

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5629007号
(P5629007)

(45) 発行日 平成26年11月19日(2014.11.19)

(24) 登録日 平成26年10月10日(2014.10.10)

(51) Int.Cl.	F I
GO 1 D 5/244 (2006.01)	GO 1 D 5/244 J
GO 1 R 33/07 (2006.01)	GO 1 R 33/06 H
GO 1 R 33/02 (2006.01)	GO 1 R 33/02 U
GO 1 D 5/245 (2006.01)	GO 1 D 5/245 1 1 O B
	GO 1 D 5/245 H

請求項の数 14 (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2013-526754 (P2013-526754)
 (86) (22) 出願日 平成24年7月27日(2012.7.27)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2012/004813
 (87) 国際公開番号 W02013/018347
 (87) 国際公開日 平成25年2月7日(2013.2.7)
 審査請求日 平成25年9月25日(2013.9.25)
 (31) 優先権主張番号 特願2011-166635 (P2011-166635)
 (32) 優先日 平成23年7月29日(2011.7.29)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 303046277
 旭化成エレクトロニクス株式会社
 東京都千代田区神田神保町一丁目105番地
 (74) 代理人 110001243
 特許業務法人 谷・阿部特許事務所
 (72) 発明者 岡本 潤一郎
 東京都千代田区神田神保町一丁目105番地
 (72) 発明者 高橋 新
 東京都千代田区神田神保町一丁目105番地
 審査官 眞岩 久恵

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁場計測装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

磁場発生体から発生する磁場を検出する磁場計測装置であって、
 第1から第4の磁電変換素子と、
 磁性体からなる磁気収束板と、
 前記磁電変換素子の感磁面に対して水平方向及び/又は垂直方向に印加される磁場を算出する算出部と、

を備え、

前記磁気収束板は、

前記第1の磁電変換素子の感磁面と前記第2の磁電変換素子の感磁面に対して水平方向に発生する磁場ベクトルを前記第1の磁電変換素子の感磁面と第2の磁電変換素子の感磁面に対して垂直方向且つそれぞれの感磁面で逆方向の磁場ベクトルに変換し、更に、

前記第3の磁電変換素子の感磁面と前記第4の磁電変換素子の感磁面に対して水平方向に発生する磁場ベクトルを前記第3の磁電変換素子の感磁面と第4の磁電変換素子の感磁面に対して垂直方向且つそれぞれの感磁面で逆方向の磁場ベクトルに変換するように前記第1から第4の磁電変換素子の近傍に配置されており、

前記算出部は、前記第1から第4の磁電変換素子の出力を加減算し、算出結果を出力する第1の算出ブロックを有し、

前記算出部は、前記第1から第4の磁電変換素子の出力を加減算し、前記第1の算出ブロックの出力信号と位相が異なる信号を算出する第2の算出ブロックを有することを特徴

10

20

とする磁場計測装置。

【請求項 2】

磁場発生体から発生する磁場を検出する磁場計測装置であって、

第 1 から第 4 の磁電変換素子と、

磁性体からなる磁気収束板と、

前記磁電変換素子の感磁面に対して水平方向及びノ又は垂直方向に印加される磁場を算出する算出部と、

を備え、

前記磁気収束板は、

前記第 1 の磁電変換素子の感磁面と前記第 2 の磁電変換素子の感磁面に対して水平方向に発生する磁場ベクトルを前記第 1 の磁電変換素子の感磁面と第 2 の磁電変換素子の感磁面に対して垂直方向且つそれぞれの感磁面で逆方向の磁場ベクトルに変換し、更に、

前記第 3 の磁電変換素子の感磁面と前記第 4 の磁電変換素子の感磁面に対して水平方向に発生する磁場ベクトルを前記第 3 の磁電変換素子の感磁面と第 4 の磁電変換素子の感磁面に対して垂直方向且つそれぞれの感磁面で逆方向の磁場ベクトルに変換するように前記第 1 から第 4 の磁電変換素子の近傍に配置されており、

前記算出部は、前記第 1 から第 4 の磁電変換素子の出力を加減算し、算出結果を出力する第 1 の算出ブロックを有し、

前記算出部は、前記第 1 から第 4 の磁電変換素子の出力を加減算し、前記第 1 の算出ブロックの出力信号と位相が異なる信号を算出する第 2 の算出ブロックを有することを特徴とする磁場計測装置。

【請求項 3】

前記第 1 から第 4 の磁電変換素子が略直線状に配置されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の磁場計測装置。

【請求項 4】

前記第 1 の算出ブロックの出力信号と前記第 2 の算出ブロックの出力信号との位相差は、90度であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の磁場計測装置。

【請求項 5】

前記第 2 の算出ブロックは、前記第 1 の磁電変換素子と前記第 2 の磁電変換素子の出力を加減算し、算出結果を出力する第 4 の加減算ブロックと、前記第 3 の磁電変換素子と前記第 4 の磁電変換素子の出力を加減算し、算出結果を出力する第 5 の加減算ブロックと、前記第 4 の加減算ブロックの出力と前記第 5 の加減算ブロックの出力を加減算し、算出結果を出力する第 6 の加減算ブロックと、を備えることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の磁場計測装置。

【請求項 6】

前記第 2 の算出ブロックは、前記第 1 の磁電変換素子と前記第 3 の磁電変換素子の出力を加減算し、算出結果を出力する第 4 の加減算ブロックと、前記第 2 の磁電変換素子と前記第 4 の磁電変換素子の出力を加減算し、算出結果を出力する第 5 の加減算ブロックと、前記第 4 の加減算ブロックの出力と前記第 5 の加減算ブロックの出力を加減算し、算出結果を出力する第 6 の加減算ブロックと、を備えることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の磁場計測装置。

【請求項 7】

前記算出部は、前記第 1 の算出ブロックの出力と、前記第 2 の算出ブロックの出力と、に基づいて、前記磁場発生体の位置、移動又は回転を検知することを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の磁場計測装置。

【請求項 8】

前記第 1 の算出ブロックは、前記第 1 の磁電変換素子と前記第 2 の磁電変換素子の出力を加減算し、算出結果を出力する第 1 の加減算ブロックと、前記第 3 の磁電変換素子と前記第 4 の磁電変換素子の出力を加減算し、算出結果を出力する第 2 の加減算ブロックと、前記第 1 の加減算ブロックの出力と前記第 2 の加減算ブロックの出力を加減算し、算出結

10

20

30

40

50

果を出力する第3の加減算ブロックと、を備えることを特徴とする請求項1乃至7のいずれかに記載の磁場計測装置。

【請求項9】

前記第1の算出ブロックは、前記第1の磁電変換素子と前記第3の磁電変換素子の出力を加減算し、算出結果を出力する第1の加減算ブロックと、前記第2の磁電変換素子と前記第4の磁電変換素子の出力を加減算し、算出結果を出力する第2の加減算ブロックと、前記第1の加減算ブロックの出力と前記第2の加減算ブロックの出力を加減算し、算出結果を出力する第3の加減算ブロックと、を備えることを特徴とする請求項1乃至8のいずれかに記載の磁場計測装置。

【請求項10】

前記算出部は、前記磁場発生体の位置、移動又は回転を検知することを特徴とする請求項1乃至9のいずれかに記載の磁場計測装置。

【請求項11】

前記算出部は、前記第1の算出ブロックの出力に基づいて、前記磁場発生体の位置、移動又は回転を検知することを特徴とする請求項10に記載の磁場計測装置。

【請求項12】

前記算出部は、前記第1の算出ブロックの出力信号をパルス波形に成形した信号に基づいて、前記磁場発生体の位置、移動又は回転を検知することを特徴とする請求項10又は11に記載の磁場計測装置。

【請求項13】

磁場発生体を備え、
該磁場発生体が移動可能及び/又は回転可能な多極着磁された磁石、又は、前記第1から第4の磁電変換素子の近傍に設置されたバックバイアス磁石と、移動可能及び/又は回転可能なギヤ歯から構成される構成体であることを特徴とする請求項1乃至12のいずれかに記載の磁場計測装置。

【請求項14】

磁場発生体を備え、
該磁場発生体が前記第1から第4の磁電変換素子の近傍に設置されたバックバイアス磁石と、移動可能及び/又は回転可能なギヤ歯から構成される構成体であり、
前記第1から第4の磁電変換素子は、前記バックバイアス磁石と前記ギヤ歯に挟まれる位置に配置されることを特徴とする請求項1乃至12のいずれかに記載の磁場計測装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、磁場計測装置に関し、より詳細には、磁場発生体の位置、移動又は回転を検出する磁場計測装置に関する。

【背景技術】

【0002】

図1A乃至1Cは、従来の磁気式エンコーダを説明するための図であり、図1Aに示すような多極磁石とホールICなどの磁気センサが用いられている。この際に、ホールIC 102a, 102bは、互いに出力パルスの位相差が電気角90度ずれるような配置になっている。このような構成をとることにより、回転方向が検出可能な磁気式エンコーダを作ることができる。

【0003】

図2は、一般的に用いられているホールICのブロック図であり、ホール素子101とアンプ130とシュミット回路131とドライバとが一体化されている。このようなホールICは、磁気式パルスエンコーダなどの分野で広く用いられている。ホールICは、ホール素子101の感磁面に対して印加される磁場に比例して出力されるホール起電力をアンプ130にて増幅させ、その後シュミット回路にて任意の閾値との比較を行い、その結果をデジタル出力するように動作する。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 4 】

次に、方向検知可能な磁気式エンコーダの原理について説明する。図 1 B は、図 1 A で示される状態を電気角 0 度とした際に、そこから C C W 方向に磁石を中心に対して回転させた際のホール I C 1 0 2 a , 1 0 2 b 内のホール素子に印加される磁場と各々のホール I C の出力を表わしたものである。また、図 1 C は、図 1 A で示される状態を電気角 0 度とした際に、そこから C W 方向に磁石を中心に対して回転させた際のホール I C 1 0 2 a , 1 0 2 b 内のホール素子に印加される磁場と各々のホール I C の出力を表わしたものである。この結果から明らかなように、何れか一方のホール I C 出力の立ち上がり又は立ち下りをトリガーとし、他方のホール I C 出力の状態が H I G H であるか L O W であるかを見ることによって回転方向の検出が可能となる。この例ではホール I C 1 0 2 b の立ち下りをトリガーとした。

10

【 0 0 0 5 】

しかし、この構成ではホール I C を個別に 2 個用いることになり、多極磁石のピッチにあわせてホール I C の配置を変える必要があったり、実装ずれなどの影響が無視できなかつたりした。このため、それを改善する手法として、特許文献 1 に記載の図 1 及び図 2 のように、磁性体からなる磁気収束板を用いて、特許文献 1 に記載の図 8 のような多極磁石の回転と伴に出力される磁電変換素子感磁面に対して垂直な磁場と水平な磁場の位相が電気角において 9 0 度ずれていることを利用してワンチップで方向検知が可能な手法が存在する。この方法は、上述した問題点を改善しており、磁気エンコーダや入力デバイスとして有用な手法である。

20

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 9 - 1 5 0 7 3 2 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 7 】

しかしながら、近年広く用いられている車輪速センサのようなアプリケーションにおいては、多極磁石とセンサ間の距離を離す、つまりはセンサに印加される磁場強度が低い状態においてもセンサが動作可能であり、外乱磁気ノイズが劣悪な環境下においても、出力の低ジッタ化への要求、また多極磁石の極ピッチに正確に対応した出力（一般的に出力 D u t y 要求と呼ばれる）への要求が高まっている。センサへ印加される多極磁石からの磁束密度が低ければ低いほど、外乱磁気ノイズの影響は大きくなり、出力ジッタや出力 D u t y を劣化させるものとなる。上述した、特許文献 1 の手法においては、このような外乱磁場ノイズに対して言及されていない。

30

【 0 0 0 8 】

本発明は、このような問題に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、特に車輪速センサなどの被検出体の位置、移動又は回転を検出するアプリケーションにおいて、外乱磁気ノイズの影響を除去することが可能であり、更に、センサ装置に印加される被検出体の発生する磁場強度が低くても、低ジッタであり且つ正確な D u t y 出力が可能な磁場計測装置を提供することにある。

40

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 9 】

本発明は、このような目的を達成するためになされたもので、請求項 1 に記載の発明は、磁場発生体から発生する磁場の強度を検出する磁場計測装置であって、第 1 から第 4 の磁電変換素子と、磁性体からなる磁気収束板と、前記磁電変換素子の感磁面に対して水平方向及び / 又は垂直方向に印加される磁場の強度を算出する算出部と、を備え、前記磁気収束板は、前記第 1 の磁電変換素子の感磁面と前記第 2 の磁電変換素子の感磁面に対して水平方向に発生する磁場ベクトルを前記第 1 の磁電変換素子の感磁面と第 2 の磁電変換素子の感磁面に対して垂直方向且つそれぞれの感磁面で逆方向の磁場ベクトルに変換し、更

50

に、前記第3の磁電変換素子の感磁面と前記第4の磁電変換素子の感磁面に対して水平方向に発生する磁場ベクトルを前記第3の磁電変換素子の感磁面と第4の磁電変換素子の感磁面に対して垂直方向且つそれぞれの感磁面で逆方向の磁場ベクトルに変換するように前記第1から第4の磁電変換素子の近傍に配置されており、前記算出部は、前記第1から第4の磁電変換素子の出力を加減算し、算出結果を出力する第1の算出ブロックを有することを特徴とする。

【0010】

また、請求項2に記載の発明は、磁場発生体から発生する磁場の強度を検出する磁場計測装置であって、第1から第4の磁電変換素子と、前記磁電変換素子の感磁面に対して水平方向及び/又は垂直方向に印加される磁場の強度を算出する算出部と、を備え、前記算出部は、前記第1から第4の磁電変換素子の出力を加減算し、算出結果を出力する第1の算出ブロックと、前記第1から第4の磁電変換素子の出力を加減算して前記第1の算出ブロックの出力信号と位相が90度異なる信号を算出し、算出結果を出力する第2の算出ブロックと、を備えることを特徴とする。

10

【0011】

また、請求項3に記載の発明は、請求項1又は2に記載の発明において、前記第1の算出ブロックは、前記第1の磁電変換素子と前記第2の磁電変換素子の出力を加減算し、算出結果を出力する第1の加減算ブロックと、前記第3の磁電変換素子と前記第4の磁電変換素子の出力を加減算し、算出結果を出力する第2の加減算ブロックと、前記第1の加減算ブロックの出力と前記第2の加減算ブロックの出力を加減算し、算出結果を出力する第3の加減算ブロックと、を備えることを特徴とする。

20

【0012】

また、請求項4に記載の発明は、請求項1又は2に記載の発明において、前記第1の算出ブロックは、前記第1の磁電変換素子と前記第3の磁電変換素子の出力を加減算し、算出結果を出力する第1の加減算ブロックと、前記第2の磁電変換素子と前記第4の磁電変換素子の出力を加減算し、算出結果を出力する第2の加減算ブロックと、前記第1の加減算ブロックの出力と前記第2の加減算ブロックの出力を加減算し、算出結果を出力する第3の加減算ブロックと、を備えることを特徴とする。

【0013】

また、請求項5に記載の発明は、請求項1乃至4のいずれかに記載の発明において、前記算出部は、前記第1から第4の磁電変換素子の出力を加減算し、前記第1の算出ブロックの出力信号と位相が異なる信号を算出する第2の算出ブロックを有することを特徴とする。

30

【0014】

また、請求項6に記載の発明は、請求項5に記載の発明において、前記第1の算出ブロックの出力信号と前記第2の算出ブロックの出力信号との位相差は、90度であることを特徴とする。

【0015】

また、請求項7に記載の発明は、請求項5又は6に記載の発明において、前記第2の算出ブロックは、前記第1の磁電変換素子と前記第2の磁電変換素子の出力を加減算し、算出結果を出力する第4の加減算ブロックと、前記第3の磁電変換素子と前記第4の磁電変換素子の出力を加減算し、算出結果を出力する第5の加減算ブロックと、前記第4の加減算ブロックの出力と前記第5の加減算ブロックの出力を加減算し、算出結果を出力する第6の加減算ブロックと、を備えることを特徴とする。

40

【0016】

また、請求項8に記載の発明は、請求項5又は6に記載の発明において、前記第2の算出ブロックは、前記第1の磁電変換素子と前記第3の磁電変換素子の出力を加減算し、算出結果を出力する第4の加減算ブロックと、前記第2の磁電変換素子と前記第4の磁電変換素子の出力を加減算し、算出結果を出力する第5の加減算ブロックと、前記第4の加減算ブロックの出力と前記第5の加減算ブロックの出力を加減算し、算出結果を出力する第

50

6 の加減算ブロックと、を備えることを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

また、請求項 9 に記載の発明は、請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載の発明において、前記第 1 から第 4 の磁電変換素子が略直線状に配置されていることを特徴とする。

【 0 0 1 8 】

また、請求項 1 0 に記載の発明は、請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の発明において、前記算出部は、前記磁場発生体の位置、移動又は回転を検知することを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

また、請求項 1 1 に記載の発明は、請求項 1 0 に記載の発明において、前記算出部は、前記第 1 の算出ブロックの出力に基づいて、前記磁場発生体の位置、移動又は回転を検知することを特徴とする。

10

【 0 0 2 0 】

また、請求項 1 2 に記載の発明は、請求項 1 0 又は 1 1 に記載の発明において、前記算出部は、前記第 1 の算出ブロックの出力信号をパルス波形に成形した信号に基づいて、前記磁場発生体の位置、移動又は回転を検知することを特徴とする。

【 0 0 2 1 】

また、請求項 1 3 に記載の発明は、請求項 5 乃至 8 のいずれかに記載の発明において、前記算出部は、前記第 1 の算出ブロックの出力と、前記第 2 の算出ブロックの出力と、に基づいて、前記磁場発生体の位置、移動又は回転を検知することを特徴とする。

【 0 0 2 2 】

20

また、請求項 1 4 に記載の発明は、請求項 1 乃至 1 3 のいずれかに記載の発明において、磁場発生体を備え、該磁場発生体が移動可能及び / 又は回転可能な多極着磁された磁石、又は、前記第 1 から第 4 の磁電変換素子の近傍に設置されたバックバイアス磁石と、移動可能及び / 又は回転可能なギヤ歯から構成される構成体であることを特徴とする。

【 0 0 2 3 】

また、請求項 1 5 に記載の発明は、請求項 1 乃至 1 3 のいずれかに記載の発明において、磁場発生体を備え、該磁場発生体が前記第 1 から第 4 の磁電変換素子の近傍に設置されたバックバイアス磁石と、移動可能及び / 又は回転可能なギヤ歯から構成される構成体であり、前記第 1 から第 4 の磁電変換素子は、前記バックバイアス磁石と前記ギヤ歯に挟まれる位置に配置されることを特徴とする。

30

【発明の効果】

【 0 0 2 4 】

本発明によれば、被検出体の位置、移動又は回転を検出するアプリケーションに適用可能であり、且つ、被検出体の位置、移動又は回転を検出する際に、外乱磁気ノイズの影響を除去することが可能であり、更に、センサ装置に印加される被検出体の発生する磁場強度が低くても、低ジッタ且つ正確な Duty 出力が可能な磁場計測装置を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 5 】

【図 1 A】従来の磁気式エンコーダを説明するための図である。

40

【図 1 B】従来の磁気式エンコーダを説明するための図である。

【図 1 C】従来の磁気式エンコーダを説明するための図である。

【図 2】従来から一般的に用いられているホール IC のブロック図である。

【図 3】本発明に係る磁場計測装置としての各実施形態を説明するための構成図である。

【図 4】図 3 に示した磁気収束板センサ部 9 の側面図である。

【図 5】図 3 に示した磁気収束板の役割を説明するための図である。

【図 6】本発明に係る磁場計測装置における検出磁場の内部信号を示す図である。

【図 7】被検出体とホール素子との配置関係を示した図である。

【図 8】実施例 1 における磁場計測装置を説明するための上面図である。

【図 9 A】電気角一周期分の信号演算の結果を示す図である。

50

- 【図 9 B】電気角一周分分の信号演算の結果を示す図である。
- 【図 9 C】電気角一周分分の信号演算の結果を示す図である。
- 【図 10 A】本実施例 1 における信号処理を説明するための図である。
- 【図 10 B】本実施例 1 における信号処理を説明するための図である。
- 【図 11 A】図 6 に示した出力成型部の出力波形を示す図である。
- 【図 11 B】図 6 に示した出力成型部の出力波形を示す図である。
- 【図 12 A】本実施例 1、2、3 における波形の例を示す図である。
- 【図 12 B】本実施例 1、2、3 における波形の例を示す図である。
- 【図 12 C】本実施例 1、2、3 における波形の例を示す図である。
- 【図 12 D】本実施例 1、2、3 における波形の例を示す図である。 10
- 【図 13 A】実施例 1 における磁場計測装置の他の例を説明するための上面図である。
- 【図 13 B】実施例 1 における磁場計測装置の他の例を説明するための側面図である。
- 【図 14】実施例 2 における磁場計測装置を説明するための上面図である。
- 【図 15】実施例 3 における磁場計測装置を説明するための上面図である。
- 【図 16 A】実施例 1、2、3 における使用可能な磁気収束板形状の例を示す図である。
- 【図 16 B】実施例 1、2、3 における使用可能な磁気収束板形状の例を示す図である。
- 【図 16 C】実施例 1、2、3 における使用可能な磁気収束板形状の例を示す図である。
- 【図 16 D】実施例 1、2、3 における使用可能な磁気収束板形状の例を示す図である。
- 【図 16 E】実施例 1、2、3 における使用可能な磁気収束板形状の例を示す図である。
- 【図 16 F】実施例 1、2、3 における使用可能な磁気収束板形状の例を示す図である。 20
- 【図 16 G】実施例 1、2、3 における使用可能な磁気収束板形状の例を示す図である。
- 【図 16 H】実施例 1、2、3 における使用可能な磁気収束板形状の例を示す図である。
- 【図 17 A】実施例 1、2、3 における使用可能な磁気収束板形状の例を示す図である。
- 【図 17 B】実施例 1、2、3 における使用可能な磁気収束板形状の例を示す図である。
- 【図 17 C】実施例 1、2、3 における使用可能な磁気収束板形状の例を示す図である。
- 【図 18】本発明に係る磁場計測装置における検出磁場の内部信号を示す図である。
- 【発明を実施するための形態】

【0026】

以下に、図面を参照して、本発明に係る磁場計測装置の具体例を説明する。尚、実施例 1 は、本発明の磁場計測装置を被検出体の回転検出に適用する場合を中心に説明し、実施例 2 は、本発明の磁場計測装置を被検出体の位置検出に適用する場合を中心に説明し、実施例 3 は本発明の磁場計測装置をギア歯の検出に適用する場合を中心に説明する。 30

【0027】

(実施例 1)

本実施例 1 は、被回転検出体が多極リング磁石であり磁電変換素子にホール素子を用いて検出する場合の磁場計測装置に関するものである。なお、本実施例 1 における磁場計測装置を説明するためのセンサ構成は図 3 に示され、磁場計測装置を説明するための上面図は図 8、側面図は図 7、信号処理を説明するためのブロック図は図 6、図 18 である。

【0028】

図 3 は、本発明に係る磁場計測装置としての各実施形態を説明するための構成図である。本実施例 1 におけるセンサ部は、シリコン基板上にホール素子を作製し、その近傍に磁性体薄体からなる磁気収束板を作製した構成になっており、大きく分けて 2 箇所（センサ部 9、10 と区別する）のセンサ部が存在する。ここで言うセンサ部とは、ホール素子と磁性体からなる磁気収束板から構成され、各センサ部において、それぞれ独立にセンサ面に印加される水平な磁場と垂直な磁場を検出することができるものである。 40

【0029】

また、詳細なセンサ構成は以下のようになる。

1 (LL) は左部センサ部 9 内の第 1 のホール素子、1 (LR) は左部センサ部 9 内の第 2 のホール素子、1 (RL) は右部センサ部 10 内の第 3 のホール素子、1 (RR) は右部センサ部 10 内の第 4 のホール素子、7 は磁性体から構成される磁気収束板、8 はシ 50

リコン基板、11は左部センサ部における磁気感磁部中心、12は右部センサ部における磁気感磁部中心、符号Bは左右の磁気感磁部中心間の距離（本実施例では2mm）を表す。第1のホール素子から第4のホール素子は、ホール素子の感磁面の法線方向（感磁面の方向）が略同一となるように配置されている。

【0030】

ここで言う磁気感磁部中心は、各センサ部における対称の中心を表わしている。また、ホール素子は、磁気収束板下端に設置してあることが好ましい。しかしながら、実効的に回転検知を行うために必要な感度が得られる配置であれば必ずしもそれに限るわけではない。また、磁気収束板及びホール素子は、各センサ部の磁気感磁部中心を通るYZ平面と平行な鏡面に対し、鏡像関係であることが好ましい。しかしながら、実効的に後述する外乱オフセット除去やDuty性能に大きな影響がない範囲であれば必ずしもそれに限るわけではない。

10

【0031】

また、本実施例では磁石のピッチAと磁気感磁部中心間距離Bを一致させている。これは各々の磁気感磁部中心に180度位相の異なる磁場が入力されるようにするためである。なおセンサ部はXY平面上にあると定義する。

【0032】

図4は、図3に示した磁気収束板の役割を説明するための図である。ここで磁気収束板の効果について、図4を用いて説明する。

【0033】

図4は、磁気収束板が均一水平磁場中に設置された場合の磁気経路の様子を示している。磁気収束板は水平な磁場を垂直な磁場に変換する特性を持っており、図4にて示すように水平な磁場がホール素子部では、垂直な磁場に方向変換される。磁気収束板は、第一のホール素子の感磁面と第二のホール素子の感磁面とに対して水平方向に発生する磁場ベクトルを、第一のホール素子の感磁面と第二のホール素子の感磁面とに対して垂直方向且つそれぞれの感磁面で逆方向の磁場ベクトルに変換し、第三のホール素子の感磁面と第四のホール素子の感磁面とに対して水平方向に発生する磁場ベクトルを、第三のホール素子の感磁面と第四のホール素子の感磁面とに対して垂直方向且つそれぞれの感磁面で逆方向の磁場ベクトルに変換するように第一から第四のホール素子の近傍に配置されている。この際、図3及び図4に示す磁気収束板7のような形状及び寸法を用いると、各センサ部に印加される水平磁場強度が、ある係数倍されて垂直磁場に変換される。ホール素子感磁面の大きさが $30\mu\text{m} \times 30\mu\text{m}$ の時、この係数はおおよそ、7.3倍程度となる。この係数を磁気増幅率と呼ぶ。この係数は磁気収束板形状及び寸法に依存する。また垂直なz方向の磁場も多少増幅されて磁気収束板下端に入力され、おおよそ1.2倍となる。

20

30

【0034】

ここで図4のような鏡面对称に磁気収束板を設置する主な理由としては、磁気増幅率を著しく向上できる磁気回路の形成もさることながら、後述にて詳細を示すが、各ホール素子の出力信号を演算することにより、z方向の磁場とx方向の磁場を分解して検出するためと、後述の外乱磁場の影響を除去するためである。非対称の磁気収束板となった場合、上述の磁気増幅率が各磁気収束板の形状やサイズによって異なるため、外乱磁場の影響の除去効果が劣化したり、演算によるz方向、x方向の分解が正確に行えなくなったりすることになる。各ホール素子に印加される磁場強度は、図4より明らかなように空間に均一な水平な磁場においては1(LL)にはz方向マイナスに、1(LR)はz方向プラスに磁場が印加されるように方向変換される。すなわち、正弦波磁場を印加した際、位相差が180度となる。また、空間的に均一な垂直方向(z方向プラス側)に磁場が印加された場合、磁場は1(LL)と1(LR)に対してz方向プラスに入力される。すなわち、正弦波磁場が垂直方向に印加された場合、位相差は0度となる。

40

【0035】

この原理を利用することにより、水平な磁場(x方向)を検出したい場合はホール素子1(LL)と1(Lと1(LR)のR)の信号を減算し、垂直な磁場(z方向)を検出し

50

たい場合はホール素子 1 (L L) 信号を加算することにより検出できる。これにより本実施例形状では x、z 方向二軸の磁場検出できる。また本実施例では図 3 において使用した形状を用いるが、図 5 や図 1 6 及び図 1 7 のような磁気収束板形状を使用できることは上述した原理と同様である。また、この原理はホール素子 1 (R L) と 1 (R R) についても同様となっており、x、z 方向二軸の磁場検出が可能である。

【 0 0 3 6 】

図 7 は、被検出体とホール素子との配置関係を示した側面図で、図 8 は、実施例 1 における磁場計測装置を説明するための上面図である。

【 0 0 3 7 】

図 7 及び図 8 における符号 A は多極磁石の N 極と S 極のピッチ距離 (本実施例では 2 m m) を表わす。1 6 は被回転体 (被検出体) である 1 2 極リング磁石、1 7 は被回転体の回転シャフト、また 1 は回転角である。なお回転軸は Z 軸に平行であり、回転シャフト回転軸 1 8 に回転すると定義する。また、現在表記している図は回転角度 0 度と定義し、図中の反時計方向に回転する様子を表わしている。多極リング磁石 1 6 は、その着磁方向に移動、回転をする。

【 0 0 3 8 】

また、それぞれの磁気感磁部中心 1 1 , 1 2 は多極リング磁石 1 6 の内径と外径の中点からなる円 1 9 上の X Y 座標上付近にあり、ある距離だけリング磁石から離れている。この際センサ基板はリング磁石面と略平行である。

【 0 0 3 9 】

また、第一から第四のホール素子は多極リング磁石の着磁方向に沿って、略直線状に配置されている。

【 0 0 4 0 】

図 6 は、磁場計測装置における検出磁場の内部信号を示す図であり、各ホール素子の信号フローを表わした図である。

【 0 0 4 1 】

図 6 において、ホール素子 1 (L L) からの出力電圧を $V 1 (L L)$ 、ホール素子 1 (L R) からの出力電圧を $V 1 (L R)$ 、ホール素子 1 (R L) からの出力電圧を $V 1 (R L)$ 、ホール素子 1 (R R) からの出力電圧を $V 1 (R R)$ とし、また $V 1 (L R)$ と $V 1 (L L)$ の差をとった結果を $V 2$ 、 $V 1 (R L)$ と $V 1 (R R)$ の差をとった結果を $V 3$ 、 $V 1 (L L)$ と $V 1 (L R)$ の和をとった結果を $V 4$ 、 $V 1 (R L)$ と $V 1 (R R)$ の和をとった結果を $V 5$ 、そして $V 2$ と $V 3$ の差をとった結果を $V (0)$ 、 $V 4$ と $V 5$ の差をとった結果を $V (9 0)$ とする。

【 0 0 4 2 】

それらの信号を、増幅を行う信号増幅部、信号の比較を行う信号比較部、比較状態を解析する比較演算部、出力状態を作り出す出力成形部、最終出力を行う出力部に入力する。具体的な詳細は後述する。

【 0 0 4 3 】

図 7 及び図 8 において、1 2 極磁石がセンサ部 9 中の磁気感磁部中心 1 1 及びセンサ部 1 0 中の磁気感磁部中心 1 2 に与える磁場は多極リング磁石の反時計方向回転に伴い、下式のように正弦波・余弦波にて近似して表わすことができる。

【 0 0 4 4 】

【 数 1 】

$$B_{\perp}(9) = -B'0 \times \cos \theta + B_{\text{offset}}(t) \quad \dots (1)$$

$$B_{\perp}(10) = B'0 \times \cos \theta + B_{\text{offset}}(t) \quad \dots (2)$$

$$B_{\parallel}(9) = B0 \times \sin \theta + B_{\text{offset}}(t) \quad \dots (3)$$

$$B_{\parallel}(10) = -B0 \times \sin \theta + B_{\text{offset}}(t) \quad \dots (4)$$

10

20

30

40

50

【 0 0 4 5 】

ここで (1) 式は図 3 に示される磁気感磁部中心 1 1 に入力されるセンサ面に垂直な z 方向の磁束密度、(2) 式は磁気感磁部中心 1 2 に入力されるセンサ面に垂直な z 方向の磁束密度、(3) 式は磁気感磁部中心 1 1 に入力されるセンサ面に水平な x 方向の磁束密度、(4) 式は磁気感磁部中心 1 2 に入力されるセンサ面に水平な x 方向の磁束密度、 $B'0$ はリング磁石 1 6 の出力する垂直な z 方向の磁束密度振幅、 $B0$ はリング磁石 1 6 の出力する水平な x 方向の磁束密度振幅、 $Bzoffset(t)$ はある時刻における z 方向の外乱磁場 (磁気ノイズ)、 $Bxoffset(t)$ はある時刻における x 方向の外乱磁場 (磁気ノイズ) を表わしている。ここで、y 方向の外乱磁場 (磁気ノイズ) を無視したが、これはセンサが y 方向の磁場を検出できない為である。また、ここで言う θ は電気角であり、今回のような偶数多極磁石の場合、 θ は回転角度 (機械角) θ_m を極数 N の半分で掛け合せた $\theta = \theta_m \times N / 2$ である。

10

【 0 0 4 6 】

上述した [数 1] のような磁場を印加されたセンサ部 9、10 は、磁気収束板の効果によりセンサ面に水平な磁束密度を K 倍 (水平磁場からの垂直磁場変換率とする) してホール素子感磁面に垂直な磁場に変換する。また、センサ面に垂直な磁束密度は K' 倍 (垂直磁場増幅率とする) されホール素子感磁面に垂直な磁場となる。

【 0 0 4 7 】

これにより、ホール素子 1 (LL)、1 (LR)、1 (RL)、1 (RR) に印加される感磁面に垂直な磁場はそれぞれ下式のようになる。

20

【 0 0 4 8 】

【 数 2 】

$$B[1(LL)] = +K(B0\sin(\theta - \frac{\alpha}{2}) + Byoffset(t)) + K'(-B'0\cos\theta + Bzoffset(t)) \quad \dots (5)$$

$$B[1(LR)] = -K(B0\sin(\theta + \frac{\alpha}{2}) + Byoffset(t)) + K'(-B'0\cos\theta + Bzoffset(t)) \quad \dots (6)$$

$$B[1(RL)] = K(-B0\sin(\theta - \frac{\alpha}{2}) + Byoffset(t)) + K'(B'0\cos\theta + Bzoffset(t)) \quad \dots (7)$$

$$B[1(RR)] = -K(-B0\sin(\theta + \frac{\alpha}{2}) + Byoffset(t)) + K'(B'0\cos\theta + Bzoffset(t)) \quad \dots (8)$$

30

【 0 0 4 9 】

ここで (5) 式は 1 (LL) に入力されるホール素子感磁面に垂直な磁束密度、(6) 式は 1 (LR) に入力されるホール素子感磁面に垂直な磁束密度、(7) 式は 1 (RL) に入力されるホール素子感磁面に垂直な磁束密度、(8) 式は 1 (RR) に入力されるホール素子感磁面に垂直な磁束密度である。

【 0 0 5 0 】

ここで、 θ は、センサ部 9、10 内での左右のホール素子の位相差 180 度からのずれを表わしており、これはセンサ面に水平な磁場のみに大きく生じる。この位相差の 180 度からのずれ θ は、多極磁石から発生される各センサ部に対して x 方向 (水平方向) の磁場が完全に水平ではなく不均一であるために生じる。この際、実際は垂直な磁場にも、若干の位相のずれは生じるが非常に小さい為、本説明では無視をした。また θ は多極磁石の大きさ、磁気収束板の大きさ、磁石の大きさ、それらの配置により決まる定数である。

40

【 0 0 5 1 】

このため、ホール素子の単位磁束密度当たりの出力電圧である磁束密度電圧変換率 (V / T) を C とすると、ホール素子 1 (LL)、1 (LR)、1 (RL)、1 (RR) の電圧出力 $V1(LL)$ 、 $V1(LR)$ 、 $V1(RL)$ 、 $V1(RR)$ は下式のようになる。

【 0 0 5 2 】

【数 3】

$$V1(LL) = C \times (K(B0 \sin(\theta - \frac{\alpha}{2}) + Bxoffset(t)) + K'(-B'0 \cos \theta + Bzoffset(t))) \quad \dots (9)$$

$$V1(LR) = C \times (-K(B0 \sin(\theta + \frac{\alpha}{2}) + Bxoffset(t)) + K'(-B'0 \cos \theta + Bzoffset(t))) \quad \dots (10)$$

$$V1(RL) = C \times (K(-B0 \sin(\theta - \frac{\alpha}{2}) + Bxoffset(t)) + K'(B'0 \cos \theta + Bzoffset(t))) \quad \dots (11)$$

$$V1(RR) = C \times (-K(-B0 \sin(\theta + \frac{\alpha}{2}) + Bxoffset(t)) + K'(B'0 \cos \theta + Bzoffset(t))) \quad \dots (12)$$

10

【0053】

次に、ここで得られる電圧を図6の信号処理にて和と差の演算を行うことにより、V2、V3、V4、V5を求めると下式のようなになる。

【0054】

【数4】

$$\begin{aligned}
V2 &= V1(LL) - V1(LR) \\
&= C \times (K(B0 \sin(\theta - \frac{\alpha}{2}) + Bxoffset(t)) + K'(-B'0 \cos \theta + Bzoffset(t))) \\
&\quad - C \times (-K(B0 \sin(\theta + \frac{\alpha}{2}) + Bxoffset(t)) + K'(-B'0 \cos \theta + Bzoffset(t))) \\
&= C \times K \times (B0(\sin(\theta + \frac{\alpha}{2}) + \sin(\theta - \frac{\alpha}{2})) + 2Bxoffset(t)) \\
&= 2CK(B0 \sin \theta \cos(\frac{\alpha}{2}) + Bxoffset(t)) \quad \dots (13)
\end{aligned}$$

10

$$\begin{aligned}
V3 &= V1(RL) - V1(RR) \\
&= C \times (K(-B0 \sin(\theta - \frac{\alpha}{2}) + Bxoffset(t)) + K'(B'0 \cos \theta + Bzoffset(t))) \\
&\quad - C \times (-K(-B0 \sin(\theta + \frac{\alpha}{2}) + Bxoffset(t)) + K'(B'0 \cos \theta + Bzoffset(t))) \\
&= -C \times K \times (B0(\sin(\theta + \frac{\alpha}{2}) + \sin(\theta - \frac{\alpha}{2})) - 2Bxoffset(t)) \\
&= -2CK(B0 \sin \theta \cos(\frac{\alpha}{2}) - Bxoffset(t)) \quad \dots (14)
\end{aligned}$$

20

$$\begin{aligned}
V4 &= V1(LL) + V1(LR) \\
&= C \times (K(B0 \sin(\theta - \frac{\alpha}{2}) + Bxoffset(t)) + K'(-B'0 \cos \theta + Bzoffset(t))) \\
&\quad + C \times (-K(B0 \sin(\theta + \frac{\alpha}{2}) + Bxoffset(t)) + K'(-B'0 \cos \theta + Bzoffset(t))) \\
&= C \times (K \times B0(-\sin(\theta + \frac{\alpha}{2}) + \sin(\theta - \frac{\alpha}{2})) + 2K'(-B'0 \cos \theta + Bzoffset(t))) \\
&= 2C \times (-K \times B0 \cos \theta \times \sin(\frac{\alpha}{2}) + K'(-B'0 \cos \theta + Bzoffset(t))) \\
&= -2(CKB0 \sin(\frac{\alpha}{2}) + K'CB'0) \cos \theta + 2CK'Bzoffset(t) \quad \dots (15)
\end{aligned}$$

30

$$\begin{aligned}
V5 &= V1(RL) + V1(RR) \\
&= C \times (K(-B0 \sin(\theta - \frac{\alpha}{2}) + Bxoffset(t)) + K'(B'0 \cos \theta + Bzoffset(t))) \\
&\quad + C \times (-K(-B0 \sin(\theta + \frac{\alpha}{2}) + Bxoffset(t)) + K'(B'0 \cos \theta + Bzoffset(t))) \\
&= C \times (K \times (-B0 \sin(\theta - \frac{\alpha}{2}) + B0 \sin(\theta + \frac{\alpha}{2})) + 2K'(B'0 \cos \theta + Bzoffset(t))) \\
&= 2CKB0 \cos \theta \sin(\frac{\alpha}{2}) + 2K'CB'0 \cos \theta + 2K'CBzoffset(t) \\
&= 2(CKB0 \sin(\frac{\alpha}{2}) + K'CB'0) \cos \theta + 2K'CBzoffset(t) \quad \dots (16)
\end{aligned}$$

40

【0055】

したがって、図6にあるような $V(0)$ 、 $V(90)$ は、次のように得られる。

【0056】

50

【数5】

$$\begin{aligned}
 V(0) &= V2 - V3 \\
 &= 2CK(B0 \sin \theta \cos(\frac{\alpha}{2}) + B_{offset}(t)) - \left[-2CK(B0 \sin \theta \cos(\frac{\alpha}{2}) - B_{offset}(t)) \right] \\
 &= 4CKB0 \sin \theta \cos(\frac{\alpha}{2}) \quad \dots (17)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V(90) &= -V4 + V5 \\
 &= 2(CKB0 \sin(\frac{\alpha}{2}) + K'CB'0) \cos \theta + 2K'CB_{offset}(t) \\
 &\quad - \left[-2(CKB0 \sin(\frac{\alpha}{2}) + K'CB'0) \cos \theta + 2K'CB_{offset}(t) \right] \\
 &= 4C(KB0 \sin(\frac{\alpha}{2}) + K'B'0) \cos \theta \quad \dots (18)
 \end{aligned}$$

10

【0057】

ここで、上述してきた電気角一周分（12極リング磁石16は機械角30度回転に相当）回転した際の主要な磁束密度、電圧信号演算の結果を図9に示す。

20

【0058】

図9A乃至9Cは、電気角一周分の信号演算の結果を示す図である。図9の表記では、各々の磁束密度、出力電圧は磁石のサイズ・形状・センサと磁石とのギャップ、磁石の着磁方法などにより大きく磁場強度が変化する為、本実施例では単位は任意単位 a . u (arbitrary unit) として表わす。これは本実施例を説明する場合は問題ない。

【0059】

図9Aには、センサ部9、10の磁気感磁部中心11, 12に印加される水平・垂直磁束密度の変化を表わし、図9Bは、各々のホール素子からの出力電圧を表わし、図9Cは、演算後のV(0), V(90)を表わす。各センサ部中心に印加される水平・垂直方向の磁束密度は、外乱磁気ノイズなき場合、0を中心とする略正弦波状或いは略余弦波状となるが、外乱磁気ノイズが印加されると、図9Aに示すように0を中心としないオフセットを持った波形となる。また図示しないが、1周期中の任意の時間だけのノイズが印加される場合も存在する。

30

【0060】

ここで、図9Cをみると、図6の演算後の信号V(0)とV(90)は、振幅は異なるが、互いに90度位相差を持っていることがわかる。この位相差を利用して、回転方向の検出が可能となる。また、更には、信号V(0)とV(90)は、図9Aに含まれていた外乱磁気ノイズの影響が除去され、オフセットの無い、正弦波状・余弦波状の信号となっていることが分かる。

40

【0061】

この結果、式(17)、(18)で得られる信号V(0)及びV(90)は、互いに位相90度位相が異なることにより外乱の磁気ノイズをキャンセルし、磁石の発生する磁場信号のみ増幅した出力電圧を示していることがわかる。また、今回の形状（図3に記載、磁気収束板z方向厚み30μm）では、磁気シミュレーションの結果Kは約7.3倍、上述した位相差は約60度となる。このため、式(17)に関して言えば、磁気収束板によるセンサ面に対しての水平磁場が実際磁束密度として6.3倍（7.3 × cos(30°)）（垂直磁場増幅率K'は1.2程度）になる。しかし、今回の磁気収束板形状の場

50

合は上述したパラメータになるが、この形状を図16及び図17のように変型させることにより、磁石ピッチ2mmにおいてパラメータ $K \cos(\theta/2)$ を $0 < K \cos(\theta/2) < 10$ の範囲で調整でき、使用者はその中で大きさを鑑みて最適なパラメータを指定すればよい。今回の例から $K \cos(\theta/2)$ の大きなパラメータを使えば、ホール素子単体に比べ非常に大きなS/Nを得ることができる。この為、出力の回路ノイズ起因のジッタを著しく低減できる。

【0062】

具体的には近年のシリコン半導体のテクノロジーでは $B_0 = 0.35 \text{ mT}$ にて出力ジッタ0.5%程度を要求するのであれば $K \cos(\theta/2) > 3.6$ (カットオフ周波数を5kHz)程度が必要な条件となり、これは使用者の要求にて適切に設定すればいいことは言うまでもない。

10

【0063】

次に、得られた信号 $V(0)$ 、 $V(90)$ の具体的な信号処理について述べる。

信号増幅部51はある所定の出力付近まで入力波形を増幅するオートゲインコントロール機能を有した信号増幅部である。信号比較部52はコンパレータのチャタリングを防ぎながら、アナログ入力波形をデジタルパルス出力とするためのヒステリシスコンパレータなどで構成される信号比較部である。信号演算部53は信号比較部52の一方の出力の立ち上がり或いは立ち下がりエッジを検出した際に、他方の出力状態を観測し回転方向を判定可能な機能を有しており、出力として、2値の回転方向情報とエッジ切り替わりのタイミング情報を持つ。出力成型部54は信号演算部53の出力をもとに出力パルス波形を作り出す。出力部55はドライバである。

20

【0064】

次に、図6の信号フローを使い信号処理を説明する。

第3の減算ブロック及び第4の減算ブロックの出力まで得られた式(17)、式(18)に示される $V(0)$ 、 $V(90)$ の信号をそれぞれ信号増幅部51a、51bに入力し、増幅された出力信号を図10Aのように、それぞれヒステリシス付きコンパレータ(信号比較部)に入力し、図10Bのように比較後の信号を出力する。ここで図10Bの V_{ref1} 、 V_{ref2} はヒステリシスコンパレータの閾値である。ここでヒステリシスコンパレータを用いた理由は、ヒステリシスを設けることにより回路ノイズによる出力のチャタリングを防ぐ為である。

30

【0065】

本実施例1においては、信号比較部52aと信号比較部52bではヒステリシスコンパレータの閾値は同じものとした。

【0066】

また、信号比較部52a、52bからの出力は、比較演算部53に入力される。比較演算部53では、信号比較部52a出力がハイロウまたはロウハイの状態遷移をする毎に出力部からある時間情報のパルスを出力させる命令のデジタル信号を作成し(磁気収束板により磁気増幅されS/Nの向上した、ホール素子感磁面に対して水平方向の磁場情報信号である $V(0)$ を用いて作成されることが望ましい。)、出力成型部に出力する。この際、比較演算部53では、上述したように信号比較部52b出力の立ち上がり、立ち下りをトリガーとして信号比較部52a出力状態の確認を行い、それに応じて回転方向を判断し、その内容を出力成型部に出力し、出力成型部において所定の出力になるように制御する。具体的には、図11のように上述した回転方向に応じてパルス周期の中でHigh状態の時間を変化させ出力する(図11中 t_1 、 t_2 が異なる)。この際、図示していないが、Low状態の時間を変化させ回転方向を出力する手法もとれる。また、本実施例では、印加磁場周期毎に出力される最終パルス出力に対して回転情報を付加しているが、例えば別の出力ピンから回転情報信号のみ(例えば、回転方向が半時計回りであればHigh状態、時計回りであればLow状態)を出力しても実施可能である。

40

【0067】

また、回転方向出力を出力に盛り込まない場合は、ヒステリシスコンパレータの出力値

50

を直接出力部に入力しても実施可能である。また信号比較部 5 2 a と 5 2 b の出力とで排他的論理和演算を行うことにより高分解能（2 倍の分解能）に位置を検出できることは言うまでもない。

【 0 0 6 8 】

また、本実施例では、着磁むらなどが無い理想的な多極磁石を用い、磁石の回転と共にセンサに対して、理想的な正弦波或いは余弦波状の磁場が印加されるように、磁石とセンサとの間隔を十分持たせた場合について示してきた。しかしながら、センサへ印加される磁場信号は、センサと磁石との距離が近くなればなるほど、理想的な正弦波或いは余弦波とは異なっていくことになり歪が生じてくる。また、センサモジュール近くの磁性体などの影響や、着磁むらの影響などにより、水平方向磁場と垂直方向磁場との位相差が 90° でなくなる場合もある。このような場合においても上述してきた実施例では、問題なく実施可能であり、外乱磁気ノイズも除去可能である。更に言うなら、磁石からの純粋な磁場信号がゼロクロス点を 2 つ有しており、そのゼロクロス点を中心に大凡奇関数の形状を持っている場合は、実使用上は全く問題なく使用できる。ここで磁石からセンサへ印加される信号が歪んでいる場合の波形の例を図 1 2 に挙げる。

10

【 0 0 6 9 】

図 1 2 A 乃至 1 2 D は、本実施例 1、2、3 における波形の例を示す図である。このような磁場状況でも、またこれに限らずとも問題なく実施可能である。また、本実施例では、磁石ピッチとセンサの磁気感磁部中心間距離を一致させ 180 度位相差の印加磁場信号をセンサが処理できるようにしている。しかし、磁石ピッチとセンサ部の磁気感磁部中心間の距離が一致していない場合、磁気感磁部中心には下記のような磁場が印加されることになる。

20

【 0 0 7 0 】

【 数 6 】

$$B_{\perp}(9) = -B'0 \times \cos(\theta + \beta) + Bzoffset(t) \text{ --- (19)}$$

$$B_{\perp}(10) = B'0 \times \cos(\theta - \beta) + Bzoffset(t) \text{ --- (20)}$$

$$B_{\phi}(9) = B0 \times \sin(\theta + \beta) + Bxoffset(t) \text{ --- (21)}$$

$$B_{\phi}(10) = -B0 \times \sin(\theta - \beta) + Bxoffset(t) \text{ --- (22)}$$

30

【 0 0 7 1 】

ここで、 β はセンサ部の磁場感磁部中心間距離 B と、磁石ピッチ間距離 A のミスマッチにより起こる位相差である。具体的な例としてあげれば、センサ部の磁場感磁部中心間距離が 1.6 mm 、磁石ピッチ 2 mm だった場合、 β は $180 / 2 \times (2 - 1.6) / 2 = 18$ 度となる。ここで、(19) 式はセンサ部 9 に入力されるセンサ面に垂直な磁場を表し、(20) 式はセンサ部 10 に入力されるセンサ面に垂直な磁場を表し、(21) 式はセンサ部 9 に入力されるセンサ面に水平な磁場、(22) 式はセンサ部 10 に入力されるセンサ面に水平な磁場を表し、 $B0$ はリング磁石 16 の出力する垂直な磁場振幅、 $B'0$ はリング磁石 16 の出力する水平な磁場振幅を表し、 $Bzoffset(t)$ はある時刻における z 方向の外乱磁場（磁気ノイズ）を表し、 $Bxoffset(t)$ はある時刻における x 方向の外乱磁場（磁気ノイズ）を表わす。

40

【 0 0 7 2 】

このような磁場が印加された状態の $V(0)$ 、 $V(90)$ は、次の式のようにになる。

【 0 0 7 3 】

【数 7】

$$V(0) = 4CKB0 \sin \theta \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \cos \beta \quad \dots (23)$$

$$V(90) = 4C(KB0 \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) + K' B'0) \cos \theta \cos \beta \quad \dots (24)$$

【0074】

10

このため、センサ部の磁気感磁部中心間距離 B と、磁石ピッチ間距離 A のミスマッチにより起こる位相差が起こる場合は余弦が乗算される形で表現される。したがって、十分な磁場が印加されている場合は、上述したピッチの位相が異なる場合も問題なく使用できる。

【0075】

また、磁気感磁部中心は多極リング磁石の内径と外径の midpoint からなる円上 19 の X Y 平面にあることが望ましいが、磁気感磁部中心の位置が構成ずれにより多少変動しても式 (23)、(24) に関連して上述したような位相変化の影響や入力磁束密度が減少するという悪影響はあるが、使用する磁束密度範囲であれば問題ないことは言うまでもない。また、本実施例ではリング磁石にて説明を行ってきたが、リング磁石以外の形状、例えば、円柱外部円周部を 2 極以上着磁しているような磁石でも実施可能であることは言うまでもない。

20

【0076】

また、この実施例では、センサ配置を図 7 及び図 8 のようにしてきたが、図 13 のような磁石側面に配置するような構成でも問題ないことは言うまでもない。また、図 6 中にあった信号比較部 52a、52b、比較演算部 53、出力成型部 54 はアナログ処理やデジタル処理によらないことは言うまでもない。

【0077】

また、本実施例中に記載した多極磁石はフェライト、ネオジム、サマリウムコバルトなどの材質、または焼結、ポンドなどの成型によらないことは言うまでもない。

30

【0078】

上述した図 6 中にある信号比較部 51a、信号比較部 51b、または信号比較部 52a、信号比較部 52b には入力信号のオフセットキャンセル回路を搭載していることが好ましいが、必要な Duty 要求が満たせるのであれば必ずしもそれに限るわけではない。また、本実施例にて紹介したとおり信号増幅部 51a、51b に関しては入力信号の大きさにより信号増幅率を変化できるオートゲインコントロール機能があれば好ましいが、この機能は必須ではない。

【0079】

また、本発明によれば、同一 IC 上において形成され、ほぼ等しい温度特性をもつホール素子を用いることにより、この出力の位相は温度依存性のない出力となる。

40

【0080】

また、上述したセンサ構成はホール素子を 4 つ用いているが、ホール素子は 4 以上であっても使用可能であることは言うまでもない。

【0081】

また、本実施例では磁気収束板形状を図 3 のような形状にしたが、図 16A 乃至 16H 及び図 17A 乃至 17C のような形状でもかまわないことは言うまでもない。

【0082】

また、本実施例では、12 極の多極リング磁石を用いて説明を行ってきたが、各々のセンサ部の磁気感磁部中心間距離 (本実施例では 2 mm とした) と、多極磁石の着磁ピッチとが大凡一致していればよいことであり、つまり、本発明は極数によらず実施可能である

50

。

【 0 0 8 3 】

また、各々のセンサ部の磁気感磁部中心間距離を 2 mm として説明を行ってきたが、この数値も使用多極磁石の着磁ピッチにあわせればよいものであって、如何様にも変更可能である。

【 0 0 8 4 】

この実施例 1 では、回転方向検知が可能、且つホール素子に磁気収束板の集磁効果により増幅した磁場を入力することも可能であり高い S / N により出力の低ジッタ化とセンサの高感度化を実現し、更には外乱磁場（外乱磁気ノイズ）を効果的に除去できる回転検出機を提案した。

【 0 0 8 5 】

ところで、 $V(1)(LL) = E$ 、 $V(1)(LR) = F$ 、 $V(1)(RL) = G$ 、 $V(1)(RR) = H$ とすると、式(17)は以下の式(25)で表すことができる。更に、式(25)を変形すれば、 $V(0)$ は例えば式(26)で表すことができる。

$$V(0) = (E - F) - (G - H) \quad \dots (25)$$

$$\begin{aligned} V(0) &= (E - F) + (H - G) \\ &= (E - G) + (H - F) \\ &= (E - G) - (F - H) \\ &= (E + H) - (F + G) \\ &= (E - F - G + H) \quad \dots (26) \end{aligned}$$

ここで、例えば、E と F の和が E と (-F) の差と表現できるように、和と差に実質的な違いはない。従って、式(26)をさらに変形すれば、 $V(0)$ は例えば式(27)で表すことができる。

$$\begin{aligned} V(0) &= (E + (-F)) + (H + (-G)) \\ &= (E + (-G)) + (H + (-F)) \\ &= (E + (-G)) - (F + (-H)) \\ &= (E - (-H)) - (F - (-G)) \\ &= (E + (-F) + (-G) + H) \quad \dots (27) \end{aligned}$$

そのため、式(25)ないし式(27)を用いれば、 $V(0)$ を、E 及び F を加減算した結果と G 及び H を加減算した結果とを加減算した結果であると表現することも可能である。また、 $V(0)$ を、E 及び G を加減算した結果と F 及び H を加減算した結果とを加減算した結果と表現することも可能である。同様に、 $V(0)$ を、E 及び H を加減算した結果と F 及び G を加減算した結果とを加減算した結果と表現することも可能であり、又、 $V(0)$ を、E と F と G と H とを加減算した結果と表現することも可能である。

【 0 0 8 6 】

同様に、 $V(90)$ に関しても、 $V(90)$ を、E 及び F を加減算した結果と G 及び H を加減算した結果とを加減算した結果であると表現することも可能である。また、 $V(90)$ を、E 及び G を加減算した結果と F 及び H を加減算した結果とを加減算した結果と表現することも可能である。同様に、 $V(90)$ を、E 及び H を加減算した結果と F 及び G を加減算した結果とを加減算した結果と表現することも可能であり、又、 $V(90)$ を、E と F と G と H とを加減算した結果と表現することも可能である。ただし、 $V(0)$ と $V(90)$ は位相が 90 度異なる。

【 0 0 8 7 】

以上の理由により、図 6 に記載されている第一から第四の減算ブロックと第一、第二の加算ブロックとを、第一から第六の加減算ブロックに置き換えてもよいことがわかる。図 18 は、図 6 に記載されている第一から第四の減算ブロックと第一、第二の加算ブロックとを第一から第六の加減算ブロックに置き換えたものである。図 6 中の第一から第三の減算ブロック 61 ~ 63 が図 18 中の第一から第三の加減算ブロック 81 ~ 83 に対応し、図 6 中の第一、第二の加算ブロック 71、72 が図 18 中の第四、第五の加減算ブロック 84、85 に対応する。第四の減算ブロック 73 が、第六の加減算ブロック 86 に対応す

10

20

30

40

50

る。

【 0 0 8 8 】

図 1 8 中の第一の算出ブロック 9 1 は、第一の加減算ブロック 8 1 と第二の加減算ブロック 8 2 と第三の加減算ブロック 8 3 を一つのブロックにまとめたものであり、第二の算出ブロック 9 2 は、第四の加減算ブロック 8 4 と第五の加減算ブロック 8 5 と第六の加減算ブロック 8 6 を一つのブロックにまとめたものである。第一の算出ブロック 9 1 は $V(0)$ を出力し、第二の算出ブロック 9 2 は $V(90)$ を出力する。

【 0 0 8 9 】

尚、図 1 8 中の第一の算出ブロック 9 1 において、第一の加減算ブロック 8 1 が、第一のホール素子の出力と第二のホール素子の出力との加減算を行っており、第二の加減算ブロック 8 2 が、第三のホール素子の出力と第四のホール素子の出力との加減算を行っているが、第一の加減算 8 1 ブロックは、第一から第四のホール素子のうちの二つのホール素子の出力を加減算すればよく、また、第二の加減算ブロック 8 2 は、残りの二つのホール素子の出力を加減算すればよい。第四の加減算ブロック 8 4 と第五の加減算ブロック 8 5 についても同様である。

【 0 0 9 0 】

上記では、第一の算出ブロック 9 1 の出力信号と第二の算出ブロック 9 2 の出力信号の位相差が 90 度である場合を説明したが、位相差が 90 度である場合に限るものではなく、第一の算出ブロック 9 1 の出力信号と第二の算出ブロック 9 2 の出力信号の位相が異なっていればよい。例えば、第一の算出ブロック 9 1 の出力信号及び / 又は第二の算出ブロック 9 2 の出力信号の位相をシフトさせ、位相差を 90 度以外の数値にしてもよい。

【 0 0 9 1 】

ただし、第一の算出ブロック 9 1 の出力信号と第二の算出ブロック 9 2 の出力信号の位相差が 90 度である場合が、磁場発生体の位置、移動又は回転を最も正確に検出できるため、最も好ましい。

【 0 0 9 2 】

(実施例 2)

本発明に係る実施例 2 は、被位置検出体 (被検出体) の位置を磁電変換素子を用いて検出する磁場計測装置に関するものである。なお、本実施例 2 における磁場計測装置を説明するためのセンサ構成は、上述した図 3、磁場計測装置を説明するための上面図は図 1 4、側面図は図 7、信号処理を説明するためのブロック図は図 6 に示してある。実施例 2 において、実施例 1 と同様の構成要素については、その構成要素について特に指定して説明した場合を除いて実施例 1 と同様であるため、その説明を省略する。

【 0 0 9 3 】

本磁場計測装置の実施様式図面である図 7 及び図 1 4 について説明する。図 1 4 は、実施例 2 における磁場計測装置を説明するための上面図で、図 7 は側面図である。図 7 及び図 1 4 に記載の符号 A は多極磁石の N 極と S 極のピッチ距離 (本実施例では 2 mm) を表わしている。符号 5 6 は被位置検出体である 16 極直方体多極磁石、また、被位置検出体の Y 方向に移動する。また、図 1 4 で示されるセンサ部 8、9、及び 16 極直方体多極磁石 5 9 の配置を移動量 0 mm と定義する。また、磁気感磁部中心は、直方体多極磁石 5 6 上の x 方向と平行な辺の中点の成す直線 2 0 付近に設置する。

【 0 0 9 4 】

図 7 及び図 1 4 において、16 極直方体多極磁石 5 6 が磁気収束板をもたない場合、センサ部 9 中の磁気感磁部中心 1 1、センサ部 1 0 中の磁気感磁部中心 1 2 に与える磁場は直方体多極磁石 5 6 の紙面上部方向への移動に伴い、実施例 1 にて上述した [数 1] のように正弦波・余弦波にて近似して表わすことができる。実施例 2 では $B = 2\text{ mm}$ としている。

【 0 0 9 5 】

実施例 2 においては、実施例 1 の場合と同様に、ホール素子 1 (LL)、1 (LR)、1 (RL)、1 (RR) に印加される感磁面に垂直な磁場はそれぞれ [数 2] のようにな

10

20

30

40

50

る。また、実施例 1 の場合と同様に、ホール素子 1 (L L)、1 (L R)、1 (R L)、1 (R R) の電圧出力 $V 1 (L L)$ 、 $V 1 (L R)$ 、 $V 1 (R L)$ 、 $V 1 (R R)$ は [数 3] のようになり、同様に $V 2$ 、 $V 3$ 、 $V 4$ 、 $V 5$ を求めると [数 4] のようになる。したがって、図 6 にあるような $V (0)$ 、 $V (90)$ は、[数 5] のように得られる。

【 0 0 9 6 】

実施例 2 においては、実施例 1 の場合と同様の信号処理が実行される。本実施例 2 においては、信号比較部 5 2 a と信号比較部 5 2 b ではヒステリシスコンパレータの閾値は同じものとした。

【 0 0 9 7 】

本実施例では、印加磁場周期毎に出力される最終パルス出力に対して移動情報を付加しているが、例えば別の出力ピンから移動情報信号のみ（例えば移動方向が図 1 4 の紙面上方であれば High 状態、紙面下方であれば Low 状態）を出力しても実施可能である。

【 0 0 9 8 】

また、移動方向出力を出力に盛り込まない場合はヒステリシスコンパレータの出力値を直接出力部に入力しても実施可能である。

【 0 0 9 9 】

また、本実施例 2 では図 1 2 に示されるような磁場状況でも、またこれに限らずとも問題なく実施可能である。また今回は磁石ピッチとセンサの磁気感磁部中心間距離を一致させ 1 8 0 度位相差の印加磁場信号をセンサが処理できるようにしている。しかし磁石ピッチとセンサ部の磁気感磁部中心間の距離が一致していない場合、磁気感磁部中心には [数 6] のような磁場が印加されることになり、このような磁場が印加された状態の $V (0)$ 、 $V (90)$ は、[数 7] のようになる。

【 0 1 0 0 】

また、図 6 中にあった信号比較部 5 2 a、5 2 b、比較演算部 5 3、出力成型部 5 4 はアナログ処理やデジタル処理によらないことは言うまでもない。また、図 6 中にある第一減算ブロック 6 1、第二の減算ブロック 6 2、第三の減算ブロック 6 3 と第一の加算ブロック 7 1、第二の加算ブロック 7 2、第四の減算ブロック 7 3 を、第一から第六の加減算ブロック 8 1 ~ 8 6 に置き換えることができることは上述の通りである。

【 0 1 0 1 】

この実施例 2 では、移動方向検知が可能、且つホール素子に磁気収束板の集磁効果により増幅した磁場を入力することも可能であり、高い S / N により出力の低ジッタ化とセンサの高感度化を実現し、更には外乱磁場（外乱磁気ノイズ）を効果的に除去できる磁場計測装置を提案した。

【 0 1 0 2 】

（実施例 3）

本発明に係る実施例 3 は、被回転検出体（被検出体）が磁性体からなるギアであり、磁電変換素子を用いて検出する場合の磁場計測装置に関するものである。なお、本実施例 3 における磁場計測装置を説明するためのセンサ構成は、上述した図 3、磁場計測装置を説明するための側面図は図 1 5、信号処理を説明するためのブロック図は図 6 に示してある。実施例 3 において、実施例 1 と同様の構成要素については、その構成要素について特に指定して説明した場合を除いて実施例 1 と同様であるため、その説明を省略する。

【 0 1 0 3 】

本実施例ではギア歯のピッチ C（定義は後述）と磁気感磁部中心間距離 B を一致させている。これは各々の磁気感磁部中心に 1 8 0 度位相の異なる磁場が入力されるようにするためにこのような配置にされている。

【 0 1 0 4 】

次に、本磁場計測装置の実施様式図面である図 1 5 について詳細に説明する。

図 1 5 は、本磁場計測装置の実施様式側面図である。図 1 5 中符号 5 は磁性体からなる 1 6 歯ギアであり、符号 C はギアの凹凸のピッチ距離（定義としては回転中心 1 8 から磁気感磁部中心 1 1、1 2 の中点までの距離を D とした際にギア 5 の電気角 1 周期、すなわ

10

20

30

40

50

ち機械角 22.5 度を用いて、 $D \times \tan(22.5/2)$ で表わされる。本実施例のギアでは C は 2 mm を表わす。また、センサ面と回転中心 18 からそれぞれの磁気感磁部中心の midpoint 21 までの線分は略垂直に設置される。 4 はバックバイアス磁石、 17 は被回転体の回転シャフト、また、 1 は回転角である。なお回転軸は Z 軸に平行であり、回転シャフト中心 18 に回転すると定義する。また、現在表記している図は回転角度 0 度と定義する。実施例 3 では、回転シャフト 17 は反時計まわりに回転するものとする。

【0105】

また、それぞれの磁気感磁部中心はギア歯の厚み（図 15 Y 軸方向）の midpoint からなる円周上付近（中心 18 の半径 D の円）に設置されているとする。

【0106】

図 15 においてバックバイアス磁石とギア歯による変調する磁場は、磁気収束板がない場合、センサ部 9 中の磁気感磁部及びセンサ部 10 中の磁気感磁部においてはギア歯の回転に伴い、[数 1] のように正弦波・余弦波にて近似して表わすことができる。ここで述べている磁束密度は磁気収束板がない場合である。また、今回のようなギアの場合、 1 は回転角度（機械角） 1 をギア歯数 N で掛け合せた $\theta = 1 \times N$ （本実施例では $N = 16$ ）である。

【0107】

実施例 3 では、実施例 1 と同様に、ホール素子 $1(LL)$ 、 $1(LR)$ 、 $1(RL)$ 、 $1(RR)$ に印加される感磁面に垂直な磁場はそれぞれ [数 2] のようになる。

【0108】

ここで、実施例 3 では、位相差の 180 度からのずれ 1 は、バックバイアス磁石 4 の磁束密度がギア歯 5 により変調され発生される各センサ部に対して x 方向（水平方向）の磁場が完全に水平ではなく不均一であるために生じ、これはセンサ面に水平な磁場のみに大きく生じる。この際、実際は垂直な磁場にも、若干の位相のずれは生じるが非常に小さい為、本説明では無視をした。また 1 はバックバイアス磁石の大きさ、磁気収束板の大きさ、ギア歯の大きさとそれらのギャップを含めた配置により決まる定数である。

【0109】

実施例 3 では、実施例 1 と同様に、ホール素子 $1(LL)$ 、 $1(LR)$ 、 $1(RL)$ 、 $1(RR)$ の電圧出力 $V1(LL)$ 、 $V1(LR)$ 、 $V1(RL)$ 、 $V1(RR)$ は [数 3] のようになる。

【0110】

実施例 1 と同様に、[数 3] で得られた電圧を図 6 の信号処理にて和と差の演算を行うことにより、 $V2$ 、 $V3$ 、 $V4$ 、 $V5$ を求めると [数 4] のようになり、図 6 にあるような $V(0)$ 、 $V(90)$ は、[数 5] のように得られる。

【0111】

実施例 3 における信号処理は、実施例 1 における信号処理と同様である。

【0112】

また、本実施例ではギア歯の形状が均一な理想的なギア形状を用い、ギア 5 の回転に伴いセンサに対して、理想的な正弦或いは余弦波状の磁場が印加されるように、バックバイアス磁石、ギアそしてセンサとの間隔を十分持たせた場合について示してきたが、本実施例 3 では図 12 に示されるような磁場状況でも、またこれに限らずとも問題なく実施可能である。また今回は磁石ピッチとセンサの磁気感磁部中心間距離を一致させ 180 度位相差の印加磁場信号をセンサが処理できるようにしている。しかし磁石ピッチとセンサ部の磁気感磁部中心間の距離が一致していない場合、磁気感磁部中心には [数 6] のような磁場が印加されることになる。

【0113】

ここで、実施例 3 においては、 1 はセンサ部の磁場感磁部中心間距離 B と、ギア歯ピッチ C とのミスマッチにより起こる位相差とすることができる。具体的な例としてあげれば、センサ部の磁場感磁部中心間距離が 1.6 mm 、ギア歯ピッチ C が 2 mm だった場合、 1 は $180 / 2 \times (2 - 1.6) / 2 = 18$ 度となる。ここで (19) 式は磁気感磁部中

10

20

30

40

50

心間距離 B とギア歯ピッチ C の一致していない場合にセンサ部 9 に入力される、バックバイアス磁石 4 の磁束密度がギア歯により変調され、生じるセンサ面に垂直な磁場を表し、(20)式は磁気感磁部中心間距離 B とギア歯ピッチ C の一致していない場合にセンサ部 10 に入力される、バックバイアス磁石 4 の磁束密度がギア歯により変調され、生じるセンサ面に垂直な磁場を表し、(21)式は磁気感磁部中心間距離 B とギア歯ピッチ C の一致していない場合にセンサ部 9 に入力される、バックバイアス磁石 4 の磁束密度がギア歯により変調され、生じるセンサ面に水平な磁場を表し、(22)式は磁気感磁部中心間距離 B とギア歯ピッチ C の一致していない場合にセンサ部 9 に入力される、バックバイアス磁石 4 の磁束密度がギア歯により変調され、生じるセンサ面に水平な磁場を表し、 $B'0$ はバックバイアス磁石 4 の磁束密度がギア歯により変調され、生じるセンサ面に垂直な磁場振幅を表し、 $B0$ はバックバイアス磁石 4 の磁束密度がギア歯により変調され、生じるセンサ面に水平な磁場振幅を表わす。

10

【0114】

このような磁場が印加された状態の $V(0)$ 、 $V(90)$ は、[数7]のようになり、このため、センサ部の磁場感磁部中心間距離 B と、ギア歯ピッチ間距離 C のミスマッチにより起こる位相差が起こる場合は余弦が乗算される形で表現される。

【0115】

したがって、十分な磁場振幅が印加されている場合は、上述したピッチの位相が異なる場合も問題なく使用できる。

【0116】

また、それぞれの磁気感磁部中心はギア歯の厚み(図15 Y軸方向)の中心からなる円周上付近(中心18の半径 D の円付近)に設置されてあることが望ましいが、磁気感磁部中心の位置が構成ずれにより多少変動しても式(23)、(24)に上げた位相変化の影響や入力磁束密度振幅が減少するという悪影響はあるが使用する磁束密度範囲であれば問題ないことは言うまでもない。また、本実施例ではリング状のギア歯にて説明を行ってきたが、リング状のギア歯以外の形状、例えば直動するギア(ラック)などでも使用できることは言うまでもない。

20

【0117】

また図6中にあった信号比較部52a、52b、比較演算部53、出力成型部54はアナログ処理やデジタル処理によらないことは言うまでもない。また、図6中にある第一減算ブロック61、第二の減算ブロック62、第三の減算ブロック63と第一の加算ブロック71、第二の加算ブロック72、第四の減算ブロック73を、第一から第六の加減算ブロック81~86に置き換えることができることは上述の通りである。

30

【0118】

また、本実施例中に記載したバックバイアス磁石はネオジウム、サマリウムコバルトなどの材質が望ましいが、フェライト、アルニコ磁石などにおいても使用できることは言うまでもない。

【0119】

また、本実施例では磁気収束板形状を図3のような形状にしたが、図16A乃至16H及び図17A乃至17Cのような形状でもかまわないことは言うまでもない。

40

【0120】

また、本実施例では、16極ギア5を用いて説明を行ってきたが、各々のセンサ部の磁気感磁部中心間距離(本実施例では2mmとした)と、多極磁石の着磁ピッチとが大凡一致していればよいことであり、つまり、本発明は極数によらず実施可能である。

【0121】

また、各々のセンサ部の磁気感磁部中心間距離を2mmとして説明を行ってきたが、この数値も使用ギアのギア歯ピッチにあわせればよいものであって、如何様にも変更可能である。

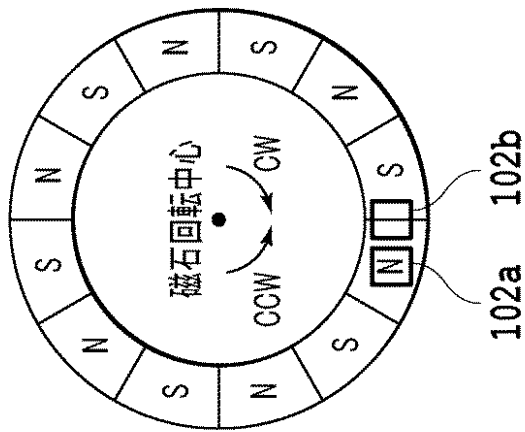
【0122】

この実施例3では、回転方向検知が可能、且つホール素子に磁気収束板の集磁効果によ

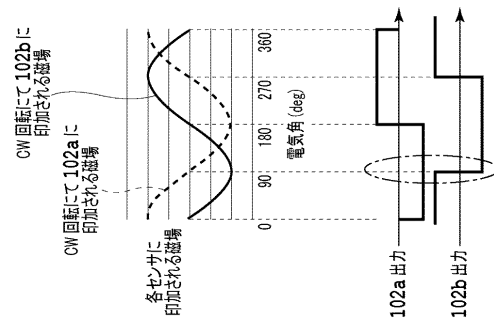
50

り増幅した磁場を入力することも可能であり高いS/Nにより出力の低ジッタ化とセンサの高感度化を実現し、更には外乱磁場（外乱磁気ノイズ）を効果的に除去できるギア歯回転検出機を提案した。

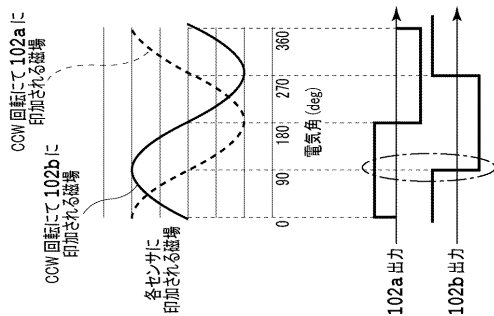
【図1A】



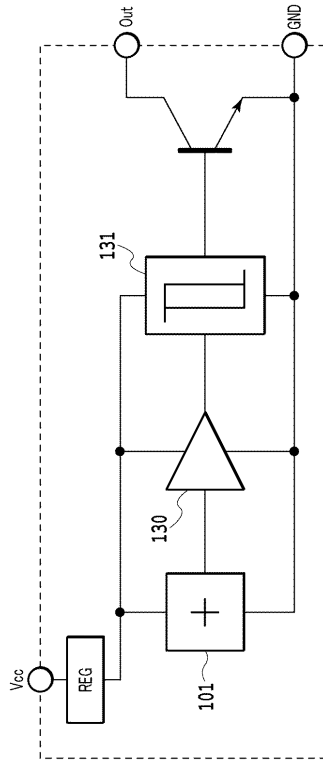
【図1C】



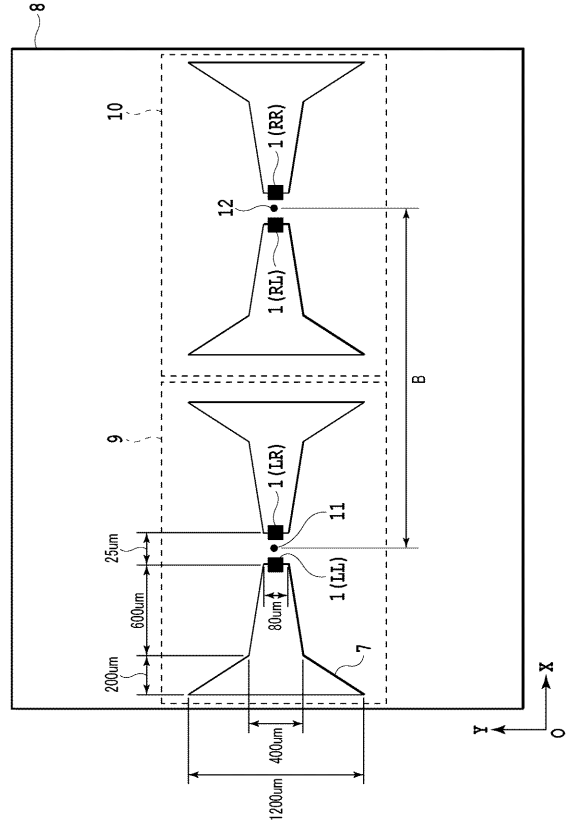
【図1B】



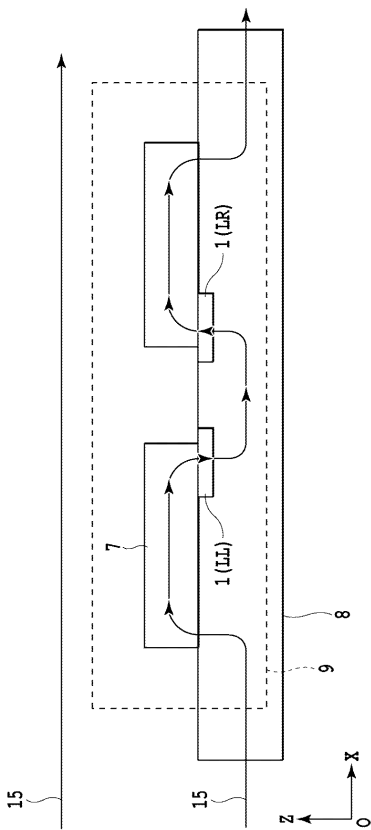
【 図 2 】



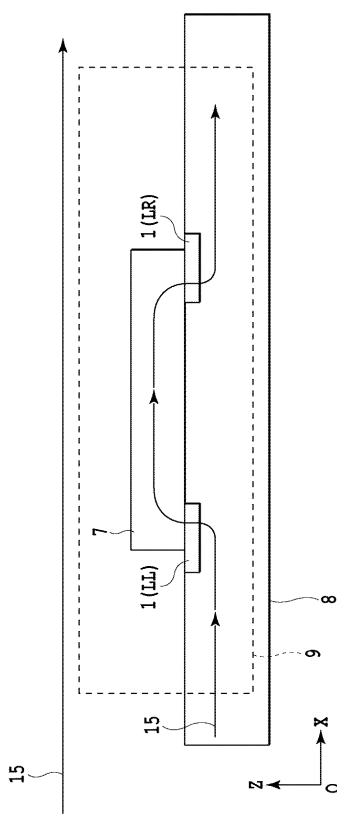
【 図 3 】



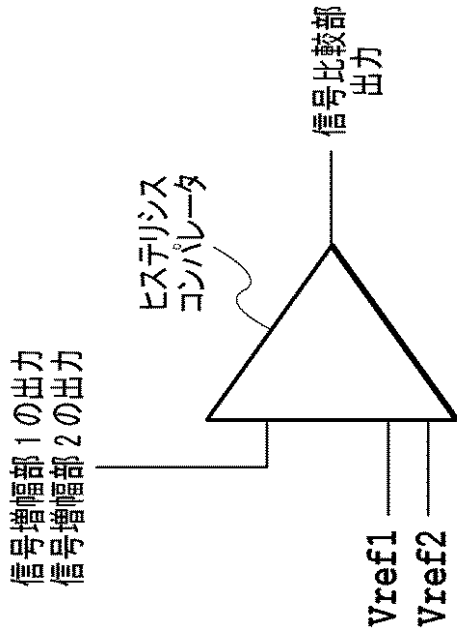
【 図 4 】



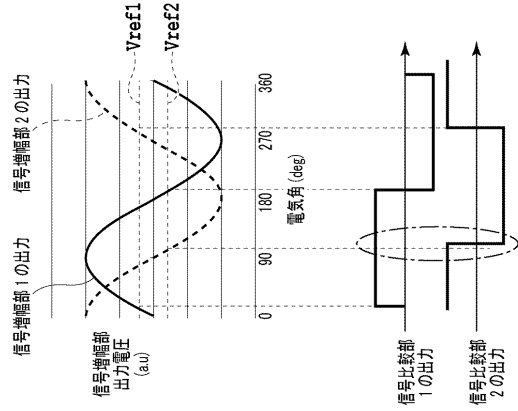
【 図 5 】



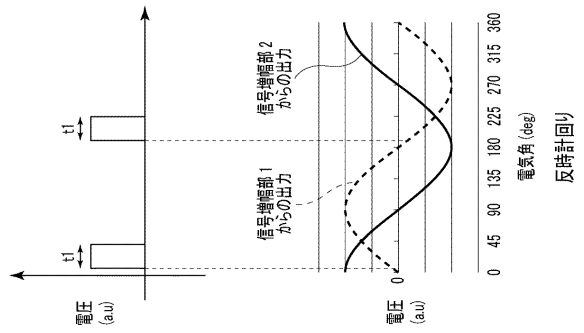
【図10A】



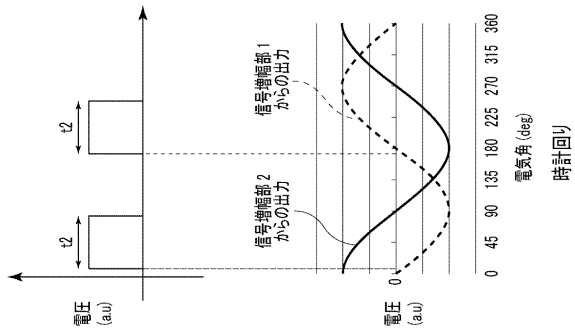
【図10B】



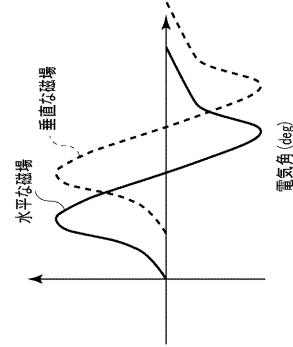
【図11A】



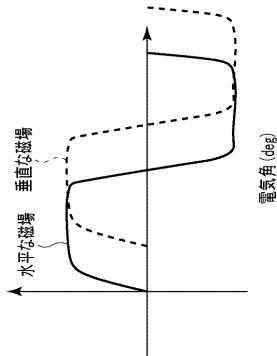
【図11B】



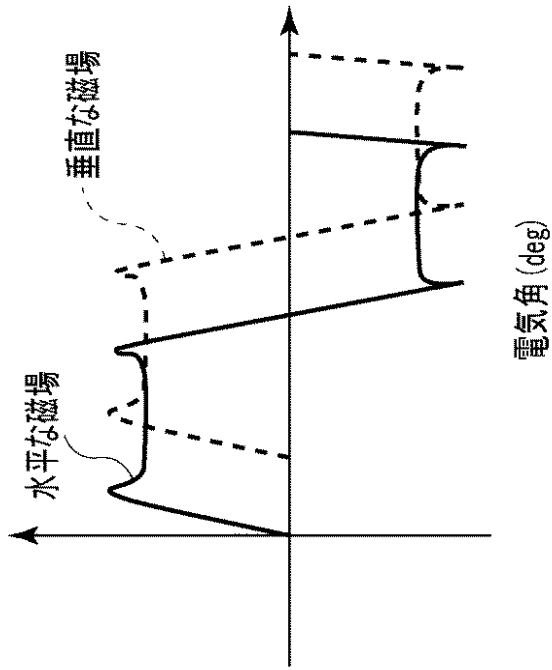
【図12B】



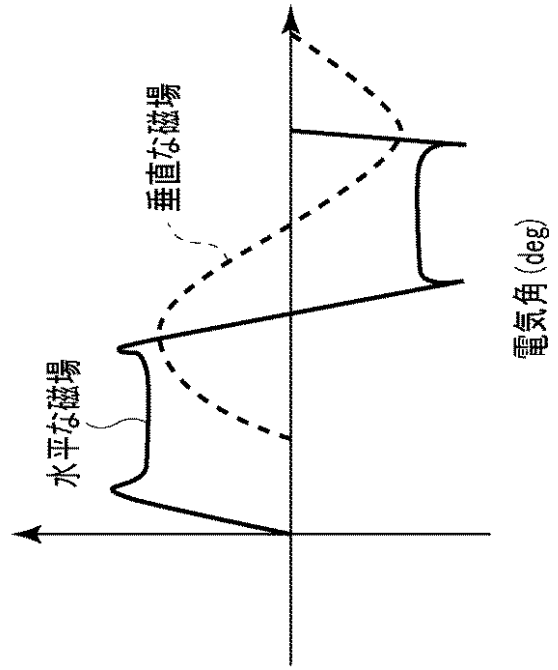
【図12A】



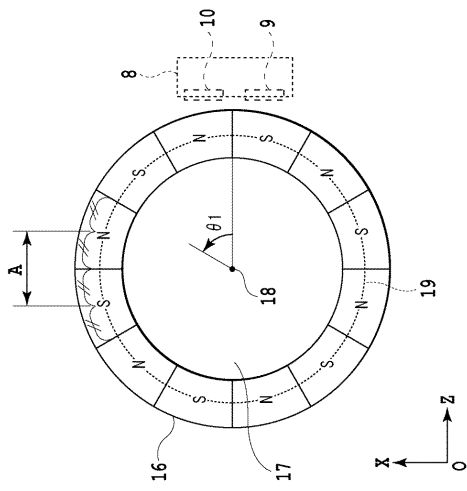
【図12C】



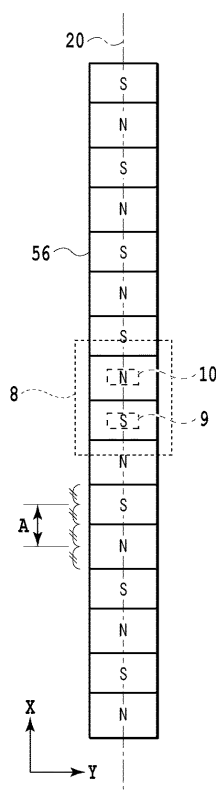
【図12D】



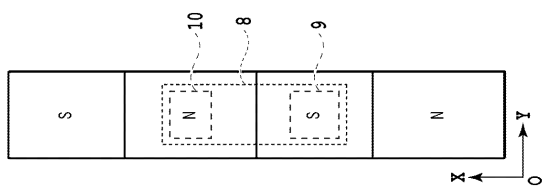
【図13A】



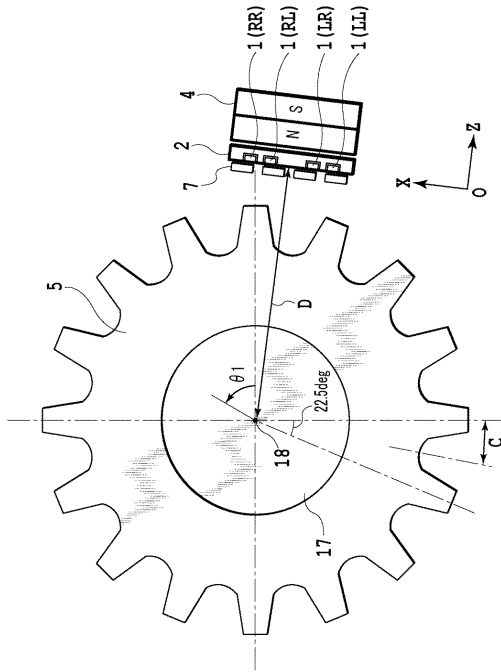
【図14】



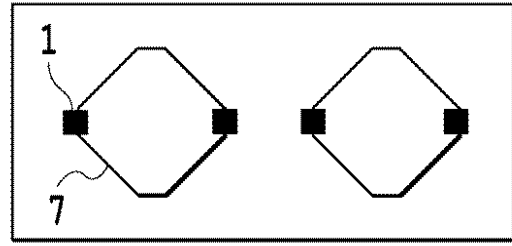
【図13B】



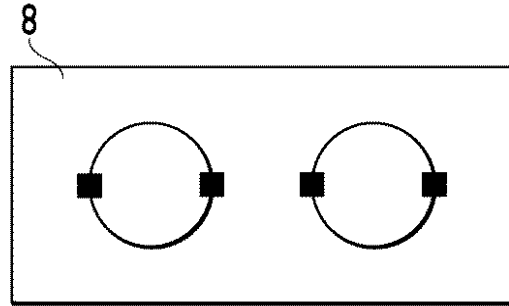
【 15 】



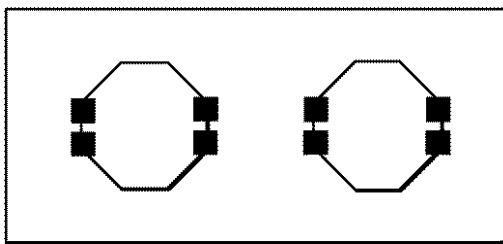
【 16 A 】



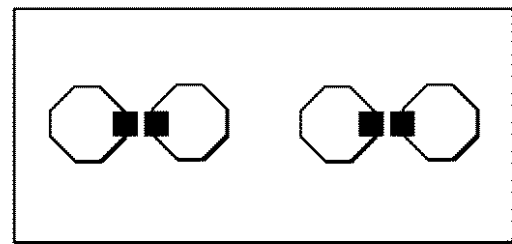
【 16 B 】



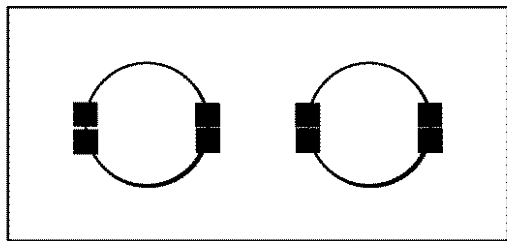
【 16 C 】



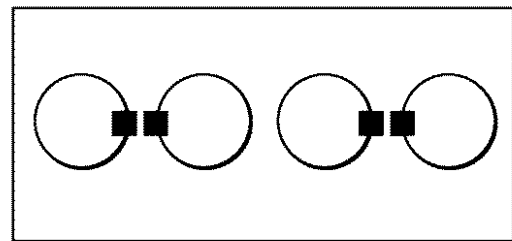
【 16 E 】



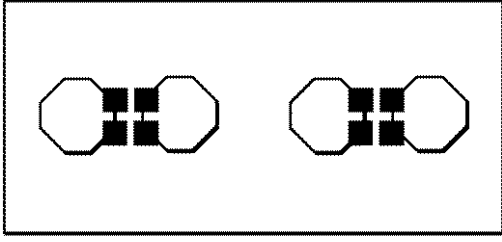
【 16 D 】



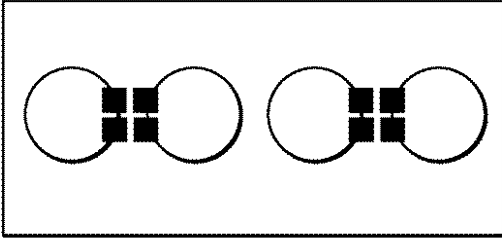
【 16 F 】



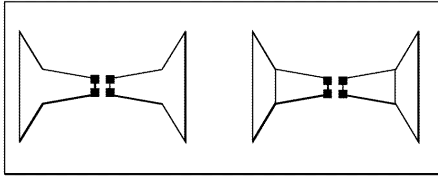
【図 16 G】



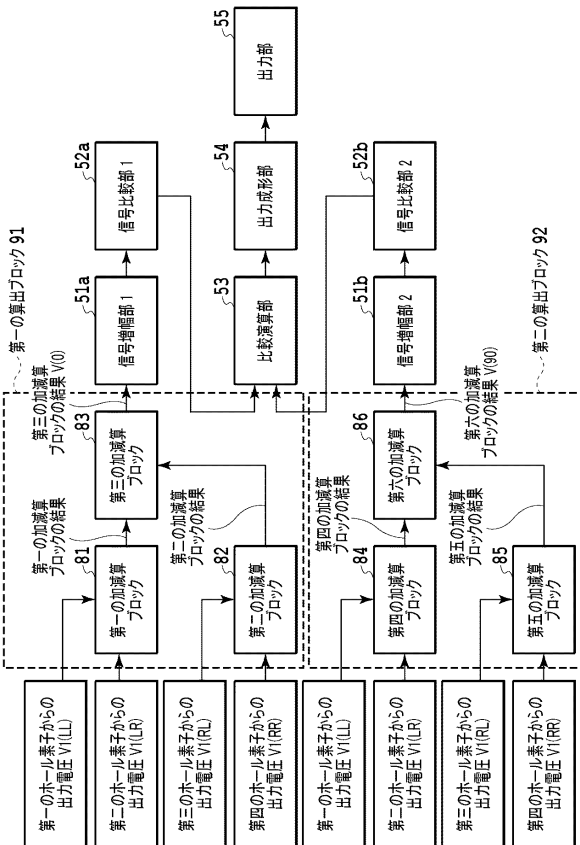
【図 16 H】



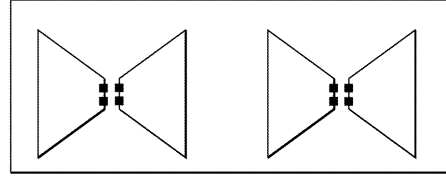
【図 17 A】



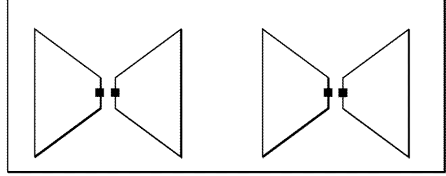
【図 18】



【図 17 B】



【図 17 C】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2002-328046(JP,A)
国際公開第2010/008465(WO,A1)
特開2009-150732(JP,A)
特開2009-192261(JP,A)
特開2008-304470(JP,A)
国際公開第2003/081182(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01D 5/00 - 5/252
G01D 5/39 - 62
G01R 33/02
G01R 33/07