

(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
2017年12月7日(07.12.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/209170 A1

- (51) 国際特許分類:
G01F 23/62 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/020203
- (22) 国際出願日: 2017年5月31日(31.05.2017)
- (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 2016-111659 2016年6月3日(03.06.2016) JP
- (71) 出願人: 株式会社村田製作所
(MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/
JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1
丁目 1 0 番 1 号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 張 英楠(ZHANG, Yingnan); 〒6178555
京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 0 番 1 号 株
式会社村田製作所内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人深見特許事務所(FUKAMI
PATENT OFFICE, P.C.); 〒5300005 大阪府大
阪市北区中之島二丁目 2 番 7 号 中之島
セントラルタワー Osaka (JP).

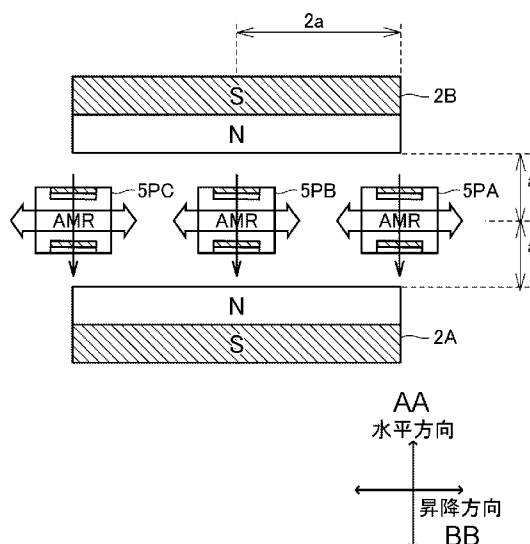
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA,
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,

(54) Title: LIQUID LEVEL DETECTING DEVICE

(54) 発明の名称: 液面検出装置

[図7]
FIG. 7



AA Horizontal direction
BB Rising and falling direction

(57) Abstract: This liquid surface detecting device is provided with: a float which rises and falls, following a liquid level; two or more magnets which are attached to the float and are disposed with identical poles facing one another; a guiding member which guides the rising and falling of the float; a plurality of magnetic sensors which are attached to the guiding member, detect a magnetic flux density that varies in accordance with the rising and falling position of the magnets, and output an electrical signal corresponding to the magnetic flux density; and a detecting circuit which detects the position of the float on the basis of the electrical signals output by the plurality of magnetic sensors. The distance between adjacent magnetic sensors in the rising and falling direction is set to a first length. The distance between the magnets and the magnetic sensors in a horizontal direction that is perpendicular to the rising and falling direction is set to a second length. The first length is greater than the second length. The detecting circuit detects the position of the float on the basis of the electrical signals output by two adjacent magnetic sensors from among the plurality of magnetic sensors.

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)）

(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、同極が対向して配置される少なくとも2つ以上の磁石と、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、前記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前記フロートの位置を検出する検出回路とを備える。昇降方向における互いに隣接する磁気センサ間は第1の長さに設定される。昇降方向と垂直な水平方向における前記磁石と前記磁気センサとの長さは第2の長さに設定される。第1の長さは、第2の長さよりも長い。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。

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、浮き子１と、浮き子１が内部に配置されている円筒パイプ２と、浮き子１の一つの端部に固定されている着磁体３と、着磁体３の近傍に配置されている磁気抵抗素子４とを備え、浮き子１に対応する着磁体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（特許文献１の第１図及び第２図参照）。

[0004] また、着磁体３は、浮き子１の移動方向に沿って、所定の着磁パターンに従って（Ｓ－Ｎ、Ｎ－Ｓ、Ｓ－Ｎ、・・・）…となるように着磁されている。また、着磁体３は、円筒パイプ２の天面に設けられた貫通孔から円筒パイプ２の外部に突出している。磁気抵抗素子４は、円筒パイプ２の外側であって、着磁体３の近傍に配置されている。また、磁気抵抗素子４は、２つのブリッジ回路を構成する８つの抵抗要素を含む。

[0005] 特許文献２には、液面感得體２１と、液面感得體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（特許文献２の図１～図４，図１２～図１３参照）。

[0006] 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。

[0007] 特許文献 1 に記載の液面検出装置では、着磁体 3 は、円筒パイプ 2 の天面に設けられた貫通孔から円筒パイプ 2 の外部に突出している。このため、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。

[0008] 特許文献 2 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。

[0009] 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 3 には、フロート 23 と、フロート 23 が内部に配置されているガラス管 21 と、フロート 23 の対向する 2 つの端部に固定されている磁石 22A, 22B と、ガラス管 21 に隣接して配置されているセンサケース 32 に搭載されているセンサ部 31A～31E とを備え、フロート 23 に対応する磁石 22A, 22B 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（特許文献 3 の図 2～図 4 参照）。

[0010] 磁石 22A, 22B は、フロート 23 の移動方向の両端に、フロート 23 の移動方向に沿って NS、SN となるように配置されている。センサ部 31

A～3 1 Eはフロート2 3の移動方向に沿って配置されている。センサ部3 1 A～3 1 Eは、フロート2 3の変位に応じた、第1の磁石2 2 A及び第2の磁石2 2 Bによる磁気を検知する角度センサ3 4 A～3 4 Eと、磁気により近傍にフロート2 3が到達したことを検知する磁気強度センサ3 5 A～3 5 Eとをそれぞれ備える。

[0011] 特許文献4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1 0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（特許文献4の図1、図4、図5参照）。

[0012] 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。

[0013] 制御部1 0は、切替スイッチ1 2及び減算器1 3を有する差分値算出部1 1と、マイクロコンピュータ2 0とを有する。切替スイッチ1 2は、入力端子I 1 1、I 1 2、I 1 3、I 2 1、I 2 2、I 2 3、出力端子O 1、O 2を有する。マイクロコンピュータ2 0からの制御信号によるスイッチ切替により入力端子I 1 1、I 1 2、I 1 3のいずれかが出力端子O 1に接続される。入力端子I 2 1、I 2 2、I 2 3のいずれかがスイッチ切替により出力端子O 2に接続される。入力端子I 1 1は磁気強度センサS [1]と接続されている。入力端子I 1 2は磁気強度センサS [2]と接続されている。入力端子I 1 3は磁気強度センサS [3]と接続されている。入力端子I 2 1は磁気強度センサS [2]と接続されている。入力端子I 2 2は磁気強度センサS [3]と接続されている。入力端子I 2 3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。

[0014] 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。

[0015] 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。

[0016] 特許文献 5 には、フロート 3 と、フロート 3 が内部に配置されているタンクと、フロート 3 の凹溝 3h 内に固着されている略リング状の永久磁石 5 と、フロート 3 の孔に遊挿された略円筒状のステム部 13 を有し、フロート 3 の昇降を案内する案内部材 11 と、ステム部 13 内に配置されている磁気センサである 2 つのホール素子（第 1 ホール素子 21 及び第 2 ホール素子 23

）と、液面レベルの検知出力を外部へ導くための駆動制御回路 31 とを備え、フロート 3（＝永久磁石 5）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（特許文献 5 の図 1、図 2 参照）。

[0017] 永久磁石 5 は、内周面 5n 側が N 極、外周面 5g 側が S 極に一様に着磁されている。第 1 ホール素子 21 及び第 2 ホール素子 23 は鉛直方向にそれぞれ離間して固着されている。第 1、第 2 ホール素子 21、23 に駆動電圧を印加すると、液面に追従するフロート 3 に配置された永久磁石 5 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、より具体的には、その磁束密度にほぼ直線的に対応する電圧を出力する。駆動制御回路 31 は、第 1 ホール素子 21 からの出力電圧を増幅する第 1 増幅回路 33 と、第 2 ホール素子 23 からの出力電圧を増幅する第 2 増幅回路 35 を有する。第 1 増幅回路 33 と第 2 増幅回路 35 は同様の増幅率を示す。

[0018] 第 1 ホール素子 21 の出力電圧は、第 1 増幅回路 33 により所定の割合で増幅される。増幅された出力電圧は出力調整回路 37 と反転増幅回路 41 に入力され、出力調整回路 37 から液面レベルに対応した電圧が外部へ出力される。また、第 2 ホール素子 23 の出力電圧は、第 2 増幅回路 35 により所定の割合で増幅される。増幅された出力電圧は、反転増幅回路 41 に入力される。反転増幅回路 41 には第 1 ホール素子 21 の出力を増幅させた出力電圧と、第 2 ホール素子 23 の出力を増幅させた出力電圧とを合わせた出力電圧が入力され、第 1、第 2 ホール素子 21、23 の駆動のフィードバック制御に用いられる。これにより、液温の変動や永久磁石 5 の特性のバラツキの影響に拘わらず、正確に磁束密度、即ち液面レベルを計測することができる。

先行技術文献

特許文献

[0019] 特許文献 1：特開平 1－221620 号公報

特許文献 2：特開 2002－22403 号公報

特許文献 3：特開 2009－236615 号公報

特許文献4：特開2014-145714号公報

特許文献5：特開2002-277308号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0020] しかしながら、特許文献3に記載の液面検出装置では、センサ部31A～31Eは角度センサ34A～34Eと磁気強度センサ35A～35Eとをそれぞれ備え、角度センサ34A～34Eが接続される出力モニタ回路と磁気強度センサ35A～35Eが接続される切替回路12とをさらに備えるため、回路構成の小型化が困難である。また、角度センサ34A～34Eと磁気強度センサ35A～35EがGMR素子である場合、30～200Gまでの磁界強度に対応することが出来るが、200Gよりも大きな磁界が印加されると磁気飽和してしまい検出できない。このため、磁石22A、22Bの種類や位置に対する自由度が低い。特に、磁石22A、22Bによっては角度センサ34A～34E及び磁気強度センサ35A～35Eと磁石22A、22Bとの距離を短くすることが出来ず、回路構成の小型化が困難である。
- [0021] 特許文献4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。
- [0022] 特許文献5に記載の液面検出装置では、第1ホール素子21のみで液面を検知しており、液温の変動や永久磁石5の特性のバラツキの影響を補正するために、第2ホール素子23と反転増幅回路41を含むフィードバック制御回路が必要であるため、回路構成が複雑化するとともに小型化が困難である。
- [0023] 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

- [0024] 本発明の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、同極が対向して配置される少なくとも2つ以上の磁石と、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、前記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前記フロートの位置を検出する検出回路とを備える。昇降方向における互いに隣接する磁気センサ間は第1の長さに設定される。昇降方向と垂直な水平方向における前記磁石と前記磁気センサとの長さは第2の長さに設定される。第1の長さは、第2の長さよりも長い。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。

[0025] 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。

[0026] 好ましくは、各磁気センサは、前記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。

[0027] 好ましくは、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中間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。

[0028] 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前記フロートの位置を検出する。

[0029] 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。

[0030] 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回路をさらに備える。

好ましくは、補正回路は、前記出力された電気信号に対して所定の係数で累乗根あるいは累乗する。

[0031] 好ましくは、各磁気センサは、磁界強度に対して線形に出力し、極性を判別可能に設けられる。

発明の効果

[0032] 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

[0033] [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]実施形態2に基づく液面検出装置1の回路構成図である。

[図15]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16]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17]別の実施形態に基づくフロート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。

発明を実施するための形態

[0034] 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。

[0035] (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。

[0036] 図1に示されるように、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。

[0037] 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から検出される出力信号に基づいてフロート20の位置を検出する。

[0038] 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。

[0039] 図2に示されるように、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。

[0040] フロート20には、磁石2が設けられている。具体的には、磁石ユニットとして磁石2A, 2Bが取り付けられている。磁石2A, 2Bで磁石ユニットを構成する。

[0041] 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。

[0042] 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に示されるように、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。

[0043] 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。

[0044] 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。

[0045] P／S変換回路30は、MPU 40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MPU 40に出力する。

[0046] MPU 40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。

[0047] なお、本例におけるMPU 40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。

[0048] 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。

[0049] 図4に示されるように、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。

[0050] これらの磁気抵抗素子MRは異方性磁気抵抗素子 (AMR (Anisotropic Magneto Resistance) 素子) であり、折り返し形状のパターン構造を持つ。

[0051] 磁気抵抗素子MRの磁界印加時の抵抗値は、折り返し形状パターンの長手方向に対して垂直 (90°) の飽和磁界が印加された時に最小となり、平行 (0°) な飽和磁界が印加されたときに最大となる特性を有する。

[0052] 図4に示されるように、これらの磁気抵抗素子MRは、MR1とMR4は折り返し形状パターンの長手方向が同じである。MR2とMR3は折り返し

形状パターンの長手方向が同じである。MR 1 (MR 4) とMR 2 (MR 3) の折り返し形状パターンの長手方向は、 90° 異なっている。

[0053] そして図4に示されるように、電源電圧Vccと接地GND間に、これらの磁気抵抗素子MRが、ブリッジ回路を構成する。

[0054] 磁気センサ5は、磁界が印加されると、磁気抵抗素子MR 1～MR 4の抵抗値変化により、ブリッジ回路の midpoint 出力部に、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。

[0055] また、磁気センサ5には、バイアス磁石3A、3Bが設けられている。バイアス磁石3A、3Bは、磁気抵抗素子MR 1～MR 4に対して図4の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。

[0056] 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3A、3Bの配置（向き）に関しても本例においては一例として、磁気抵抗素子MR 1の長手方向に対して、図4の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。

[0057] また、本例においては、2つのバイアス磁石3A、3B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。

[0058] 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。

[0059] 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。

[0060] バイアス磁界ベクトル V_0 は、図5（A）における右から左方向の外部磁界に従ってバイアス磁界ベクトル V_1 に変化する。

[0061] 一方で、バイアス磁界ベクトル V_0 は、図5（A）における左から右方向への外部磁界に従ってバイアス磁界ベクトル V_2 に変化する。

[0062] 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。

[0063] 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。

[0064] 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。

[0065] 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。

[0066] 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。

[0067] 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。

[0068] 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。

[0069] 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。

[0070] 図6に示されるように、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、ガイド部材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。

[0071] 当該配置により、磁力方向は、ガイド部材に沿う方向（フロート20の昇降方向）となり、ガイド部材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。

[0072] 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。

[0073] 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。

[0074] 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。

[0075] 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。

。

[0076] ここで、昇降方向における磁気センサ 5 の中心同士の距離を第 1 の長さとする。また、磁石 2 A あるいは磁石 2 B の対向面と磁気センサ 5 の中心との水平方向の距離、言い換えれば、磁石 2 A と磁石 2 B の対向面の間の距離の 2 分の 1、を第 2 の長さとする。本例においては、第 1 の長さを第 2 の長さよりも長く設定する。

[0077] 具体的には、水平方向の距離を距離 a とした場合に、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 の 2 倍の間隔に設定する。

[0078] また、2 つの隣接する磁気センサ 5 の一方が、磁石 2 A の昇降方向の端に位置した場合、隣接する磁気センサ 5 の他方が、磁石 2 A の昇降方向の中央に位置するように設定する。すなわち、磁石 2 A と磁石 2 B の昇降方向の長さを、昇降方向における隣接する磁気センサ 5 の中心同士の距離の 2 倍、すなわち距離 a の 4 倍の長さとする。

[0079] 磁気センサ 5 は、昇降方向に沿ってガイド部材に取り付けられる。

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。

[0080] 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）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。

[0081] 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。

[0082] 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、水平方向の紙面下向きの矢印は、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。

[0083] 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。

[0084] 本例においては、フロート20が図8の右から左方向（一例として昇方向）に変化した場合について説明する。なお、図8において、バイアス磁界ベクトルV0のV1側やV2側への変化の図示は省略する。

[0085] 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。

[0086] 磁気センサ5 P Aは、フロート20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V1側への変化に従い電位差 ΔV は減少する。

[0087] 図8（B）においては、図8（A）からフロート20がさらに距離2 a上昇した場合（状態S1）が示されている。

[0088] 磁気センサ5 P Aは、フロート20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。

[0089] 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V1側への変化に従い電位差 ΔV は減少する。

- [0090] 図8 (C) においては、図8 (B) からフロート20がさらに距離2a上昇した場合(状態S2)が示されている。
- [0091] 磁気センサ5PAは、磁石2A、2B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2A、2B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V0は、バイアス磁界ベクトルV2側に変化する。当該バイアス磁界ベクトルV2側への変化に従い電位差Vは増加する。
- [0092] 磁気センサ5PBは、磁石2A、2B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。
- [0093] 磁気センサ5PCは、磁石2A、2B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5PC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。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。
- [0094] 図8 (D) においては、図8 (C) からフロート20がさらに距離2a上昇した場合(状態S3)が示されている。
- [0095] 磁気センサ5PBは、磁石2A、2B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5PBは、磁石2A、2B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V0は、バイアス磁界ベクトルV2側に変化する。当該バイアス磁界ベクトルV2側への変化に従い電位差 ΔV は増加する。
- [0096] 磁気センサ5PAは、磁石2A、2B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V2側への変化は小さくなる。
- [0097] 磁気センサ5PCは、磁石2A、2B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。
- [0098] 図8 (E) においては、図8 (D) からフロート20がさらに距離2a上昇した場合(状態S4)が示されている。
- [0099] 磁気センサ5PCは、磁石2A、2B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。

[0100] 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。

[0101] 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。

[0102] 図 8 (F) においては、図 8 (E) からフロート 20 がさらに距離 2 a 上昇した場合（状態 S 5）が示されている。

[0103] 磁気センサ 5 P A, 5 P B, 5 P C 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, 5 P C 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。以降同様である。

[0104] 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。

[0105] 図 9 に示されるように、状態 S 0 ~ S 5 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 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。

[0106] 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。

[0107] 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 ）として最小となった場合が示されている。

[0108] 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。

[0109] 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。

[0110] 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。

[0111] 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。

[0112] 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2 a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2 aずらした波形が示されている。

[0113] 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に示されるように、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5 P A、5 P Bの出力信号波形が示されている。

[0114] 磁気センサ5 P A, 5 P B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）に模式化（近似）することが可能である。

[0115] 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。

[0116] 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。

[0117] 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。

[0118] 図11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。

[0119] 図11には、状態S1から状態S2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2AのN極により生じる磁界の磁力線の方向を指す。

[0120] なお、説明を簡易にするために磁石2B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2B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。

[0121] 一例として、外部磁界である磁気ベクトルの大きさと磁束密度（電位差 ΔV ）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 $P \sin \theta$ 、磁気センサ5PB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。

[0122] 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。

[0123] 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。

[0124] 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、MPU 40 において上記算出処理が実行される。

[0125] 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 $2a$ 変化する。

[0126] 例えば、フロート 20 の位置として、一例として磁石 2A, 2B 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 S1 に示されるフロート 20 の基準位置（中心点）は、磁気センサ 5PA の位置と同じ位置である。

[0127] 本例においては、磁気センサ 5PA と、磁気センサ 5PB 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 5PA の位置から磁気センサ 5PB の側に a 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。

[0128] なお、本例においては、磁気センサ 5PA, 5PB 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 5PA 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 5PB 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 5PB、5PC 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 5PB 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。

[0129] 図 12 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 12（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。

[0130] 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、基準値からのシミュレーション結果の差として求められる角度の精度としても、図 12（B）に示されるように基準値に対して $\pm 10^\circ$ 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。

[0131] 図 13 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 13 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、中間電圧以下から中間電圧を超えた磁気センサの信号（第 1 の信号）と、その時に中間電圧以下の信号を出力している、隣接する磁気センサの信号（第 2 の信号）の 2 つの信号を抽出する。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 や磁石 2 B の昇降方向の中央に位置する状態（図 8（B））で、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。

[0132] そして、図 9 で説明したハッチング領域における 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 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。

[0133] 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 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。

[0134] 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。

[0135] 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。

[0136] なお、本例においては、磁石 2 A と磁気センサ 5 との水平方向の距離（第 2 の長さ）について、距離 a の間隔に設定し、隣接する磁気センサ 5 の昇降方向の距離（第 1 の長さ）について距離 a の 2 倍の間隔に設定する場合について説明した。しかし、磁石 2 A、2 B 等の寸法（図 7 における磁石 2 A、2 B の水平方向の長さや奥行き方向の長さ）を調整する等して、外部磁界の磁力を変えることにより、磁気センサ 5 の検出特性を高めつつ磁気センサ 5 間の昇降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。同様に、磁石 2 A と磁石 2 B の昇降方向の長さも、適宜設計変更することが可能である。

[0137] 磁気センサ 5 の昇降方向の距離を拡げることによりガイド部材に取り付ける磁気センサ 5 の個数を減らすことが可能となり（但し、磁気センサの最低個数は 2 個）、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。

[0138] （実施形態 2）

実施形態 2 においては、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。

[0139] 図 14 は、実施形態 2 に基づく液面検出装置 1 の回路構成図である。

図 1 4 に示されるように、実施形態 2 に基づく液面検出装置 1 は、複数の磁気センサ 5 と、検出回路 5 0 # 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。

[0140] 検出回路 5 0 # は、アナログ／デジタル変換回路である A／D 回路 6 0 と、パラレル／シリアル変換回路である P／S 変換回路 3 0 と、演算処理を実行する M P U (Micro-processing unit) 4 0 # とを含む。

[0141] M P U 4 0 # は、P／S 変換回路 3 0 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 2 0 の位置を検出する。具体的には、M P U 4 0 # は、補正部 4 5 をさらに含む。

[0142] 補正部 4 5 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。

[0143] 図 1 5 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。

[0144] 図 1 5 (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 5 P A の出力信号は $P \sin \theta$ 、磁気センサ 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。

[0145] 出力信号の信号波形の比が理想的な $\sin$ 波と $\cos$ 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 $\sin$ 波と $\cos$ 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。

[0146] 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。

[0147] 本例においては、磁石 2 A と磁気センサ 5 との水平方向の距離 (第 2 の長さ) よりも磁気センサ 5 間の昇降方向の距離 (第 1 の長さ) の方が長く設定

されている。したがって、磁気センサ 5 間の昇降方向の距離が磁石 2 A と磁気センサ 5 との水平方向の距離よりも長くなればなるほど移動距離に対する外部磁界の磁気ベクトル P の変化が小さくなるため理想的な $\sin$ 波および $\cos$ 波の理想線よりも下に凹の信号波形が検出される。

[0148] したがって、下に凹の信号波形を補正するために所定の係数で累乗根する補正処理を実行する。

[0149] 図 15 の (B) には、補正後の磁気センサ 5 P A, 5 P B の出力信号が示されている。

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。

[0150] 図 16 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 16 (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。

[0151] 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 16 (B) に示されるように基準値に対して $\pm 2^\circ$ のずれしか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。

[0152] 実施形態 2 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。

[0153] すなわち、磁石 2 A、2 B と磁気センサ 5 を図 7 に示す位置関係から変更し、それによって大きくなったずれ量を、上記補正方法を実行することにより、角度精度を高めることも可能である。具体的には、例えば、図 7 における磁石 2 A と磁石 2 B の昇降方向の長さを、昇降方向における隣接する磁気センサ 5 の中心同士の距離の 2 倍の長さより小さくしたものに変更し、これに上記補正処理を実行することにより、角度精度を高めることが可能である。

- 。
- [0154] なお、上記補正処理においては、信号波形を補正するために所定の係数で累乗する補正処理について説明したが、磁石 2 A と磁石 2 B の昇降方向の長さ、磁石 2 A と磁石 2 B の水平方向の長さの関係によっては、所定の係数で累乗する補正処理が有効である場合もある。その場合は、磁気センサ（AMR）5 P A、5 P B の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も可能である。すなわち、AMR 出力の値を、所定の係数で累乗することにより、信号波形の比を理想的な $\sin$ 波形と $\cos$ 波形の比に近づけることが可能である。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。
- [0155] 図 17 は、別の実施形態に基づくフロート 20 に取り付けられた磁石と磁気センサ 5 P A、5 P B、5 P C とのレイアウトを説明する図である。
- [0156] 図 17 に示されるように、磁石 2 A、2 B 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 2 E、2 F を設ける。磁石 2 E、2 F は、互いに S 極が向き合うように配置される。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。なお、磁石 2 A、2 E と磁石 2 B、2 F は、別体としてあるいは一体として形成されていても良い。
- [0157] 本実施例では AMR 素子で開示しているが、これに限らない。磁界強度に対して線形に出力し、極性を判別できる磁気センサであれば適用可能である。
- [0158] 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

- [0159] 1 液面検出装置、2 磁石、5、5 P A～5 P C 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、同極が対向して配置される少なくとも2つ以上の磁石と、
 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、
 昇降方向における互いに隣接する磁気センサ間は第1の長さに設定され、
 前記昇降方向と垂直な水平方向における前記磁石と前記磁気センサとの長さは第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] 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3] 各前記磁気センサは、前記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4] 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中間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5] 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 4 記載の液面検出装置。

[請求項6]

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 2 記載の液面検出装置。

[請求項7]

前記出力回路から出力された電気信号を補正する補正回路をさらに備える、請求項 6 記載の液面検出装置。

[請求項8]

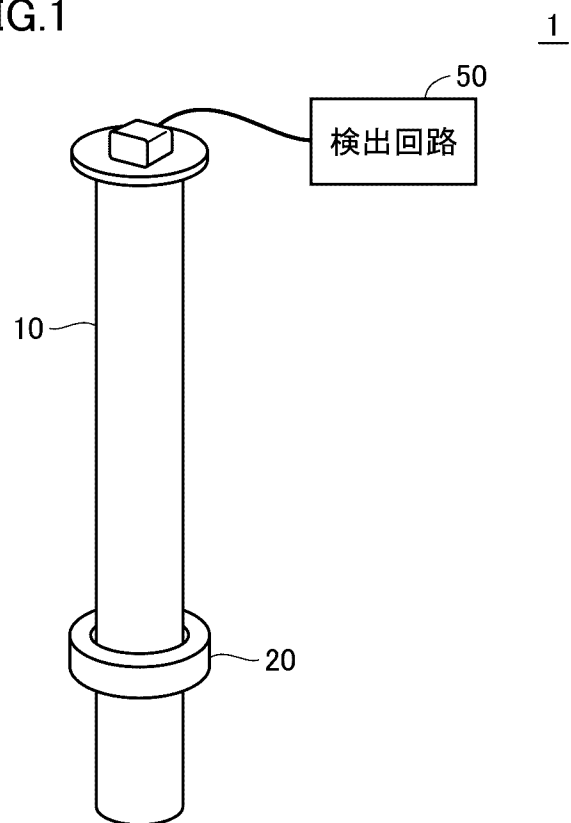
前記補正回路は、前記出力回路から出力された電気信号に対して所定の係数で累乗根あるいは累乗する、請求項 7 記載の液面検出装置。

[請求項9]

各前記磁気センサは、磁界強度に対して線形に出力し、極性を判別可能に設けられる、請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の液面検出装置。

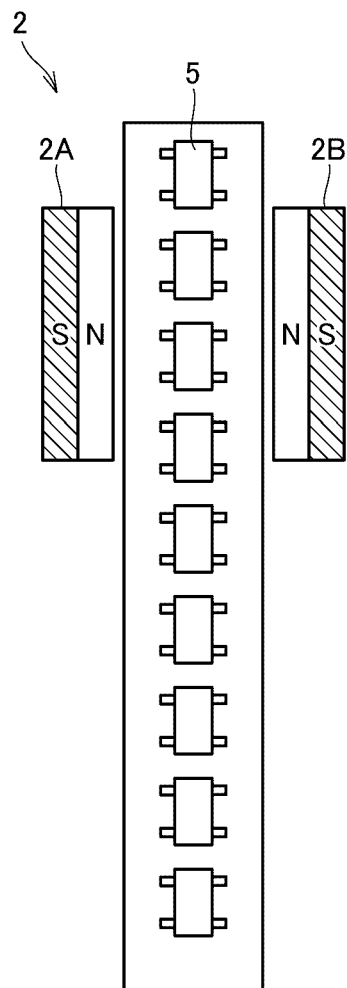
[図1]

FIG.1



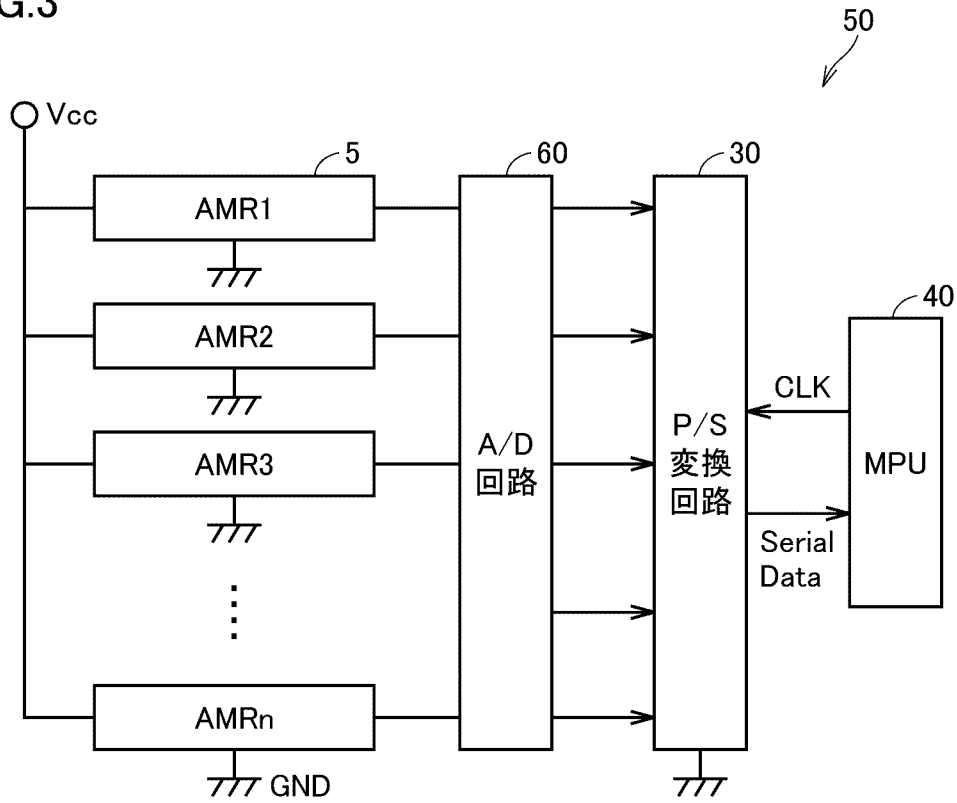
[図2]

FIG.2



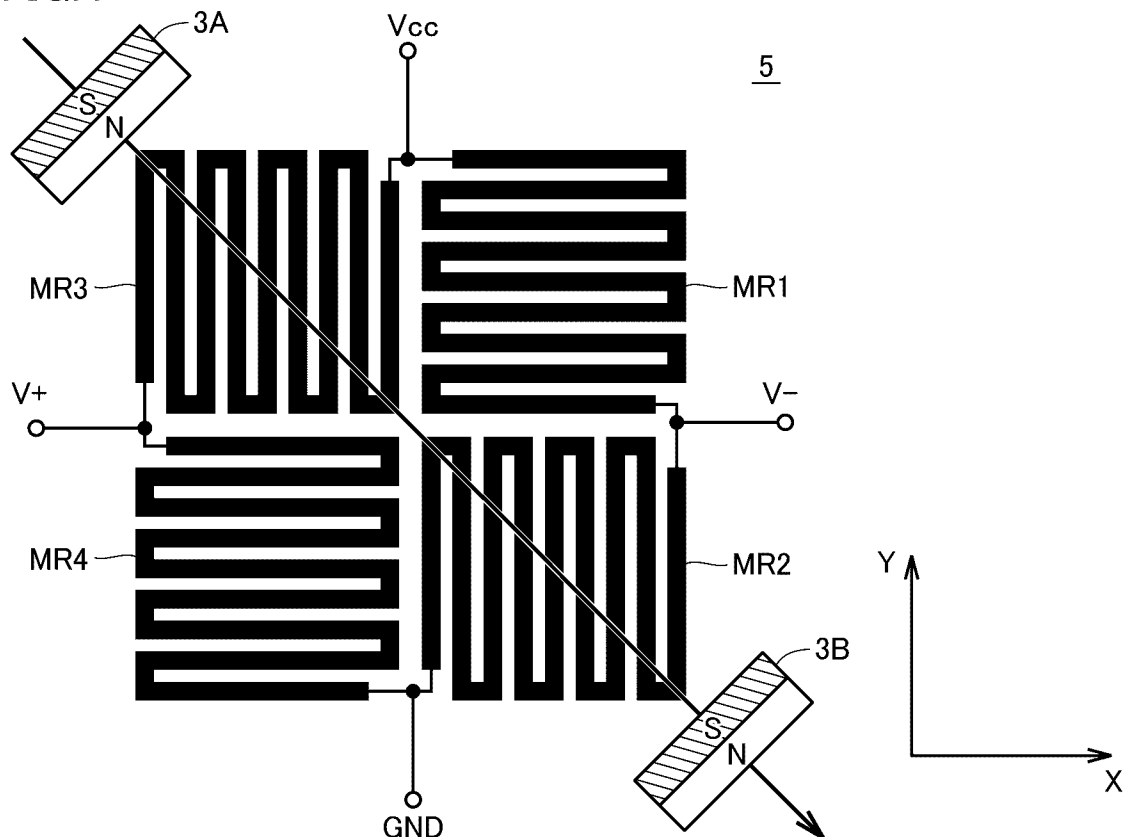
[図3]

FIG.3

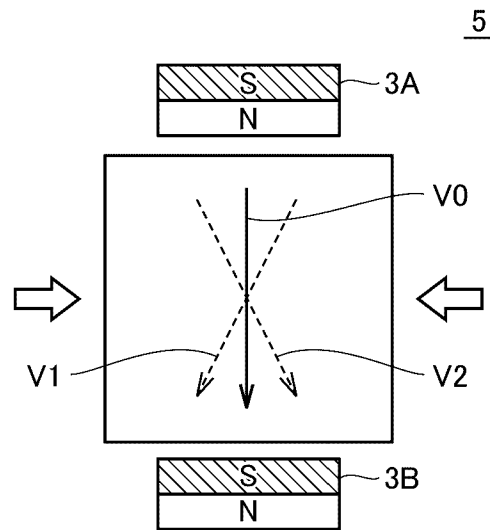


[図4]

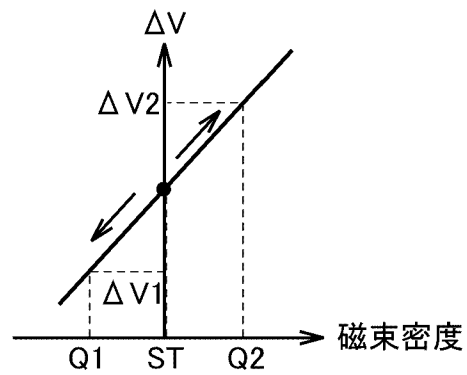
FIG.4



[図5]

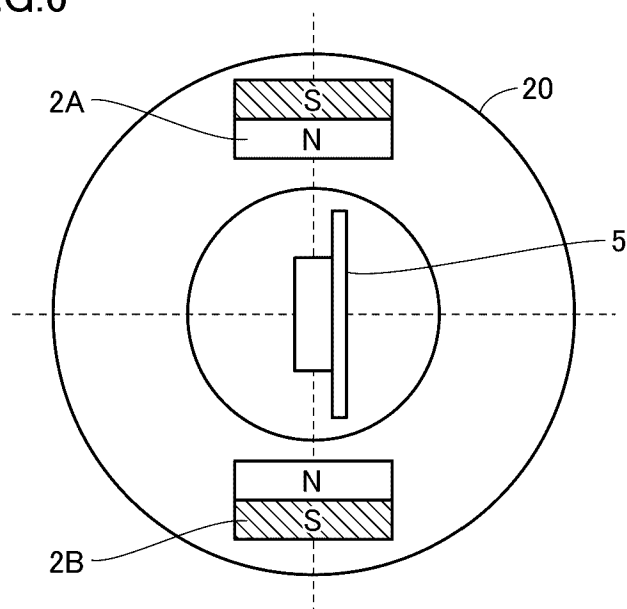
FIG.5
(A)

(B)



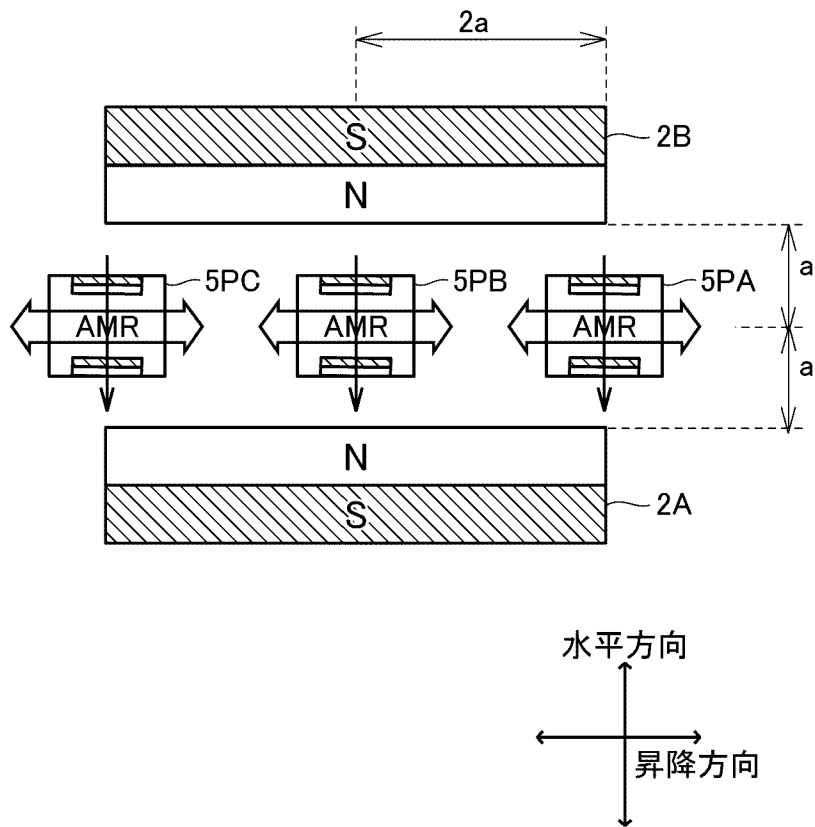
[図6]

FIG.6



[図7]

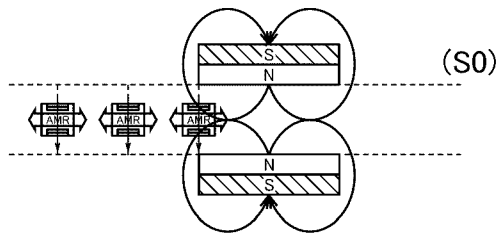
FIG.7



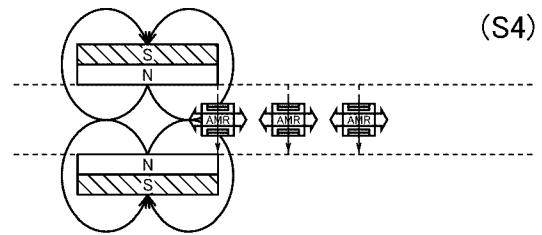
[図8]

FIG.8

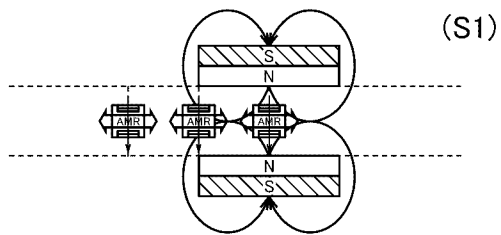
(A)



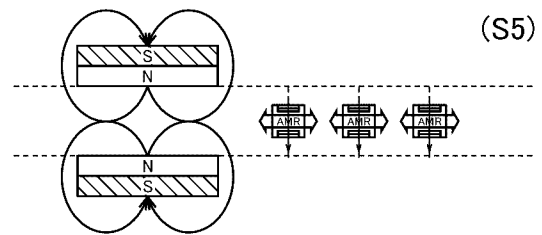
(E)



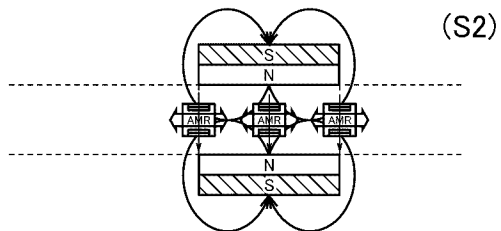
(B)



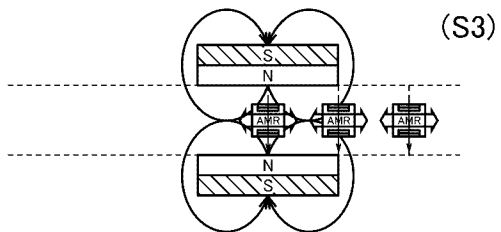
(F)



(C)

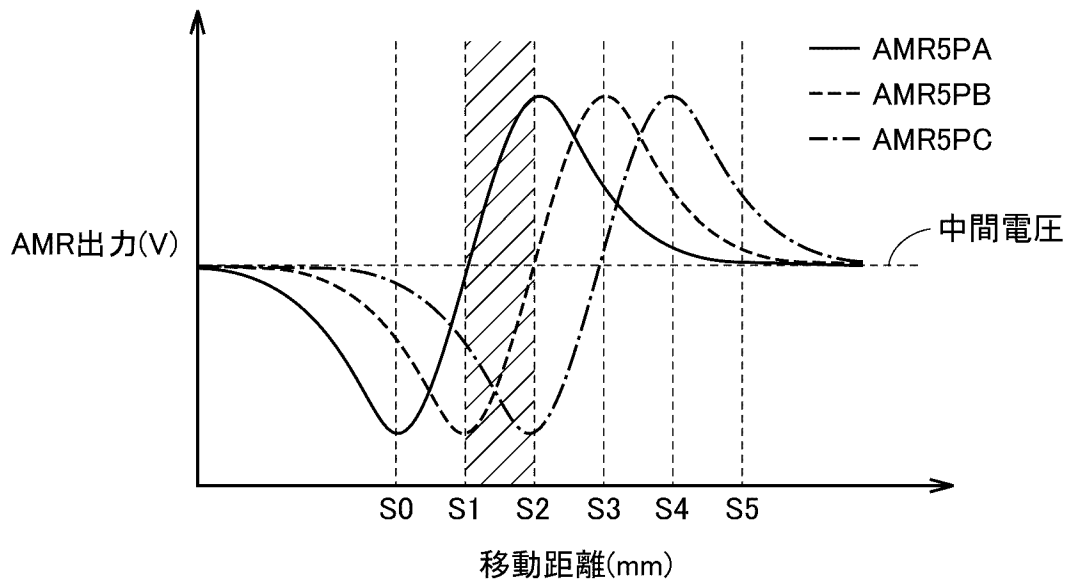


(D)



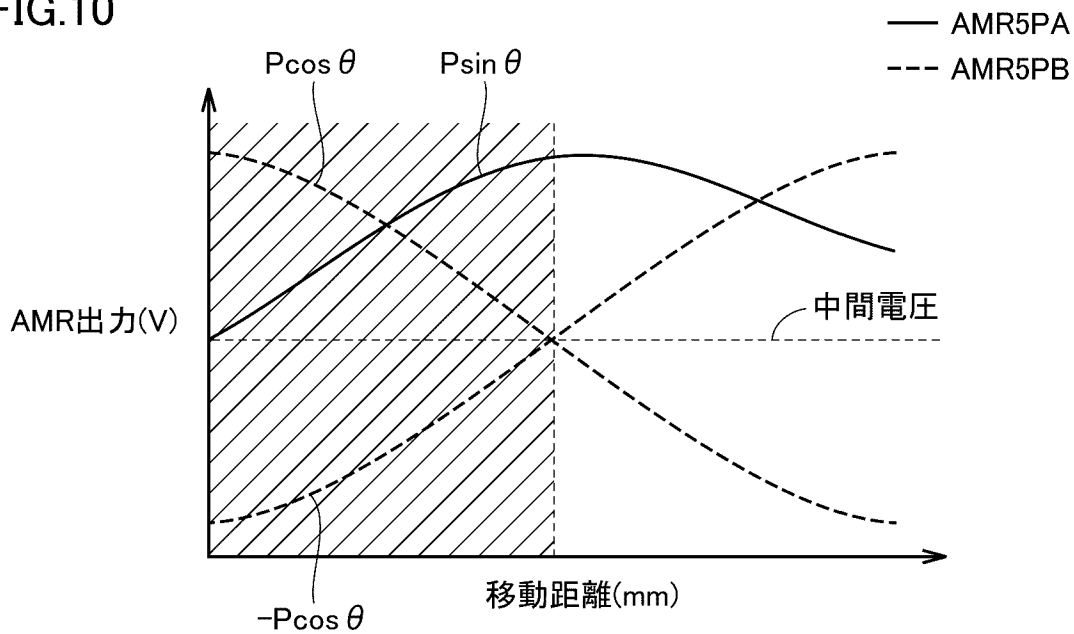
[図9]

FIG.9



[図10]

FIG.10



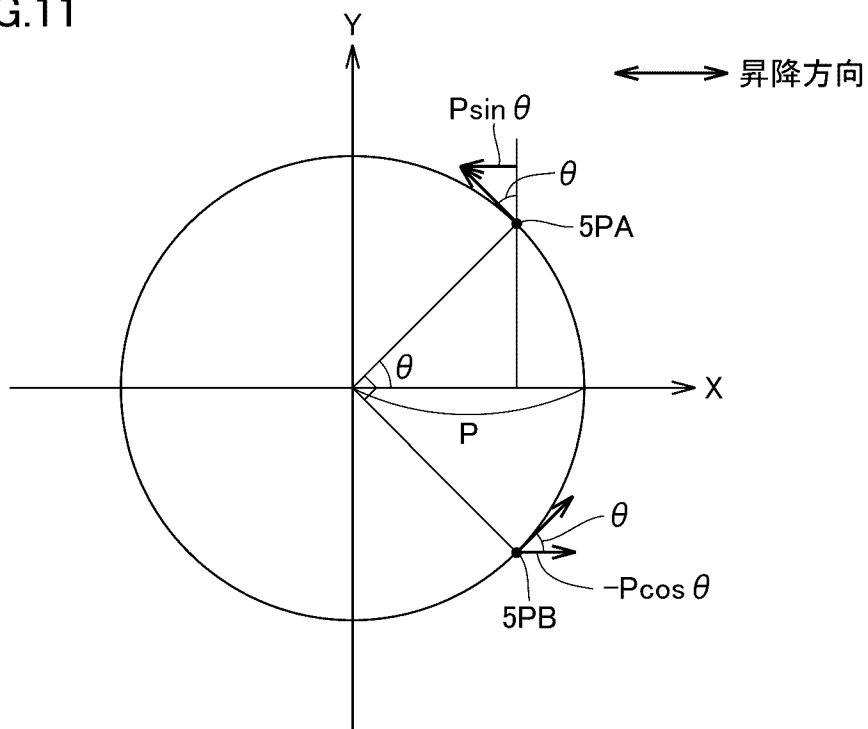
$$\text{AMR5PA} = P \sin \theta$$

$$\text{AMR5PB} = -P \cos \theta$$

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

[図11]

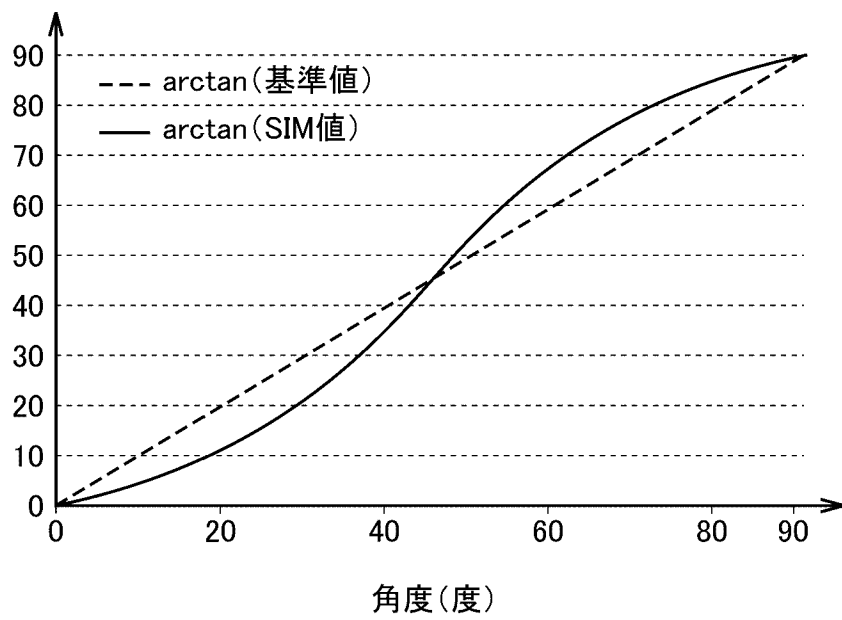
FIG.11



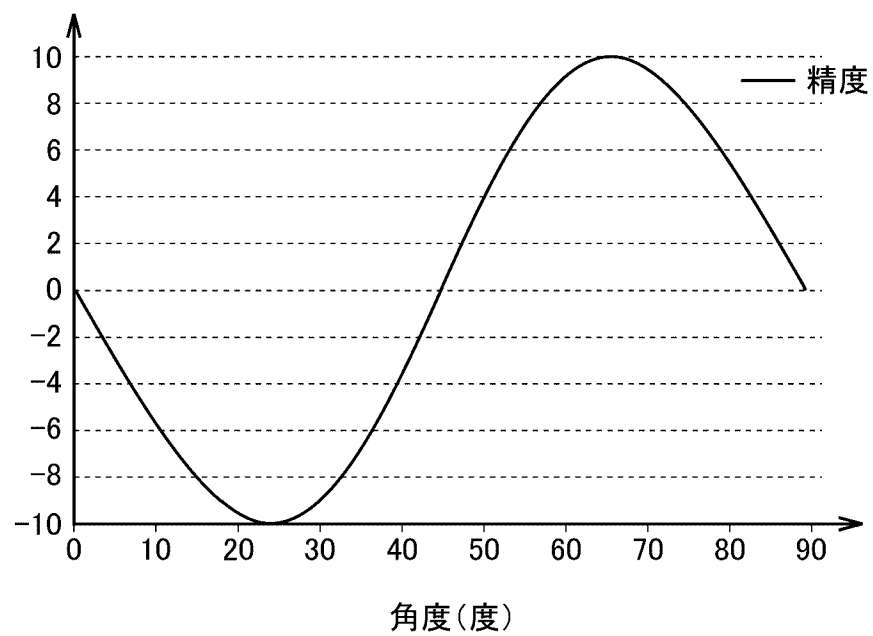
[図12]

FIG.12

(A) 角度

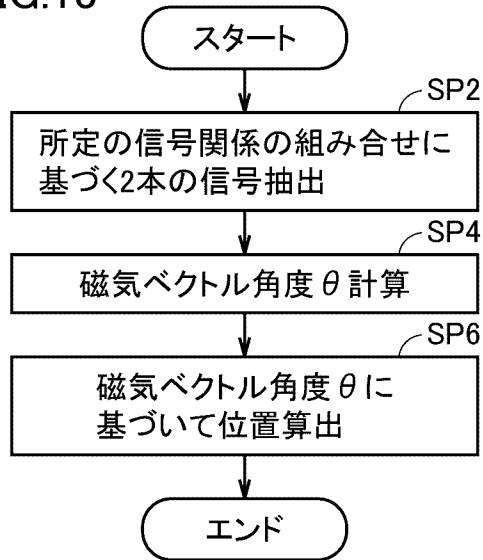


(B) 角度精度



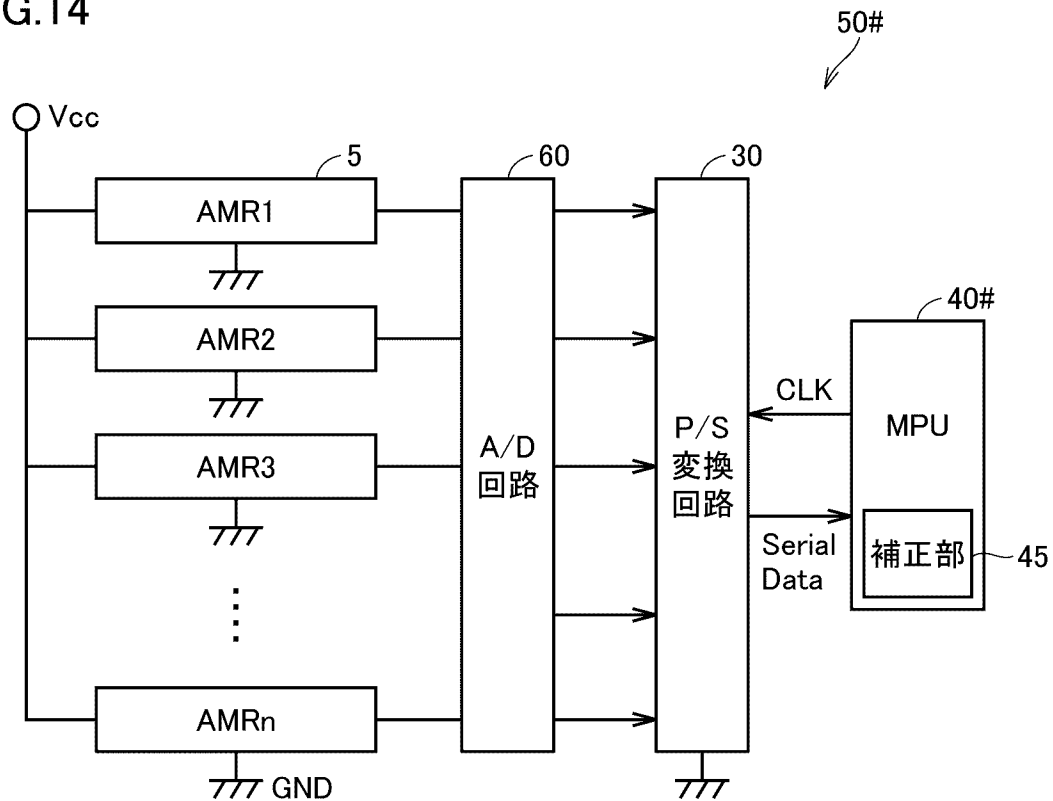
[図13]

FIG.13



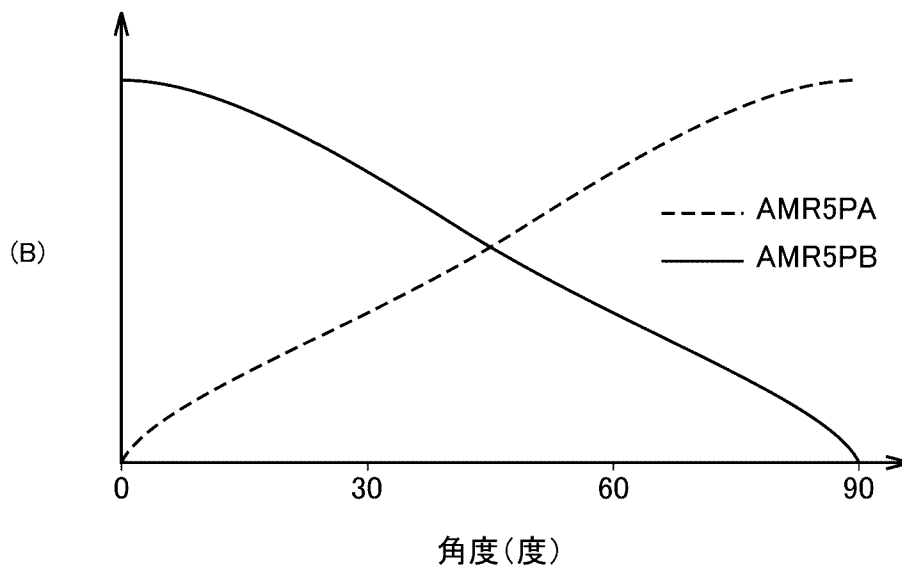
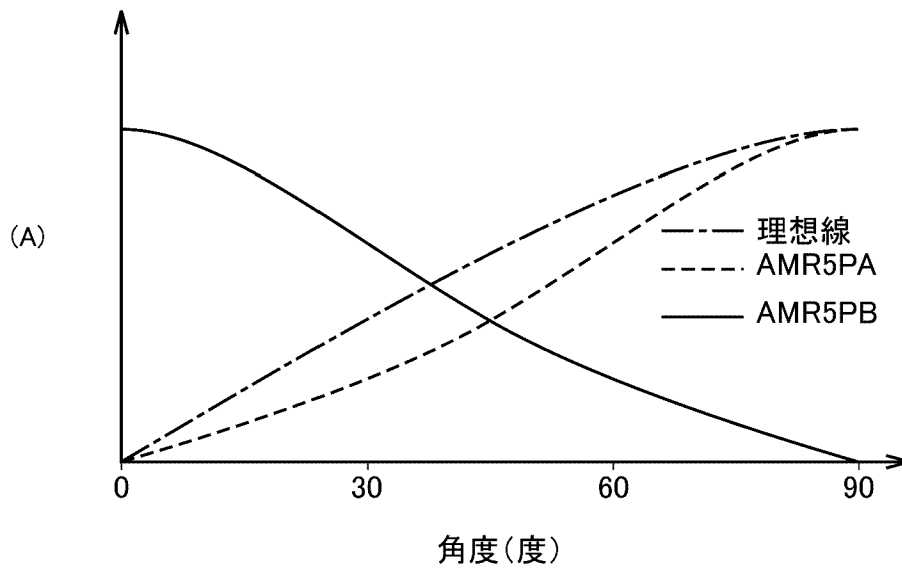
[図14]

FIG.14



[図15]

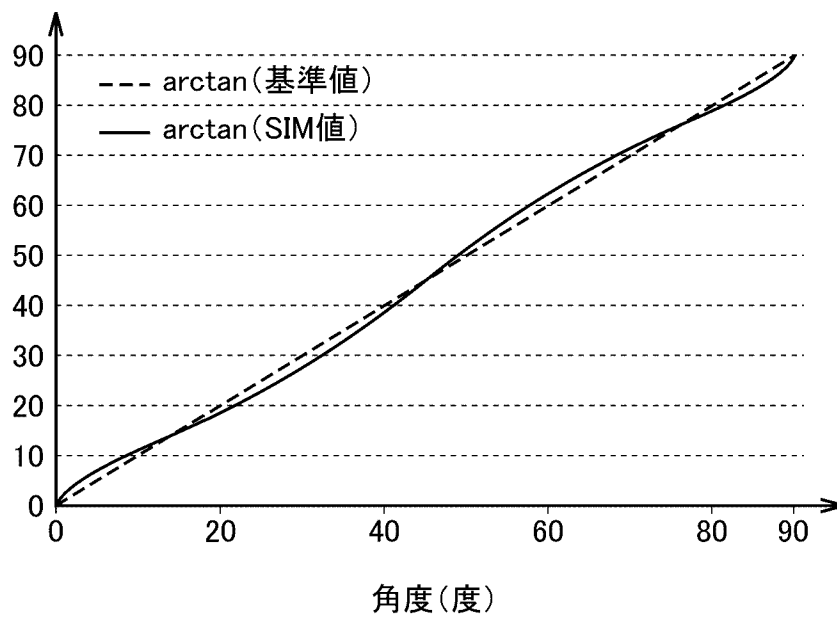
FIG.15



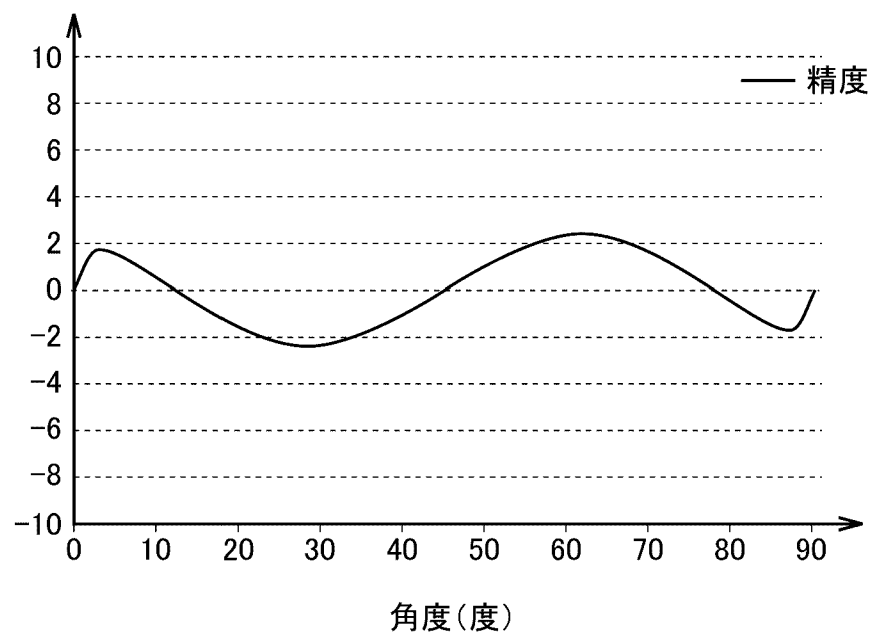
[図16]

FIG.16

(A) 角度

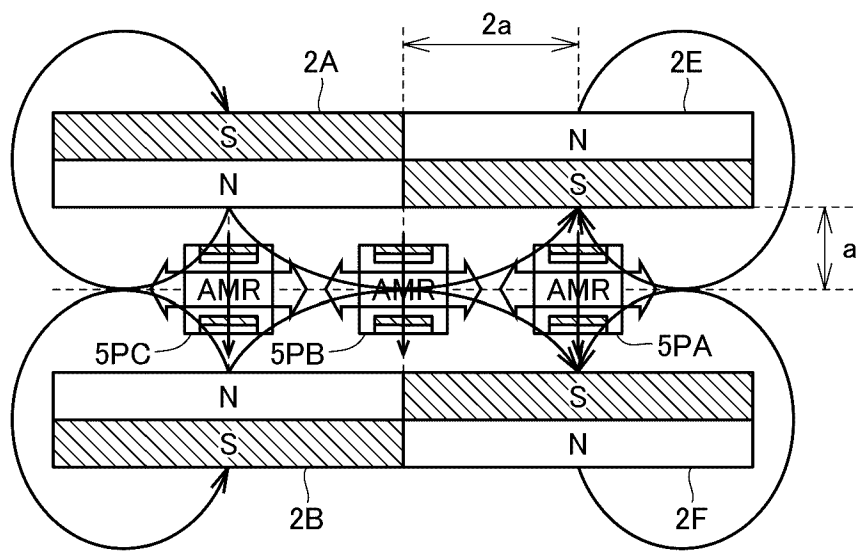


(B) 角度精度



[図17]

FIG.17



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/020203

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, G01D5/12, G01B7/00

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 2002-250652 A (NGK Spark Plug Co., Ltd.), 06 September 2002 (06.09.2002), entire text; all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 6-160157 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 07 June 1994 (07.06.1994), entire text; all drawings (Family: none)	1-9

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

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
15 June 2017 (15.06.17)

Date of mailing of the international search report
27 June 2017 (27.06.17)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/020203

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 2011-220795 A (Denso Corp.), 04 November 2011 (04.11.2011), paragraphs [0039] to [0052], [0067] to [0075]; fig. 11 to 13 & US 2011/0248705 A1 paragraphs [0047] to [0074], [0108] to [0135]; fig. 11 to 13C & DE 102011006488 A1 & CN 102235850 A	1-9
A	JP 2002-511571 A (Honeywell Inc.), 16 April 2002 (16.04.2002), entire text; all drawings & US 6097183 A & WO 99/053266 A1 & EP 1071919 A1 & DE 69903277 T2 & AT 225496 T & DK 1071919 T3	1-9
A	US 4976146 A (SENGHAAS, Karl A.), 11 December 1990 (11.12.1990), entire text; all drawings (Family: none)	1-9
P,A	WO 2016/163171 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 13 October 2016 (13.10.2016), entire text; all drawings & TW 201706575 A	1-9

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, G01D5/12, G01B7/00

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	JP 2002-250652 A (日本特殊陶業株式会社) 2002.09.06, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-9
A	JP 6-160157 A (三洋電機株式会社) 1994.06.07, 全文, 全図 (ファミリーなし)	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

15.06.2017

国際調査報告の発送日

27.06.2017

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)

公文代 康祐

2 F

4741

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

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 2011-220795 A (株式会社デンソー) 2011.11.04, 段落 [0039] - [0052] , [0067] - [0075] , 図 11-13 & US 2011/0248705 A1, 段落 [0047] - [0074] , [0108] - [0135] , 図 11-13C & DE 102011006488 A1 & CN 102235850 A	1-9
A	JP 2002-511571 A (ハネウエル・インコーポレーテッド) 2002.04.16, 全文, 全図 & US 6097183 A & WO 99/053266 A1 & EP 1071919 A1 & DE 69903277 T2 & AT 225496 T & DK 1071919 T3	1-9
A	US 4976146 A (SENGHAAS, Karl A.) 1990.12.11, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-9
P, A	WO 2016/163171 A1 (株式会社村田製作所) 2016.10.13, 全文, 全図 & TW 201706575 A	1-9