

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6533360号
(P6533360)

(45) 発行日 令和1年6月19日(2019.6.19)

(24) 登録日 令和1年5月31日(2019.5.31)

(51) Int.Cl.

F 1

G O 1 D 5/244 (2006.01)

G O 1 D 5/244

K

G O 1 D 5/36 (2006.01)

G O 1 D 5/36

W

G O 1 D 5/347 (2006.01)

G O 1 D 5/347

1 1 O C

G O 1 D 5/347

A

請求項の数 13 (全 19 頁)

(21) 出願番号

特願2013-224848 (P2013-224848)

(22) 出願日

平成25年10月30日(2013.10.30)

(65) 公開番号

特開2015-87194 (P2015-87194A)

(43) 公開日

平成27年5月7日(2015.5.7)

審査請求日

平成28年10月27日(2016.10.27)

前置審査

(73) 特許権者 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(74) 代理人 100094112

弁理士 岡部 譲

(74) 代理人 100101498

弁理士 越智 隆夫

(74) 代理人 100106183

弁理士 吉澤 弘司

(74) 代理人 100128668

弁理士 斎藤 正巳

(72) 発明者 米澤 岳志

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】位置検出装置及びそれを有するレンズ装置及び撮影装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

互いに異なる複数の周期でそれぞれ形成された複数のパターン列を有するスケールと、前記複数のパターン列に基づく複数の信号を取得するセンサと、

前記センサが取得した前記複数の信号に基づいて、互いに異なる複数の周期をそれぞれ有する複数の周期信号を得、前記複数の周期信号に基づいて、前記スケールおよび前記センサのうち一方の他方に対する位置に関するバーニア信号を得、前記複数の周期信号のうちの第1周期信号の周期ごとに、予め定められた前記第1周期信号の周期の数で前記第1周期信号を除して得られた信号を、前記バーニア信号から差し引くことにより、階段状の信号を得、前記階段状の信号に関して予め定められた1段の信号レベルの整数倍の信号へ前記階段状の信号を丸め、前記階段状の信号と前記整数倍の信号との差により前記階段状の信号の誤差を得、前記第1周期信号の周期ごとに、前記予め定められた前記周期の数で前記第1周期信号を除して得られた信号を、前記整数倍の信号に加えて得られた前記位置の信頼性の判断を、前記信号レベルで前記誤差を除して得られた値に基づいて行う処理部と、

を有することを特徴とする位置検出装置。

【請求項 2】

前記処理部は、前記判断に基づいて、前記位置を決定することを特徴とする請求項1に記載の位置検出装置。

【請求項 3】

10

20

前記処理部は、前記判断に基づいて異常を通知することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の位置検出装置。

【請求項 4】

前記スケールは、前記複数のパターン列として 3 以上のパターン列を有する、ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載の位置検出装置。

【請求項 5】

前記処理部は、前記信号レベルで前記誤差を除して得られた前記値と閾値とに基づいて前記判断を行うことを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか 1 項に記載の位置検出装置。

【請求項 6】

前記閾値は、前記信号レベルに対して予め定められた比率であることを特徴とする請求項 5 に記載の位置検出装置。 10

【請求項 7】

前記センサは、前記複数のパターン列で反射された光を受光する受光手段を含むことを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れか 1 項に記載の位置検出装置。

【請求項 8】

前記処理部は、前記複数の周期信号のうち 1 つの周期信号に基づいて前記位置からの変位量を得ることを特徴とする請求項 2 に記載の位置検出装置。 20

【請求項 9】

互いに異なる複数の周期でそれぞれ形成された複数のパターン列を有するスケールの該複数のパターン列に基づく複数の信号をセンサにより取得するステップと、

取得した前記複数の信号に基づいて、互いに異なる複数の周期をそれぞれ有する複数の周期信号を得るステップと、

前記複数の周期信号に基づいて、前記スケールおよび前記センサのうち一方の他方に対する位置に関するバーニア信号を得るステップと、

前記複数の周期信号のうちの第 1 周期信号の周期ごとに、予め定められた前記第 1 周期信号の周期の数で前記第 1 周期信号を除して得られた信号を、前記バーニア信号から差し引くことにより、階段状の信号を得るステップと、

前記階段状の信号に関して予め定められた 1 段の信号レベルの整数倍の信号へ前記階段状の信号を丸めるステップと、

前記階段状の信号と前記整数倍の信号との差により前記階段状の信号の誤差を得るステップと、 30

前記第 1 周期信号の周期ごとに、前記予め定められた前記周期の数で前記第 1 周期信号を除して得られた信号を、前記整数倍の信号に加えて得られた前記位置の信頼性の判断を、前記信号レベルで前記誤差を除して得られた値に基づいて行うステップと、
を有することを特徴とする位置検出方法。

【請求項 10】

前記判断に基づいて前記位置を決定するステップを有することを特徴とする請求項 9 に記載の位置検出方法。

【請求項 11】

可動光学部材と、前記可動光学部材の位置を検出する請求項 1 乃至 8 の何れか 1 項に記載の位置検出装置とを備えることを特徴とするレンズ装置。 40

【請求項 12】

請求項 11 に記載のレンズ装置とカメラ装置とを備えることを特徴とする撮影装置。

【請求項 13】

移動方向において互いに異なる周期で形成された 3 以上のパターン列を有するスケールと、

前記スケールに対する前記移動方向の位置に応じた前記パターン列に基づく 3 以上の信号を取得する取得手段と、

前記取得手段が取得した 3 以上の信号に基づき、前記移動方向に対する周期が互いに異なる 3 以上の周期信号の位相を演算する位相演算手段と、 50

前記位相演算手段によって演算された3以上の位相の中の2つの位相の同期演算を、複数の位相の組み合わせに対して行い、前記スケールに対する前記取得手段の位置を前記複数の組み合わせそれぞれにおいて演算する同期演算手段と、

前記同期演算での余裕度を演算する同期余裕度演算手段と、

前記複数の同期演算が正常か否かの判断に際し、前記余裕度と所定の閾値とを比較し、演算された3以上の位相の中の2つの位相の同期演算が正常か否かを、前記複数の組み合わせそれぞれに対し独立に設定された閾値に基づいて判断する判定手段と、
を有することを特徴とする位置検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、可動要素の位置を検出する位置検出装置に関し、特に複数の信号から可動要素の位置を検出する位置検出装置及びそれを有するレンズ装置及び撮影装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

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

【0003】

20

特許文献1には、バーニア型アブソリュートエンコーダが開示されている。構成としては、互いにピッチの異なる格子パターンよりなるメイントラックと少なくとも1個のサブトラックを設けている。これら各トラック間のピッチ差に起因する検出信号の微妙なずれから、1回循環する区間内での位置の特定（以後、アブソリュート化又は絶対位置演算とも記載する）を行う。

【0004】

また特許文献2には、バーニア型アブソリュートエンコーダにおいて、アブソリュート化のタイミングに関する特許が開示されている。構成としては、細かいピッチと粗いピッチでトラックが形成されている。これら各トラックからアブソリュート化を行うタイミングとして、細かいピッチのインクリメンタル計測に誤検出が発生しない速度まで低下した時に、アブソリュート化を行う。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開平8-304113号公報

【特許文献2】特開平5-45151号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

これら従来のアブソリュートエンコーダでは、各トラック間のピッチ差に起因する検出信号の微妙なずれから絶対位置を算出しているため、スケール上の傷やゴミに対して敏感である。しかしながら、検査時に異常を発見することはできても、アブソリュート化を行う際に異常を発見する方法がない。

特に、検査以後にゴミが付着した際は、アブソリュート化において異なった位置を誤検出してしまうという課題がある。

そこで、本発明は、信頼性の高い位置検出装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の位置検出装置は、互いに異なる複数の周期でそれぞれ形成された複数のパターン列を有するスケールと、前記複数のパターン列に基づく複数の信号を取得するセンサと

50

、前記センサが取得した前記複数の信号に基づいて、互いに異なる複数の周期をそれぞれ有する複数の周期信号それぞれの位相を得、得られた複数の前記位相に基づいて、前記スケールおよび前記センサのうち一方の他方に対する位置を得、前記位置と少なくとも1つの前記位相とにに基づいて、前記位置の誤差による前記位置の信頼性の判断を行う処理部と、を有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、信頼性の高い位置検出装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

10

【図1】第1実施形態の構成ブロック図

【図2】ABSセンサーの断面図

【図3】第1実施形態のスケール部の平面図

【図4】受光部の平面図

【図5】第1実施形態の信号取得のフローチャート図

【図6】絶対位置算出のフローチャート図

【図7】第1及び第2の相対位置信号及びバーニア信号のグラフ

【図8】同期演算における波形の変化を示すグラフ

【図9】第1実施形態における同期余裕度を示すグラフ

【図10】第1実施形態における絶対位置信頼性判断基準を示すグラフ

20

【図11】第2実施形態の構成ブロック図

【図12】信頼性閾値算出のフローチャート図

【図13】信頼性閾値更新のフローチャート図

【図14】第2実施形態における同期余裕度、絶対位置信頼性判断基準を示すグラフ

【図15】第2実施形態の派生形における同期余裕度、絶対位置信頼性判断基準を示すグラフ

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下に、本発明の好ましい実施の形態を、添付の図面に基づいて詳細に説明する。

【実施例1】

30

【0011】

以下、図1～10を用いて、本発明の位置検出装置の第1の実施例を説明する。

図1は、本発明の位置検出装置における実施例1の構成ブロック図である。図1において、ABS算出部102は、ABSセンサー104から出力される信号を元に、固定要素に対しての可動要素の（所定の基準位置に対する）変位量である絶対位置Pabsを算出する演算部である。スケール切替え部（切替え手段）103は、2種類のトラックパターンに基づく2種類の信号出力を切替えてABSセンサー104から順次出力させるスケール切替え部である。ABSセンサー（取得手段）104は、固定要素に対しての可動要素の移動方向における絶対位置を算出するための信号を出力する絶対位置センサーである。ABSセンサー104の内部構成及び出力信号については後述する。AD変換部105は、ABSセンサー104から出力されるアナログ信号をデジタル信号に変換するAD変換部である。

40

【0012】

同期余裕度演算部（同期余裕度演算手段）106は、ABS算出部102内で行われる同期演算処理において、同期の正当性を示すパラメータである同期余裕度を算出する。ABS信頼性判定部（判定手段）107は、同期余裕度演算部106により算出された同期余裕度に基づいて、ABS算出部102で算出された絶対位置Pabsの信頼性を判断する。同期演算処理および同期余裕度についての詳細な説明は後述する。

【0013】

ABS決定部101は、ABS算出部102に対して絶対位置算出を要求し、ABS信頼性判定部107の判断結果に基づき、ABS算出部102で算出された絶対位置Pabsを最終的な絶対位置とするか

50

否かを決定する絶対位置決定部である。

ABS決定部101及びABS算出部102及び同期余裕度演算部106及びABS信頼性判定部107は、一つのCPU内に構成されても良いし、複数のCPU内に構成されるようにしても良い。

【0014】

次にABSセンサー104の内部構成及び出力信号について説明する。

図2はABSセンサー104の断面図である。図2において、可動要素21は、紙面に垂直方向となるX軸方向に可動する可動部である。固定要素22は、可動要素21の絶対位置の基準となる要素である。光源201は発光部であり、例えばLEDである。スケール部202は全長でスリット数の異なる等間隔の2つのトラックパターン203a,203bを有するスケール部である。受光部(受光手段)204a,204bはそれぞれ、トラックパターン203a,203bにより反射した光源201からの光を受光するための受光部であり、例えばフォトダイオードアレイで構成される。信号処理回路205は、受光部204a,204bで受光した信号を処理し、スケール切替え部103の切替え信号に応じて、トラックパターン203a,203bの何れかの信号を出力する信号処理回路である。なお、本実施例においては、可動要素21にスケール部202を備え、固定要素22に光源201及び受光部204a,204bを備える構成を例示した。しかし、勿論これに限定されることはなく、固定要素及び可動要素の内の一方にスケール部202を、他方に光源201及び受光部204a,204bを備える構成とすればよい。後述する実施例においても同様である。

【0015】

図3は、本実施形態におけるスケール部202の平面図である。図3では反射型のスリットパターン(反射パターン列)を一例として示している。スケール部202は、第一トラックパターン203aと第二トラックパターン203bの2つのトラックパターンを備えて構成されている。トラックパターン203a,203bの反射部(黒塗り部)に光源201から出射した光が入射すると、受光部204a,204bに向けてそれぞれ反射するような構成となっている。第一トラックパターン203aの反射部はP1間隔で等間隔に形成されている。また第二トラックパターン203bの反射部はP2間隔で等間隔に形成されている。本実施例では、P1は、スケールの全長L_{max}に対して反射部が40個、つまり全長L_{max}に対して40周期となるように構成されている。また、P2は、スケールの全長L_{max}に対して反射部が39個、つまり全長L_{max}に対して39周期となるように構成されている。

【0016】

図4は、受光部204aの平面図である。ここで受光部204bも受光部204aと同様の構成となっている。受光部204aには水平方向に16個のフォトダイオード401～416が等間隔に配置されている。フォトダイオード401,405,409,413は電気的に接続されており、この組をa相とする。また、フォトダイオード402,406,410,414の組をb相とする。以下同様にフォトダイオード403,407,411,415の組をc相、フォトダイオード404,408,412,416の組をd相とする。本実施例では、受光部204a内の4個のフォトダイオードの間隔(例えばフォトダイオード401から404の間隔)が第一トラックパターン203aの反射部の間隔P1の2倍であることを前提に説明する。ここで、光源201から第一トラックパターン203aの反射部の距離の2倍は、光源201から受光部204aの距離であるため、受光部204aで受光する反射光の幅は、反射部の2倍の幅となる。従って受光部204a内の4個のフォトダイオードのX方向の幅は、第一トラックパターン203aのパターンの1周期分に相当する。

【0017】

第一トラックパターン203aで反射された光源201からの光を、受光部204aで受光すると、a相、b相、c相、d相の各フォトダイオード群は、前記受光した光量に応じた光電流を出力する。ここで、スケール部202のX軸方向への移動と共に、a相、b相、c相、d相の各フォトダイオード群は、a相を基準にb相は90°、c相は180°、d相は270°の位相関係で変動する電流(周期信号)が出力される。信号処理回路205は出力電流を電流電圧変換器で電圧に変換する。次に信号処理回路205は、差動増幅器によりそれぞれa相とc相の差動成分、及びb相とd相の差動成分を求める。次に信号処理回路205は、a相とc相の差動成分、及びb相とd相の差動成分から、互いに90°位相のずれた第一トラックパターン203aのA相変位信

10

20

30

40

50

号である第一のA相変位信号S1rA、B相変位信号である第一のB相変位信号S1rBを生成する。受光部204bも同様の方法で第二トラックパターン203bのA相、B相変位信号である第二のA相変位信号S2rA、B相変位信号である第二のB相変位信号S2rBを生成する。

【 0 0 1 8 】

ここで、信号処理回路205は、スケール切替え部103からの切替え信号に応じて、第一のA相変位信号S1rA及び第一のB相変位信号S1rB又は第二のA相変位信号S2rA及び第二のB相変位信号S2rBの何れかを出力する。

【 0 0 1 9 】

以上により、ABSセンサー104は、スケール切替え部103からの切替え信号に応じて、第一のA相変位信号S1rA及び第一のB相変位信号S1rB又は第二のA相変位信号S2rA及び第二のB相変位信号S2rBの何れかが出力される。10

【 0 0 2 0 】

次に本実施例の動作について、図5、図6を用いて説明する。図5は、本実施例の動作フローである。

【 0 0 2 1 】

S501は、処理の開始であり、S502へ進む。絶対位置Pabsの決定処理は、ABS決定部101が、ABS算出部102に対して、絶対位置Pabsの算出の要求を行うことで開始される。

S502において、ABS算出部102は、スケール切替え部103に、第二のスケールへと切替える第二の切替え信号を出力し、S503へ進む。第二の切替え信号により、スケール切替え部103は、ABSセンサー104に第二のトラックパターンの信号出力指示を行い、ABSセンサー104は、第二のトラックパターンの信号S2rA、S2rBを出力する。第二のトラックパターンの信号S2rA、S2rBは、AD変換部105でデジタル信号に変換され、ABS算出部102に出力される20。

【 0 0 2 2 】

S503では、AD変換部105から出力されたS503の実行タイミングT1における第二のA相変位信号S2rAの信号レベルであるV1s2rA、及びB相変位信号S2rBの信号レベルであるV1s2rBを取得し、S504へと進む。

S504において、ABS算出部102は、スケール切替え部103に、第一のスケールへと切替える第一の切替え信号を出力し、S505へ進む。第一の切替え信号により、スケール切替え部103は、ABSセンサー104に第一のトラックパターンの信号出力指示を行い、ABSセンサー104は、第一のトラックパターンの信号S1rA、S1rBを出力する。第一のトラックパターンの信号S1rA、S1rBは、AD変換部105でデジタル信号に変換され、ABS算出部102に出力される30。

【 0 0 2 3 】

S505では、AD変換部105から出力されたS505の実行タイミングT2における第一のA相変位信号S1rAの信号レベルであるV2s1rA、及びB相変位信号S1rBの信号レベルであるV2s1rBを取得し、S506へと進む。

【 0 0 2 4 】

S506では、S503、S505によって取得した各トラックパターンの信号を元に絶対位置Pabsを算出し、S507へ進む。絶対位置算出方法については後述する。40

S507では、S506での絶対位置Pabs算出処理内で行われる同期演算処理において、同期の正当性を示すパラメータである同期余裕度を算出しS508へ進む。なお、同期演算処理および同期余裕度についての詳細な説明は後述する。

S508では、S507で算出した同期余裕度に基づいて、S506で算出した絶対位置Pabsの信頼性を判断し、信頼性ありと判断した場合はS510へ進み、信頼性なしと判断した場合はS509へ進む。信頼性判定方法についての詳細な説明は後述する。

S509では、LED等の不図示の異常通知手段（通知手段）によりユーザへ異常を通知しS510へ進む。

S510は処理の終了であり、ABS決定部101はABS算出部102で算出された絶対位置Pabsを可動要素21の絶対位置として決定する。以上により、可動要素の絶対位置が決定する。50

【0025】

次に絶対位置算出方法について説明する。絶対位置はABS算出部102で算出される。図6に絶対位置算出のフローを示す。

S601で処理を開始し、S602に進む。

S602では、図5のS505で取得したT2における第一のA相変位信号S1rAの信号レベルであるV2s1rA、及びB相変位信号S1rBの信号レベルであるV2s1rBの補正を行う。

【0026】

ここで、第一のA相変位信号S1rA及び第一のB相変位信号S1rBは、お互いに信号オフセットや信号振幅が異なっている場合がある。このような信号をそのまま使用して絶対位置算出を行うと、算出した絶対位置Pabsの誤差要因となるため、信号の補正が必要となる。

10

【0027】

本実施例では、先に説明した通り、受光部204a内の4個のフォトダイオードの間隔（例えばフォトダイオード401から404の間隔）が第一トラックパターン203aの反射部の間隔P1の2倍である。従って、第一のA相変位信号S1rA及び第一のB相変位信号S1rBはそれぞれ以下の式(1)、式(2)のように表される。

$$S1rA : a1 \times \cos + s1 \quad \dots \quad (1)$$

$$S1rB : a2 \times \sin + s2 \quad \dots \quad (2)$$

【0028】

ここでa1,s1はそれぞれ第一のA相変位信号S1rAの振幅とオフセット、a2,s2はそれぞれ第一のB相変位信号S1rBの振幅とオフセット、
は信号の位相である。第一のA相変位信号S1rAの最大値は、s1+a1、最小値はs1-a1、信号振幅はa1、平均値はs1である。同様に、B相変位信号S1rBの最大値は、s2+a2、最小値はs2-a2、信号振幅はa2、平均値はs2である。これらの値を用いて、式(1)、式(2)で表される第一のA相変位信号S1rA及び第一のB相変位信号S1rBを補正すると、補正後の第一のA相変位信号S1cA及び第一のB相変位信号S1cBがそれぞれ以下の式(3)、式(4)のように表される。

$$S1cA : \{(a1 \times \cos + s1) - s1\} \times a2 = a1 \times a2 \times \cos \quad \dots \quad (3)$$

$$S1cB : \{(a2 \times \sin + s2) - s2\} \times a1 = a1 \times a2 \times \sin \quad \dots \quad (4)$$

20

【0029】

この結果、第一のA相変位信号S1rA及び第一のB相変位信号S1rBのオフセットが除去され、信号振幅が同一となった第一のA相変位信号S1cA及び第一のB相変位信号S1cBが得られる。

30

以上により、S602で第一のA相変位信号S1rA及び第一のB相変位信号S1rBの補正を行うと、S603に進む。

【0030】

S603では、補正後の第一のA相変位信号S1cA及び第一のB相変位信号S1cBを用いて、図7の(a)に示すような振幅Vmaxとなるスケール全長に対して40周期となる第一の相対位置信号Inc1を算出し、S604に進む。なお、図7の横軸はスケールの全長Lmaxに対しての位置を示し、縦軸はその時の信号レベルを示す。

【0031】

まず、補正後の第一のA相変位信号S1cA及び第一のB相変位信号S1cBを用いて、アーカタングジェント演算を行い、図7の(a')に示すようなAtan1信号を算出する。ここで第一トラックパターン203aは、スケールの全長Lmaxに対して40周期となるパターンである。従って、Atan1信号は、スケール全長に対して80周期となる。

40

【0032】

次にAtan1から振幅Vmaxとなるスケール全長に対して40周期となる第一の相対位置信号Inc1を算出する。具体的には、Atan1の振幅がVmax/2になるように、Atan1信号にゲインをかけ、S1rBの位相が0°の時の信号レベルを0とし、位相が180°から360°の時にVmax/2を加算することで、第一の相対位置信号Inc1を算出する。従って、第一の相対位置信号Inc1は、図7の(a)に示すような、スケールの全長Lmaxに対して40周期ののこぎり波となる。

従って、周期P1の第一トラックパターン203aの位相に一対一に対応する対応する第一の相

50

対位置信号Inc1が、ABS算出部102（位相演算部）によって演算される。

【0033】

以上、S602、S603にて、T2における第一のA相変位信号S1rAの信号レベルV2s1rA、及びB相変位信号S1rBの信号レベルV2s1rBから、T2における第一の相対位置信号Inc1の信号レベルV2inc1を算出し、S604に進む。

S604では、図5のS503で取得したT1における第二のA相変位信号S2rAの信号レベルであるV1s2rA、及びB相変位信号S2rBの信号レベルであるV1s2rBの補正を行う。

【0034】

ここで、受光部204bは受光部204aと同じ構成となっているため、受光部204b内の4個のフォトダイオードの間隔（例えばフォトダイオード401から404の間隔）が第一トラックパターン203aの反射部の間隔P1の2倍である。ここで第一トラックパターン203aの反射部の間隔P1と第二トラックパターン203bの反射部の間隔P2は異なる間隔である。従って、受光部204b内の4個のフォトダイオードの間隔（例えばフォトダイオード401から404の間隔）が第二トラックパターン203bの反射部の間隔P2の2倍とはならない。このため、第二のA相変位信号S2rAと第二のB相変位信号S2rBは、90°からずれた位相関係となる。

【0035】

従って、第二のA相変位信号S2rAと第二のB相変位信号S2rBは、それぞれ、以下の式(5)、式(6)のように表わされる。

$$S2rA : b1 \times \cos(\theta + t1) \quad \dots \quad (5)$$

$$S2rB : b2 \times \sin(\theta + t2) \quad \dots \quad (6)$$

【0036】

ここでb1, t1はそれぞれ第二のA相変位信号S2rAの振幅とオフセット、b2, t2はそれぞれ第二のB相変位信号S2rBの振幅とオフセット、θは信号の位相、tは位相のずれ量である。S602の処理と同様に第二のA相変位信号S2rA及び第二のB相変位信号S2rBを補正すると補正後の第二のA相変位信号S2cA'及び第二のB相変位信号S2cB'がそれぞれ以下の式(7)、式(8)のように表される。

$$S2cA' : \{(b1 \times \cos(\theta + t1)) - t1\} \times b2 = b1 \times b2 \times \cos(\theta + t1) \quad \dots \quad (7)$$

$$S2cB' : \{(b2 \times \sin(\theta + t2)) - t2\} \times b1 = b1 \times b2 \times \sin(\theta + t2) \quad \dots \quad (8)$$

この結果、第二のA相変位信号S2rA及び第二のB相変位信号S2rBのオフセットt1, t2が除去され、信号振幅が同一となった第二のA相変位信号S2cA'及び第二のB相変位信号S2cB'が得られる。

【0037】

次に式(7)、式(8)を用いて、第二のA相変位信号S2cA'及び第二のB相変位信号S2cB'の位相差を90°とする処理について説明する。

【0038】

式(7)、式(8)の差は及び和は、それぞれ以下の式(9)、式(10)のように表される。

$$\begin{aligned} & b1 \times b2 \times (\sin(\theta + t2) - \cos(\theta + t1)) \\ &= b1 \times b2 \times 2 \times \sin((\theta + t2) - (\theta + t1)) \times \cos((\theta + t2) + (\theta + t1)) \quad \dots \quad (9) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & b1 \times b2 \times (\sin(\theta + t2) + \cos(\theta + t1)) \\ &= b1 \times b2 \times 2 \times \cos((\theta + t2) - (\theta + t1)) \times \sin((\theta + t2) + (\theta + t1)) \quad \dots \quad (10) \end{aligned}$$

【0039】

以上により式(9)、式(10)の位相差は90°となる。

ここで式(9)、式(10)の振幅は異なっているため、次に振幅の補正を行い、信号振幅が同一となった第二のA相変位信号S2cA及び第二のB相変位信号S2cBを算出する。式(9)に式(10)の振幅の一部である $\cos((\theta + t2) - (\theta + t1))$ を乗じ、式(10)に式(9)の振幅の一部である $\sin((\theta + t2) - (\theta + t1))$ を乗ずると、以下の式(11)、式(12)が得られる。

第二のA相変位信号S2cA:

$$b1 \times b2 \times 2 \times \sin((\theta + t2) - (\theta + t1)) \times \cos((\theta + t2) - (\theta + t1)) \times \cos((\theta + t2) + (\theta + t1)) \quad \dots \quad (11)$$

第二のB相変位信号S2cB:

$$b1 \times b2 \times 2 \times \sin((\theta + t2) - (\theta + t1)) \times \cos((\theta + t2) - (\theta + t1)) \times \sin((\theta + t2) + (\theta + t1)) \quad \dots \quad (12)$$

10

20

30

40

50

【 0 0 4 0 】

この結果、第二のA相変位信号S2rA及び第二のB相変位信号S2rBのオフセットが除去され、信号振幅が同一となり、さらに位相差が90°。となった第二のA相変位信号S2cA及び第二のB相変位信号S2cBが得られる。

以上により、S604で第二のA相変位信号S2rA及び第二のB相変位信号S2rBの補正を行うと、S605に進む。

【 0 0 4 1 】

S605では、補正後の第二のA相変位信号S2cA及び第二のB相変位信号S2cBを用いてS603と同様の演算を行い、第二の相対位置信号Inc2を算出する。ここで第二トラックパターン203bは、スケールの全長Lmaxに対して39周期となるパターンである。従って、第二の相対位置信号Inc2は、図7の(b)に示すような、スケールの全長Lmaxに対して39周期のこぎり波となる。従って、周期P2の第二トラックパターン203bの位相に一対一に対応する第二の相対位置信号Inc2が、ABS算出部102(位相演算部)によって演算される。ここで図7の横軸はスケールの全長Lmaxに対しての位置を示し、縦軸はその時の信号レベルを示す。10

【 0 0 4 2 】

以上、S604、S605にて、T1における第二のA相変位信号S2rAの信号レベルV1s2rA、及びB相変位信号S2rBの信号レベルV1s2rBから、T1における第二の相対位置信号Inc2の信号レベルV1inc2を算出し、S606に進む。

【 0 0 4 3 】

S606では、T1における第二の相対位置信号Inc2の信号レベルであるV1inc2と、T2における第一の相対位置信号Inc1の信号レベルであるV2inc1から、図7の(c)に示すような、バーニア信号Pv1を算出する。バーニア信号Pv1は、Inc1とInc2の差分を計算し、差分が負の値の時にはVmaxを加算する計算を行うことにより得られる。20

ここで、第一の相対位置信号Inc1と第二の相対位置信号Inc2との全長Lmaxに対して周期の差は1であるため、バーニア信号Pv1は全長Lmaxに対して1周期のこぎり波となる。

S606でバーニア信号Pv1を算出すると、S607に進む。

S607では絶対位置Pabsを算出する。

【 0 0 4 4 】

続いて、絶対位置Pabsの算出方法について説明する。

ここでS1rA、S1rB、S2rA、S2rBには外乱等によりノイズ成分が存在するため、これらから算出されたInc1、Inc2にもノイズ成分が存在する。このノイズ成分Eを補正するため、バーニア信号Pv1と第一の相対位置信号Inc1との同期演算を行う。なお、同期演算については後述する。また、ノイズ成分Eの詳細は後述の移動量補正の効果を示す際に説明する。30

【 0 0 4 5 】

上記同期演算を行い、上位信号であるバーニア信号Pv1と下位信号である第一の相対位置信号Inc1を用いて合成した信号が絶対位置を示す信号Vabsとして算出される。VabsからPabsが算出される。VabsからPabsを算出する方法については後述する。

【 0 0 4 6 】

次に、同期演算について説明を行う。

図8は上記同期演算により波形がどのように変化しているのかを示している。

図8において横軸はスケールの全長Lmaxに対しての位置を示し、縦軸はその時の信号レベルを示す。また、信号レベルの最大値をVmaxで示す。また、N1はスケール開始点から何周期目の領域であることを示し、全長Lmax内の周期の数(最大のN1)をN1maxと定義する。本実施例では、第一トラックパターン203aは、スケールの全長Lmaxに対して40周期となるため、N1maxは40であり、N1は1から40までの自然数となる。

【 0 0 4 7 】

図8の(a)はInc1、Pv1、Inc1/N1maxの波形を示している。Pv1と、Pv1と傾きが同じとなるInc1/N1maxとの差を取ると、図8の(b)に示す誤差成分Eを持つ階段上の波形が生成される。図8の(b)に示す波形の信号Vb'は、以下の式(13)のように表わされる。ここで階4050

段上の波形の一段の信号レベルは V_{max}/N_{1max} となる。

$$V_{b'} = P_{v1} - (I_{nc1}/N_{1max}) \quad \dots \quad (13)$$

【 0 0 4 8 】

次に図8の(b)に示す波形の誤差成分Eを四捨五入により除去すると、図8の(c)に示す波形となる。図8の(c)に示す波形の信号 V_b は、以下の式(14)のように表わされる。

$$V_b = \text{Round}[V_{b'} \times (N_{1max} / V_{max})] \times (V_{max} / N_{1max}) \quad \dots \quad (14)$$

ここでRound[]は、小数第1位を四捨五入する関数である。

また、誤差成分Eは、式(15)で表わすことができる。

$$E = V_{b'} - V_b \quad \dots \quad (15)$$

【 0 0 4 9 】

10

図8の(c)に示す波形に I_{nc1}/N_{1max} の波形を加算することで、図8の(d)に示す、誤差成分Eが除去された絶対位置を示す信号 V_{abs} が生成される。

この同期演算は、以下の式(16)に表わす演算により実施される。

$$V_{abs} = V_b + (I_{nc1}/N_{1max}) \quad \dots \quad (16)$$

【 0 0 5 0 】

絶対位置の信号 V_{abs} から、絶対位置 P_{abs} は式(17)で表わされる。

$$P_{abs} = V_{abs} \times (L_{max}/V_{max}) \quad \dots \quad (17)$$

【 0 0 5 1 】

以上、S607により、バーニア信号 P_{v1} と、T2における第一の相対位置信号 I_{nc1} の信号レベルである V_{2inc1} より、T2における絶対位置 P_{abs} を算出するとS608に進み処理を終了する。

20

以上により絶対位置 P_{abs} を算出することができる。

【 0 0 5 2 】

次に、同期余裕度演算の詳細について図9を用いて説明を行う。

図9(a)は正常な場合の同期余裕度 Mgn を示すグラフであり、同期余裕度 Mgn は以下の式(18)で表すことができる。

$$Mgn = (V_{b'} \times (N_{1max} / V_{max})) - \text{Round}[V_{b'} \times (N_{1max} / V_{max})] \quad \dots \quad (18)$$

すなわち、同期余裕度 Mgn は前述の式(14)で行う四捨五入関数Round[]において丸められる小数部分であり、また誤差成分Eを用いて、以下の式(19)でも表すことができる。

$$Mgn = E \times (N_{1max} / V_{max}) \quad \dots \quad (19)$$

30

【 0 0 5 3 】

同期余裕度 Mgn が0に近いほど誤差成分Eが少なく、正しく絶対位置 P_{abs} が算出されると判断することができる。一方、ゴミの影響により異常が発生している場合は図9(b)で示すように、同期余裕度に変化が生じる。そして、ゴミの影響がない位置P1では正常な場合と同じ同期余裕度 Mgn となるが、ゴミの影響がある位置P2では、同期余裕度 Mgn が悪化し0.5に近づいている。

さらにゴミの影響がある位置P3のように、同期余裕度 Mgn が0.5を超えると、同期演算での四捨五入でとなりの値に変換され、同期余裕度 Mgn は-0.5付近となる。すなわち、このような0.5と-0.5をまたぐ現象が発生していると、同期演算に失敗し、絶対位置の誤検出が発生しているということである。

40

【 0 0 5 4 】

続いて、算出された同期余裕度 Mgn を利用した絶対位置の信頼性判定方法について図10を用いて説明を行う。図10(a)、(b)はそれぞれ、図9(a)、(b)の場合の説明図である。

本実施例では、同期余裕度 Mgn の閾値を本実施例の位置検出装置の設計保証値である0.25とする。そして、同期余裕度 Mgn が±0.25以内の場合は絶対位置が信頼できると判断し、そうでない場合は絶対位置が信頼できないと判断する。すなわち、図中でグレーとなっている範囲Nが、絶対位置が信頼できないと判断される領域である。

【 0 0 5 5 】

図10(a)に示すように、正常な場合は同期余裕度 Mgn が範囲Nに入ることがなく、よ

50

って全域に渡って絶対位置が信頼できると判断される。図10(b)では、ゴミの影響により同期余裕度Mgnが悪化している(P2, P3を含む)位置において、同期余裕度Mgnが範囲Nに入っている。特に、ゴミの影響により同期演算に失敗し絶対位置の誤検出が発生する(P3を含む)位置、すなわち同期余裕度Mgnが0.5を超える付近となっている範囲は、すべて同期余裕度Mgnが範囲Nに入り、絶対位置が信頼できないと判断される。

【0056】

すなわち、絶対位置の誤検出が発生する範囲を含む形で絶対位置が信頼できないという判断を行うことができる。

【0057】

以上により、絶対位置が信頼できる範囲か否かを、同期演算に必要な取得信号のみから算出し、絶対位置が信頼できない場合にユーザに異常を通知することができる。10

【実施例2】

【0058】

以下、図11～図15を用いて、本発明の第2の実施例を説明する。

【0059】

図11は、実施例2の構成ブロック図である。図11において、実施例1と同様の構成を持つものは説明を省略する。

【0060】

信頼性閾値算出部1108は同期余裕度演算部により算出された同期余裕度から絶対位置信頼性判定を利用する閾値を算出する演算部である。また記憶部1109は、信頼性閾値算出部1108により算出した閾値を記憶する不揮発メモリである。20

【0061】

次に本実施例の動作について、図12～13を用いて説明する。本実施例の動作フローは、図5で示した実施例1の処理フローと同様であるので記載は省略する。ただし、本実施例においては、S508の絶対位置信頼性判定処理で、S507で算出された同期余裕度Mgnと、後述する信頼性閾値算出処理により算出された閾値とを比較することで信頼性を判断することが、実施例1とは異なる。

【0062】

続いて、図12を用いて、絶対位置信頼性判定のための閾値を最適化する信頼性閾値最適化処理を説明する。30

なお、図5と同等の処理のものは同符号を付し、説明を省略する。

S1201は処理のスタートであり、S502へと進む。なお、この処理は不図示のスイッチなどで示される信頼性閾値最適化処理の開始通知によって起動される。

S1208は絶対位置信頼性判定処理を利用する閾値を更新する処理(信頼性閾値更新)を行い、S1209へ進む。なお、信頼性閾値更新処理の詳細は後述する。

S1209は、信頼性閾値最適化処理の終了が通知されたかを判断し、通知された場合はS1210へ進み、通知されていない場合はS502へ戻る。なお、信頼性閾値最適化処理の終了は不図示のスイッチなどで通知される。通常、この信頼性閾値最適化処理は、可動要素と固定要素(スケールと取得手段)との移動方向における全可動範囲内において移動させ、全域に対して実施することにより、より確実に信頼性閾値を最適化することができる。40

S1210は信頼性閾値最適化処理の終了である。

【0063】

続いて、図13を用いて、信頼性閾値最適化ルーチン内のS1208で実施される信頼性閾値更新の処理フローを説明する。

S1301は処理の開始であり、S1302へと進む。

S1302では、図12のS507で算出した同期余裕度Mgnを取得し、S1303へと進む。

【0064】

S1303では、信頼性閾値最適化処理が開始されてから初めての信頼性閾値更新処理かどうかを判断し、初めての場合はS1304へ、初めてではない場合はS1305へと進む。

S1304では、上限の閾値MAXを取得した同期余裕度Mgnに、下限の閾値MINを取得した同期50

余裕度Mgnに設定し、S1309へと進む。

【0065】

S1305では、上限の閾値MAXと取得した同期余裕度Mgnを比較し、上限の閾値MAXの方が小さい場合はS1306へ、そうでない場合はS1307へと進む。

S1306では、上限の閾値MAXを取得した同期余裕度Mgnに更新し、S1309へと進む。

【0066】

S1307では、下限の閾値MINと取得した同期余裕度Mgnを比較し、下限の閾値MINの方が大きい場合はS1308へ、そうでない場合はS1309へと進む。

S1308では、下限の閾値MINを取得した同期余裕度Mgnに更新し、S1309へと進む。

【0067】

S1309では、測定された同期余裕度Mgnの取りうる幅が、装置の設計保証値よりも大きいかどうかを判断し、大きい場合はS1310へ、そうでない場合はS1311へと進む。

S1310では、不図示のLED等によりユーザに異常を通知し、S1311へと進む。

S1311は処理の終了である。

【0068】

以上により、信頼性閾値最適化処理を実施している間に算出された同期余裕度Mgnの最大値、最小値から、信頼性閾値の上限閾値MAX及び下限閾値MINを算出することができる。よって、ユーザは信頼性閾値最適化処理を開始したのち、全域を動かした上で信頼性閾値最適化処理を終了することにより、全域での同期余裕度の最大値、最小値を基に閾値を算出することができる。なお、駆動系を有する場合は自動で全域を駆動させ、自動的に閾値を算出し、終了させることもできる。

【0069】

また、上限閾値MAXと下限閾値MINの幅が装置の設計保証値内に収まっている場合にユーザに通知を行っているので、信頼性閾値最適化処理時に既にゴミの影響等による異常があるかどうかを確認することが可能である。

【0070】

また、上限閾値MAXと下限閾値MINの平均が、設計時の同期余裕度の中心と実際の測定での中心との差分である。そのため、この差分を補正するためのオフセットを記憶し、絶対位置算出時に利用してもよい。

【0071】

続いて、図14を用いて、本実施例の効果について説明を行う。

図14(a)は同期余裕度Mgnと、先述の調整時(信頼性閾値最適化処理時)に取得された上限閾値MAX及び下限閾値MINを示すグラフである。

図14(b)は、この上限閾値MAX、下限閾値MINを用いて絶対位置信頼性判定処理を行った時のグラフである。グレーとなっている範囲Nは信頼性がないと判断される領域であり、調整時から状態に変化がない場合は、取得された同期余裕度Mgnが範囲N内となることはない。

図14(c)は、(a)の状態で調整を行った後にゴミがスケールに付着したため同期余裕度Mgnが悪化した場合のグラフである。グラフに示す通り、位置P1を含むゴミによる影響がない場所では算出した絶対位置の信頼性がないと判断されることはない。一方、位置P2やP3の様に、ゴミによる影響で同期余裕度が悪化している場所では、絶対位置の信頼性がないと判断することができる。

【0072】

以上により、正常な状態(スケールへのゴミの付着がない状態)での同期余裕度Mgnの測定値を基に信頼性閾値を設定することで、個体ごとのばらつきを吸収し、正常時に演算される同期余裕度Mgnを含まない最も広い範囲Nを設定することが可能となる。すなわち、絶対位置信頼性判定に利用する閾値が適切に算出され、調整時からの状態の悪化を確実に検知することができる。

【0073】

なお、本実施例では同期を第1の相対位置信号Inc1に対して1回のみ絶対位置信頼性判

10

20

30

40

50

定を行う場合を示した。しかし、第1の相対位置信号Inc1及び第2の相対位置信号Inc2など、複数の相対位置信号に対して、複数回の絶対位置信頼性判定を行う場合には、それぞれ相対位置信号に対して独立に設定された閾値を適用し、絶対位置信頼性判断を行うことで、同様以上の効果を得ることができる。すなわち、ABS信頼性判定部（判定手段）は、演算された3以上の相対位置信号（位相）（第1の相対位置信号Inc1、第2の相対位置信号Inc2、第3の相対位置信号Inc3、・・・）の中の2つの相対位置信号（位相）の同期演算が正常か否かを、複数の組み合わせそれぞれに対し独立して設定された閾値に基づいて判断することにより、一組の組み合わせに対して絶対位置信頼性判断を行った場合よりも高い信頼性を確認することができる。

これは、あるトラックの信号がゴミの影響を受け正常でない値が読み取られた場合、その信号を利用してバーニア演算を行った結果についてもゴミの影響を受ける。ゴミの影響を受けた信号及びバーニア演算結果のうちの1つを利用して同期処理を行う場合、同期余裕度にゴミの影響が現れるため、同期演算を複数回行う場合、複数の同期処理でゴミの影響を受けるからである。10

【0074】

図15は複数回の同期演算のうち、あるトラックの信号がゴミの影響を受けた場合の、同期演算における同期余裕度と絶対位置信頼性判定の閾値、及びゴミの影響を示したグラフである。なお、簡略化のためゴミの影響が及ぶ2つの同期演算である同期A、同期Bのみを示す。

【0075】

図15(a1)は同期Aの信頼性判定閾値算出時の同期余裕度を示すグラフであり、(a2)は同期Aのゴミ混入時の同期余裕度を示すグラフである。20

図15(b1)は同期Bの信頼性判定閾値算出時の同期余裕度を示すグラフであり、(b2)は同期Bのゴミ混入時の同期余裕度を示すグラフである。

【0076】

図15(a1)で示す同期Aの同期余裕度は設計段階から余裕が少なく、例えば図15(a2)の位置P3に示すように、ゴミによる影響で同期演算の失敗し、絶対位置の誤検出が発生しても、絶対位置の信頼性があると判断してしまう場所が存在する。

一方、図15(b1)で示す同期Bの同期余裕度は設計段階で充分余裕があり、例えば図15(b2)に示すように、ゴミの影響により同期演算が失敗することはない。30

【0077】

信頼性判定閾値算出により同期Aの閾値はMAXa、MINa、同期Bの閾値はMAXb、MINbと算出される。そのため、位置P3において同期A側の絶対位置信頼性判定では信頼性があると判断してしまっても、同期B側ではゴミによる異常を検知し、全体として絶対位置の信頼性がないと判断することが可能となる。

【0078】

以上により、複数の同期演算を行う場合は、より精度よく絶対位置の信頼性を判断することが可能となる。

【0079】

以上の実施例では、絶対位置が信頼できない場合の動作として、異常を通知する構成とした。しかし、絶対位置Pabsの信頼性がある場合は絶対位置Pabsを可動要素21の絶対位置として決定し、信頼性がない場合は絶対位置Pabsを可動要素21の絶対位置として決定せずに、再度絶対位置を取得し直してもよい。すなわち、絶対位置が信頼できない位置であった場合でも、絶対位置が信頼できる位置になるまで絶対位置を算出し直すことで、正確な絶対位置を取得することができる。40

【0080】

勿論、位置情報がすぐに必要な場合は、信頼できない絶対位置を仮位置として利用するとともに、信頼できる絶対位置を算出するまで絶対位置の算出を繰り返してもよい。また、駆動系を有する場合は信頼できる絶対位置が算出されるまで位置を動かしても良い。

【0081】

10

20

30

40

50

特に、電源投入時に絶対位置Pabsを算出し、その後は信号切り替えを行わず第1の相対位置信号Inc1のみに（或いは複数の相対位置信号の内の一以上の相対位置信号に）基づいて相対位置検出を行う相対位置演算手段によって可動要素の位置を検出する構成の場合、非常に高い効果を奏する。すなわち、絶対位置Pabsを算出するために必要な信号のみから絶対位置の信頼性を算出することができるため、正常の場合はすぐに正確な絶対位置を取得し、その後は、上記の実施例による絶対位置取得方法から、相対位置演算手段による相対位置を演算する方法に移行させる手段（CPU等）によって、相対位置検出処理へと移行させることができる。また、このような構成の場合、従来では同期演算の失敗により絶対位置の誤検出が発生すると、誤検出した絶対位置を基準として相対位置検出に移ってしまい、常に間違った位置として検出してしまう。しかし、本発明を相対位置検出に移る判断基準として利用することで、このような問題を解決することができる。

10

【0082】

また、絶対位置信頼性判定の閾値を、正常時には必ず信頼性があると判断されるように設定した。これは、閾値が小さいと、異常でなくとも異常を通知してしまう可能性があるためであるが、上述のように絶対位置が信頼できない場合の動作によって閾値を切り替えるてもよい。たとえば再度絶対位置を取得し直す構成の場合は、正常時でも信頼性がないと判断されても再度絶対位置を取得し直せば良いので、確実に信頼できると判断できる範囲を得られるよう、閾値を小さく取ることも考えられる。

閾値の設定方法はこれに限ることはなく、設計として想定される誤差要因や位置検出装置の利用方法、異常検出時の動きなどにより適宜設定される。一般的に、この閾値が大きいと、図15(a2)の位置P3で示したように、絶対位置の誤検出が発生する範囲であっても絶対位置が信頼できると誤判断してしまう可能性があるため、注意が必要である。

20

【0083】

なお、本実施例では同期余裕度が悪化する原因としてゴミによる影響を例として挙げた。しかし、スケール上のキズ、外力等によるスケールやセンサーの歪み、温度による諸々の特性の変化、移動体の移動による複数の信号取得タイミングずれなど、同期演算の異常につながる全ての影響に対して本発明は有効である。

また同期余裕度が悪化していることを判別し、処理を変えることができるため、位置検出装置の各種部品に対しての精度を緩和することも可能となる。よって、組立性改善、構成点数の削減、調整レス、小型化などの効果も期待できる。

30

また、本実施例ではスケール切替え部103を有し、時分割でABSセンサー104からの信号を取得する構成となっているが、これに限らずABSセンサーから同時に複数の信号を取得できる構成でも同様の効果を得ることができる。

【0084】

また、エンコーダとして光学式のエンコーダを使用する実施例を例示したが、本発明はこれに限定されるものではなく、磁気式或いは静電容量式のエンコーダを使用してもよい。

さらには、絶対的な位置を算出する位置検出装置について例に挙げて説明したが、全域に対して複数の周期をもつ位置検出装置でも同様の効果を得ることができる。

上記の実施例の位置検出装置を、可動光学部材を有するレンズ装置に適用し、可動光学部材の位置を検出するように構成することで、本発明の効果を享受することができるレンズ装置を実現することができる。また、上記の実施例の位置検出装置を、可動光学部材を有するレンズ装置及びカメラ装置を備える撮影装置に適用し、可動光学部材の位置を検出するように構成することで、本発明の効果を享受することができる撮影装置を実現することができる。

40

【符号の説明】

【0085】

101 ABS決定部

102 ABS算出部

103 スケール切替え部

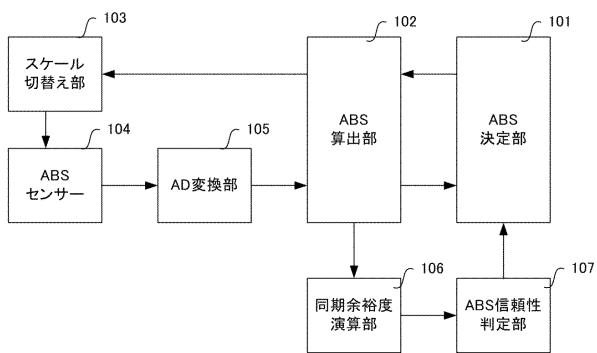
50

104 ABS センサー

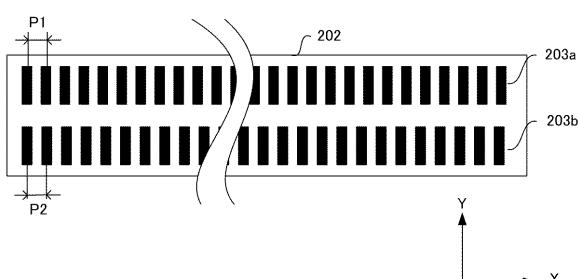
106 同期余裕度演算部（同期余裕度演算手段）

107 ABS 信頼性判定部（判定手段）

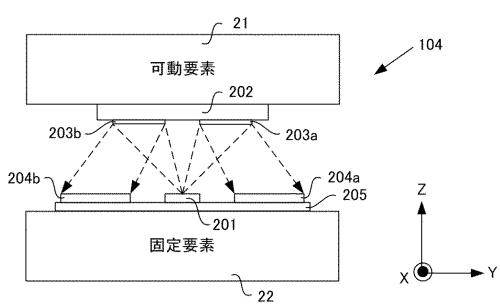
【図1】



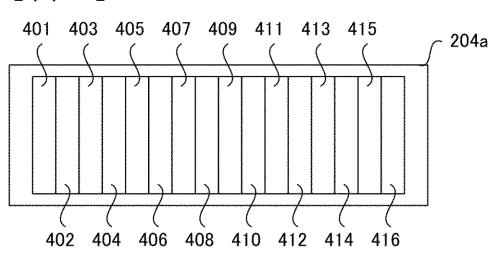
【図3】



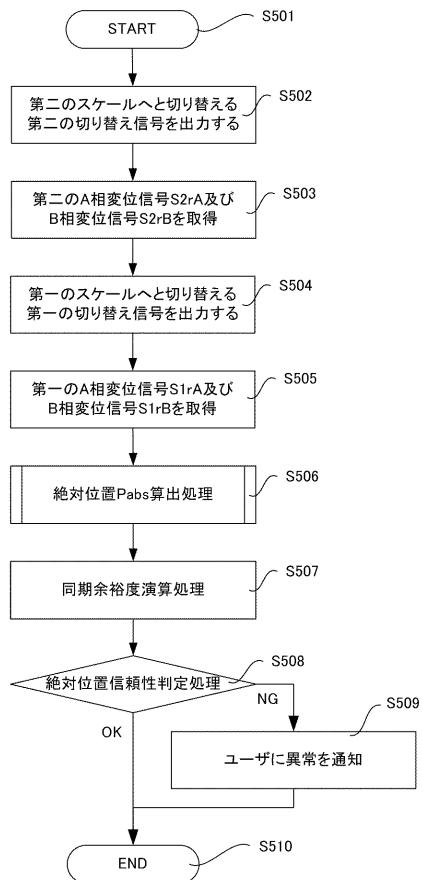
【図2】



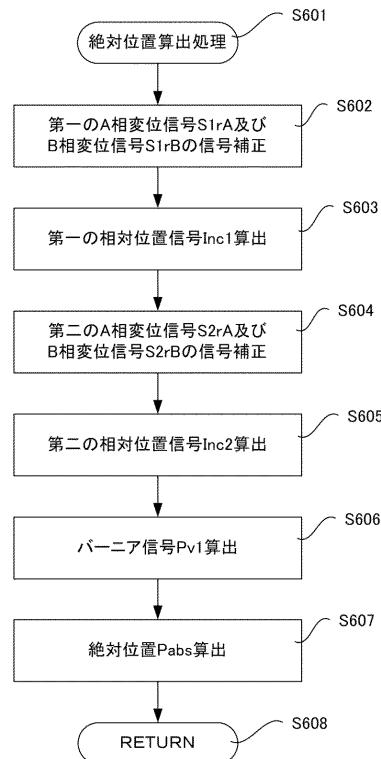
【図4】



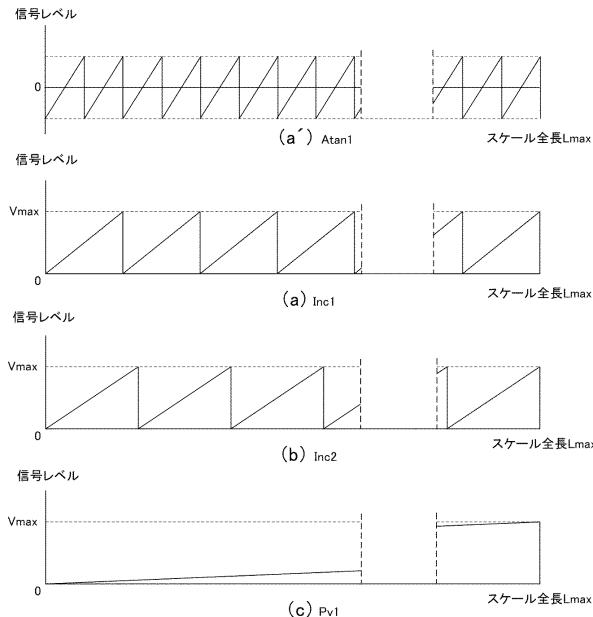
【図5】



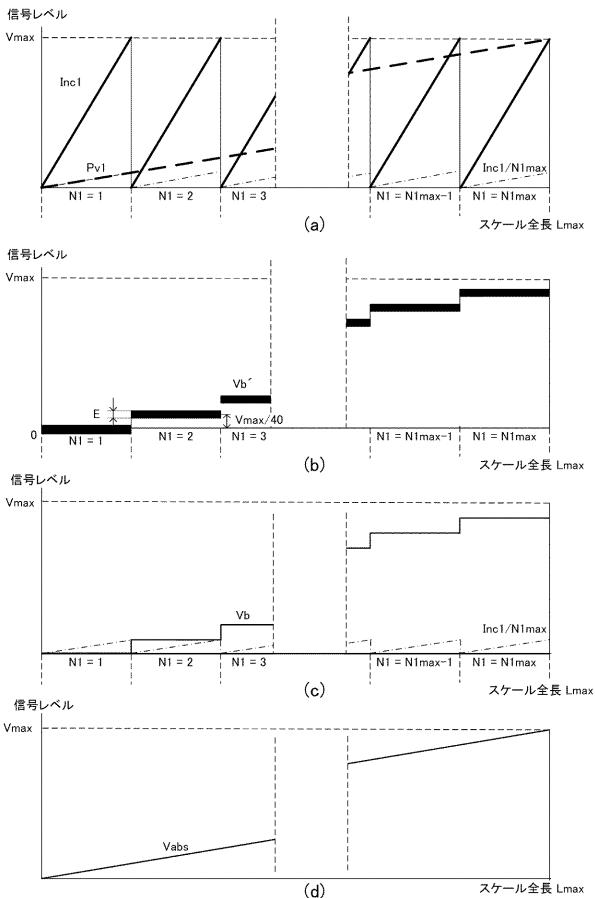
【図6】



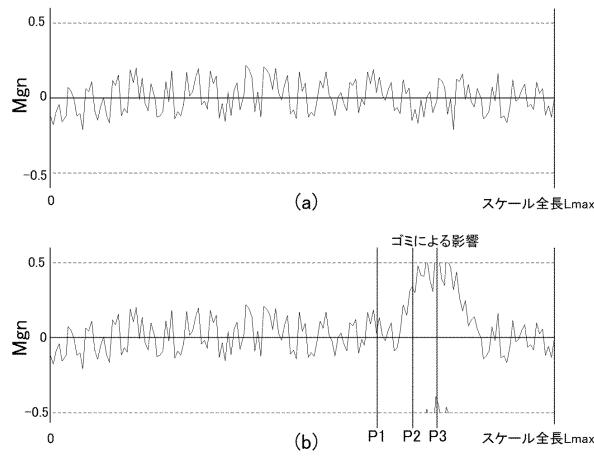
【図7】



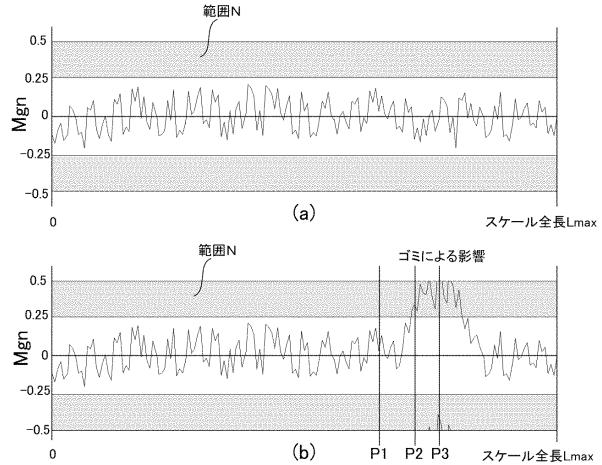
【図8】



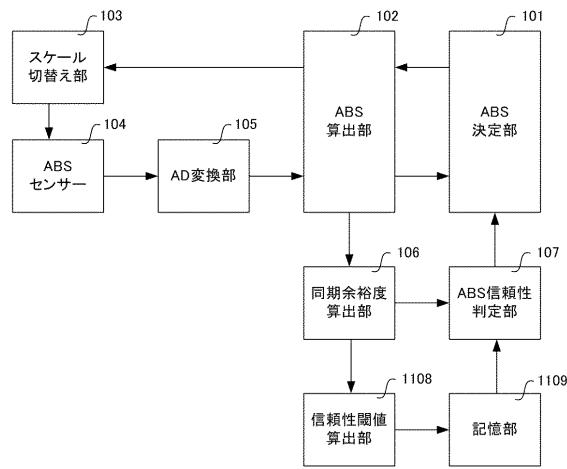
【図9】



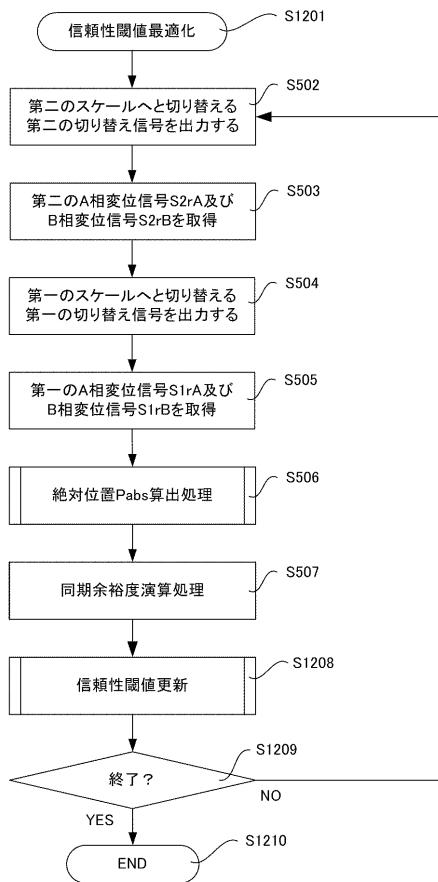
【図10】



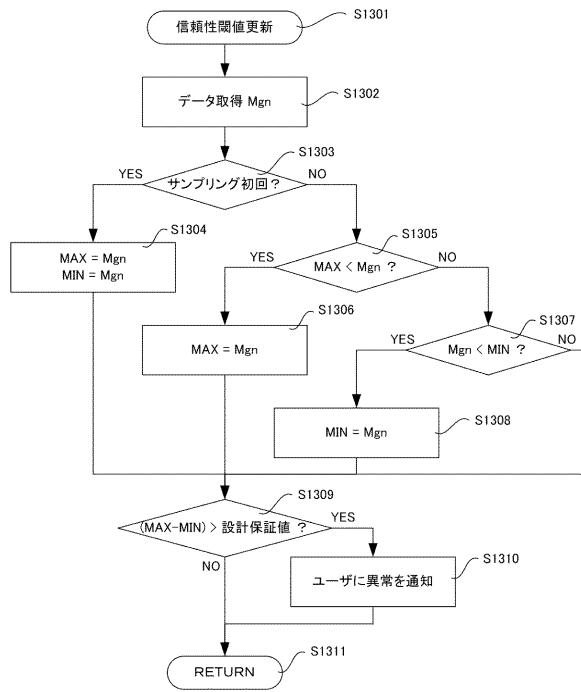
【図11】



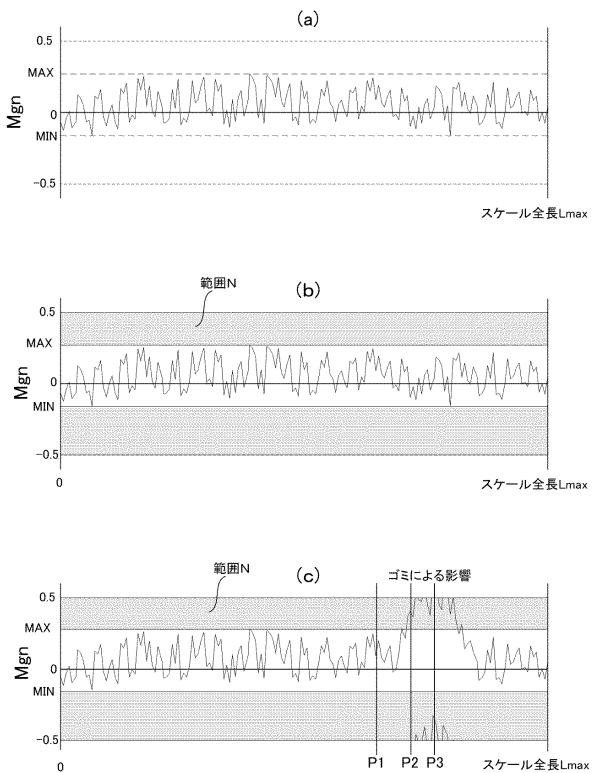
【図12】



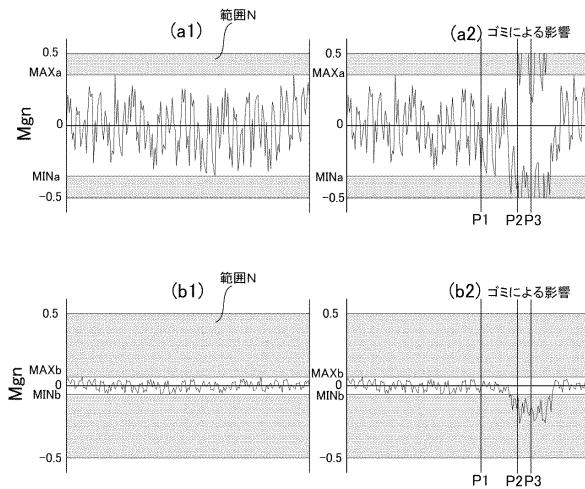
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

審査官 菅藤 政明

(56)参考文献 特開2013-156120(JP,A)
特開2005-241458(JP,A)
米国特許第4991125(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 01 D 5 / 244
G 01 D 5 / 347
G 01 D 5 / 36