(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2017-142200
(P2017-142200A)
(43)公開日　平成29年8月17日(2017.8.17)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
G01D 5/20	(2006.01)	G01D	5/20	K	2F077

審査請求 未請求　請求項の数 6　ＯＬ　（全 9 頁）

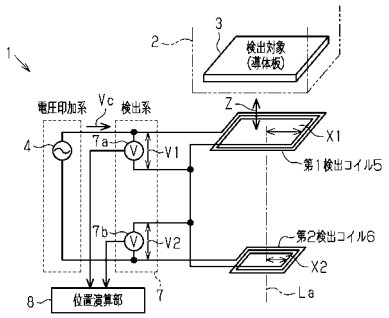
(21)出願番号　特願2016-24695(P2016-24695)
(22)出願日　平成28年2月12日(2016.2.12)

(71)出願人　000003551
株式会社東海理化電機製作所
愛知県丹羽郡大口町豊田三丁目２６０番地
(74)代理人　100105957
弁理士　恩田　誠
(74)代理人　100068755
弁理士　恩田　博宣
(72)発明者　古賀　健一
愛知県丹羽郡大口町豊田三丁目２６０番地
株式会社東海理化電機製作所内

Ｆターム(参考)　2F077 CC02 FF03 FF11 FF31 TT06
UU07

(54)【発明の名称】位置検出装置

(57)【要約】
【課題】位置検出の精度を確保することができる位置検出装置を提供する。
【解決手段】位置検出装置１は、検出対象３に対し近い側に配置された第１検出コイル５と、検出対象３に対し遠い側に配置された第２検出コイル６（リファレンスコイル）とを備える。第１検出コイル５及び第２検出コイル６の出力（検出電圧）は、検出対象３との距離に応じて変化する。位置演算部８は、第１検出コイル５及び第２検出コイル６の出力（検出電圧）を基に、検出対象３（被検出部２）の位置を求める。第２検出コイル６は、第１検出コイル５よりも巻線径が小さく形成されている。これにより、第１検出コイル５の出力の最大値と第２検出コイル６の出力の最大値とを等しくする。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
電源から交流電圧を検出コイルに印加し、検出対象との距離に応じて変化する前記検出コイルの出力信号を基に、位置演算部によって前記検出対象の位置を検出する位置検出装置において、
前記検出コイルは、前記検出対象に対し近い側に位置する第１検出コイルと、前記検出対象に対し遠い側に位置する第２検出コイルとを備え、
当該第１検出コイル及び第２検出コイルは、前記検出対象の位置検出範囲において前記第１検出コイルの出力の波形と前記第２検出コイルの出力の波形とが交差するように、形状が異なって形成され、
前記位置演算部は、前記第１検出コイル及び第２検出コイルの各出力信号を基に、前記検出対象の位置を演算する
ことを特徴とする位置検出装置。
【請求項２】
前記第１検出コイル及び第２検出コイルは、前記検出対象の位置検出範囲において前記第１検出コイルの出力の最大値と前記第２検出コイルの出力の最大値とが同じとなるように、形状が形成されている
請求項１に記載の位置検出装置。
【請求項３】
前記第１検出コイル及び第２検出コイルは、前記検出対象の移動方向に沿って並んで配置されている
請求項１又は２に記載の位置検出装置。
【請求項４】
前記第１検出コイル及び第２検出コイルは、流れる電流の方向が互いに逆となるように、巻き方向が逆となっている
請求項１～３のうちいずれか一項に記載の位置検出装置。
【請求項５】
前記第２検出コイルは、前記第１検出コイルよりも巻線径が小さくなるように形成されている
請求項１～４のうちいずれか一項に記載の位置検出装置。
【請求項６】
前記第２検出コイルは、前記第１検出コイルよりも巻数が少なく形成されている
請求項１～４のうちいずれか一項に記載の位置検出装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、検出対象の位置を検出する位置検出装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
従来、検出対象の位置を検出位置検出装置として、検出対象としての金属部を検出コイルに対向配置させ、この金属部が移動したときの検出コイルのインダクタンスの変化を検出することにより、検出対象の位置を検出する技術が周知である（特許文献１等参照）。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特表２００７－５０５５３４号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
この種の位置検出装置においては、検出対象の位置を精度よく行いたいニーズがあった

。
本発明の目的は、位置検出の精度を確保することができる位置検出装置を提供することにある。
【課題を解決するための手段】
【０００５】
前記問題点を解決する位置検出装置は、電源から交流電圧を検出コイルに印加し、検出対象との距離に応じて変化する前記検出コイルの出力信号を基に、位置演算部によって前記検出対象の位置を検出する構成において、前記検出コイルは、前記検出対象に対し近い側に位置する第１検出コイルと、前記検出対象に対し遠い側に位置する第２検出コイルとを備え、当該第１検出コイル及び第２検出コイルは、前記検出対象の位置検出範囲において前記第１検出コイルの出力の波形と前記第２検出コイルの出力の波形とが交差するように、形状が異なって形成され、前記位置演算部は、前記第１検出コイル及び第２検出コイルの各出力信号を基に、前記検出対象の位置を演算する。
【０００６】
本構成によれば、第１検出コイルの出力の波形と第２検出コイルの出力の波形とが等しくなるように、これらコイルの形状を設定した。このため、第１検出コイル及び第２検出コイルの出力を検出する検出回路のダイナミックレンジを低くすることが可能となる。よって、第１検出コイル及び第２検出コイルの出力を検出回路で検出するにあたり、検出する値の誤差を低く抑えることが可能となるので、位置検出の精度を向上することが可能となる。
【０００７】
前記位置検出装置において、前記第１検出コイル及び第２検出コイルは、前記検出対象の位置検出範囲において前記第１検出コイルの出力の最大値と前記第２検出コイルの出力の最大値とが同じとなるように、形状が形成されていることが好ましい。この構成によれば、第１検出コイルの出力の最大値と第２検出コイルの出力の最大値とが等しくなるように、これらコイルの形状を設定した。このため、第１検出コイル及び第２検出コイルの出力を検出する検出回路のダイナミックレンジを、極力低くすることが可能となり、位置検出精度の向上に一層有利となる。
【０００８】
前記位置検出装置において、前記第１検出コイル及び第２検出コイルは、前記検出対象の移動方向に沿って並んで配置されていることが好ましい。この構成によれば、第１検出コイル及び第２検出コイルをバランスよく配置するので、第１検出コイルの出力の最大値と第２検出コイルの出力の最大値とを、同一に合わせ易くすることが可能となる。
【０００９】
前記位置検出装置において、前記第１検出コイル及び第２検出コイルは、流れる電流の方向が互いに逆となるように、巻き方向が逆となっていることが好ましい。この構成によれば、検出対象が第１検出コイルに対して接近又は離隔するとき、第１検出コイル及び第２検出コイルのインダクタンスは、増減が互いに逆方向に変化する。このため、検出対象の位置を演算するにあたって、演算結果の変動幅を大きくとることが可能となる。よって、検出対象の位置を、より正しく検出するのに有利となる。
【００１０】
前記位置検出装置において、前記第２検出コイルは、前記第１検出コイルよりも巻線径が小さくなるように形成されていることが好ましい。この構成によれば、第１検出コイルに対して第２検出コイルの巻線径を小さくするという簡素な構成により、第１検出コイルの出力の最大値と第２検出コイルの出力の最大値とを同一に設定することが可能となる。
【００１１】
前記位置検出装置において、前記第２検出コイルは、前記第１検出コイルよりも巻数が少なく形成されていることが好ましい。この構成によれば、第１検出コイルに対して第２検出コイルの巻数を少なくするという簡素な構成により、第１検出コイルの出力の最大値と第２検出コイルの出力の最大値とを同一に設定することが可能となる。

【発明の効果】
【００１２】
本発明によれば、位置検出装置において、位置検出の精度を確保することができる。
【図面の簡単な説明】
【００１３】
【図１】一実施形態の位置検出装置の構成図。
【図２】位置検出装置の基板の側面図。
【図３】検出対象の距離変化に対するコイル出力の特性図。
【図４】従来位置付けの位置検出装置の構成図。
【図５】検出対象の距離変化に対するコイル出力の特性図。
【図６】別例の第２検出コイルの形状を示す概略図。
【図７】他の別例の第２検出コイルの形状を示す概略図。
【発明を実施するための形態】
【００１４】
以下、位置検出装置の一実施形態を図１～図５に従って説明する。
図１に示すように、位置検出装置１は、被検出部２の位置（被検出部２との間の距離）を検出する渦電流センサの一種である。渦電流センサは、金属（本例は検出対象３）に発生する渦電流の変化を基に被検出部２の位置を検出するセンサである。本例の位置検出装置１は、位置検出装置１の電源４と、電源４から交流電圧Ｖｃが印加される第１検出コイル５及び第２検出コイル６と、被検出部２の動きに応じて第１検出コイル５及び第２検出コイル６に発生する磁界を変化させる検出対象３とを備える。
【００１５】
検出対象３は、例えば金属から形成された板状の部材（導体板）からなる。本例の検出対象３は、被検出部２に取り付け固定されることにより、被検出部２と連動する。検出対象３は、被検出部２の動きに伴って、第１検出コイル５（第２検出コイル６）のコイル軸Ｌａの軸方向（コイル軸方向：図１の矢印Ｚ方向）に沿い、第１検出コイル５に接近又は離間する直線往復動が可能である。
【００１６】
第１検出コイル５及び第２検出コイル６は、検出対象３の移動方向（コイル軸Ｌａの軸方向）に沿って並び配置されている。本例の場合、第１検出コイル５は、検出対象３に対し近い側に配置され、第２検出コイル６は、検出対象３に対し遠い側に配置されている。これは、第１検出コイル５の出力電圧（インダクタンス）を位置検出のための信号として用い、第２検出コイル６を第１検出コイル５のリファレンスコイル（基準コイル）とするためである。
【００１７】
第１検出コイル５及び第２検出コイル６は、電源４に対して直列接続されている。第１検出コイル５及び第２検出コイル６は、流れる電流の方向が互いに逆となるように、巻き方向が逆となっている。すなわち、第１検出コイル５及び第２検出コイル６は、巻き方向が互いに逆向きとされることにより、互いに逆方向の磁界が生成されるようになっている。
【００１８】
第１検出コイル５及び第２検出コイル６は、検出対象３の位置検出範囲Ｋ（図２に図示）において、第１検出コイル５の出力（出力信号Ｖ１）の最大値Ｖ１max（図２に図示）と、第２検出コイル６の出力（出力信号Ｖ２）の最大値Ｖ２max（図２に図示）とが、ともに同じ値（近傍も含む）となるように、形状が異なるように形成されている。本例の場合、第２検出コイル６は、第１検出コイル５よりも小型に形成されている。なお、小型とは、第１検出コイル５の巻線径をＸ１とし、第２検出コイル６の巻線径をＸ２とすると、巻線径（コイルサイズ）が小さいこと（Ｘ１＞Ｘ２）をいう。なお、第１検出コイル５及び第２検出コイル６の巻数は、同一又は異なる巻数のいずれでもよい。
【００１９】

第１検出コイル５及び第２検出コイル６には、第１検出コイル５及び第２検出コイル６に発生する電圧（出力信号Ｖ１，Ｖ２）を検出する検出回路７が接続されている。本例の検出回路７は、第１検出コイル５の電圧を検出する電圧検出部７ａと、第２検出コイル６の電圧を検出する電圧検出部７ｂとを備える。電圧検出部７ａは、第１検出コイル５の入出力端の間に接続され、電圧検出部７ｂは、第２検出コイル６の入出力端の間に接続されている。

【００２０】

位置検出装置１は、第１検出コイル５及び第２検出コイル６の出力を基に検出対象３の位置を演算する位置演算部８を備える。位置演算部８は、電圧検出部７ａから入力する出力信号（出力電圧）Ｖ１と、電圧検出部７ｂから入力する出力信号（出力電圧）Ｖ２とを基に、検出対象３（被検出部２）の位置を演算する。具体的にいうと、位置演算部８は、電圧検出部７ａの出力信号Ｖ１を、電圧検出部７ｂの出力信号Ｖ２で除算した値（Ｖ１／Ｖ２）を求め、この値から第１検出コイル５と検出対象３の位置、すなわち被検出部２の位置を演算する。

【００２１】

図２に示すように、本例の第１検出コイル５及び第２検出コイル６は、第１検出コイル５が基板１０の第１層１０ａ（例えば表面）に設けられ、第２検出コイル６が基板１０の第２層１０ｂ（例えば裏面）に設けられることにより、同一基板上に重ね配置されている。第１検出コイル５は、基板１０の第１層１０ａのみに形成され、第２検出コイル６は、基板１０の第２層１０ｂのみに形成されている。

【００２２】

次に、図３～図５を用いて、位置検出装置１の作用及び効果を説明する。

図３に示すように、位置検出装置１の位置検出範囲Ｋにおいて、検出対象３が第１検出コイル５に最も近づいた地点Ｐ１から、第１検出コイル５から最も離れた地点Ｐ２に直線移動したとする。このとき、検出対象３が離れていくに従い、第１検出コイル５のインダクタンスが徐々に増加していき、第１検出コイル５の出力信号Ｖ１は、Ｖ１minからＶ１maxに曲線状に上昇していく変化波形をとる。一方、第２検出コイル６のインダクタンスは徐々に低下していき、第２検出コイル６の出力信号Ｖ２は、Ｖ２maxからＶ２minに曲線状に下降していく変化とる。すなわち、第１検出コイル５の出力と第２検出コイル６の出力とは、それぞれの最大値Ｖ１max，Ｖ２maxが同じ値となった変化波形をとる。

【００２３】

図４に、従来位置付けの位置検出装置３１の構成を示す。図４に示す位置検出装置３１は、本例の位置検出装置１の構成に対し、第２検出コイル６が第１検出コイル５と同じサイズとなった構成をとる。すなわち、第１検出コイル５及び第２検出コイル６が同じ巻線径及びコイル巻数となっている。

【００２４】

図５に示すように、従来位置付けの位置検出装置３１の場合、位置検出範囲Ｋにおいて被検出部２が地点Ｐ１から地点Ｐ２に移動したとき、検出対象３が第１検出コイル５から離れていくに従い、出力信号Ｖ１は、Ｖ１min’からＶ１max’に曲線状に上昇していく変化波形をとる。すなわち、第１検出コイル５の電圧は、Ｖ１min’からＶ１max’に上昇する変化をとる。一方、第２検出コイル６の出力信号Ｖ２は、高い値のＶ２max’からＶ２min’に曲線状に下降していく変化波形をとる。すなわち、第２検出コイル６の出力電圧は、高い最大値のＶ２max’から、第１検出コイル５の最大値より少し高い電圧のＶ２min’まで下降する。

【００２５】

ところで、検出回路７には、入力電圧範囲（検出電圧のダイナミックレンジ）が決まっており、検出コイル（第１検出コイル５又は第２検出コイル６）の出力の最大値に設定される。例えば、従来位置付けの位置検出装置３１の場合、第１検出コイル５の最大値Ｖ１max’よりも第２検出コイル６の最大値Ｖ２max’が高いので、検出回路７のダイナミックレンジ（フルスケール）は第２検出コイル６の最大値Ｖ２max’に設定される。

【００２６】
一般的に、検出回路７には検出誤差が生じ、誤差は検出回路７のダイナミックレンジに対し、その何％の値で発生する。よって、検出回路７のダイナミックレンジが高いと、その分だけ位置検出の誤差が大きくなってしまうことになる。従来位置付けの位置検出装置３１では、検出回路７のダイナミックレンジが、第２検出コイル６の最大値である「Ｖ２max’」に設定されている。すなわち、従来位置付けの位置検出装置１の場合、ダイナミックレンジが「Ｖ２max’」と大きいので、その分、検出回路７において発生する検出誤差が大きくなる。
【００２７】
一方、本例の位置検出装置１の場合、第２検出コイル６を第１検出コイル５よりも小型にすることにより、位置検出範囲Ｋの所定地点において第１検出コイル５の出力の波形（図３の右上がり曲線）と第２検出コイル６の出力の波形（図３の右下がり曲線）とが交差するように設定されている。すなわち、第１検出コイル５及び第２検出コイル６は、位置検出範囲Ｋの範囲内において第１検出コイル５の出力波形と第２検出コイル６の出力波形とが交差するように、形状が異なって形成されている。このため、検出回路７における検出電圧の最大値が低く済み、結果、検出回路７のダイナミックレンジが低く済むので、その分、検出回路７において発生する誤差が少なく済む。よって、位置検出装置１の位置検出精度を確保するのに有利となる。
【００２８】
本例の場合、第１検出コイル５及び第２検出コイル６は、第２検出コイル６を第１検出コイル５よりも小型にすることにより、第１検出コイル５の出力の最大値Ｖ１maxと第２検出コイル６の出力の最大値Ｖ２maxとが等しくなるようにしている。よって、検出回路７のダイナミックレンジを極力低くすることが可能となるので、位置検出装置１の位置精度の向上に一層有利となる。
【００２９】
第１検出コイル５及び第２検出コイル６は、検出対象３の移動方向（図１の矢印Ｚ方向）に沿って並んで配置されている。このように、第１検出コイル５及び第２検出コイル６をバランスよく配置するので、第１検出コイル５の出力の最大値Ｖ１maxと第２検出コイル６の出力の最大値Ｖ２maxとを、同一に合わせ易くすることができる。
【００３０】
第１検出コイル５及び第２検出コイル６は、流れる電流の方向が互いに逆となるように、巻き方向が逆となっている。これにより、検出対象３が第１検出コイル５に対して接近又は離隔するとき、第１検出コイル５及び第２検出コイル６のインダクタンスは、増減が互いに逆方向に変化する。すなわち、第１検出コイル５のインダクタンスが増加すれば、第２検出コイル６のインダクタンスが減少し、逆に、第１検出コイル５のインダクタンスが減少すれば、第２検出コイル６のインダクタンスが増加する。このため、検出対象３の位置を演算するにあたって、演算結果の変動幅を大きくとることが可能となる。よって、検出対象３（被検出部２）の位置を、より正しく検出するのに有利となる。
【００３１】
第１検出コイル５の出力の最大値Ｖ１maxと第２検出コイル６の出力の最大値Ｖ２maxとを等しく設定するにあたり、第２検出コイル６は、第１検出コイル５よりも巻線径が小さくなるように形成されている。よって、第２検出コイル６の巻線径を小さくするという簡素な構成で、第１検出コイル５の出力の最大値Ｖ１maxと第２検出コイル６の出力の最大値Ｖ２maxとを同一に設定することができる。また、第２検出コイル６のサイズが小さく済むので、位置検出装置１の装置サイズの小型化にも寄与する。
【００３２】
なお、実施形態はこれまでに述べた構成に限らず、以下の態様に変更してもよい。
・図６に示すように、第１検出コイル５の出力の最大値Ｖ１maxと第２検出コイル６の出力の最大値Ｖ２maxとを等しく設定するにあたっては、例えば第１検出コイル５及び第２検出コイル６のサイズを変えるのではなく、例えば第２検出コイル６を第１検出コイル

５よりも巻数を少なく形成することで実現してもよい。この場合、第２検出コイル６の巻数を少なくするという簡素な構成で、第１検出コイル５及び第２検出コイルの出力を同一にすることができる。

【００３３】

・図７に示すように、第２検出コイル６は、コイルの内径方向に向かうに従ってコイル径が小さく（段階的に小さく）なっていくコイル形状としてもよい。

・第１検出コイル５及び第２検出コイル６は、同一軸心上に配置されない配置パターンでもよい。

【００３４】

・第１検出コイル５及び第２検出コイル６のコイル形状（巻線形状）は、四角形状に限らず、例えば円形状などの他の形状に変更可能である。

・第１検出コイル５及び第２検出コイル６は、流れる電流の方向が同じでもよい。

【００３５】

・第１検出コイル５及び第２検出コイル６と電圧検出部（本例でいう電圧検出部７ａ，７ｂ）との接続を、スイッチにより時分割制御して、第１検出コイル５及び第２検出コイル６の出力を、１つの電圧検出部によって選択的に検出する構成でもよい。こうすれば、位置検出装置１に必要となる電圧検出部が少なく済むので、装置サイズの小型化に有利となる。

【００３６】

・検出対象３は、導体板（金属板）に限らず、例えばコイルなどの他の部材に変更可能である。すなわち、渦電流を発生できる部材であればよい。

・基板１０は、多層基板でもよく、多層基板の所定層に第１検出コイル５及び第２検出コイル６が配置されてもよい。

【００３７】

・第１検出コイル５及び第２検出コイル６は、基板１０の複数層に横断して形成されてもよい。

・第１検出コイル５及び第２検出コイル６は、直列接続されることに限定されない。例えば、第１検出コイル５及び第２検出コイル６の各々に専用の電源を接続した回路とするなど、他の構成に適宜変更することができる。

【００３８】

・第１検出コイル５及び第２検出コイル６の間の電圧を検出するとともに、第２検出コイル６の電圧を検出し、これらを除算した結果から検出対象３の位置を求めてもよい。

・被検出部２の位置検出時に行う演算は、除算に限定されず、他の計算方法に変更してもよい。

【００３９】

・位置検出の演算に用いるコイル出力は、電圧値に限らず、例えば電流値などの他のパラメータとしてもよい。

・コイルの巻線径が小さいとは、巻線の外径が小さいことや、巻線の内径が小さいことなどを含む。

【００４０】

・検出対象３は、第１検出コイル５の鉛直方向に直線往復動するものに限らず、例えば第１検出コイル５の鉛直方向（コイル軸方向）に対して直交する方向に移動する動きをとってもよい。すなわち、位置検出装置１は、コイル軸Ｌａに対して直交する方向に往復動する検出対象３の位置を検出するものでもよい。

【００４１】

・第１検出コイル５の出力波形と第２検出コイル６の出力波形とを交差させるにあたり、これは各コイルの最大値を等しくすることで実現することに限定されない。要は、最大値が一致していなくても、これらコイル出力が位置検出範囲Ｋの所定の地点で交差する波形をとっていればよい。

【００４２】

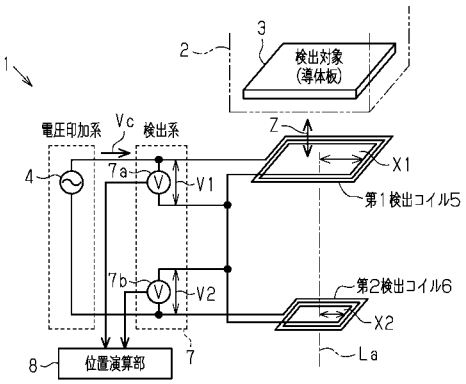
・位置検出装置１は、種々の機器や装置に適用可能である。

【符号の説明】

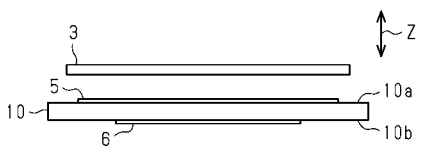
【００４３】

１…位置検出装置、２…被検出部、３…検出対象、４…電源、５…第１検出コイル、６…第２検出コイル、８…位置演算部、Ｖｃ…交流電圧、Ｋ…位置検出範囲、Ｖ１，Ｖ２…出力信号、Ｖ１max，Ｖ２max…出力の最大値、Ｘ１，Ｘ２…巻線径、Ｚ…検出対象の移動方向。

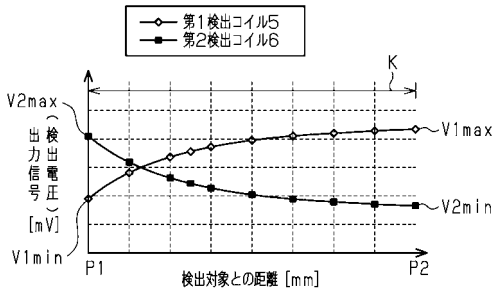
【図１】



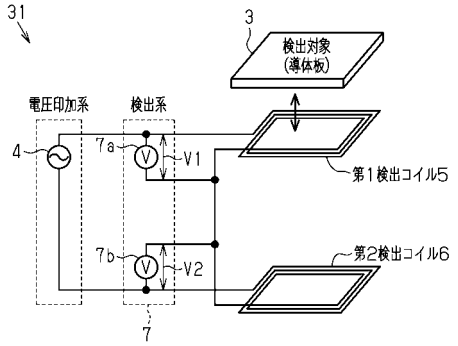
【図２】



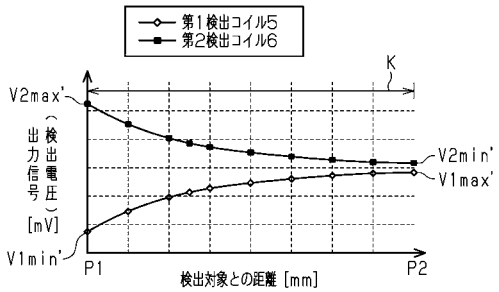
【図３】



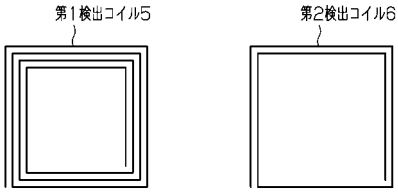
【図４】


31
3
検出対象
(導体板)
電圧印加系
検出系
4
7a
V1
第1検出コイル5
7b
V2
第2検出コイル6
7

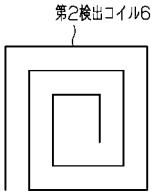
【図５】


第1検出コイル5
第2検出コイル6
K
V2max'
V2min'
V1max'
V1min'
検出出力信号電圧（）[mV]
P1
P2
検出対象との距離 [mm]

【図６】


第1検出コイル5
第2検出コイル6

【図７】


第2検出コイル6