

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4498024号  
(P4498024)

(45) 発行日 平成22年7月7日(2010.7.7)

(24) 登録日 平成22年4月23日(2010.4.23)

(51) Int.Cl.

G O 1 D 5/36 (2006.01)

F 1

G O 1 D 5/36  
G O 1 D 5/36X  
K

請求項の数 5 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2004-177407 (P2004-177407)  
 (22) 出願日 平成16年6月15日 (2004.6.15)  
 (65) 公開番号 特開2006-3126 (P2006-3126A)  
 (43) 公開日 平成18年1月5日 (2006.1.5)  
 審査請求日 平成19年6月8日 (2007.6.8)

(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 100096965  
 弁理士 内尾 裕一  
 (72) 発明者 熱田 晓生  
 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  
 (72) 発明者 井垣 正彦  
 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  
 審査官 岡田 卓弥

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】光学式エンコーダ

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

所定の間隔の光学格子が形成され、前記光学格子の一部に光学的な不連続部分が設けられたスケールと、

該スケールに対して相対移動可能に設けられ、光源から照射された光束を前記スケールを介して受光する複数の受光素子を1セグメントとし、複数の前記セグメントを有し、複数の前記セグメント間の互いに対応する位置からは同位相の出力が得られるよう前記光学格子のピッチに関係付けして配設した受光素子アレイと、

前記受光素子アレイから得られる電気信号に基づいてインクリメンタル信号を得る信号処理回路とを有する光学式エンコーダにおいて、

前記信号処理回路は、前記インクリメンタル信号として互いに位相が90°ずれた2つのアナログ信号と、前記2つのアナログ信号と位相が等しく、前記アナログ信号の2値化された信号である2つのデジタル信号とを出力し、

少なくとも一方のデジタル信号のパルスエッジのタイミングで得られる前記一方のデジタル信号と位相が90°ずれた前記アナログ信号の値に基づいて、前記位相が90°ずれたアナログ信号の振幅又は中心電圧を求め、前記不連続部材が前記受光素子アレイを通過するときに前記振幅又は前記中心電圧の変化を検出し、該変化が発生したときの位置に基づいて原点を検出することを特徴とする光学式エンコーダ。

## 【請求項 2】

前記不連続部分の通過は、前記振幅又は前記中心電圧の変化のピーク値の位置を求めて

10

20

検出することを特徴とする請求項 1 に記載の光学式エンコーダ。

【請求項 3】

前記不連続部分の通過は、前記振幅又は前記中心電圧の変化の微分した結果を用いて検出することを特徴とする請求項 1 に記載の光学式エンコーダ。

【請求項 4】

前記不連続部分の通過は、前記振幅又は前記中心電圧の変化の微分した値のゼロクロス個所付近の個所を原点位置として検出することを特徴とする請求項 1 に記載の光学式エンコーダ。

【請求項 5】

前記不連続部分は、初期動作時に前記振幅又は前記中心電圧の変化の微分した値のゼロクロス付近の個所を原点位置とし、そのときの微分値を記憶し、次回に該微分記憶値に最も近い個所を原点位置と決定することを特徴とする請求項 1 に記載の光学式エンコーダ。 10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、変位測定や角度測定に用いられる光学式エンコーダに関するものである。

【背景技術】

【0002】

光学式エンコーダは基本的に、第 1 の光学格子が形成されたメインスケールと、これに対向して配置され第 2 の光学格子が形成されたインデックススケールと、メインスケールに光を照射する光源と、メインスケールの光学格子を透過又は反射し、更にインデックススケールの光学格子を透過した光を受光する受光素子とを備えて構成されている。 20

【0003】

この種の光学式エンコーダにおいて、インデックススケールを兼ねて受光素子アレイを用いる方式は、既に特許文献 1 に提案されている。また、本発明者もこの構成のエンコーダとして、特許文献 2 に開示の発明を出願している。

【0004】

【特許文献 1】特公平 6 - 56304 号公報

【特許文献 2】特開 2003 - 161645 号公報

【0005】

この構成のエンコーダはインクリメンタル型と云われ、スケールの移動に対し、パルスの増減によりその移動量を検出することが可能である。

【0006】

このインクリメンタル型の問題として、回転角度の絶対位置が分からぬために、絶対位置を検出するセンサを別途必要とする問題があるが、それを回避する手段として特許文献 3 が開示されている。

【0007】

【特許文献 3】特開平 10 - 318790 号公報

【0008】

この特許文献 3 においては、インクリメンタル式の透過型のエンコーダにおける絶対値を検出するために、図 13 に示すようにスケール 1 に配列したスリット 2 の透過率を変化させ、例えばスリット 2 a の透過率を 1 とし、並列する順次のスリット 2 b、2 c、2 d の透過率を徐々に低下させている。 40

【0009】

図 14 はこのスケール 1 を用いて、センサをスリット 2 の透過率が変化している部分が通過したときに得られる信号変化を示しており、センサから得られるアナログ 2 相信号 O a、O b は、スリット 2 の透過率が徐々に低下することにより振幅が低下するので、この変化を検出することによって絶対位置を検出するようになっている。

【発明の開示】

50

**【発明が解決しようとする課題】**

**【0010】**

上述の従来例で示すエンコーダの絶対位置検出手段では、信号振幅を検出する方法として、得られるエンコーダ信号の1周期よりも十分に細かいタイミングでサンプリングし、そこから得られる信号のピークとバレイの電圧を求めなければならず、この処理のために高速なA/D変換器など規模の大きな回路が必要となる。また、スケールに透過率の異なる部分を正確に製作する必要があり、実際の振幅変化もかなりのばらつきが発生する問題がある。

**【0011】**

本発明の目的は、上述の問題点を解消し、簡単な構成で不連続部分が得られるスケール構成とし、環境変化の影響を受けることのない信号や信号処理を用いて、スケールに付した不連続部分の位置を原点として安定して検出することを可能とする光学式エンコーダを提供することにある。10

**【課題を解決するための手段】**

**【0012】**

上記目的を達成するための本発明に係る光学式エンコーダは、所定の間隔の光学格子が形成され、前記光学格子の一部に光学的な不連続部分が設けられたスケールと、該スケールに対して相対移動可能に設けられ、光源から照射された光束を前記スケールを介して受光する複数の受光素子を1セグメントとし、複数の前記セグメントを有し、複数の前記セグメント間の互いに対応する位置からは同位相の出力が得られるよう前記光学格子のピッチに関係付けして配設した受光素子アレイと、前記受光素子アレイから得られる電気信号に基づいてインクリメンタル信号を得る信号処理回路とを有する光学式エンコーダにおいて、前記信号処理回路は、前記インクリメンタル信号として互いに位相が90°ずれた2つのアナログ信号と、前記2つのアナログ信号と位相が等しく、前記アナログ信号の2値化された信号である2つのデジタル信号とを出力し、少なくとも一方のデジタル信号のパルスエッジのタイミングで得られる前記一方のデジタル信号と位相が90°ずれた前記アナログ信号の値に基づいて、前記位相が90°ずれたアナログ信号の振幅又は中心電圧を求め、前記不連続部材が前記受光素子アレイを通過するときに前記振幅又は前記中心電圧の変化を検出し、該変化が発生したときの位置に基づいて原点を検出することを特徴とする。20

**【発明の効果】**

**【0013】**

本発明に係る光学式エンコーダによれば、絶対位置検出を行う際にアナログエンコーダ信号振幅の変化点或いは中心電圧の変化点を検出することにより、スケールの不連続部分の位置を検出することを可能とし、スケールの絶対位置を簡素な電気回路により検出することができる。30

**【発明を実施するための最良の形態】**

**【0014】**

本発明を図示の実施例に基づいて詳細に説明する。

**【実施例1】**

**【0015】**

図1は反射型スケールの形状をマイクロルーフミラーアレイとした光学式エンコーダの構成図である。従来では、発光部と受光部とがスケールを挟んで対向して設置された所謂透過型の構成であったが、本実施例1では反射型の構成とされている。また、スケール11の形状をマイクロルーフミラーアレイを用いた構成とすることにより、光の利用効率を向上させている。このマイクロルーフミラーアレイについては、特許文献4に開示されている。

**【0016】**

【特許文献4】特開2002-323347号公報

**【0017】**

50

20

30

40

50

移動体であるスケール 1 1 の片側には、発光部 1 2 、複数の受光素子を列状に配置した受光部 1 3 が固定して配置されている。発光部 1 2 で発光した光は、細かい間隔の反射部と非反射部を持つスケール 1 1 で反射して図 2 の受光部 1 3 の受光素子の列上に明暗の分布を与える。この構成は特にスケール 1 1 がマイクロルーフミラーアレイを用いた構成ではなく、単に反射部と非反射部を持つ構成であれば、信号レベルは異なるものの、同様な光の明暗の分布が受光部 1 3 上に形成され、エンコーダ信号を得ることができる。

#### 【 0 0 1 8 】

従来のスケールでは前述したように、不連続部分として透過率が異なる部分を構成していたが、本実施例 1 では光束が完全に透過しない不連続部分 1 1 a がスケール 1 1 に設けられている。従来例において透過率が異なる部分を設けていたのは、完全な不完全部分を設けると信号が欠落しエラーとなってしまうため、或る程度の信号振幅が必要であったためである。10

#### 【 0 0 1 9 】

図 2 に示す受光部 1 3 は、4 個のフォトダイオード S を 1 セグメントとし、複数のセグメントを有する構成とされている。1 3 a はスケール 1 1 を介して受光部 1 3 に戻ってきた光の強度が強い部分である。通常のエンコーダでは、この光強度の強い部分 1 3 a がスケール 1 1 のピッチと或る関係で分布する。本実施例 1 の構成では、4 つのフォトダイオード S のセグメントと同じ間隔で 1 3 a の部分が分布することになる。

#### 【 0 0 2 0 】

本実施例 1 では、スケール 1 1 に不連続部分 1 1 a を設けているため、1 3 b に示すように光強度の強い部分が抜ける現象が生ずる。しかし、この構成によれば入力光の波がスケール 1 1 の不連続部分 1 1 a に従って、完全に 1 つ欠落したとしても、他のフォトダイオード S の存在のために、ほぼフォトダイオード S が残っている割合での信号振幅が得られる。20

#### 【 0 0 2 1 】

図 3 は本実施例の回路構成図であり、フォトダイオード S 1 ~ S 4 の出力はそれぞれ電流電圧変換器 2 1 に接続されている。フォトダイオード S 1 ~ S 4 からはそれぞれ位相が 90° ずれた信号が出力され、フォトダイオード S 1 と S 3 、 S 2 と S 4 からのそれぞれ位相が 180° ずれた信号が、2 個の差動増幅器 2 2 及び 2 個のコンパレータ 2 3 のプラス入力とマイナス入力に入力して 2 値化され、アナログエンコーダ信号（以下、アナログ信号と云う） A 、 B と、デジタルエンコーダ信号（以下、デジタル信号と云う） D A 、 D B が得られる。30

#### 【 0 0 2 2 】

図 4 は図 3 の回路構成から得られた信号のタイムチャート図である。デジタル信号 D A 、 D B はアナログ信号 A 、 B のゼロクロスにおいて生成されており、しかもアナログ信号 A 、 B は 90° 位相がずれているため、デジタル信号 D B の立上りと立下りはアナログ信号 A の最大と最小の値になる。

#### 【 0 0 2 3 】

従って、デジタル信号 D B のパルスエッジのタイミングでアナログ信号 A の信号を取り込めば、アナログ信号 A の最大値と最小値の値が得られる。40

#### 【 0 0 2 4 】

また、アナログ信号 A の振幅は（アナログ信号 A の最大値 - アナログ信号 A の最小値）から求められ、アナログ信号 A の中心電圧は、{（アナログ信号 A の最大値 + アナログ信号 A の最小値）/ 2} から求めることができる。

#### 【 0 0 2 5 】

図 5 はこの手法により得られたアナログ信号 A の振幅の波形図を示し、データは 600 パルス / R で、図 1 に示したような不連続部分 1 1 a が 1 回転で 1 個所、図 5 では 230 番目のパルス付近に現われている。

#### 【 0 0 2 6 】

このように、不連続部分 1 1 a が通過したとき信号振幅は低下することになるが、この50

低下のレベルとしては、4つのフォトダイオードS1～S4を1セグメントとしたとき、図2では6セグメントのフォトダイオードのグループがあるのに対し、1セグメント分の信号が入力しないため、図5での信号レベルは不連続部分11aを設けないときの信号レベルと比べると5/6に低下している。

**【0027】**

マイクロコンピュータなどの演算処理部では、図5において信号レベルが3Vを下回った場合、又は振幅値が最小値になった場合などのときに原点であると認識し、そのときの位置を記憶し、或いはコンパレータを設けてパルス信号を出力する。

**【0028】**

このように、スケール11に不連続部分11aを設け、振幅を一方のデジタル信号DBのパルスエッジを基準に一方のアナログ信号Aをサンプリングし演算処理することで、原点位置を検出することが可能となる。

**【0029】**

図6は本実施例1の原点検出アルゴリズムのフローチャート図である。ステップS1で原点検出を開始し、スケール11を移動させて信号を発生させる。

**【0030】**

ステップS2でデジタル信号DBの立ち上りと立ち下りタイミングで、アナログ信号Aの信号を検出し、アナログ信号Aの最大値と最小値を求める。

**【0031】**

ステップS3で最大値 - 最小値を演算して振幅を求める。

**【0032】**

ステップS4で、振幅値が最小になる個所を検出する。

**【0033】**

ステップS5で、振幅値が最小のパルス値のときのデジタル信号DAの立ち上り位置を原点とする。

**【0034】**

このようにして、デジタル信号の或る特定のパルスエッジを原点位置とすることにより、再現性の良い原点位置を高精度で得ることが可能となる。

**【実施例2】**

**【0035】**

図7は実施例1において、検出不能となる場合の振幅変動の波形図を示している。スケール11に不連続部分11aを設けたにも拘らず、他の振幅変動が大きく、実施例1のような或る電圧を下回ったとき、又は最小値となったときを計算しても、不連続部分11aを捉えられないという問題が発生することがある。

**【0036】**

これはスケール11の汚れ、取付精度が悪いなどの原因によるものであるが、それを解消するためには、エンコーダを塵埃が侵入しない環境で使用したり、組み立て調整を厳しく行うなどの制約が生ずる。

**【0037】**

本実施例2は振幅変動が大きくとも、スケール11の原点である不連続部分11aを検出するために、検出信号を微分して不連続部分11aが通過したときの急激な振幅変化を捉えている。

**【0038】**

図8は図7におけるアナログ信号Aを微分した結果であり、図8(a)は全領域での微分信号の波形図、図8(b)は不連続部分11aが通過したときの振幅が急激に変化したときの微分信号の波形図を示している。

**【0039】**

図8(a)から分かるように、スケール11の不連続部分11aが通過した個所では、微分値が大きく上下に変化している。これは実際の振幅が一瞬低下して直ちに復活するためである。図8(b)は微分値が大きく変化している個所の横軸を拡大しており、マーク

10

20

30

40

50

のある個所はエンコーダ信号の 1 パルスに相当する。

**【 0 0 4 0 】**

ここで、マイクロコンピュータなどにより微分値を検索してゆき、例えば図 8 ( b ) で微分値が - 0 . 5 を下回った個所から、 + 0 . 5 を超える間の個所で、最もゼロに近い値を見付けるようにする。すると、図 8 ( b ) の点線で囲った 232 番目のパルス位置が原点位置として選択できる。

**【 0 0 4 1 】**

従って、最初に計数したパルス計数値に対し 232 を差し引くなどして、以後はこのパルス位置を原点に決定することが可能となる。なお、この計数のときのデジタル信号 D A のエッジを原点位置とすることで、精度の良い原点位置を得ることができる。

10

**【実施例 3】**

**【 0 0 4 2 】**

図 9 は実施例 3 を説明するためのアナログ信号 A の出力波形図であり、従来の信号振幅ではなく、アナログ信号 A の中心電圧に着目している。図 9 ( a ) は横軸をパルス位置としたときのアナログ信号 A の振幅とその中心電圧を示し、図 9 ( b ) はスケール 11 の不連続部分が通過する付近のアナログ信号 A の中心電圧の変化を横軸を拡大して示している。

**【 0 0 4 3 】**

図 9 ( b ) から分かるように、アナログ信号 A の中心電圧はスケール 11 の不連続部分 11 a が発光部 12 、受光部 13 に入ったときにプラス側にピークを出力し、発光部 12 、受光部 13 を抜けるときにマイナス側にピークを出力する。

20

**【 0 0 4 4 】**

図 10 はこの現象の説明図であり、スケール 11 の不連続部分 11 a による部分 13 b が受光部 13 の端の部分にあるとき、光が入射する部分と出射する部分で不均衡が生じ、図 3 の差動増幅器 22 で相殺していたオフセット成分が、微妙に発生している。これにより、図 9 ( b ) に示すような中心電圧の変化部が検出される。従って、図 9 ( b ) の点線でくくった個所のように、電圧変化のピークになるパルス位置を原点とすることができます。

**【 0 0 4 5 】**

図 9 ( a ) からも分かるように、アナログ信号 A の中心電圧は、振幅が変化しているにも拘らず殆ど変化せず、スケール 11 の不連続部分 11 a が通過するときのみ変動するため、安定して原点を検出することが可能となる。

30

**【実施例 4】**

**【 0 0 4 6 】**

図 11 は実施例 4 のアナログ信号 A の中心電圧とその中心電圧を微分した波形を示している。この図 11 において、中心電圧のピークの部分を見ると、複数のピークが存在し、中心電圧のピークを取るという前述の実施例 3 では、状況により異なる方の個所が求めるピーク値になってしまふという問題が発生する。

**【 0 0 4 7 】**

そこで本実施例 4 では、アナログ信号 A の中心電圧の微分値を求める上、上がり下がりを有する S 字カーブになるので、上昇してから下がるときのゼロに近い個所を原点と決定することで、確実に 1 個所を原点位置に決定することができる。なお図 11 においては、個所 224 番目のパルス位置が原点となる。

40

**【 0 0 4 8 】**

また、ここで微分した結果の上がり下がりのゼロに近い個所が 2 個所あり、何れかを決められないとき、初期時にゼロに最も近い個所を原点として選択し、次の原点検出からは先の個所が持っていた値に最も近い個所を探すことにより、確実に原点位置を捉えることが可能となる。

**【 0 0 4 9 】**

図 12 はこの実施例 4 の原点検出アルゴリズムのフローチャート図である。ステップ S

50

11で原点検出スタートし、スケール11を移動し信号を発生させる。ステップS12においてデジタル信号DBの立ち上りと立ち下りタイミングでアナログ信号Aの信号を検出することで、アナログ信号Aの最大値と最小値を検出する。

#### 【0050】

ステップS13で $\{\text{最大値} + \text{最小値}\} / 2$ から中心電圧を求める。ステップS14で中心電圧値データの中心電圧が或る値以上に変化している領域のデータを微分する。

#### 【0051】

ステップS15～S16で初期測定のときは、微分値がゼロに近いパルス位置を原点と決定し、その微分値Xを記憶する。ステップS17で、初期測定ではないときは微分値がXのときの個所を選択する。ステップS18で、得られた個所のデジタル信号DAの立ち上りの位置を原点とする。10

#### 【0052】

このようにして、デジタル信号の或る特定のパルスエッジを原点位置であるとすることにより、精度の良い原点位置を得ることが可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0053】

【図1】実施例1の光学式エンコーダの構成図である。

【図2】フォトダイオードアレイのパターンと検出される光の明暗パターンとの関係図である。

【図3】処理回路の構成図である。である。20

【図4】デジタル信号とアナログ信号のタイムチャート図である。

【図5】アナログ信号の振幅の波形図である。

【図6】原点検出アルゴリズムのフローチャート図である。

【図7】検出不能となる場合の振幅変動のアナログ信号の波形図である。

【図8】実施例2のアナログ信号を微分した信号の波形図である。

【図9】実施例3のアナログ信号の振幅と中心電圧の波形図である。

【図10】フォトダイオードアレイのパターンと検出される光の明暗パターンとの関係図である。

【図11】実施例4のエンコーダの中心電圧とこの中心電圧を微分した信号の波形図である。30

【図12】原点検出アルゴリズムのフローチャート図である。

【図13】従来の光学式エンコーダのスケール部の構成図である。

【図14】スケールの不連続部分がセンサを通過しているときのエンコーダ信号の出力波形図である。

#### 【符号の説明】

#### 【0054】

11 スケール

11a 不連続部分

12 発光部

13 受光部

21 電流電圧変換器

22 差動増幅器

23 コンパレータ

S、S1～S4 フォトダイオード

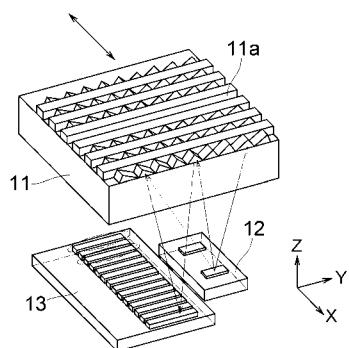
10

20

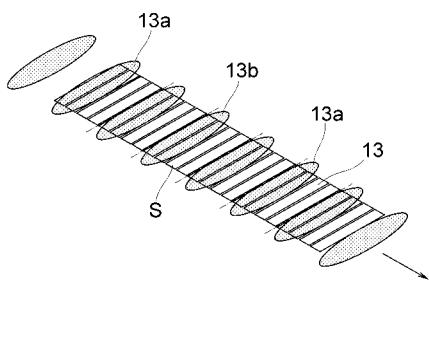
30

40

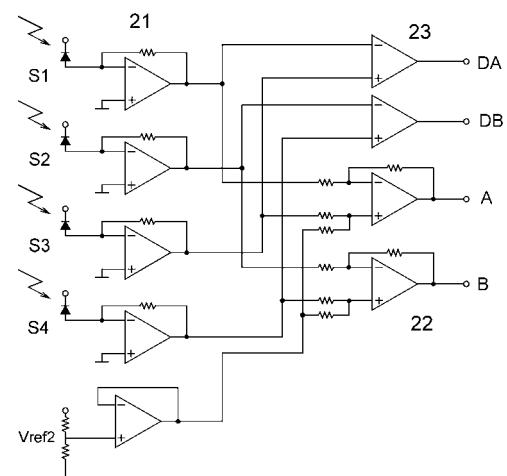
【図1】



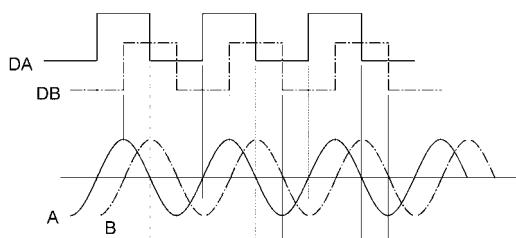
【図2】



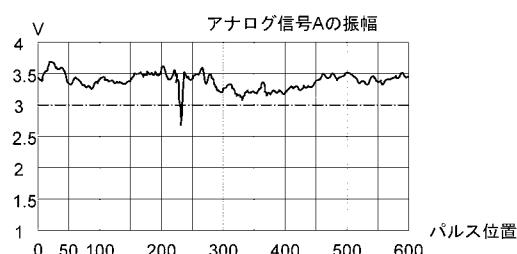
【図3】



【図4】



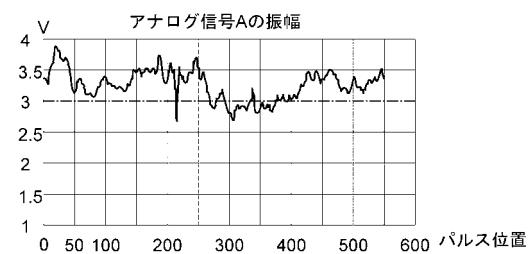
【図5】



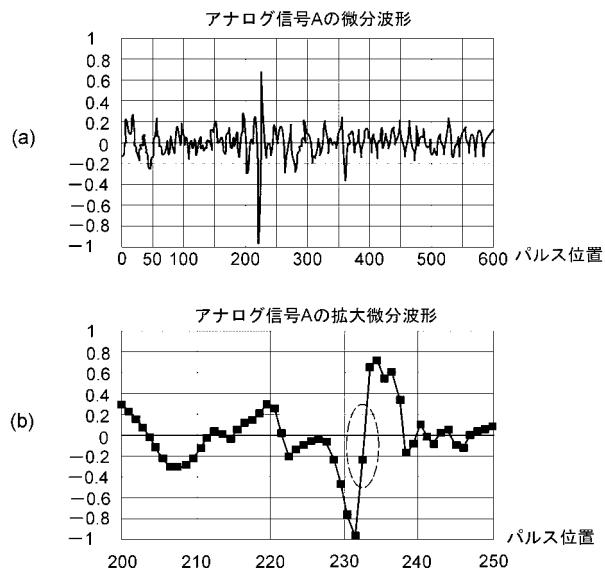
【図6】

- S1 原点検出開始(スケール移動)
- S2 デジタル信号DBのエッジタイミングでアナログ信号Aを検出
- S3 最大径-最小径から振幅を求める
- S4 検出データから振幅最小値の個所を求める
- S5 振幅が最小値のパルス計数値になるパルス値のときのデジタル信号DAの立ち上がりを原点とする

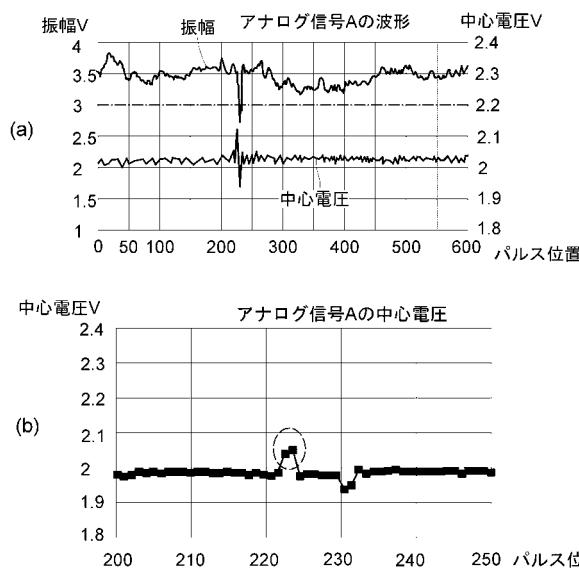
【図7】



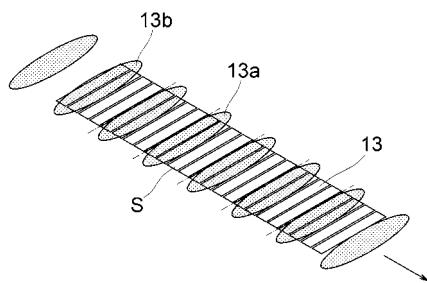
【図8】



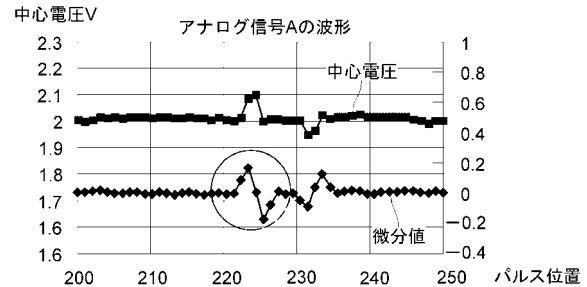
【図9】



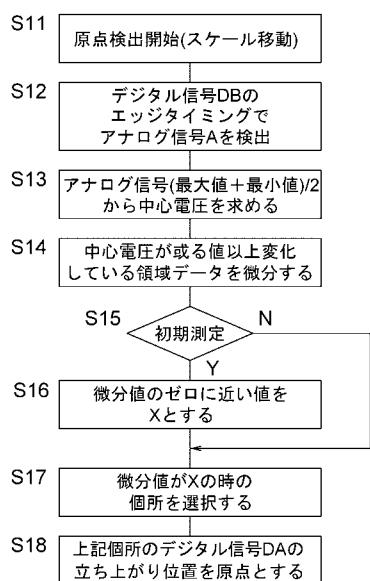
【図10】



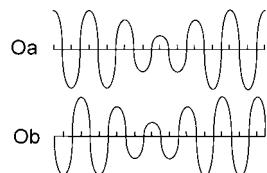
【図11】



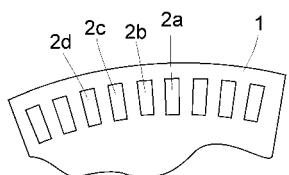
【図12】



【図14】



【図13】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2003-337052(JP,A)  
特開2001-317963(JP,A)  
特開平10-288538(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 01 D 5 / 26 - 5 / 38