

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6458742号
(P6458742)

(45) 発行日 平成31年1月30日(2019.1.30)

(24) 登録日 平成31年1月11日(2019.1.11)

(51) Int.Cl. F I
GO1B 7/00 (2006.01) GO1B 7/00 I O3M
GO1D 5/20 (2006.01) GO1D 5/20 Q

請求項の数 3 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2016-8365 (P2016-8365)	(73) 特許権者	000002945
(22) 出願日	平成28年1月20日 (2016.1.20)		オムロン株式会社
(65) 公開番号	特開2017-129431 (P2017-129431A)		京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不
(43) 公開日	平成29年7月27日 (2017.7.27)		動堂町801番地
審査請求日	平成30年2月14日 (2018.2.14)	(74) 代理人	110000947
			特許業務法人あーく特許事務所
		(72) 発明者	小泉 昌之
			京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不
			動堂町801番地 オムロン株式会社内
		(72) 発明者	和澄 南
			京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不
			動堂町801番地 オムロン株式会社内
		(72) 発明者	黄 春梅
			京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不
			動堂町801番地 オムロン株式会社内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 近接センサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

予め定められた位置関係に配置された2以上のコイルと、
 これら前記コイルのうち複数のコイルの受信結果に基づいて、前記受信結果を得たコイルから被検出物体までの各距離情報をそれぞれ算出する距離算出部と、
 前記各距離情報および前記位置関係に基づいて前記被検出物体の位置を推定する位置推定部と
 を備え、

前記各コイルは、2以上の異なる組み合わせで選択的に励磁され、

前記距離算出部は、前記各コイルの選択的励磁毎に、複数のコイルから前記被検出物体までの前記各距離情報をそれぞれ算出し、

前記位置推定部は、前記位置関係および前記選択的励磁毎に算出された前記各距離情報に基づいて前記被検出物体の前記位置を推定することを特徴とする近接センサ。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の近接センサにおいて、

前記各コイルは、同軸に配置されていることを特徴とする近接センサ。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の近接センサにおいて、

前記各コイルは、同一平面上に配置されていることを特徴とする近接センサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、交流磁界の作用によって金属物体の接近（距離）を判別する近接センサ（近接スイッチともいう）に関し、特に、距離だけでなく方位（方向）も含めた位置を検出可能な近接センサに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、交流磁界の作用によって金属物体の接近（所定距離以内か否か）を判別する近接センサや近接スイッチなどが提案されている（例えば、特許文献1～3参照）。

【0003】

特許文献1に開示された近接センサでは、金属製の筐体の内部に2つの検出コイル（受信コイルやサーチコイルということもある）が設けられており、非磁性体金属や磁性体などの位置検出を行う。2つの検出コイルに矩形波電圧を印加して、各々の検出コイルに流れる電流を独立して検出してから差動回路等で差を演算するのではなく、直接電流の差の値を検出することにより、S/N比が良好であり高感度な近接センサを実現できる。また、各々の検出コイルは同じ磁気特性と電気特性を備えるため、温度変化でこれらの特性が変化したとしても夫々同じように変化するので、温度変化に起因するばらつきが生じ難い。

【0004】

例えば、特許文献1の図10～13に示された第三の実施形態では、円筒形状でオーステナイト系ステンレス製の筐体1001aの内部に、検出コイルL1006と参照コイルL1008とが対面状態で収納されており、非磁性体金属および磁性体金属がそれぞれ所定距離以内に近接したか否かを論理値として得ることができる。つまり、この特許文献1における位置検出とは、せいぜい1次元の距離を得ることに過ぎない。

【0005】

特許文献2に開示された近接スイッチでは、非磁性金属体をケース1として用いる。このケース1内には検知面側に検出コイル3、その背後に励振コイル2及び検出コイル4を設ける。励振コイル2を低周波で駆動し、物体が接近していないときの誘起電圧を互いに打ち消す方向に検出コイル3、4を直列接続する。そしてその電圧差を差動増幅回路によって検出して、磁性体金属の接近に基づく差動増幅出力の増加により磁性体金属を検出している。

【0006】

この特許文献2においても、せいぜい磁性体金属までの1次元の距離が得られるに過ぎない。

【0007】

特許文献3に開示された非接触検出装置でも、2つの検出コイルL1、L2が設けられている。第1検出コイルL1は被検出物体を検出するが、第2検出コイルL2は外来電磁波に対する補償を行うために設けられており、被検出物体による影響は受けない。つまり、2つの検出コイルL1、L2がともに被検出物体を検出するものではない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2012-185033号公報

【特許文献2】特開平07-029466号公報

【特許文献3】特開2014-086954号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

例えば、検出コイルが励磁コイルも兼ねる近接センサでは、検出コイルに流れる電流で発生した磁界によって、検出範囲内に存在する金属の被検出物体に渦電流が発生する。こ

10

20

30

40

50

の渦電流によって周囲に発生した渦電流磁界によって検出コイルに発生した電圧、換言すれば、被検出物体からの反射による検出コイルの電圧を検出することにより、被検出物体の近接を検出することができる。

【 0 0 1 0 】

図 1 2 は、従来の近接センサにおける 1 つのコイル 1 1 による被検出物体 W の位置検出の原理を説明する概略断面図である。

【 0 0 1 1 】

被検出物体 W からの反射によるコイル 1 1 の電圧 V 1 は、被検出物体 W からコイル 1 1 までの距離に対応するスカラー量であり、この電圧 V 1 が一定になる距離を結ぶと、図 1 2 に示すように、コイル 1 1 を囲む閉曲線（例えば、やや扁平な円形の曲線）L 1 になる。なお、この曲線 L 1 は、実際にはコイル 1 1 の中心軸を回転軸とする回転曲面である。

10

【 0 0 1 2 】

被検出物体 W が、例えばコイル 1 1 の正面方向であろうと側方であろうと、曲線 L 1 上に存在する限り、コイル 1 1 の電圧 V 1 は変わらない。つまり、この電圧 V 1 だけに基づいて被検出物体 W の位置検出をしても、被検出物体 W までの距離が検出できるだけであって、方位は検出できないのである。

【 0 0 1 3 】

従来技術のこのような課題に鑑み、本発明の目的は、被検出物体までの距離だけでなく方位も含めた位置を検出可能な近接センサを提供することである。

【課題を解決するための手段】

20

【 0 0 1 4 】

上記目的を達成するため、本発明の近接センサは、予め定められた位置関係に配置された 2 以上のコイルと、これら前記コイルのうち複数のコイルの受信結果に基づいて、前記受信結果を得たコイルから被検出物体までの各距離情報をそれぞれ算出する距離算出部と、前記各距離情報および前記位置関係に基づいて前記被検出物体の位置を推定する位置推定部とを備えることを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

例えば、3 以上のコイルがある場合、距離算出部は、それらのうちの 2 つのコイルの受信結果に基づいて被検出物体までの各距離情報をそれぞれ算出してよい。

【 0 0 1 6 】

30

また、本発明の近接センサにおいて、前記各コイルは、2 以上の異なる組み合わせで選択的に励磁され、前記距離算出部は、前記各コイルの選択的励磁毎に、複数のコイルから前記被検出物体までの前記各距離情報をそれぞれ算出し、前記位置推定部は、前記位置関係および前記選択的励磁毎に算出された前記各距離情報に基づいて前記被検出物体の前記位置を推定してもよい。

【 0 0 1 7 】

前記各コイルは、同軸に配置されていてもよいし、同一平面上に配置されていてもよい。または、同軸で且つ同一平面上に配置されていてもよい。

【 0 0 1 8 】

このような構成の近接センサによれば、被検出物体までの距離だけでなく方位も含めた位置が検出可能となる。

40

【発明の効果】

【 0 0 1 9 】

本発明の近接センサによれば、被検出物体までの距離だけでなく方位も含めた位置が検出可能となる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 0 】

【図 1】本発明の一実施形態に係る近接センサ 1 のコイル部 1 0 による被検出物体 W の位置検出の原理を説明する概略断面図である。

【図 2】(a) ~ (d) は近接センサ 1 のコイル部 1 0 が異なる 2 通りのパターンで励磁

50

された場合のそれぞれの磁界と被検出物体Wとの位置関係を示す概略断面図である。

【図3】(a)～(c)はコイル部10の第1変形例として、3つのコイル11～13を有するコイル部10Aが異なる3通りのパターンで励磁された場合のそれぞれの磁界を示す概略断面図である。

【図4】コイル部10に用いるコアの具体例を示す概略断面図である。

【図5】(a)、(b)はコイル部10Aに用いるコアの具体例をそれぞれ示す概略断面図である。

【図6】(a)、(b)はコイル部10の第2変形例であるコイル部10Bおよび第3変形例であるコイル部10Cをそれぞれ示す概略断面図である。

【図7】(a)、(b)はコイル部10の具体的な励磁パターンをそれぞれ示す概略断面図である。

【図8】(a)～(c)はコイル部10Bの具体的な励磁パターンをそれぞれ示す概略断面図である。

【図9】(a)～(g)はコイル部10Aの具体的な励磁パターンをそれぞれ示す概略断面図である。

【図10】(a)～(g)はコイル部10Cの具体的な励磁パターンをそれぞれ示す概略断面図である。

【図11】コイル部10を備える近接センサ1の受信関連部分の概略構成を示すブロック図である。

【図12】従来の近接センサにおける1つの検出コイルによる被検出物体Wの位置検出の原理を説明する概略断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、本発明のいくつかの実施形態を、図面を参照して説明する。

【0022】

(1) 近接センサ1による位置検出の原理

図1は本発明の一実施形態に係る近接センサ1のコイル部10による被検出物体Wの位置検出の原理を説明する概略断面図である。

【0023】

この図1に示すように、近接センサ1は、円形のコイル11と、このコイル11と同軸に配置された直径がより大きな円形のコイル12とを有するコイル部10を備えている。なお、これらのコイル11、12は、配置面を少しずらしてそれぞれの断面を図示しているが、実際には同一平面上に配置されている。ただし、同一平面上の配置に限るわけではない。

【0024】

図12を参照して説明した従来の近接センサと同様に、被検出物体Wからの反射によるコイル11の電圧V1によって被検出物体Wまでの距離が検出できるので、この電圧V1が一定になる距離を結ぶと、コイル11を囲む閉曲線(例えば、やや扁平な円形の曲線)L1になる。また、被検出物体Wからの反射によるコイル12の電圧V2によっても被検出物体Wまでの距離が検出できるが、この電圧V2が一定になる距離を結ぶと、コイル12を囲む閉曲線(例えば、横長ピーナッツに似た形状の曲線)L2になる。なお、曲線L1だけでなく曲線L2も、実際にはコイル11、12の中心軸を回転軸とする回転曲面である。

【0025】

被検出物体Wは曲線L1上に存在し、且つ曲線L2上にも存在するのであるから、被検出物体Wは曲線L1、L2の交点上に存在することになる。つまり、コイル11、12の位置関係が既知であれば、被検出物体Wまでの距離だけでなく方位も含めた位置を検出することができる。ただし、3次元空間での位置を特定できるわけではない。図中でも2つの交点が存在するように、実際にはコイル11、12と同軸でこれらの交点を通る円周上ということが推定できるだけである。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 6 】

しかし、例えば、被検出物体Wの移動方向が所定の直線上に制約されていれば、その直線との交点として被検出物体Wの3次元空間での位置を特定することも可能になる。

【 0 0 2 7 】

方位も含めた位置や3次元空間での位置が特定できることで、近接センサとしては、例えば、コイルの中心軸の方向に存在する金属物体に対してのみ出力（検出動作）を行い、コイルの半径方向に存在する金属物体に対しては出力（検出動作）を行わないことも可能となる。つまり、コイルの中心軸の方向に存在する金属物体は被検出物体として検出し、コイルの半径方向に存在する金属物体はセンサの取り付け治具などとして無視することができる。これにより、近接センサの固定に金属製の取り付け治具を用いた場合と用いない場合とで、センサの出力（検出動作）が変化することを回避できる。そして、近接センサの取り付けの利便性を向上することができる。

10

【 0 0 2 8 】

(2) 近接センサ1のコイル部10の励磁パターン

図2(a)～(d)は近接センサ1のコイル部10が異なる2通りのパターンで励磁された場合のそれぞれの磁界と被検出物体Wとの位置関係を示す概略断面図である。なお、それぞれの図の左端がコイル11、12の中心軸の位置に対応しており（中心軸自体の図示は省略）、コイル11、12の右半分のみを示している。また、励磁パターン（単にパターンともいう）とは、例えば、励磁するコイルの組み合わせ、励磁する電流の向きの組み合わせ（それぞれのコイルで右回りの電流と左回りの電流とがある）、励磁電流の大きさの組み合わせ（それぞれのコイルの電流の大きさを何段階かに変化させる）などのことであるが、これらに限らない。

20

【 0 0 2 9 】

図1に示した近接センサ1による位置検出の原理では、最も単純に、コイル部10のコイル11、12を1つずつ励磁し、コイル11、12それぞれの電圧V1、V2を求めていた。このような励磁パターンに限らず、例えば、図2(a)～(d)に示すように、コイル11、12の両方を同時に励磁する場合（図2(a)、(c)）と、内側のコイル11のみを励磁する場合（図2(b)、(d)）とで異なるパターンの励磁空間を形成して、コイル11、12それぞれの電圧V1、V2を求めてもよい。

【 0 0 3 0 】

図2(b)と図2(d)はコイル11のみを励磁する励磁状態を示している。図2(b)と図2(d)とを比較した場合、図中の被検出物体Wの位置は異なっているが、被検出物体Wに鎖交する磁界の大きさが同程度であるため、反射によってコイル11に生じる電圧V1は図2(b)の場合と図2(d)の場合で同程度となる。次に、図2(a)と図2(c)はコイル11とコイル12を互いに逆向きの電流で励磁する励磁状態を示している。図2(a)(右上)と図2(c)とを比較した場合、被検出物体Wの位置に応じて鎖交する磁界の大きさが異なっているため、反射によってコイル11に生じる電圧V1は図2(a)の場合と図2(b)の場合で異なる。

30

【 0 0 3 1 】

図2(a)と図2(b)はコイルの中心軸方向の被検出物体Wを検出している。この図2(a)と図2(b)とを比較した場合、コイル11のみを励磁する図2(b)に比べ、図2(a)のほうがV1は増加する。また、図2(c)と図2(d)はコイルの半径方向の被検出物体Wを検出している。この図2(c)と図2(d)とを比較した場合は、コイル11のみを励磁する図2(d)に比べ、図2(c)のほうがV1は減少する。つまり、励磁パターンを変えた際の受信電圧の変化を検出することで、被検出物体Wの方位に関する情報を得られたということになる。

40

【 0 0 3 2 】

ここではコイル11での電圧V1についてのみ説明したが、励磁パターンを変えた際のコイル12での電圧V2の値も用いることで被検出物体Wの位置検出の精度が高まる。つまり、コイル11、12の位置関係が既知であれば、コイル部10の2コイル（コイル1

50

1、12の両方)を励磁したときにコイル11から取得された受信信号1(電圧 V_1)およびコイル12から取得された受信信号2(電圧 V_2)と、1コイル(コイル11)のみを励磁したときにコイル11から取得された受信信号3(電圧 V_1)およびコイル12から取得された受信信号4(電圧 V_2)とに基づいて、方位や位置に重み付けを行うことで、被検出物体Wの位置情報を高精度に求めることができる。

【0033】

なお、近接センサ1の具体的構成としては、各パターンによるコイル11、12の励磁と受信信号の取得とは同時に行ってもよいし、時分割で行ってもよい。なお、コイル11、12のいずれかを励磁しない場合であっても、コイル11、12両方の受信信号を常に取得してもよいし、受信信号を取得する時間を限定してもよい。

10

【0034】

(3)コイル部10の第1変形例(コイル部10A)と励磁パターン

図3(a)~(c)はコイル部10の第1変形例として、3つのコイル11~13を有するコイル部10Aが異なる3通りのパターンで励磁された場合のそれぞれの磁界を示す概略断面図である。なお、それぞれの図の左端がコイル11~13の中心軸Xの位置に対応しており(図3(b)、(c)では中心軸X自体の図示を省略)、コイル11~13の右半分のみを示している。

【0035】

近接センサ1のコイル部10のコイルは2つに限るわけではなく、例えば、図3(a)~(c)に示すように、コイル11、12に加えて、これらと同軸に配置された直径がより大きな円形のコイル13とを有してもよい。

20

【0036】

そして、例えば、コイル部10Aのコイル11~13のすべてを同時に励磁する場合(図3(a))と、内側2つのコイル11、12を励磁する場合(図3(b))と、最も内側のコイル11のみを励磁する場合(図3(c))とで異なるパターンの励磁空間を形成して、コイル11~13それぞれの電圧 V_1 ~ V_3 を求めてもよい。このようにしても、方位に重み付けを行った被検出物体Wの位置情報を求めることができる。

【0037】

(4)コイル部10、10Aやコアの具体例やさらなる変形例

図4はコイル部10に用いるコアの具体例を示す概略断面図である。図5(a)、(b)はコイル部10Aに用いるコアの具体例をそれぞれ示す概略断面図である。図6(a)、(b)はコイル部10の第2変形例であるコイル部10Bおよび第3変形例であるコイル部10Cをそれぞれ示す概略断面図である。

30

【0038】

コイル11、12を有するコイル部10には、図4に示すように、コイル11の内側とコイル11、12の間とに入るコア21を用いてもよい。

【0039】

また、コイル11~13を有するコイル部10Aには、図5(a)に示すように、コア21を用いてもよいし、図5(b)に示すように、コイル11の内側とコイル11、12の間とコイル12、13の間とに入るコア21Aを用いてもよい。

40

【0040】

コイル部10の第2変形例としては、図6(a)に示すように、2つのコイル11を中心軸方向に配置したコイル部10Bも考えられる。この場合、2つのコイル11の内側に入るコア22を用いてもよい。

【0041】

また、コイル部10の第3変形例として、図6(b)に示すように、3つのコイル11を中心軸方向に等間隔で配置したコイル部10Cも考えられる。この場合、3つのコイル11の内側に入るコア22Aを用いてもよい。

【0042】

(5)コイル部10~10Cの具体的な励磁パターン

50

図7(a)、(b)はコイル部10の具体的な励磁パターンをそれぞれ示す概略断面図である。図8(a)~(c)はコイル部10Bの具体的な励磁パターンをそれぞれ示す概略断面図である。図9(a)~(g)はコイル部10Aの具体的な励磁パターンをそれぞれ示す概略断面図である。図10(a)~(g)はコイル部10Cの具体的な励磁パターンをそれぞれ示す概略断面図である。なお、これらの図中の実線が励磁するコイル、破線が励磁しないコイルをそれぞれ示している。

【0043】

コイル部10の具体的な励磁パターンとしては、図2を参照して既に説明したように、例えば、コイル11、12の両方を同時に励磁する場合(図7(a)参照)と、内側のコイル11のみを励磁する場合(図7(b)参照)とが考えられるが、他にも、外側のコイル12のみを励磁するパターンもあり得る。

10

【0044】

コイル部10Bの具体的な励磁パターンとしては、図8(a)~(c)に示す3通りのパターンが考えられる。

【0045】

コイル部10Aの具体的な励磁パターンとしては、例えば、図9(a)~(g)に示す7通りのパターンが考えられる。

【0046】

コイル部10Cの具体的な励磁パターンとしては、図10(a)~(g)に示す7通りのパターンが考えられる。

20

【0047】

(6) 近接センサ1の受信関連部分の概略構成

図11はコイル部10を備える近接センサ1の受信関連部分の概略構成を示すブロック図である。

【0048】

この図11に示すように、近接センサ1は、受信関連部分として、予め定められた位置関係に配置されたコイル11、12と、コイル11の電圧V1から被検出物体Wまでの第1距離情報d1を算出する第1距離算出部31と、コイル12の電圧V2から被検出物体Wまでの第2距離情報d2を算出する第2距離算出部32と、コイル11、12の位置関係と第1距離情報d1および第2距離情報d2とに基づいて被検出物体Wの位置(距離および方位)を推定する位置推定部33とを備えている。

30

【0049】

これらの他にも、近接センサ1は、コイル11、12を選択的に励磁する励磁回路なども備えている。この励磁回路によって、コイル11、12は異なるパターンで励磁される。

【0050】

また、第1距離算出部31と第2距離算出部32とは必ずしも独立している必要はなく、1つの距離算出部が第1距離情報d1および第2距離情報d2をとともに算出するようにしてもよい。このような距離算出部と位置推定部33とを1つにまとめてもよい。コイル11、12の位置関係は、予め位置推定部33に記憶させておいてもよい。

40

【0051】

位置推定部33が推定する被検出物体Wの位置とは、被検出物体Wまでの距離および方位であるが、図1を参照して説明したように、3次元空間での位置を特定できるわけではない。実際には、コイル11、12と同軸の円周上ということが推定できるだけである。

【0052】

なお、本発明は、その主旨または主要な特徴から逸脱することなく、他のいろいろな形で実施することができる。そのため、上述の各実施形態や各実施例はあらゆる点で単なる例示にすぎず、限定的に解釈してはならない。本発明の範囲は特許請求の範囲によって示すものであって、明細書本文にはなんら拘束されない。さらに、特許請求の範囲の均等範囲に属する変形や変更は、全て本発明の範囲内のものである。

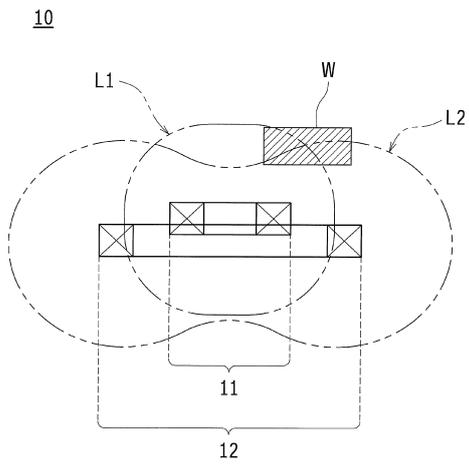
50

【符号の説明】

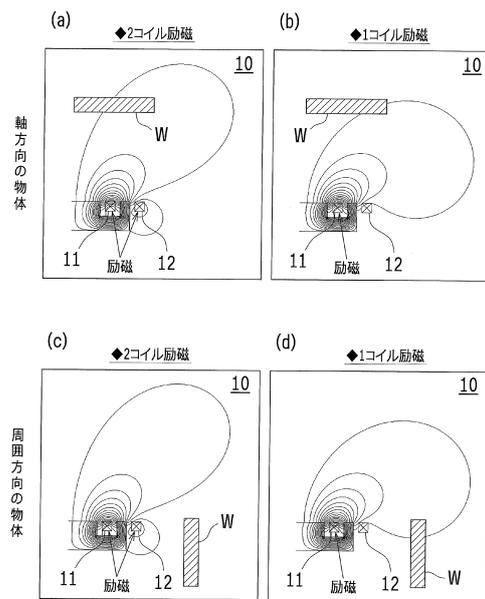
【0053】

- 1 近接センサ
- 10、10A、10B、10C
コイル部
- 11、12、13
コイル
- 21、21A、22、22A
コア
- 31 第1距離算出部
- 32 第2距離算出部
- 33 位置推定部

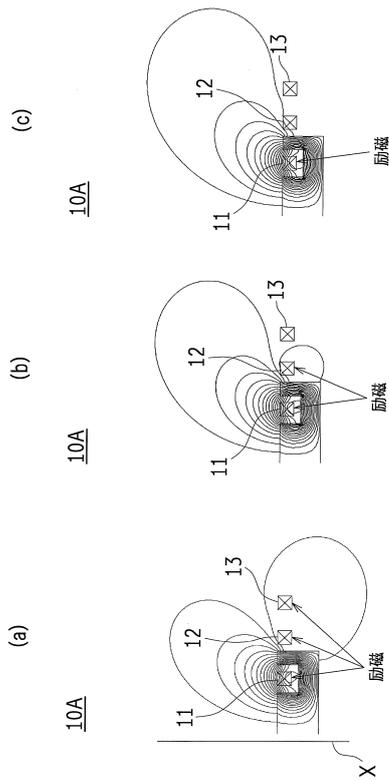
【図1】



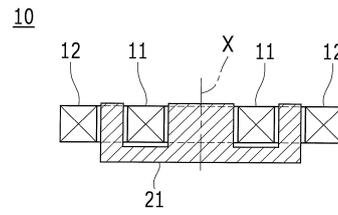
【図2】



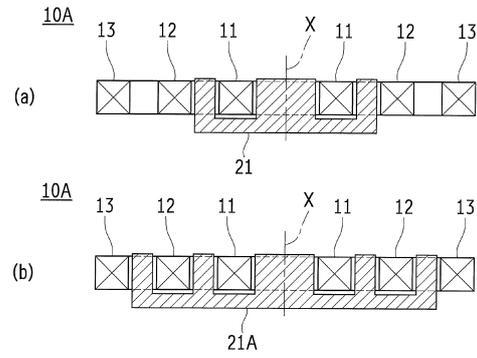
【 図 3 】



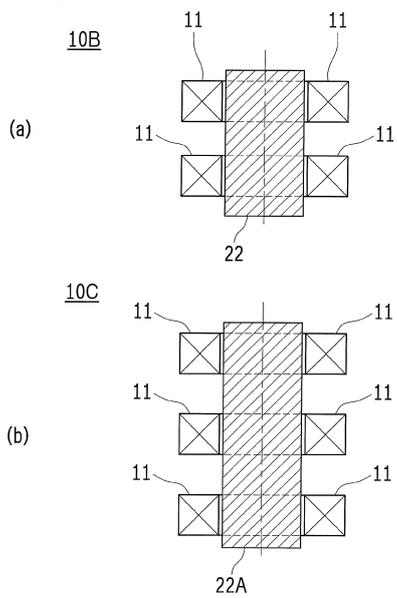
【 図 4 】



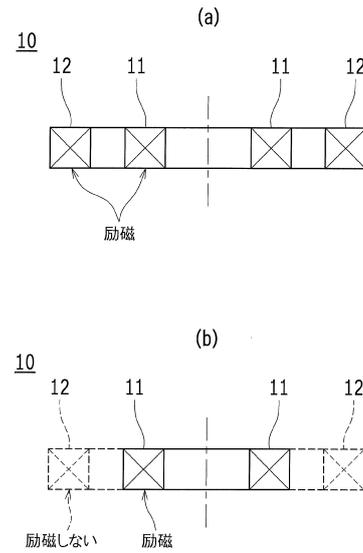
【 図 5 】



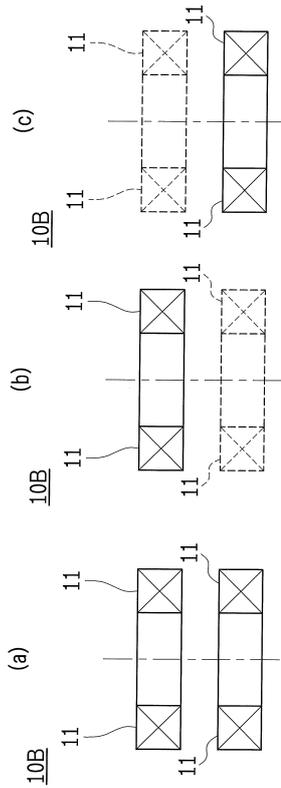
【 図 6 】



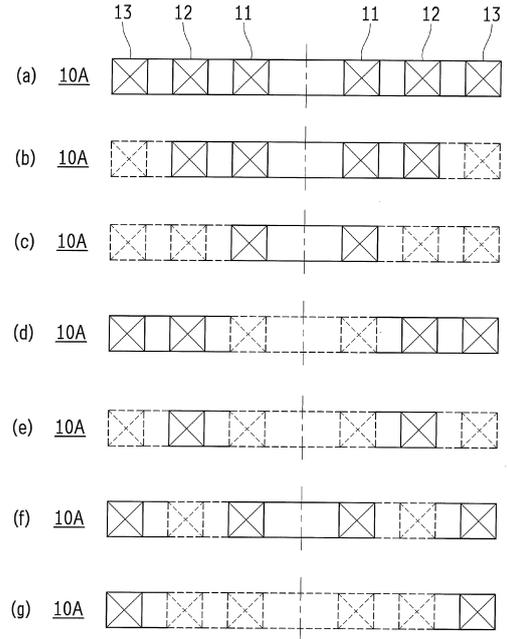
【 図 7 】



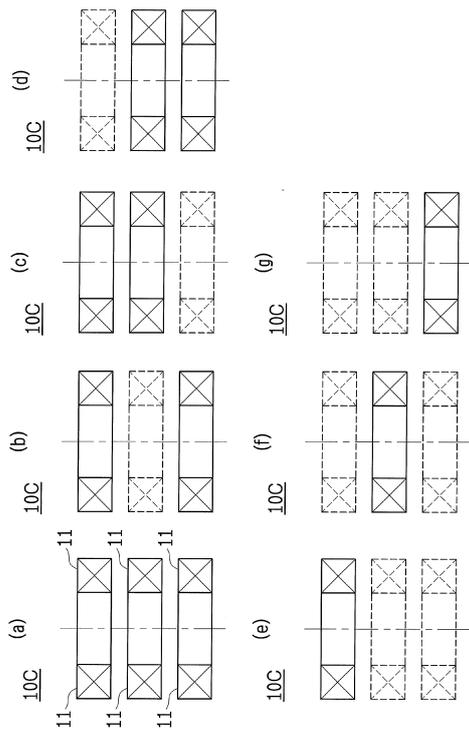
【 図 8 】



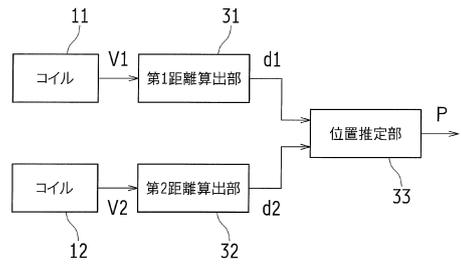
【 図 9 】



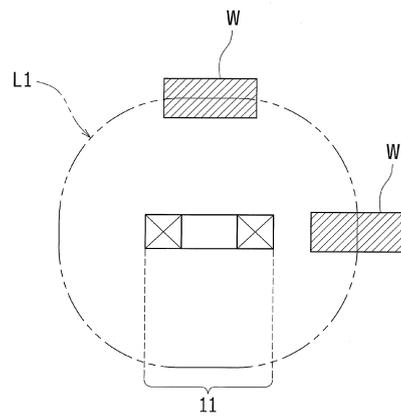
【 図 10 】



【 図 11 】



【 図 12 】



フロントページの続き

(72)発明者 本間 健次

京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 オムロン株式会社内

審査官 八木 智規

(56)参考文献 特開2008-2202(JP,A)

特開平5-79805(JP,A)

特開2003-275164(JP,A)

米国特許出願公開第2002/36496(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01B 7/00 - 7/34

G01D 5/00 - 5/252

G01D 5/39 - 5/62