O T のスケール位置に対する電圧波形を示している。この図において、横軸はスケール 3 の位置検出方向におけるスケール位置を示し、縦軸は電圧 (信号レベル) を示している。

【0077】

まず、オーバートラベル信号 Z _ O T を生成する場合、原点検出部 4 2 の第 1 受光素子 4 2 1 及び第 2 受光素子 4 2 2 は、端部位置パターン (3 3、3 4) を検出して、上述のように第 1 信号 Z 1 と第 2 信号 Z 2 を出力する。すなわち、原点検出部 4 2 は、端部位置パターン (3 3、3 4) を検出して、当該検出結果に応じた信号レベル L V 2 に第 1 信号 Z 1 及び第 2 信号 Z 2 を遷移させる。

ここでは、図 3 に示すように、スケール 3 を端部位置パターン 3 3、原点位置パターン 3 2、端部位置パターン 3 4 の順に検出するように位置検出方向に沿って移動させた場合について説明する。

【0078】

この場合、スケール 3 の位置 P L が第 1 受光素子 4 2 1 を通過した時において、図 1 2 (a) に示すように、第 1 受光素子 4 2 1 は、端部位置パターン 3 3 を検出していない位置になり、第 1 信号 Z 1 を信号レベル L V 2 から信号レベル L V 1 に遷移させる。また、第 2 受光素子 4 2 2 は、端部位置パターン 3 3 を検出しているため、第 2 信号 Z 2 に信号レベル L V 2 を出力している。なお、位置 P L は、図 3 のように、端部位置パターン 3 3 の右端位置である。

【0079】

また、位置 P L において、2 値化部 6 1 は、第 1 信号 Z 1 を基準電圧 V 0 により 2 値化した 2 値化信号 Z 1 d (L レベル) を出力し、2 値化部 6 2 は、第 2 信号 Z 2 を基準電圧 V 0 により 2 値化した 2 値化信号 Z 2 d (H レベル) を出力する (図 1 2 (b))。

そして、位置 P L において、X O R 回路 6 4 は、2 値化部 6 1 から出力された 2 値化信号 Z 1 d (L レベル) と、2 値化部 6 2 から出力された 2 値化信号 Z 2 d (H レベル) とを排他的論理和演算して原点近傍信号 Z _ E N の信号レベルを L レベルから H レベルに遷移させる (図 1 2 (c))。

また、位置 P L において、N A N D 回路 6 6 は、2 値化信号 Z 1 d (L レベル) と、2 値化信号 Z 2 d (H レベル) とを否定論理積演算してオーバートラベル信号 Z _ O T の信号レベルを L レベルから H レベルに遷移させる (図 1 2 (d))。

【0080】

次に、位置 P 3 において、第 2 受光素子 4 2 2 は、第 2 信号 Z 2 を信号レベル L V 2 から信号レベル L V 1 に遷移させる (図 1 2 (a))。これにより、2 値化部 6 2 は、2 値化信号 Z 2 d の信号レベルを H レベルから L レベルに遷移させる (図 1 2 (b))。

また、位置 P 3 において、X O R 回路 6 4 は、原点近傍信号 Z _ E N の信号レベルを H レベルから L レベルに遷移させる (図 1 2 (c))。

位置 P 1 から位置 P 3 における動作は、図 7 と同様であるため、説明を省略する。

【0081】

次に、位置 P 4 において、第 1 受光素子 4 2 1 は、端部位置パターン 3 4 を検出する位置になり、第 1 信号 Z 1 を信号レベル L V 1 から信号レベル L V 2 に遷移させる (図 1 2 (a))。これにより、2 値化部 6 1 は、2 値化信号 Z 1 d の信号レベルを L レベルから H レベルに遷移させる (図 1 2 (b))。

また、位置 P 4 において、X O R 回路 6 4 は、原点近傍信号 Z _ E N の信号レベルを L レベルから H レベルに遷移させる (図 1 2 (c))。

【0082】

次に、位置PRにおいて、第2受光素子422は、端部位置パターン34を検出する位置になり、第2信号Z2を信号レベルLV1から信号レベルLV2に遷移させる（図12（a））。これにより、2値化部62は、2値化信号Z2dの信号レベルをLレベルからHレベルに遷移させる（図12（b））。

また、位置PRにおいて、XOR回路64は、原点近傍信号Z__ENの信号レベルをHレベルからLレベルに遷移させる（図12（c））。

そして、位置PRにおいて、NAND回路66は、オーバートラベル信号Z__OTの信号レベルをHレベルからLレベルに遷移させる（図12（d））。

【0083】

このように、原点信号生成部50は、位置PLから位置PRまでの範囲で、オーバートラベル信号Z__OTとして、Hレベルを出力する。すなわち、オーバートラベル信号Z__OTの立ち上がりエッジ又は立ち下りエッジを検出することにより、オーバートラベル位置（PL、PR）を検出することができる。なお、位置PLから位置P3までの範囲、及び、位置P4から位置PRまでの範囲において、原点近傍信号Z__ENの信号レベルがHレベルに遷移されるが、これらの範囲において、原点信号Zが出力されることはないため、問題にならない。そのため、制御装置2は、これらの範囲における原点近傍信号Z__ENを無視してもよい。

【0084】

以上のように、本実施形態におけるエンコーダ1aは、スケール3が位置情報パターン31と原点位置PZを示す原点位置パターン32とを有し、位置情報検出部41が位置情報パターン31を検出した位置情報信号を出力する。また、原点検出部42は、原点位置パターン32を検出して、第1信号Z1と第2信号Z2とを出力する。そして、原点信号生成部50は、第1信号Z1と第2信号Z2とに基づいて、原点位置PZの近傍位置を示す原点近傍信号Z__EN、及び、原点位置PZを示す原点信号Zを生成する。

これにより、本実施形態におけるエンコーダ1aは、上記の各実施形態と同様に、原点位置PZを高精度に検出することができる。

【0085】

また、本実施形態におけるエンコーダ1aは、スケール3が、位置検出に使用されるスケール3であって、位置情報パターン31とスケール3の端部の位置を示す端部位置パターン（33、34）とを有する。また、位置情報検出部41は、位置情報パターン31を検出した位置情報信号を出力する。原点検出部42（端部位置検出部）は、端部位置パターン（33、34）を検出して、第1信号Z1と第2信号Z2とを出力する。そして、原点信号生成部50は、第1信号Z1と第2信号Z2とに基づいて、スケール3の位置情報を検出可能な範囲を示すオーバートラベル信号Z__OTを生成する。

これにより、エンコーダ1aは、自装置内でオーバートラベル信号Z__OTを生成することができる。つまり、本実施形態におけるエンコーダ1aは、オーバートラベル位置（PL、PR）を検出するセンサ（例、干渉計など）をエンコーダ1aの外部に設ける必要がなく、簡易な構成により、オーバートラベル信号Z__OTを生成することができる。よって、本実施形態におけるエンコーダ1aは、オーバートラベル位置（PL、PR）を検

【0086】

また、本実施形態において、原点信号生成部50は、第1信号Z1と第2信号Z2との否定論理積に基づいて、オーバートラベル信号Z__OTを生成する。これにより、原点信号生成部50は、NAND回路66を用いた簡易な論理回路によって、オーバートラベル信号Z__OTを生成することができる。よって、本実施形態におけるエンコーダ1aは、オーバートラベル位置（PL、PR）を検出することができる。

【0087】

〔第4の実施形態〕

次に、第4の実施形態におけるエンコーダ1aについて説明する。

図 1 3 は、本実施形態における原点検出部 4 2 及び原点信号生成部 5 0 の構成を示す概略ブロック図である。

なお、本実施形態では、オーバートラベル信号 Z_OT を生成する構成が異なる点を除き、第 3 の実施形態と同様である。すなわち、本実施形態において、エンコーダ 1 a、ヘッド部 4、及びスケール 3 の構成は、図 1 から図 3 に示される第 1 の実施形態における構成と同様である。また、本実施形態における原点信号アナログ処理部 1 0 は、図 8 に示される第 2 の実施形態における構成と同様である。

また、図 1 3 において、図 1 1 と同一の構成については同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0088】

10

図 1 3 において、原点信号処理部 6 0 a は、2 値化部 (6 3、6 7) を備えている。

2 値化部 6 7 は、2 段階の閾値電圧 (第 1 閾値電圧 V_1 、第 2 閾値電圧 V_2) に基づいて、加算回路 1 2 から出力された和算信号 ($Z_1 + Z_2$) を 2 値化し、原点近傍信号 Z_EN 及びオーバートラベル信号 Z_OT の 2 種類の信号を生成する。すなわち、2 値化部 6 7 は、原点近傍信号 Z_EN を生成する場合に、和算信号 ($Z_1 + Z_2$) を第 2 閾値電圧 V_2 に基づいて 2 値化した 2 値化信号を生成する。ここで、第 2 閾値電圧 V_2 は、第 1 閾値電圧 V_1 より低い閾値電圧であり、例えば、上述した基準電圧 ($(LV_1 + LV_2) / 2$) である。2 値化部 6 7 は、生成した 2 値化信号を原点近傍信号 Z_EN として出力する。

【0089】

20

また、2 値化部 6 7 は、オーバートラベル信号 Z_OT を生成する場合に、和算信号 ($Z_1 + Z_2$) を第 2 閾値電圧 V_1 に基づいて 2 値化反転した 2 値化反転信号を生成する。ここで、第 1 閾値電圧 V_1 は、第 2 閾値電圧 V_2 より高い閾値電圧であり、例えば、上述した中信号レベル ($LV_1 + LV_2$)、及び高信号レベル ($2LV_2$) の中間電圧 ($(LV_1 + 3LV_2) / 2$) である。2 値化部 6 7 は、生成した 2 値化反転信号をオーバートラベル信号 Z_OT として出力する。

【0090】

なお、2 値化部 6 7 は、生成した原点近傍信号 Z_EN 及びオーバートラベル信号 Z_OT を並列して出力してもよいし、制御装置 2 から供給された制御指令又は制御信号に基づいて、原点近傍信号 Z_EN とオーバートラベル信号 Z_OT とを切り替えて出力する形態でもよい。

30

このように、原点信号生成部 5 0 は、第 1 信号 Z_1 と第 2 信号 Z_2 とを和算処理した信号に基づいて、オーバートラベル信号 Z_OT を生成する。

【0091】

次に、本実施形態におけるエンコーダ 1 a の動作について説明する。

本実施形態におけるエンコーダ 1 a において、位置情報を生成する基本処理、原点信号 Z の生成処理、及び、原点近傍信号 Z_EN の生成処理は、第 2 の実施形態における処理と同様である。本実施形態では、オーバートラベル信号 Z_OT を生成する処理が追加されている第 2 の実施形態と異なる。

【0092】

40

図 1 4 は、本実施形態における原点近傍信号 Z_EN の生成処理及びオーバートラベル信号 Z_OT の生成処理の一例を説明する波形図である。

図 1 4 (a) は、原点検出部 4 2 の検出信号である第 1 信号 Z_1 及び第 2 信号 Z_2 のスケール位置に対する電圧波形を示している。また、図 1 4 (b) は、和算信号 ($Z_1 + Z_2$) のスケール位置に対する電圧波形を示している。また、図 1 4 (c) は、原点近傍信号 Z_EN のスケール位置に対する電圧波形を示している。また、図 1 4 (d) は、オーバートラベル信号 Z_OT のスケール位置に対する電圧波形を示している。

【0093】

図 1 4 (a) から図 1 4 (c) に示される波形は、位置 P 3 から位置 P 4 までの範囲において、図 9 (a) から図 9 (c) に示される波形と同様である。位置 P L 側のスケール

50

3の端部から位置P3までの範囲、及び、位置P4から位置PR側のスケール3の端部までの範囲における波形が図9(a)から図9(c)に示される波形と異なるため、この範囲について説明する。

【0094】

位置PL及び位置P3において、和算信号($Z1 + Z2$)は、高信号レベル($2LV2$)から中信号レベル($LV1 + LV2$)への遷移と、中信号レベル($LV1 + LV2$)から低信号レベル($2LV1$)への遷移との2段階に遷移する(図14(b))。上述したように、2値化部67は、2段階の閾値電圧(第1閾値電圧V1、第2閾値電圧V2)に基づいて、加算回路12から出力された和算信号($Z1 + Z2$)を2値化する。そのため、2値化部67は、第1閾値電圧V1に基づいて和算信号($Z1 + Z2$)を2値化し、位置P3において、原点信号Z__ENの信号レベルをHレベルからLレベルに遷移させる(図14(c))。同様に、2値化部67は、第2閾値電圧V2に基づいて和算信号($Z1 + Z2$)を2値化反転し、位置PLにおいて、オーバートラベル信号Z__OTの信号レベルをLレベルからHレベルに遷移させる(図14(d))。

位置P4及び位置PRにおいても、位置PL及び位置P3においてと同様の処理がされる。その結果、2値化部67は、位置PLから位置PRまでの範囲で、オーバートラベル信号Z__OTの信号レベルをHレベルに遷移させる。

【0095】

このように、原点信号生成部50は、位置PLから位置PRまでの範囲で、オーバートラベル信号Z__OTとして、Hレベルを出力する。すなわち、オーバートラベル信号Z__OTの立ち上がりエッジ又は立ち下りエッジを検出することにより、オーバートラベル位置(PL、PR)を検出することができる。なお、位置PL側のスケール3の端部から位置P3までの範囲、及び、位置P4から位置PR側のスケール3の端部までの範囲において、原点近傍信号Z__ENの信号レベルがHレベルに遷移されるが、これらの範囲において、原点信号Zが出力されることはないため、問題にならない。そのため、制御装置2は、これらの範囲における原点近傍信号Z__ENを無視してもよい。

【0096】

以上のように、本実施形態におけるエンコーダ1aは、原点信号生成部50が、第1信号Z1と第2信号Z2とを和算処理した信号に基づいて、原点近傍信号Z__ENを生成する。これにより、原点信号生成部50は、加算回路12と2値化部67とを用いた簡易な回路によって、原点近傍信号Z__ENを生成することができる。これにより、本実施形態におけるエンコーダ1aは、第2の実施形態と同様に、本実施形態におけるエンコーダ1aは、原点位置PZを高精度に検出することができる。

【0097】

また、本実施形態におけるエンコーダ1aは、原点信号生成部50が、第1信号Z1と第2信号Z2とを和算処理した信号に基づいて、オーバートラベル信号Z__OTを生成する。これにより、原点信号生成部50は、加算回路12と2値化部67とを用いた簡易な回路によって、オーバートラベル信号Z__OTを生成することができる。そのため、本実施形態におけるエンコーダ1aは、オーバートラベル位置(PL、PR)を検出するセンサ(例、干渉計など)をエンコーダ1aの外部に設ける必要がなく、オーバートラベル位置(PL、PR)を検出することができる。

【0098】

上記の各実施形態において、図2及び図3に示されるヘッド部4及びスケール3を適用する一例について説明したが、ヘッド部4及びスケール3に他の変形例を適用することが可能である。なお、後述する各変形例を適用したエンコーダ1(1a)は、上記の各実施形態と同様に、原点位置PZを高精度に検出することができる。

以下、ヘッド部4及びスケール3の変形例について説明する。

【0099】

<第1の変形例>

図15及び図16は、ヘッド部4及びスケール3の第1の変形例の構成を示す図である

10

20

30

40

50

。図 1 5 及び図 1 6 において、図 2 及び図 3 と同一の構成については同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0100】

図 1 5 及び図 1 6 に示すように、第 1 の変形例は、スケール 3 が、第 1 の原点トラック 3 5 1 と第 2 の原点トラック 3 5 2 との 2 つの原点トラック 3 5 を有している点がことなる。すなわち、原点トラック 3 5 は、第 1 の原点トラック 3 5 1 と第 2 の原点トラック 3 5 2 を有している。この 2 つの原点トラック (3 5 1、3 5 2) は、位置情報パターン 3 1 を間に配置するように、位置情報パターン 3 1 とスケール位置検出方向に平行に配置されている。

【0101】

第 1 の原点トラック 3 5 1 には、原点位置パターン 3 2 1 及び端部位置パターン (3 3 1、3 4 1) が形成されている。すなわち、原点位置パターン 3 2 1 と端部位置パターン (3 3 1、3 4 1) とは、同じトラック (原点トラック 3 5 1) に形成されている。

また、第 2 の原点トラック 3 5 2 には、原点位置パターン 3 2 2 及び端部位置パターン (3 3 2、3 4 2) が形成されている。すなわち、原点位置パターン 3 2 2 と端部位置パターン (3 3 2、3 4 2) とは、同じトラック (原点トラック 3 5 2) に形成されている。

【0102】

原点位置パターン 3 2 は、原点位置 P Z を中心に対称に形成されている第 1 の原点位置パターン 3 2 1 と第 2 の原点位置パターン 3 2 2 とを有している。

端部位置パターン 3 3 は、スケール 3 の一方の端部位置 (P L) を検出するためのパターンであり、端部位置パターン 3 3 1 及び端部位置パターン 3 3 2 を有している。

端部位置パターン 3 4 は、スケール 3 の他方の端部位置 (P R) を検出するためのパターンであり、端部位置パターン 3 3 1 及び端部位置パターン 3 3 2 を有している。

【0103】

第 1 受光素子 4 2 1 は、第 1 の原点位置パターン 3 2 1 及び端部位置パターン (3 3 1、3 4 1) を透過した光を検出して第 1 信号 Z 1 を生成し、生成した第 1 信号 Z 1 を出力する。

第 1 受光素子 4 2 2 は、第 2 の原点位置パターン 3 2 2 及び端部位置パターン (3 3 2、3 4 2) を透過した光を検出して第 2 信号 Z 2 を生成し、生成した第 2 信号 Z 2 を出力する。

【0104】

ここで、第 1 受光素子 4 2 1 と第 2 受光素子 4 2 2 とは、図 1 6 に示すように、第 1 信号 Z 1 と第 2 信号 Z 2 とが原点位置 P Z に対して互いに異なる信号レベルに遷移する信号になるように配置されている。すなわち、第 1 受光素子 4 2 1 は第 1 の原点位置パターン 3 2 1 の位置 P R 側の境界を検出する位置に配置され、第 2 受光素子 4 2 2 は第 2 の原点位置パターン 3 2 2 の位置 P L 側の境界を検出する位置に配置されている (図 1 6 参照)。

【0105】

以上のように、第 1 の変形例では、第 1 の原点位置パターン 3 2 1 と第 2 の原点位置パターン 3 2 2 が、原点位置 P Z を中心に対称に形成されている。これにより、スケール 3 が光源 4 3 からの照射光軸を中心に回転した位置ズレが発生し場合であっても、正確に原点位置 P Z を検出することができる。また、第 1 の原点位置パターン 3 2 1 及び第 2 の原点位置パターン 3 2 2 の位置検出方向の長さを変更することにより、上述した間隔 L 1 及び間隔 L 2 を変更できる。そのため、第 1 の変形例では、原点近傍の範囲を任意に変更することができる。

また、第 1 の変形例では、端部位置パターン 3 3 1 及び端部位置パターン 3 3 2 の位置検出方向におけるパターンの位置を一致させて形成することにより、図 1 2 (a) の波形における位置 P L と位置 P 3 を一致させることができる。また、端部位置パターン 3 4 1 及び端部位置パターン 3 4 2 の位置検出方向におけるパターンの位置を一致させて形成す

10

20

30

40

50

ることにより、図 12 (a) の波形における位置 P 4 と位置 P R を一致させることができる。

これにより、図 12 (c) の位置 P L から位置 P 3 までの範囲、及び、位置 P 4 から位置 P R までの範囲において、原点近傍信号 Z_{EN} の信号レベルが H レベルに遷移されることを防止することができる。

【0106】

< 第 2 の変形例 >

図 17 は、ヘッド部 4 及びスケール 3 の第 2 の変形例の構成を示す図である。

第 2 の変形例は、第 1 の変形例における第 1 受光素子 421 と第 2 受光素子 422 との配置を変更した変形例である。

図 17 に示すように、第 2 の変形例では、第 1 受光素子 421 は第 1 の原点位置パターン 321 の位置 P L 側の境界を検出する位置に配置され、第 2 受光素子 422 は第 2 の原点位置パターン 322 の位置 P R 側の境界を検出する位置に配置されている。第 1 受光素子 421 及び第 2 受光素子 422 は、原点位置 P Z を中心に対称に配置されている。

また、端部位置パターン 331 及び端部位置パターン 332 の位置検出方向におけるパターンの位置をずらして形成することにより、図 12 (a) の波形における位置 P L と位置 P 3 を一致させることができる。また、端部位置パターン 341 及び端部位置パターン 342 の位置検出方向におけるパターンの位置をずらして形成することにより、図 12 (a) の波形における位置 P 4 と位置 P R を一致させることができる。

これにより、図 12 (c) の位置 P L から位置 P 3 までの範囲、及び、位置 P 4 から位置 P R までの範囲において、原点近傍信号 Z_{EN} の信号レベルが H レベルに遷移されることを防止することができる。

【0107】

< 第 3 の変形例 >

図 18 は、ヘッド部 4 及びスケール 3 の第 3 の変形例の構成を示す図である。

第 3 の変形例は、上記の各実施形態における透過型の検出方式を反射型の検出方式に変更した変形例である。

図 18 において、ヘッド部 4 は、位置情報検出部 41、原点検出部 42 (421、422)、光源 43、レンズ 44、インデックス格子 45、及び原点用スリット 46 を備えている。

【0108】

スケール 3 は、第 1 の実施形態と同様のパターンが形成されているが、光源 43 から照射された光を反射するように形成されている。

インデックス格子 45 は、レンズ 44 と位置情報パターン 31 との間に配置されている。インデックス格子 45 は、例えば、所定のピッチで格子状のパターンが形成された回折格子であって、位置検出方向に沿って周期的に形成された回折パターンを有する透過型の回折格子である。インデックス格子 45 は、レンズ 44 を透過した平行光を受光し、回折光を位置情報パターン 31 に出射する。

位置情報検出部 41 及び原点検出部 42 (421、422) は、スケール 3 の反射光を受光するため、スケール 3 のパターン面に対向して配置されている。位置情報検出部 41 は、上述した回折光の反射光を受光して、位置情報信号を出力する。

【0109】

原点用スリット 46 は、レンズ 44 と原点トラック 35 との間に配置され、原点検出部 42 (421、422) が第 1 信号 Z₁ 及び第 2 信号 Z₂ が急峻なエッジを持った信号を出力できるように機能する。

【0110】

以上のように、第 3 の変形例では、インデックス格子 45 を備えるため、高精度に位置情報を検出することができる。また、原点用スリット 46 により急峻なエッジを持った第 1 信号 Z₁ 及び第 2 信号 Z₂ を得ることができる。これにより、第 3 の変形例を適用したエンコーダ 1 (1a) は、原点位置 P Z を高精度に検出することができる。

【0111】

<第4の変形例>

図19は、ヘッド部4及びスケール3の第4の変形例の構成を示す図である。

第4の変形例は、波長変調による検出方式を適用した変形例である。なお、第4の変形例において、原点位置パターン32及び端部位置パターン(33、34)の検出方式は、上記の各実施形態と同様である。

図15において、ヘッド部4は、光源部40、インデックス格子45、一对のミラー48a、48b、位置情報検出部41、及びガラスブロック47を有する。

【0112】

光源部40は、変調部49、光源43、レンズ44を含む。

変調部49は、例えば、光源43に供給される電流を変化させることによって、光源43から出射される光の波長を周期的に変化させる。変調部49は、例えば、光源43から出射される光の波長 $\lambda = 850\text{ nm}$ を、 $\Delta\lambda = \pm 5\text{ nm}$ 分だけ変化させることができる。つまり、変調部49は、光源43から出射される光の波長を $\lambda = 845 \sim 855\text{ nm}$ の範囲で変化させることができる。

光源43は、例えばレーザ光を出射するレーザ素子であって、変調部49により変調されたコヒーレントな光を-Y軸方向に向けて出射する。

レンズ44は、光源43から出射された光を受光し、平行光に変換する。

【0113】

インデックス格子45は、光源部40から出射された光を受光し、異なる位置から第1の光LL1および第2の光LL2を出射する。例えば、インデックス格子45は、所定のピッチで格子状のパターンが形成された回折格子であって、X軸方向に沿って周期的に形成された回折パターンを有する透過型の回折格子である。インデックス格子45は、レンズ44を透過した平行光を受光し、複数の回折光を出射する。

インデックス格子45によって回折された回折光のうち、レンズ44からインデックス格子45にそのまま入射し、インデックス格子45から出射した光を第1の光LL1とし、ガラスブロック47を透過後、インデックス格子45から出射した光を第2の光LL2とする。ここで、第1の光LL1は、インデックス格子45から所定の回折角で-X軸方向側に回折された-1次回折光であって、第2の光LL2は、インデックス格子45から所定の回折角で+X軸方向側に回折された+1次回折光である。

【0114】

ミラー48a、48bは、インデックス格子45から出射された第1の光LL1と第2の光LL2が、位置情報パターン31において重なるように、第1の光LL1と第2の光LL2の進行方向を変える光学部材である。図19に示す通り、ミラー48a、48bは、インデックス格子45と位置情報パターン31との間に配置され、それぞれの反射面が、インデックス格子45と位置情報パターン31の面方向(入射面方向又はX-Z軸方向)と直交する方向(Y-Z軸方向)に、向かい合って配置されている。ミラー48aは、インデックス格子45から出射された第1の光LL1を、ミラー48bは、第2の光LL2を、位置情報パターン31に向けて、それぞれ反射させる。なお、第4の変形例を適用したエンコーダ1(1a)は、ミラー48a、48bのうち少なくとも一方に代えて、インデックス格子45から出射された第1の光LL1と第2の光LL2が、位置情報パターン31において重なるように、第1の光LL1と第2の光LL2の進行方向を変える透過型の回折格子を利用することもできる。

【0115】

位置情報パターン31は、第1の光LL1と第2の光LL2が重なる位置に配置され、光源部40、インデックス格子45、ミラー48a、48b、位置情報検出部41およびガラスブロック47に対して相対的に変位する移動体に設けられた回折格子である。位置情報パターン31は、この変位による移動方向(X軸方向)に沿って周期的に形成された回折パターンが形成された回折格子である。位置情報パターン31に入射した第1の光LL1および第2の光LL2は、一部が重なり合い、干渉する。

位置情報パターン 31 は、例えば、透過型の回折格子であって、第 1 の光 L L 1 および第 2 の光 L L 2 に基づく干渉光を回折し、同一方向（－Y 軸方向）、すなわち位置情報検出部 41 に向けて出射する。

【0116】

このように、インデックス格子 45、ミラー 48a、48b および位置情報パターン 31 は、位置情報パターン 31 に入射した第 1 の光 L L 1 および第 2 の光 L L 2 が干渉するような位置関係で配置されている。また、インデックス格子 45、ミラー 48a、48b および位置情報パターン 31 は、インデックス格子 45 を出射してから位置情報パターン 31 に入射するまでの、第 1 の光 L L 1 の光路長と第 2 の光 L L 2 の光路長とが等しくなる位置関係を有する。

10

【0117】

位置情報検出部 41 は、位置情報パターン 31 から出射した干渉光を受光し、干渉光の干渉強度を示す光電変換信号を出力する。この位置情報検出部 41 において変換された光電変換信号は、図示しない位置情報パターン 31 の移動量検出装置に出力される。なお、位置情報パターン 31 は、透過型に限られず、例えば、反射型の回折格子であってもよく、この場合、位置情報検出部 41 は、反射光を受光できる位置に配置されることになる。

【0118】

ガラスブロック 47 は、光源部 40 とインデックス格子 45 との間の、第 1 の光 L L 1 の光路上あるいは第 2 の光 L L 2 の光路上のいずれか一方に配置され、レンズ 44 から入射した平行光の一部を透過する。ガラスブロック 47 は、所定の屈折率 N1 を有し、レンズ 44 から出射される平行光の進行方向（Y 軸方向）に、所定の厚さ D を有する。

20

本実施の形態において、ガラスブロック 47 は、第 2 の光 L L 2 の光路上に配置される。

これにより、ガラスブロック 47 を透過する第 2 の光 L L 2 の光路長は、この屈折率 N1 および厚さ D の大きさに応じて、空気中を透過する第 1 の光 L L 1 の光路長に比べて長くなる。つまり、第 2 の光 L L 2 の光源 43 から位置情報パターン 31 における第 2 の光路の光路長は、第 1 の光 L L 1 の光源 43 から位置情報パターン 31 における第 1 の光路の光路長に比べて長くなる。ここで、光路長とは、空間的な距離（行路）に屈折率をかけた光学的距離である。

【0119】

30

このように、光源 43 から出射された変調光に基づく第 1 の光 L L 1 および第 2 の光 L L 2 が、位置情報パターン 31 に干渉した状態で所定の位相差を有することにより、ヘッド部 4 は、位置情報パターン 31 上に、移動方向（X 軸方向）に周期的に変化する干渉縞を得ることができる。なお、干渉縞の周期的な変化は、変調部 49 により変調された波長の周期的な変化に基づくものであって、位置情報検出部 41 により得られる光電変換信号は、位置情報パターン 31 の移動情報（位置情報）を変調部 49 による波長の変調信号で変調したもので表される。したがって、位置情報検出部 41 により得られる光電変換信号は、位置情報パターン 31 の移動情報（位置情報）と、光源 43 から出射される変調光の周期的な変化の双方に基づくものであり、この光電変換信号に基づき、既知である変調部 49 の変調情報を利用して、位置情報パターン 31 の移動情報（位置情報）を得ることができる。

40

【0120】

次に、第 4 の変形例におけるヘッド部 4 による干渉光検出方法の一例について説明する。

変調部 49 により光の波長が変調された変調光は、光源 43 から－Y 軸方向に出射される。光源 43 から出射された変調光は、レンズ 44 を透過して平行光に変換される。レンズ 44 により変換された平行光は、一部がそのままインデックス格子 45 に入射し、インデックス格子 45 によって第 1 の光 L L 1 に回折される。

この第 1 の光 L L 1 は、インデックス格子 45 から－X 軸方向側に偏向して出射する。

一方、レンズ 44 から出射した平行光の他の一部は、ガラスブロック 47 を透過し、イ

50

ンデックス格子 4 5 に入射する。ガラスブロック 4 7 を介してインデックス格子 4 5 を透過した光は、インデックス格子 4 5 により第 2 の光 L L 2 に回折される。この第 2 の光 L L 2 は、インデックス格子 4 5 から + X 軸方向側に偏向して出射する。なお、第 1 の光 L L および第 2 の光 L L 2 は、インデックス格子 4 5 の異なる位置から出射している。

【0121】

インデックス格子 4 5 から出射した第 1 の光 L L 1 は、ミラー 4 8 a によって + X 軸方向側に偏向して反射され、位置情報パターン 3 1 に入射する。一方、インデックス格子 4 5 から出射した第 2 の光 L L 2 は、ミラー 4 8 b によって - X 軸方向側に偏向して反射され位置情報パターン 3 1 に入射する。

位置情報パターン 3 1 に入射した第 1 の光 L L 1 および第 2 の光 L L 2 は、位置情報パターン 3 1 の回折パターン上において一部が重なり合っており、位置情報パターン 3 1 上には周期的に変化する干渉縞が形成される。

【0122】

位置情報パターン 3 1 に入射した第 1 の光 L L 1 および第 2 の光 L L 2 は、ともに、位置情報パターン 3 1 により - Y 軸方向に回折される。位置情報パターン 3 1 を出射した第 1 の光 L L 1 および第 2 の光 L L 2 に基づく干渉光は、位置情報検出部 4 1 に入射し、干渉光の干渉強度を示す光電変換信号に変換される。

位置情報パターン 3 1 が移動した場合、位置情報パターン 3 1 に入射した第 1 の光 L L 1 および第 2 の光 L L 2 の干渉状態が変化し、位置情報検出部 4 1 に入射する光の光量が正弦波状に変化する。

【0123】

以上のように、第 4 の変形例を適用したエンコーダ 1 (1 a) は、スケール 3 のうち少なくとも位置情報パターン 3 1 に照射する光を変調する変調部 4 9 を備えている。これにより、第 4 の変形例を適用したエンコーダ 1 (1 a) は、高精度に位置情報を検出することができる。

【0124】

<第 5 の変形例>

図 20 は、ヘッド部 4 及びスケール 3 の第 5 の変形例の構成を示す図である。

第 5 の変形例は、第 4 の変形例の波長変調による検出方式を反射型に適用した変形例である。なお、第 5 の変形例において、位置情報検出部 4 1 が、第 1 の位置情報検出部 4 1 1 と第 2 の位置情報検出部 4 1 2 との 2 つ検出部を有している点を除き、第 4 の変形例と同様である。したがって、第 5 の変形例を適用したエンコーダ 1 (1 a) は、第 4 の変形例と同様に、高精度に位置情報を検出することができる。

【0125】

[第 5 の実施形態]

次に、第 5 の実施形態における駆動システムについて説明する。

図 21 は、本実施形態における駆動システム 100 の構成を示す概略ブロック図である。この図において、図 1 及び図 10 と同一の構成については同一の符号を付し、その説明を省略する。

本実施形態は、上記の各実施形態におけるエンコーダ 1 (1 a) を使用して、駆動対象を駆動する駆動システム 100 である。なお、本実施形態では、駆動対象の一例としてステージ 6 を駆動する駆動システム 100 について説明する。

【0126】

図 21 において、駆動システム 100 は、エンコーダ 1 (1 a)、制御装置 2、ステージ 6、及び駆動部 7 を備えている。

エンコーダ 1 (1 a) は、スケール 3、ヘッド部 4、及びエンコーダ処理部 5 を備えている。

【0127】

ステージ 6 (駆動対象) は、例えば、スケール 3 に固定されており、駆動部 7 によって駆動される。

駆動部 7 は、ステージ 6 をスケール 3 における位置検出方向に相対的に駆動する。

制御装置 2 は、制御信号線 C 1 を介してエンコーダ 1 (1 a) のエンコーダ処理部 5 と接続されている。この制御信号線 C 1 を介して、エンコーダ 1 (1 a) は、上述した位置情報、原点信号 Z、原点近傍信号 Z__E N、及びオーバートラベル信号 Z__O T を制御装置 2 に供給する。

また、制御装置 2 は、制御信号線 C 2 を介して駆動部 7 と接続されている。制御装置 2 は、この制御信号線 C 2 を介して駆動部 7 を制御する。

【0128】

制御装置 2 は、エンコーダ 1 (1 a) によって検出されたステージ 6 の位置情報に基づいて駆動部 7 を制御する制御部 2 1 を有している。すなわち、制御部 2 1 は、エンコーダ 1 (1 a) から供給されたステージ 6 の位置情報に基づいて、ステージ 6 をスケール 3 における位置検出方向に相対的に駆動させる駆動部 7 を制御する。

制御部 2 1 は、原点近傍信号 Z__E N に基づいて、ステージ 6 の位置が原点位置 P Z の近傍であるか否かを判定し、原点位置 P Z の近傍であると判定した場合に、原点信号 Z に基づいて原点位置 P Z を検出する。

これにより、エンコーダ 1 (1 a) が生成した原点近傍信号 Z__E N により、原点近傍位置を検出できるため、本実施形態における駆動システム 100 は、外乱などのノイズによる原点位置 P Z の誤検出を低減することができる。また、原点近傍位置を検出するセンサをエンコーダ 1 (1 a) の外部 (例、干渉計など) に設ける必要がなく、本実施形態における駆動システム 100 は、簡易な構成により、高精度に原点位置 P Z を検出することができる。

【0129】

また、制御部 2 1 は、ステージ 6 の位置が原点位置 P Z の近傍であると判定した場合に、駆動部 7 にステージ 6 を駆動する速度を低減させる。

これにより、本実施形態における駆動システム 100 は、高精度に原点位置 P Z を検出することができる。

【0130】

また、制御部 2 1 は、オーバートラベル信号 Z__O T に基づいてステージ 6 の位置が駆動可能な範囲外であるか否かを判定し、ステージ 6 の位置が駆動可能な範囲外であると判定した場合に、駆動部 7 に駆動を停止させる。

これにより、本実施形態における駆動システム 100 は、エンコーダ 1 a が生成したオーバートラベル信号 Z__O T に基づいてオーバートラベル位置 (P L、P R) を検出することができる。そのため、オーバートラベル位置 (P L、P R) を検出するセンサをエンコーダ 1 a の外部に設ける必要がなく、本実施形態における駆動システム 100 は、簡易な構成により、ステージ 6 を安全に駆動することができる。

【0131】

なお、本発明は、上記の各実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で変更可能である。

上記の各実施形態において、エンコーダ処理部 5 (制御部) は、生成したオーバートラベル信号 Z__O T を外部の制御装置 2 に出力する形態を説明したが、オーバートラベル信号 Z__O T に基づいてオーバートラベル情報を生成し、生成したオーバートラベル情報を外部の制御装置 2 に出力する形態でもよい。また、エンコーダ処理部 5 は、位置情報信号に基づいて算出された位置情報と、このオーバートラベル情報と、を外部の制御装置 2 に出力する形態でもよい。

【0132】

また、上記の各実施形態において、エンコーダ処理部 5 は、生成した原点近傍信号 Z__E N を外部の制御装置 2 に出力する形態を説明したが、原点近傍信号 Z__E N に基づいて原点近傍情報を生成し、生成したオーバートラベル情報を外部の制御装置 2 に出力する形態でもよい。また、エンコーダ処理部 5 は、位置情報信号に基づいて算出された位置情報と、この原点近傍情報と、を外部の制御装置 2 に出力する形態でもよい。

【0133】

また、上記の各実施形態において、スケール3がリニアスケールである形態について説明したが、円盤型や扇型のスケール3を用いてロータリー式のエンコーダに適用する形態でもよい。

また、上記の各実施形態において、原点信号Zと原点近傍信号Z_{EN}とは、常に出力される形態を説明したが、エンコーダ処理部5が原点近傍信号Z_{EN}に基づいて原点信号Zの出力を停止させる制御を行う形態でもよい。なお、上記の各実施形態において、生成した原点近傍信号Z_{EN}は、原点近傍位置P1、P2でHレベルからLレベルに遷移する形態でもよい。また、上記の各実施形態において、生成したオーバートラベル信号Z_{OT}は、オーバートラベル位置(P_L、P_R)でHレベルからLレベルに遷移する形態でもよい。

10

【0134】

また、上記の各実施形態において、位置情報パターン31にインクリメンタルパターンを用いる形態を説明したが、アブソリュートパターンを用いる形態でもよいし、アブソリュートパターンとインクリメンタルパターンを併用する形態でもよい。

【0135】

また、上記の各実施形態において、原点位置PZ及びオーバートラベル位置(P_L、P_R)を制御装置2が検出する形態を説明したが、エンコーダ1(1a)の内部で検出して、制御装置2に出力する形態でもよい。

また、上記の各実施形態において、ヘッド部4が固定され、スケール3が変位方向に移動する形態を説明したが、スケール3が固定され、ヘッド部4が変位方向に移動する形態でもよい。

20

【0136】

また、上記の第3の変形例において、原点用スリット46を用いて、第1信号Z1及び第2信号Z2の出力の立ち上がりエッジ及び立ち下がりエッジを急峻にさせる形態を説明したが、他の方式によって、エッジを急峻にさせる形態でもよい。

また、上記の第5の実施例において、ステージ6を駆動する駆動システム100にエンコーダ1(1a)を適用する形態を説明したが、この形態に限定されるものではない。例えば、工作機械、精密機械、半導体のチップマウンタ、ステッパ装置などの駆動システムに適用してもよい。

30

【0137】

上述のエンコーダ1(1a)及び制御装置2は内部に、コンピュータシステムを有している。そして、上述したエンコーダ1(1a)及び制御装置2の処理過程は、プログラムの形式でコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記憶されており、このプログラムをコンピュータが読み出して実行することによって、上記処理が行われる。ここでコンピュータ読み取り可能な記録媒体とは、磁気ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、DVD-ROM、半導体メモリ等をいう。また、このコンピュータプログラムを通信回線によってコンピュータに配信し、この配信を受けたコンピュータが当該プログラムを実行するようにしてもよい。

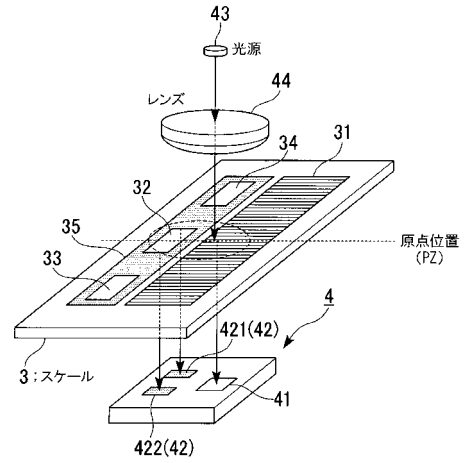
【符号の説明】

40

【0138】

1, 1a…エンコーダ、2…制御装置、3…スケール、5…エンコーダ処理部、6…ステージ、7…駆動部、21…制御部、41…位置情報検出部、42…原点検出部、50…原点信号生成部、31…位置情報パターン、32, 321, 322…原点位置パターン、33, 34, 331, 332, 341, 342…端部位置パターン、100…駆動システム

【図 2】

[illegible]

【図 5】

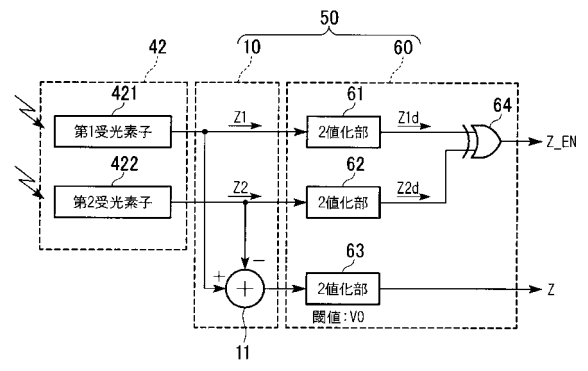
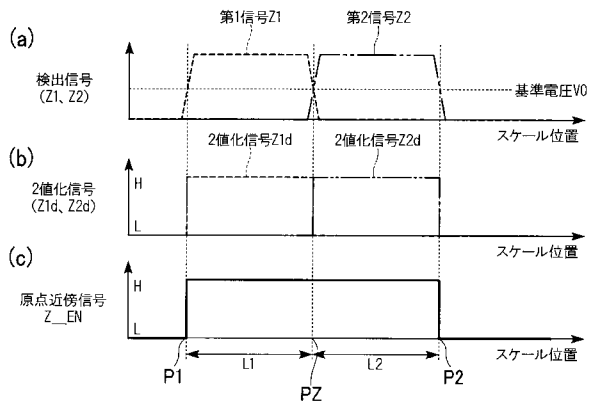


Figure 1 consists of two waveform diagrams, (a) and (b).

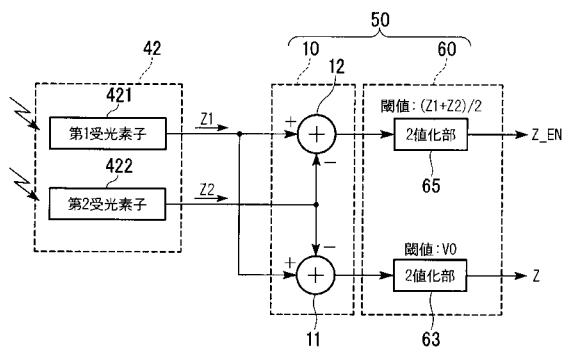
Diagram (a) shows the relationship between the reduction signal Z_{def} , the first signal Z_1 , the second signal Z_2 , and the reference voltage V_0 . The Z_{def} signal is a step function that transitions from a high level to a low level. The Z_1 and Z_2 signals are also step functions that transition at the same time as Z_{def} . The V_0 signal is a reference voltage that is constant at a high level. The Z_1 and Z_2 signals are shown as dashed lines, indicating they are not directly measured or controlled signals.

Diagram (b) shows the original signal Z and the scale position. The Z signal is a step function that transitions from a low level L to a high level H . The scale position is indicated by a horizontal line with a vertical arrow pointing to the transition point of the Z signal. The transition point is labeled PZ , and the scale position is labeled $PZ1$ and $PZ2$.

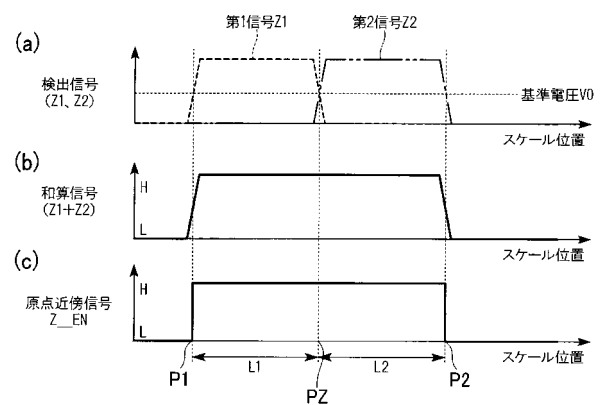
【図 7】



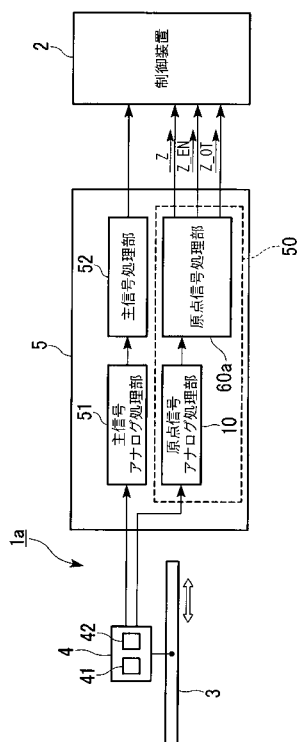
【図 8】



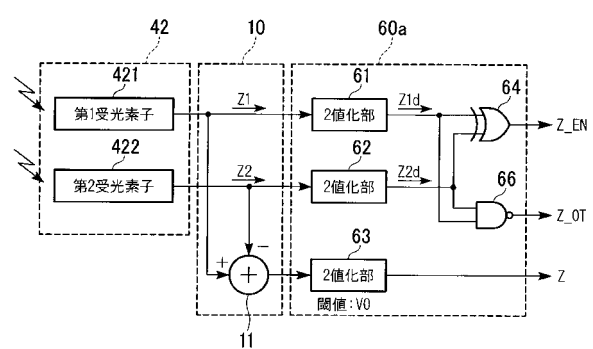
【図 9】



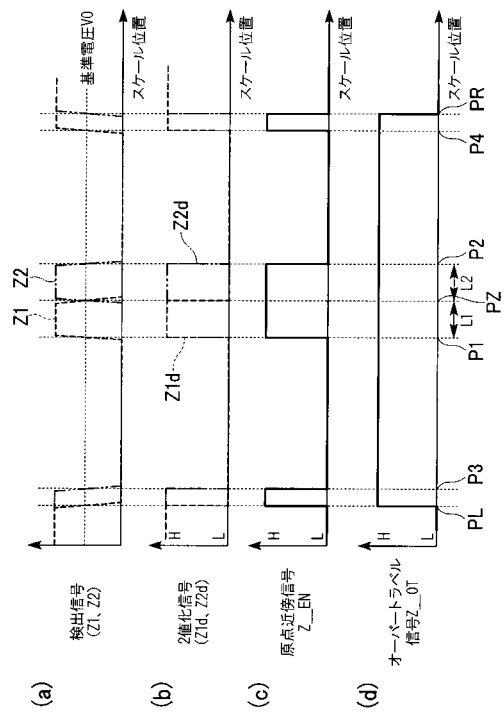
【図 10】



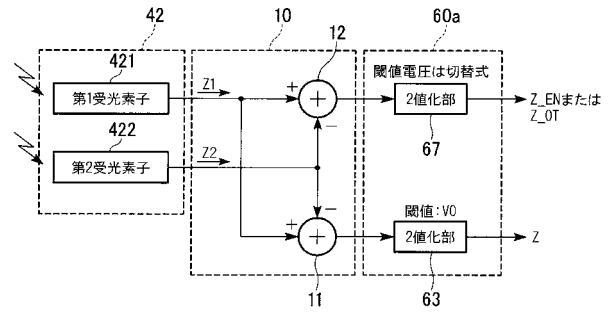
【図 11】



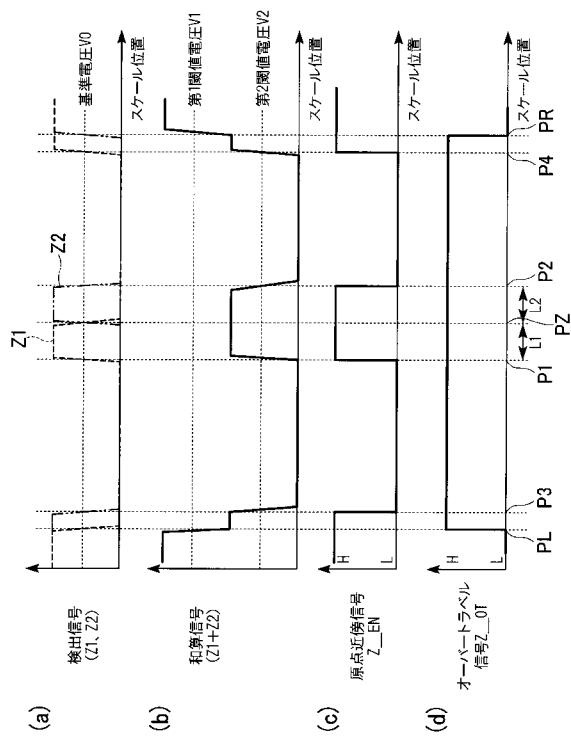
【図 1 2】



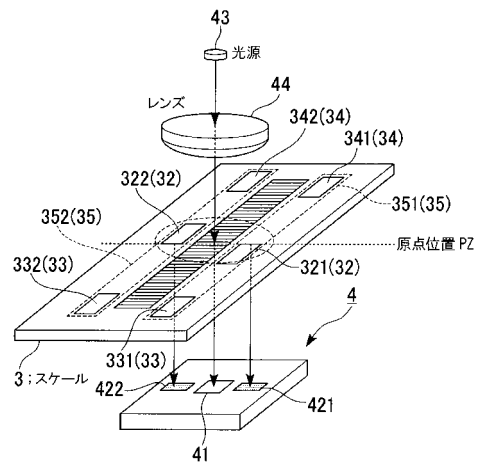
【図 1 3】



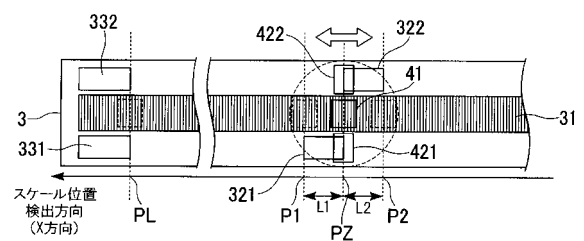
【図 1 4】



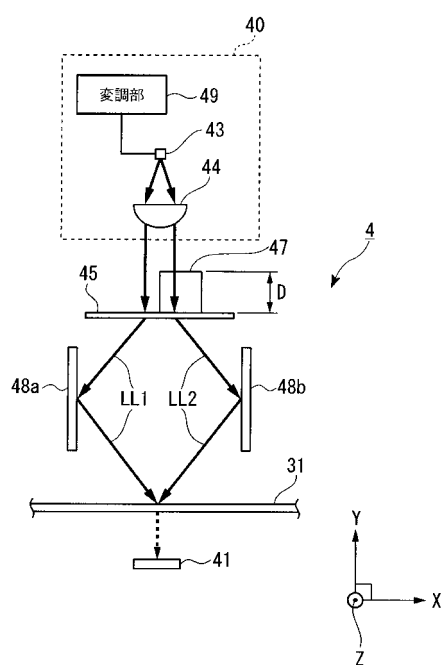
【図 1 5】



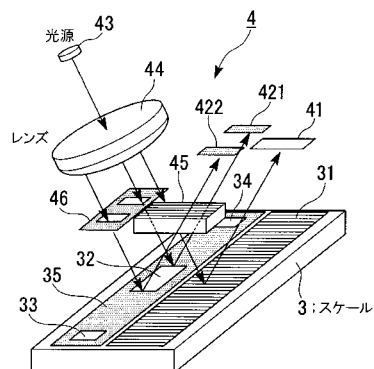
【図 1 6】



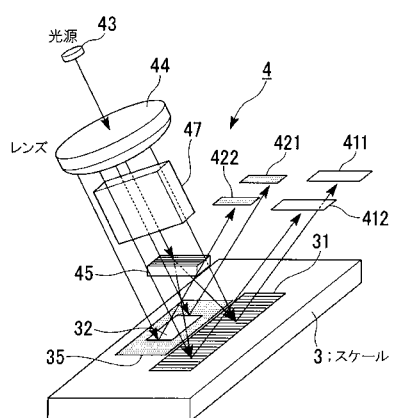
【図 19】



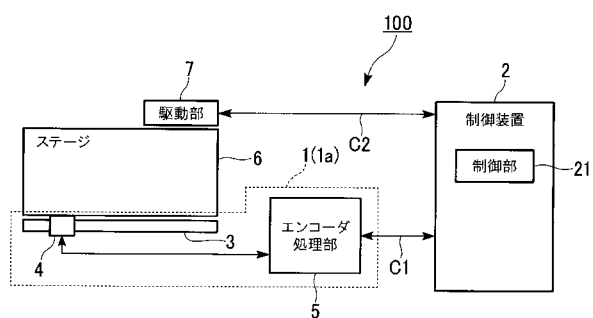
【图 18】



【图 20】



【図 2 1】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2F103 BA32 CA02 CA03 CA04 DA11 DA12 EA02 EA15 EB02 EB16
EB17 EB32 EB33 EC03 EC11 ED06 ED18 FA05 FA15