

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5904251号
(P5904251)

(45) 発行日 平成28年4月13日(2016.4.13)

(24) 登録日 平成28年3月25日(2016.3.25)

(51) Int.Cl.		F I			
HO 2 J	50/00	(2016.01)	HO 2 J	17/00	B
HO 2 J	7/00	(2006.01)	HO 2 J	7/00	3 O 1 D
HO 1 F	38/14	(2006.01)	HO 2 J	7/00	P
			HO 1 F	38/14	

請求項の数 4 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2014-204703 (P2014-204703)	(73) 特許権者	000003067
(22) 出願日	平成26年10月3日(2014.10.3)		TDK株式会社
(65) 公開番号	特開2015-128364 (P2015-128364A)		東京都港区芝浦三丁目9番1号
(43) 公開日	平成27年7月9日(2015.7.9)	(72) 発明者	浦野 高志
審査請求日	平成27年6月3日(2015.6.3)		東京都港区芝浦三丁目9番1号TDK株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2013-246452 (P2013-246452)	審査官	高野 誠治
(32) 優先日	平成25年11月28日(2013.11.28)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コイルユニットおよび非接触電力伝送装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

給電側から受電側への非接触電力伝送に用いられるコイルユニットであって、電力伝送用コイルと、異物検知装置と、を備え、前記異物検知装置は、共振コイルと共振キャパシタを有する複数の共振器と、前記複数の共振器を励磁させる励磁コイルと、を有し、前記複数の共振器は、少なくとも前記電力伝送用コイルが発生する磁束に鎖交する領域を覆うように行列配置されるとともに、列方向または行方向に隣接配置される前記複数の共振器は、給電側から受電側に向かう方向から見て互いに重なり合わず、且つ、前記励磁コイルとの距離がそれぞれ異なるように層状に配置されていることを特徴とするコイルユニット。

【請求項2】

列方向または行方向に隣接配置される前記複数の共振器は、各共振器の前記共振コイルの軸が前記励磁コイルの軸に対して互いに反対方向に傾斜していることを特徴とする請求項1に記載のコイルユニット。

【請求項3】

前記異物検知装置は、複数の検出コイルをさらに備え、前記複数の検出コイルは、それぞれ前記複数の共振器の各共振器と磁気結合するように配置されていることを特徴とする請求項1または2に記載のコイルユニット。

10

20

【請求項 4】

給電装置と、

受電装置と、を備え、

前記給電装置および前記受電装置のいずれか一方が請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載のコイルユニットを備えることを特徴とする非接触電力伝送装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、コイルユニットおよび異物検知装置に関する。

10

【背景技術】

【0002】

電源コードを用いずに電力を供給する非接触電力伝送技術が注目されつつある。現在の非接触電力伝送技術は、主に電磁誘導を利用するタイプであり、さまざまな分野での応用が期待されている。

【0003】

こうした背景から、例えば電気自動車の車両下部に受電コイル（受電側）を具備して、地上側の給電コイル（給電側）から非接触で大電力（例えば数（kW）～数10（kW））を伝送するという案も検討されており、この非接触電力伝送技術を用いれば、給電側と受電側を機械的に結合させることなく電力伝送を行うことができる。

20

【0004】

ところで、非接触にて電力を伝送する際に給電コイルと受電コイルとの間隙に異物が混入すると、異物が金属の場合にはその金属異物を貫通する磁束によって発生する渦電流や、異物が磁性体の場合にはその磁性体異物を貫通する磁束によって発生するヒステリシス損などに起因して、異物を発熱させてしまう虞があった。

【0005】

この発熱対策として、特許文献1には、複数のコイルで構成される1または複数の磁気結合素子と、磁気結合素子もしくは磁気結合素子を少なくとも含む回路に関する電気的なパラメータを測定し、電気的なパラメータの変化から、磁束によって発熱しうる異物の有無を判定する検知部を備える検知装置が提案されていた。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2013-192390号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、特許文献1に開示される技術では、共振用コンデンサが接続されて所定の周波数で共振する複数の検知コイル（磁気結合素子）を、金属異物を検知できない不感帯が解消されるように隙間なく配置しているため、それぞれの検知コイル（磁気結合素子）の共振周波数が複数存在してしまい、測定が困難となるとともに、それぞれの検出コイルのQ値も著しく低下し、測定精度が低下してしまう。したがって、金属異物の検出精度が低いという問題があった。

40

【0008】

そこで、本発明は係る問題に鑑みてなされたものであり、非接触にて電力を伝送する際の異物の検出精度を向上させたコイルユニットおよび異物の検出精度を向上させた異物検知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】

【0009】

本発明に係るコイルユニットは、給電側から受電側への非接触電力伝送に用いられるコ

50

イルユニットであって、電力伝送用コイルと、異物検知装置と、を備え、前記異物検知装置は、共振コイルと共振キャパシタを有する複数の共振器と、複数の共振器を励磁させる励磁コイルと、を有し、複数の共振器は、少なくとも電力伝送用コイルが発生する磁束に鎖交する領域を覆うとともに、相互インダクタンスの影響が小さくなるように配置されていることを特徴とする。

【0010】

本発明によれば、複数の共振器が、少なくとも電力伝送用コイルが発生する磁束に鎖交する領域を覆うとともに、相互インダクタンスの影響が小さくなるように配置されている。そのため、複数の共振器を金属検出エリアに隙間なく配置したとしても、それぞれの共振器が互いに影響を及ぼし合うことが抑制されるため、それぞれの共振器の共振周波数が複数発生することを抑制できるとともに、Q値の低下を抑制することができる。その結果、非接触にて電力を伝送する際の異物の検出精度を向上させることができる。

10

【0011】

本発明に係るコイルユニットは、給電側から受電側への非接触電力伝送に用いられるコイルユニットであって、電力伝送用コイルと、異物検知装置と、を備え、異物検知装置は、共振コイルと共振キャパシタを有する複数の共振器と、複数の共振器を励磁させる励磁コイルと、を有し、複数の共振器は、少なくとも電力伝送用コイルが発生する磁束に鎖交する領域を覆うように行列配置されるとともに、列方向または行方向に隣接配置される複数の共振器は、面直方向から見て互いに重なり合わず、且つ、励磁コイルとの距離がそれぞれ異なるように層状に配置されていることを特徴とする。

20

【0012】

本発明によれば、複数の共振器が、少なくとも電力伝送用コイルが発生する磁束に鎖交する領域を覆うように行列配置されるとともに、列方向または行方向に隣接配置される複数の共振器は、面直方向から見て互いに重なり合わず、且つ、励磁コイルとの距離がそれぞれ異なるように層状に配置されている。そのため、複数の共振器を金属検出エリアに隙間なく配置したとしても、それぞれの共振器が互いに影響を及ぼし合うことが抑制されるため、それぞれの共振器の共振周波数が複数発生することを抑制できるとともに、Q値の低下を抑制することができる。その結果、非接触にて電力を伝送する際の異物の検出精度を向上させることができる。

【0013】

好ましくは、列方向または行方向に隣接配置される複数の共振器は、各共振器の共振コイルの軸が励磁コイルの軸に対して互いに反対方向に傾斜しているとよい。この場合、複数の共振器を金属検出エリアに隙間なく配置したとしても、それぞれの共振器が互いに影響を及ぼし合うことが一層抑制されるため、それぞれの共振器の共振周波数が複数発生することを確実に抑制できるとともに、Q値の低下を一層抑制することができる。したがって、非接触にて電力を伝送する際の異物の検出精度を一層向上させることができる。

30

【0014】

好ましくは、異物検知装置は、複数の検出コイルをさらに備え、複数の検出コイルは、それぞれ複数の共振器の各共振器と磁気結合するように配置されていると良い。この場合、Q値の測定手段を複数の共振器に直接接続することなく、複数の共振器のQ値を間接的に測定することが可能となるため、複数の共振器の共振周波数を変化させることなく、複数の共振器のQ値の低下をより一層抑制することができる。

40

【0015】

本発明に係る異物検知装置は、異物を検知するための異物検知装置であって、共振コイルと共振キャパシタを有する複数の共振器と、複数の共振器を励磁させる励磁コイルと、を備え、複数の共振器は、面内方向に行列配置されており、列方向または行方向に隣接配置される複数の共振器は、面直方向から見て互いに重なり合わず、且つ、励磁コイルとの距離がそれぞれ異なるように層状に配置されていることを特徴とする。

【0016】

本発明によれば、複数の共振器が、面内方向に行列配置されており、列方向または行方

50

向に隣接配置される複数の共振器は、面直方向から見て互いに重なり合わず、且つ、励磁コイルとの距離がそれぞれ異なるように層状に配置されている。そのため、複数の共振器を金属検出エリアに隙間なく配置したとしても、それぞれの共振器が互いに影響を及ぼし合うことが抑制されるため、それぞれの共振器の共振周波数が複数発生することを抑制できるとともに、Q値の低下を抑制することができる。その結果、異物の検出精度を向上させることができる。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、非接触にて電力を伝送する際の異物の検出精度を向上させたコイルユニットおよび異物の検出精度を向上させた異物検知装置を提供することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の好適な実施形態に係るコイルユニットが適用される非接触電力伝送装置を负荷とともに示す概略図である。

【図2】本発明の第1実施形態に係る給電コイルユニットを上面から見た模式構成図である。

【図3】図2におけるI-I線に沿う給電コイルユニットの模式切断部端面図である。

【図4】図3に示した本発明の第1実施形態に係る給電コイルユニットの図2におけるI-I線に沿う模式切断部端面図に相当する、本発明の第2実施形態に係る給電コイルユニットの模式切断部端面図である。

20

【図5】本発明の第3実施形態に係る給電コイルユニットを上面から見た模式構成図である。

【図6】図5におけるII-II線に沿う給電コイルユニットの模式切断部端面図である。

【図7】本発明の第3実施形態に係る給電コイルユニットにおける信号発生器、異物検知装置、及び異物検知システムのシステム構成図である。

【図8】信号発生器が6000[kHz]の正弦波信号を出力しているときの複数の検出コイルおよび複数のAC/DC変換器が出力する信号波形を示す波形図である。

【図9】信号発生器が6000[kHz]の正弦波信号を出力しているときの複数の検出コイルおよび複数のAC/DC変換器が出力する信号波形を示す波形図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0019】

本発明を実施するための形態につき、図面を参照しつつ詳細に説明する。以下の実施形態に記載した内容により本発明が限定されるものではない。また、以下に記載した構成要素には、当業者が容易に想定できるもの、実質的に同一のものが含まれる。さらに、説明において、同一要素または同一機能を有する要素には、同一符号を用いることとし、重複する説明は省略する。

【0020】

まず、本発明の好適な実施形態に係るコイルユニットの説明をする前に、図1を参照して、本発明の好適な実施形態に係るコイルユニットが適用される非接触電力伝送装置S1の全体構成について説明する。図1は、本発明の好適な実施形態に係るコイルユニットが適用される非接触電力伝送装置を负荷とともに示す概略図である。なお、本発明に係るコイルユニットは、給電装置における給電コイルユニットおよび受電装置における受電コイルユニットのいずれにも適用可能であるが、以下の実施形態では本発明に係るコイルユニットを給電装置における給電コイルユニットに適用した例について説明する。

40

【0021】

非接触電力伝送装置S1は、図1に示されるように、給電装置100と、受電装置200と、を有する。ここでは、非接触電力伝送装置S1を電気自動車などの移動体への給電設備に適用した例を用いて説明する。

【0022】

50

給電装置100は、電源VG、電力変換回路INV、給電コイルユニットL100と、を有する。電源VGは、後述する電力変換回路INVに直流電力を供給する。電源VGとしては、直流電力を出力するものであれば特に制限されず、商用交流電源を整流・平滑した直流電源、二次電池、太陽光発電した直流電源、あるいはスイッチングコンバータなどのスイッチング電源などが挙げられる。

【0023】

電力変換回路INVは、電源VGから供給される入力直流電力を交流電力に変換して、後述する給電コイルユニットL100に交流電圧を供給する。すなわち、電力変換回路INVはインバータとして機能することとなる。電力変換回路INVとしては、例えば図示しない複数のスイッチング素子がブリッジ接続されたスイッチング回路から構成される。このスイッチング回路を構成するスイッチング素子としては、例えばMOS-FET(Metal Oxide Semiconductor-Field Effect Transistor)やIGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)などの素子が挙げられる。

10

【0024】

給電コイルユニットL100は、交流電力を後述する受電装置200に非接触にて伝送する給電部としての機能を果たす。この給電コイルユニットL100は地中または地面近傍に配設されることとなる。なお、給電コイルユニットL100の具体的な構成については後述する。

【0025】

受電装置200は、受電コイルL2と、整流回路RECと、を有する。本実施形態のように、非接触電力伝送装置S1を電気自動車などの移動体への給電設備に適用する場合、受電装置200は移動体に搭載される。ここで、受電装置200が搭載される移動体としては、二次電池の電力を利用する電気自動車やハイブリッド自動車が挙げられる。

20

【0026】

受電コイルL2は、給電コイルユニットL100から給電された交流電力を非接触にて受電する受電部としての機能を果たす。この受電コイルL2は電気自動車の車両下部に搭載されることとなる。

【0027】

整流回路RECは、受電コイルL2が受電した交流電力を直流電力に整流して負荷Rに出力する。整流回路RECは、例えば図示しないブリッジダイオードと平滑用キャパシタで構成される。ブリッジダイオードにより、受電コイルL2から出力された交流電圧は全波整流され、さらに、平滑用キャパシタにより、全波整流された電圧が平滑化される。ここで、負荷Rとしては、非接触電力伝送装置S1を電気自動車などの移動体への給電設備に適用した場合、移動体に搭載される充電器(図示しない)とバッテリー(図示しない)から構成される。充電器は、整流回路RECにより整流された直流電力をバッテリーに対して定電流定電圧充電(CCCV充電)を行うように充電を制御する機能を果たし、バッテリーとしては、電力を蓄える機能を有していれば特に制限されず、例えば二次電池(リチウムイオン電池、リチウムポリマー電池、ニッケル水素電池など)や容量素子(電気二重層キャパシタなど)が挙げられる。

30

40

【0028】

このような構成を備えることにより、給電装置100の給電コイルユニットL100から受電装置200の受電コイルL2に非接触にて電力が伝送される非接触電力伝送装置S1が実現される。

【0029】

(第1実施形態)

次に、図2および図3を参照して、本発明の好適な第1実施形態に係る給電コイルユニットL100の構成について詳細に説明する。図2は、本発明の第1実施形態に係る給電コイルユニットを上面から見た模式構成図である。図3は、図2におけるI-I線に沿う給電コイルユニットの模式切断部端面図である。

50

【0030】

給電コイルユニットL100は、図2に示されるように、給電コイルL1（電力伝送用コイル）と、異物検知装置D100と、信号発生器SGと、周波数特性分析器A100と、を有する。

【0031】

給電コイルL1は、図2に示されるように、略正方形を呈しており、例えば0.1（mm）の絶縁された銅線を2千本程度撚り合わせたリッツ線を数ターンから数十ターン程度巻回されて構成されている。すなわち、給電コイルL1は、平面状に形成されたいわゆるスパイラル構造のコイルである。この給電コイルL1の巻線始端の端子Aと巻線終端の端子Bは、電力変換回路INVに接続される。このような構成により、給電コイルL1は、電力変換回路INVから所定の駆動周波数の交流電圧が供給されると、交流電流が流れて交流磁界を発生させる。そして、この交流磁界により受電コイルL2に起電力が発生する。つまり、給電コイルL1は、受電コイルL2に非接触で電力を伝送する給電コイルとしての役割を果たすこととなる。このとき、給電コイルL1に供給される交流電圧の駆動周波数は例えば20〔kHz〕～200〔kHz〕に設定される。

10

【0032】

異物検知装置D100は、図3に示されるように、給電コイルL1の受電コイルL2と対向する面側に配置されている。すなわち、異物検知装置D100は、給電コイルL1（給電側）と受電コイルL2（受電側）との間に配置されることとなる。この異物検知装置D100は、例えば銅張の多層基板から構成され、複数の共振器R1と、励磁コイルE1と、を有する。

20

【0033】

複数の共振器R1は、少なくとも給電コイルL1が発生する磁束に鎖交する領域を覆うように行列配置されている。言い換えれば、複数の共振器R1は、図2に示されるように、面内方向に行列配置されている。より具体的には、給電コイルL1の巻線によって区画される領域を覆うように配置されており、本実施形態では、36個の共振器R1が6行×6列に配置されている。すなわち、複数の共振器R1が配設される領域が金属検出エリアとなる。複数の共振器R1は、それぞれ共振コイルM1と共振キャパシタC1から構成されている。共振コイルM1は、図2に示されるように、略正方形を呈しており、例えば銅張の多層基板の給電コイルL1と受電コイルL2との対向方向における受電コイルL2側の層に4ターンのコイルパターンを印刷して形成される。共振キャパシタC1は、共振コイルM1と直列接続されて共振回路を形成する。共振キャパシタC1としては、例えば積層セラミックコンデンサが挙げられ、静電容量は数百～数千〔pF〕に設定されている。なお、10mm程度のコインなどの極めて微小な金属異物を検出したい場合は、各共振器R1の大きさは10mm×10mmの略正方形にすればよい。また、複数の共振器R1は、給電コイルL1の巻線によって区画される領域よりも広い領域を覆うように行列配置されていてよい。この場合、給電コイルL1上だけでなく、その周囲に混入した異物も検出することが可能となる。いずれにしても、複数の共振器R1が行列配置される領域は、少なくとも給電コイルL1が発生する磁束に鎖交する領域を覆っていれば任意に設定できる。

30

40

【0034】

上述のような構成を備える複数の共振器R1は、層状に配置されている。本実施形態では、複数の共振器R1は、2層構造となっている。具体的には、給電コイルL1と受電コイルL2との対向方向における受電コイルL2側に複数の共振器R1Uが配置され、給電コイルL1と受電コイルL2との対向方向における給電コイルL1側に複数の共振器R1Dが配置されている。これら複数の共振器R1U、R1Dは、図2に示されるように、給電コイルL1から受電コイルL2に向かう方向から見て、列方向および行方向に交互に配置されるとともに、互いに重なり合わないよう配置されている。言い換えると、共振器R1Uに対して行方向および列方向に共振器R1Dが隣接して配置される。すなわち、列方向および行方向に隣接配置される複数の共振器R1Uと複数の共振器R1Dは、後述す

50

る励磁コイルE 1との距離がそれぞれ異なっている。このように配置することにより、複数の共振器R 1 Uと複数の共振器R 1 Dは、相互インダクタンスの影響が小さくなっている。なお、金属検出エリアの全ての領域において、列方向および行方向に隣接配置される複数の共振器R 1が面直方向から見て互いに重なり合わず、且つ、後述する励磁コイルE 1との距離がそれぞれ異なっていることが好ましいが、本発明の効果が奏される限りにおいて、金属検出エリアの一部の領域において、列方向または行方向に隣接配置される複数の共振器R 1が面直方向から見て互いに重なり合ってもよく、後述する励磁コイルE 1との距離がそれぞれ略等しくなるように配置されていてもよい。

【0035】

また、複数の共振器R 1 U, R 1 Dは、各共振器の共振コイルM 1のインダクタンスは全て同一であり、各共振器の共振キャパシタC 1の静電容量も全て同一である。したがって、複数の共振器R 1 U, R 1 Dの共振周波数 f_r は全て同一となる。本実施形態では、複数の共振器R 1 U, R 1 Dの共振周波数 f_r は、例えば $f_r = 6000$ [kHz]に設定される。言い換えると、給電コイルL 1と受電コイルL 2との対向方向から見て行方向および列方向に隣接配置される複数の共振器R 1 Uと複数の共振器R 1 Dは、全て同一の共振周波数 f_r を有する。ここで、行方向および列方向に隣り合うように同一の共振周波数を有する共振器を同一層に配置すると、隣り合う各共振器の共振コイル同士が相互に磁氣的に結合されることから、相互インダクタンスが変化してしまい、複数の共振周波数が発生する。また、同時に各共振器の共振コイルのQ値が著しく低下してしまうという問題が生じる。これに対して、本実施形態では、行方向および列方向に隣り合う複数の共振器R 1 Uと複数の共振器R 1 Dが相互インダクタンスの影響が小さくなる位置に配置されている。そのため、行方向および列方向に隣り合う複数の共振器R 1 Uと複数の共振器R 1 Dの全ての共振器が互いの影響を受けることなく、相互インダクタンスの変化が抑制される。また、同時に共振器R 1 Uの共振コイルM 1のQ値と共振器R 1 Dの共振コイルM 1のQ値の低下も抑制される。なお、金属検出エリアの全ての領域において、列方向および行方向に隣接配置される複数の共振器R 1 Uと複数の共振器R 1 Dが、相互インダクタンスの影響が小さくなる位置に配置されていることが好ましいが、本発明の効果が奏される限りにおいて、金属検出エリアの一部の領域において、列方向または行方向に隣接配置される複数の共振器R 1 Uと複数の共振器R 1 Dが、相互インダクタンスの影響を及ぼし合う位置に配置されていてもよい。

【0036】

励磁コイルE 1は、図2に示されるように、略正方形を呈しており、例えば銅張の多層基板の給電コイルL 1と受電コイルL 2との対向方向における給電コイルL 1側の層に3ターンのコイルパターンを印刷して形成される。この励磁コイルE 1のコイルパターンは、給電コイルL 1の巻線によって区画される領域の外側に位置するように形成されている。また、励磁コイルE 1のコイルパターンの始端である端子Cとコイルパターンの終端である端子Dは、後述する信号発生器S Gに接続される。このような構成により、励磁コイルE 1は、信号発生器S Gが出力する正弦波信号を受けて励磁されて磁界を発生させる。そして、励磁コイルE 1が発生させる磁界により複数の共振器R 1 U, R 1 Dの共振コイルM 1が励磁される。

【0037】

信号発生器S Gは、単一周波数の正弦波信号を連続的に励磁コイルE 1に供給している。単一の正弦波信号の周波数は、複数の共振器R 1 U, R 1 Dの共振周波数 f_r と同じ周波数に設定されている。つまり、本実施形態では、信号発生器S Gが出力する正弦波信号の周波数は 6000 [kHz]に設定される。上述したように、信号発生器S Gが出力する正弦波信号を受けて励磁コイルE 1が励磁されて磁界が発生し、この磁界によって複数の共振器R 1 U, R 1 Dの共振コイルM 1に起電力が発生して電流が流れる。このとき、複数の共振器R 1 U, R 1 Dは、上述したように共振周波数が 6000 [kHz]に設定されているため、信号発生器S Gが 6000 [kHz]の正弦波信号を出力しているときに共振状態となり、共振電流が流れる。このように、信号発生器S Gが励磁コイルE 1を

10

20

30

40

50

励磁させる単一の正弦波信号の周波数は、給電コイルL1の駆動周波数とは桁違いに高い周波数に設定されている。言い換えると、励磁コイルE1を励磁させる信号発生器SGが出力する単一の正弦波信号の周波数は、給電コイルL1を励磁しない周波数帯域に設定されている。

【0038】

ここで、給電コイルL1の駆動周波数と励磁コイルE1を励磁させる信号発生器SGが出力する単一の正弦波信号の周波数が近い値の場合、給電コイルL1が発生する電力伝送用の非常に強い磁界によって複数の共振器R1U, R1Dの共振コイルM1が励磁されてしまい、複数の共振器R1U, R1Dに大電流が流れ破損する虞がある。一方、本実施形態では、励磁コイルE1を励磁させる信号発生器SGが出力する単一の正弦波信号の周波数は、給電コイルL1の駆動周波数に対して桁違いに高い周波数、すなわち給電コイルL1が励磁しない周波数帯域に設定されているため、複数の共振器R1U, R1Dは、給電コイルL1が発生する電力伝送用の非常に強い磁界に対してインピーダンスが高いがために電流は流れず、励磁コイルE1を励磁させる信号発生器SGが出力する単一の正弦波信号の周波数にのみ同調して励磁されて電流が流れることとなる。したがって、複数の共振器R1U, R1Dに大電流が流れることによる破損を防止することができる。なお、本実施形態では、励磁コイルE1を励磁させる信号発生器SGが出力する単一の正弦波信号の周波数は、給電コイルL1の駆動周波数より桁違いに高い周波数に設定しているが、これに限られず給電コイルL1の駆動周波数より桁違いに低い周波数に設定してもよい。いずれにしても、励磁コイルE1を励磁させる信号発生器SGが出力する単一の正弦波信号の周波数は、給電コイルL1を励磁しない周波数帯域に設定されていればよい。

【0039】

周波数特性分析器A100は、複数の共振器R1U, R1Dの共振キャパシタC1の両端子に接続されている。この周波数特性分析器A100を用いれば、複数の共振器R1U, R1Dのインピーダンス値とQ値が測定される。本実施形態では、この周波数特性分析器A100を用いて金属異物の検出を行っている。具体的には、金属異物が混入していない場合の複数の共振器R1U, R1Dの共振周波数におけるインピーダンス値とQ値を記憶しておき、周波数特性分析器A100により測定したインピーダンス値とQ値とを比較して、その変化により金属異物の有無を判定することが可能となる。より具体的には、金属異物が混入すると、周波数特性分析器A100により測定したインピーダンス値は上昇し、Q値は低下するため、予め金属異物が混入していないと判断できる閾値をインピーダンス値とQ値に対してそれぞれ設定しておき、閾値の超過の有無により金属異物の有無を判定すればよい。このように、周波数特性分析器A100を用いて、複数の共振器R1U, R1Dの電気的特性であるインピーダンス値とQ値を観測すれば容易に金属異物の検出が可能となる。

【0040】

以上のように、本実施形態に係る給電コイルユニットL100は、複数の共振器R1U, R1Dが、少なくとも給電コイルL1が発生する磁束に鎖交する領域を覆うとともに、相互インダクタンスの影響が小さくなるように配置されている。そのため、複数の共振器R1U, R1Dを金属検出エリアに隙間なく配置したとしても、それぞれの共振器R1U, R1Dが互いに影響を及ぼし合うことが抑制されるため、それぞれの共振器R1U, R1Dの共振周波数が複数発生することを抑制できるとともに、Q値の低下を抑制することができる。その結果、非接触にて電力を伝送する際の異物の検出精度を向上させることができる。

【0041】

また、本実施形態に係る給電コイルユニットL100は、複数の共振器R1U, R1Dが、少なくとも給電コイルL1が発生する磁束に鎖交する領域を覆うように行列配置されるとともに、列方向または行方向に隣接配置される複数の共振器R1U, R1Dは、面直方向から見て互いに重なり合わず、且つ、励磁コイルE1との距離がそれぞれ異なるように層状に配置されている。そのため、複数の共振器R1U, R1Dを金属検出エリアに隙

10

20

30

40

50

間なく配置したとしても、それぞれの共振器 R 1 U , R 1 D が互いに影響を及ぼし合うことが抑制されるため、それぞれの共振器 R 1 U , R 1 D の共振周波数が複数発生することを抑制できるとともに、Q 値の低下を抑制することができる。その結果、非接触にて電力を伝送する際の異物の検出精度を向上させることができる。

【 0 0 4 2 】

(第 2 実施形態)

次に、図 4 を参照して、本発明の第 2 実施形態に係る給電コイルユニット L 2 0 0 の構成について詳細に説明する。図 4 は、図 3 に示した本発明の第 1 実施形態に係る給電コイルユニットの図 2 における I - I 線に沿う模式切断部端面図に相当する、本発明の第 2 実施形態に係る給電コイルユニットの模式切断部端面図である。

10

【 0 0 4 3 】

給電コイルユニット L 2 0 0 は、第 1 実施形態に係る給電コイルユニット L 1 0 0 と同様に、給電コイル L 1 と、異物検知装置 D 2 0 0 と、信号発生器 S G と、周波数特性分析器 A 1 0 0 と、を有する。給電コイル L 1、信号発生器 S G、周波数特性分析器 A 1 0 0 の構成は、第 1 実施形態に係る給電コイルユニット L 1 0 0 と同様である。本実施形態では、異物検知装置 D 2 0 0 の複数の共振器 R 2 の共振コイル M 1 の構成が第 1 実施形態と相違する。以下、第 1 実施形態と異なる点を中心に説明する。

【 0 0 4 4 】

異物検知装置 D 2 0 0 は、図 4 に示されるように、給電コイル L 1 の受電コイル L 2 と対向する面側に配置されている。すなわち、異物検知装置 D 2 0 0 は、給電コイル L 1 (給電側) と受電コイル L 2 (受電側) との間に配置されることとなる。この異物検知装置 D 2 0 0 は、例えば銅張の多層基板から構成され、複数の共振器 R 2 と、励磁コイル E 1 と、を有する。

20

【 0 0 4 5 】

複数の共振器 R 2 は、少なくとも給電コイル L 1 が発生する磁束に鎖交する領域を覆うように行列配置されている。言い換えれば、複数の共振器 R 2 は、面内方向に行列配置されている。また、複数の共振器 R 2 は、層状に配置されている。本実施形態では、複数の共振器 R 2 は、2 層構造となっている。具体的には、給電コイル L 1 と受電コイル L 2 との対向方向における受電コイル L 2 側に複数の共振器 R 2 U が配置され、給電コイル L 1 と受電コイル L 2 との対向方向における給電コイル L 1 側に複数の共振器 R 2 D が配置されている。複数の共振器 R 2 U , R 2 D は、第 1 実施形態に係る給電コイルユニット L 1 0 0 と同様に、列方向および行方向に隣接配置される複数の共振器 R 2 U と複数の共振器 R 2 D は、励磁コイル E 1 との距離がそれぞれ異なっている。これら複数の共振器 R 2 U , R 2 D は、それぞれ共振コイル M 1 と共振キャパシタ C 1 から構成されている。本実施形態では、複数の共振器 R 2 U , R 2 D の各共振器の共振コイル M 1 の軸が励磁コイル E 1 の軸に対して傾斜している。この点に関して、図 4 を参照して詳細に説明する。なお、第 1 実施形態と同様に、複数の共振器 R 2 は、給電コイル L 1 の巻線によって区画される領域よりも広い領域を覆うように行列配置されていてもよい。この場合、給電コイル L 1 上だけでなく、その周囲に混入した異物も検出することが可能となる。いずれにしても、複数の共振器 R 2 が行列配置される領域は、少なくとも給電コイル L 1 が発生する磁束に鎖交する領域を覆っていれば任意に設定できる。また、金属検出エリアの全ての領域において、列方向および行方向に隣接配置される複数の共振器 R 2 が面直方向から見て互いに重なり合わず、且つ、励磁コイル E 1 との距離がそれぞれ異なっていることが好ましいが、本発明の効果が奏される限りにおいて、金属検出エリアの一部の領域において、列方向または行方向に隣接配置される複数の共振器 R 2 が面直方向から見て互いに重なり合ってもよく、励磁コイル E 1 との距離がそれぞれ略等しくなるように配置されていてもよい。

30

40

【 0 0 4 6 】

複数の共振器 R 2 U は、図 4 に示されるように、各共振器の共振コイル M 1 の軸が励磁コイル E 1 の軸に対して図示左側に傾斜している。一方、複数の共振器 R 2 D は、図 4 に

50

示されるように、各共振器の共振コイルM 1の軸が励磁コイルE 1の軸に対して図示右側に傾斜している。つまり、列方向および行方向に隣接配置される複数の共振器R 2 Uと複数の共振器R 2 Dは、各共振器の共振コイルM 1の軸が励磁コイルE 1の軸に対して互いに反対方向に傾斜していることとなる。つまり、列方向および行方向に隣接配置される共振器R 2 Uと共振器R 2 Dの磁気結合が弱まり、相互インダクタンスの変化が抑制され、共振周波数が複数発生することを確実に抑制することができる。また、同時に共振器R 2 Uの共振コイルM 1のQ値と共振器R 2 Dの共振コイルM 1のQ値の低下も抑制される。

【0047】

以上のように、本実施形態に係る給電コイルユニットL 2 0 0は、列方向または行方向に隣接配置される複数の共振器R 2 U, R 2 Dが各共振器の共振コイルM 1の軸が励磁コイルE 1の軸に対して互いに反対方向に傾斜している。そのため、複数の共振器R 2 U, R 2 Dを金属検出エリアに隙間なく配置したとしても、それぞれの共振器R 2 U, R 2 Dが互いに影響を及ぼし合うことが一層抑制されるため、それぞれの共振器R 2 U, R 2 Dの共振周波数が複数発生することを確実に抑制できるとともに、Q値の低下を一層抑制することができる。したがって、非接触にて電力を伝送する際の異物の検出精度を一層向上させることができる。

【0048】

(第3実施形態)

次に、図5～図7を参照して、本発明の第3実施形態に係る給電コイルユニットL 3 0 0の構成について詳細に説明する。図5は、本発明の第3実施形態に係る給電コイルユニットを上面から見た模式構成図である。図6は、図5におけるI I - I I線に沿う給電コイルユニットの模式切断部端面図である。図7は、本発明の第3実施形態に係る給電コイルユニットにおける信号発生器、異物検知装置、及び異物検知システムのシステム構成図である。

【0049】

給電コイルユニットL 3 0 0は、第1実施形態に係る給電コイルユニットL 1 0 0と同様に、給電コイルL 1と、異物検知装置D 3 0 0と、信号発生器S Gと、異物検知システムS 1 0 0と、を有する。給電コイルL 1、信号発生器S Gの構成は、第1実施形態に係る給電コイルユニットL 1 0 0と同様である。本実施形態では、異物検知装置D 3 0 0が複数の検出コイルK 1を備えている点、および、周波数特性分析器A 1 0 0の代わりに異物検知システムS 1 0 0を備えている点において第1実施形態と相違する。以下、第1実施形態と異なる点を中心に説明する。

【0050】

異物検知装置D 3 0 0は、図6に示されるように、給電コイルL 1の受電コイルL 2と対向する面側に配置されている。すなわち、異物検知装置D 3 0 0は、給電コイルL 1と受電コイルL 2との間に配置されることとなる。この異物検知装置D 3 0 0は、例えば銅張の多層基板から構成され、複数の共振器R 1と、励磁コイルE 1と、複数の検出コイルK 1と、を有する。複数の共振器R 1、励磁コイルE 1の構成は、第1実施形態に係る給電コイルユニットL 1 0 0と同様である。

【0051】

複数の検出コイルK 1は、図5に示されるように、それぞれ略正方形を呈しており、例えば銅張の多層基板の給電コイルL 1と受電コイルL 2との対向方向における複数の共振器R 1の共振コイルM 1が形成される層と励磁コイルE 1が形成される層の間の層に4ターンのコイルパターンを印刷して形成される。この複数の検出コイルK 1の各コイルパターンは、複数の共振器R 1の各共振器と電磁結合(磁気結合)するように行列配置されている。すなわち、複数の検出コイルK 1の各コイルパターンは、複数の共振器R 1の各共振コイルM 1と互いに向かい合っている。また、複数の検出コイルK 1の各コイルパターンの軸は、複数の共振器R 1の各共振コイルM 1の軸と一致していると電磁的に強く結合して好ましい。これら複数の検出コイルK 1は、複数の共振器R 1の各共振器と電磁結合しているため、励磁コイルE 1によって励磁された共振器に交流電流が流れることにより

、起電力が発生して交流電流が流れる。そして、複数の検出コイルK 1から交流信号V kが後述する複数のAC / DC変換器CON Vに出力される。このとき、共振器R 1 Uに対向配置された検出コイルK 1 aからは交流信号V k 1が出力され、共振器R 1 Dに対向配置された検出コイルK 1 bからは交流信号V k 2が出力される。

【0052】

異物検知システムS 100は、図7に示されるように、複数のAC / DC変換器CON Vと、複数の比較回路C Pと、判定器J 1と、表示器H 1と、を有する。なお、本実施形態においては、2つの共振器R 1 Uと2つの共振器R 1 Dの場合について図示しているが、
複数の共振器R 1 U, R 1 Dの数に応じて異物検知システムS 100が構成されていればよい。

10

【0053】

複数のAC / DC変換器CON Vは、複数の検出コイルK 1の各コイルの両端に接続されている。この複数のAC / DC変換器CON Vは、複数の検出コイルK 1から出力される交流信号V kを直流信号V xに変換し、後述する複数の比較回路C Pに出力する。具体的には、複数のAC / DC変換器CON Vは、検出コイルK 1 aに接続される複数のAC / DC変換器CON V 1と検出コイルK 1 bに接続される複数のAC / DC変換器CON V 2を有し、複数のAC / DC変換器CON V 1によって交流信号V k 1は直流信号V x 1に変換され、複数のAC / DC変換器CON V 2によって交流信号V k 2は直流信号V x 2に変換される。

20

【0054】

複数の比較回路C Pのそれぞれは、図7に示されるように、コンパレータCOMP 1とダイオードD 1から構成されている。コンパレータCOMP 1の反転入力端子には複数のAC / DC変換器CON Vの出力である直流信号V xが入力され、コンパレータCOMP 1の非反転入力端子には基準電圧V r e fが入力され、コンパレータCOMP 1の出力端子にはダイオードD 1のアノード端子が接続されている。また、ダイオードD 1のそれぞれのカソード端子は後述する判定器J 1が接続されている。このような構成を備えた複数の比較回路C Pは、コンパレータCOMP 1の反転入力端子に入力された直流信号V xと非反転入力端子に入力された基準電圧V r e fとの大小関係を比較し、直流信号V xが基準電圧V r e fよりも高い場合はコンパレータCOMP 1の出力端子からL o wレベルの信号がダイオードD 1を介して後述する判定器J 1に出力される。逆に、直流信号V xが基準電圧V r e fよりも低い場合はコンパレータCOMP 1の出力端子からH i g hレベルの信号がダイオードD 1を介して後述する判定器J 1に出力される。具体的には、複数の比較回路C Pは、複数のAC / DC変換器CON V 1の出力である直流信号V x 1がコンパレータCOMP 1の反転入力端子に入力される複数の比較回路C P 1と複数のAC / DC変換器CON V 2の出力である直流信号V x 2がコンパレータCOMP 1の反転入力端子に入力される複数の比較回路C P 2を有する。

30

【0055】

判定器J 1は、複数の比較回路C Pに接続されている。このように、判定器J 1は、複数の比較回路C Pに共通して接続されているため、複数の比較回路C Pから出力される信号が全てL o wレベルのときは、判定器J 1にはL o wレベルの信号が入力される。一方、複数の比較回路C Pから出力される信号のうち、いずれか1つがH i g hレベルの信号のとき、判定器J 1にはH i g hレベルの信号が入力される。具体的には、判定器J 1は、信号発生器S Gが6000〔k H z〕の正弦波信号を出力している期間においては、複数の比較回路C Pによる直流信号V xと基準電圧V r e fとの大小関係の比較結果である信号のレベルが全てL o wレベルの場合は金属異物が混入していないと判定し、複数の比較回路C Pによる直流信号V xと基準電圧V r e fとの大小関係の比較結果である信号のレベルのいずれか1つがH i g hレベルの信号の場合は金属異物が混入していると判定する。このように判定器J 1は、複数の比較回路C Pから出力される信号の波形を分析して、金属異物の有無を判定する。そして、判定器J 1によって判定した結果(金属異物の有

40

50

無)は、表示器H1に出力される。

【0056】

表示器H1は、判定器J1に接続されている。この表示器H1は、判定器J1が判定した結果(金属異物の有無)をユーザーに認識させる機能を有している。例えば、表示器H1が図示しない緑色と赤色のランプを具備し、判定器J1によって判定した結果、金属異物が検知されないときには緑色のランプを点灯させ、判定器J1によって判定した結果、金属異物が検知されたときに赤色のランプを点灯させるようにすればよい。このように、表示器H1によってユーザーに金属異物の有無を知らせることで、ユーザーが非接触電力伝送装置S1の給電動作を制限(動作継続あるいは動作停止)させることが可能となる。なお、判定器J1ならびに表示器H1を用いずに金属異物の有無を判断する手段としては、複数の比較回路CPがLowレベルの信号を出力しているときには、電力変換回路INVの動作を継続させ、複数の比較回路CPがHighレベルの信号を出力している場合には、電力変換回路INVの動作を停止させるようにしてもよい。

10

【0057】

ここで、図8および図9を参照して、本実施形態に係る給電コイルユニットL300の異物検知システムS100の信号波形に関して詳細に説明する。図8および図9は、信号発生器が6000[kHz]の正弦波信号を出力しているときの複数の検出コイルおよび複数のAC/DC変換器が出力する信号波形を示す波形図である。ここでは、信号発生器SGが6000[kHz]の正弦波信号を出力している期間の検出コイルK1aおよび複数のAC/DC変換器CONV1が出力する信号波形について説明する。なお、検出コイルK1bおよび複数のAC/DC変換器CONV2が出力する信号波形は、検出コイルK1aおよび複数のAC/DC変換器CONV1が出力する信号波形と同様のため、説明は省略する。

20

【0058】

信号発生器SGから6000[kHz]の正弦波信号が励磁コイルE1に供給されると、複数の共振器R1Uが共振状態となり共振電流が流れ、複数の共振器R1Uにそれぞれ対向配置された複数の検出コイルK1aに起電力が発生して交流電流が流れる。複数の検出コイルK1aからは交流信号V_{k1}が複数のAC/DC変換器CONV1に出力され、複数のAC/DC変換器CONV1によって直流信号V_{x1}に変換される。そして、複数の比較回路CP1は、コンパレータCOMP1の反転入力端子に入力された直流信号V_{x1}と非反転入力端子に入力された基準電圧V_{ref}との大小関係を比較する。ここで、金属異物が混入していないときは、図8に示されるように、直流信号V_{x1}が基準電圧V_{ref}よりも高くなるため、比較回路CP1からLowレベルの信号が出力される。一方、金属異物が混入したときは、複数の共振器R1Uの共振周波数が6000[kHz]よりも高くなり、また同時にQ値が低下するために、図9に示されるように、直流信号V_{x1}が基準電圧V_{ref}よりも低くなるため、比較回路CP1からHighレベルの信号が出力される。

30

【0059】

以上のように、本実施形態に係る給電コイルユニットL300は、異物検知装置D300は、複数の検出コイルK1をさらに備え、複数の検出コイルK1は、それぞれ複数の共振器R1の各共振器と磁気結合するように配置されていると良い。この場合、Q値の測定手段を複数の共振器R1に直接接続することなく、複数の共振器R1のQ値を間接的に測定することが可能となるため、複数の共振器R1の共振周波数を変化させることなく、複数の共振器R1のQ値の低下をより一層抑制することができる。

40

【0060】

なお、本発明は必ずしも上述した実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で様々な変更が可能である。例えば、本実施形態では、異物検知装置を、給電側から受電側への非接触電力伝送に用いられるコイルユニットに適用した例を用いて説明したがこれに限られることなく、本発明に係る異物検知装置は、包装材料で包まれた食品、医薬品、工業材料等に混入した金属異物の検出にも適用することが可能である。

50

【産業上の利用可能性】

【0061】

地上側から駐車中の電気自動車に非接触で電力伝送を行い、2次電池を充電する電気自動車用非接触給電装置に装備する異物検知装置ならびに包装材料で包まれた食品、医薬品、工業材料等に混入した金属異物を検出する異物検知装置に利用できる。

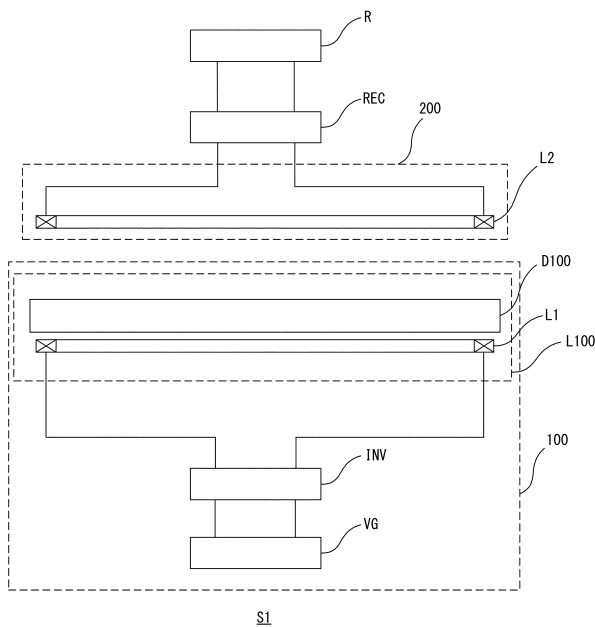
【符号の説明】

【0062】

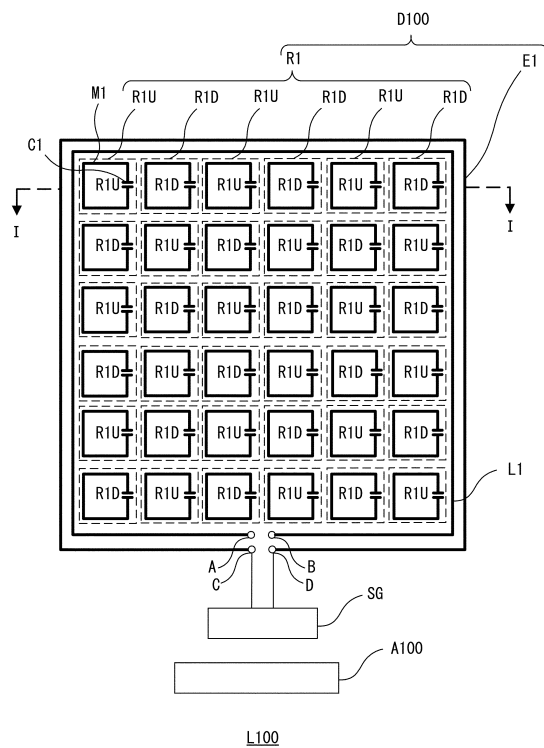
100...給電装置、200...受電装置、A~D...端子、A100...周波数特性分析器、C1...共振キャパシタ、COMP1...コンパレータ、CONV, CONV1, CONV2...複数のAC/DCC変換器、CP, CP1, CP2...複数の比較回路、D1...ダイオード、D100, D200, D300...異物検知装置、E1...励磁コイル、H1...表示器、INV...電力変換回路、J1...判定器、K1, K1a, K1b...複数の検出コイル、L1...給電コイル、L100, L200, L300...給電コイルユニット、L2...受電コイル、M1...共振コイル、R1, R1U, R1D, R2, R2U, R2D...複数の共振器、REC...整流回路、S1...非接触電力伝送装置、S100...異物検知システム、SG...信号発生器、VG...電源。

10

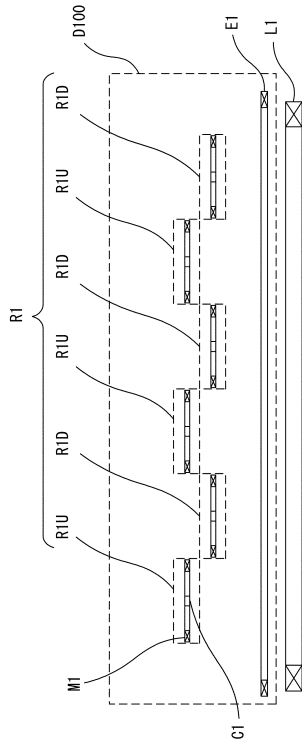
【図1】



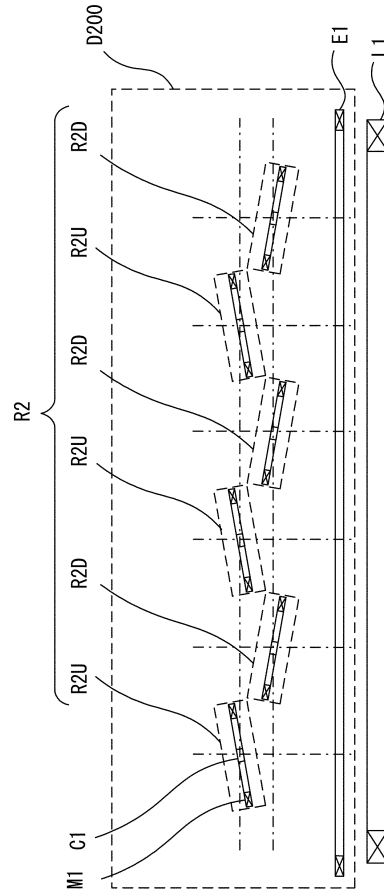
【図2】



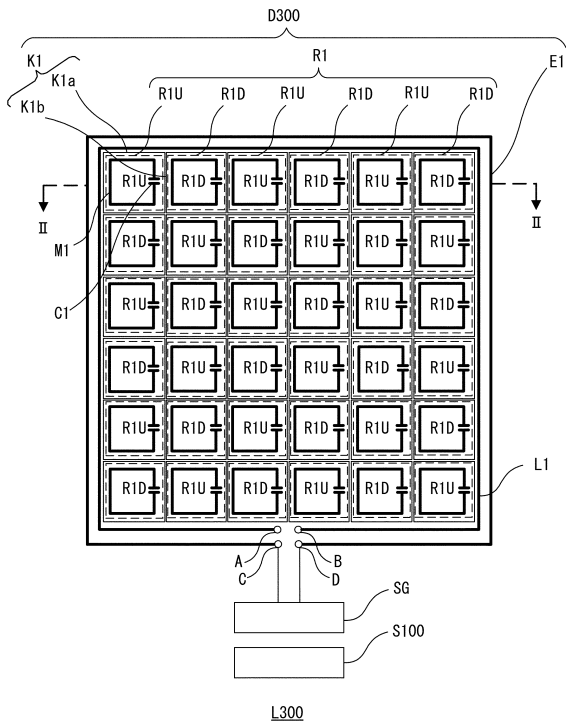
【 図 3 】



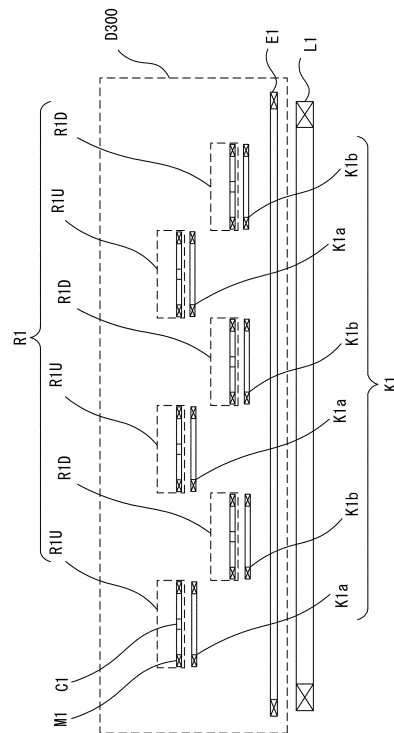
【 図 4 】



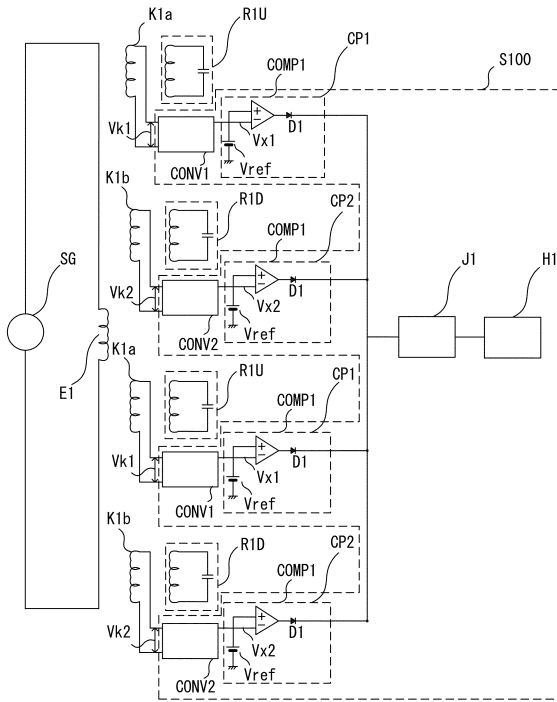
【 図 5 】



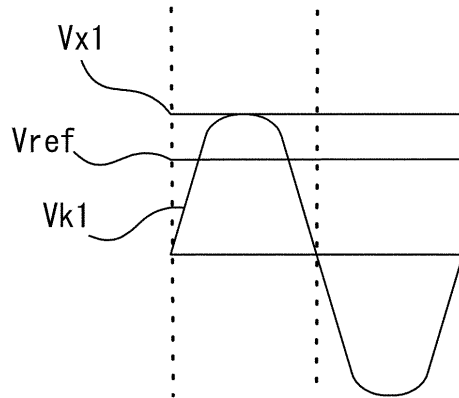
【 図 6 】



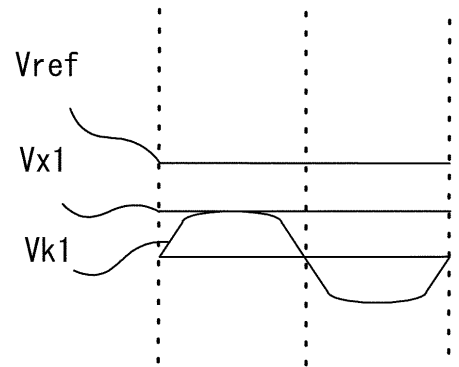
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2013-192390(JP,A)
特開2013-192391(JP,A)
特開2013-135518(JP,A)
特開2012-016125(JP,A)
特開2012-075200(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02J 50/00 - 50/90
H01F 38/14
H02J 7/00