



MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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.

- (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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

outputted from each of the plurality of magnetic sensors. The lengths of the float magnet and the magnetic sensors in the horizontal direction, which is perpendicular to the rising/falling direction, are set to a first length, and the distance between magnetic sensors adjacent to each other in the rising/falling direction is set to a second length. The first length is greater than the second length. The detection circuit detects the position of the float on the basis of the electric signals outputted from two adjacent magnetic sensors among the plurality of magnetic sensors.

(57) 要約：液面検出装置は、液面に追従して昇降するフロートと、フロートに取り付けられるフロート磁石と、フロートの昇降を案内する案内部材と、案内部材に取り付けられ、フロート磁石の昇降位置に応じて変化する磁束密度を検知して、その磁束密度に対応する電気信号を出力する複数の磁気センサと、複数の磁気センサからそれぞれ出力される電気信号に基づいてフロートの位置を検出する検出回路とを備える。昇降方向と垂直な水平方向におけるフロート磁石と磁気センサとの長さは第1の長さに設定され、昇降方向における互いに隣接する磁気センサ間は第2の長さに設定され、第1の長さは、第2の長さよりも長く、検出回路は、複数の磁気センサのうち隣接する2つの磁気センサから出力される電気信号に基づいてフロートの位置を検出する。

明 細 書

発明の名称：液面検出装置

技術分野

[0001] 本発明は、液面検出装置に関し、具体的には、自動車等のガソリンやエンジンオイルや尿素水などの液体を貯蔵するタンクに搭載され、磁石を利用して液面の位置を検出する液面検出装置に関する。

背景技術

[0002] 従来より、磁石と磁気センサとを備える液面検出装置が知られている。例えば、液面の位置の変化に対応して昇降し、磁石を有する浮きと、磁石の磁束密度を検知する磁気センサとを備え、磁気センサの出力信号から液面の位置を検出する液面検出装置が知られている。

[0003] この点で、特許文献１には、液面感得体２１と、液面感得体２１が内部に配置されている液タンク１８と、検出ロッド２３の上端に設けられた変位磁石２４と、複検出部ハウジング２０に取り付けられており、複数のホール素子５、５を含む検出器本体２５とを備える、液面検出装置が開示されている（図１～図４，図１２～図１３参照）。

[0004] 検出器本体２５は、変位磁石２４の移動方向と平行となるように複数のホール素子５を同一直線上に所要の配設間隔でプリント基板６上に設けた構造を有する。各ホール素子は感磁面５ａが変位磁石２４の着磁方向と平行になるよう設けられている。液面感得体２１は、検出部ハウジング２０の下面に上端を取り付けた引張ばね２２により検出ロッド２３を介してタンク内に吊り下げられていて、検出ロッド２３の上端は検出部ハウジング２０内に臨んでいる。液面検出装置は、検出部ハウジング２０内における検出ロッド２３の上端部の変位を変位磁石２４の変位として検出器本体２５にて検出して液位を測定する。検出器本体２５は制御回路７を介して、各ホール素子の出力電圧から磁石の位置を演算してさらに液位値に換算する演算回路８と、同演算回路からの液位値を画面等に出力する出力装置９に接続されている。

[0005] 特許文献１に記載の液面検出装置では、検出ロッド２３及び変位磁石２４は、液タンク１８の天面に設けられた貫通孔から液タンク１８の外部に突出している。このため、特許文献１に記載の液面検出装置と同様に、小型化が困難であるとともに、機器によっては搭載が困難となる可能性がある。

[0006] 一方で、タンク内に磁石を配置してなる液面検出装置も考案されている。

特許文献２には、マグネット３と、マグネット３が内部に配置されているタンク２と、ロッド４と、複数の磁気強度センサＳ〔１〕～Ｓ〔４〕と、制御部１０とを備え、マグネット３の位置により液面の位置を検出する、液面検出装置が開示されている（図１、図４、図５参照）。

[0007] ロッド４は、長尺の円柱状であり、軸方向が上下方向（鉛直方向）と平行になるようにタンク２内に配置されている。マグネット３は、円環状であり、タンク２内に貯蔵された液体の液面に浮かぶように構成されている。ロッド４はマグネット３に挿通されており、マグネット３はタンク２に貯蔵された液体の液面に浮かべられた状態において、ロッド４によって移動がガイドされて上下方向に移動する。複数の磁気強度センサＳ〔１〕～Ｓ〔４〕は、それぞれがロッド４に埋め込まれており、上方から下方に向けて互いに間隔をあけて順次並ぶように配置されている。

[0008] 制御部１０は、切替スイッチ１２及び減算器１３を有する差分値算出部１１と、マイクロコンピュータ２０とを有する。切替スイッチ１２は、入力端子Ｉ１１、Ｉ１２、Ｉ１３、Ｉ２１、Ｉ２２、Ｉ２３、出力端子Ｏ１、Ｏ２を有する。マイクロコンピュータ２０からの制御信号によるスイッチ切替により入力端子Ｉ１１、Ｉ１２、Ｉ１３のいずれかが出力端子Ｏ１に接続される。入力端子Ｉ２１、Ｉ２２、Ｉ２３のいずれかがスイッチ切替により出力端子Ｏ２に接続される。入力端子Ｉ１１は磁気強度センサＳ〔１〕と接続されている。入力端子Ｉ１２は磁気強度センサＳ〔２〕と接続されている。入力端子Ｉ１３は磁気強度センサＳ〔３〕と接続されている。入力端子Ｉ２１は磁気強度センサＳ〔２〕と接続されている。入力端子Ｉ２２は磁気強度センサＳ〔３〕と接続されている。入力端子Ｉ２３は磁気強度センサＳ〔４〕

と接続されている。これにより、切替スイッチ 12 は、(1) 出力端子 O1 から磁気強度センサ S [1] の電圧信号が出力されているとき、出力端子 O2 から磁気強度センサ S [2] の電圧信号が出力され、(2) 出力端子 O1 から磁気強度センサ S [2] の電圧信号が出力されているとき、出力端子 O2 から磁気強度センサ S [3] の電圧信号が出力され、(3) 出力端子 O1 から磁気強度センサ S [3] の電圧信号が出力されているとき、出力端子 O2 から磁気強度センサ S [4] の電圧信号が出力される。減算器 13 は、出力端子 O1 が接続される一方の入力端子と、出力端子 O2 が接続される他方の入力端子と、差分電圧信号を出力する出力端子とを備える。

[0009] マイクロコンピュータ 20 は、切替スイッチ 12 及び減算器 13 と接続されている。マイクロコンピュータ 20 は、隣接して配置された磁気強度センサの電圧信号（出力値）の差分値とマグネット 3 の位置（即ち、タンク 2 に貯蔵された液体の液面レベル）との関係を示す高精度液面レベル検出基準情報 G [1] ～ G [3] と、標準精度液面レベル検出基準情報 H [1] ～ H [3]、液面レベルの検出において高精度液面レベル検出基準情報 G [1] ～ G [3] 及び標準精度液面レベル検出基準情報 H [1] ～ H [3] のいずれを用いるかを判定するための高精度検出条件が予め記憶されている ROM を備えている。

[0010] マイクロコンピュータ 20 は CPU をさらに備え、CPU は、減算器 13 の差分電圧信号と、高精度液面レベル検出基準情報 G [1] ～ G [3] と、標準精度液面レベル検出基準情報 H [1] ～ H [3] と、高精度検出条件を用いた信号処理を行い、マグネット 3 の位置、即ち、タンク 2 に貯蔵された液体の液面レベルを検出する。

先行技術文献

特許文献

[0011] 特許文献 1：特開 2002-22403 号公報

特許文献 2：特開 2014-145714 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0012] しかしながら、特許文献２に記載の液面検出装置では、切替スイッチ１２、減算器１３、マイクロコンピュータ２０のＲＯＭが必要であるため、回路構成が複雑化するとともに小型化が困難である。

[0013] したがって、本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであって、回路構成を簡易かつ小型化が可能な液面検出装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0014] ある局面に従う液面検出装置は、液面に追従して昇降するフロートと、フロートに取り付けられるフロート磁石と、フロートの昇降を案内する案内部材と、案内部材に取り付けられ、フロート磁石の昇降位置に応じて変化する磁束密度を検知して、その磁束密度に対応する電気信号を出力する複数の磁気センサと、複数の磁気センサからそれぞれ出力される電気信号に基づいてフロートの位置を検出する検出回路とを備える。昇降方向と垂直な水平方向におけるフロート磁石と磁気センサとの長さは第１の長さに設定され、昇降方向における互いに隣接する磁気センサ間は第２の長さに設定され、第１の長さは、第２の長さよりも長く、検出回路は、複数の磁気センサのうち隣接する２つの磁気センサから出力される電気信号に基づいてフロートの位置を検出する。

[0015] 好ましくは、フロートに取り付けられる複数のフロート磁石を設け、複数のフロート磁石は、同極が互いに対向して設けられる。

[0016] 好ましくは、各磁気センサは、水平方向にバイアス磁界を印加するバイアス磁石を有する。

[0017] 好ましくは、各磁気センサは、フロート磁石により生じる磁力線の磁気ベクトルに基づく電気信号を出力する。

[0018] 好ましくは、検出回路は、複数の磁気センサからそれぞれ出力される電気信号のうち所定電圧との比較に基づいて隣接する２つの磁気センサから出力される電気信号を抽出する。

[0019] 好ましくは、検出回路は、抽出した2つの電気信号の一方を正弦波、他方を余弦波とした場合の角度情報を算出し、算出した角度情報に基づいてフロートの位置を検出する。

[0020] 好ましくは、各磁気センサは、バイアス磁石により生じるバイアス磁界ベクトルが印加される第1～第4の磁気抵抗素子と、バイアス磁界ベクトルの変化に基づく第1～第4の磁気抵抗素子の抵抗値の変化に応じた電気信号を出力する出力回路とを含む。

[0021] 好ましくは、出力回路から出力された電気信号を補正する補正部をさらに備える。

好ましくは、補正部は、出力された電気信号に対して所定の係数で累乗あるいは累乗根する補正手段を有する。

発明の効果

[0022] 本発明の液面検出装置は、回路構成を簡易かつ小型化が可能である。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]実施形態1に基づく液面検出装置の外観構成を説明する図である。

[図2]実施形態1に基づくガイド10に取り付けられた複数の磁気センサ5を説明する図である。

[図3]実施形態1に基づく液面検出装置1の回路構成図である。

[図4]実施形態1に基づく磁気センサ5の磁気抵抗素子のパターンを説明する図である。

[図5]実施形態1に基づく磁気センサ5の検出原理を説明する図である。

[図6]実施形態1に基づくフロート20に取り付けられた磁石2の配置を説明する図である。

[図7]実施形態1に基づくフロート20に取り付けられた磁石2A、2Bと、複数の磁気センサ5とのレイアウトを説明する図である。

[図8]実施形態1に基づくフロート20が昇降動作によりその位置が変化した場合の磁気センサとの関係を説明する図である。

[図9]実施形態1に基づくフロート20の昇降動作に従う複数の磁気センサの

出力信号波形を説明する図である。

[図10]図9の所定領域を拡大したイメージ図である。

[図11]実施形態1に基づく磁気センサ5と磁気ベクトルPとの関係を模式的に説明する図である。

[図12]実施形態1に基づく角度情報 θ の精度を説明する図である。

[図13]実施形態1に基づく液面検出装置1の検出方式を説明するフロー図である。

[図14]フロート20のずれによるバイアス磁界ベクトルにかかる外部磁界を説明する図である。

[図15]実施形態1の変形例に基づくフロート20に取り付けられた磁石2A, 2Bと、複数の磁気センサ5とのレイアウトを説明する図である。

[図16]実施形態1の変形例に基づくフロート20の昇降動作に従う複数の磁気センサの出力信号波形を説明する図である。

[図17]実施形態1の変形例に基づく液面検出装置1の回路構成図である。

[図18]実施形態1の変形例に基づく磁気センサ5PAおよび5PBの補正前および補正後の信号を説明する図である。

[図19]実施形態1の変形例に基づく角度情報 θ の精度を説明する図である。

[図20]実施形態2に基づくフロート20に取り付けられた磁石と磁気センサ5PA, 5PB, 5PCとのレイアウトを説明する図である。

[図21]実施形態2に基づくフロート20が昇降動作によりその位置が変化した場合の磁気センサとの関係を説明する図である。

[図22]実施形態2に基づくフロート20の昇降動作に従う複数の磁気センサの出力信号波形を説明する図である。

[図23]図22の所定領域を拡大したイメージ図である。

[図24]実施形態2に基づく磁気センサ5と磁気ベクトルPとの関係を模式的に説明する図である。

[図25]実施形態2に基づく角度情報 θ の精度を説明する図である。

[図26]実施形態2に基づく液面検出装置1の検出方式を説明するフロー図で

ある。

[図27]磁気センサ5 P Aおよび5 P Bの補正前および補正後の信号を説明する図である。

[図28]実施形態2の変形例に基づく角度情報 θ の精度を説明する図である。

[図29]実施形態3に従うフロート20に取り付けられた磁石2 Bと、複数の磁気センサ5とのレイアウトを説明する図である。

発明を実施するための形態

[0024] この実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中の同一または相当部分については、同一符号を付してその説明は繰返さない。

[0025] (実施形態1)

図1は、実施形態1に基づく液面検出装置の外観構成を説明する図である。

[0026] 図1を参照して、液面検出装置1は、液面に追従して昇降するフロート20と、ガイド(案内部材)10と、検出回路50とを含む。

[0027] 検出回路50は、案内部材10に取り付けられた複数の磁気センサ(AMR (Anisotropic Magneto Resistance) 素子)から検出される出力信号(AMR出力とも称する)に基づいてフロート20の位置を検出する。

[0028] 図2は、実施形態1に基づくガイド10に取り付けられた複数の磁気センサ5を説明する図である。

[0029] 図2を参照して、複数の磁気センサ5は、昇降方向に沿って所定間隔に配置されている。

[0030] フロート20には、フロート磁石2(以下、単に磁石2とも称する)が設けられている。具体的には、磁石ユニットとして磁石2 A, 2 Bが取り付けられている。磁石2 A, 2 Bで磁石ユニットを構成する。

[0031] 複数の磁気センサ5は、フロート20に取り付けられた磁石2の昇降動作に従う磁束密度を検知して、その磁束密度に対応する電気信号を出力する。

なお、本例においては、4ピンの磁気センサ5の構成について一例として説明するが、特にピン数はこれに限られず当業者であるならば適宜設計変更することが可能である。

[0032] 図3は、実施形態1に基づく液面検出装置1の回路構成図である。

図3を参照して、実施形態1に基づく液面検出装置1は、複数の磁気センサ（AMR素子）5と、検出回路50とを含む。本例においては、n個の磁気センサが設けられている場合が示されている。

[0033] 検出回路50は、アナログ／デジタル変換回路であるA／D回路60と、パラレル／シリアル変換回路であるP／S変換回路30と、演算処理を実行するMPU（Micro-processing unit）40とを含む。

[0034] A／D回路60は、複数（n個）の磁気センサ5と接続されて、入力されたアナログ信号をデジタル信号に変換する。

[0035] P／S変換回路30は、MPU40から入力されるクロックCLKに同期して並列的に入力されるA／D回路60から入力されたデジタル信号を直列的に信号変換してMPU40に出力する。

[0036] MPU40は、P／S変換回路30から入力される複数（n個）の磁気センサ5からの信号を演算処理してフロート20の位置を検出する。

[0037] なお、本例におけるMPU40は、A／D回路60からの信号に関して、クロックCLKに同期したP／S変換回路30の出力を受ける構成について説明するが、特に当該構成に限られずマルチプレクサを介してA／D回路60からデジタル信号の入力を受ける構成に変更することも可能である。

[0038] 図4は、実施形態1に基づく磁気センサ5の磁気抵抗素子のパターンを説明する図である。

[0039] 図4を参照して、ここでは、磁気センサ5は、4つの磁気抵抗素子MR1～MR4（総称して磁気抵抗素子MRとも称する）からなるブリッジ構造からなる。

[0040] 磁気センサ5は、磁界が印加されると、磁気抵抗素子MR1～MR4の抵抗値変化により抵抗値変化に応じた信号V₊、V₋を出力する。磁気センサ

5 は、信号 $V+$ 、 $V-$ の差分 ΔV を出力する。

[0041] 磁気センサ 5 の磁気抵抗素子 MR は異方性磁気抵抗素子であり、折り返し形状のパターン構造である。

[0042] 磁気抵抗素子 MR の磁界印加時の抵抗値は、素子の長さ方向（電流方向）に対して垂直の飽和磁界（ 90° ）が印加された時に最小となり、平行な飽和磁界（ 0° ）が印加されたときに最大となる特性を有する。

[0043] また、磁気センサ 5 には、バイアス磁石 3 A、3 B が設けられている。バイアス磁石 3 A、3 B は、磁気抵抗素子 MR 1 ~ MR 4 に対して左上から右下の方向にバイアス磁界がかかるように配置されている。

[0044] なお、本例の磁気センサ 5 の磁気抵抗素子 MR は、一例として折り返し形状のパターン構造として説明するが、特に折り返し形状に限られずそのパターン構造は、磁気センサ 5 の検出特性を高めるように当業者であるならば適宜設計変更することが可能である。また、バイアス磁石 3 A、3 B の配置（向き）に関しても本例においては一例として左上から右下の方向に 45° の角度のバイアス磁界ベクトルがかかるように配置した構成が示されているが、当該配置あるいは角度も磁気センサ 5 の検出特性を高めるように当業者であるならば適宜設計変更することが可能である。

[0045] また、本例においては、2 つのバイアス磁石 3 A、3 B に基づいてバイアス磁界ベクトルをかける構成について説明するが、2 つのバイアス磁石ではなく 1 つのバイアス磁石を用いてバイアス磁界ベクトルをかけることも可能である。たとえば、磁気抵抗素子 MR 1 ~ MR 4 が設けられている基板上にバイアス磁石を配置しても良いし、基盤の裏面にバイアス磁石を配置する構成とするようにしても良い。

[0046] 図 5 は、実施形態 1 に基づく磁気センサ 5 の検出原理を説明する図である。

図 5（A）は、外部磁界に従って変化するバイアス磁界ベクトルを説明する図である。

[0047] 図 5（A）に示されるように、磁気センサ 5 のバイアス磁界ベクトルは、

昇降方向に対する外部磁界に従ってそのベクトル方向を変化させる。本例においては、外部磁界が無い状態のバイアス磁界ベクトル V_0 が実線で示されている。なお、バイアス磁石は、磁気センサ5が飽和感度領域に達する磁界強度となるように設定する。

[0048] バイアス磁界ベクトル V_0 は、外部磁界（右から左方向）に従ってバイアス磁界ベクトル V_1 に変化する。

[0049] 一方で、バイアス磁界ベクトル V_0 は、外部磁界（左から右方向）に従ってバイアス磁界ベクトル V_2 に変化する。

[0050] 外部磁界の磁束密度の変化に従いバイアス磁界ベクトルが変化する。磁気センサ5は、バイアス磁界ベクトルの変化を検出して、当該検出結果に応じた出力信号（電位差 ΔV ）を出力する。

[0051] 図5（B）には、外部磁界の磁束密度の変化に従う磁気センサ5の出力信号の変化特性が示されている。

[0052] 図5（B）に示されるように、バイアス磁石3A、3Bに従うバイアス磁界に基づいて所定の磁束密度 S_T がかかっている。この場合の出力は中間値に設定されており、磁気センサ5に印加される磁界の方向の変化に従い電位差 ΔV が変化する。

[0053] 外部磁界として、右から左方向の外部磁界の磁束密度の変化に従い電位差 ΔV は、 ΔV_1 側にシフトする。

[0054] 一方、外部磁界として、左から右方向の外部磁界の磁束密度の変化に従い電位差 ΔV は、 ΔV_2 側にシフトする。

[0055] 中間値からの電位差 ΔV の増減に従って磁気センサ5に印加される磁界の極性（どの向きからの磁界か）を検知することが可能である。また、バイアス磁石3A、3Bの磁力強度を変更することにより飽和磁界強度も高めることが可能である。

[0056] 後述するが外部磁界の磁束密度の変化に応じた信号波形（電位差 ΔV ）に基づいてフロート20の位置を検出することが可能である。

[0057] 図6は、実施形態1に基づくフロート20に取り付けられた磁石2の配置

を説明する図である。

[0058] 図6を参照して、ここでは、フロート20を上視した場合の図が示されている。また、磁石2A、2Bで形成される磁石ユニットは、ガイド10を介して互いに向き合うように対向して設けられている。本例においては、磁石2A、2BのN極が互いに向き合うように対向して設けられている。なお、磁石2A、2BのS極を互いに向き合うように対向して配置することも可能である。対抗する磁石2A、2Bの中間に磁気センサ5が配置される。

[0059] 当該配置により、磁力方向は、ガイド10に沿う方向（フロート20の昇降方向）となり、ガイド10に沿う方向と垂直な方向の磁力成分は打ち消される。好ましくは、磁気センサ5の中心が、言い換えれば、磁気抵抗素子MRが形成されている領域の中心が、対向する磁石2A、2Bの中間に位置する様に、磁気センサ5が配置される。この場合、また、フロート20が回転した場合であっても磁力方向や磁束密度にほとんど変化はなく、磁気センサ5は磁束密度の変位量を精度よく測定することが可能である。

[0060] なお、磁気センサ5が配列された線上に平行な磁界が印加できれば、磁石2A、2Bは、同極を対向する配置としなくても良い。

[0061] 図7は、実施形態1に基づくフロート20に取り付けられた磁石2A、2Bと、複数の磁気センサ5とのレイアウトを説明する図である。

[0062] 図7に示されるように、磁石2A、2Bは、1組の磁石ユニットを形成する。

磁石2A、2Bで形成される磁石ユニットは、互いにN極が向き合うように配置されている。

[0063] 本例においては、複数の磁気センサ5として、3つの磁気センサ5PA～5PC（総称して磁気センサ5と称する）が設けられる場合が示されている。

[0064] 本例においては、昇降方向における磁気センサ5間の距離よりも磁石2Aあるいは磁石2Bと磁気センサ5との水平方向の距離を長く設定する。具体的には、昇降方向における隣接する磁気センサ5間の距離を距離aとした場

合に、水平方向の距離を距離 a の 2 倍の間隔に設定する。

[0065] また、磁石 2 A、2 B の昇降方向に沿う長さを、昇降方向における隣接する磁気センサ 5 間の距離を距離 a とした場合に、距離 b ($= 4 a / 3$) に設定する。

[0066] 磁気センサ 5 は、昇降方向に沿ってガイド 10 に取り付けられる。

なお、本例においては、3つの磁気センサ 5 P A ~ 5 P C が配置されて、フロート 20 の位置を検出する場合について説明するが、さらに複数の磁気センサが配置される場合についても同様である。

[0067] なお、本例において、例えば、フロート 20 の位置として、一例として磁石 2 A と磁石 2 B の昇降方向における中心を基準位置（中心点）とする。この場合、基準位置（中心点）の位置に磁気センサ 5 P B が位置している場合が示されている。

[0068] また、3つの磁気センサ 5 P A ~ 5 P C は、各磁気センサのバイアス磁界ベクトルが水平方向と平行となるように配置されている。なお、本例においては、バイアス磁界ベクトルの向きは、磁石 2 B から磁石 2 A に向かう水平方向と同じ方向となる場合について説明するが、特にこれに限られず磁石 2 A から磁石 2 B に向かう水平方向と同じ方向となるようにしても良い。

[0069] 磁気センサ 5 P A ~ 5 P C の各々に示される、昇降方向の紙面左右方向の白抜き矢印は、この方向が磁気センサの最大感磁方向を示す。また、磁気センサ 5 P A ~ 5 P C の各々に示される、水平方向の紙面向きの矢印は、バイアス磁石による磁界を示す。但し、フロート磁石の磁界によるバイアス磁界の回転までの記載は省略する。

[0070] 図 8 は、実施形態 1 に基づくフロート 20 が昇降動作によりその位置が変化した場合の磁気センサとの関係を説明する図である。

[0071] 本例においては、フロート 20 が右から左方向（一例として昇方向）に変化した場合について説明する。

[0072] 図 8 (A) においては、フロート 20 が上昇して磁気センサ 5 P A に近づいてきた場合（状態 S0）が示されている。

- [0073] 磁気センサ5 P Aは、フロート2 0の磁石2 A, 2 Bにより生じる磁界（磁力線）の影響を受ける。具体的には、磁気センサ5 P Aは、磁石2 A, 2 Bの磁力線として右から左への磁界の影響を受ける。したがって、磁気センサ5 P Aのバイアス磁界ベクトルV 0は、バイアス磁界ベクトルV 1側に変化する。当該バイアス磁界ベクトルの変化に従い電位差 ΔV は減少する。他の磁気センサ5 P B, 5 P Cについても、磁石2 A, 2 Bの磁力線として右から左への磁界の影響を受ける。当該バイアス磁界ベクトルV 1側への変化に従い電位差 ΔV は減少する。
- [0074] 図8（B）においては、図8（A）からフロート2 0がさらに距離a上昇した場合（状態S 1）が示されている。
- [0075] 磁気センサ5 P Aは、フロート2 0の磁石2 A, 2 Bとの間の中心線上に位置する状態である。本例においては、当該状態を初期状態とする。
- [0076] 磁気センサ5 P Bは、磁石2 A, 2 Bの磁力線として右から左への磁界の影響を受ける。したがって、磁気センサ5 P Bのバイアス磁界ベクトルV 0は、バイアス磁界ベクトルV 1側に変化する。当該バイアス磁界ベクトルの変化に従い電位差 ΔV は減少する。他の磁気センサ5 P Cについても、磁石2 A, 2 Bの磁力線として右から左への磁界の影響を受ける。当該バイアス磁界ベクトルV 1側への変化に従い電位差 ΔV は減少する。
- [0077] 図8（C）においては、図8（B）からフロート2 0がさらに距離a上昇した場合（状態S 2）が示されている。
- [0078] 磁気センサ5 P Aは、磁石2 A, 2 Bにより生じる磁界（磁力線）の影響を受ける。具体的には、磁気センサ5 P Aは、磁石2 A, 2 Bの磁力線として左から右への磁界の影響を受ける。したがって、磁気センサ5 P Aのバイアス磁界ベクトルV 0は、バイアス磁界ベクトルV 2側に変化する。当該バイアス磁界ベクトルV 2側への変化に従い電位差Vは増加する。
- [0079] 磁気センサ5 P Bは、磁石2 A, 2 Bとの間の中心線上に位置する状態である。したがって、初期状態である。
- [0080] 磁気センサ5 P Cは、磁石2 A, 2 Bにより生じる磁界の影響を受ける。

具体的には、磁気センサ 5 P C は、磁石 2 A, 2 B の磁力線として右から左への磁界の影響を受ける。当該バイアス磁界ベクトル V_1 側への変化に従い電位差 ΔV は減少する。

[0081] 図 8 (D) においては、図 8 (C) からフロート 20 がさらに距離 a 上昇した場合 (状態 S 3) が示されている。

[0082] 磁気センサ 5 P B は、磁石 2 A, 2 B により生じる磁界 (磁力線) の影響を受ける。具体的には、磁気センサ 5 P B は、磁石 2 A, 2 B の磁力線として左から右への磁界の影響を受ける。したがって、磁気センサ 5 P B のバイアス磁界ベクトル V_0 は、バイアス磁界ベクトル V_2 側に変化する。当該バイアス磁界ベクトル V_2 側への変化に従い電位差 ΔV は増加する。

[0083] 磁気センサ 5 P A は、磁石 2 A, 2 B の磁力線として左から右への磁界の影響を受ける。磁界の影響は小さくなるため当該バイアス磁界ベクトル V_2 側への変化は小さくなる。

[0084] 磁気センサ 5 P C は、磁石 2 A, 2 B との間の中心線上に位置する状態である。したがって、初期状態である。

[0085] 図 8 (E) においては、図 8 (D) からフロート 20 がさらに距離 a 上昇した場合 (状態 S 4) が示されている。

[0086] 磁気センサ 5 P C は、磁石 2 A, 2 B により生じる磁界 (磁力線) の影響を受ける。具体的には、磁気センサ 5 P C は、磁石 2 A, 2 B の磁力線として左から右への磁界の影響を受ける。

[0087] したがって、磁気センサ 5 P C のバイアス磁界ベクトル V_0 は、バイアス磁界ベクトル V_2 側に変化する。当該バイアス磁界ベクトル V_2 側への変化に従い電位差 ΔV は増加する。

[0088] 磁気センサ 5 P A, 5 P B は、磁石 2 A, 2 B により生じる磁界により昇降方向に磁界がかかる場合が示されている。具体的には、磁気センサ 5 P A, 5 P B は、磁石 2 A, 2 B により生じる磁界 (磁力線) として左から右への磁界の影響を受ける。距離に従って磁界の影響は小さくなるため当該バイアス磁界ベクトル V_2 側への変化は小さくなる。

[0089] 図8（F）においては、図8（E）からフロート20がさらに距離a上昇した場合（状態S5）が示されている。

[0090] 磁気センサ5PA, 5PB, 5PCは、磁石2A, 2Bにより生じる磁界により昇降方向に磁界がかかる場合が示されている。具体的には、磁気センサ5PA, 5PB, 5PCは、磁石2A, 2Bにより生じる磁界（磁力線）として左から右への磁界の影響を受ける。距離に従って磁界の影響は小さくなるため当該バイアス磁界ベクトルV2側への変化は小さくなる。以降同様である。

[0091] 図9は、実施形態1に基づくフロート20の昇降動作に従う複数の磁気センサの出力信号波形を説明する図である。

[0092] 図9に示されるように、状態S0～S5の位置関係と出力信号関係とが示されている。

例えば、磁気センサ5PAに着目すると、磁気センサ5PAで受けた外部磁界の磁束密度に応じた信号が出力されている。

[0093] フロート20が磁気センサ5PAに近づくに従って磁気センサ5PAは、磁石2A, 2Bの磁力線として右から左への磁界の影響を受ける。したがって、磁気センサ5PAのバイアス磁界ベクトルV0は、バイアス磁界ベクトルV1側に変化する。当該バイアス磁界ベクトルV1側への変化に従い電位差 ΔV は減少する。他の磁気センサ5PB, 5PCについても、磁石2A, 2Bの磁力線として右から左への磁界の影響を受けるためバイアス磁界ベクトルV1側への変化に従い電位差 ΔV は減少する。

[0094] 状態S0においては、磁気センサ5PAで受けた外部磁界に従ってバイアス磁界ベクトルが変化して出力信号（電位差 ΔV ）として低下している場合が示されている。

[0095] 状態S1においては、磁気センサ5PAは、磁石2A, 2Bとの間の中心線上に位置する初期状態であり、本例においては、初期状態である場合の出力信号（電位差 ΔV ）の電圧を中間値（中間電圧）とする。

[0096] 状態S2においては、磁気センサ5PAのバイアス磁界ベクトルがバイア

ス磁界ベクトル V 2 側に变化した場合に出力信号が最大となった場合が示されている。

[0097] 状態 S_3 においては、磁気センサ $5PA$ は、出力信号（電位差 ΔV ）が低下する場合が示されている。

[0098] 状態 S_4 以降においては、距離に応じて変化する外部磁界に基づいて磁気センサ $5PA$ の出力信号が変化する場合が示されている。

[0099] また、磁気センサ $5PB$ に着目すると、磁気センサ $5PA$ の出力信号を距離 a （位相として 90° ）ずらした波形が示されている。磁気センサ $5PC$ に着目すると、磁気センサ $5PB$ の出力信号を距離 a （位相として 90° ）ずらした波形が示されている。

[0100] 図 10 は、図 9 の所定領域を拡大したイメージ図である。

図 10 を参照して、ここでは、所定領域として図 9 のハッチング領域の複数の磁気センサ $5PA \sim 5PC$ の出力信号波形が示されている。

[0101] 磁気センサ $5PA$ 、 $5PB$ の出力信号波形は、中間電圧を基準とした場合、後述する円状に沿って変化する外部磁界の磁気ベクトル P の水平成分（昇降方向の成分）に模式化（近似）することが可能である。

[0102] 具体的には、隣接する 2 つの磁気センサから出力される電気信号として位相が 90° ずれた信号波形を検出することが可能である。

[0103] 本例においては、位相が 90° ずれているため一方の出力信号（電気信号）を正弦波（ $\sin \theta$ ）、他方の出力信号（電気信号）を余弦波（ $\cos \theta$ ）で表わすことが可能である。そして、2 つの出力信号（電気信号）に基づいて外部磁界の磁気ベクトル P の角度 θ を算出する。

[0104] 具体的には、磁気センサ $5PA$ の出力信号を $P \sin \theta$ 、磁気センサ $5PB$ の出力信号を $-P \cos \theta$ と表し、角度 θ を次式から算出する。

[0105]
$$\theta = \arctan (P \sin \theta / |-P \cos \theta|)$$

本実施形態においては、複数の磁気センサの出力信号のうち隣接する 2 つの磁気センサから出力される電気信号を検出して外部磁界の磁気ベクトルの角度を算出し、当該算出された磁気ベクトルの角度に基づいてフロートの位

置を検出する。

[0106] 図 1 1 は、実施形態 1 に基づく磁気センサ 5 と磁気ベクトル P との関係を模式的に説明する図である。

[0107] 図 1 1 には、状態 S 1 から状態 S 2 に移行する場合において磁気センサ 5 P A, 5 P B に対するフロート 2 0 の昇降方向に対する磁気ベクトルが示されている。ここでは、昇降方向は X 軸に沿う方向である。磁気ベクトル P は、一例として磁石 2 A の N 極により生じる磁界の磁力線の方向を指す。

[0108] なお、説明を簡易にするために磁石 2 B の N 極により生じる磁界の磁力線については省略しているが、磁気ベクトル P の昇降方向と垂直な成分については、当該磁石 2 B の N 極により生じる磁界の磁力線の磁気ベクトルにより打ち消される。したがって、磁気センサ 5 P A, 5 P B に対する外部磁界としては、昇降方向成分のみとなる。上記したように当該外部磁界に従って各磁気センサ 5 におけるバイアス磁界ベクトルが変化する。

[0109] 一例として、外部磁界である磁気ベクトルの大きさと AMR 出力とは相関関係にあるため、昇降方向に対する磁気センサ 5 P A で検出される出力信号は $P \sin \theta$ 、磁気センサ 5 P B で検出される出力信号は $-P \cos \theta$ で表わすことが可能である。そして、2 つの出力信号（電気信号）に基づいて磁気ベクトル P の角度 θ として算出する。

[0110] 具体的には、2 つの出力信号（電気信号）に基づいて $\tan \theta$ ($P \sin \theta / | -P \cos \theta |$) を算出し、 $\arctan \theta$ を計算することにより角度情報 θ を算出する。

[0111] なお、正弦波 $P \sin \theta$ 、余弦波 $P \cos \theta$ の振幅値は $\tan \theta$ を算出することにより打ち消される。

[0112] 上記処理は、検出回路 5 0 で実行される処理である。具体的には、MPU 4 0 において上記算出処理が実行される。

[0113] 磁気ベクトルの角度情報 θ として $0^\circ \sim 90^\circ$ の変化に対応してフロート 2 0 の位置は距離 a 変化する。

[0114] 例えば、フロート 2 0 の位置として、一例として磁石 2 A, 2 B の昇降方

向における中心を基準位置（中心点）とする。この場合、図 8（B）の状態 S 1 に示されるフロート 20 の基準位置（中心点）は、磁気センサ 5 P A の位置と同じ位置である。

[0115] 本例においては、磁気センサ 5 P A と、磁気センサ 5 P B との電気信号を利用して、磁気ベクトルの角度情報 θ を算出して、その位置関係を決定する。例えば、角度情報 θ が 45° として算出された場合には、フロートの基準位置（中心点）は、磁気センサ 5 P A の位置から磁気センサ 5 P B の側に $a/2$ の距離移動した位置にあると検出することが可能である。

[0116] なお、本例においては、磁気センサ 5 P A, 5 P B の電気信号を利用して、磁気ベクトルの角度情報 θ を算出して、磁気センサ 5 P A からの位置関係を決定する場合について説明したが、磁気センサ 5 P B からの位置関係を決定することも可能である。同様の方式に従って、磁気センサ 5 P B, 5 P C の電気信号を利用して、磁気ベクトルの角度情報 θ を算出して、磁気センサ 5 P B からの位置関係を決定することも当然に可能である。他の方式についても同様である。

[0117] 図 1 2 は、実施形態 1 に基づく角度情報 θ の精度を説明する図である。

図 1 2（A）には、角度 θ を $0^\circ \sim 90^\circ$ まで変化させた場合における、一方の出力信号（電気信号）を $P \cos \theta$ 、他方の出力信号（電気信号）を $P \sin \theta$ に設定した場合における $\arctan \theta$ と基準値との比較が示されている。

[0118] シミュレーション結果として、基準値とはほとんど相違しない。

また、角度の精度としても図 1 2（B）に示されるように基準値に対してほぼずれのない場合が示されており、精度の高いフロート 20 の位置検出が可能である。

[0119] 図 1 3 は、実施形態 1 に基づく液面検出装置 1 の検出方式を説明するフロー図である。

図 1 3 に示されるように、所定の信号関係の組み合わせに基づく 2 本の信号を抽出する（ステップ S P 2）。本例においては、中間電圧を超えた磁気センサの出力信号と、当該磁気センサと隣接する中間電圧以下の磁気センサ

の信号との2つの出力信号を抽出する。なお、中間電圧は、本例においては、一例として初期状態である場合の出力信号の電圧に設定する。具体的には、図8で説明したように例えば、磁気センサ5 P Aが磁石2 A, 2 Bとの間の中心線上に位置する状態であり、予め電圧を測定することにより中間電圧を設定することが可能である。なお、当該中間電圧の設定の方式としては種々の方式があり、当該方式に限られず、例えば、ピーク値の最大値と最小値との間の中間値に設定するようにしても良い。

[0120] そして、図9で説明した点線で囲まれた領域における2本の出力信号（電気信号）を抽出する。

[0121] 次に、抽出した2本の信号に基づいて磁気ベクトルの角度 θ を計算する（ステップS P 4）。具体的には、2本の電気信号のうち一方の出力信号（電気信号）を $P \cos \theta$ 、他方の出力信号（電気信号）を $P \sin \theta$ に設定し、2つの出力信号（電気信号）に基づいて磁気ベクトルの角度 θ を算出する。そして、2つの出力信号（電気信号）に基づいて $\tan \theta$ を算出し、 $\arctan \theta$ を計算することにより角度情報 θ を算出する。

[0122] 次に、磁気ベクトルの角度 θ に基づいてフロート20の位置を算出する（ステップS P 6）。算出された角度情報 θ に基づいてフロート20の基準位置（中心点）を磁気センサの位置から算出する。例えば、上記で説明したように角度情報 θ が 45° として算出された場合には、フロートの基準位置（中心点）は、磁気センサ5 P Aの位置よりも $a/2$ の距離、磁気センサ5 P B側に移動した位置にあると検出することが可能である。

[0123] そして、処理を終了する（エンド）。

実施形態1に基づく液面検出装置1により、2つの出力信号（電気信号）に基づいてフロート20の精度の高い位置検出が可能である。当該方式により、信号を切り替える切替回路等を設ける必要がなく、回路構成を簡易にすることが可能であるとともに、小型化を図ることが可能である。

[0124] また、環境温度の変化に追従して、磁石や磁気センサの特性が変化して出力信号が変化する可能性があるが、角度計算において2つの出力信号の $\tan \theta$

($P \sin \theta / P \cos \theta$) を算出しているため環境温度に従う変動量が相殺されるため環境温度の影響による誤差を縮小し、精度の高い位置検出が可能である。

[0125] なお、本例においては、昇降方向における磁気センサ 5 間の距離よりも磁石 2 A あるいは磁石 2 B と磁気センサ 5 との水平方向の距離を長く設定する場合について説明した。具体的には、昇降方向における隣接する磁気センサ 5 間の距離を距離 a とした場合に、水平方向の距離を距離 a の 2 倍の間隔に設定する場合について説明した。また、磁石 2 A, 2 B の昇降方向に沿う長さを、昇降方向における隣接する磁気センサ 5 間の距離を距離 a とした場合に、距離 b ($= 4 a / 3$) に設定する場合について説明したが、磁石 2 A 等の厚さ方向 (N 極および S 極の幅) を調整することにより、磁気センサ 5 の検出特性を高めつつ磁気センサ 5 間あるいは磁石と磁気センサとの水平方向の距離について適宜設計変更することが可能である。

[0126] 磁石 2 A, 2 B の昇降方向に沿う長さを短く設定することにより、フロート 20 の長さを縮小することが可能となり、回路構成を簡易かつ小型化することが可能である。また、液面検出装置のコストも低減することが可能である。

[0127] また、実施形態 1 に基づく磁気センサ 5 は、フロート 20 のずれにも対応可能である。

具体的には、各磁気センサのバイアス磁界ベクトルを昇降方向と垂直の水平方向と平行にすることによりフロート 20 のずれによる磁束密度の変化にも対応することが可能である。

[0128] 図 14 は、フロート 20 のずれによるバイアス磁界ベクトルにかかる外部磁界を説明する図である。

[0129] 図 14 (A) は、実施形態 1 に基づく磁気センサ 5 P A ~ 5 P C の状態を説明する図である。

[0130] フロート 20 のずれにより、磁石 2 B が磁気センサに近づいた場合が示されている。

この場合、磁気センサ5 P A～5 P Cのうちの近接した磁気センサ5 P A, 5 P Bのバイアス磁界ベクトルには、磁石2 Bによる昇降方向成分のみの外部磁界ではなく、水平方向成分を含む外部磁界もかかる。この場合、磁気センサ5 P Aのバイアス磁界ベクトルにかかる外部磁界と磁気センサ5 P Bのバイアス磁界ベクトルにかかる外部磁界とほぼ比例する影響を受けることになる。

[0131] したがって、磁気センサ5 P A, 5 P Bのそれぞれの2つの出力信号がフロート20のずれによりともに影響を受けることになる。上記影響により振幅値が変化する。すなわち、2本の電気信号のうち一方の出力信号（電気信号）を $P \cos \theta$ 、他方の出力信号（電気信号）を $P \sin \theta$ に設定する際の振幅値に変動が生じるが、変動した振幅値は、上述した式に基づいて相殺されるため角度情報 θ の算出にはほぼ影響を与えない。

[0132] したがって、フロート20のずれが生じた場合であっても精度の高い角度情報 θ を取得することが可能である。

[0133] 一方で、図14（B）は、比較例となる磁気センサ5 P A #～5 P C #の状態を説明する図である。

[0134] 磁気センサ5 P A #～5 P C #のバイアス磁界ベクトルを昇降方向と垂直の水平方向と平行ではなく、所定方向に傾斜している場合が示されている。一例として水平方向に対して 45° 傾斜している場合が示されている。

[0135] この場合、磁気センサ5 P A #～5 P C #のうちの近接した磁気センサ5 P A #, 5 P B #のバイアス磁界ベクトルには、磁石2 Bによる昇降方向成分のみの外部磁界ではなく、水平方向成分を含む外部磁界もかかる。

[0136] この場合、磁気センサ5 P A #のバイアス磁界ベクトルには、ほぼ平行の外部磁界が印加されるため、磁気センサ5 P A #のバイアス磁界ベクトルはほとんど変化しない。

[0137] 一方、磁気センサ5 P B #のバイアス磁界ベクトルには、ほぼ垂直な外部磁界が印加されるため、磁気センサ5 P B #のバイアス磁界ベクトルは、大きく変化する。

[0138] したがって、磁気センサ5 P A #、フロート20のずれにより影響をほとんど受けることなく、一方で、磁気センサ5 P B #は、フロート20のずれにより大きく影響を受けることになる。上記影響により、角度情報 θ の算出に大きく影響が生じるため精度が悪化してしまうことになる。

[0139] それゆえ、実施形態に基づく磁気センサ5のバイアス磁界ベクトルを昇降方向と垂直の水平方向と平行にする方式によりフロート20のずれが生じた場合であっても、精度の高いフロートの位置検出を実行することが可能である。

[0140] (変形例)

図15は、実施形態1の変形例に基づくフロート20に取り付けられた磁石2A、2Bと、複数の磁気センサ5とのレイアウトを説明する図である。

[0141] 図15に示されるように、磁石2A、2Bは、1組の磁石ユニットを形成する。

磁石2A、2Bで形成される磁石ユニットは、互いにN極が向き合うように配置されている。

[0142] 本例においては、昇降方向における磁気センサ5間の距離よりも磁石2Aあるいは磁石2Bと磁気センサ5との水平方向の距離を長く設定する。具体的には、昇降方向における隣接する磁気センサ5間の距離を距離aとした場合に、水平方向の距離を距離aの $5/3$ 倍の間隔に設定する。

[0143] また、磁石2A、2Bの昇降方向に沿う長さを、昇降方向における隣接する磁気センサ5間の距離を距離aとした場合に、距離b(=a)に設定する。

[0144] 磁気センサ5は、昇降方向に沿ってガイド10に取り付けられる。

なお、本例においては、3つの磁気センサ5 P A ~ 5 P Cが配置されて、フロート20の位置を検出する場合について説明するが、さらに複数の磁気センサが配置される場合についても同様である。

[0145] 他の構成については、図7で説明したのと同様であるのでその詳細な説明については繰り返さない。

- [0146] 図 16 は、実施形態 1 の変形例に基づくフロート 20 の昇降動作に従う複数の磁気センサの出力信号波形を説明する図である。
- [0147] 図 16 に示されるように、図 9 で説明したのと同様に、例えば、磁気センサ 5 P A に着目すると、磁気センサ 5 P A で受けた外部磁界の磁束密度に応じた信号が出力されている。
- [0148] フロート 20 が磁気センサ 5 P A に近づくに従って磁気センサ 5 P A は、磁石 2 A, 2 B の磁力線として右から左への磁界の影響を受ける。したがって、磁気センサ 5 P A のバイアス磁界ベクトル V_0 は、バイアス磁界ベクトル V_1 側に変化する。当該バイアス磁界ベクトル V_1 側への変化に従い電位差 ΔV は減少する。他の磁気センサ 5 P B, 5 P C についても、磁石 2 A, 2 B の磁力線として右から左への磁界の影響を受けるためバイアス磁界ベクトル V_1 側への変化に従い電位差 ΔV は減少する。
- [0149] 状態 S 0 においては、磁気センサ 5 P A で受けた外部磁界に従ってバイアス磁界ベクトルが変化して出力信号（電位差 ΔV ）として低下している場合が示されている。
- [0150] 状態 S 1 においては、磁気センサ 5 P A は、磁石 2 A, 2 B との間の中心線上に位置する初期状態であり、本例においては、初期状態である場合の出力信号（電位差 ΔV ）の電圧を中間値（中間電圧）とする。
- [0151] 状態 S 2 においては、磁気センサ 5 P A のバイアス磁界ベクトルがバイアス磁界ベクトル V_2 側に変化した場合に出力信号が最大となった場合が示されている。
- [0152] 状態 S 3 においては、磁気センサ 5 P A は、出力信号（電位差 ΔV ）が低下する場合が示されている。
- [0153] 状態 S 4 以降においては、距離に応じて変化する外部磁界に基づいて磁気センサ 5 P A の出力信号が変化する場合が示されている。
- [0154] また、磁気センサ 5 P B に着目すると、磁気センサ 5 P A の出力信号を距離 a （位相として 90° ）ずらした波形が示されている。磁気センサ 5 P C に着目すると、磁気センサ 5 P B の出力信号を距離 a （位相として 90° ）

ずらした波形が示されている。

[0155] 一方で、図9における磁気センサの出力信号波形と比較すると信号波形が異なり、理想的なsin波およびcos波からずれた信号波形となる。これによりフロート20の位置の精度が悪化する可能性がある。

[0156] 本実施形態1の変形例においては、当該信号波形を補正することにより、精度の高いフロート20の位置を検出する液面検出装置1の構成について説明する。

[0157] 図17は、実施形態1の変形例に基づく液面検出装置1の回路構成図である。

図17を参照して、実施形態1の変形例に基づく液面検出装置1は、複数の磁気センサ（AMR素子）5と、検出回路50#とを含む。本例においては、n個の磁気センサが設けられている場合が示されている。

[0158] 検出回路50#は、アナログ／デジタル変換回路であるA／D回路60と、パラレル／シリアル変換回路であるP／S変換回路30と、演算処理を実行するMPU（Micro-processing unit）40#とを含む。

[0159] MPU40#は、P／S変換回路30から入力される複数（n個）の磁気センサ5からの信号を演算処理してフロート20の位置を検出する。具体的には、MPU40#は、補正部45をさらに含む。

[0160] 補正部45は、磁気センサ5からの信号を補正処理する。

本例においては、補正した複数の磁気センサの出力信号のうち中間電圧を超えた磁気センサの信号と、当該磁気センサと隣接する中間電圧以下の磁気センサの信号との2つの信号を抽出する。そして、抽出した2つの磁気センサから出力される電気信号を検出して外部磁界の磁気ベクトルの角度を算出し、当該算出された磁気ベクトルの角度に基づいてフロートの位置を検出する。

[0161] 図18は、実施形態1の変形例に基づく磁気センサ5PAおよび5PBの補正前および補正後の信号を説明する図である。

[0162] 図18（A）には、補正前の磁気センサ5PA，5PBでそれぞれ検出さ

れた出力信号が示されている。上記で説明したように磁気センサ（AMR）5 P Aの出力信号は $P \sin \theta$ 、磁気センサ（AMR）5 P Bの出力信号は $-P \cos \theta$ で表わされる。ここでは、磁気センサ5 P Bの出力信号を反転させた信号が示されている。

[0163] 出力信号の信号波形の比が理想的なsin波およびcos波の比と同じである場合には誤差なく位置検出することが可能であるが、実際の出力信号の信号波形の比と理想的なsin波およびcos波の比との間にずれが生じているため角度精度にばらつきが生じることになる。

[0164] 本例においては、出力信号に対して所定の係数で累乗する補正処理を実行することによりずれを抑制して角度精度を高めることが可能である。

[0165] すなわち、各角度に対するAMR出力の値を、所定の係数で累乗することにより、信号波形を理想的な $\sin$ 波形および $\cos$ 波形に近づけることができる。そして、上述した角度 θ の式を用いることにより、精度を高めた角度を導出することが可能となる。

[0166] 図19は、実施形態1の変形例に基づく角度情報 θ の精度を説明する図である。

図19（A）には、角度 θ を $0^\circ \sim 90^\circ$ まで変化させた場合における、一方の出力信号（電気信号）を $P \cos \theta$ 、他方の出力信号（電気信号）を $P \sin \theta$ に設定した場合における $\arctan \theta$ と基準値との比較が示されている。

[0167] シミュレーション結果として、基準値とはほとんど相違しない。

また、角度の精度としても図19（B）に示されるように基準値に対してほぼずれのない場合が示されており、 $\pm 2^\circ$ 未満のずれであり精度の高いフロート20の位置検出が可能である。

[0168] （実施形態2）

上記の実施形態においては、フロート20の1つの磁石のN極とS極とが水平方向に配置され、2つの磁石が互いに対向する位置関係に配置した構成について説明したが、これに限られず他の構成とすることも可能である。

[0169] 例えば、フロート20に設ける磁石の磁極のN極とS極とが昇降方向に配

置されるようにしても良い。

[0170] 図20は、実施形態2に基づくフロート20に取り付けられた磁石と磁気センサ5PA, 5PB, 5PCとのレイアウトを説明する図である。

[0171] 図20に示されるように、磁石2A, 2Bとは別の磁石ユニットを設ける。本例においては、別の磁石ユニットとして、磁石2C, 2Dを設ける。磁石2C, 2Dは、各々の磁石のN極とS極とが昇降方向に同じ向きに配置され、互いに対向する位置関係に配置される。当該構成についても上記と同様の方式に基づく、フロート20の位置検出が可能である。

[0172] 本例においては、昇降方向における磁気センサ5間の距離よりも磁石2Aあるいは磁石2Bと磁気センサ5との水平方向の距離を長く設定する。具体的には、昇降方向における隣接する磁気センサ5間の距離を距離aとした場合に、水平方向の距離を距離c ($= 1.9a / 1.5$) の間隔に設定する。

[0173] また、磁石2C, 2Dの昇降方向に沿う長さを、昇降方向における隣接する磁気センサ5間の距離を距離aとした場合に、距離b ($= a$) に設定する。

[0174] 図21は、実施形態2に基づくフロート20が昇降動作によりその位置が変化した場合の磁気センサとの関係を説明する図である。

[0175] 本例においては、フロート20が右から左方向（一例として昇方向）に変化した場合について説明する。

[0176] 図21(A)においては、フロート20が上昇して磁気センサ5PAに近づいてきた場合（状態S10）が示されている。

[0177] 状態S10となる前には、磁気センサ5PAは、フロート20の磁石2C, 2Dにより生じる磁界（磁力線）の影響を受ける。具体的には、磁気センサ5PAは、磁石2C, 2Dの磁力線として右から左への磁界の影響を受ける。したがって、磁気センサ5PAのバイアス磁界ベクトルV0は、バイアス磁界ベクトルV1側に変化する。当該バイアス磁界ベクトルの変化に従い電位差 ΔV は減少する。他の磁気センサ5PB, 5PCについても、磁石2C, 2Dの磁力線として右から左への磁界の影響を受ける。当該バイアス磁

界ベクトル V_1 側への変化に従い電位差 ΔV は減少する。

[0178] 状態 S_{10} に近づくにつれて、磁気センサ $5PA$ は、磁石 $2C$ 、 $2D$ の磁力線として右から左への磁界の影響が弱くなる。

[0179] 状態 S_{10} においては、磁気センサ $5PA$ のバイアス磁界ベクトル V_0 に対する外部磁界がなくなり、変化しない場合が示されている。

[0180] 図21(B)においては、図21(A)からフロート 20 がさらに距離 a 上昇した場合(状態 S_{11})が示されている。磁気センサ $5PA$ は、磁石 $2C$ 、 $2D$ との間の中心線上に位置する状態である。具体的には、磁気センサ $5PA$ は、磁石 $2C$ 、 $2D$ の磁力線として左から右への磁界の影響を受ける。したがって、磁気センサ $5PA$ のバイアス磁界ベクトル V_0 は、バイアス磁界ベクトル V_2 側に変化する。当該バイアス磁界ベクトル V_2 側への変化に従い電位差 V は増加する(最大となる)。

[0181] 磁気センサ $5PB$ は、磁石 $2C$ 、 $2D$ の磁力線としてバイアス磁界ベクトル V_0 に対する外部磁界がなくなり、変化しない場合が示されている。他の磁気センサ $5C$ については、磁石 $2C$ 、 $2D$ の磁力線として右から左への磁界の影響を受ける。当該バイアス磁界ベクトル V_1 側への変化に従い電位差 ΔV は減少する。

[0182] 図21(C)においては、図21(B)からフロート 20 がさらに距離 a 上昇した場合(状態 S_{12})が示されている。

[0183] 状態 S_{12} に近づくにつれて、磁気センサ $5PA$ は、磁石 $2C$ 、 $2D$ の昇降方向の磁力線として左から右への磁界の影響が弱くなる。

[0184] 状態 S_{12} においては、磁気センサ $5PA$ のバイアス磁界ベクトル V_0 に対する外部磁界がなくなり、変化しない場合が示されている。

[0185] 磁気センサ $5PB$ は、磁石 $2C$ 、 $2D$ との間の中心線上に位置する状態である。具体的には、磁気センサ $5PB$ は、磁石 $2C$ 、 $2D$ の磁力線として左から右への磁界の影響を受ける。したがって、磁気センサ $5PB$ のバイアス磁界ベクトル V_0 は、バイアス磁界ベクトル V_2 側に変化する。当該バイアス磁界ベクトル V_2 側への変化に従い電位差 V は増加する(最大となる)。

- [0186] 磁気センサ5 P Cは、磁石2 C, 2 Dの磁力線としてバイアス磁界ベクトルV Oに対する外部磁界がなくなり、変化しない場合が示されている。
- [0187] 図2 1 (D)においては、図2 1 (C)からフロート2 0がさらに距離a上昇した場合(状態S 1 3)が示されている。
- [0188] 状態S 1 3においては、磁気センサ5 P Aは、磁石2 C, 2 Dの磁力線として右から左への磁界の影響を受ける。したがって、磁気センサ5 P Aのバイアス磁界ベクトルV Oは、バイアス磁界ベクトルV 1側に変化する。当該バイアス磁界ベクトルの変化に従い電位差 ΔV は減少する。
- [0189] 磁気センサ5 P Bは、磁気センサ5 P Bのバイアス磁界ベクトルV Oに対する外部磁界がなくなり、変化しない場合が示されている。
- [0190] 磁気センサ5 P Cは、磁石2 C, 2 Dとの間の中心線上に位置する状態である。具体的には、磁気センサ5 P Cは、磁石2 C, 2 Dの磁力線として左から右への磁界の影響を受ける。したがって、磁気センサ5 P Cのバイアス磁界ベクトルV Oは、バイアス磁界ベクトルV 2側に変化する。当該バイアス磁界ベクトルV 2側への変化に従い電位差Vは増加する(最大となる)。
- [0191] 図2 1 (E)においては、図2 1 (D)からフロート2 0がさらに距離a上昇した場合(状態S 1 4)が示されている。
- [0192] 状態S 1 4においては、磁気センサ5 P A, 5 P Bは、磁石2 C, 2 Dの磁力線として右から左への磁界の影響を受ける。したがって、磁気センサ5 P A, 5 P Bのバイアス磁界ベクトルV Oは、バイアス磁界ベクトルV 1側に変化する。当該バイアス磁界ベクトルの変化に従い電位差 ΔV は減少する。
- [0193] 磁気センサ5 P Cは、磁気センサ5 P Cのバイアス磁界ベクトルV Oに対する外部磁界がなくなり、変化しない場合が示されている。
- [0194] 図2 1 (F)においては、図2 1 (E)からフロート2 0がさらに距離a上昇した場合(状態S 1 5)が示されている。
- [0195] 状態S 1 5においては、磁気センサ5 P A, 5 P B, 5 P Cは、磁石2 C, 2 Dの磁力線として右から左への磁界の影響を受ける。したがって、磁気

センサ 5 P A, 5 P B, 5 P C のバイアス磁界ベクトル V_0 は、バイアス磁界ベクトル V_1 側に变化する。当該バイアス磁界ベクトルの变化に従い電位差 ΔV は減少する。

[0196] 図 22 は、実施形態 2 に基づくフロート 20 の昇降動作に従う複数の磁気センサの出力信号波形を説明する図である。

[0197] 図 22 に示されるように、状態 $S_{10} \sim S_{14}$ の位置関係と出力信号関係とが示されている。

[0198] 例えば、磁気センサ 5 P A に着目すると、磁気センサ 5 P A で受けた外部磁界の磁束密度に応じた信号が出力されている。

[0199] 状態 S_{10} より前の状態においては、磁石 2 C, 2 D の外部磁界に従って磁気センサ 5 P A のバイアス磁界ベクトルが変化して出力信号（電位差 ΔV ）として低下している場合が示されている。

[0200] 状態 S_{10} においては、磁石 2 C, 2 D の外部磁界に従って磁気センサ 5 P A は変化しない場合が示されている。磁気センサ 5 P A の出力信号は所定電圧値である場合が示されている。

[0201] 状態 S_{11} においては、磁石 2 C, 2 D の外部磁界に従ってバイアス磁界ベクトル V_2 側に变化した場合に磁気センサ 5 P A の出力信号が最大となった場合が示されている。

[0202] また、磁気センサ 5 P B に対しては、磁石 2 C, 2 D の外部磁界に従って磁気センサ 5 P B は変化しない場合が示されている。磁気センサ 5 P B の出力信号は所定電圧値である場合が示されている。

[0203] 状態 S_{12} においては、磁石 2 C, 2 D の外部磁界に従って磁気センサ 5 P A は変化しない場合が示されている。磁気センサ 5 P A の出力信号は所定電圧値である場合が示されている。また、磁気センサ 5 P B に対しては、磁石 2 C, 2 D の外部磁界に従ってバイアス磁界ベクトル V_2 側に变化した場合に磁気センサ 5 P B の出力信号が最大となった場合が示されている。また、磁気センサ 5 P C に対しては、磁石 2 C, 2 D の外部磁界に従って磁気センサ 5 P C は変化しない場合が示されている。磁気センサ 5 P C の出力信号

は所定電圧値である場合が示されている。

[0204] 状態S 1 3においては、磁石2 C, 2 Dの外部磁界に従って磁気センサ5 P Bは変化しない場合が示されている。磁気センサ5 P Bの出力信号は所定電圧値である場合が示されている。また、磁気センサ5 P Cに対しては、磁石2 C, 2 Dの外部磁界に従ってバイアス磁界ベクトルV 2 側に变化した場合に磁気センサ5 P Cの出力信号が最大となった場合が示されている。また、磁気センサ5 P Aに対しては、磁石2 C, 2 Dの外部磁界に従って磁気センサ5 P Aは変化しない場合が示されている。

[0205] 磁気センサ5 P Bに着目すると、磁気センサ5 P Aの出力信号を距離a（位相として90°）ずらした波形が示されている。磁気センサ5 P Cに着目すると、磁気センサ5 P Bの出力信号を距離a（位相として90°）ずらした波形が示されている。

[0206] 図2 3は、図2 2の所定領域を拡大したイメージ図である。

図2 3を参照して、ここでは、所定領域として図2 2のハッチング領域の複数の磁気センサ5 P A, 5 P Bの出力信号波形が示されている。磁気センサ5 P A, 5 P Bの出力信号波形は、所定電圧を基準とした場合、後述する円状に沿って変化する外部磁界の磁気ベクトルPの水平成分（昇降方向の成分）に模式化（近似）することが可能である。

[0207] 具体的には、隣接する2つの磁気センサから出力される電気信号として位相が90°ずれた信号波形を検出することが可能である。

[0208] 本例においては、位相が90°ずれているため一方の出力信号（電気信号）を正弦波（ $\sin \theta$ ）、他方の出力信号（電気信号）を余弦波（ $\cos \theta$ ）で表わすことが可能である。そして、2つの出力信号（電気信号）に基づいて外部磁界の磁気ベクトルPの角度 θ を算出する。

[0209] 本実施形態においては、複数の磁気センサの出力信号のうち隣接する2つの磁気センサから出力される電気信号を検出して外部磁界の磁気ベクトルの角度を算出し、当該算出された磁気ベクトルの角度に基づいてフロートの位置を検出する。

[0210] 図24は、実施形態2に基づく磁気センサ5と磁気ベクトルPとの関係を模式的に説明する図である。

[0211] 図24には、状態S11から状態S12に移行する場合において磁気センサ5PA、5PBに対するフロート20の昇降方向に対する磁気ベクトルが示されている。ここでは、昇降方向はX軸に沿う方向である。磁気ベクトルPは、一例として磁石2CのN極により生じる磁界の磁力線の方

[0212] なお、説明を簡易にするために磁石2DのN極により生じる磁界の磁力線については省略しているが、磁気ベクトルPの昇降方向と垂直な成分については、当該磁石2DのN極により生じる磁界の磁力線の磁気ベクトルにより打ち消される。したがって、磁気センサ5PA、5PBに対する外部磁界としては、昇降方向成分のみとなる。上記したように当該外部磁界に従って各磁気センサ5におけるバイアス磁界ベクトルが変化する。

[0213] 一例として、外部磁界である磁気ベクトルの大きさとAMR出力とは相関関係にあるため、昇降方向に対する磁気センサ5PAで検出される出力信号は $P \cos \theta$ 、磁気センサ5PBで検出される出力信号は $P \sin \theta$ で表わすことが可能である。そして、2つの出力信号（電気信号）に基づいて磁気ベクトルPの角度 θ として算出する。

[0214] 具体的には、2つの出力信号（電気信号）に基づいて $\tan \theta$ ($P \sin \theta / P \cos \theta$) を算出し、 $\arctan \theta$ を計算することにより角度情報 θ を算出する。

[0215] なお、正弦波 $P \sin \theta$ 、余弦波 $P \cos \theta$ の振幅値Pは $\tan \theta$ を算出することにより打ち消される。

[0216] 上記処理は、検出回路50で実行される処理である。具体的には、MPU40において上記算出処理が実行される。

[0217] 磁気ベクトルの角度情報 θ として $0^\circ \sim 90^\circ$ の変化に対応してフロート20の位置は距離a変化する。

[0218] 例えば、フロート20の位置として、一例として磁石2C、2Dの昇降方向における中心を基準位置（中心点）とする。この場合、図21（B）の状態S11に示されるフロート20の基準位置（中心点）は、磁気センサ5P

Aの位置と同じ位置である。

[0219] 本例においては、磁気センサ5 P Aと、磁気センサ5 P Bとの電気信号を利用して、磁気ベクトルの角度情報 θ を算出して、その位置関係を決定する。例えば、角度情報 θ が 45° として算出された場合には、フロートの基準位置（中心点）は、磁気センサ5 P Aの位置から磁気センサ5 P Bの側に $a/2$ の距離移動した位置にあると検出することが可能である。

[0220] なお、本例においては、磁気センサ5 P A、5 P Bの電気信号を利用して、磁気ベクトルの角度情報 θ を算出して、磁気センサ5 P Aからの位置関係を決定する場合について説明したが、磁気センサ5 P Bからの位置関係を決定することも可能である。同様の方式に従って、磁気センサ5 P B、5 P Cの電気信号を利用して、磁気ベクトルの角度情報 θ を算出して、磁気センサ5 P Bからの位置関係を決定することも当然に可能である。他の方式についても同様である。

[0221] 図25は、実施形態2に基づく角度情報 θ の精度を説明する図である。

図25（A）には、角度 θ を $0^\circ \sim 90^\circ$ まで変化させた場合における、一方の出力信号（電気信号）を $P \cos \theta$ 、他方の出力信号（電気信号）を $P \sin \theta$ に設定した場合における $\arctan \theta$ と基準値との比較が示されている。

[0222] シミュレーション結果として、基準値とはほとんど相違しない。

また、角度の精度としても図25（B）に示されるように基準値に対して $\pm 6^\circ$ のずれしかない場合が示されており、精度の高いフロート20の位置検出が可能である。

[0223] 図26は、実施形態2に基づく液面検出装置1の検出方式を説明するフロー図である。

図26に示されるように、所定電圧をともに超える隣接する2本の信号を抽出する（ステップS P 12）。なお、所定電圧は、本例においては、一例として初期状態である場合の出力信号の電圧に設定する。具体的には、図21で説明したように例えば、磁気センサ5 P Aのバイアス磁界ベクトルが変化しない状態であり、予め電圧を測定することにより所定電圧を設定するこ

とが可能である。

[0224] そして、図 22 で説明した点線で囲まれた領域における 2 本の電気信号を抽出する。

次に、抽出した 2 本の信号に基づいて磁気ベクトルの角度 θ を計算する（ステップ S P 14）。具体的には、2 本の電気信号のうち一方の出力信号（電気信号）を $P \cos \theta$ 、他方の出力信号（電気信号）を $P \sin \theta$ に設定し、2 つの出力信号（電気信号）に基づいて磁気ベクトルの角度 θ を算出する。そして、2 つの出力信号（電気信号）に基づいて $\tan \theta$ を算出し、 $\arctan \theta$ を計算することにより角度情報 θ を算出する。

[0225] 次に、磁気ベクトルの角度 θ に基づいてフロート 20 の位置を算出する（ステップ S P 16）。算出された角度情報 θ に基づいてフロート 20 の基準位置（中心点）を磁気センサの位置から算出する。例えば、上記で説明したように角度情報 θ が 45° として算出された場合には、フロートの基準位置（中心点）は、磁気センサ 5 A の位置よりも $a/2$ の距離、磁気センサ 5 B 側に移動した位置にあると検出することが可能である。

[0226] そして、処理を終了する（エンド）。

実施形態 2 に基づく液面検出装置 1 により、2 つの電気信号に基づいてフロート 20 の精度の高い位置検出が可能である。当該方式により、信号を切り替える切替回路等を設ける必要がなく、回路構成を簡易にすることが可能であるとともに、小型化を図ることが可能である。

[0227] （変形例）

また、実施形態 1 の変形例で説明したように補正部 45 により磁気センサ 5 からの信号を補正処理するようにしても良い。

[0228] 図 27 は、磁気センサ 5 P A および 5 P B の補正前および補正後の信号を説明する図である。

[0229] 図 27 (A) には、補正前の磁気センサ 5 P A, 5 P B でそれぞれ検出された出力信号が示されている。上記で説明したように磁気センサ (AMR) 5 P A の出力信号は $P \cos \theta$ 、磁気センサ (AMR) 5 P B の出力信号は $P \sin \theta$

$n\theta$ で表わされる。

[0230] 出力信号の信号波形が理想的なsin波およびcos波である場合には誤差なく位置検出することが可能であるが、実際の出力信号の信号波形と理想的なsin波およびcos波との間にずれが生じているため角度精度にばらつきが生じることになる。

[0231] 本例においては、出力信号に対して所定の係数で累乗根する補正処理を実行することによりずれを抑制して角度精度を高めることが可能である。

[0232] 図27(B)には、補正後の磁気センサ(AMR)5PA, 5PBの出力信号が示されている。

[0233] 当該補正した信号に基づいて外部磁界の磁気ベクトルの角度を算出し、当該算出された磁気ベクトルの角度に基づいてフロートの位置を検出する。

[0234] 図28は、実施形態2の変形例に基づく角度情報 θ の精度を説明する図である。

図28(A)には、角度 θ を $0^\circ \sim 90^\circ$ まで変化させた場合における、一方の出力信号(電気信号)を $P \cos \theta$ 、他方の出力信号(電気信号)を $P \sin \theta$ に設定した場合における $\arctan \theta$ と基準値との比較が示されている。

[0235] シミュレーション結果として、基準値とはほとんど相違しない。

また、角度の精度としても図28(B)に示されるように基準値に対してほとんどずれのない場合が示されており、さらに精度の高いフロート20の位置検出が可能である。

[0236] 実施形態2の変形例に基づく液面検出装置1により、磁気センサ5から出力された出力信号を補正することによりフロート20の位置について精度の高い検出が可能であり、回路構成を簡易にすることが可能であるとともに、小型化を図ることが可能である。

[0237] (実施形態3)

上記の実施形態においては、フロート20に複数の磁石で構成される磁石ユニットを設ける構成について説明したが、複数の磁石に限られず単一の磁石でも同様に実現することが可能である。

- [0238] 図29は、実施形態3に従うフロート20に取り付けられた磁石2Bと、複数の磁気センサ5とのレイアウトを説明する図である。
- [0239] 図29に示されるように、図7と比較して、磁石2Aを取り除いて、磁石2Bのみの磁石ユニットを形成する。
- [0240] その他の構成については図7と同様であるのでその詳細な説明については繰り返さない。
- [0241] 実施形態3の構成においても、実施形態1に基づく液面検出装置1と同様に2つの電気信号に基づいてフロート20の精度の高い位置検出が可能である。当該方式により、信号を切り替える切替回路等を設ける必要がなく、回路構成を簡易にすることが可能であるとともに、小型化を図ることが可能である。
- [0242] 今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本開示の範囲は、上記した説明ではなく、請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

符号の説明

- [0243] 1 液面検出装置、2 磁石、5, 5PA~5PC 磁気センサ、10 ガイド、20 フロート、30 P/S変換回路、40, 40# MPU、45 補正部、50, 50# 検出回路、60 A/D回路。

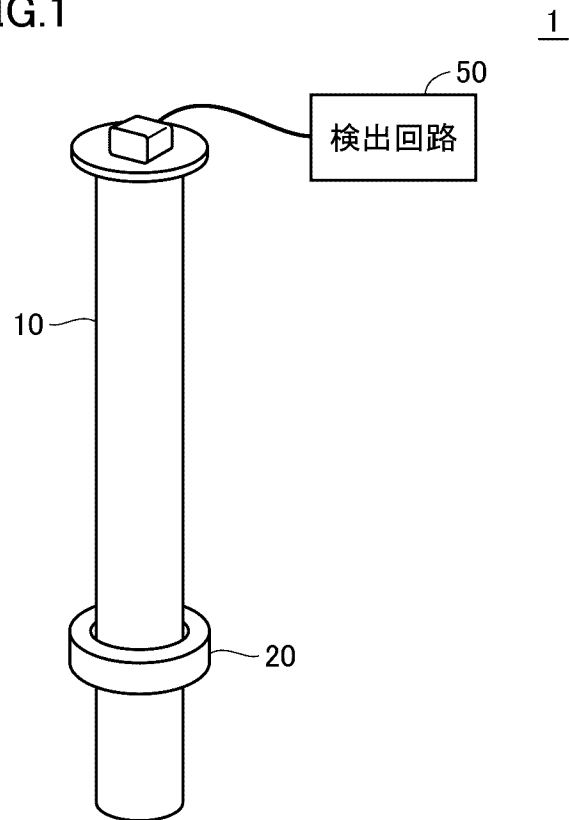
請求の範囲

- [請求項1] 液面に追従して昇降するフロートと、
 前記フロートに取り付けられるフロート磁石と、
 前記フロートの昇降を案内する案内部材と、
 前記案内部材に取り付けられ、前記フロート磁石の昇降位置に応じ
 て変化する磁束密度を検知して、その磁束密度に対応する電気信号を
 出力する複数の磁気センサと、
 前記複数の磁気センサからそれぞれ出力される電気信号に基づいて
 前記フロートの位置を検出する検出回路とを備え、
 前記昇降方向と垂直な水平方向における前記フロート磁石と前記磁
 気センサとの長さは第1の長さに設定され、
 昇降方向における互いに隣接する磁気センサ間は第2の長さに設定
 され、
 前記第1の長さは、前記第2の長さよりも長く、
 前記検出回路は、前記複数の磁気センサのうち隣接する2つの磁気
 センサから出力される電気信号に基づいて前記フロートの位置を検出
 する、液面検出装置。
- [請求項2] 前記フロートに取り付けられる複数のフロート磁石を設け、
 前記複数のフロート磁石は、同極が互いに対向して設けられる、請
 求項1記載の液面検出装置。
- [請求項3] 各磁気センサは、前記水平方向にバイアス磁界を印加するバイアス
 磁石を有する、請求項1記載の液面検出装置。
- [請求項4] 各前記磁気センサは、前記フロート磁石により生じる磁力線の磁気
 ベクトルに基づく電気信号を出力する、請求項1記載の液面検出装置
 。
- [請求項5] 前記検出回路は、前記複数の磁気センサからそれぞれ出力される電
 気信号のうち所定電圧との比較に基づいて隣接する2つの磁気センサ
 から出力される電気信号を抽出する、請求項1記載の液面検出装置。

- [請求項6] 前記検出回路は、
前記抽出した2つの電気信号の一方を正弦波、他方を余弦波とした場合の角度情報を算出し、
算出した角度情報に基づいて前記フロートの位置を検出する、請求項5記載の液面検出装置。
- [請求項7] 各磁気センサは、
前記バイアス磁石により生じるバイアス磁界ベクトルが印加される第1～第4の磁気抵抗素子と、
前記バイアス磁界ベクトルの変化に基づく前記第1～第4の磁気抵抗素子の抵抗値の変化に応じた電気信号を出力する出力回路とを含む、請求項3記載の液面検出装置。
- [請求項8] 前記出力回路から出力された電気信号を補正する補正部をさらに備える、請求項7記載の液面検出装置。
- [請求項9] 前記補正部は、前記出力された電気信号に対して所定の係数で累乗あるいは累乗根する補正手段を有する、請求項8記載の液面検出装置。
。

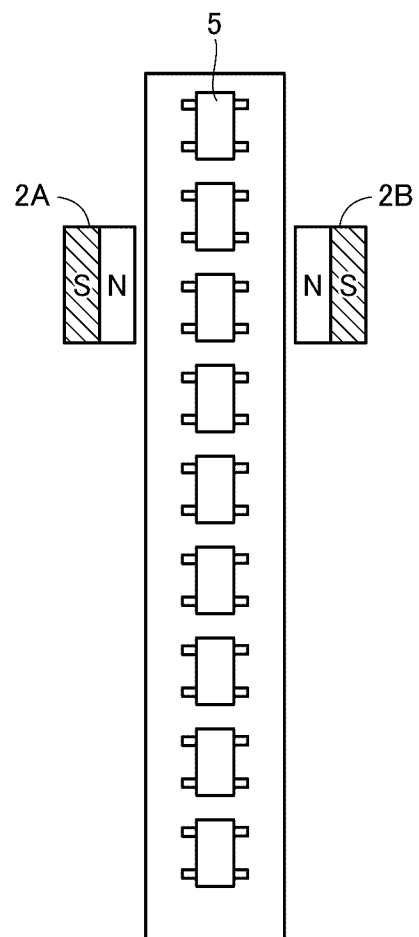
[図1]

FIG.1



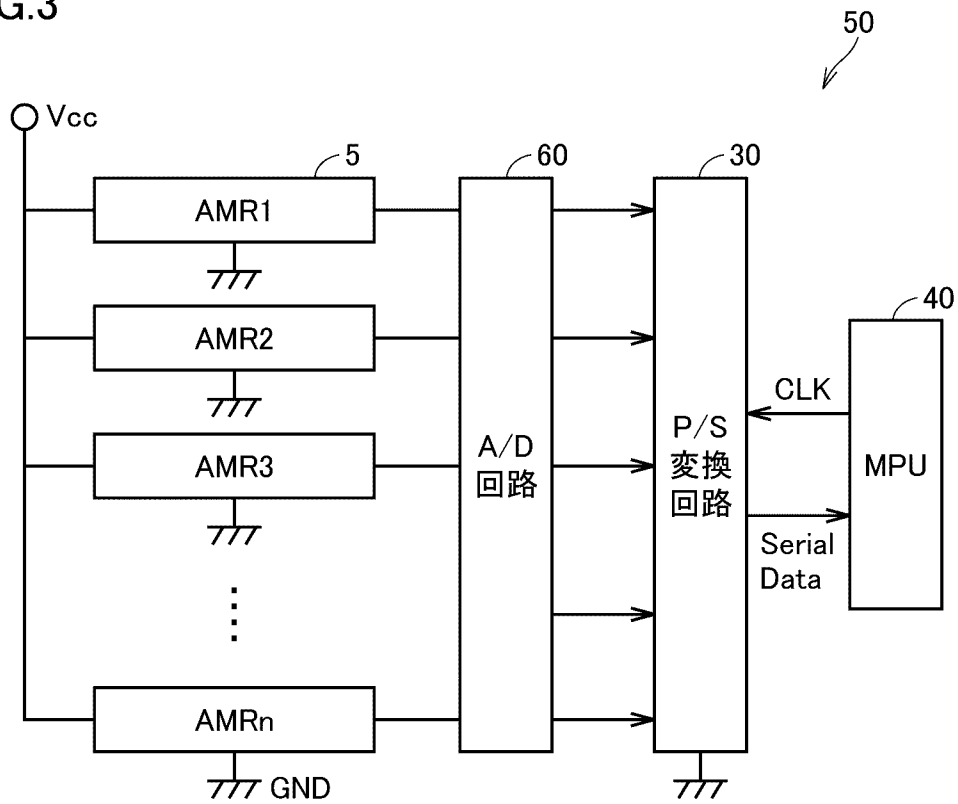
[図2]

FIG.2



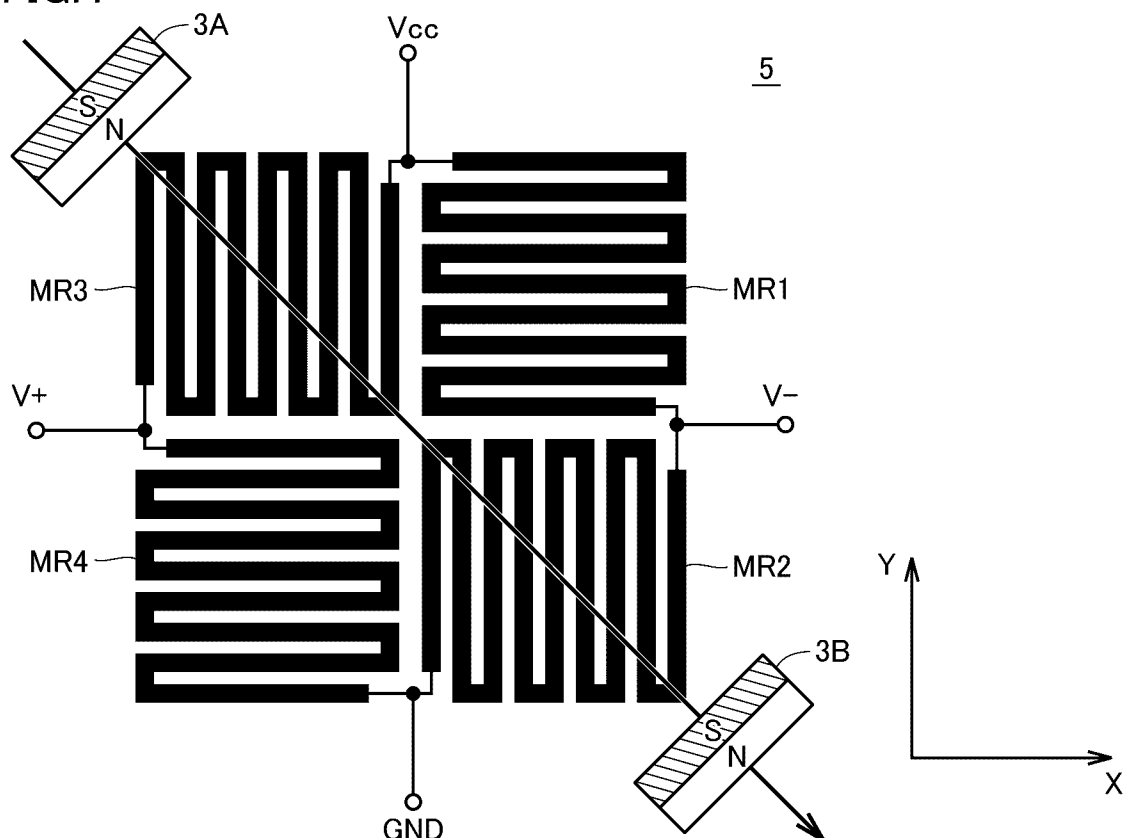
〔図3〕

FIG.3

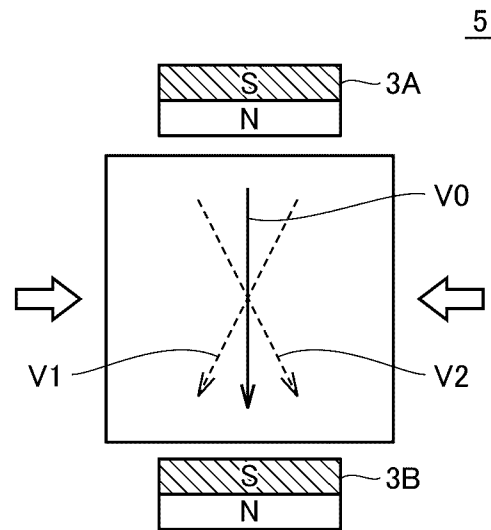


[図4]

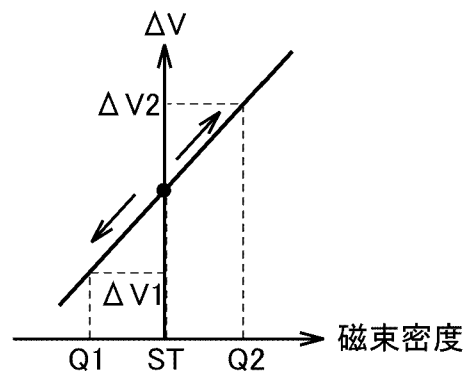
FIG.4



[図5]

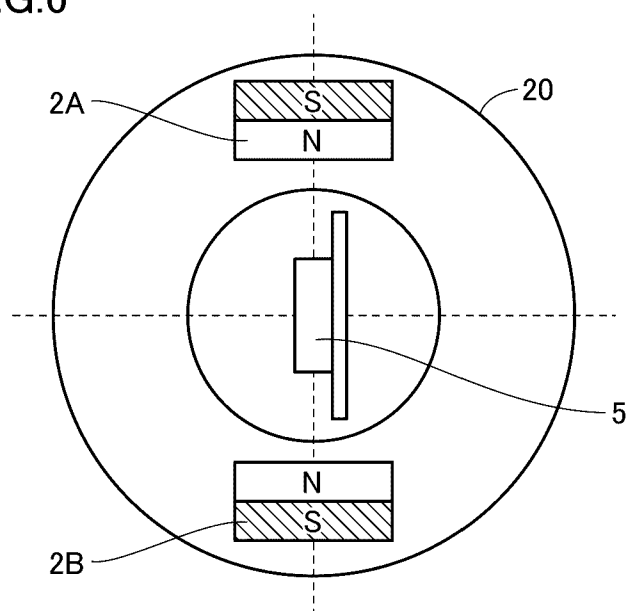
FIG.5
(A)

(B)



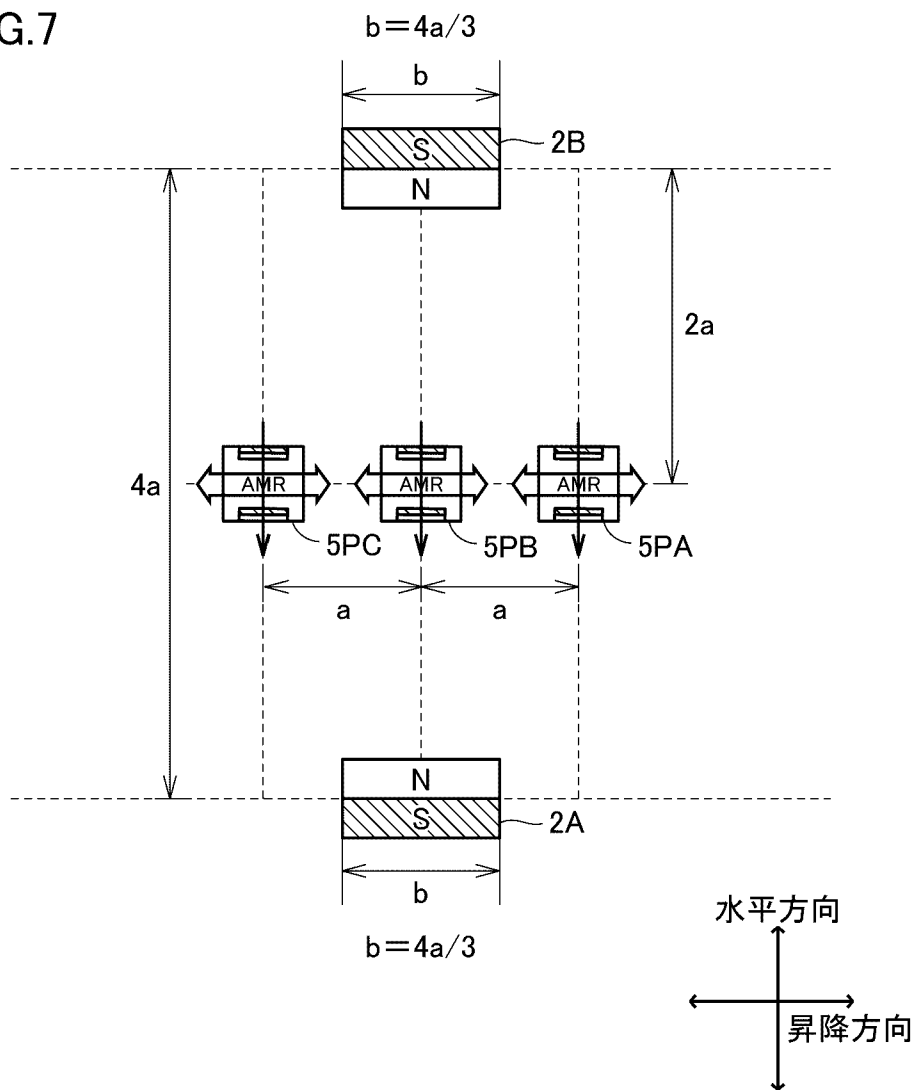
[図6]

FIG.6



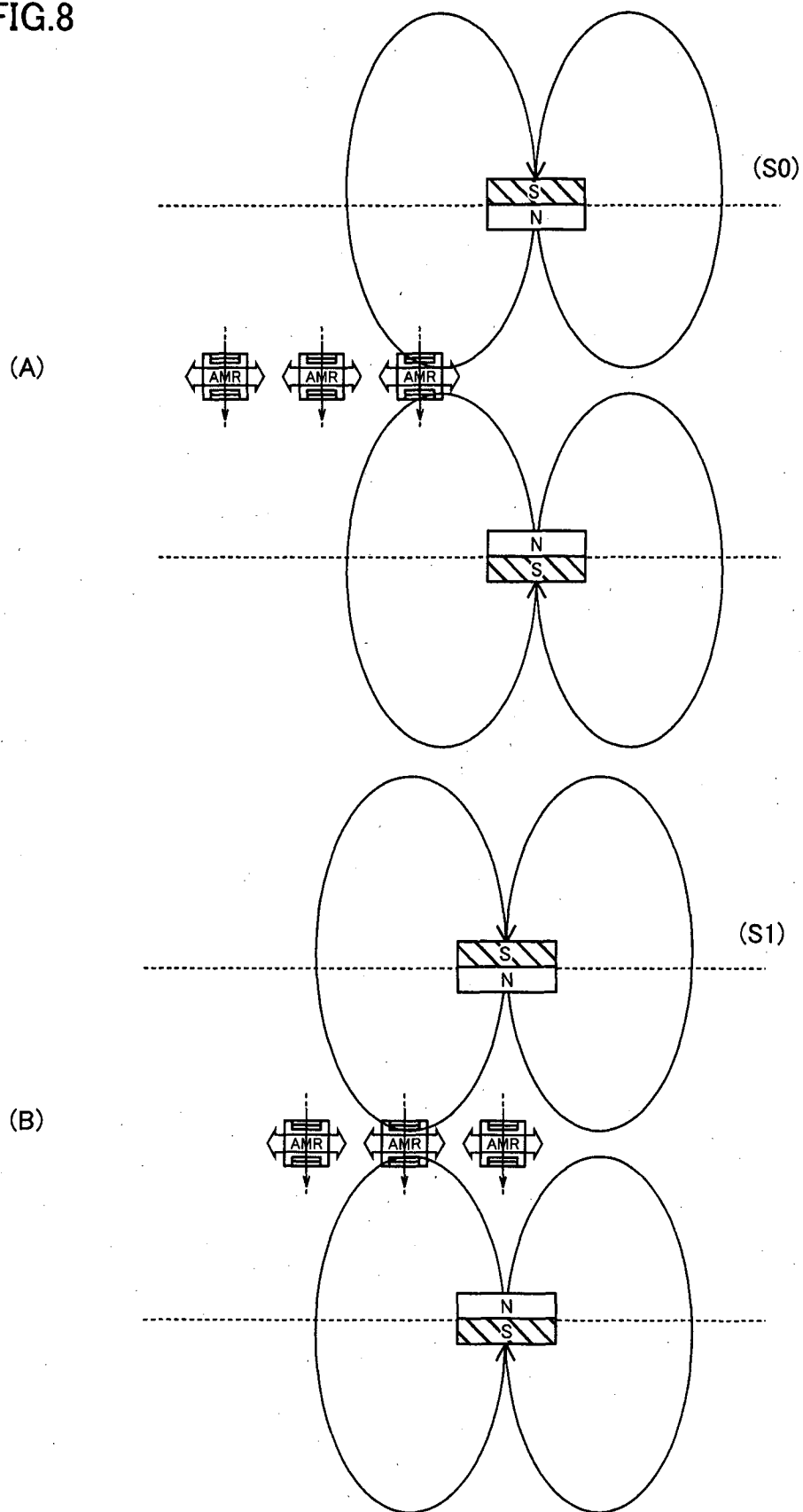
[図7]

FIG.7



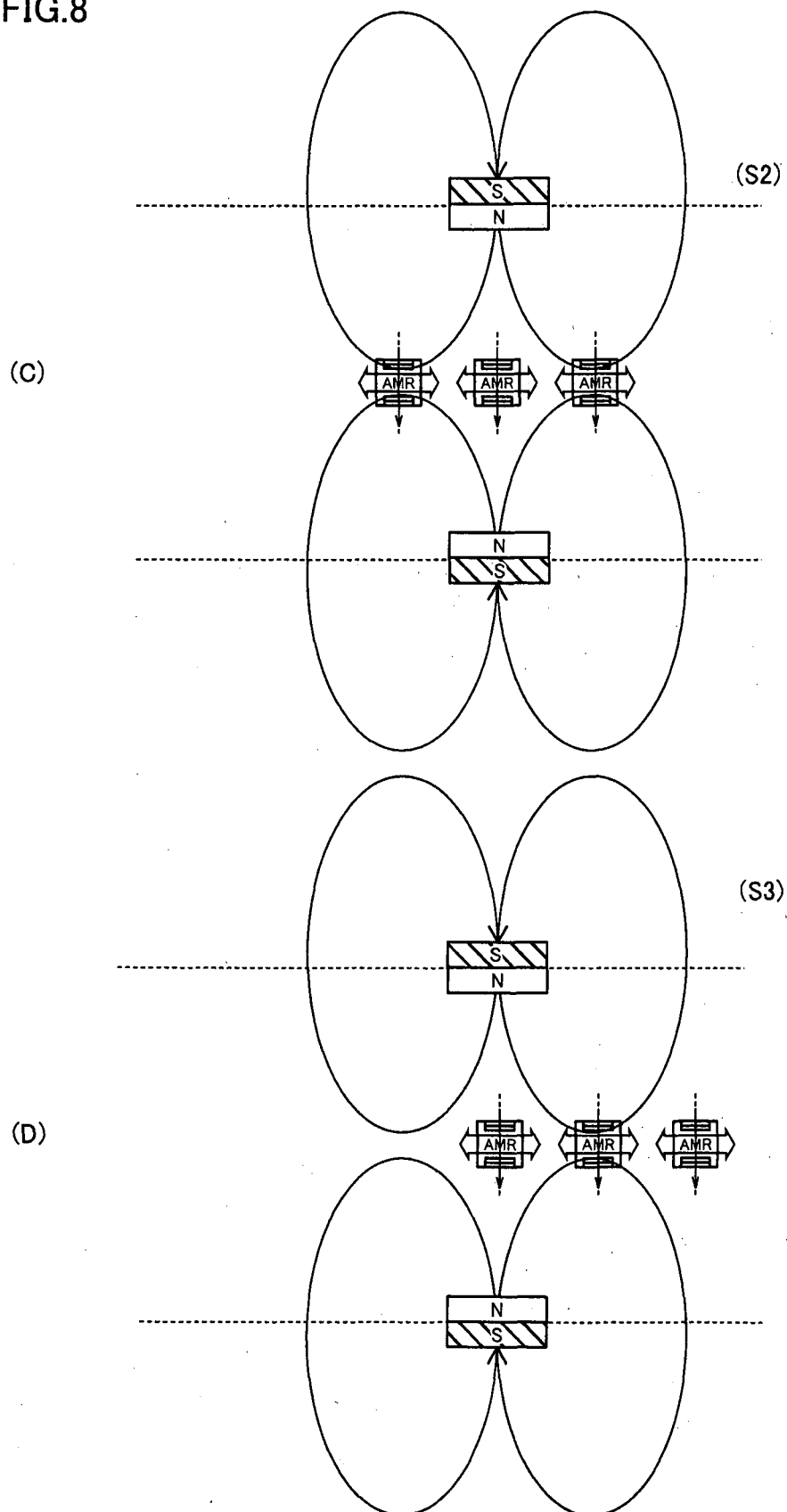
[図 8]

FIG.8



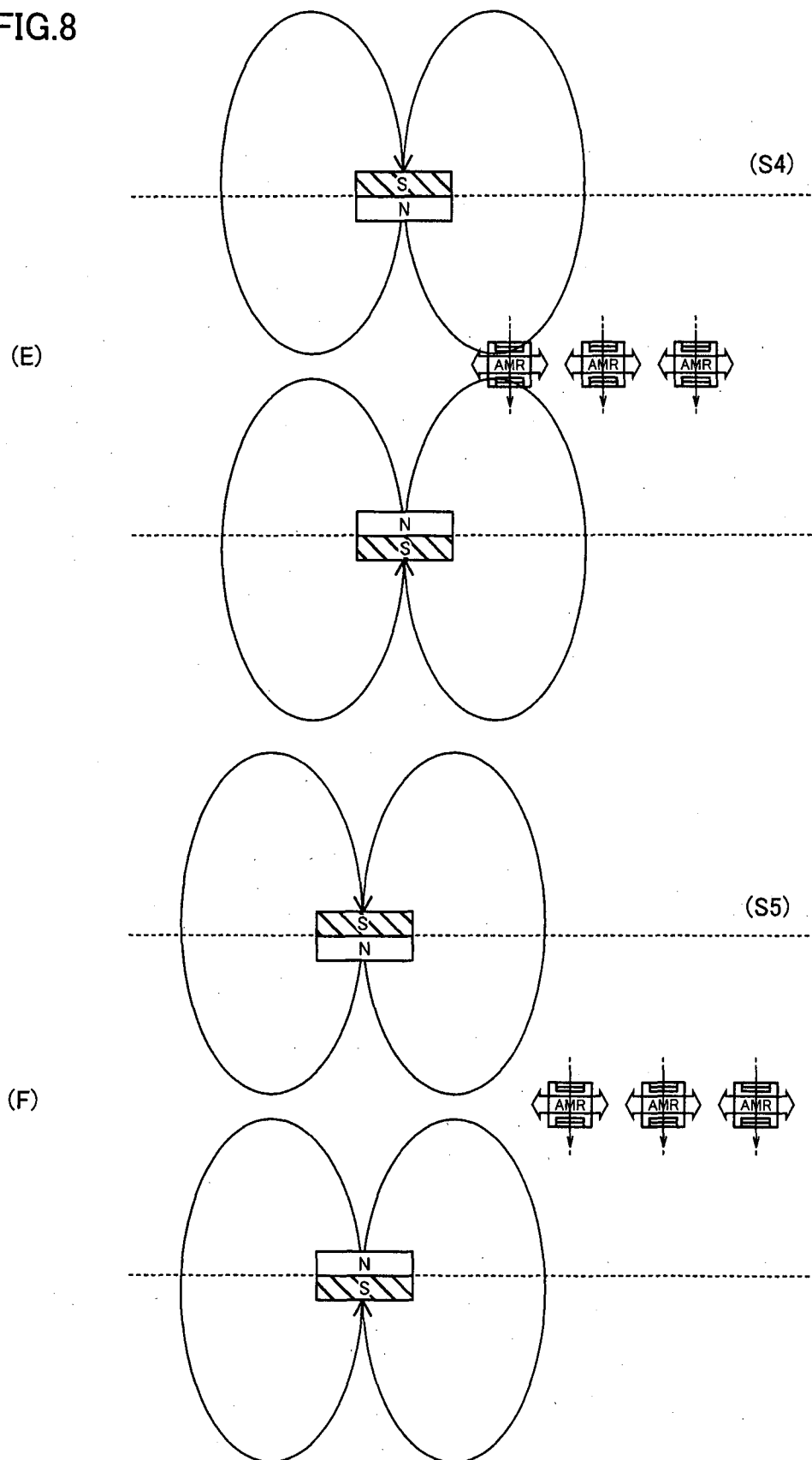
[図 8]の続き

FIG.8



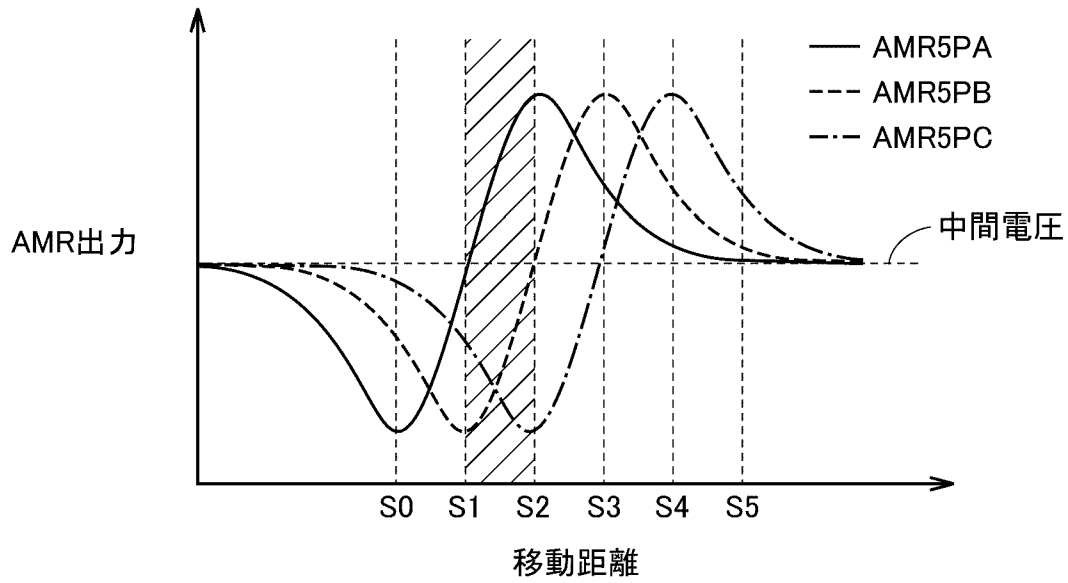
[図 8]の続き

FIG.8



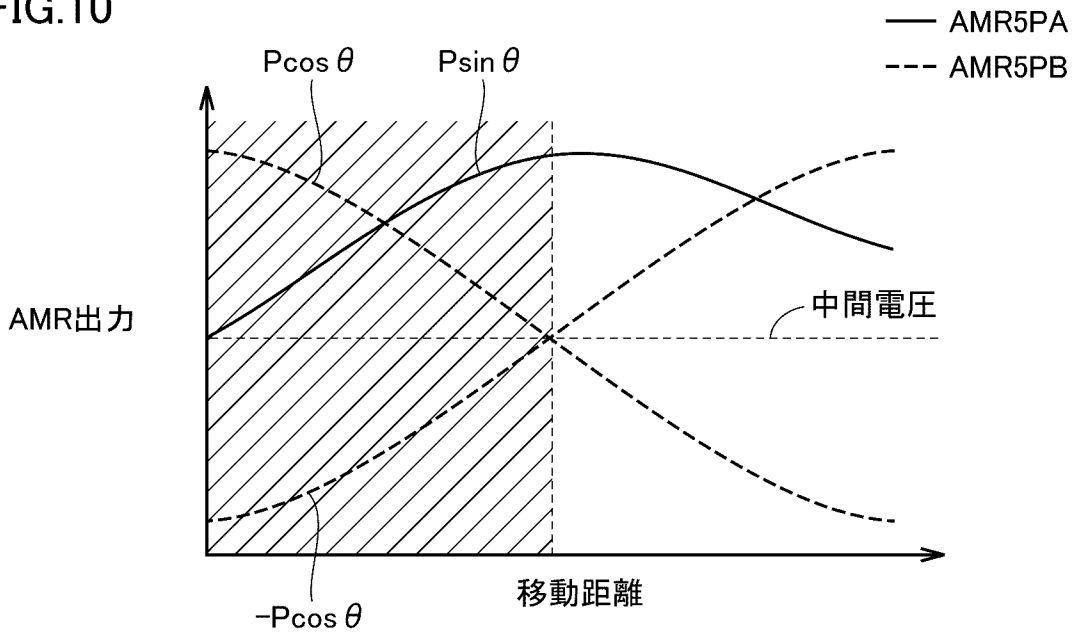
[図9]

FIG.9



[図10]

FIG.10



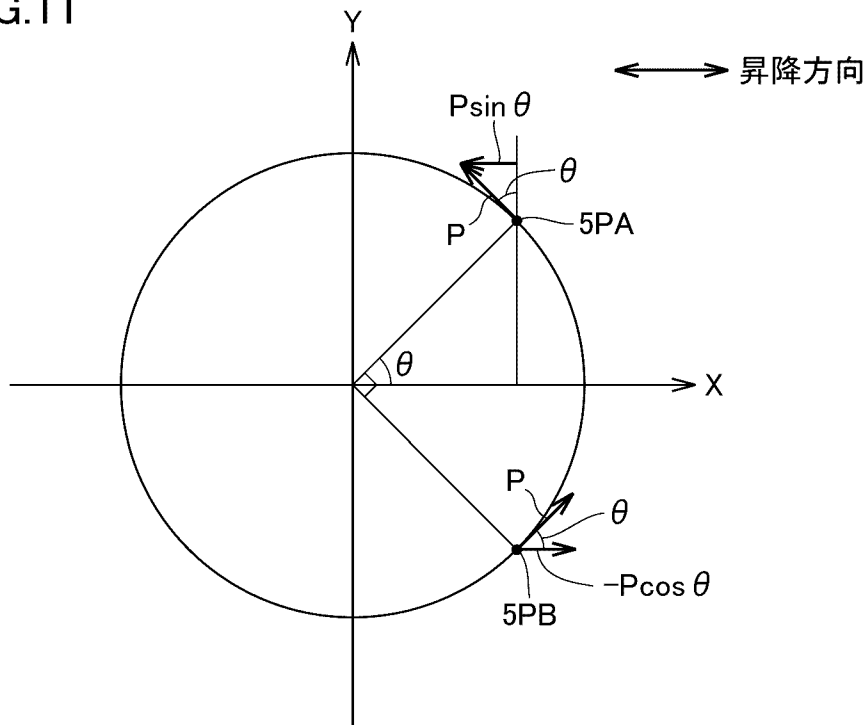
$$AMR5PA = P\sin\theta$$

$$AMR5PB = -P\cos\theta$$

$$\theta = \arctan\left(\frac{P\sin\theta}{|-P\cos\theta|}\right)$$

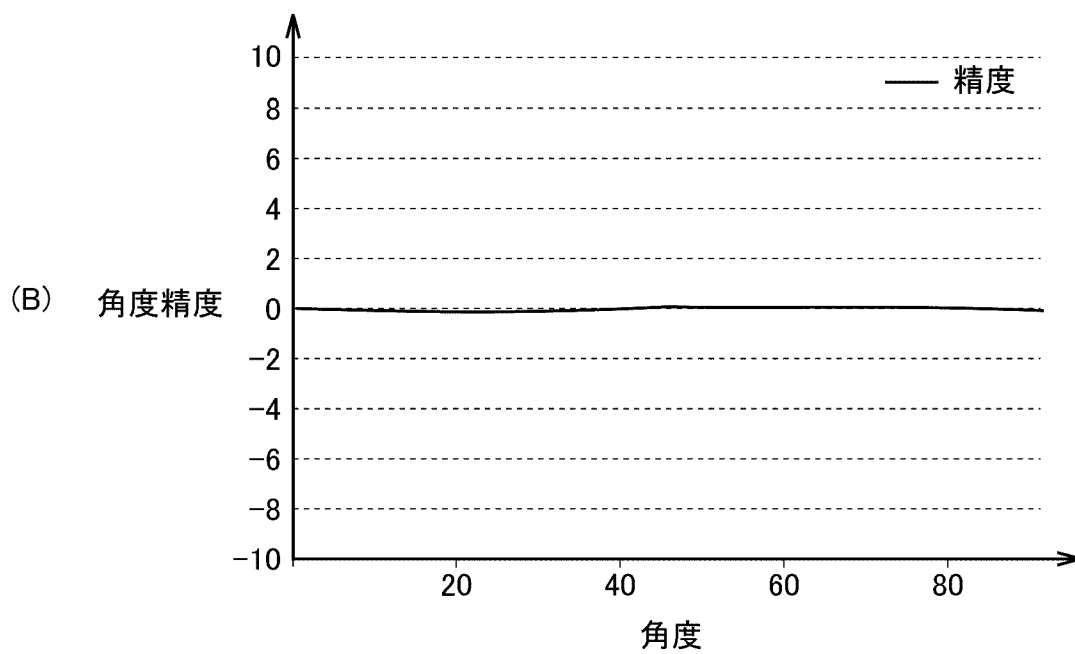
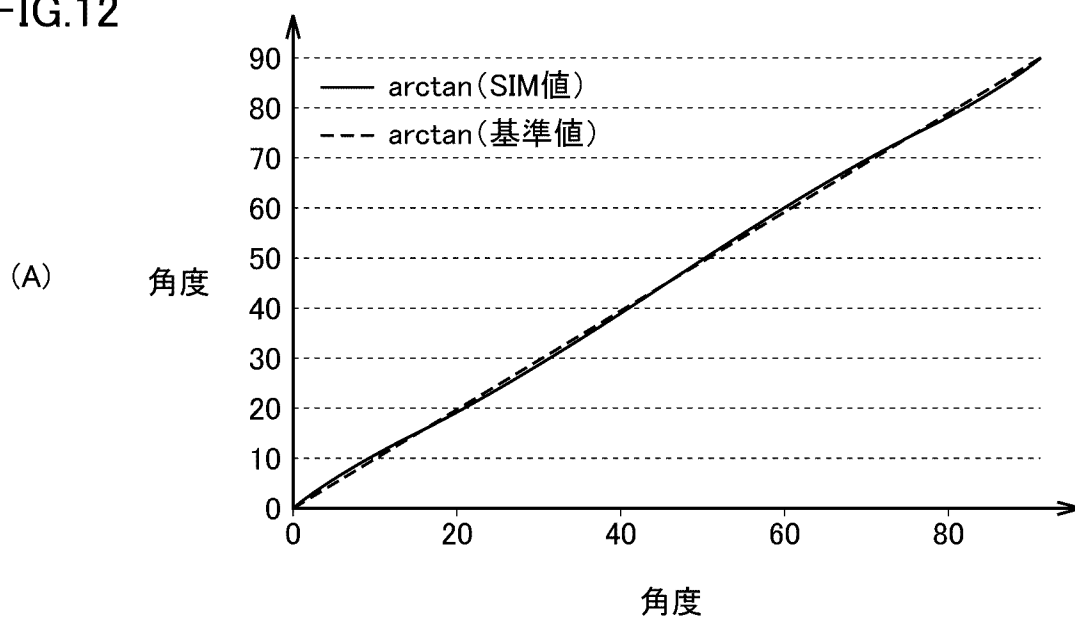
[図11]

FIG.11



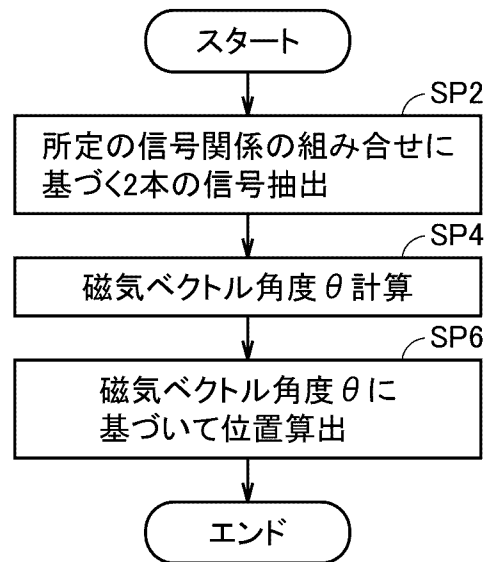
[図12]

FIG.12



[図13]

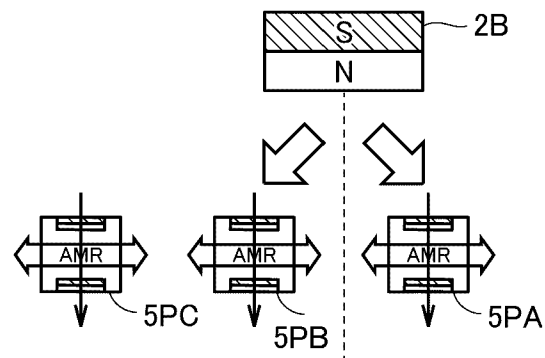
FIG.13



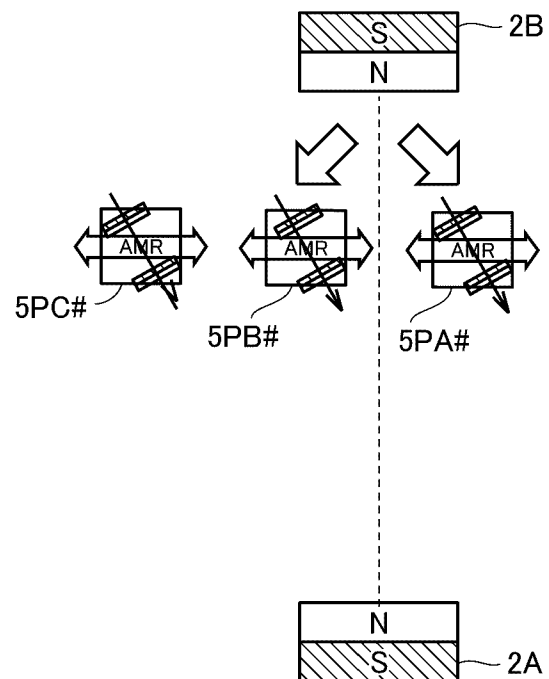
[図14]

FIG.14

(A)

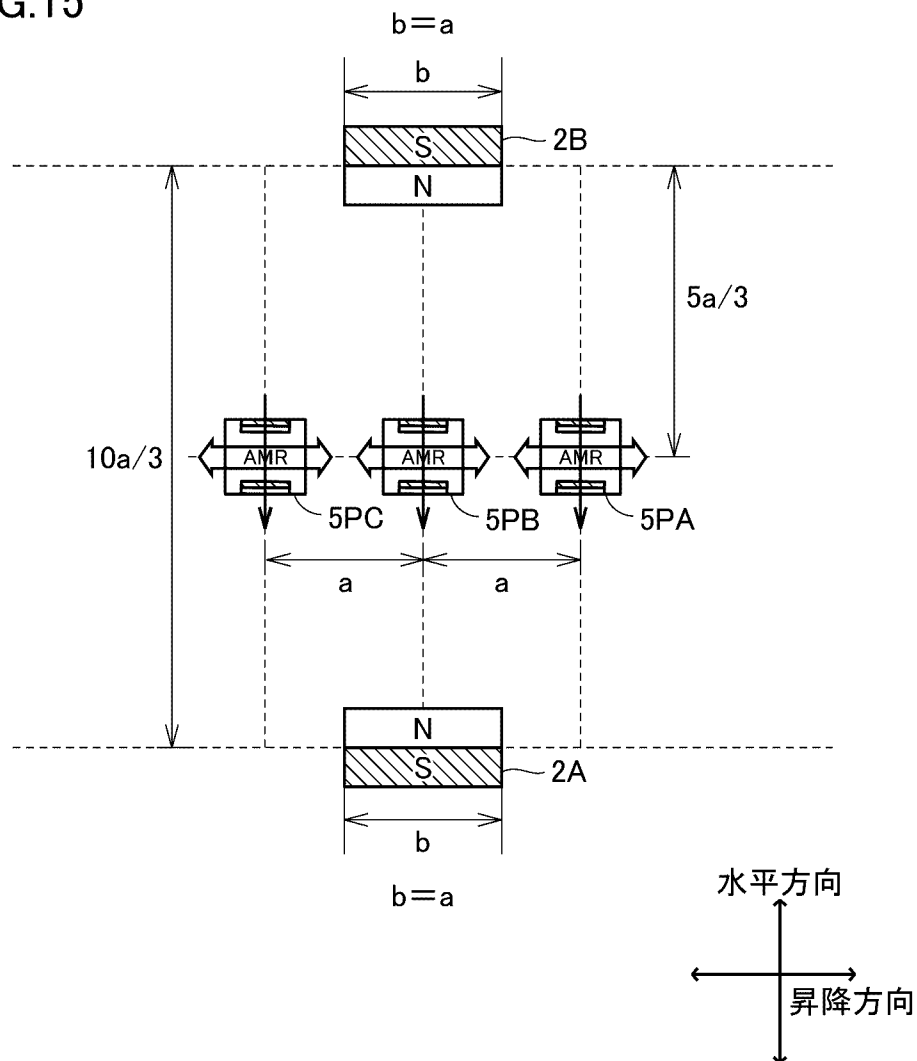


(B)



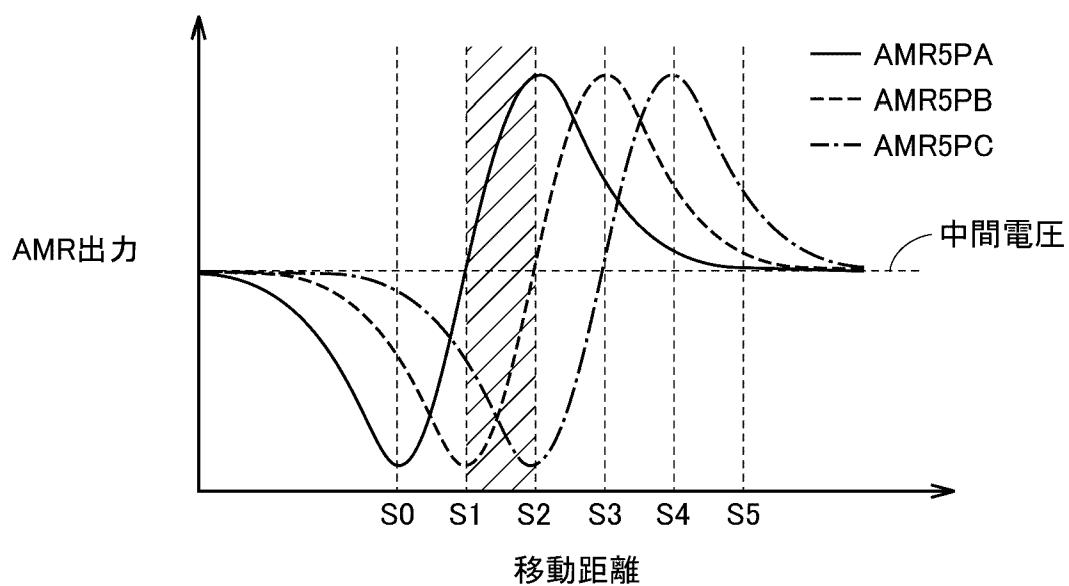
[図15]

FIG.15



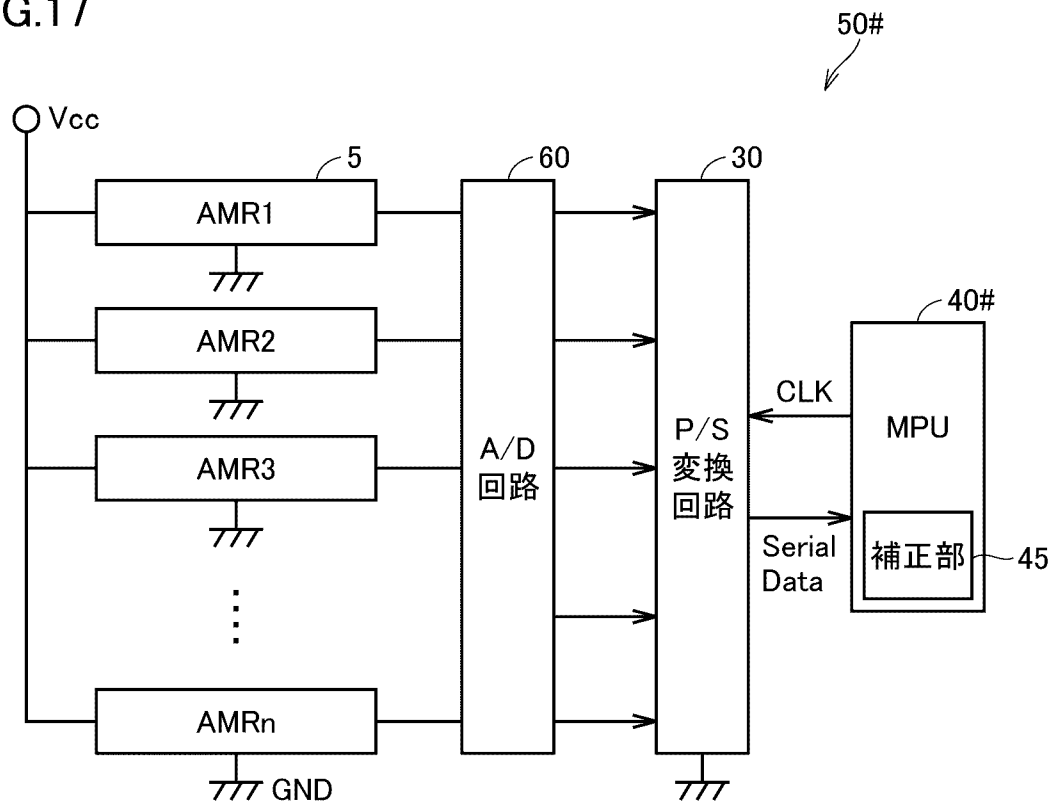
[図16]

FIG.16



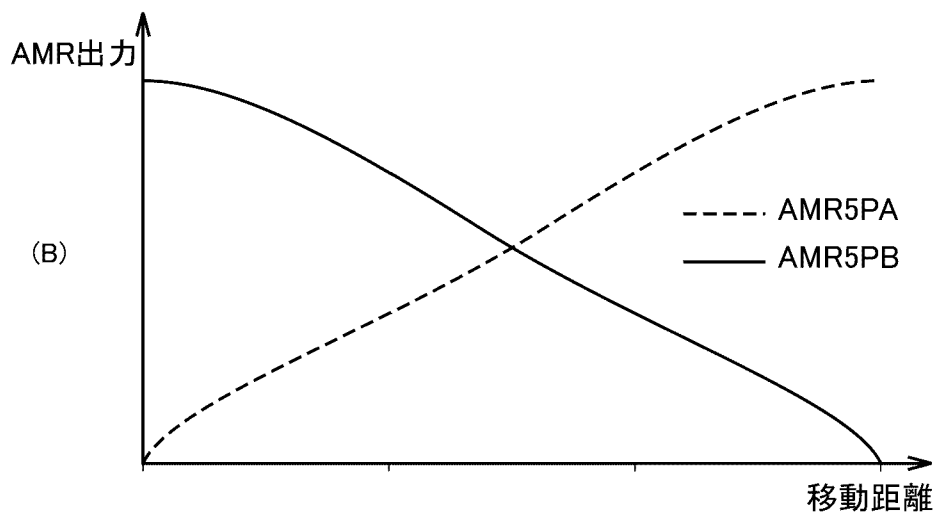
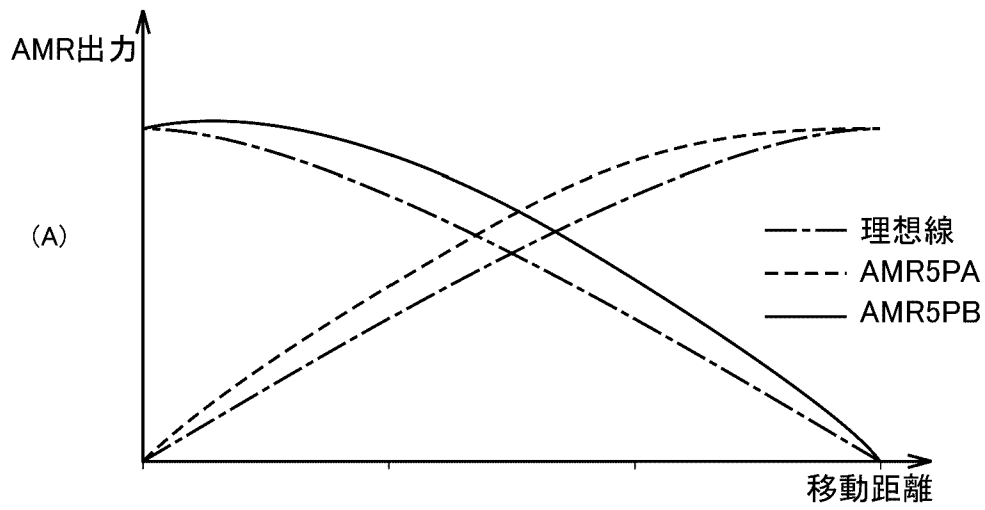
[図17]

FIG.17



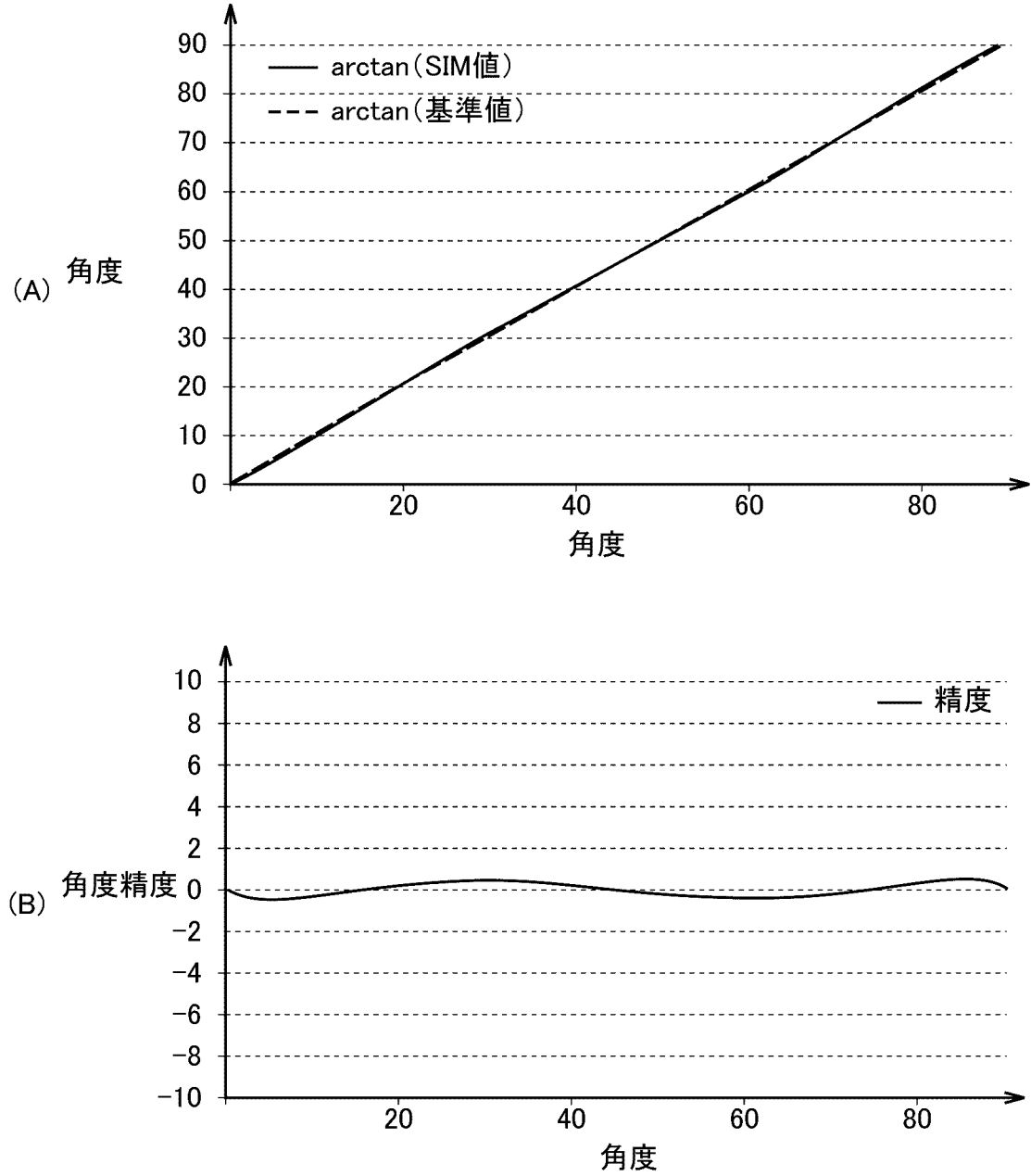
[図18]

FIG.18



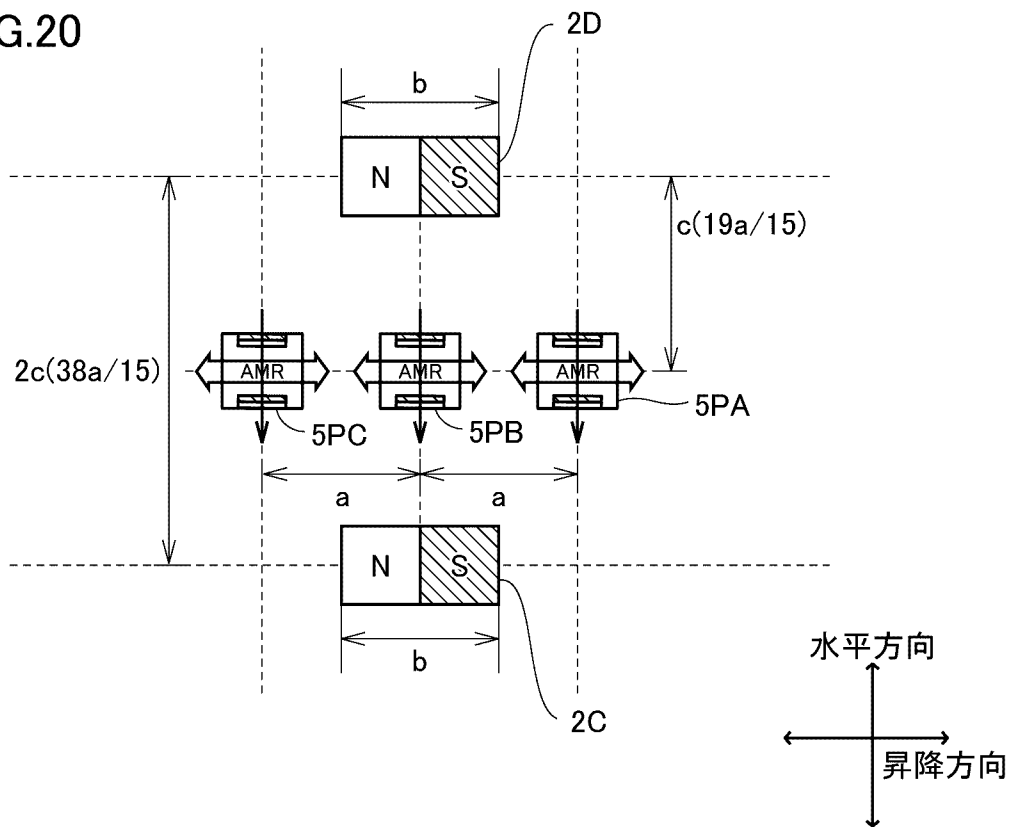
[図19]

FIG.19



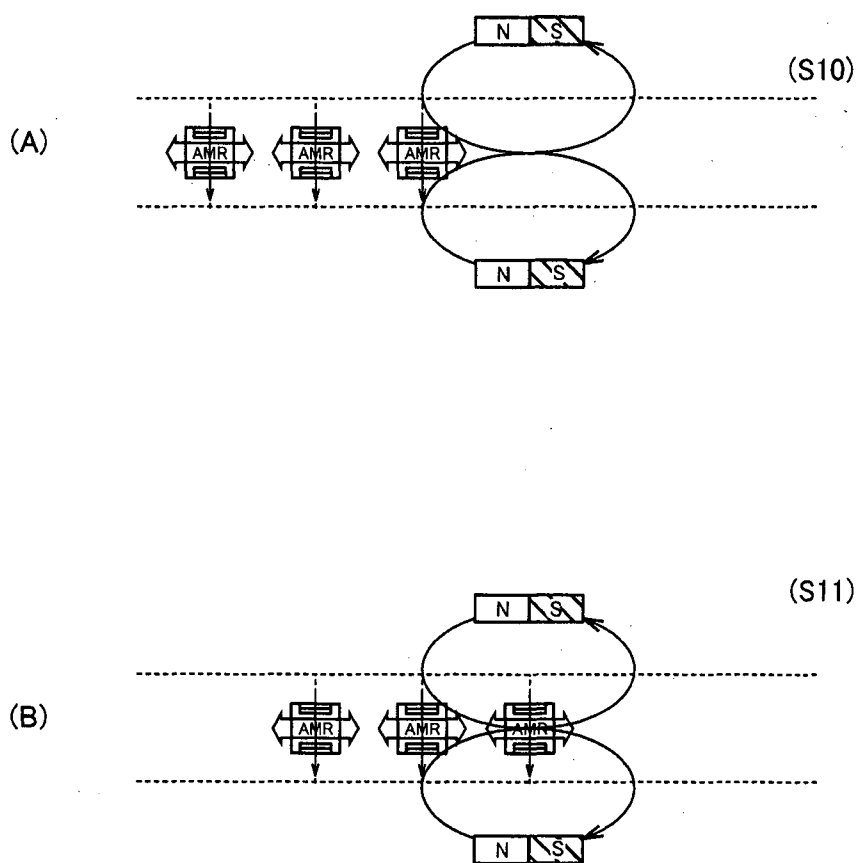
[図20]

FIG.20



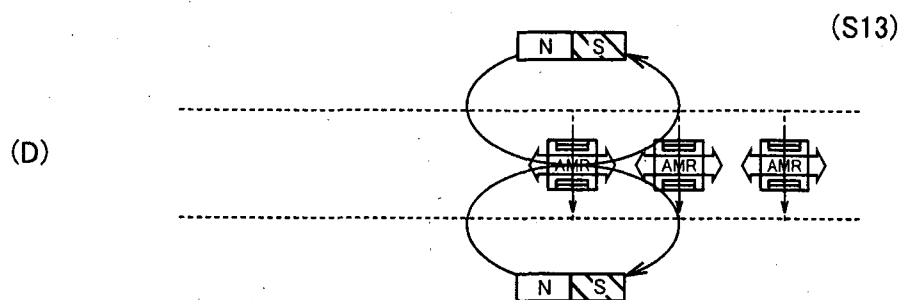
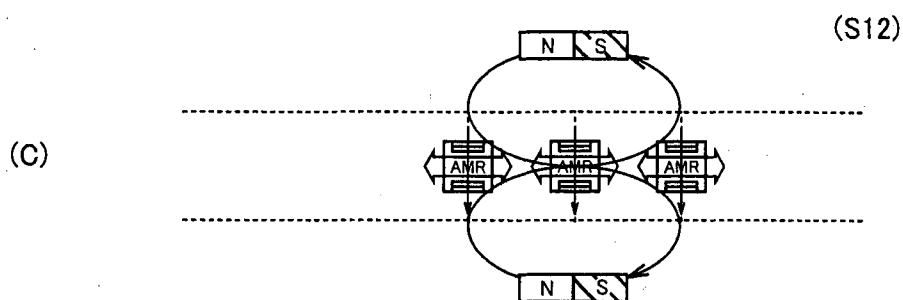
[図 21]

FIG.21



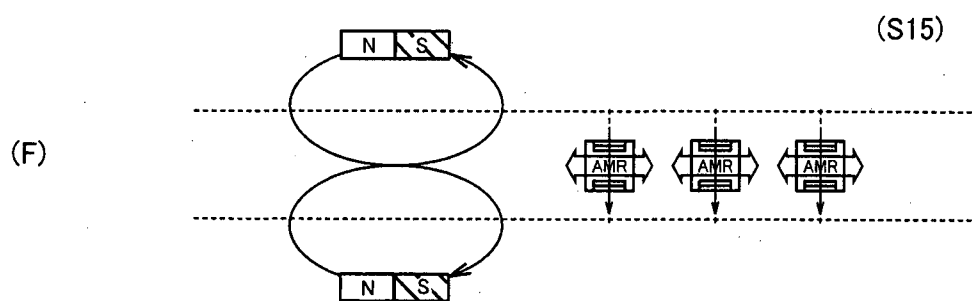
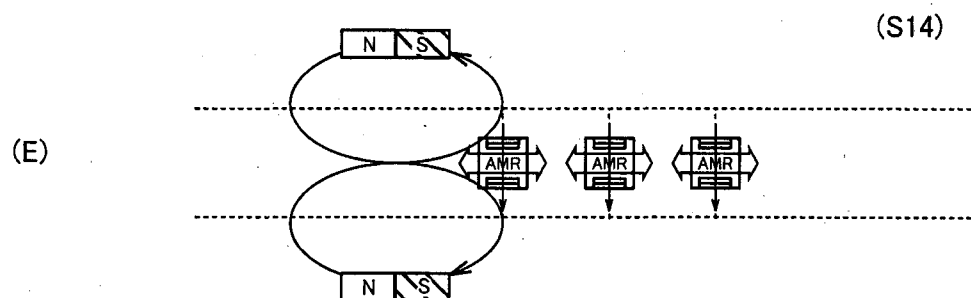
[図 2 1]の続き

FIG.21



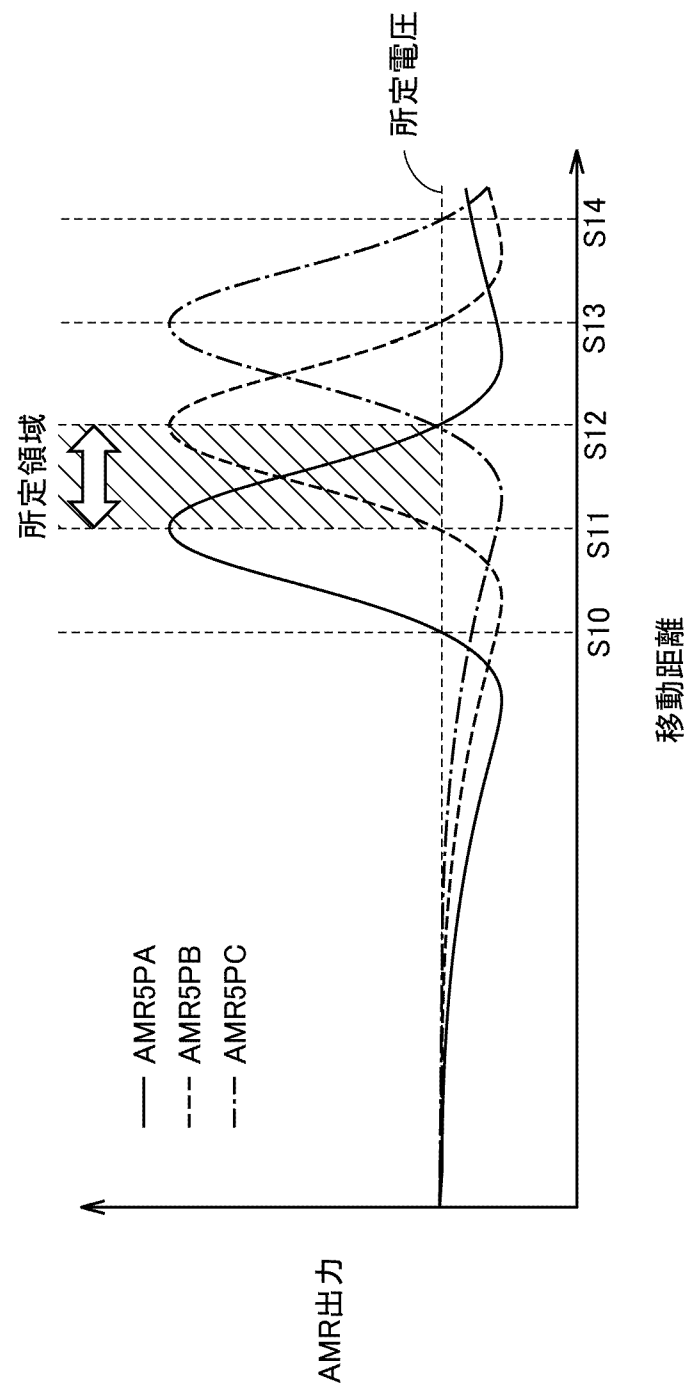
[図 21]の続き

FIG.21



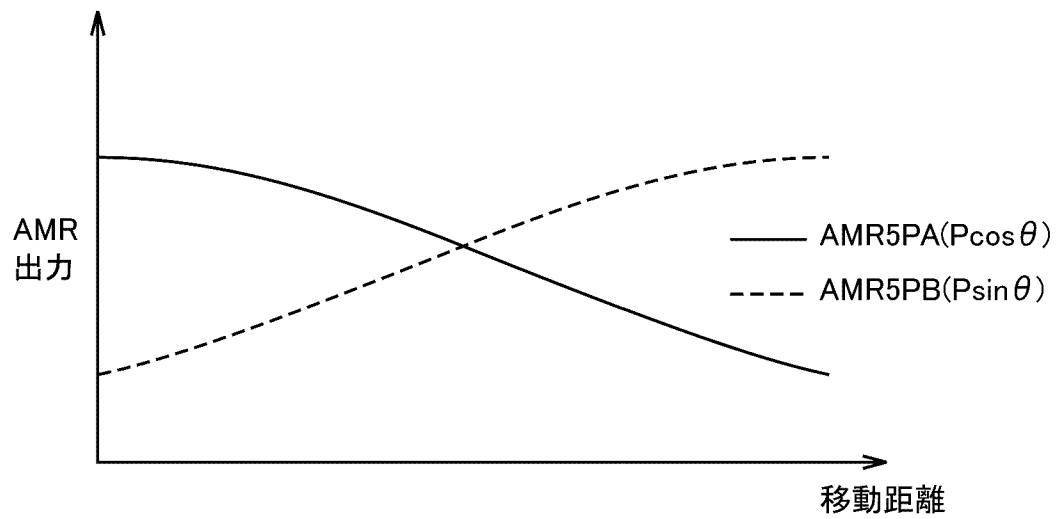
[図22]

FIG.22



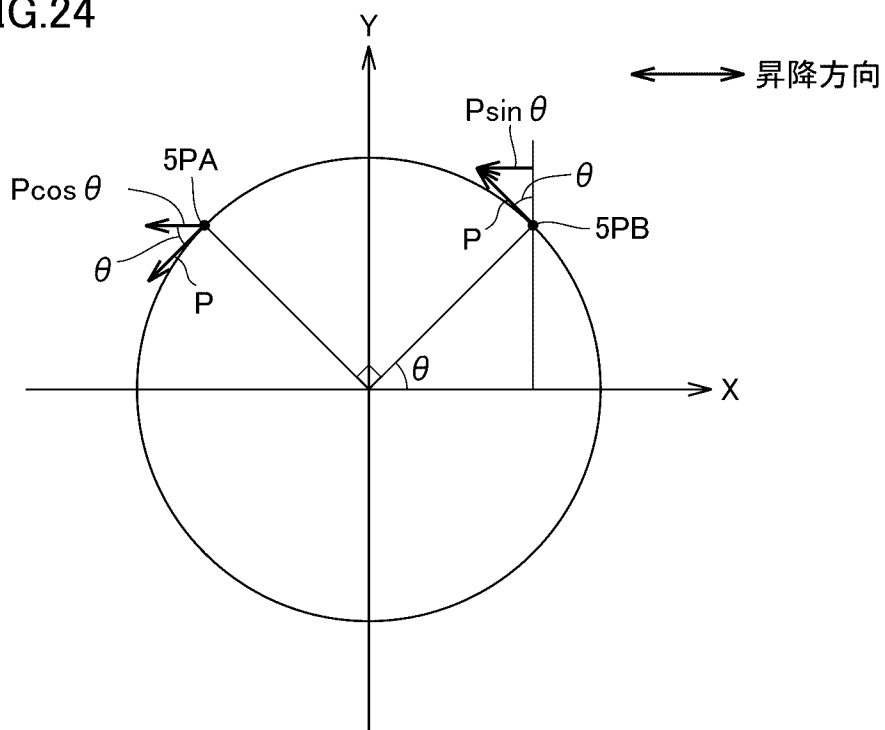
[図23]

FIG.23



[図24]

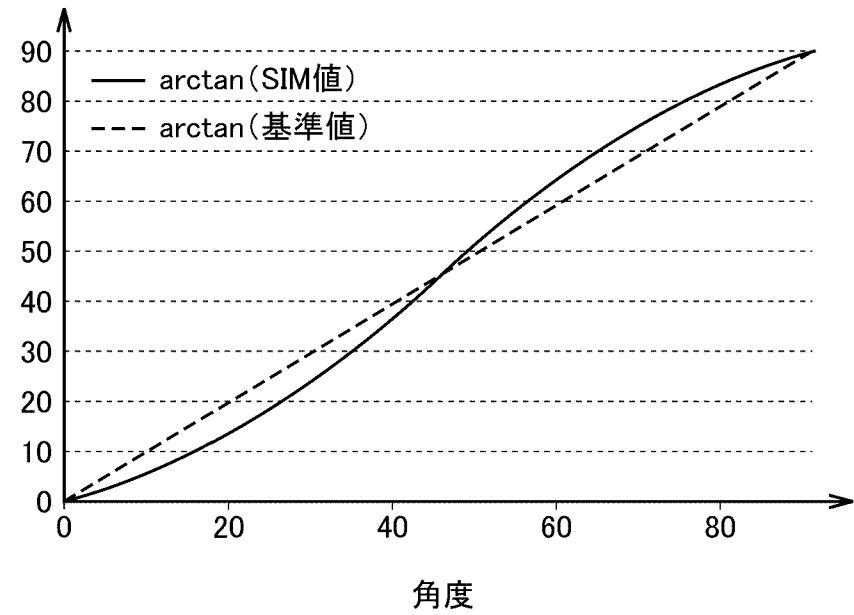
FIG.24



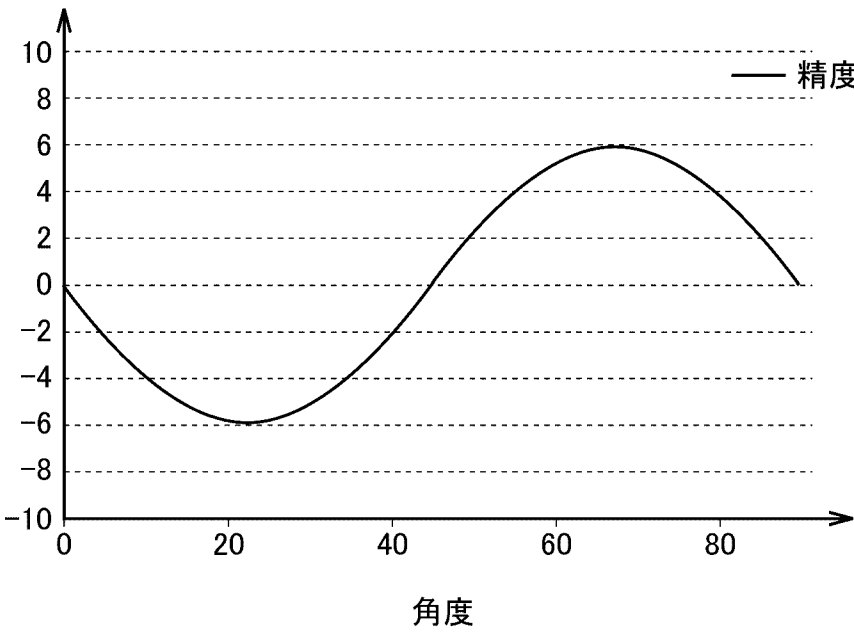
[図25]

FIG.25

(A) 角度

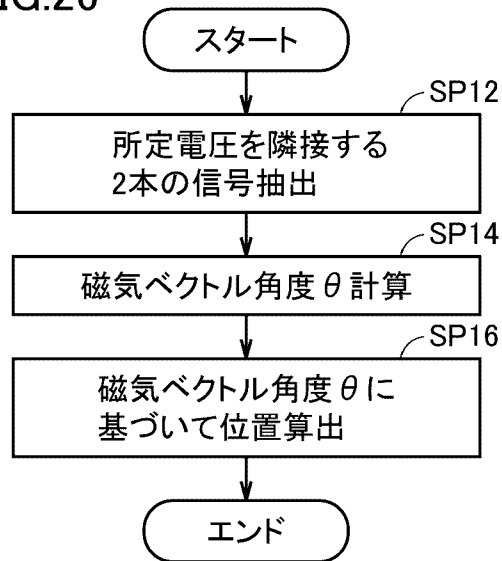


(B) 角度精度



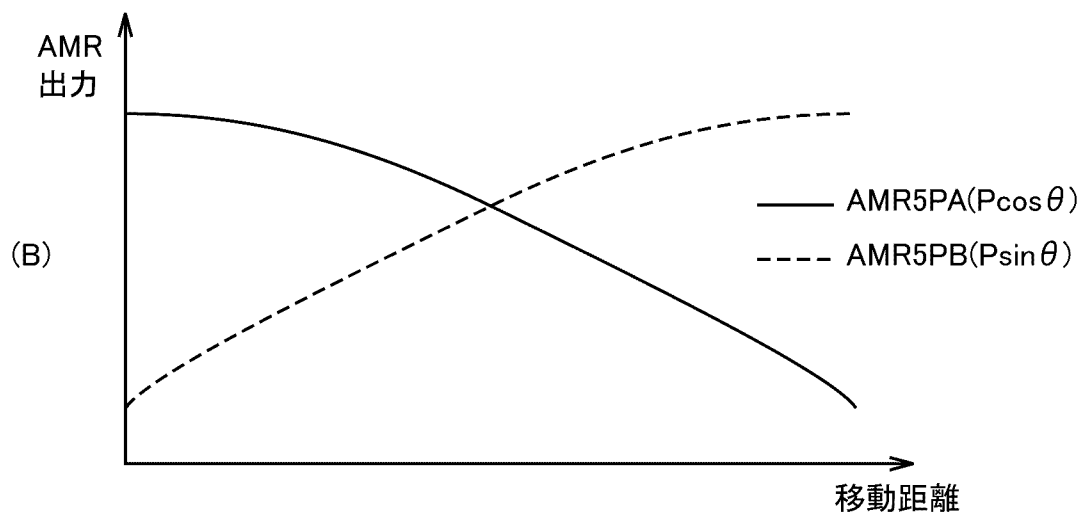
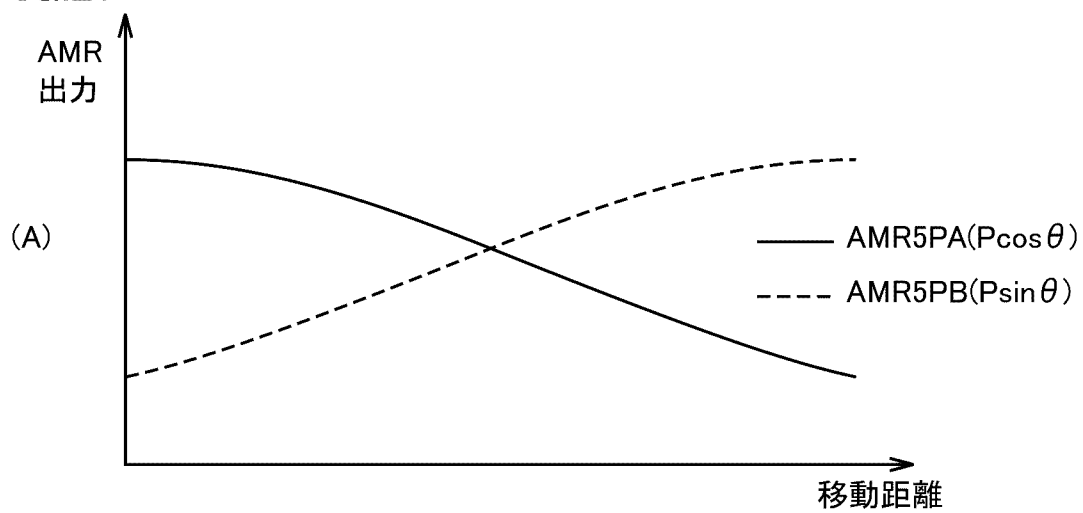
[図26]

FIG.26

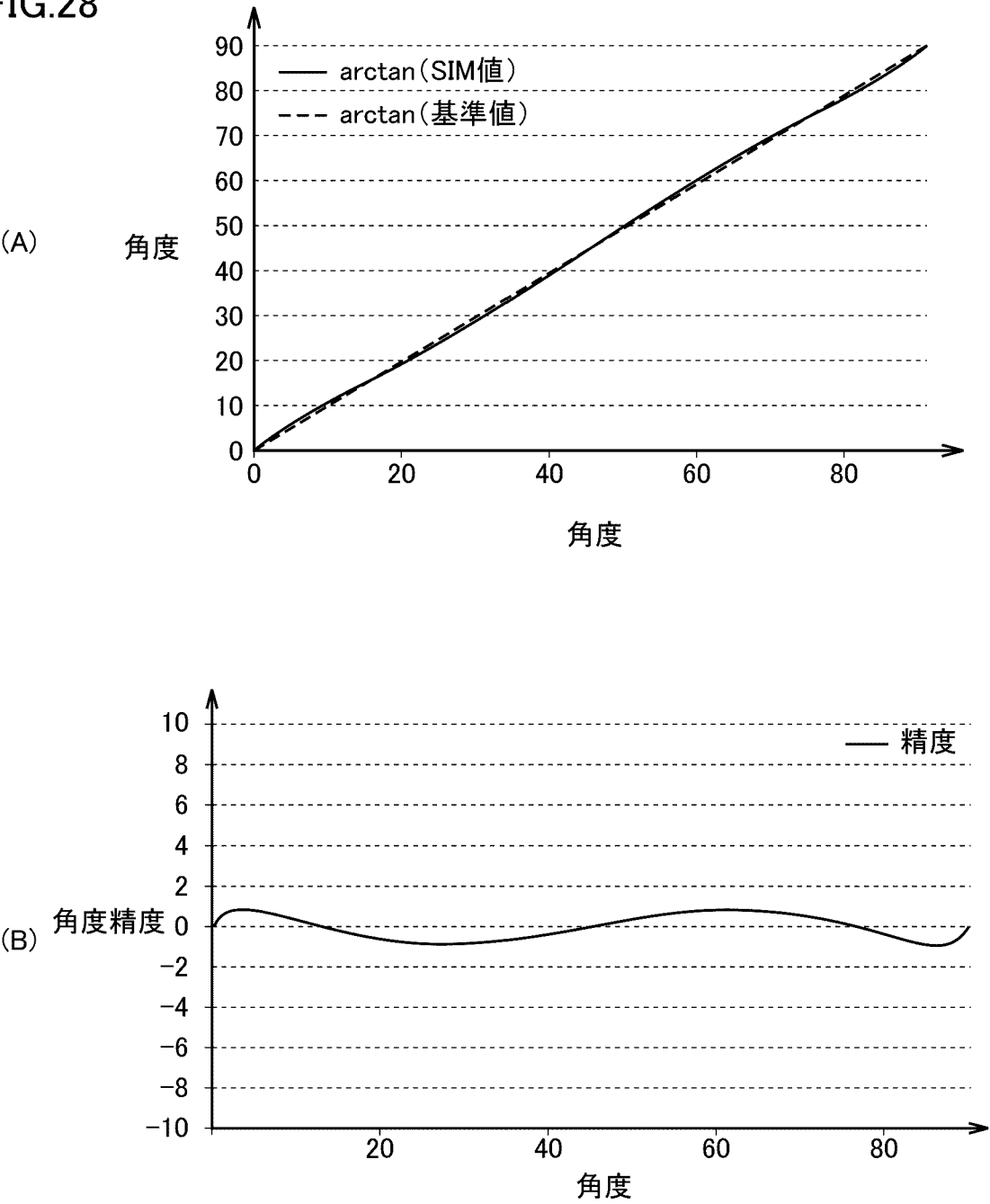


[図27]

FIG.27

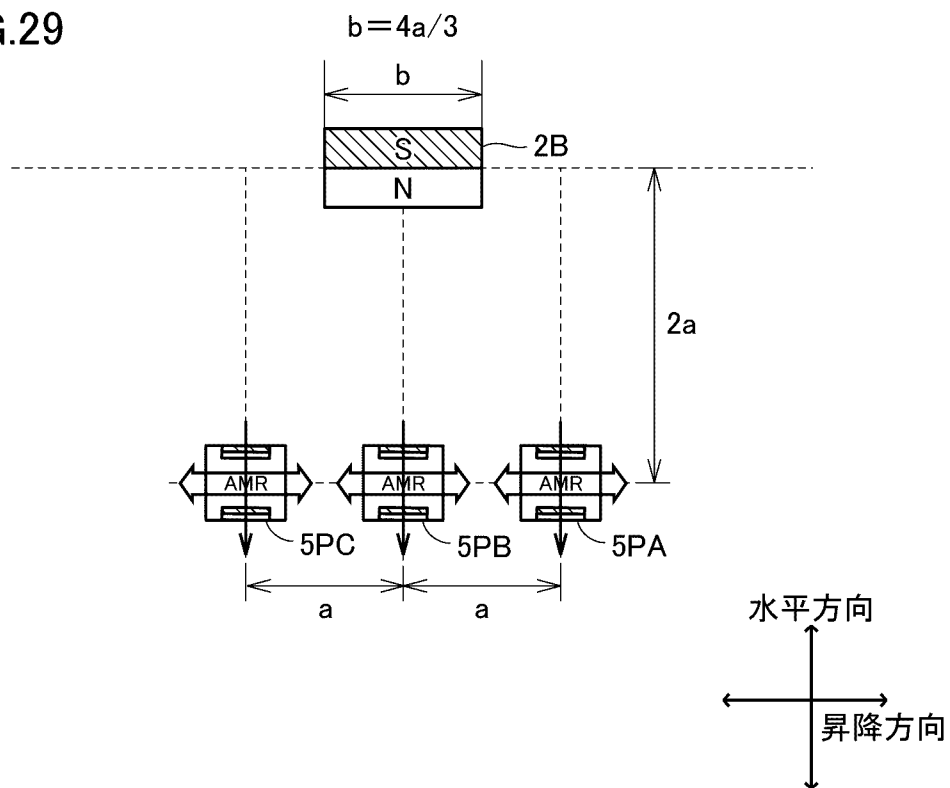


[図28]
FIG.28



[図29]

FIG.29



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/029362

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01F23/62(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)

G01F23/62

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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.
A	JP 2002-22403 A (Tokyo Keiso Co., Ltd.), 23 January 2002 (23.01.2002), fig. 1, 2, 3 & US 6563306 B2	1-9
A	JP 2016-508598 A (Multidimension Technology Co., Ltd.), 22 March 2016 (22.03.2016), fig. 1, 2 & CN 103968918 A & EP 2950060 A1 & US 2015/0355014 A1 & WO 2014/114259 A1	1-9

☐ 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
30 August 2017 (30.08.17)

Date of mailing of the international search report
12 September 2017 (12.09.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01F23/62(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. G01F23/62

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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
A	J P 2002-22403 A（東京計装株式会社） 2002.01.23,【図1】【図2】【図3】 &US 6563306 B2	1-9
A	J P 2016-508598 A（江蘇多維科技有限公司） 2016.03.22,【図1】【図2】 &CN 103968918 A &EP 2950060 A1 &US 2015/0355014 A1 &WO 2014/114259 A1	1-9

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

「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

「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

「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）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「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

「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

「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

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

30.08.2017

国際調査報告の発送日

12.09.2017

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）

森 雅之

2 F

8505

電話番号 03-3581-1101 内線 3216