

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2013年2月7日(07.02.2013)



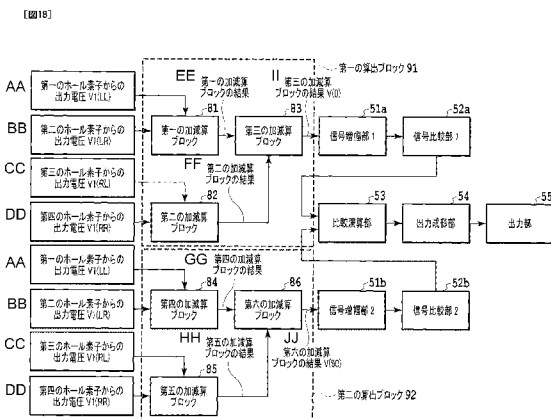
(10) 国際公開番号
WO 2013/018347 A1

- (51) 国際特許分類:
G01R 33/02 (2006.01) G01D 5/245 (2006.01)
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 岡本 潤一郎(OKAMOTO, Junichiro) [JP/JP]; 〒1018101 東京都千代田区神田神保町一丁目105番地 Tokyo (JP). 高橋 新(TAKAHASHI, Arata) [JP/JP]; 〒1018101 東京都千代田区神田神保町一丁目105番地 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/004813
- (22) 国際出願日: 2012年7月27日(27.07.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-166635 2011年7月29日(29.07.2011) JP
- (74) 代理人: 特許業務法人 谷・阿部特許事務所 (TANI & ABE, p.c.); 〒1070052 東京都港区赤坂2丁目6-20 Tokyo (JP).
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 旭化成エレクトロニクス株式会社 (Asahi Kasei Microdevices Corporation) [JP/JP]; 〒1018101 東京都千代田区神田神保町一丁目105番地 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,

[続葉有]

(54) Title: MAGNETIC FIELD MEASURING DEVICE

(54) 発明の名称: 磁場計測装置



- 51a, 51b Signal amplifier
- 52a, 52b Signal comparison unit
- 53 Comparison computation unit
- 54 Output forming unit
- 55 Output unit
- 81 First addition/subtraction block
- 82 Second addition/subtraction block
- 83 Third addition/subtraction block
- 84 Fourth addition/subtraction block
- 85 Fifth addition/subtraction block
- 86 Sixth addition/subtraction block
- 91 First calculation block
- 92 Second calculation block
- AA Output voltage V1(LL) from first Hall element
- BB Output voltage V1(LR) from second Hall element
- CC Output voltage V1(RL) from third Hall element
- DD Output voltage V1(RR) from fourth Hall element
- EE Result from first addition/subtraction block
- FF Result from second addition/subtraction block
- GG Result from fourth addition/subtraction block
- HH Result from fifth addition/subtraction block
- II Result from third addition/subtraction block
- JJ Result from sixth addition/subtraction block

(57) Abstract: The present invention provides a magnetic field measuring device that produces an accurate output according to the magnetic field from a multipolar magnet in an environment in which there is a large disturbance magnetic field. This magnetic field measuring device is provided with: first through fourth magnetoelectric devices; a magnetism convergence plate; and a calculation unit for calculating the strength of the magnetic field applied in the horizontal and/or perpendicular direction relative to the magnetically sensitive surfaces of the magnetoelectric devices. The magnetism convergence plate is arranged so that magnetic field vectors generated in the horizontal direction relative to the magnetically sensitive surfaces of the first and second magnetoelectric devices are converted to magnetic field vectors oriented perpendicularly to the magnetically sensitive surfaces of the first and second magnetoelectric devices so that the vector at one of the magnetically sensitive surfaces is directed opposite to the vector at the other magnetically sensitive surface, and magnetic field vectors generated in the horizontal direction relative to the magnetically sensitive surfaces of the third and fourth magnetoelectric devices are converted to magnetic field vectors oriented perpendicularly to the magnetically sensitive surfaces of the third and fourth magnetoelectric devices so that the vector at one of the magnetically sensitive surfaces is directed opposite to the vector at the other magnetically sensitive surface. The calculation unit has a first calculation block for adding/subtracting the output from the first through fourth magnetoelectric devices and outputting the calculation result.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2013/018347 A1



IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

シア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラ

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

本発明は、外乱磁場の大きな環境下において多極磁石からの磁場に応じて正確な出力を行う磁場計測装置を提供する。本発明の磁場計測装置は、第 1 から第 4 の磁電変換素子と、磁気収束板と、磁電変換素子の感磁面に対して水平及び／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、磁気収束板は、第 1 及び第 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第 1 及び第 2 の磁電変換素子の感磁面に対して垂直方向且つ各感磁面で逆方向の磁場ベクトルに変換し、第 3 及び第 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第 3 及び第 4 の磁電変換素子の感磁面に対して垂直方向且つ各感磁面で逆方向の磁場ベクトルに変換するように配置されており、算出部は第 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。

明 細 書

発明の名称：磁場計測装置

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IC102a, 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、回転方向が検知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、その後に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。

[0004] 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1Bは、図1Aで示される状態を電気角0度とした際に、そこからCCW方向に磁石を中心に対して回転させた際のホールIC102a, 102b内のホール素子に印加される磁場と各々のホールICの出力を表わしたものである。また、図1Cは、図1Aで示される状態を電気角0度とした際に、そこからCW方向に磁石を中心に対して回転させた際のホールIC102a, 102b内のホール素子に印加される磁場と各々のホールIC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IC出力の立ち上がり又は立下りをトリガーとし、他方のホールIC出力の状態がHIGH

HであるかLOW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IC102bの立ち下がりトリガーとした。

[0005] しかし、この構成ではホールIC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IC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90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。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2009-150732号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 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Duty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Duty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。

[0008] 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

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 Duty 出力が可能な磁場計測装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] 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。

- [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。
- [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。
- [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。

- [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 6 の加減算ブロックと、を備えることを特徴とする。
- [0017] 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。
- [0018] また、請求項 10 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。
- [0019] また、請求項 11 に記載の発明は、請求項 10 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。
- [0020] また、請求項 12 に記載の発明は、請求項 10 又は 11 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。
- [0021] また、請求項 13 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。
- [0022] また、請求項 14 に記載の発明は、請求項 1 乃至 13 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。

- [0023] また、請求項 15 に記載の発明は、請求項 1 乃至 13 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。

発明の効果

- [0024] 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

- [0025] [図1A]従来の磁気式エンコーダを説明するための図である。
[図1B]従来の磁気式エンコーダを説明するための図である。
[図1C]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9A]電気角一周期分の信号演算の結果を示す図である。
[図9B]電気角一周期分の信号演算の結果を示す図である。

[図9C]電気角一周期分の信号演算の結果を示す図である。

[図10A]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10B]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11A]図6に示した出力成型部の出力波形を示す図である。

[図11B]図6に示した出力成型部の出力波形を示す図である。

[図12A]本実施例1、2、3における波形の例を示す図である。

[図12B]本実施例1、2、3における波形の例を示す図である。

[図12C]本実施例1、2、3における波形の例を示す図である。

[図12D]本実施例1、2、3における波形の例を示す図である。

[図13A]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13B]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16A]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16B]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16C]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16D]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16E]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16F]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16G]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16H]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17A]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17B]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17C]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。

[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。

[0029] また、詳細なセンサ構成は以下のようになる。

1 (L L) は左部センサ部 9 内の第 1 のホール素子、1 (L R) は左部センサ部 9 内の第 2 のホール素子、1 (R L) は右部センサ部 10 内の第 3 のホール素子、1 (R R) 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 2 mm) を表わす。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 Y Z 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。

[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 X Y 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、垂直な磁場に向向変換される。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。

[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より明らかのように空間に均一な水平な磁場においては1(L L)にはz方向マイナスに、1(L R)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(L L)と1(L R)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。

[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 (L L) と 1 (L と 1 (L R) の R) の信号を減算し、垂直な磁場 (z 方向) を検出し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。

[0036] 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。

[0037] 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 mm) 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 $\theta 1$ 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。

[0038] 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 midpoint 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。

[0039] 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。

[0040] 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。

[0041] 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 (LR) の和をとった結果をV4、V1 (RL) とV1 (RR) の和をとった結果をV5、そしてV2とV3の差をとった結果をV(0)、V4とV5の差をとった結果をV(90)とする。

[0042] 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。

[0043] 図7及び図8において、12極磁石がセンサ部9中の磁気感磁部中心11及びセンサ部10中の磁気感磁部中心12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。

[0044] [数1]

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

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

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

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

[0045] ここで(1)式は図3に示される磁気感磁部中心11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12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11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12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16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16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)θ1を極数Nの半分で掛け合せたθ = θ1 × N / 2である。

[0046] 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。

[0047] 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になる。

[0048] [数2]

$$B[1(LL)] = +K(B_0 \sin(\theta - \frac{\alpha}{2}) + B_{\text{offset}}(t)) + K'(-B'_0 \cos \theta + B_{\text{zoffset}}(t)) \quad \dots (5)$$

$$B[1(LR)] = -K(B_0 \sin(\theta + \frac{\alpha}{2}) + B_{\text{offset}}(t)) + K'(-B'_0 \cos \theta + B_{\text{zoffset}}(t)) \quad \dots (6)$$

$$B[1(RL)] = K(-B_0 \sin(\theta - \frac{\alpha}{2}) + B_{\text{offset}}(t)) + K'(B'_0 \cos \theta + B_{\text{zoffset}}(t)) \quad \dots (7)$$

$$B[1(RR)] = -K(-B_0 \sin(\theta + \frac{\alpha}{2}) + B_{\text{offset}}(t)) + K'(B'_0 \cos \theta + B_{\text{zoffset}}(t)) \quad \dots (8)$$

[0049] 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。

[0050] ここで、 α 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 α 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 α は多極磁石の大きさと磁気収束板の大きさ、磁石の大きさとそれらの配置により決まる定数である。

[0051] 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 $V1(LL)$ 、 $V1(LR)$ 、 $V1(RL)$ 、 $V1(RR)$ は下式のようにになる。

[0052] [数3]

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

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

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

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

[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にになる。

[0054]

[数4]

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

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

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

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

[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] [数5]

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

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

[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。

[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 $a \cdot u$ (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。

[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。

[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 $30\mu\text{m}$)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 α 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($7.3 \times \cos(30^\circ)$) (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 $K \cos(\alpha/2)$ を $0 < K \cos(\alpha/2) < 10$ 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 $K \cos(\alpha/2)$ 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 $K \cos(\alpha/2) > 3.6$ (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。

[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。

[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。

[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t1、t2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。

[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52aと52b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。

[0068] 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12に挙げる。

[0069] 図12A乃至12D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。

[0070] [数6]

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

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

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

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

[0071] 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1.6mm、磁石ピッチ2mm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。

[0072] このような磁場が印加された状態のV(0)、V(90)は、次の式のようになる。

[0073] [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] このため、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。
- [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 52 a, 52 b, 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、ボンドなどの成型によらないことは言うまでもない。
- [0078] 上述した図 6 中にある信号比較部 51 a、信号比較部 51 b、または信号比較部 52 a、信号比較部 52 b 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 51 a, 51 b 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。

[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。

[0083] 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。

[0084] 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。

[0085] 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。

[0086] 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。

[0087] 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に対応する。

[0088] 図18中の第一の算出ブロック91は、第一の加減算ブロック81と第二の加減算ブロック82と第三の加減算ブロック83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92は、第四の加減算ブロック84と第五の加減算ブロック85と第六の加減算ブロック86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91は $V(0)$ を出力し、第二の算出ブロック92は $V(90)$ を出力する。

[0089] 尚、図18中の第一の算出ブロック91において、第一の加減算ブロック81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82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81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82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84と第五の加減算ブロック85についても同様である。

[0090] 上記では、第一の算出ブロック91の出力信号と第二の算出ブロック92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91の出力信号と第二の算出ブロック92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91の出力信号及び／又は第二の算出ブロック92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。

[0091] ただし、第一の算出ブロック91の出力信号と第二の算出ブロック92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。

[0092] (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。

[0093] 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 1 6 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 1 6 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。

[0094] 図 7 及び図 1 4 において、1 6 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。

[0095] 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] のようになる。また、実施例 1 の場合と同様に、ホール素子 1 (LL)、1 (LR)、1 (RL)、1 (RR) の電圧出力 $V_1 (LL)$ 、 $V_1 (LR)$ 、 $V_1 (RL)$ 、 $V_1 (RR)$ 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。

[0096] 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。

[0097] 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14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。

[0098] 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。

[0099] また、本実施例2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。

[0100] 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。

[0101] 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。

[0102] （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15、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。

[0103] 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180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。

[0104] 次に、本磁場計測装置の実施様式図面である図15について詳細に説明する。

図15は、本磁場計測装置の実施様式側面図である。図15中符号5は磁性体からなる16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18から磁気感磁部中心11、12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2mm)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中点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、 θ 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）の中点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、 θ は回転角度（機械角） θ

1 をギア歯数 N で掛け合せた $\theta = \theta_1 \times N$ (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 α 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 α 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 V_1 (LL)、 V_1 (LR)、 V_1 (RL)、 V_1 (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、 V_2 、 V_3 、 V_4 、 V_5 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 の回転と共にセンサに対して、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、 β 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1.6mm、ギア歯ピッチCが2mm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。

[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。

[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。

[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。

[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。

請求の範囲

[請求項1] 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つて、

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磁場計測装置。

[請求項2] 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つて、

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磁場計測装置。

[請求項3] 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 又は 2 に記載の磁場計測装置。

[請求項5] 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 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 5 に記載の磁場計測装置。

[請求項7] 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5又は6に記載の磁場計測装置。

[請求項8] 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5又は6に記載の磁場計測装置。

[請求項9] 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] 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5乃至8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 13 のいずれかに記載の磁場計測装置。

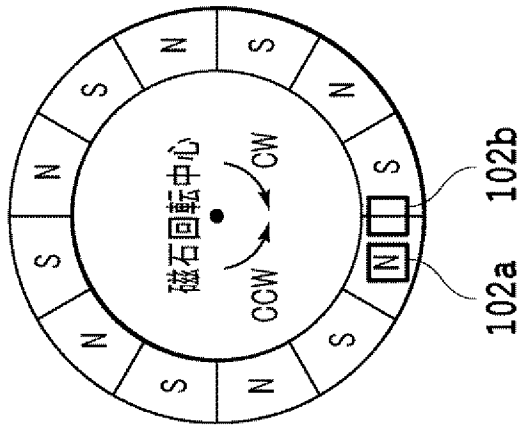
[請求項15]

磁場発生体を備え、

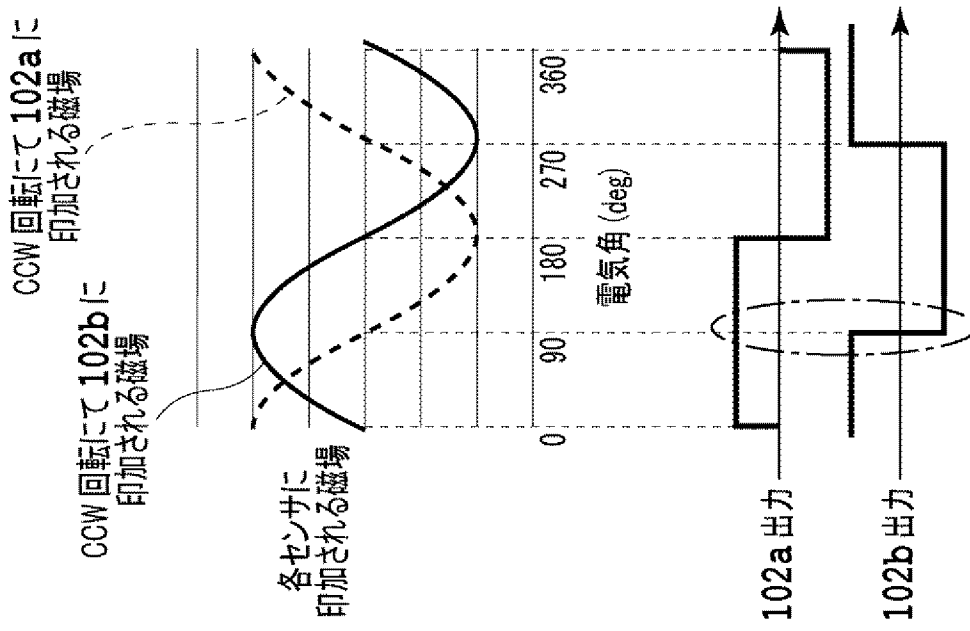
該磁場発生体が前記第 1 から第 4 の磁電変換素子の近傍に設置されたバックバイアス磁石と、移動可能及び／又は回転可能なギヤ歯から構成される構成体であり、

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 13 のいずれかに記載の磁場計測装置。

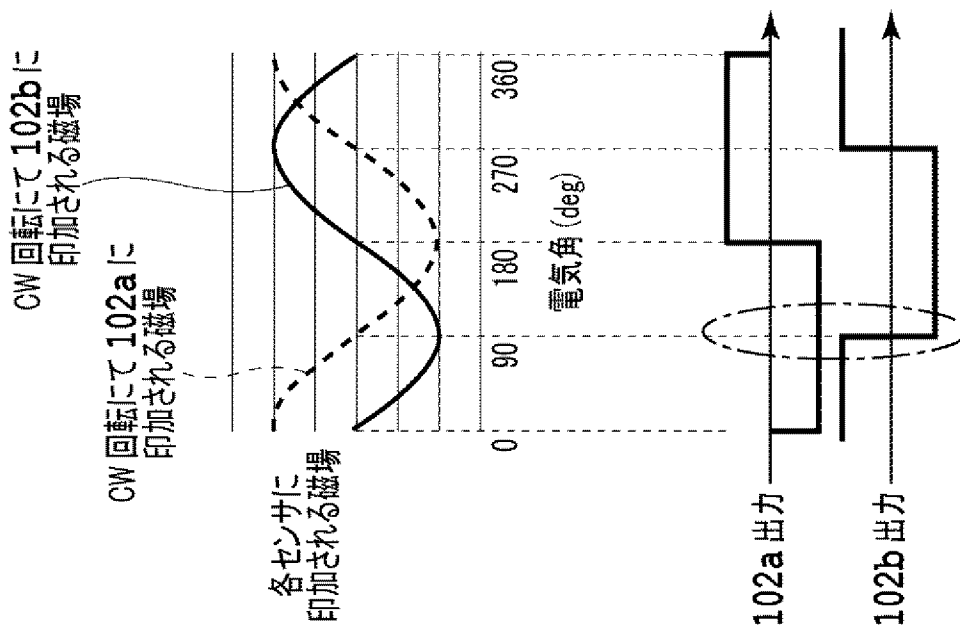
[図1A]



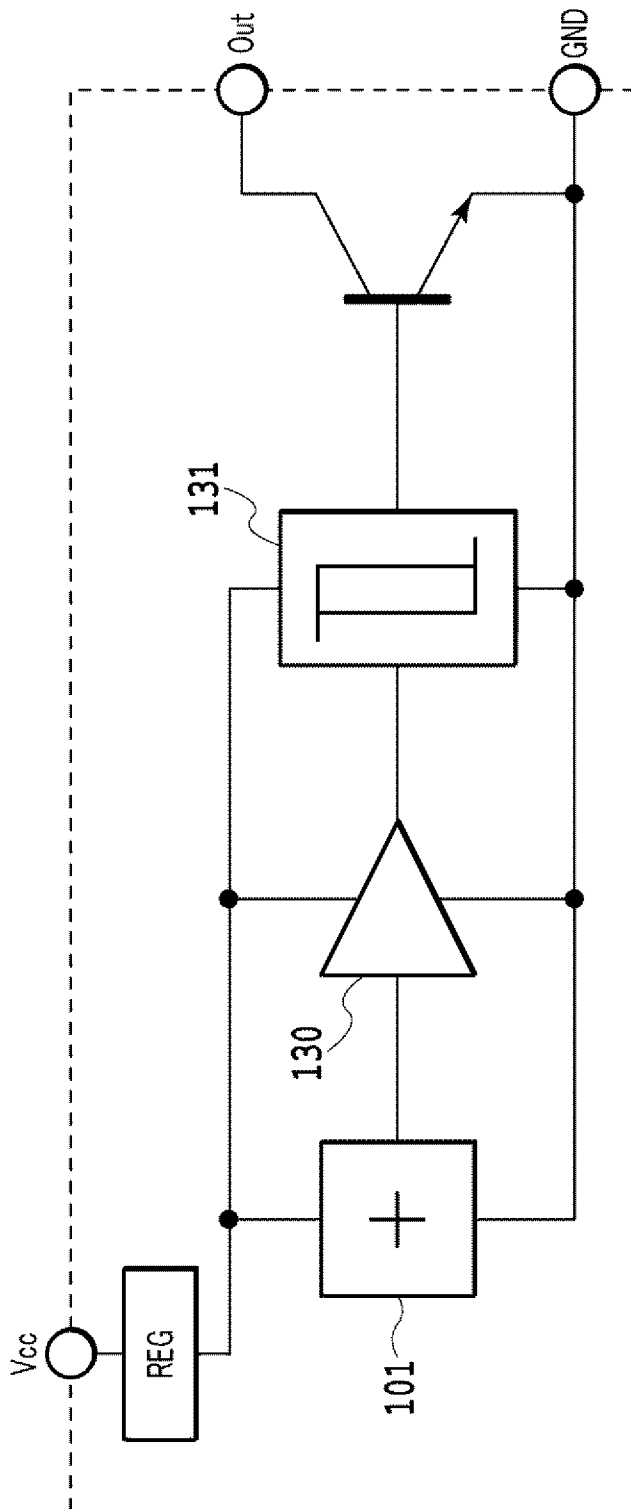
[図1B]



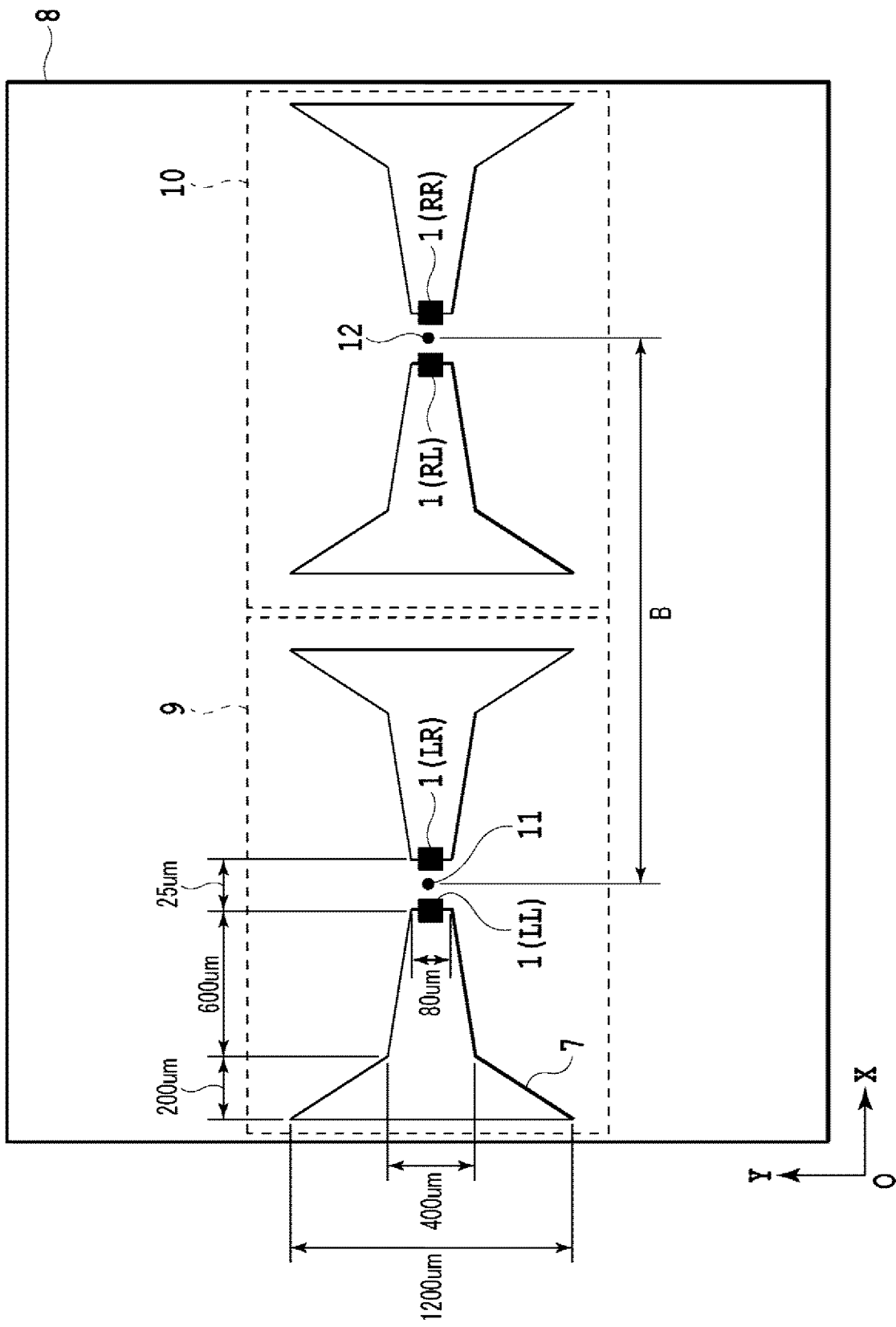
[図1C]



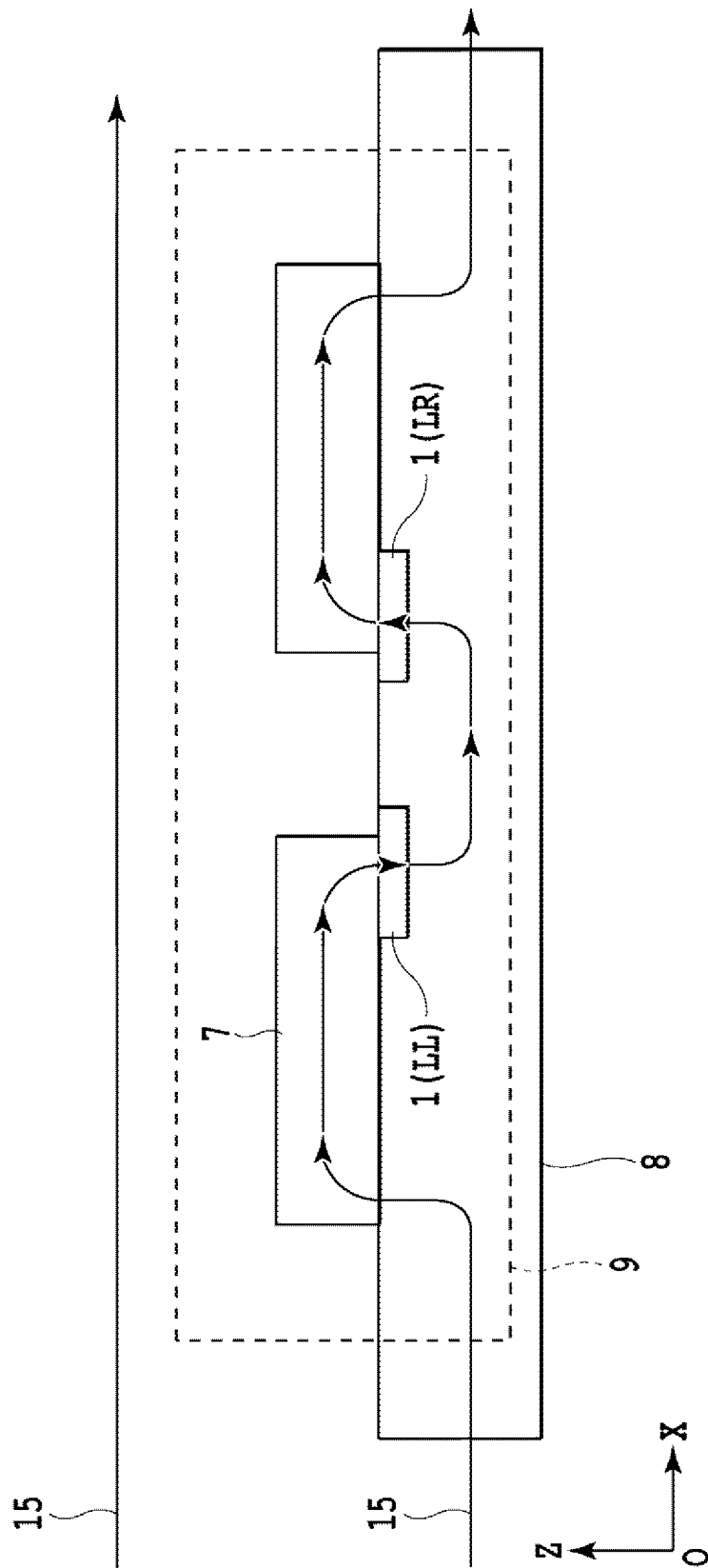
[図2]



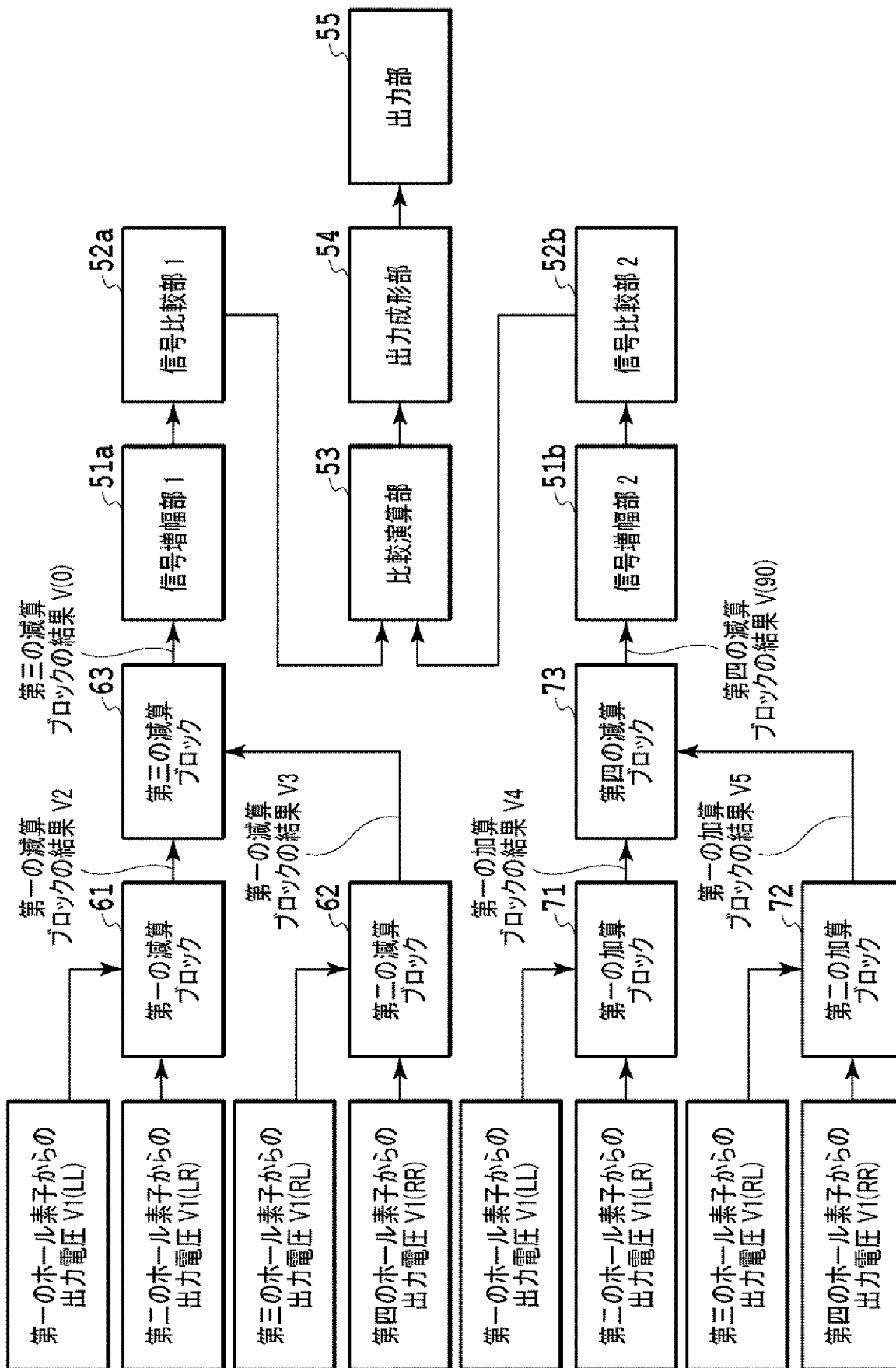
[図3]



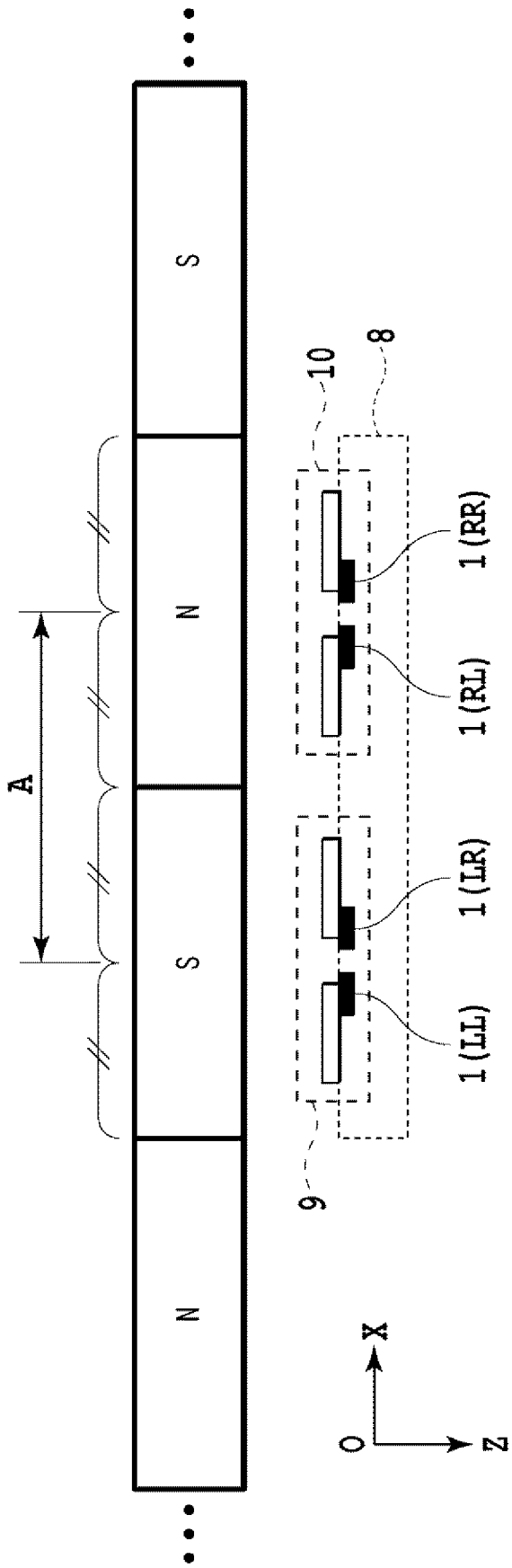
[図4]



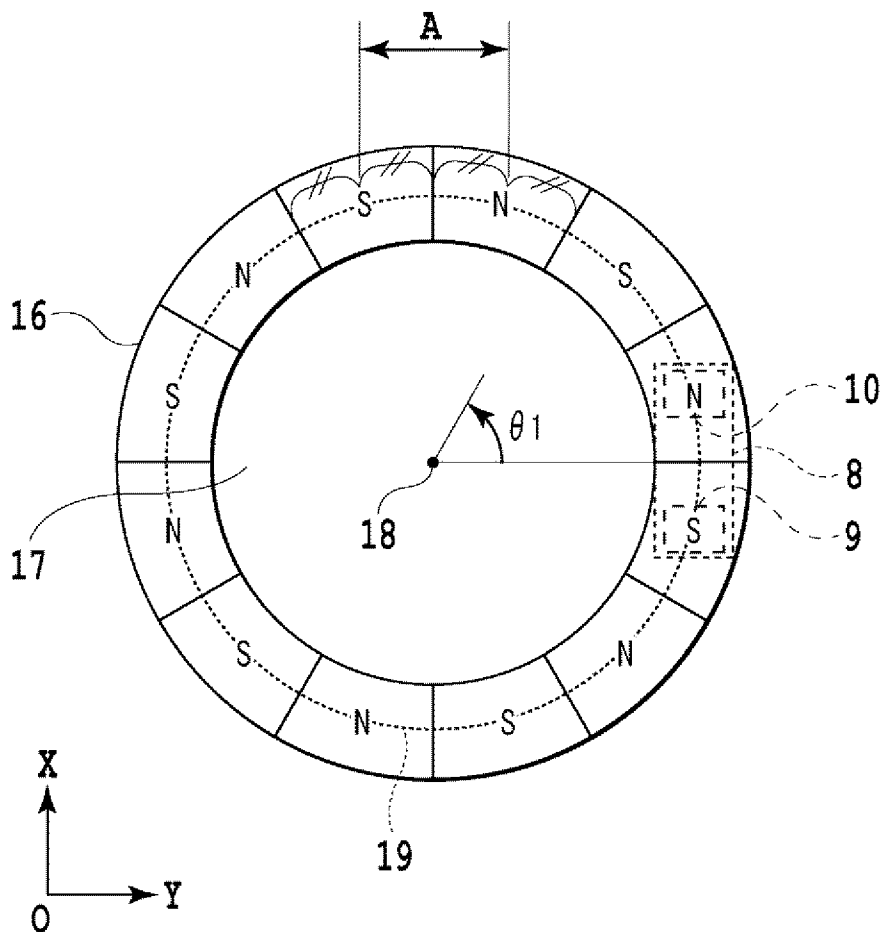
[図6]



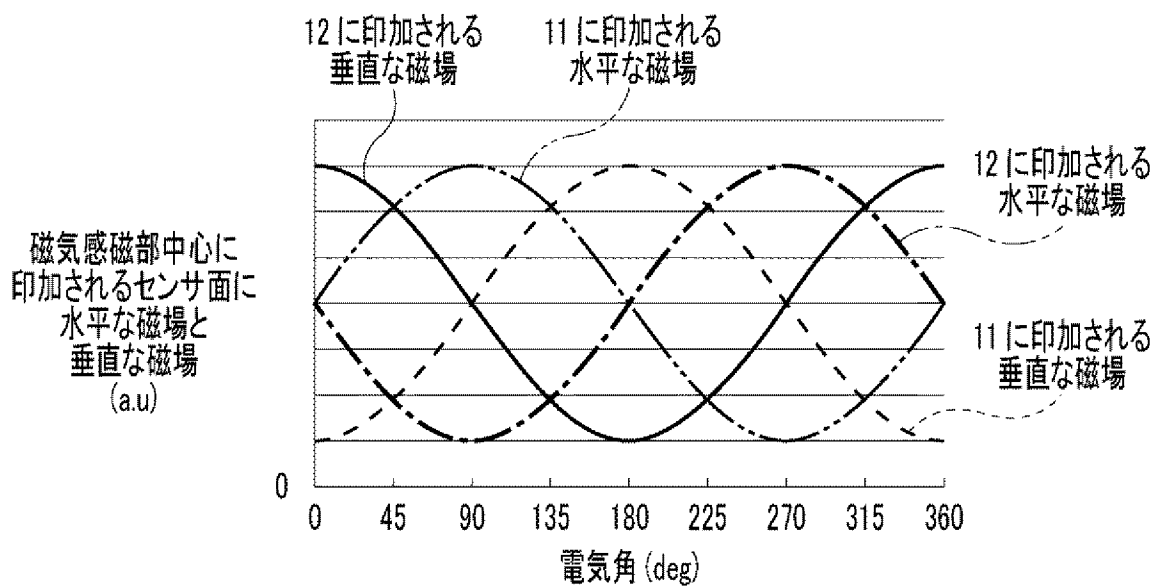
[図7]



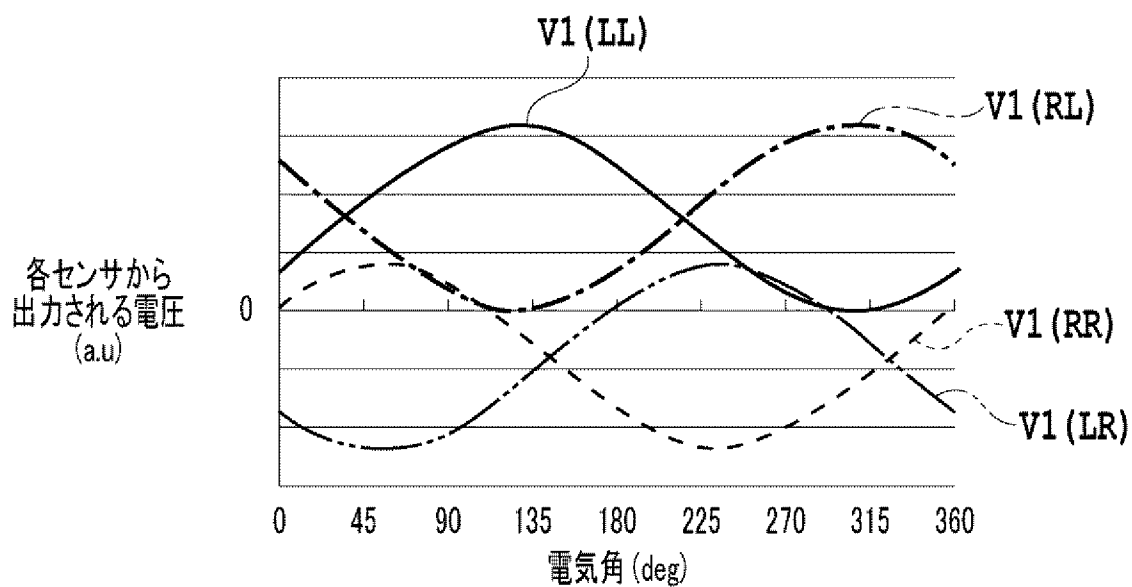
[図8]



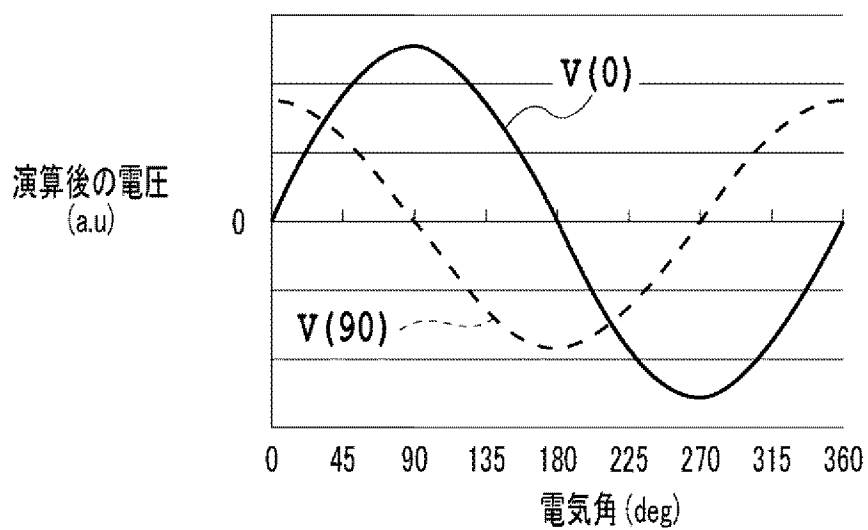
[図9A]



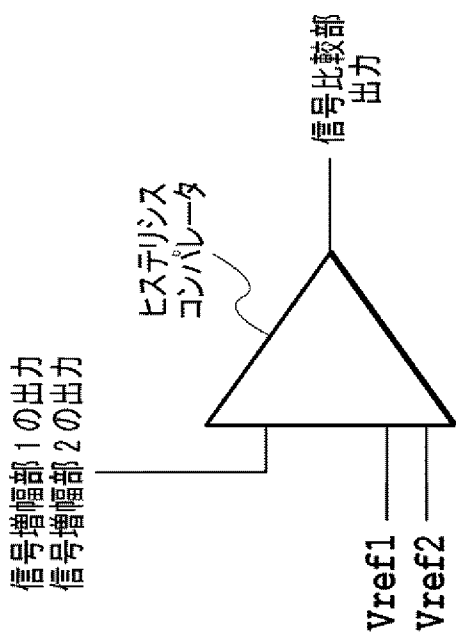
[図9B]



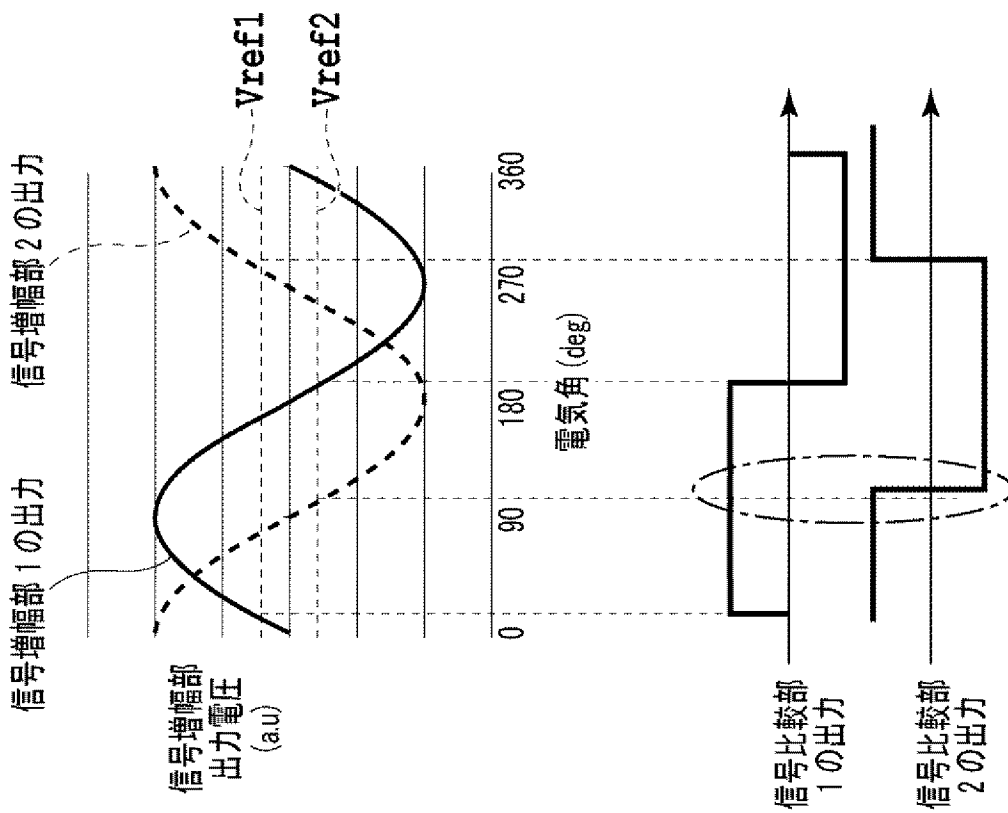
[図9C]



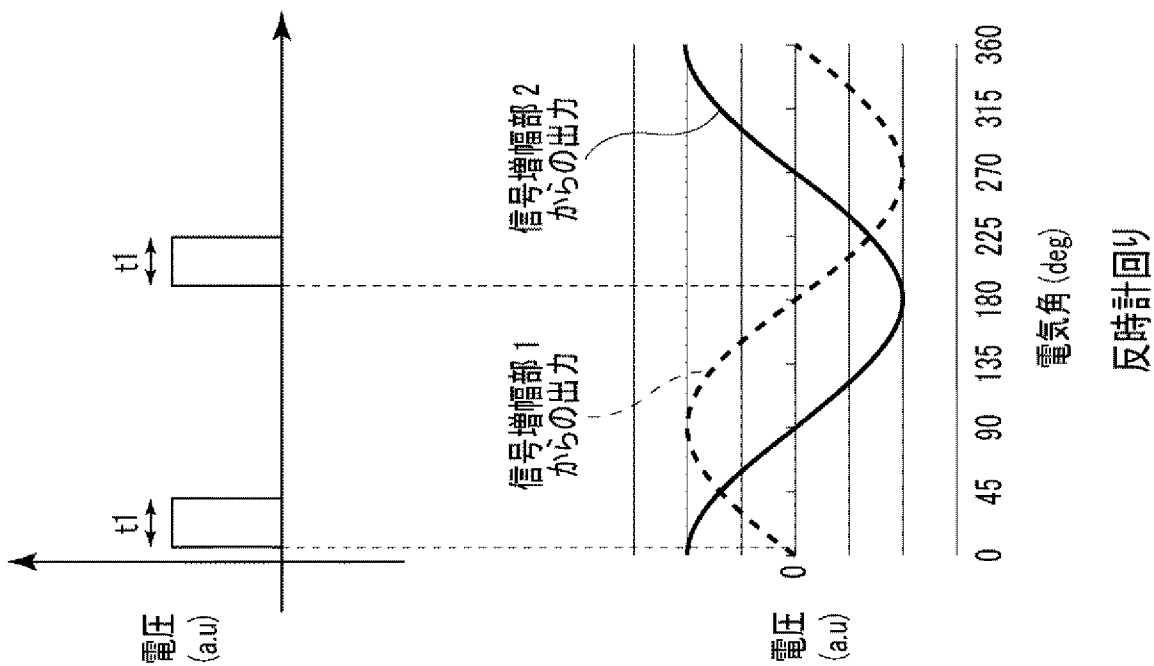
[図10A]



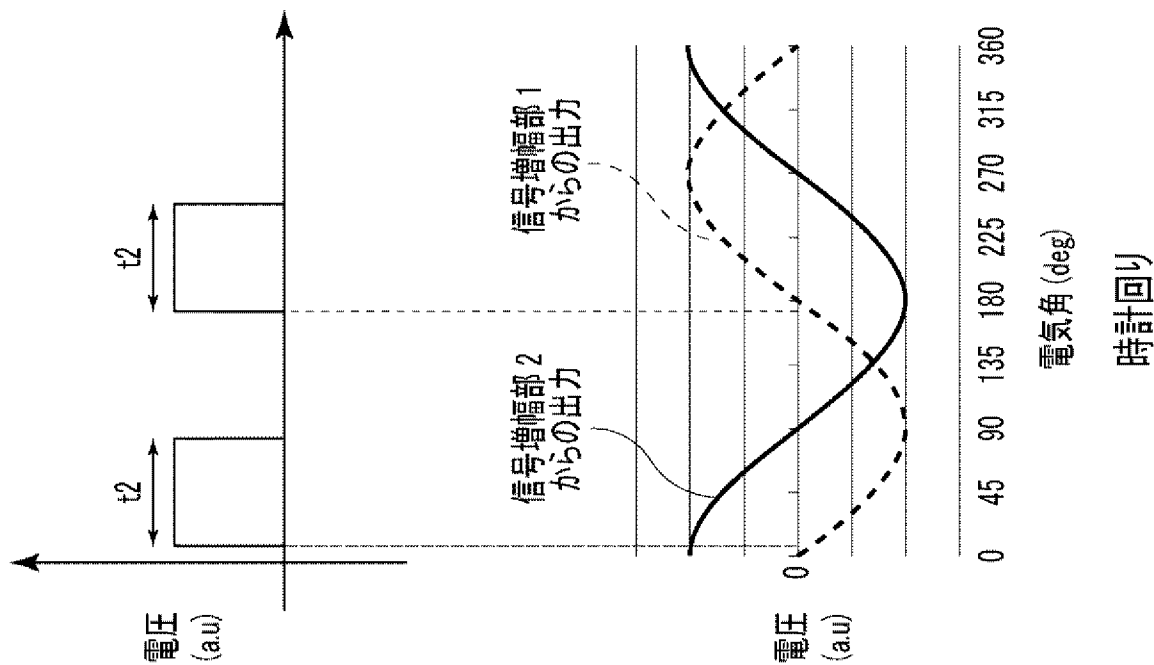
[図10B]



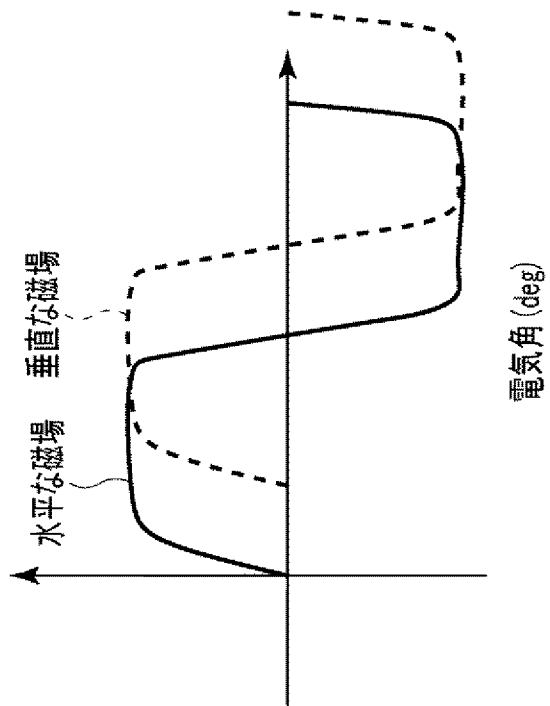
[図11A]



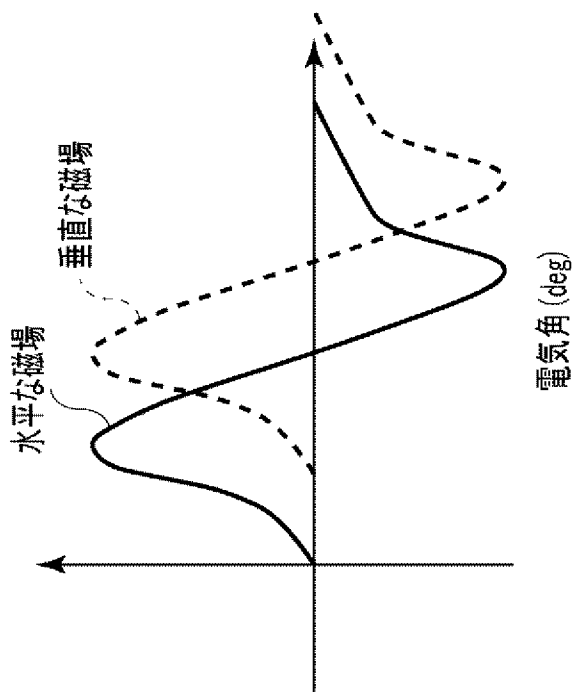
[図11B]



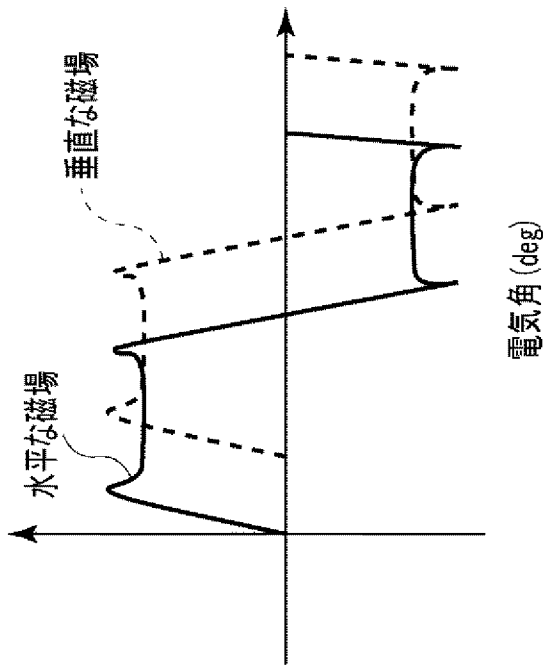
[図12A]



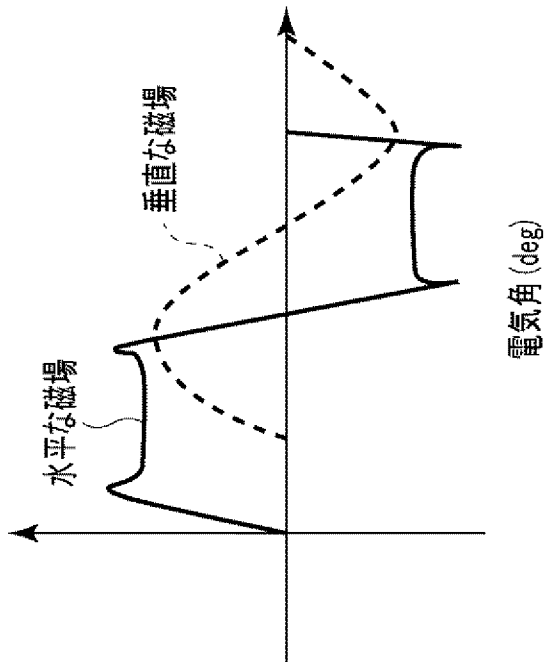
[図12B]



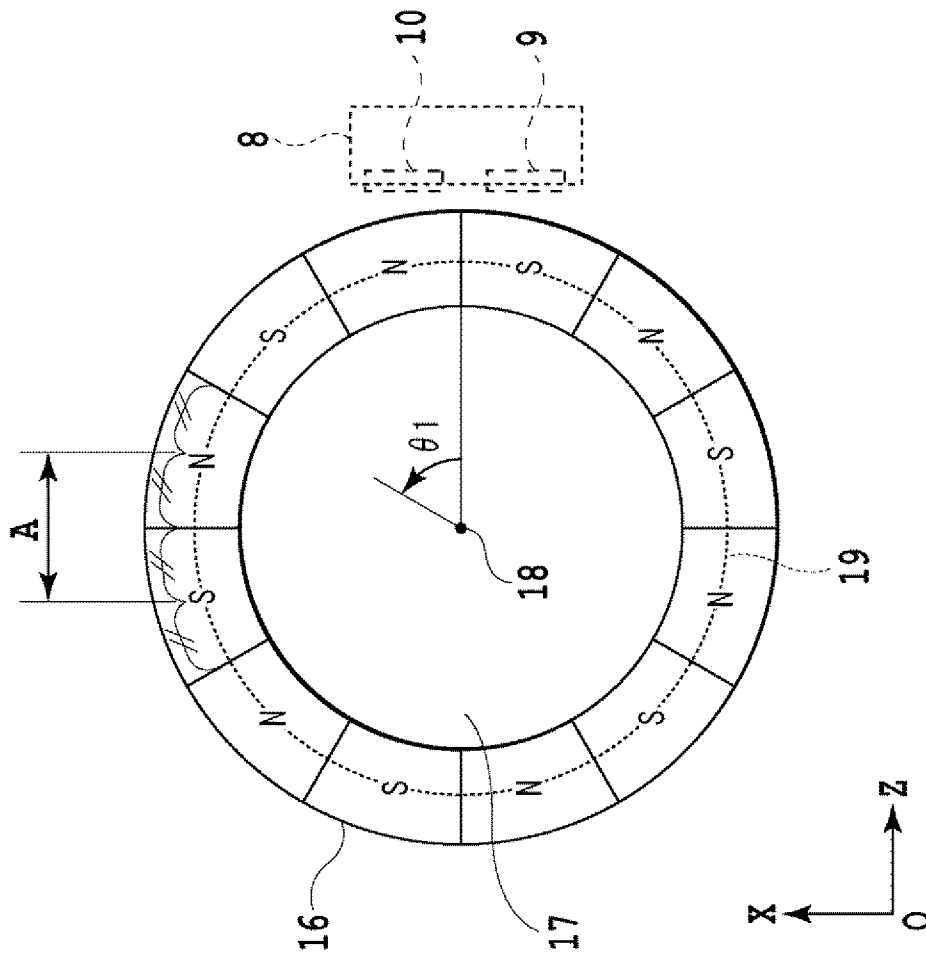
[図12C]



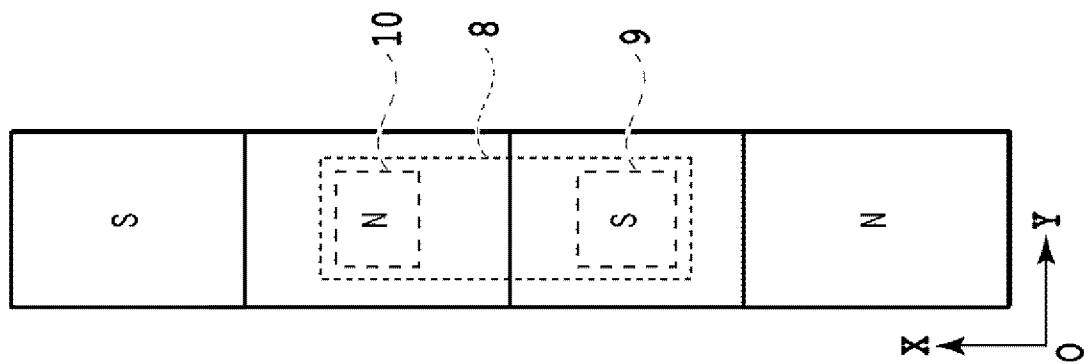
[図12D]



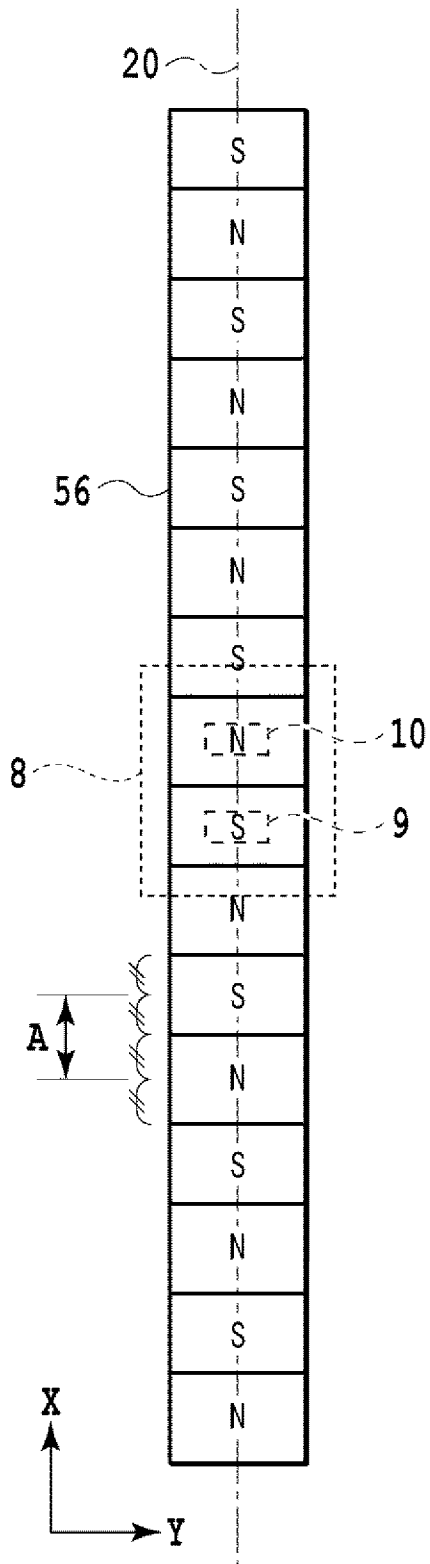
[図13A]



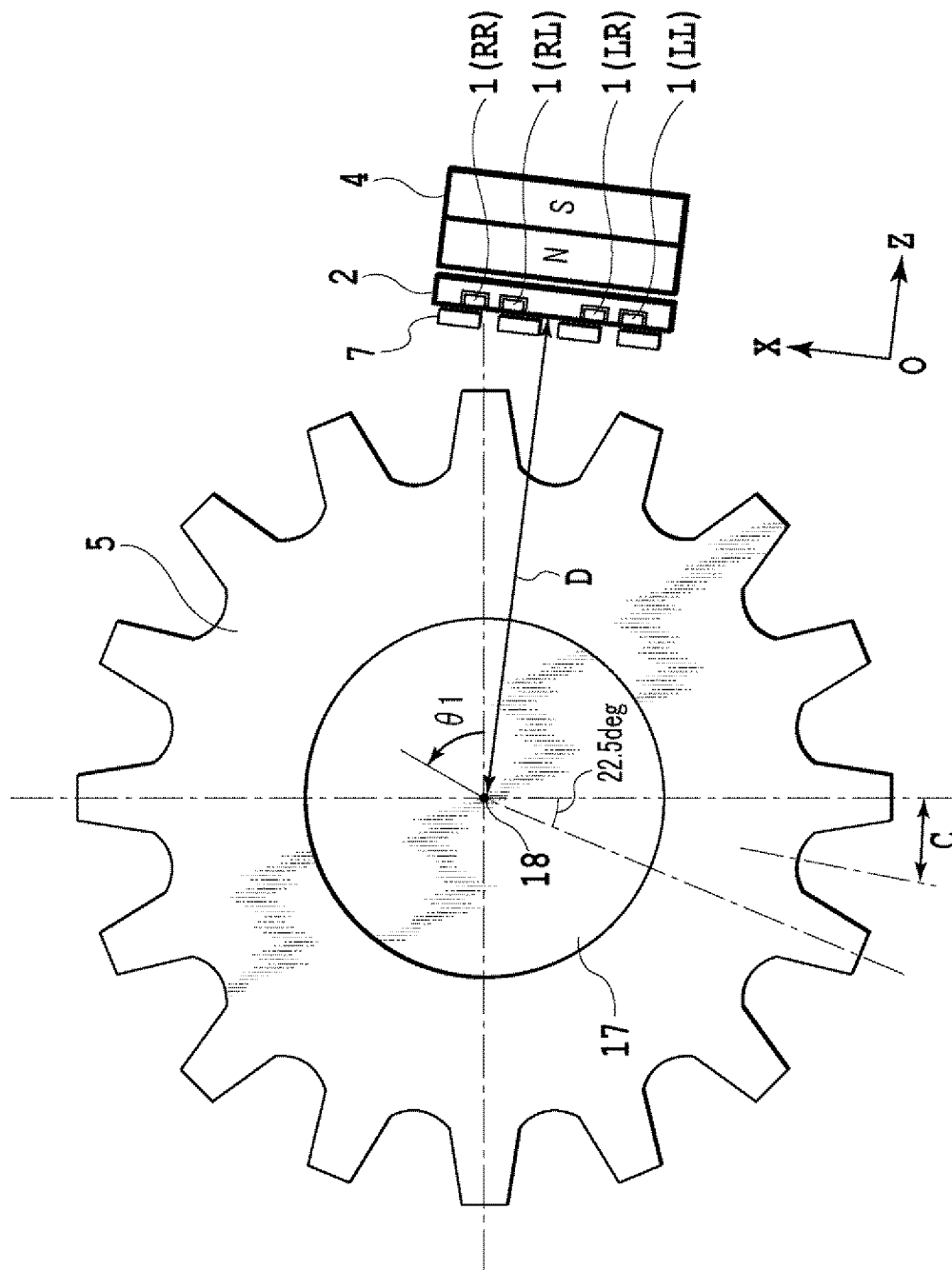
[図13B]



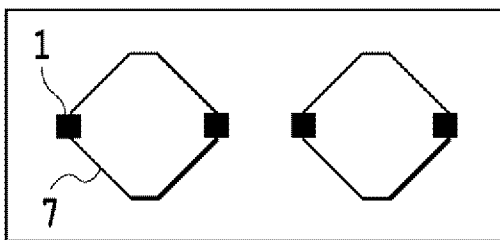
[図14]



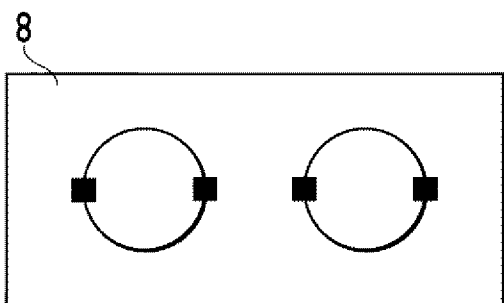
[図15]



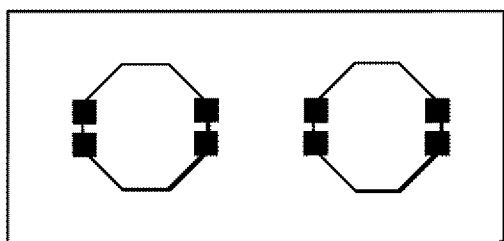
[図16A]



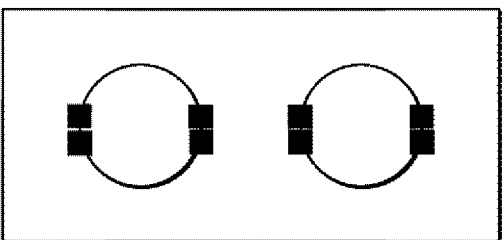
[図16B]



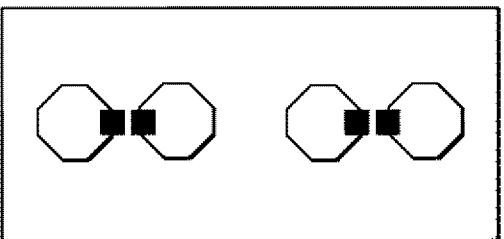
[図16C]



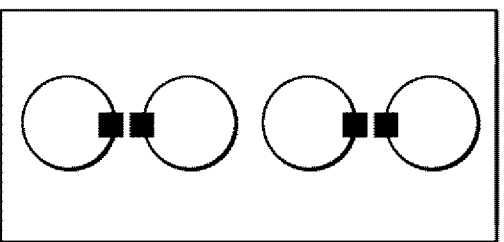
[図16D]



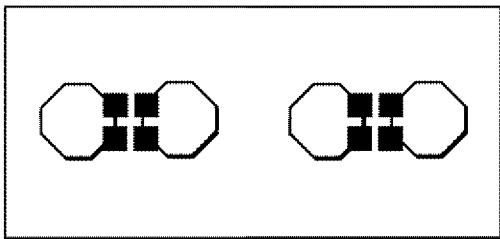
[図16E]



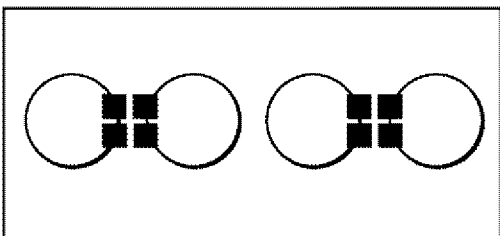
[図16F]



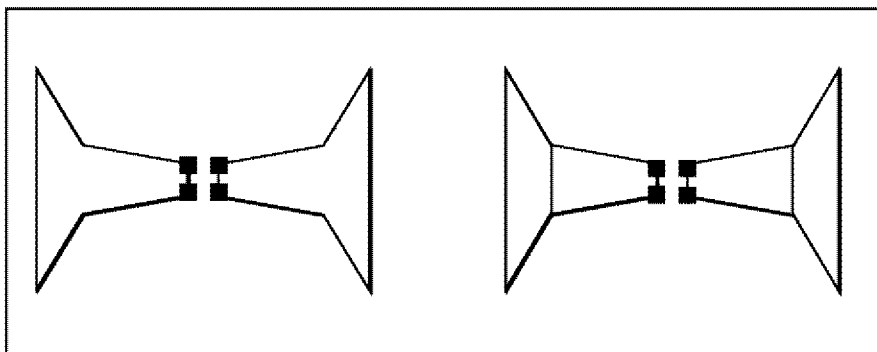
[図16G]



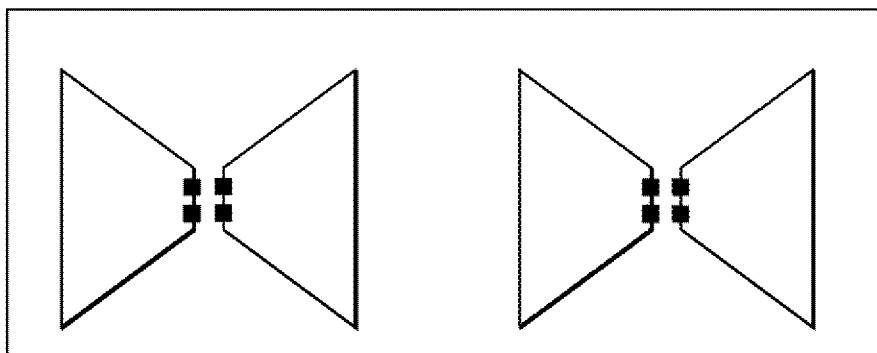
[図16H]



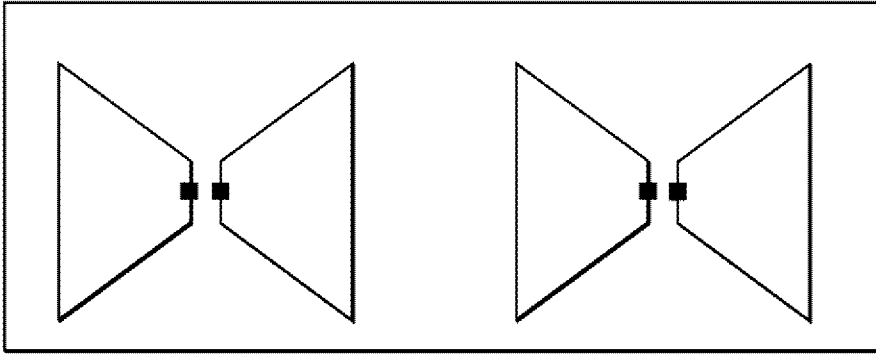
[図17A]



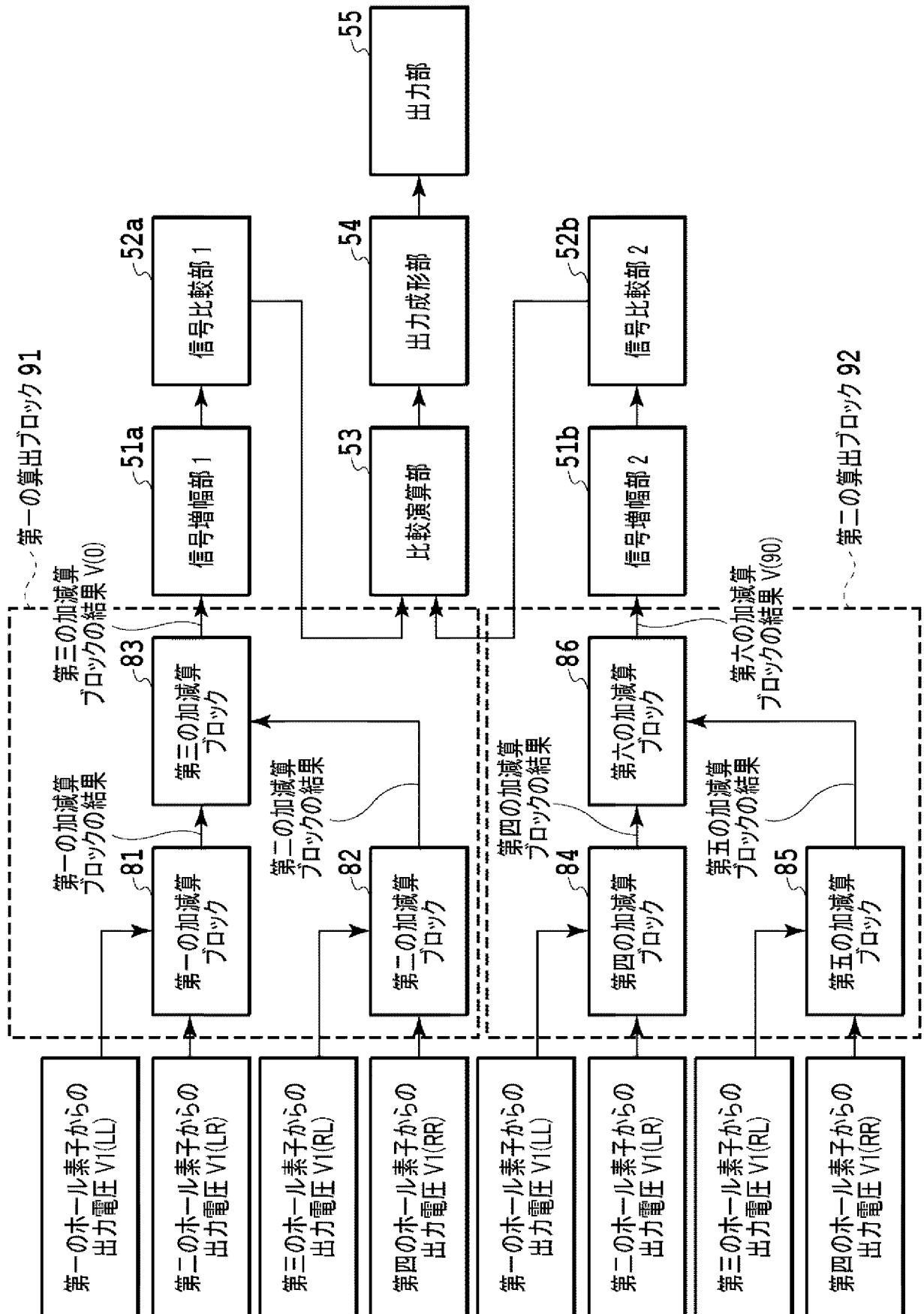
[図17B]



[図17C]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/004813

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R33/02(2006.01) i, G01D5/245(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01R33/02, G01D5/245

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2008-304470 A (Asahi Kasei EMD Corp.), 18 December 2008 (18.12.2008), paragraphs [0020], [0031] to [0034]; fig. 5 (Family: none)	1, 3-4, 10-11 12, 14-15 5-9, 13
Y	WO 2010/008465 A1 (MAGIC TECHNOLOGIES, INC.), 21 January 2010 (21.01.2010), page 1; fig. 1 & US 2009/0315543 A1	12, 14-15
A	JP 2003-294818 A (Asahi Kasei Corp.), 15 October 2003 (15.10.2003), paragraphs [0025] to [0028]; fig. 2 to 3 (Family: none)	1, 3-15

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
09 October, 2012 (09.10.12)Date of mailing of the international search report
23 October, 2012 (23.10.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/004813

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-150732 A (Asahi Kasei EMD Corp.), 09 July 2009 (09.07.2009), paragraphs [0019] to [0024], [0035] to [0036]; fig. 1A to 1B, 5, 9 (Family: none)	1, 3-15
A	JP 2011-508891 A (Allegro Microsystems, Inc.), 17 March 2011 (17.03.2011), paragraphs [0103], [0170] to [0176]; fig. 39 to 42B & US 2009/0174395 A1 & WO 2009/088767 A2 & DE 112008003576 T & CN 101918796 A	1, 3-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/004813

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Disclosed in Document 1 (JP 2008-304470 A (Asahi Kasei EMD Corp.), 18 December 2008 (18.12.2008), paragraphs [0020], [0031] to [0034]; fig. 5 (Family: none)) is "a magnetic sensor comprising magnetism sensing sections (22a to 22d) (first to fourth electromagnetic transducers) and a magnetic substrate (21) (a magnetic convergent plate), wherein outputs from each magnetism sensing section are added to or subtracted from each other, thereby detecting magnetism two- or three-dimensionally."

Therefore, the invention of claim 1 cannot be considered to be novel in the light of the invention disclosed in the document 1, and does not have a special technical feature.

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:
1 and 3-15

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. G01R33/02(2006.01)i, G01D5/245(2006.01)i

B. 調査を行った分野
 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. G01R33/02, G01D5/245

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2012年
日本国実用新案登録公報	1996-2012年
日本国登録実用新案公報	1994-2012年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y A	JP 2008-304470 A (旭化成エレクトロニクス株式会社) 2008.12.18, 段落【0020】, 【0031】 - 【0034】, 【図5】 (ファミリーなし)	1, 3-4, 10-11 12, 14-15 5-9, 13
Y	WO 2010/008465 A1 (MAGIC TECHNOLOGIES, INC.) 2010.01.21, 第1頁, FIG. 1 & US 2009/0315543 A1	12, 14-15
A	JP 2003-294818 A (旭化成株式会社) 2003.10.15, 段落【0025】 - 【0028】, 【図2】 - 【図3】 (ファミリーなし)	1, 3-15

C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 09.10.2012	国際調査報告の発送日 23.10.2012
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 中村 和正 電話番号 03-3581-1101 内線 3258

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2009-150732 A (旭化成エレクトロニクス株式会社) 2009.07.09, 段落【0019】 - 【0024】, 【0035】 - 【0036】, 【図 1A】 - 【図 1B】, 【図 5】, 【図 9】 (ファミリーなし)	1, 3-15
A	JP 2011-508891 A (アレグロ・マイクロシステムズ・インコーポレーテッド) 2011.03.17, 段落【0103】, 【0170】 - 【0176】, 【図 39】 - 【図 42B】 & US 2009/0174395 A1 & WO 2009/088767 A2 & DE 112008003576 T & CN 101918796 A	1, 3-15

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT17条(2)(a))の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、

2. 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、

3. 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

文献1 (JP 2008-304470 A (旭化成エレクトロニクス株式会社) 2008.12.18, 段落【0020】、【0031】 - 【0034】、【図5】 (ファミリーなし))には「感磁部22a~22d (第1から第4の磁電変換素子)と、磁性基板21 (磁気収束板)とを備え、各感磁部の出力の和や差をとることにより2又は3次元方向の磁気を検出する磁気センサ」が記載されている。

したがって、請求項1に係る発明は、文献1に記載された発明に対して新規性が認められず、特別な技術的特徴を有しない。

1. 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

請求項 1, 3-15

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。