



(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, JO, 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, 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))

in accordance with the start of the application of the voltage to the resonance circuit RC by the power supply 148b.

(57) 要約: アンテナコイルを用いて行う金属異物の検出に関して、給電中における検出精度の低下を抑制する。金属異物検出装置14は、アンテナコイルL3と、アンテナコイルL3とともに共振回路RCを形成するコンデンサC3と、共振回路RCに電圧を印加することにより、共振回路RCに振動信号Vbを発生させる電源148bと、振動信号Vbの波形に基づいて金属異物の有無を判定する判定回路145と、共振回路RC内に挿入された共振コンデンサスイッチ149と、共振コンデンサスイッチ149の開閉状態を制御する制御回路147と、を備え、制御回路147は、電源148bによる共振回路RCへの電圧の印加が開始されたことに応じて、共振コンデンサスイッチ149を閉状態にするよう構成される。

明 細 書

発明の名称：

金属異物検出装置、ワイヤレス給電装置、ワイヤレス受電装置、及びワイヤレス電力伝送システム

技術分野

[0001] 本発明は、金属異物検出装置、ワイヤレス給電装置、ワイヤレス受電装置、及びワイヤレス電力伝送システムに関する。

本発明は

背景技術

[0002] 近年、ワイヤレスで電力を供給するワイヤレス給電の検討が盛んに行われている。そのようなワイヤレス給電の具体的な方式としては各種のものがあるが、その一つとして、磁界を利用する方式が知られている。この磁界を利用する方式は、より細かく見ると、電磁誘導方式と磁界共鳴方式の2種類に分けられる。

[0003] 電磁誘導方式は、既に広く知られている方式であり、電力を供給する給電装置と、電力を受電する受電装置との結合度が非常に高く、高効率での給電が可能である一方、給電装置と受電装置の距離が近くないと給電できないという特徴がある。これに対し、磁界共鳴方式は積極的に共振（共鳴）現象を利用する方式であり、給電装置と受電装置との結合度が低くてもよく、給電装置と受電装置とがある程度離れていても給電できるという特徴を有する。

[0004] 電磁誘導方式と磁界共鳴方式は、いずれも磁気を利用して給電を行う方式である。したがっていずれの方式においても、給電装置は、磁界を利用して電力を供給するためのコイルである給電コイルを有し、受電装置は、磁界を利用して電力を受電するためのコイルである受電コイルを有する。そして、給電コイルと受電コイルが磁氣的に結合することによって、給電装置から受電装置への給電が行われる。

[0005] ところで、磁氣的に結合した給電コイルと受電コイルとの間に金属異物が

入ると、磁束により金属異物に渦電流が流れて発熱すること等により、給電効率が低下する。そのため、給電装置と受電装置との間に混入した金属異物を検出する必要がある。

[0006] 金属異物を検出する具体的な方法としては、検出用のアンテナコイルを用いる検出コイル方式が知られている。例えば特許文献1には、アンテナコイルにインパルスを印加し、その応答波形（減衰振動波形）の振幅値と時間情報から求められるQ値の変化に基づき、金属異物を検出する装置が開示されている。

[0007] また、特許文献2には、送電コイルに電力が供給されていない時にはアンテナコイルを用いた金属検出を実行する一方で、送電コイルに電力が供給されている時にはアンテナコイルによる金属検出を停止し、温度センサによって温度を監視することで異物の検出を行う非接触送電装置が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開2013-132133号公報

特許文献1：特開2015-204707号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] しかしながら、特許文献1に開示される技術には、給電中に金属異物の検出精度が低下するという問題がある。すなわち、給電中には、給電コイルから発生する磁束のエネルギーや給電側のスイッチングノイズによる共振がアンテナコイルに発生する場合があるが、アンテナコイルに異物検出用のインパルスを印加したときにこの共振が発生していると、インパルスの応答波形が、金属異物の有無だけでなく、この共振によっても変化することになる。したがって、応答波形の変化から正しく金属異物を検出することが困難になる。

[0010] 特許文献2に開示の技術によれば、給電中にはアンテナコイルではなく温度センサによって異物の検出を行うので、このような問題はそもそも発生しない。しかしながら、温度センサが必要になることから、特許文献2に開示の技術を採用すると、装置の大型化、高コスト化という別の問題が発生する。

[0011] また、金属有無の判定を行う際には給電を停止することにすれば、上記問題を一応解決することは可能である。しかしながら、給電を周期的に止めなければならなくなるため、充電時間の長期化という新たな問題が発生する。

[0012] 本発明は上記問題に鑑みてなされたものであり、アンテナコイルを用いて行う金属異物の検出に関して、給電中における検出精度の低下を抑制することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0013] 本発明による金属異物検出装置は、アンテナコイルと、前記アンテナコイルとともに共振回路を形成するコンデンサと、前記共振回路に電圧を印加することにより、前記共振回路に振動信号を発生させる駆動部と、前記振動信号の波形に基づいて金属異物の有無を判定する判定部と、前記共振回路内に挿入された第1のスイッチと、前記第1のスイッチの開閉状態を制御する制御部と、を備え、前記制御部は、前記駆動部による前記共振回路への電圧の印加が開始されたことに応じて、前記第1のスイッチを閉状態にするよう構成されることを特徴とする。

[0014] 本発明によれば、駆動部による電圧の印加が開始されるまでの間には共振回路が構成されないこととなるので、給電コイルから発生する磁束のエネルギーや給電側のスイッチングノイズによる共振の発生が防止される。したがって、アンテナコイルを用いて行う金属異物の検出に関して、給電中における検出精度の低下を抑制することが可能になる。これにより、特許文献2のように温度センサを使用する必要がなくなることから、装置の大型化、高コスト化を回避でき、給電を周期的に止める必要もなくなることから、充電時間の長期化も回避できる。

- [0015] 上記金属異物検出装置において、前記制御部は、前記駆動部による前記共振回路への電圧の印加の終了と同時に、前記第1のスイッチを閉状態にするよう構成されることとしてもよい。これによれば、駆動部により共振回路に電圧が印加されている間にも、給電コイルから発生する磁束のエネルギーや給電側のスイッチングノイズにより共振回路に共振が発生することを防止可能になる。したがって、給電中における検出精度の低下をさらに抑制することが可能になる。
- [0016] 上記各金属異物検出装置において、前記駆動部と前記共振回路の間に挿入された第2のスイッチ、をさらに備え、前記制御部は、前記第1のスイッチの開閉状態を制御するためのスイッチ駆動信号を生成するスイッチ駆動信号生成回路と、前記第2のスイッチの開閉状態を制御するためのパルス印加信号を生成するパルス印加信号生成回路と、を有し、前記スイッチ駆動信号生成回路は、前記パルス印加信号が非活性となったことに応じて前記スイッチ駆動信号を活性化するとともにタイマーを開始し、タイマー値が所定値に達した場合に前記スイッチ駆動信号を非活性とするよう構成されることとしてもよい。これによれば、制御部は、駆動部による前記共振回路への電圧の印加の終了（すなわち、パルス印加信号が非活性化したこと）と同時に、第1のスイッチを閉状態にすること（すなわち、スイッチ駆動信号を活性化すること）が可能になる。
- [0017] 上記各金属異物検出装置において、前記駆動部と前記共振回路の間に挿入された第2のスイッチ、をさらに備え、前記制御部は、前記第1のスイッチの開閉状態を制御するためのスイッチ駆動信号を生成するスイッチ駆動信号生成回路と、前記第2のスイッチの開閉状態を制御するためのパルス印加信号を生成するパルス印加信号生成回路と、前記パルス印加信号の入力を受ける遅延回路と、を有し、前記遅延回路は、前記パルス印加信号が活性化したことに応じて該遅延回路の出力信号を活性化するとともにタイマーを開始し、タイマー値が所定値に達した場合に前記出力信号を非活性とし、前記スイッチ駆動信号生成回路は、前記出力信号が非活性となったことに応じて前記

スイッチ駆動信号を活性化するとともにタイマーを開始し、タイマー値が所定値に達した場合に前記スイッチ駆動信号を非活性とするよう構成されることとしてもよい。これによれば、制御部は、パルス印加信号の非活性化時刻とスイッチ駆動信号の活性化時刻とをずらすことが可能になる。

[0018] 上記各金属異物検出装置において、前記駆動部は、前記制御部の一部分を構成する回路の駆動電源として使用されることとしてもよい。これによれば、部品点数削減や低コスト化が実現できる。

[0019] 上記各金属異物検出装置において、前記駆動部と前記共振回路の間に挿入された第2のスイッチ、をさらに備え、前記制御部は、前記第1のスイッチの開閉状態を制御するためのスイッチ駆動信号を生成するスイッチ駆動信号生成回路と、前記第2のスイッチの開閉状態を制御するためのパルス印加信号を生成するパルス印加信号生成回路と、を有し、前記スイッチ駆動信号生成回路及び前記パルス印加信号生成回路の駆動電源は共通であることとしてもよい。これによっても、部品点数削減や低コスト化が実現できる。

[0020] 本発明によるワイヤレス給電装置は、給電コイルから受電コイルにワイヤレスにて電力伝送するワイヤレス給電装置であって、前記給電コイルと、上記各金属異物検出装置のいずれかとを備えることを特徴とする。本発明によれば、アンテナコイルを用いて行う金属異物の検出に関して、給電中における検出精度の低下を抑制することのできる金属異物検出装置を備えるワイヤレス給電装置を得ることができる。

[0021] 本発明によるワイヤレス受電装置は、給電コイルから受電コイルにワイヤレスにて電力伝送するワイヤレス受電装置であって、前記受電コイルと、上記各金属異物検出装置のいずれかとを備えることを特徴とする。本発明によれば、アンテナコイルを用いて行う金属異物の検出に関して、給電中における検出精度の低下を抑制することのできる金属異物検出装置を備えるワイヤレス受電装置を得ることができる。

[0022] 本発明によるワイヤレス電力伝送システムは、給電コイルから受電コイルにワイヤレスにて電力伝送するワイヤレス電力伝送システムであって、前記

給電コイルを有するワイヤレス給電装置と、前記受電コイルを有するワイヤレス受電装置と、を備え、前記ワイヤレス給電装置および前記ワイヤレス受電装置の少なくとも一方は、上記各金属異物検出装置のいずれかを備えることを特徴とする。本発明によれば、アンテナコイルを用いて行う金属異物の検出に関して、給電中における検出精度の低下を抑制することのできる金属異物検出装置をワイヤレス給電装置およびワイヤレス受電装置の少なくとも一方に備えるワイヤレス電力伝送システムを得ることができる。

発明の効果

[0023] 本発明によれば、アンテナコイルを用いて行う金属異物の検出に関して、給電中における検出精度の低下を抑制することが可能になる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]本発明の実施の形態に係るワイヤレス電力伝送システム1の概略構成と、このワイヤレス電力伝送システム1に接続される負荷2とを示す図である。

[図2]図1に示したワイヤレス給電装置10及びワイヤレス受電装置20それぞれの内部回路構成を示す図である。

[図3](a)は、図2に示した給電コイルL1とアンテナコイルL3の位置関係を示す平面図であり、(b)は、(a)のA-A線に対応する給電コイルL1及びアンテナコイルL3の断面図である。

[図4]図2に示した金属異物検出装置14の機能ブロックを示す略ブロック図である。

[図5]図4に示した金属異物検出装置14の構成の一部(振動信号Vbの生成にかかる回路部分)を抜き出して示す図である。

[図6]図4に示した制御回路147の機能ブロックのうち、パルス印加信号PA及びスイッチ駆動信号SDの生成にかかる部分を示す略ブロック図である。

[図7]図6に示したパルス印加時間カウント用タイマーT1及びスイッチ駆動時間カウント用タイマーT2の内部構成を示す図である。

[図8]図4及び図5に示した各信号（振動信号V b、コイル選択信号C S、パルス印加信号P A、及びスイッチ駆動信号S D）の波形図である。

[図9]図4に示した各信号等（振動信号V c、信号V d、積分値I V、二値信号C K）の波形図である。

[図10]本発明の実施の形態の第1の変形例による制御回路147の機能ブロックを示す略ブロック図である。

[図11]本発明の実施の形態の第1の変形例による振動信号V b、コイル選択信号C S、パルス印加信号P A、修正パルス印加信号P A d、及びスイッチ駆動信号S Dの波形図である。

[図12]本発明の実施の形態の第2の変形例による金属異物検出装置14の構成の一部（振動信号V bの生成にかかる回路部分）を示す図である。

[図13]（a）は、パルス印加時間カウント用タイマーT 1及びスイッチ駆動時間カウント用タイマーT 2の電源構成の第1の例を示す図であり、（b）は、パルス印加時間カウント用タイマーT 1及びスイッチ駆動時間カウント用タイマーT 2の電源構成の第2の例を示す図である。

[図14]本発明の背景技術による振動信号V b、コイル選択信号C S、及びパルス印加信号P Aの波形図である。

発明を実施するための形態

[0025] 以下、添付図面を参照しながら、本発明の実施の形態について詳細に説明する。なお、以下で説明する内容により、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。

[0026] 図1は、本発明の実施の形態に係るワイヤレス電力伝送システム1の概略構成と、このワイヤレス電力伝送システム1に接続される負荷2とを示す図である。同図に示すように、ワイヤレス電力伝送システム1は、ワイヤレス給電装置10と、ワイヤレス受電装置20とを有して構成される。負荷2は、ワイヤレス受電装置20に接続される。

[0027] ワイヤレス電力伝送システム１は、例えば、二次電池の電力を利用する電気自動車(EV: Electric Vehicle)やハイブリッド自動車(HV: Hybrid Vehicle)などの移動体への給電用に用いられるシステムである。この場合、ワイヤレス給電装置１０は地上に配設される給電設備内に搭載され、ワイヤレス受電装置２０は車両に搭載されることになる。以下では、ワイヤレス電力伝送システム１が電気自動車への給電用のものであるとして説明を続ける。

[0028] 図２は、ワイヤレス給電装置１０及びワイヤレス受電装置２０それぞれの内部回路構成を示す図である。以下、図１に加えてこの図２も適宜参照しながら、初めにワイヤレス電力伝送システム１の構成の概略を説明し、その後、本発明に特徴的な構成について詳しく説明する。

[0029] ワイヤレス給電装置１０は、図１及び図２に示すように、直流電源１１、電力変換器１２、給電コイル部１３、金属異物検出装置１４、及びノイズ検出部１５を有して構成される。なお、本実施の形態では、ワイヤレス給電装置１０内に金属異物検出装置１４を設けることとして説明するが、ワイヤレス受電装置２０内に金属異物検出装置１４を設けることとしてもよい。

[0030] 直流電源１１は、電力変換器１２に直流電力を供給する役割を果たす。直流電源１１の具体的な種類は、直流電力を供給できるものであれば特に限定されない。例えば、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、又はスイッチングコンバータなどのスイッチング電源を、直流電源１１として好適に用いることが可能である。

[0031] 電力変換器１２は、直流電源１１から供給された直流電力を交流電力に変換し、それによって給電コイル部１３に、図２に示す交流電流Ｉ１を供給するインバータである。具体的には、図２に示すように、複数のスイッチング素子ＳＷ１～ＳＷ４がブリッジ接続されてなるスイッチング回路（フルブリッジ回路）と、スイッチ駆動部１２０とを有して構成される。なお、ここでは電力変換器１２内のスイッチング回路をフルブリッジ回路により構成する例を示しているが、他の種類のスイッチング回路を用いることも可能である。

- [0032] スイッチング素子SW1～SW4は、スイッチ駆動部120からそれぞれのゲートに供給される制御信号SG1～SG4によって、互いに独立してオンオフ動作を行うよう構成される。スイッチング素子SW1～SW4の具体的な種類としては、MOSFET(Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor)又はIGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)を用いることが好適である。
- [0033] スwitch駆動部120は、スイッチング素子SW1～SW4からなるスイッチング回路の出力電圧が所定周波数の交流電圧となるよう、制御信号SG1～SG4の生成を行う信号生成部である。したがって、後述する給電コイルL1には、この所定周波数の交流電圧が供給されることになる。以下では、この所定周波数を電力伝送周波数 f_p と称する。電力伝送周波数 f_p の具体的な値は、例えば20[kHz]～200[kHz]に設定される。
- [0034] 給電コイル部13は、図2に示すように、直列に接続された給電側コンデンサC1及び給電コイルL1によって構成される共振回路（給電側共振回路）であり、電力変換器12から供給される交流電圧に基づいて交番磁界を生成する役割を果たす。給電コイル部13を構成する給電側共振回路の共振周波数は、上述した電力伝送周波数 f_p と同一又はそれに近い周波数に設定される。なお、給電側コンデンサC1は、給電コイルL1と並列に接続してもよい。
- [0035] 給電コイルL1は、例えば $\phi 0.1$ (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、平面状に巻回することによって形成されたスパイラル構造のコイルであり、例えば地中または地面近傍に配置される。電力変換器12から給電コイルL1に交流電圧が供給されると、給電コイルL1に図2に示す交流電流 I_1 が流れ、それによって交番磁界が発生する。この交番磁界は、給電コイルL1と後述する受電コイルL2との間の相互インダクタンス M_{12} によって受電コイルL2内に起電力を発生させ、それによって電力の伝送が実現される。
- [0036] 金属異物検出装置14は、給電コイルL1に接近する金属異物の有無を検

出する機能を有する装置であり、図2に示すように、複数のアンテナコイルL3を含むコイルアレイCAと、各アンテナコイルL3に接続された検出部140とを有して構成される。各アンテナコイルL3の一端は検出部140に接続され、他端は接地される。図2には示していないが、各アンテナコイルL3は、検出部140内に設けられるコンデンサC3（図4参照）とともに共振回路RC（図4参照）を構成する。

[0037] 金属異物検出装置14を設置する目的は、給電コイルL1と受電コイルL2との間にある金属異物を検出することにある。そこで金属異物検出装置14の少なくとも一部（より具体的には各アンテナコイルL3）は、図1に示すように、給電コイルL1の受電コイルL2との対向面上に、すなわち給電コイルL1と受電コイルL2の間に配置される。なお、金属異物検出装置14と給電コイルL1とは、一体のユニットとして構成してもよいし、別々のユニットとして構成してもよい。

[0038] 図3（a）は、給電コイルL1とアンテナコイルL3の位置関係を示す平面図であり、図3（b）は、図3（a）のA-A線に対応する給電コイルL1及びアンテナコイルL3の断面図である。これらの図に示すように、複数のアンテナコイルL3は、平面的に見て給電コイルL1の内側に相当する領域内にマトリクス状に並べて配置される。このようなアンテナコイルL3の配置は、表面に導電性のコイルパターンが形成されたプリント基板（図示せず）を給電コイルL1上に設置することによって、実現できる。

[0039] 図2に戻り、ノイズ検出部15は、電力伝送周波数 f_p よりも高い周波数のノイズを検出可能に構成される。ノイズ検出部15の具体的な構成は特に限定されないが、例えば、給電コイルL1に流れる電流波形を検出する電流検出回路と、その出力信号から高周波数成分のみを取り出すハイパスフィルタと、ハイパスフィルタの出力信号の振幅が所定値を上回っている場合に、すなわち高周波成分の発生期間に同期信号を発する同期信号生成部とによって、ノイズ検出部15を構成することが好適である。電流検出回路に代え、抵抗分圧回路などの電圧検出回路を用いてもよい。また、ハイパスフィルタ

のカットオフ周波数は、電力伝送周波数 f_p よりも高い周波数に設定することが好ましい。他に、給電コイル L_1 と受電コイル L_2 の間にホール素子や磁気抵抗効果素子等の磁気センサを配置することによって、ノイズ検出部 15 を構成することも可能である。

[0040] 次に、ワイヤレス受電装置 20 は、図 1 及び図 2 に示すように、受電コイル部 21 と、整流器 22 とを有して構成される。

[0041] 受電コイル部 21 は、図 2 に示すように、直列に接続された受電側コンデンサ C_2 と受電コイル L_2 とによって構成される共振回路（受電側共振回路）を有して構成され、給電コイル L_1 から伝送された交流電力をワイヤレスにて受電する受電部としての役割を果たす。受電コイル部 21 を構成する受電側共振回路の共振周波数も、上述した電力伝送周波数 f_p と同一又はそれに近い周波数に設定される。なお、受電側コンデンサ C_2 は、受電コイル L_2 と並列に接続してもよい。

[0042] 受電コイル L_2 は、給電コイル L_1 と同様に、例えば $\phi 0.1$ (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、平面状に巻回することによって形成されたスパイラル構造のコイルである。一方、受電コイル L_2 の設置位置は、給電コイル L_1 とは異なり、例えば電気自動車の車両下部となる。給電コイル L_1 によって生成される磁束が受電コイル L_2 に鎖交すると、電磁誘導作用による起電力が受電コイル L_2 に生じ、図 2 に示す交流電流 I_2 が流れる。この交流電流 I_2 は、整流器 22 により直流電流に変換されたうえで、負荷 2 に供給される。これにより、負荷 2 に対して直流電力を供給することが実現される。

[0043] 整流器 22 は、受電コイル部 21 から出力された交流電流を直流電流に整流することにより、負荷 2 に対して直流電力を供給する機能を有する回路である。具体的には、図 2 に示すように、4 つのダイオード $D_1 \sim D_4$ がブリッジ接続されてなるブリッジ回路と、このブリッジ回路と並列に接続された平滑用キャパシタ C_0 とによって構成される。

[0044] 負荷 2 は、図示しない充電器及びバッテリーを含んで構成される。このう

ち充電器は、整流器 22 から出力された直流電力に基づいてバッテリーを充電する機能を有する回路である。この充電は、例えば定電圧定電流充電（C V C C 充電）により実行される。バッテリーの具体的な種類は、電力を蓄える機能を有するものであれば特に限定されない。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、ニッケル電池など）や容量素子（電気二重層キャパシタなど）を、負荷 2 を構成するバッテリーとして好適に用いることが可能である。

[0045] 次に、図 4 ～図 10 を参照しながら、金属異物検出装置 14 の詳細について説明する。

[0046] 図 4 は、金属異物検出装置 14 の機能ブロックを示す略ブロック図であり、図 5 は、図 4 に示した金属異物検出装置 14 の構成の一部（振動信号 V b の生成にかかる回路部分）を抜き出して示す図である。図 4 に示すように、検出部 140 は機能的に、検出切替スイッチ 141、フィルタ回路 142、整流回路 143、積分回路 144、判定回路 145、波数検出回路 146、制御回路 147、駆動回路 148、コンデンサ C 3、及び共振コンデンサスイッチ 149 を有して構成される。このうち波数検出回路 146 は、波形整形回路 146 a 及びカウンタ回路 146 b を有して構成され、駆動回路 148 は、スイッチング回路 148 a 及び電源 148 b を有して構成される。

[0047] 検出切替スイッチ 141 は、それぞれの一端がフィルタ回路 142 に共通に接続され、それぞれの他端が各アンテナコイル L 3 に接続された複数のスイッチからなる複合スイッチであり、制御回路 147 から供給されるコイル選択信号 C S に応じて、いずれか 1 つのスイッチを選択的に閉状態とするよう構成される。以下では、フィルタ回路 142 に共通に接続される各スイッチの一端を、まとめて検出切替スイッチ 141 の共通端子と称する場合がある。検出切替スイッチ 141 として具体的には、半導体スイッチやマルチプレクサを使用することが好適である。検出切替スイッチ 141 の共通端子に現れる電圧は、振動信号 V b として、フィルタ回路 142 に供給される。

[0048] コンデンサ C 3 及び共振コンデンサスイッチ 149 は、検出切替スイッチ

141の共通端子と、接地端子との間にこの順で直列に接続される。共振コンデンサスイッチ149は、コイル選択信号CSにより選択されているアンテナコイルL3と、コンデンサC3とによって構成される共振回路RC内に挿入されたスイッチ（第1のスイッチ）であり、制御回路147から供給されるスイッチ駆動信号SDに応じて開閉動作を行うよう構成される。共振コンデンサスイッチ149が閉状態である場合、アンテナコイルL3及びコンデンサC3を含むループ回路が形成され、その結果として共振回路RCが共振回路として機能するようになる。共振コンデンサスイッチ149が開状態である場合には、共振回路RCは共振回路として機能しない。共振コンデンサスイッチ149として具体的には、図5に例示するように、例えばnチャンネル型のMOSFETを使用することが好適である。

[0049] スイッチング回路148aは、電源148bに接続された端子と、検出切替スイッチ141の共通端子に接続された端子とを有する1回路1接点のスイッチ（第2のスイッチ）であり、制御回路147から供給されるパルス印加信号PAに応じて開閉動作を行うよう構成される。スイッチング回路148aとして具体的には、バイポーラトランジスタ又はMOSFETを使用することが好適である。

[0050] 電源148bは、共振回路RCに印加するための電圧を生成する電源回路（駆動部）である。電源148bは、直流電源、交流電源のいずれであってもよい。以下では、図5に例示するように、直流電圧Vppを生成する直流電源により電源148bが構成されるものとして説明を続ける。電源148bの一端はスイッチング回路148aに接続され、他端は接地される。

[0051] 制御回路147は、上述したコイル選択信号CS、スイッチ駆動信号SD、及びパルス印加信号PAを生成し、それぞれ検出切替スイッチ141、共振コンデンサスイッチ149、及びスイッチング回路148aに供給する機能を有する回路（制御部）である。

[0052] コイル選択信号CSは、複数のアンテナコイルL3のうちの1つを示す信号である。制御回路147は、等しい時間間隔で1つずつ順次各アンテナコ

イルL 3を選択し、選択したアンテナコイルL 3を示すコイル選択信号CSを検出切替スイッチ141に供給するよう構成される。これにより、フィルタ回路142には、各アンテナコイルL 3が1つずつ順次接続されていくことになる。制御回路147は、最後のアンテナコイルL 3を選択した後は、最初のアンテナコイルL 3に戻って選択動作を繰り返す。

[0053] なお、制御回路147は、ユーザによる設定等に応じて、複数のアンテナコイルL 3のうちのいくつかを上記選択の対象から外せるように構成されてもよい。こうすれば、金属異物の検出対象となる領域を限定することが可能になるとともに、すべてのアンテナコイルL 3を用いる場合に比べ、1つ1つのアンテナコイルL 3による金属異物の検出時間を長くすることができる。

[0054] パルス印加信号PAは、共振回路RCに電圧を印加するタイミングを示す信号である。制御回路147は、コイル選択信号CSによって1つのアンテナコイルL 3を選択した後、所定のタイミングでパルス印加信号PAを活性化することにより、スイッチング回路148aを閉状態とする。これにより、コイル選択信号CSによって選択されているアンテナコイルL 3を含む共振回路RCに対し、電源148bから直流電圧Vppが印加されるようになる。また、制御回路147は、活性化してから所定時間が経過した後に、パルス印加信号PAを非活性に戻すよう構成される。これにより、スイッチング回路148aが開状態となるので、コイル選択信号CSによって選択されているアンテナコイルL 3を含む共振回路RCに対する直流電圧Vppの印加が停止する。

[0055] スイッチ駆動信号SDは、コイル選択信号CSによって選択されているアンテナコイルL 3とコンデンサC 3とを含む共振回路RCについて、共振回路としての機能を開始させるタイミングを示す信号である。制御回路147は、パルス印加信号PAの活性化により共振回路RCへの電圧の印加が開始されたことに応じてスイッチ駆動信号SDを活性化し、それによって共振コンデンサスイッチ149を閉状態にするよう構成される。共振コンデンサス

スイッチ 149 が閉状態になると、上述したように、共振回路 RC が共振回路として機能するようになる。また、制御回路 147 は、活性化してから所定時間が経過した後に、スイッチ駆動信号 SD を非活性に戻すよう構成される。これにより、共振コンデンサスイッチ 149 が開状態となり、共振回路 RC が共振回路として機能しなくなる。

[0056] 図 6 は、制御回路 147 の機能ブロックのうち、パルス印加信号 PA 及びスイッチ駆動信号 SD の生成にかかる部分を示す略ブロック図である。また、図 7 は、図 6 に示したパルス印加時間カウント用タイマー T1 及びスイッチ駆動時間カウント用タイマー T2 の内部構成を示す図であり、図 8 は、本実施の形態による振動信号 Vb、コイル選択信号 CS、パルス印加信号 PA、及びスイッチ駆動信号 SD の波形図である。

[0057] 制御回路 147 がパルス印加信号 PA 及びスイッチ駆動信号 SD を生成する目的は、コイル選択信号 CS によって選択したアンテナコイル L3 を含む共振回路 RC に、図 8 の振動信号 Vb に示すような減衰振動信号を発生させることにある。この減衰振動信号は、図 8 にも示すように共振回路 RC の共振周波数 f_r で振動する信号であるが、共振周波数 f_r は、給電コイル L1 と受電コイル L2 の間における金属異物の有無によって変化する。また、減衰振動信号の振幅も、給電コイル L1 と受電コイル L2 の間における金属異物の有無によって変化する。制御回路 147 は、このような減衰振動信号の周波数及び振幅の変化を利用して、金属異物の検出動作を行う。以下、パルス印加信号 PA 及びスイッチ駆動信号 SD によって減衰振動信号が得られることについて初めに説明し、その後、減衰振動信号の周波数及び振幅の変化を利用する金属異物の検出動作について、詳しく説明する。

[0058] 図 6 に示すように、制御回路 147 は、パルス印加信号 PA を生成するパルス印加時間カウント用タイマー T1（パルス印加信号生成回路）と、スイッチ駆動信号 SD を生成するスイッチ駆動時間カウント用タイマー T2（スイッチ駆動信号生成回路）とを有して構成される。これらはそれぞれ、図 7 に示すように、16 ビットタイマー／カウンタ 30、比較器 31、設定値

レジスタ 32 を有して構成される。

[0059] 初めに図 7 を参照すると、16 ビットタイマー／カウンタ 30 は、開始トリガの入力に伴ってカウントを開始するカウント回路である。また、設定値レジスタ 32 は、予めユーザ等に設定される値を記憶する記憶回路である。比較器 31 は、16 ビットタイマー／カウンタ 30 のカウント値が設定値レジスタ 32 に記憶される値とを比較する機能を有する回路であり、16 ビットタイマー／カウンタ 30 への開始トリガの入力に伴って出力信号を活性化し、16 ビットタイマー／カウンタ 30 のカウント値が設定値レジスタ 32 に記憶される値と一致した場合に、出力信号を非活性に戻すよう構成される。

[0060] 次に図 6 を参照すると、パルス印加時間カウント用タイマー T1 は、図 7 に示した開始トリガとして、制御回路 147 内の図示しない回路から供給される開始信号のライジングエッジを使用する。また、パルス印加時間カウント用タイマー T1 の設定値レジスタ 32 には、設定値として図 8 に示す時間 C_2 が予め設定される。

[0061] 制御回路 147 は、コイル選択信号 CS により新たなアンテナコイル L3 を選択してから所定時間 C_1 が経過した後に、上記開始信号を活性化するよう構成される。したがって、パルス印加時間カウント用タイマー T1 から出力されるパルス印加信号 PA は、図 8 に示すように、コイル選択信号 CS により新たなアンテナコイル L3 が選択された時刻 t_1 から時間 C_1 後の時刻 t_2 で活性化し、その後、時間 C_2 が経過した時刻 t_3 で非活性に戻る信号となる。パルス印加信号 PA が活性化されている間（時刻 t_2 と時刻 t_3 の間）、図 4 に示したフィルタ回路 142 に供給される振動信号 Vb の振幅は、図 8 に示すように、電源 148b から供給される直流電圧 V_{pp} に固定される。

[0062] スイッチ駆動時間カウント用タイマー T2 は、図 7 に示した開始トリガとして、パルス印加時間カウント用タイマー T1 によって生成されたパルス印加信号 PA のフォールリングエッジを使用する。また、スイッチ駆動時間カウント用タイマー T2 の設定値レジスタ 32 には、設定値として図 8 に示す時

間 C_3 が予め設定される。したがって、スイッチ駆動時間カウント用タイマー T_2 から出力されるスイッチ駆動信号 SD は、図8に示すように、電源148bによる共振回路 RC への直流電圧 V_{pp} の印加の終了（時刻 t_3 ）と同時に活性化し、その後、時間 C_3 が経過した時刻 t_4 で非活性に戻る信号となる。

[0063] 上述したように、スイッチ駆動信号 SD が活性化すると、アンテナコイル L_3 とコンデンサ C_3 による共振回路 RC が共振回路として機能するようになる。パルス印加時間カウント用タイマー T_1 及びスイッチ駆動時間カウント用タイマー T_2 の上記動作によれば、スイッチ駆動信号 SD の活性化の時点で、アンテナコイル L_3 には直流電圧 V_{pp} によるエネルギーが蓄積されている。スイッチ駆動信号 SD の活性化直後の共振回路 RC には、このエネルギーによる減衰振動が発生し、これが、図8に示す周波数 f_r の減衰振動信号となる。共振回路 RC に発生した減衰振動信号は、振動信号 V_b として、図4に示すフィルタ回路142に供給される。

[0064] 次に、減衰振動信号の周波数及び振幅の変化を利用する金属異物の検出動作について、説明する。

[0065] 図9は、図4に示した各信号等（振動信号 V_c 、信号 V_d 、積分値 I_V 、二値信号 CK ）の波形図である。なお、同図には、図8の時刻 t_3 以降に対応する波形のみを図示している。以下、図4とともにこの図9を参照しながら、説明を続ける。

[0066] 共振回路 RC において発生した振動信号 V_b は、まずフィルタ回路142に入力される。フィルタ回路142は、共振周波数 f_r と同じ帯域の周波数を取り出すバンドパスフィルタにより構成される。したがって、フィルタ回路142の出力信号である振動信号 V_c は、図9（a）に示すように、振動信号 V_b から共振周波数 f_r と異なる帯域の周波数の成分が除去された信号となる。こうして除去される成分には、給電用の交番磁界に起因する電力伝送周波数 f_p の成分が含まれる。フィルタ回路142から出力された振動信号 V_c は、整流回路143に入力される。

[0067] 整流回路 143 は、振動信号 V_c を整流することにより、図 9 (b) に示すパルス状の信号 V_d を生成する回路である。整流回路 143 として具体的には、ダイオード、ダイオードブリッジ回路、又は半導体スイッチなどのスイッチング素子を使用することが好適である。整流回路 143 は、半波整流回路、全波整流回路、又はその他の整流回路であってよい。整流回路 143 から出力された信号 V_d は、積分回路 144 及び波数検出回路 146 のそれぞれに入力される。

[0068] 積分回路 144 は、信号 V_d の波形の積分値 I_V を得る回路である。信号 V_d が上述したようにパルス状の信号であることから、信号 V_d が発生している間、積分回路 144 の積分値 I_V は、図 9 (c) に示すように階段状に上昇する。積分回路 144 による積分の開始及び終了は、制御回路 147 によって制御される。図 9 には、スイッチ駆動信号 S_D の活性化と同時（時刻 t_3 ）に積分を開始し、スイッチ駆動信号 S_D の非活性化と同時（時刻 t_4 ）に積分を終了する例を示している。

[0069] 波数検出回路 146 は、振動信号 V_b の波数（＝信号 V_d の波数）を検出する回路である。具体的に説明すると、まず波形整形回路 146a により、信号 V_d から図 9 (d) に示す二値信号 CK を生成し、次いでカウンタ回路 146b により、この二値信号 CK の波数をカウントすることによって、信号 V_d の波数を検出する。以下、それぞれの回路の動作について詳しく説明する。

[0070] 波形整形回路 146a は、整流回路 143 が生成した信号 V_d の閾値判定を行うことにより、図 9 (d) に示す二値信号 CK を生成する。この閾値判定で用いる閾値としては、予め設定された基準電圧値を用いることが好適である。基準電圧値の具体的な値は、例えば、金属異物がない場合の信号 V_d の最小振幅（時刻 t_4 でスイッチ駆動信号 S_D が非活性に戻る前における信号 V_d の振幅の最小値）の振幅中心電圧に設定される。二値信号 CK は、閾値判定の結果が閾値以上である場合にハイとなり、閾値判定の結果が閾値未満である場合にローとなる信号である。したがって、二値信号 CK の周期は、

共振回路 R C の共振周波数の逆数と一致する。なお、本実施の形態では、整流回路 1 4 3 が生成した信号 V d の閾値判定により二値信号 C K を生成しているが、波形整形回路 1 4 6 a は、フィルタ回路 1 4 2 から出力される振動信号 V c の閾値判定を行うことにより、二値信号を生成してもよい。この場合、閾値判定で用いる閾値としては、0 V が好適である。

[0071] カウンタ回路 1 4 6 b は、波形整形回路 1 4 6 a により生成された二値信号 C K をクロックとしてカウント動作を行い、その結果を示すデジタル値（カウント値）を生成する回路である。カウンタ回路 1 4 6 b によるカウントの開始及び終了のタイミングは、制御回路 1 4 7 によって制御される。カウンタ回路 1 4 6 b によって生成されるカウント値は信号 V d の波数に等しくなるので、波数検出回路 1 4 6 は、このカウント値を信号 V d の波数の検出結果として出力するよう構成される。

[0072] 制御回路 1 4 7 は、積分回路 1 4 4、判定回路 1 4 5、及び波数検出回路 1 4 6 を制御することにより、金属異物の検出動作を行う。この検出動作は、1 つのアンテナコイル L 3 が選択されている間に、制御回路 1 4 7 によって 1 回以上繰り返し実行される。

[0073] 具体的に説明すると、制御回路 1 4 7 は、スイッチ駆動信号 S D を活性化する都度、所定の波数検出開始信号を供給することによって波数検出回路 1 4 6 に波数の検出を開始させるとともに、所定の積分開始信号を供給することによって積分回路 1 4 4 に積分を開始させる。なお、制御回路 1 4 7 は、スイッチ駆動信号 S D の活性化と同時に波数検出回路 1 4 6 に波数の検出を開始させてもよいし、スイッチ駆動信号 S D の活性化後所定時間が経過してから、波数検出回路 1 4 6 に波数の検出を開始させることとしてもよい。

[0074] 制御回路 1 4 7 はその後、波数検出回路 1 4 6 による波数の検出結果（具体的には、カウンタ回路 1 4 6 b が出力するカウント値）を監視し、該検出結果が所定値（以下、「積分対象波数」と称する）に達した場合に、所定の積分終了信号を供給することによって積分回路 1 4 4 に積分を終了させるとともに、所定の波数検出終了信号を供給することによって、波数検出回路 1

46に波数の検出を終了させる。積分回路144は、こうして積分が終了した時点での積分値I_Vを判定回路145に供給するよう構成される。

[0075] 制御回路147はまた、積分値I_Vの基準となる基準積分値C_{I_V}を得るための動作も行うよう構成される。基準積分値C_{I_V}は、給電コイルL₁と受電コイルL₂の間に金属異物が存在しないときの積分値I_Vであり、制御回路147は、給電コイルL₁と受電コイルL₂の間に金属異物が存在しないことが保証される状態で上記制御を実行することにより、基準積分値C_{I_V}を取得する。このとき、制御回路147は、上述した積分対象波数について、通常動作で積分値I_Vを取得するときと同じ値を使用する。したがって、積分値I_Vと基準積分値C_{I_V}とは、同一波数分の波形を積分したものとなっている。制御回路147は、取得した基準積分値C_{I_V}を判定回路145に出力し、記憶させる。

[0076] 判定回路145は、積分回路144から供給される積分値I_Vと、制御回路147から予め供給され、記憶していた基準積分値C_{I_V}とに基づいて、給電コイルL₁と受電コイルL₂の間における金属異物の有無を検出する回路である。具体的には、積分値I_Vと基準積分値C_{I_V}の差の絶対値が所定値以内であれば金属異物はないと判定し、そうでなければ金属異物があると判定する。図8に示した減衰振動信号の周波数及び振幅の変化は積分値I_Vの変化をもたらすので、判定回路145によるこのような判定が可能となる。なお、本実施の形態では、信号V_dの波形の積分値I_Vを利用して金属異物の有無を検出しているが、1より大きい所定波数分の振動信号V_cの振動に要する時間の長さである振動時間長（1周期より長い期間）を利用して金属異物の有無を検出するように構成しても構わない。

[0077] 判定回路145による判定の結果は、制御回路147に供給される。制御回路147は、金属異物が検出されたとの判定結果が供給された場合、図2に示したスイッチ駆動部120に対し、電力変換器12による電力の変換を停止するよう指示する。この指示を受けたスイッチ駆動部120は、電力変換器12から交流電力が出力されないよう、図2に示した制御信号S_{G1}～

SG4を調整する。これにより、ワイヤレス給電装置10による給電動作が停止するので、給電コイルL1と受電コイルL2の間に生ずる交番磁界に起因して金属異物に渦電流が発生し、それによって金属異物が発熱することを防止することが可能になる。

[0078] ここで、本発明の効果を説明するために、本発明の背景技術による金属異物検出装置14の動作について説明する。本発明の背景技術による金属異物検出装置14は、共振コンデンサスイッチ149を有しない点で、本実施の形態による金属異物検出装置14と相違する。したがって、コイル選択信号CSによって選択されたアンテナコイルL3とコンデンサC3とによって構成される共振回路RCは、コイル選択信号CSによって検出切替スイッチ141が切り替えられた直後から、共振回路として完成した状態となっている。

[0079] 図14は、本発明の背景技術による振動信号Vb、コイル選択信号CS、及びパルス印加信号PAの波形図である。同図に示すように、背景技術では、パルス印加信号PAが活性化する時刻 t_2 以前に、共振回路RC内で共振が発生している。この共振は、図2に示した給電コイルL1から発生する磁束のエネルギーや、図2に示したスイッチング素子SW1～SW4のスイッチングノイズに起因して、発生しているものである。このようにパルス印加信号PAが活性化する前の時点で共振が発生していると、パルス印加信号PAが非活性に戻った後、振動信号Vbとしてフィルタ回路142に供給される信号に、この共振による振動信号が重畳されることになる。したがって、金属異物の有無以外の要因で積分値IVが変化することになるので、給電中には正しく金属異物を検出することができない、ということになる。

[0080] これに対し、本実施の形態による金属異物検出装置14によれば、電源148bによる直流電圧Vppの印加が開始されるまでの間、共振回路RCが共振回路として機能しないこととなるので、図8に示したように、給電コイルL1から発生する磁束のエネルギーやスイッチング素子SW1～SW4のスイッチングノイズによる共振の発生が防止される。したがって、金属異物

の有無以外の要因で積分値 I_V が変化することが抑止されるので、給電中においても正しく金属異物を検出することが可能になる。

[0081] 以上説明したように、本実施の形態による金属異物検出装置 14 によれば、アンテナコイル L3 を用いて行う金属異物の検出に関して、給電中における検出精度の低下を抑制することが可能になる。これにより、特許文献 2 のように温度センサを使用する必要がなくなることから、装置の大型化、高コスト化を回避でき、金属異物検出のために給電を周期的に止める必要もなくなることから、充電時間の長期化も回避できる。

[0082] 以上、本発明の好ましい実施の形態について説明したが、本発明はこうした実施の形態に何等限定されるものではなく、本発明が、その要旨を逸脱しない範囲において、種々なる態様で実施され得ることは勿論である。

[0083] 例えば、上記実施の形態では、図 6 に示したスイッチ駆動時間カウント用タイマー T2 は、図 7 に示した開始トリガとしてパルス印加信号 PA のフォーリングエッジを使用することとしており、その結果として、パルス印加信号 PA の非活性化とスイッチ駆動信号 SD の活性化とが必ず同時に実行されることとなっていたが、パルス印加信号 PA の非活性化時刻とスイッチ駆動信号 SD の活性化時刻とをずらすことのできる構成を採用することも可能である。以下、詳しく説明する。

[0084] 図 10 は、本発明の実施の形態の第 1 の変形例による制御回路 147 の機能ブロックを示す略ブロック図である。また、図 11 は、本発明の実施の形態の第 1 の変形例による振動信号 Vb、コイル選択信号 CS、パルス印加信号 PA、修正パルス印加信号 PA d、及びスイッチ駆動信号 SD の波形図である。

[0085] 図 10 に示すように、第 1 の変形例による制御回路 147 は、スイッチ駆動時間カウント用タイマー T2 の前段に遅延タイマー T3（遅延回路）を有して構成される。遅延タイマー T3 の内部構成は、図 7 に示したパルス印加時間カウント用タイマー T1 等の内部構成と同様である。

[0086] 遅延タイマー T3 は、図 7 に示した開始トリガとして、パルス印加信号 P

Aのライジングエッジを使用する。また、遅延タイマーT3の設定値レジスタ32（図7参照）には、設定値として図11に示す時間C₄が予め設定される。したがって、遅延タイマーT3から出力される信号（修正パルス印加信号PAd）は、図11に示すように、パルス印加信号PAのライジングエッジで活性化し、時間C₄の経過後に非活性に戻る信号となる。時間C₄の具体的な値は、図11に示すように時間C₂より短い値とすることが好ましい。修正パルス印加信号PAdは、パルス印加信号PAに代えてスイッチ駆動時間カウンタ用タイマーT2に供給される。したがって、本変形例によるスイッチ駆動信号SDは、図11に示すように、パルス印加信号PAのライジングエッジから時間C₄が経過した時刻t₅で活性化し、その後、時間C₃が経過した時刻t₆で非活性に戻る信号となる。この場合においても、振動信号Vbの減衰振動は、図11に示すように時刻t₃で始まることとなる。

[0087] 本変形例において、時間C₄は任意に設定可能である。したがって、スイッチ駆動信号SDの活性化時刻を任意に設定できるので、パルス印加信号PAの非活性化時刻とスイッチ駆動信号SDの活性化時刻とをずらすことも可能になる。もちろん、時間C₄を時間C₂と同じ値に設定すれば、上記実施の形態と同様、パルス印加信号PAの非活性化とスイッチ駆動信号SDの活性化とが同時に実行されるようにすることも可能である。

[0088] また、上記実施の形態では、図5等にしたように各アンテナコイルL3を検出部140に対して並列に接続することによってコイルアレイCAを構成していたが、他の接続方法によるコイルアレイCAを構成することも可能である。以下、詳しく説明する。

[0089] 本発明の実施の形態の第2の変形例による金属異物検出装置14の構成の一部（振動信号Vbの生成にかかる回路部分）を示す図である。本変形例による金属異物検出装置14では、格子状に構成した複数の配線の各交点にアンテナコイルL3を設け、それによってコイルアレイCAを構成している。

[0090] 本変形例による検出切替スイッチ141は、格子状に構成した複数の配線のうち、列方向に延在する複数の配線それぞれの一端に設けられたスイッチ

と、行方向に延在する複数の配線それぞれの一端に設けられたスイッチとによって構成される。前者のスイッチは共振回路RCに共通に接続され、後者のスイッチはそれぞれ接地される。この構成によれば、列方向のスイッチの1つと行方向のスイッチの1つとを閉状態とし、他を開状態とすることにより、1つのアンテナコイルL3を選択することが可能である。したがって、本変形例によっても、上記実施の形態と同様に、コイル選択信号CSによって1つのアンテナコイルL3を選択し、コンデンサC3とともに共振回路RCを構成させることが可能となる。

[0091] 以下、図7又は図10に示したパルス印加時間カウント用タイマーT1及びスイッチ駆動時間カウント用タイマーT2の電源構成について、説明する。

[0092] 図13(a)は、パルス印加時間カウント用タイマーT1及びスイッチ駆動時間カウント用タイマーT2の電源構成の第1の例を示す図である。また、図13(b)は、パルス印加時間カウント用タイマーT1及びスイッチ駆動時間カウント用タイマーT2の電源構成の第2の例を示す図である。なお、これらの図には、パルス印加時間カウント用タイマーT1及びスイッチ駆動時間カウント用タイマーT2を構成する具体的な回路の一例として、それぞれのタイマーの最終段を構成するバッファのみを図示している。

[0093] 図13(a)に示す第1の例では、スイッチング回路148aが、nチャンネル型MOSFET40、41と、キャパシタ42と、スイッチ43とにより構成される。このうちnチャンネル型MOSFET40、41は、双方向スイッチとして動作する。また、MOSFET40のソースは、MOSFET41のソースとともに、パルス印加時間カウント用タイマーT1と共通の接地配線に接続される。さらに、MOSFET40のドレインは電源148bの正極に接続され、MOSFET41のドレインは振動信号Vbの出力端に接続される。MOSFET40、41の制御電極には、パルス印加信号PAがスイッチ43を介して共通に供給される。キャパシタ42は、MOSFET40、41の制御電極と、MOSFET40、41のソースとの間に

接続される。

[0094] スイッチング回路 148a をこのように構成したことにより、第 1 の例では、図 13 (a) に示すように、スイッチ駆動時間カウント用タイマー T2 の駆動電源として電源 148b を使用することが可能になる。つまり、制御回路 147 の一部分を構成するスイッチ駆動時間カウント用タイマー T2 の駆動電源と電源 148b とを共通化することが可能になるので、部品点数削減や低コスト化が実現できる。

[0095] 図 13 (b) に示す第 2 の例では、スイッチング回路 148a が p チャンネル型 MOSFET によって構成され、この p チャンネル型 MOSFET の制御電極には、パルス印加信号 PA が NOT 回路 44 を介して供給される。スイッチング回路 148a をこのように構成したことにより、第 2 の例では、図 13 (b) に示すように、パルス印加時間カウント用タイマー T1 とスイッチ駆動時間カウント用タイマー T2 の駆動電源を共通化することが可能になる。したがって、第 2 の例によっても、部品点数削減や低コスト化を実現することが可能になる。

符号の説明

[0096]	1	ワイヤレス電力伝送システム
	2	負荷
	10	ワイヤレス給電装置
	11	直流電源
	12	電力変換器
	13	給電コイル部
	14	金属異物検出装置
	15	ノイズ検出部
	20	ワイヤレス受電装置
	21	受電コイル部
	22	整流器
	30	16ビットタイマー／カウンタ

3 1	比較器
3 2	設定値レジスタ
4 0, 4 1	nチャンネル型MOSFET
4 2	キャパシタ
4 3	スイッチ
1 2 0	スイッチ駆動部
1 4 0	検出部
1 4 1	検出切替スイッチ
1 4 2	フィルタ回路
1 4 3	整流回路
1 4 4	積分回路
1 4 5	判定回路
1 4 6	波数検出回路
1 4 6 a	波形整形回路
1 4 6 b	カウンタ回路
1 4 7	制御回路
1 4 8	駆動回路
1 4 8 a	スイッチング回路
1 4 8 b	電源
1 4 9	共振コンデンサスイッチ
C 0	平滑用キャパシタ
C 1	給電側コンデンサ
C 2	受電側コンデンサ
C 3	コンデンサ
C A	コイルアレイ
C I V	基準積分値
D 1 ~ D 4	ダイオード
I V	積分値

L 1	給電コイル
L 2	受電コイル
L 3	アンテナコイル
R C	共振回路
S G 1 ～ S G 4	制御信号
S W 1 ～ S W 4	スイッチング素子
T 1	パルス印加時間カウント用タイマー
T 2	スイッチ駆動時間カウント用タイマー
T 3	遅延タイマー

請求の範囲

- [請求項1] アンテナコイルと、
前記アンテナコイルとともに共振回路を形成するコンデンサと、
前記共振回路に電圧を印加することにより、前記共振回路に振動信号を発生させる駆動部と、
前記振動信号の波形に基づいて金属異物の有無を判定する判定部と、
、
前記共振回路内に挿入された第1のスイッチと、
前記第1のスイッチの開閉状態を制御する制御部と、を備え、
前記制御部は、前記駆動部による前記共振回路への電圧の印加が開始されたことに応じて、前記第1のスイッチを閉状態にするよう構成されることを特徴とする金属異物検出装置。
- [請求項2] 前記制御部は、前記駆動部による前記共振回路への電圧の印加の終了と同時に、前記第1のスイッチを閉状態にするよう構成されることを特徴とする請求項1に記載の金属異物検出装置。
- [請求項3] 前記駆動部と前記共振回路の間に挿入された第2のスイッチ、をさらに備え、
前記制御部は、前記第1のスイッチの開閉状態を制御するためのスイッチ駆動信号を生成するスイッチ駆動信号生成回路と、前記第2のスイッチの開閉状態を制御するためのパルス印加信号を生成するパルス印加信号生成回路と、を有し、
前記スイッチ駆動信号生成回路は、前記パルス印加信号が非活性化したことに応じて前記スイッチ駆動信号を活性化するとともにタイマーを開始し、タイマー値が所定値に達した場合に前記スイッチ駆動信号を非活性とするよう構成されることを特徴とする請求項2に記載の金属異物検出装置。
- [請求項4] 前記駆動部と前記共振回路の間に挿入された第2のスイッチ、をさらに備え、

前記制御部は、前記第1のスイッチの開閉状態を制御するためのスイッチ駆動信号を生成するスイッチ駆動信号生成回路と、前記第2のスイッチの開閉状態を制御するためのパルス印加信号を生成するパルス印加信号生成回路と、前記パルス印加信号の入力を受ける遅延回路と、を有し、

前記遅延回路は、前記パルス印加信号が活性化したことに応じて該遅延回路の出力信号を活性化するとともにタイマーを開始し、タイマー値が所定値に達した場合に前記出力信号を非活性とし、

前記スイッチ駆動信号生成回路は、前記出力信号が非活性となったことに応じて前記スイッチ駆動信号を活性化するとともにタイマーを開始し、タイマー値が所定値に達した場合に前記スイッチ駆動信号を非活性とするよう構成されることを特徴とする請求項1に記載の金属異物検出装置。

[請求項5] 前記駆動部は、前記制御部の一部分を構成する回路の駆動電源として使用されることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか一項に記載の金属異物検出装置。

[請求項6] 前記駆動部と前記共振回路の間に挿入された第2のスイッチ、をさらに備え、

前記制御部は、前記第1のスイッチの開閉状態を制御するためのスイッチ駆動信号を生成するスイッチ駆動信号生成回路と、前記第2のスイッチの開閉状態を制御するためのパルス印加信号を生成するパルス印加信号生成回路と、を有し、

前記スイッチ駆動信号生成回路及び前記パルス印加信号生成回路の駆動電源は共通であることを特徴とする請求項1又は2に記載の金属異物検出装置。

[請求項7] 給電コイルから受電コイルにワイヤレスにて電力伝送するワイヤレス給電装置であって、

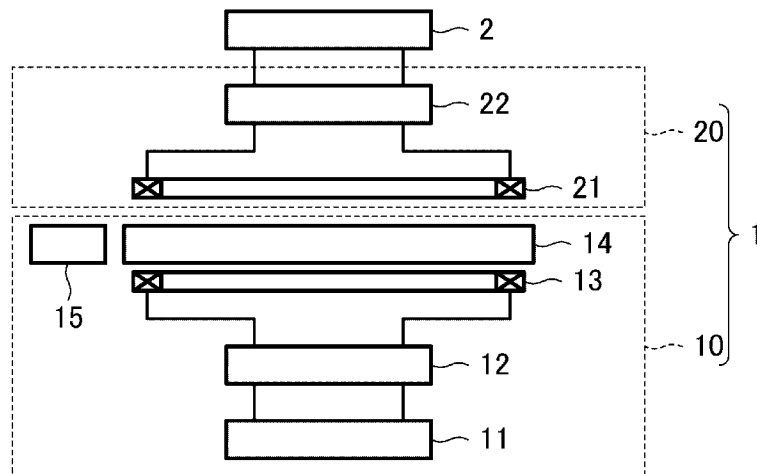
前記給電コイルと、

請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の金属異物検出装置と
を備えることを特徴とするワイヤレス給電装置。

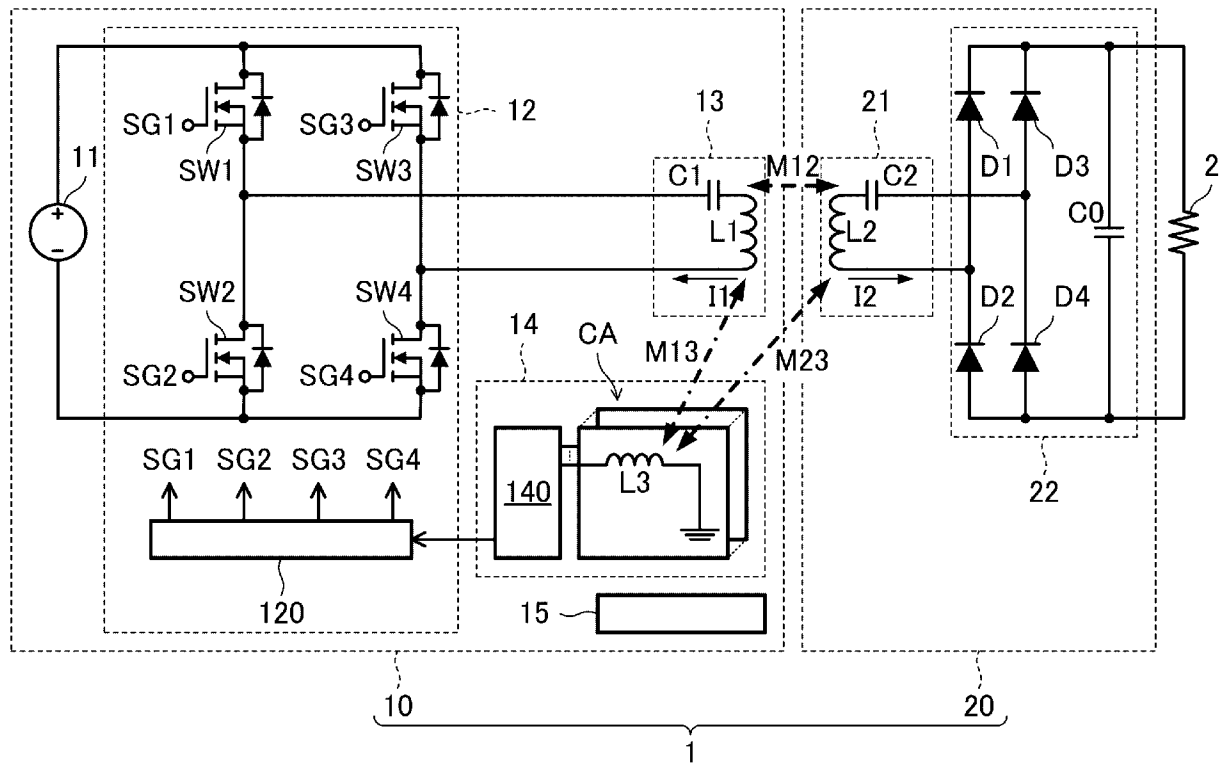
[請求項 8] 給電コイルから受電コイルにワイヤレスにて電力伝送するワイヤレス受電装置であって、
前記受電コイルと、
請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の金属異物検出装置と
を備えることを特徴とするワイヤレス受電装置。

[請求項 9] 給電コイルから受電コイルにワイヤレスにて電力伝送するワイヤレス電力伝送システムであって、
前記給電コイルを有するワイヤレス給電装置と、
前記受電コイルを有するワイヤレス受電装置と、を備え、
前記ワイヤレス給電装置および前記ワイヤレス受電装置の少なくとも一方は、請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の金属異物検出装置を備えることを特徴とするワイヤレス電力伝送システム。

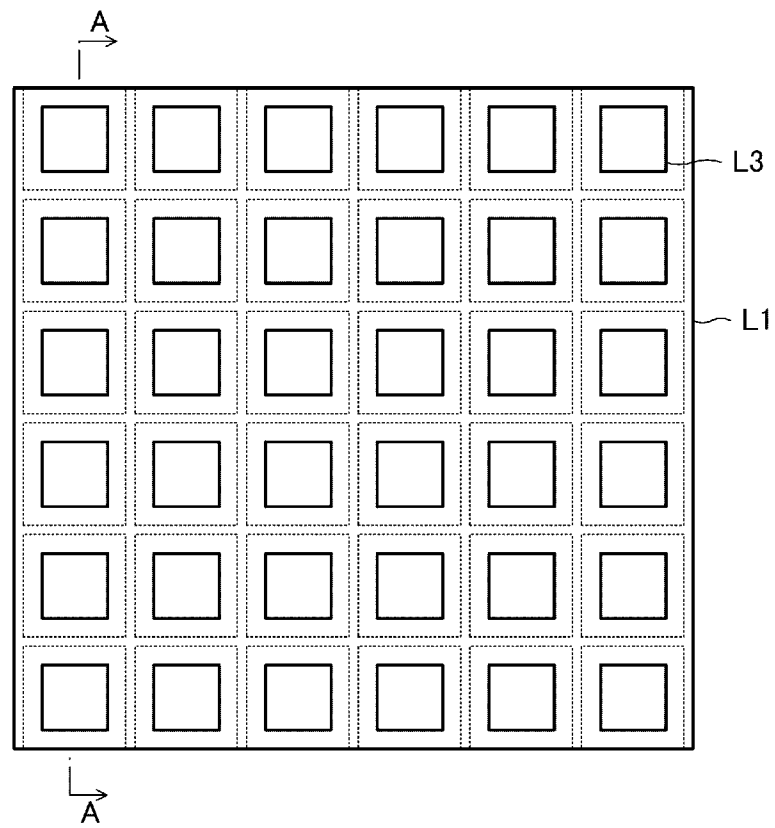
[図1]



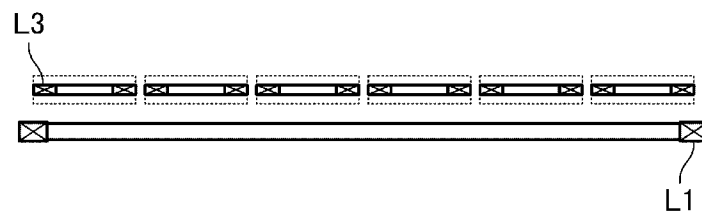
[図2]



[図3]

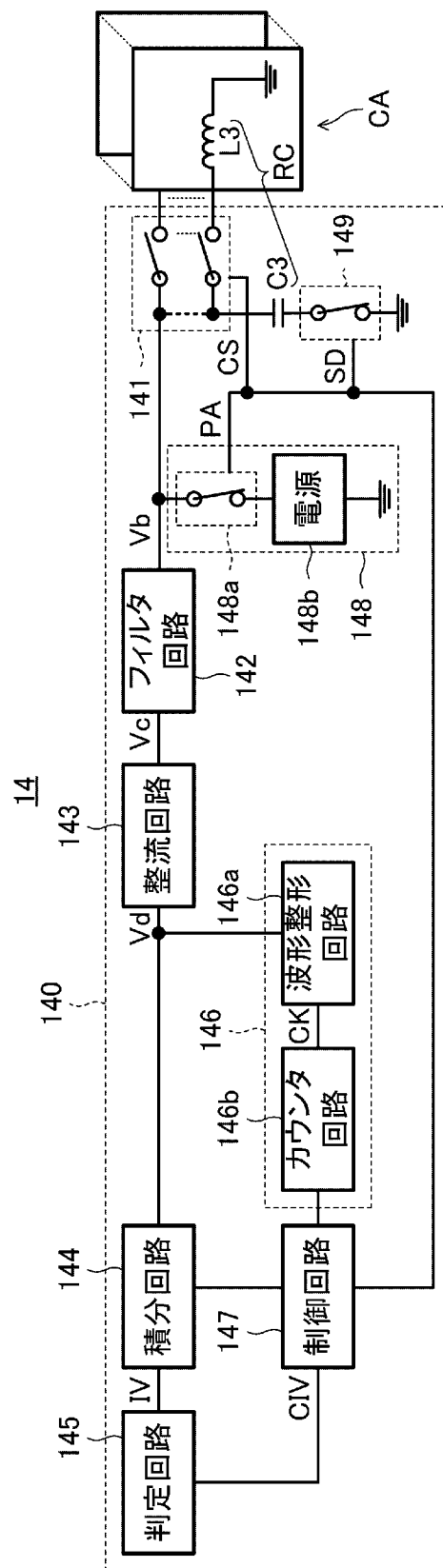


(a)

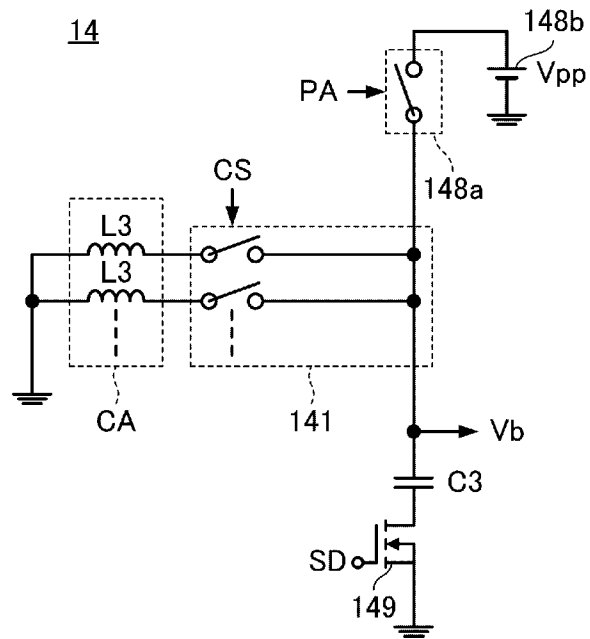


(b)

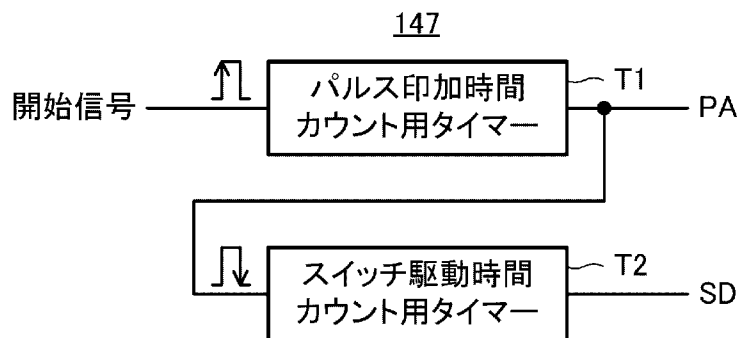
[図4]



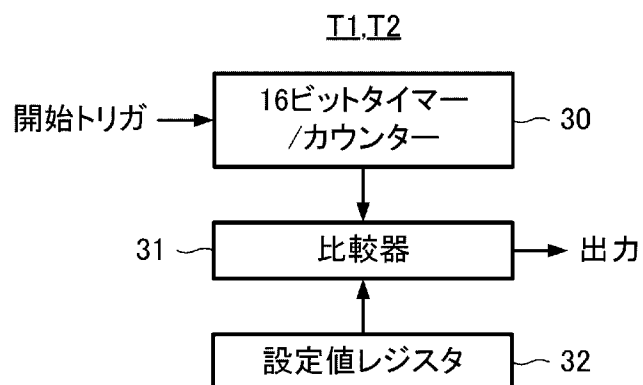
[図5]



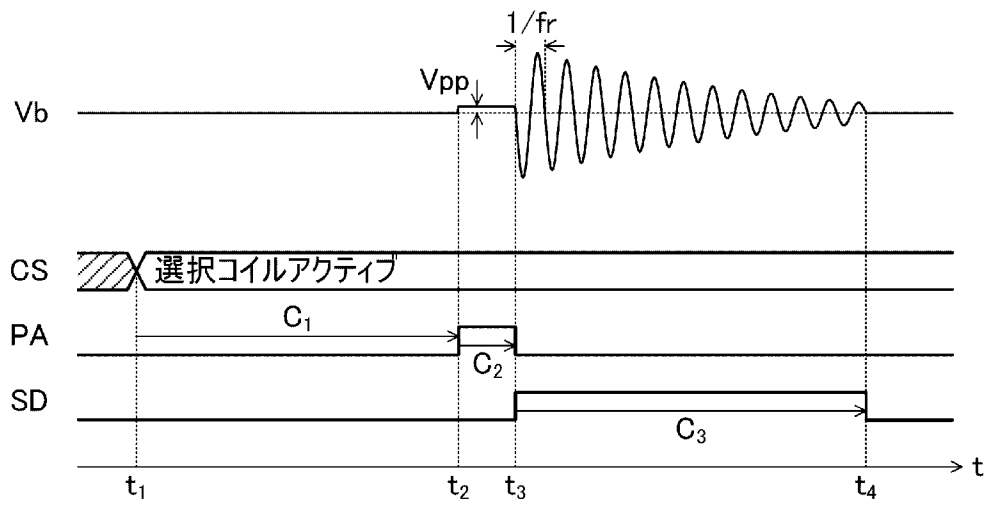
[図6]



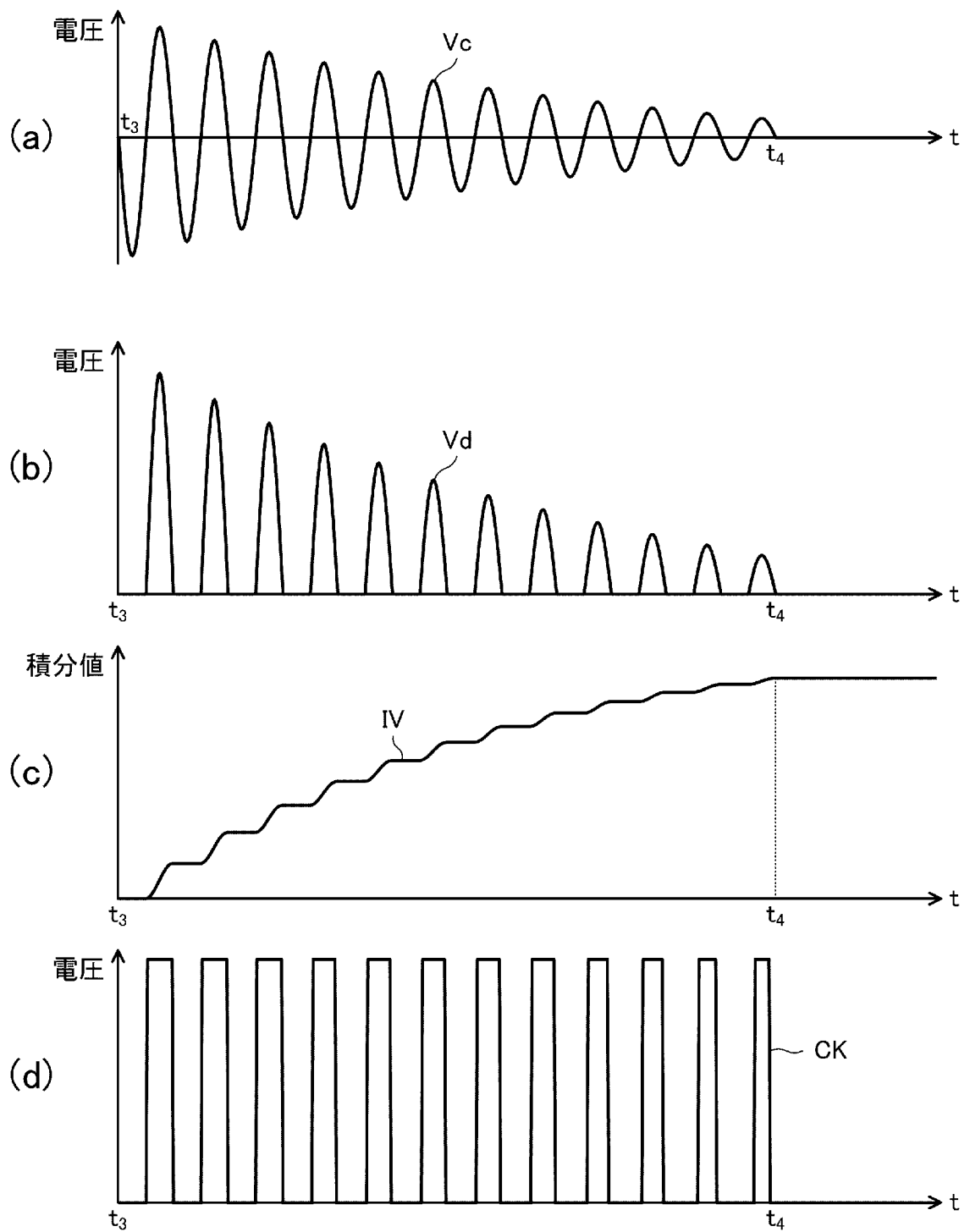
[図7]



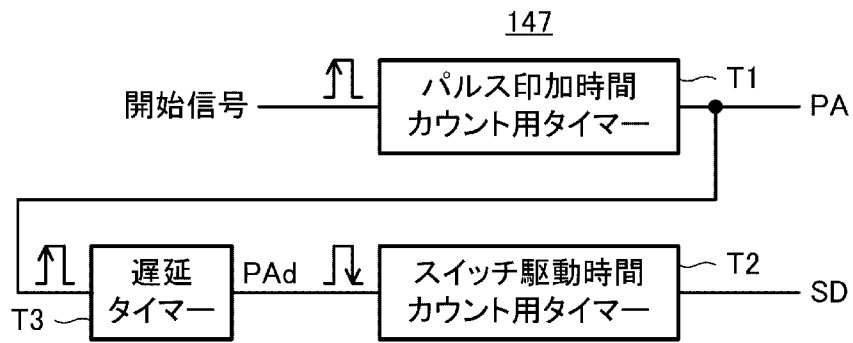
[図8]



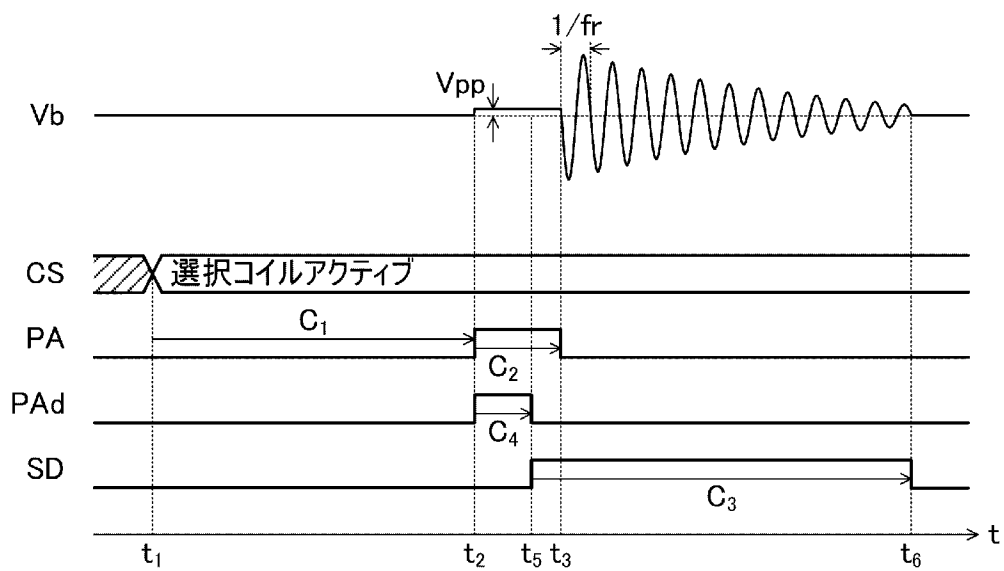
[図9]



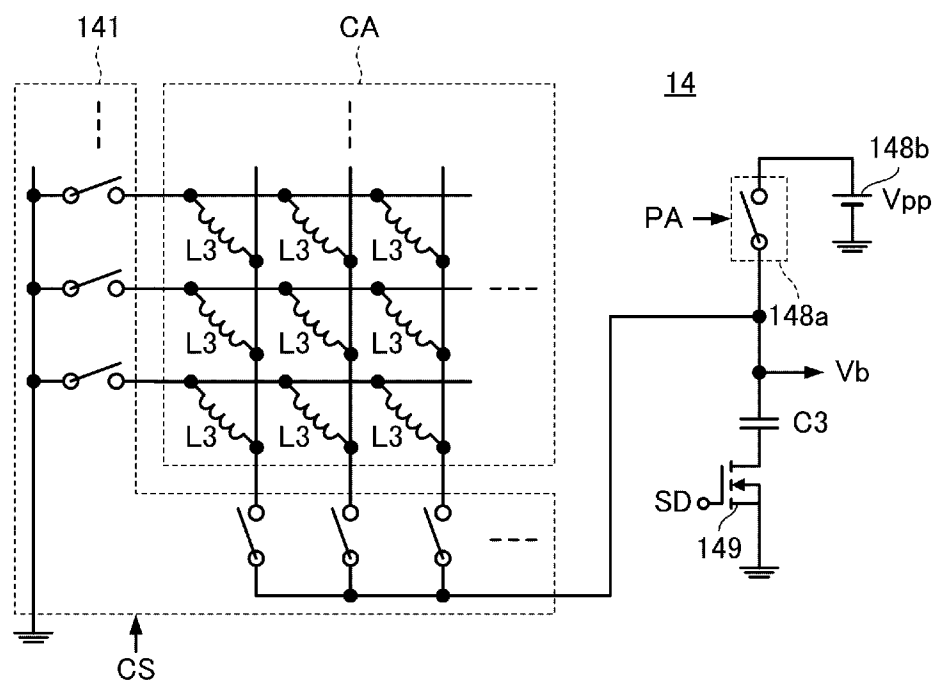
[図10]



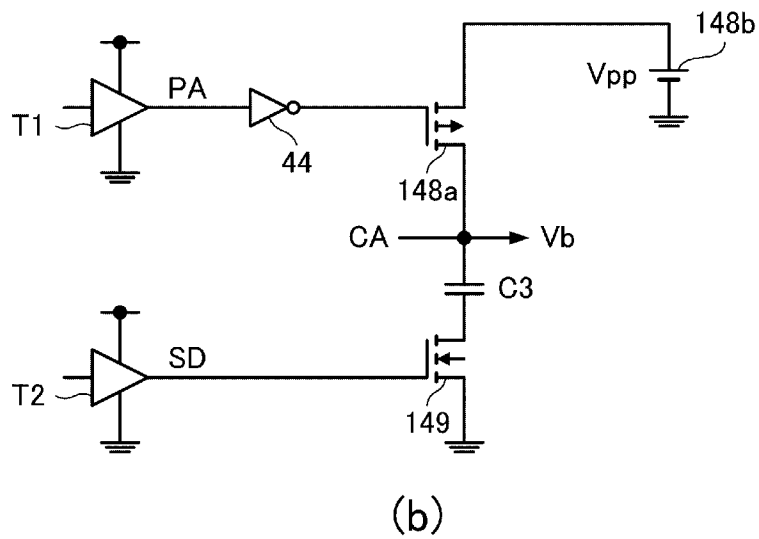
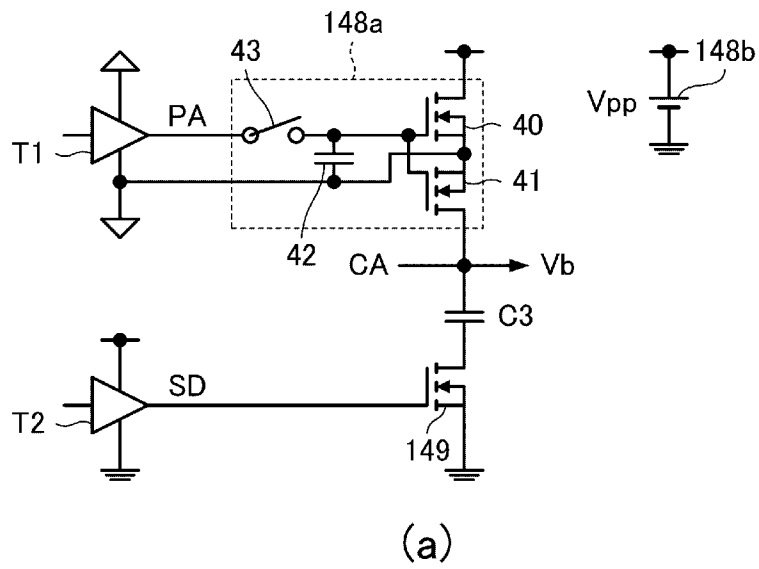
[図11]



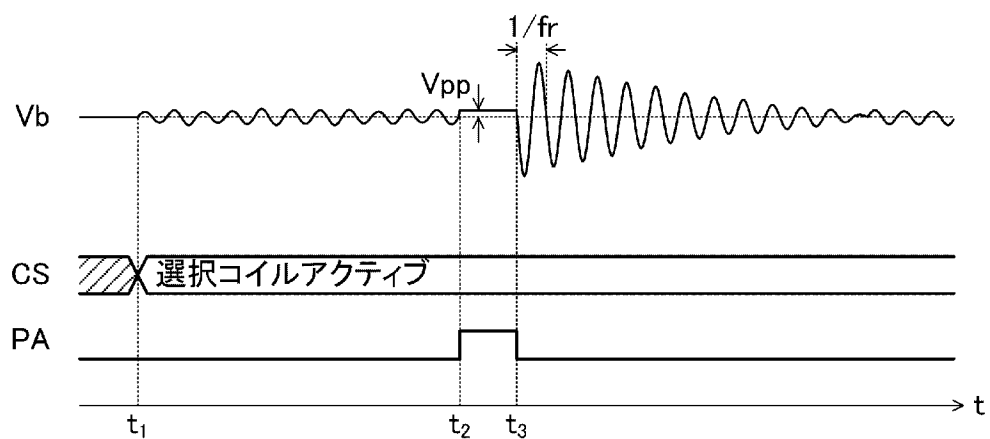
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/045742

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G01V3/10 (2006.01) i, H02J7/00 (2006.01) i, H02J50/12 (2016.01) i,
H02J50/60 (2016.01) 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)

Int.Cl. G01V3/10, H02J7/00, H02J50/12, H02J50/60

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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 2013-27171 A (SONY CORP.) 04 February 2013, entire text, all drawings & US 2014/0159503 A1 & CN 103688442 A	1-9
A	JP 2013-236422 A (SONY CORP.) 21 November 2013, entire text, all drawings & US 2013/0293026 A1 & CN 103389515 A	1-9
A	WO 2016/031209 A1 (PANASONIC IP MANAGEMENT CO., LTD.) 03 March 2016, entire text, all drawings & US 2017/0248726 A1	1-9
A	JP 2013-132133 A (SONY CORP.) 04 July 2013, entire text, all drawings & US 2013/0162054 A1 & CN 103176215 A	1-9
A	JP 2013-135518 A (SONY CORP.) 08 July 2013, entire text, all drawings & US 2013/0176023 A1 & CN 103176217 A	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

"I" 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
16 March 2018 (16.03.2018)

Date of mailing of the international search report
27 March 2018 (27.03.2018)

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/JP2017/045742

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 2015-128364 A (TDK CORPORATION) 09 July 2015, entire text, all drawings & US 2015/0145530 A1 & CN 104682572 A	1-9
A	JP 2015-204707 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 16 November 2015, entire text, all drawings (Family: none)	1-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01V3/10(2006.01)i, H02J7/00(2006.01)i, H02J50/12(2016.01)i, H02J50/60(2016.01)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. G01V3/10, H02J7/00, H02J50/12, H02J50/60

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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 2013-27171 A（ソニー株式会社）2013.02.04, 全文、全図 & US 2014/0159503 A1 & CN 103688442 A	1-9
A	JP 2013-236422 A（ソニー株式会社）2013.11.21, 全文、全図 & US 2013/0293026 A1 & CN 103389515 A	1-9
A	WO 2016/031209 A1（パナソニックIPマネジメント株式会社） 2016.03.03, 全文、全図 & US 2017/0248726 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

16.03.2018

国際調査報告の発送日

27.03.2018

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）

東松 修太郎

2 J

3208

電話番号 03-3581-1101 内線 3252

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 2013-132133 A (ソニー株式会社) 2013. 07. 04, 全文、全図 & US 2013/0162054 A1 & CN 103176215 A	1-9
A	JP 2013-135518 A (ソニー株式会社) 2013. 07. 08, 全文、全図 & US 2013/0176023 A1 & CN 103176217 A	1-9
A	JP 2015-128364 A (TDK株式会社) 2015. 07. 09, 全文、全図 & US 2015/0145530 A1 & CN 104682572 A	1-9
A	JP 2015-204707 A (トヨタ自動車株式会社) 2015. 11. 16, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-9