

(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
2018年7月5日(05.07.2018)



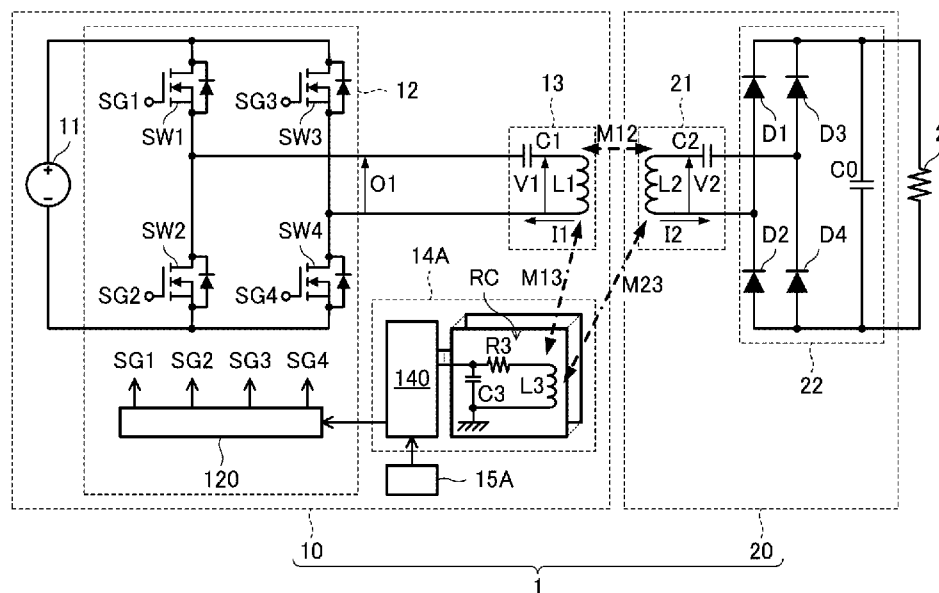
(10) 国際公開番号

WO 2018/123767 A1

- (51) 国際特許分類:
H02J 50/60 (2016.01) H02J 50/10 (2016.01)
H02J 7/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/045743
- (22) 国際出願日: 2017年12月20日(20.12.2017)
- (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 2016-253817 2016年12月27日(27.12.2016) JP
- (71) 出願人: T D K株式会社(TDK CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1080023 東京都港区芝浦三丁目
9番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 福澤 成敏(FUKUZAWA Narutoshi);
〒1080023 東京都港区芝浦三丁目9番1号 T
D K株式会社内 Tokyo (JP). 後谷 明(GOTANI
Akira); 〒1080023 東京都港区芝浦三丁目9
番1号 T D K株式会社内 Tokyo (JP). 近
藤 和樹(KONDO Kazuki); 〒1080023 東京都
港区芝浦三丁目9番1号 T D K株式会社
内 Tokyo (JP). 大嶋 一則(OSHIMA Kazunori);
〒1080023 東京都港区芝浦三丁目9番1号
T D K株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 鷲頭 光宏, 外(WASHIZU Mitsuhiro et
al.); 〒1040061 東京都中央区銀座一丁目5番
1号第三太陽ビル7F Tokyo (JP).

(54) Title: WIRELESS POWER SUPPLY DEVICE, WIRELESS POWER RECEIVING DEVICE, AND WIRELESS POWER TRANSMISSION SYSTEM

(54) 発明の名称: 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



(57) Abstract: [Problem] In wireless power transmission, to improve accuracy of detection of metal foreign objects between a power transmission coil and a power receiving coil. [Solution] This wireless power supply device 10, for transmitting power wirelessly with an alternating magnetic field that oscillates at a prescribed power transmission frequency, is provided with a power transmission coil L1, an antenna coil L3, a capacitor C3 which forms a resonance circuit RC together with the antenna coil L3, a noise detection unit 15A which detects noise oscillation at frequencies above the power transmission frequency, and a foreign body detection unit 140 which detects the presence or absence of magnetic foreign bodies on the basis of change in the voltage or current generated in the resonance circuit RC and on the basis of the result of noise detection by the noise detection unit 15A.



(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))

(57) 要約: 【課題】ワイヤレス給電中における、給電コイルと受電コイルとの間の金属異物の検出精度を向上する。【解決手段】ワイヤレス給電装置10は、所定の電力伝送周波数で振動する交番磁界によりワイヤレスで電力伝送を行うワイヤレス給電装置10であって、給電コイルL1と、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、電力伝送周波数よりも高い周波数で振動するノイズを検出するノイズ検出部15Aと、共振回路RCに生ずる電圧又は電流の変化と、ノイズ検出部15Aによるノイズの検出結果とに基づき、金属異物の有無を検出する異物検出部140と、を備える。

明 細 書

発明の名称：

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、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。

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、コイル及びコンデンサからなる共振回路を用いる方式が知られている。例えば特許文献1には、コイル及びコンデンサからなる共振回路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、電力伝送のための磁界の強度が所定値以下となるタイミングで異物検出を行うことにより、電力伝送が行われている間にも異物の有無を検出可能とする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2015-211536号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] コイル及びコンデンサからなる共振器による異物の検出については、電力伝送のための磁界の影響により、正確に行うことが難しくなる場合がある。特に、交流から直流又は直流から交流に変換するためのスイッチング素子を給電装置又は受電装置内に使用する場合、スイッチングに伴って電力伝送のための交番磁界に電力伝送周波数より高い周波数の成分が発生し、この高周波数成分がノイズとして作用するため、異物の検出がより困難になる。

[0010] 特許文献2に記載の技術は、電力伝送のための磁界が異物検出に与える影響を軽減しようとするものである。しかしながら、この技術によっても、磁界が電力伝送周波数より高い周波数の成分を含む場合には、その影響を軽減することはできない。むしろ、電力伝送のための磁界の強度が所定値以下となるタイミング（すなわち、ゼロクロスの近傍）は、スイッチングに伴う高

周波成分が重畳される可能性が高いタイミングでもあるため、特許文献2に記載の技術を用いると、影響が増大してしまう可能性もある。

[0011] 本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、ワイヤレス給電中における、給電コイルと受電コイルとの間の金属異物の検出精度を向上することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0012] 本発明によるワイヤレス給電装置は、所定の電力伝送周波数で振動する交番磁界によりワイヤレスで電力伝送を行うワイヤレス給電装置であって、給電コイルと、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、前記電力伝送周波数よりも高い周波数で振動するノイズを検出するノイズ検出部と、前記共振回路に生ずる電圧又は電流の変化と、前記ノイズ検出部によるノイズの検出結果とに基づき、金属異物の有無を検出する異物検出部と、を備えることを特徴とする。

[0013] また、本発明によるワイヤレス受電装置は、所定の電力伝送周波数で振動する交番磁界によりワイヤレスで電力を受電するワイヤレス受電装置であって、受電コイルと、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、前記電力伝送周波数よりも高い周波数で振動するノイズを検出するノイズ検出部と、前記共振回路に生ずる電圧又は電流の変化と、前記ノイズ検出部によるノイズの検出結果とに基づき、金属異物の有無を検出する異物検出部と、を備えることを特徴とする。

[0014] 本発明によれば、異物検出部がノイズ検出部によるノイズの検出結果にも基づいて金属異物の有無を検出するため、ワイヤレス給電中における、給電コイルと受電コイルとの間の金属異物の検出精度を向上することが可能となる。

[0015] 上記ワイヤレス給電装置において、前記異物検出部は、前記共振回路に対して電圧を印加する駆動部と、前記ノイズ検出部によるノイズの検出結果により前記共振回路に生ずる振動信号に歪みが発生しないことが示されるタイミングで前記電圧を印加するよう前記駆動部を制御する制御部と、を有し、

前記電圧に応じて前記共振回路に生ずる振動信号に対応する信号の1より大きい所定波数分の振動に要する時間の長さを示す振動時間長に基づき、金属異物の有無を検出するよう構成されることとしてもよい。また、上記ワイヤレス受電装置において、前記異物検出部は、前記共振回路に対して電圧を印加する駆動部と、前記ノイズ検出部によるノイズの検出結果により前記共振回路に生ずる振動信号に歪みが発生しないことが示されるタイミングで前記電圧を印加するよう前記駆動部を制御する制御部と、を有し、前記電圧に応じて前記共振回路に生ずる振動信号に対応する信号の1より大きい所定波数分の振動に要する時間の長さを示す振動時間長に基づき、金属異物の有無を検出するよう構成されることとしてもよい。これらによれば、電圧に応じて共振回路に生ずる振動信号に対応する信号の周期に基づいて金属異物の有無を検出するタイプの異物検出部を、ノイズ検出部によるノイズの検出結果によりノイズの不発生が示されるタイミングで電圧を印加するよう構成することができるので、ワイヤレス給電中における、給電コイルと受電コイルとの間の金属異物の検出精度を向上することが可能となる。

[0016] 上記ワイヤレス給電装置において、前記ノイズ検出部は、少なくとも1つのノイズ検出用コイルを有することとしてもよい。また、上記ワイヤレス受電装置において、前記ノイズ検出部は、少なくとも1つのノイズ検出用コイルを有することとしてもよい。これらによれば、ノイズ検出部は、アンテナコイルとは異なる専用のコイルによりノイズを検出することが可能になる。また、ノイズ検出にコイルを用いることで交流磁界を直接計測することが可能になるので、ワイヤレス給電装置に生じたノイズとワイヤレス受電装置に生じたノイズとの双方を精度よく検出することが可能になる。

[0017] 上記ワイヤレス給電装置において、前記アンテナコイルと前記コンデンサの接続状態を切り替える切替部をさらに備え、前記ノイズ検出部は、前記アンテナコイルに生ずる信号に基づいて前記ノイズを検出し、前記切替部は、前記異物検出部による金属異物の有無の検出を行う期間においては前記アンテナコイルと前記コンデンサとを接続し、前記ノイズ検出部による前記ノイ

ズの検出を行う期間においては前記コンデンサを前記アンテナコイルから切り離すこととしてもよい。また、上記ワイヤレス受電装置において、前記アンテナコイルと前記コンデンサの接続状態を切り替える切替部をさらに備え、前記ノイズ検出部は、前記アンテナコイルに生ずる信号に基づいて前記ノイズを検出し、前記切替部は、前記異物検出部による金属異物の有無の検出を行う期間においては前記アンテナコイルと前記コンデンサとを接続し、前記ノイズ検出部による前記ノイズの検出を行う期間においては前記コンデンサを前記アンテナコイルから切り離すこととしてもよい。これらによれば、アンテナコイルをノイズ検出用のコイルとしても使用することが可能になる。

[0018] 上記ワイヤレス給電装置において、前記異物検出部は、前記ノイズ検出部によりノイズが検出されたことに応じて、前記共振回路に生ずる電圧又は電流の変化に基づいて実施した金属異物の有無の検出の結果を破棄するよう構成されることとしてもよい。また、上記ワイヤレス受電装置において、前記異物検出部は、前記ノイズ検出部によりノイズが検出されたことに応じて、前記共振回路に生ずる電圧又は電流の変化に基づいて実施した金属異物の有無の検出の結果を破棄するよう構成されることとしてもよい。これらによれば、ノイズに影響されていない検出結果のみを採用することができるので、ワイヤレス給電中における、給電コイルと受電コイルとの間の金属異物の検出精度を向上することが可能となる。

[0019] また、本発明の一側面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は、上記各ワイヤレス給電装置のいずれかであることを特徴とする。

[0020] また、本発明の他の一側面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、前記ワイヤレス受電装置は、上記各ワイヤレス受電装置のいずれかであることを特徴とする。

発明の効果

[0021] 本発明によれば、ワイヤレス給電中における、給電コイルと受電コイルとの間の金属異物の検出精度を向上することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]本発明の第1の実施の形態によ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]図2に示した制御信号SG1～SG4、出力電圧O1、電圧V1、V2、及び電流I1、I2の波形を示す図である。

[図4]図2に示した電流I1、I2の周波数スペクトラムを示す図である。

[図5] (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6]図2に示した金属異物検出装置14Aの機能ブロックを示す略ブロック図である。

[図7]図2に示した電圧V1、V2及び電流I1、I2、並びに、図6に示した振動信号Vbの波形を示す図である。

[図8]本発明の第2の実施の形態による金属異物検出装置14Bの機能ブロックを示す略ブロック図である。

[図9]図8に示したパルス印加信号PA、振動信号Vb、Vc、及び二値信号Vdの波形を示す図である。

[図10]本発明の第3の実施の形態による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11]図10に示した電圧V1、V2及び電流I1、I2、I4、並びに、

ハイパスフィルタ回路 151 の出力信号 14a の波形を示す図である。

[図12]本発明の第4の実施の形態による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13]本発明の第5の実施の形態による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14]本発明の実施例における振動信号Vb及び出力信号14aの波形及び周期Cの計測結果を示す図である。

発明を実施するための形態

[0023] 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。

[0024] (第1の実施の形態)

図1は、本発明の第1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。

[0025] 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。

[0026] 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。

[0027] 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 14A、及びノイズ検出部 15A を有して構成される。

[0028] 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。

[0029] 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。

[0030] スwitching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。

[0031] スイッチ駆動部 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 O1 が所定周期で振動する矩形の交流電圧信号となるよう、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、この所定周期で振動する矩形の交流電圧信号が供給されることになる。以下では、この所定周期の逆数を電力伝送周

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。

[0032] 図3(a)～図3(e)はそれぞれ、制御信号SG1, SG4, SG3, SG2及び出力電圧O1の波形を示す図である。なお、同図において各信号が「ON」となっている期間は、対応するスイッチング素子が閉状態となっている期間に対応し、各信号が「OFF」となっている期間は、対応するスイッチング素子が開状態となっている期間に対応する。これらの図に示すように、制御信号SG1～SG4はいずれも電力伝送周波数 f_p で振動する矩形波信号であり、制御信号SG1, SG4と制御信号SG2, SG3とは位相が180度異なっている。その結果、出力電圧O1も、電力伝送周波数 f_p で振動する矩形波信号となる。

[0033] 図2に戻り、給電コイル部13は、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。

[0034] 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I1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M12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。

[0035] 図3(f)及び図3(g)はそれぞれ、給電コイルL1の両端間の電圧V1、及び、給電コイルL1に流れる電流I1の波形を示す図である。これらの図に示すように、電圧V1及び電流I1はそれぞれ、電力伝送周波数 f_p

で振動する略正弦波信号となる。これは、給電側コンデンサ C_1 及び給電コイル L_1 が構成する共振回路によって、高周波成分がフィルタリングされるためである。

[0036] 図4(a)は、電流 I_1 の周波数スペクトラムを示す図である。同図に示すように、電流 I_1 においては、電力伝送周波数 f_p よりも高い周波数帯域に多数のピークが認められる。つまり、電流 I_1 は完全な正弦波ではなく、多数の高周波成分を含んでいる。これは主として、図3(f)に示すように、スイッチング素子 $SW_1 \sim SW_4$ のスイッチングのタイミングで電圧 V_1 に高周波成分が発生していることに対応するものである。これらの高周波成分は、給電コイル部13により生成される交番磁界に重畳され、金属異物検出装置14Aの共振回路 RC (後述)に現れる信号波形に影響を与える。本発明の目的の一つは、この影響によって生ずる金属異物検出装置14Aによる検出精度の低下を抑制することにある。

[0037] 図2に戻る。金属異物検出装置14Aは、給電コイル L_1 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、それぞれアンテナコイル L_3 及び金属異物検出装置用コンデンサ C_3 を含む複数の共振回路 RC と、各共振回路 RC に接続された異物検出部140とを有して構成される。なお、図2に示した抵抗 R_3 は、アンテナコイル L_3 の直列抵抗を明示したものである。

[0038] 金属異物検出装置14Aを設置する目的は、給電コイル L_1 と受電コイル L_2 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14Aの少なくとも一部(より具体的には各アンテナコイル L_3)は、図1に示すように、給電コイル L_1 の受電コイル L_2 との対向面上に、すなわち給電コイル L_1 と受電コイル L_2 の間に配置される。なお、金属異物検出装置14Aと給電コイル L_1 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。

[0039] ノイズ検出部15Aは、電力伝送周波数 f_p よりも高い周波数の信号(以下、「ノイズ」と称する)を検出可能に構成される。ノイズ検出部15A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 L_1 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15Aを構成することが挙げられる。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15A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 D1 ~ D4 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 C0 とによって構成される。

[0044] 図 3 (h) 及び図 3 (i) はそれぞれ、受電コイル L2 の両端間の電圧 V2、及び、受電コイル L2 に流れる電流 I2 の波形を示す図である。これらの図に示すように、電圧 V2 及び電流 I2 はそれぞれ、電圧 V1 及び電流 I1 と同様、電力伝送周波数 f_p で振動する略正弦波信号となる。これは、受電側コンデンサ C2 と受電コイル L2 が構成する共振回路によって、高周波成分がフィルタリングされるためである。ただし、電圧 V2 及び電流 I2 はそれぞれ、電圧 V1 及び電流 I1 に対して若干（図 3 の例では $1/4$ 周期強）遅延した信号となる。

[0045] 図 4 (b) は、電流 I2 の周波数スペクトラムを示す図である。同図に示すように、電流 I2 においても、電流 I1 と同様、電力伝送周波数 f_p よりも高い周波数帯域に多数のピークが認められる。つまり、電流 I2 も完全な正弦波ではなく、多数の高周波成分を含んでいる。これは主として、図 3 (h) に示すように、ダイオード D1 ~ D4 を流れる電流経路の切り替わりに起因する高周波成分が電圧 V2 に発生していることに対応するものである。これらの高周波成分も、給電コイル部 13 により生成される交番磁界に重畳され、金属異物検出装置 14A の共振回路 RC（後述）に現れる信号波形に影響を与える。この影響によって生ずる金属異物検出装置 14A による検出精度の低下を抑制することも、本発明の目的の一つである。

[0046] 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（CVCC 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。

[0047] 次に、図5及び図6を参照しながら、金属異物検出装置14Aの詳細について説明する。図5(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5(b)は、図5(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の断面図であり、図6は、金属異物検出装置14Aの機能ブロックを示す略ブロック図である。

[0048] 初めに図5(a)及び図5(b)を参照すると、金属異物検出装置14Aに設けられる複数の共振回路RC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。このような共振回路RC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。

[0049] この配置により、給電コイルL1において上述した交番磁界（電力伝送周波数 f_p で振動する磁界）が発生すると、図2に示した給電コイルL1と各アンテナコイルL3との間の相互インダクタンス M_{13} 、及び、受電コイルL2と各アンテナコイルL3との間の相互インダクタンス M_{23} によって、各アンテナコイルL3に起電力が誘起される。この起電力は、各アンテナコイルL3に振動信号Vb（図6参照）を発生させる。つまり、本実施の形態によるアンテナコイルL3は、磁界を受けて振動信号Vbを発生するものとなっている。

[0050] 各アンテナコイルL3に発生する振動信号Vbは、交番磁界の周波数である電力伝送周波数 f_p の成分に加え、各共振回路RCの共振周波数 f_r の成分を含む信号となる。共振周波数 f_r の具体的な値は、アンテナコイルL3のインダクタンスとコンデンサC3のキャパシタンスとを調整することにより、電力伝送周波数 f_p よりも桁違いに高い単一の値に設定される。具体的な例では、 $f_r = 3,000$ [kHz] とすることが好ましい。なお、コンデンサC3のキャパシタンスは、数百から数千 [pF] 程度の値とすること

が好ましい。

[0051] 次に図6を参照すると、異物検出部140は機能的に、検出切替スイッチ141、フィルタ回路142、二値化回路143、カウンタ回路144、振動時間長計測回路145、判定回路146、及び制御回路147Aを有して構成される。このうち検出切替スイッチ141及びフィルタ回路142は、各共振回路RCとともにセンサ部Sを構成する。

[0052] 検出切替スイッチ141は、フィルタ回路142に接続された共通端子と、各共振回路RCに接続された複数の選択端子とを有する1回路多接点のスイッチであり、制御回路147Aから供給されるコイル選択信号CSに応じて、いずれか1つの選択端子を共通端子に接続するよう構成される。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。

[0053] 制御回路147Aは、コイル選択信号CSを生成して検出切替スイッチ141に供給するとともに、選択したアンテナコイルL3を含む共振回路RCに生ずる電圧又は電流の変化と、ノイズ検出部15Aによるノイズの検出結果とに基づき、金属異物の有無の検出を行う回路（制御部）である。金属異物の有無の検出を行うに当たり、制御回路147Aは、カウンタ回路144にカウント開始信号STを、振動時間長計測回路145に参照期間指示信号RPをそれぞれ供給する処理も行う。

[0054] 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147Aは、等しい時間間隔で1つずつ順次各アンテナコイルL3を選択し、選択したアンテナコイルL3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L3が1つずつ順次接続されていくことになる。制御回路147Aは、最後のアンテナコイルL3を選択した後には、最初のアンテナコイルL3に戻って選択動作を繰り返す。

[0055] なお、制御回路147Aは、ユーザによる設定等に応じて、複数のアンテナコイルL3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。

[0056] 以下、制御回路1 4 7 Aが行う金属異物の有無の検出について、異物検出部1 4 0内の他の回路の動作説明も含めて、詳しく説明する。なお、以下で説明する異物検出のための動作は、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 Aによって1回以上繰り返し実行される。

[0057] 選択中のアンテナコイルL 3において発生した振動信号V bは、検出切替スイッチ1 4 1を介して、フィルタ回路1 4 2に入力される。フィルタ回路1 4 2は、振動信号V bから電力伝送周波数 f_p の成分を取り除くことにより、振動信号V cを生成する回路である。具体的には、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フィルタ回路1 4 2を構成してもよいし、電力伝送周波数 f_p より高周波数の成分のみを取り出すハイパスフィルタによりフィルタ回路1 4 2を構成してもよい。また、フィルタ回路1 4 2は、アクティブフィルタで構成されてもよいし、パッシブフィルタで構成されてもよい。

[0058] 二値化回路1 4 3は、フィルタ回路1 4 2から出力される振動信号V cの電圧値と、予め設定された基準電圧値とを比較することにより、二値信号V dを生成する機能を有する。二値信号V dは、振動信号V cの電圧値が基準電圧値以上である場合にハイレベルとなり、振動信号V cの電圧値が基準電圧値より小さい場合にローレベルとなる二値の信号となる。

[0059] カウンタ回路1 4 4は、二値化回路1 4 3から出力される二値信号V dの波数をカウントすることにより、振動信号V cの波数をカウントする機能を有する。カウンタ回路1 4 4がカウントを開始するタイミングは、制御回路1 4 7 Aから供給されるカウント開始信号S Tによって指示される。

[0060] 振動時間長計測回路1 4 5は、1より大きい所定波数分の振動信号V c（共振回路に生ずる振動信号V bに対応する信号）の振動に要する時間の長さ

を示す振動時間長 T_L を計測する回路である。なお、ここでいう波数は、周期と言い換えることも可能である。具体的には、カウンタ回路144のカウンタ値が第1のカウント値に達した時点から、カウンタ回路144のカウンタ値が第2のカウント値に達した時点までの時間長を計測し、振動時間長 T_L として出力するよう構成される。第1及び第2のカウント値は、制御回路147Aから供給される参照期間指示信号 R_P によって指示される。振動時間長計測回路145により振動時間長 T_L は、判定回路146に供給される。

[0061] 判定回路146は、振動時間長計測回路145から供給される振動時間長 T_L と、制御回路147Aに予め設定される基準時間長 C_{TL} とを比較し、その結果に基づいて、給電コイル L_1 と受電コイル L_2 の間における金属異物の有無を検出する機能部である。具体的な例では、振動時間長 T_L と基準時間長 C_{TL} の差が所定値以上である場合に金属異物が検出されたと判定し、それ以外の場合に金属異物が検出されていないと判定する。判定の結果は、制御回路147Aを通じて、ワイヤレス電力伝送システム1内のシステム全体を制御する制御部（図示せず）に送信される。この制御部は、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に示した電力変換器12による電力の変換を停止させる動作を行う。すなわち、電力変換器12から交流電力が出力されないよう、図2に示したスイッチ駆動部120による制御信号 $S_{G1} \sim S_{G4}$ の生成を制御する。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 L_1 と受電コイル L_2 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。

[0062] 制御回路147Aは、ノイズ検出部15Aによるノイズの検出結果に基づき、カウント開始信号 S_T を活性化することによってカウンタ回路144にカウント開始を指示するタイミングと、参照期間指示信号 R_P によって振動時間長計測回路145に通知する第1及び第2のカウント値の内容とを決定する。本実施の形態では、この決定により、ワイヤレス給電中における、給

電コイル L_1 と受電コイル L_2 との間の金属異物の検出精度の向上が実現される。以下、図7も参照しながら詳しく説明する。

[0063] 図7は、電圧 V_1 、 V_2 、電流 I_1 、 I_2 、及び振動信号 V_b の波形を示す図である。なお、同図には電力伝送周波数 f_p の1周期分を示している。上述したように、振動信号 V_b は共振回路 RC の共振周波数 f_r の成分を含む信号であるが、図7に示すように、振動信号 V_b にはその他の周波数成分も多数含まれている。特に、電圧 V_1 、 V_2 に高周波成分が重畳するタイミング（図7の例では、時刻 t_1 、 t_2 、 t_3 、 t_4 ）で、振動信号 V_b の波形に大きな歪み（電力伝送のための交番磁界に起因する歪み）が発生する。このような歪みは異物検出の精度の低下を招くことから、制御回路147Aは、このような歪みができるだけ発生しないタイミングで金属異物の検出が行われることとなるよう、カウント開始信号 S_T の活性化タイミング並びに第1及び第2のカウント値の内容を決定する。

[0064] より具体的に説明すると、制御回路147Aは、ノイズ検出部15Aによるノイズの検出結果の履歴から、電力伝送のための交番磁界に起因する大きな歪みが振動信号 V_b に発生しないタイミングを予測する。図7の例では、時刻 t_2 と時刻 t_3 の間の期間（以下、「ノイズレス期間 NLP 」と称する）が、電力伝送のための交番磁界に起因する大きな歪みが振動信号 V_b に発生しないタイミングである。ノイズレス期間 NLP は、スイッチング素子 $SW_1 \sim SW_4$ のスイッチングによって生じているものであるから、定期的に出現する。制御回路147Aは、このような定期的に出現するノイズレス期間 NLP の出現周期をノイズ検出結果の履歴から取得することにより、次のノイズレス期間 NLP の出現タイミングを予測する。そして、その予測結果に基づき、次のノイズレス期間 NLP の中で金属異物の検出が行われることとなるよう、カウント開始信号 S_T の活性化タイミング及び第1及び第2のカウント値の内容を決定する。

[0065] 具体的な例では、制御回路147Aは、ノイズレス期間 NLP の開始直後にカウント開始信号 S_T を活性化すればよい。また、第1のカウント値は例

例えば2とすればよい。第1のカウント値を1ではなく2とするのは、ノイズレス期間NLPが開始した直後の振動信号Vbには歪みが残っている可能性があるからである。さらに、第2のカウント値は、金属異物の検出期間がノイズレス期間NLPを超えてしまうことのないように決定すればよい。具体的には、ノイズレス期間NLPの時間長と共振回路RCの共振周波数 f_r とからノイズレス期間NLP内に含まれることが期待される振動信号Vcの波数を算出し、算出結果を超えない値を第2のカウント値とすればよい。例えば図7の例であれば、ノイズレス期間NLP内に含まれることが期待される振動信号Vcの波数は6（丸数字の1～6に対応）となるので、第2のカウント値としては、6を超えない数字を用いればよい。

[0066] 制御回路147Aがこのようにしてカウント開始信号STの活性化タイミング及び第1及び第2のカウント値の内容を決定することにより、電力伝送のための交番磁界に起因する大きな歪みが振動信号Vbに発生しないノイズレス期間NLP内に、金属異物の検出が行われることになる。したがって、ワイヤレス給電中における、給電コイルL1と受電コイルL2との間の金属異物の検出精度を向上することが可能となる。

[0067] 以上説明したように、本実施の形態によるワイヤレス給電装置10によれば、異物検出部140がノイズ検出部15Aによるノイズの検出結果にも基づいて金属異物の有無を検出しているので、ワイヤレス給電中における、給電コイルL1と受電コイルL2との間の金属異物の検出精度を向上することが可能となる。より具体的に言えば、制御回路147Aが、電力伝送のための交番磁界に起因する大きな歪みが振動信号Vbに発生しないノイズレス期間NLP内に金属異物の検出が行われることとなるよう、カウント開始信号STの活性化タイミング及び第1及び第2のカウント値の内容を決定しているので、ワイヤレス給電中における、給電コイルL1と受電コイルL2との間の金属異物の検出精度を向上することが可能となる。

[0068] また、本実施の形態によるワイヤレス給電装置10によれば、制御回路147Aがノイズの検出結果の履歴からノイズレス期間NLPを予測している

ので、仮にスイッチング素子SW1～SW4のスイッチング以外の要因によるノイズが発生したとしても、そのノイズが周期的なものである限り、そのノイズを避けて金属異物の検出を行うことが可能になる。

[0069] (第2の実施の形態)

次に、本発明の第2の実施の形態に係るワイヤレス電力伝送システム1について、説明する。本実施の形態に係るワイヤレス電力伝送システム1は、金属異物検出装置14Aに代えて金属異物検出装置14Bを用いる点で、第1の実施の形態によるワイヤレス電力伝送システム1と相違する。その他の点では第1の実施の形態によるワイヤレス電力伝送システム1と同様であるので、以下では、第1の実施の形態と同様の構成については同一の符号を付し、第1の実施の形態との相違点にのみ着目して説明する。

[0070] 図8は、本実施の形態による金属異物検出装置14Bの機能ブロックを示す略ブロック図である。同図に示すように、金属異物検出装置14Bは、第1の実施の形態による金属異物検出装置14Aの異物検出部140に駆動回路148を追加するとともに、制御回路147Aを制御回路147Bに置き換えたものとなっている。駆動回路148は、各共振回路RCに対して電圧を供給する回路（駆動部）であり、各アンテナコイルL3は、駆動回路148から供給される電圧を受けて、振動信号Vbを発生するように構成される。

[0071] 駆動回路148について、より詳しく説明する。駆動回路148は、図8に示すように、スイッチング回路148a及び電源148bを有して構成される。

[0072] スwitch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接点のスイッチであり、制御回路147B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。

- [0073] 電源 148b は、アンテナコイル L3 に電流を流すための電源であり、直流電源、交流電源のいずれであってもよい。以下では、電源 148b が直流電源である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。
- [0074] 本実施の形態による制御回路 147B は、コイル選択信号 CS による検出切替スイッチ 141 の制御、カウント開始信号 ST によるカウンタ回路 144 の制御、及び、参照期間指示信号 RP による振動時間長計測回路 145 の制御に加え、パルス印加信号 PA によるスイッチング回路 148a の制御を行う。以下、図 9 も参照しながら詳しく説明する。
- [0075] 図 9 は、図 8 に示したパルス印加信号 PA、振動信号 Vb、Vc、及び二値信号 Vd の波形を示す図である。制御回路 147B は、金属異物の検出を実行するにあたり、まず初めに、同図に示す期間 P1 の間、パルス印加信号 PA を活性状態とする。すると、コイル選択信号 CS によって選択中の共振回路 RC に対し、期間 P1 の間、駆動回路 148 から電圧が供給される。この電圧によってアンテナコイル L3 にエネルギーが蓄積され、こうして蓄積されたエネルギーにより、パルス印加信号 PA が非活性に戻った後、振動信号 Vb に周波数 f_r の減衰振動が発生する。
- [0076] 減衰振動を含む振動信号 Vb に対する処理は、第 1 の実施の形態で説明したものと同様である。すなわち、フィルタ回路 142 により、振動信号 Vb から電力伝送周波数 f_p の成分を取り除いてなる振動信号 Vc が生成され、二値化回路 143 により、振動信号 Vc の電圧値と予め設定された基準電圧値とを比較してなる二値信号 Vd が生成され、カウンタ回路 144 により、二値信号 Vd の波数がカウントされる。カウンタ回路 144 がカウントを開始するタイミングは、第 1 の実施の形態と同様、制御回路 147B から供給されるカウント開始信号 ST によって制御される。なお、制御回路 147B は、パルス印加信号 PA を非活性に戻すと同時にカウント開始信号 ST を活性化すればよい。その後の振動時間長計測回路 145 及び制御回路 147B の処理については、第 1 の実施の形態で説明したとおりである。

[0077] 本実施の形態による制御回路 1 4 7 B は、第 1 の実施の形態による制御回路 1 4 7 A と同様の処理により、電力伝送のための交番磁界に起因する大きな歪みが振動信号 V b に発生しないタイミング（図 7 に示したノイズレス期間 N L P）を取得する。そして、このノイズレス期間 N L P の中で異物検出を行えるよう、パルス印加信号 P A の活性化タイミングと、参照期間指示信号 R P により振動時間長計測回路 1 4 5 に通知する第 1 及び第 2 のカウント値の内容とを決定する。

[0078] 具体的な例では、制御回路 1 4 7 B は、ノイズレス期間 N L P の開始直後にパルス印加信号 P A を活性化すればよい。こうすることで制御回路 1 4 7 B は、ノイズ検出部 1 5 A によるノイズの検出結果により振動信号 V b に歪みが発生しないことが示されるタイミングで電圧を印加するよう、駆動回路 1 4 8 を制御することができる。一方、第 1 及び第 2 のカウント値の内容については、第 1 の実施の形態と同様にして決定すればよい。つまり、第 1 のカウント値は例えば 2 とすればよく、第 2 のカウント値は、金属異物の検出期間がノイズレス期間 N L P を超えてしまうことのないように決定すればよい。例えば図 9 の例では、第 1 及び第 2 のカウント値をそれぞれ 2 及び 6 とすることで、図示した丸数字 2 から丸数字 6 までに対応する期間が金属異物の検出期間となる。

[0079] 制御回路 1 4 7 B がこのようにしてパルス印加信号 P A の活性化タイミング及び第 1 及び第 2 のカウント値の内容を決定することにより、電力伝送のための交番磁界に起因する大きな歪みが振動信号 V b に発生しないノイズレス期間 N L P 内で、金属異物の検出が行われることになる。したがって、本実施の形態においても、ワイヤレス給電中における、給電コイル L 1 と受電コイル L 2 との間の金属異物の検出精度を向上することが可能となる。

[0080] 以上説明したように、本実施の形態によるワイヤレス給電装置 1 0 によれば、制御回路 1 4 7 B が、電力伝送のための交番磁界に起因する大きな歪みが振動信号 V b に発生しないノイズレス期間 N L P 内に金属異物の検出が行われることとなるよう、パルス印加信号 P A の活性化タイミング及び第 1 及

び第2のカウント値の内容を決定しているので、ワイヤレス給電中における、給電コイルL1と受電コイルL2との間の金属異物の検出精度を向上することが可能となる。

[0081] (第3の実施の形態)

次に、本発明の第3の実施の形態に係るワイヤレス電力伝送システム1について、説明する。本実施の形態に係るワイヤレス電力伝送システム1は、ノイズ検出部15Aに代えてノイズ検出部15Bを用いる点で、第1の実施の形態によるワイヤレス電力伝送システム1と相違する。その他の点では第1の実施の形態によるワイヤレス電力伝送システム1と同様であるので、以下では、第1の実施の形態と同様の構成については同一の符号を付し、第1の実施の形態との相違点にのみ着目して説明する。

[0082] 図10は、本実施の形態による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。同図に示すように、ノイズ検出部15Bは、ノイズ検出用コイルL4と、検出部150とを有して構成される。検出部150の内部には、ハイパスフィルタ回路(HPF)151が設けられる。なお、図10に示した抵抗R4は、ノイズ検出用コイルL4の直列抵抗を明示したものである。また、ノイズ検出用コイルL4の個数は1個であってもよいし、複数個であってもよい。

[0083] ノイズ検出用コイルL4は、ワイヤレス電力伝送の実施中に生ずる交番磁界内に配置される。具体的には、給電コイルL1と対向する位置にノイズ検出用コイルL4を配置することが好ましい。このような配置により、給電コイルL1において上述した交番磁界(電力伝送周波数 f_p で振動する磁界)が発生すると、図10に示した給電コイルL1とノイズ検出用コイルL4との間の相互インダクタンス M_{14} 、及び、受電コイルL2とノイズ検出用コイルL4との間の相互インダクタンス M_{24} によって、ノイズ検出用コイルL4に起電力が誘起される。この起電力により、ノイズ検出用コイルL4に交流電流 I_4 が流れる。

[0084] ハイパスフィルタ回路151は、交流電流 I_4 から電力伝送周波数 f_p よ

りも高い周波数の成分（ノイズ成分）のみを取り出すことにより、出力信号 I_{4a} （図 11 参照）を生成する回路である。ハイパスフィルタ回路 151 も、アクティブフィルタで構成されてもよいし、パッシブフィルタで構成されてもよい。ハイパスフィルタ回路 151 によって生成された出力信号 I_{4a} は、ノイズの検出結果として、異物検出部 140（具体的には、図 6 に示した制御回路 147A）に対して供給される。

[0085] 図 11 は、図 10 に示した電圧 V_1 、 V_2 及び電流 I_1 、 I_2 、 I_4 、並びに、ハイパスフィルタ回路 151 の出力信号 I_{4a} の波形を示す図である。なお、同図には電力伝送周波数 f_p の 1 周期分を示している。同図に示すように、電流 I_4 には、電力伝送周波数 f_p で振動する成分に加え、スイッチング素子 $SW_1 \sim SW_4$ のスイッチング等に起因して電圧 V_1 、 V_2 及び電流 I_1 、 I_2 に重畳したノイズが現れる。出力信号 I_{4a} は、この電流 I_4 から電力伝送周波数 f_p で振動する成分を除去したものとなるので、図 11 に示すように、ノイズ成分のみを含む信号となる。

[0086] 出力信号 I_{4a} にノイズが現れるタイミング（時刻 t_1 、 t_2 、 t_3 、 t_4 ）は、図 7 に示した時刻 t_1 、 t_2 、 t_3 、 t_4 と一致している。このことは、出力信号 I_{4a} の履歴を参照すれば、上述したノイズレス期間 NLP を取得することができる、ということを意味している。そこで本実施の形態による制御回路 147A（図 6 参照）は、ノイズ検出部 15B から供給される出力信号 I_{4a} の履歴を参照することにより、次のノイズレス期間 NLP の出現タイミングを予測する。ノイズレス期間 NLP を予測した後の制御回路 147A の処理は、第 1 の実施の形態で説明したとおりである。

[0087] 以上説明したように、本実施の形態によるワイヤレス給電装置 10 によれば、制御回路 147A は、ノイズ検出部 15B から供給される出力信号 I_{4a} に基づき、次のノイズレス期間 NLP の出現タイミングを予測することができる。したがって、本実施の形態によっても、ワイヤレス給電中における、給電コイル L_1 と受電コイル L_2 との間の金属異物の検出精度を向上することが可能となる。

[0088] なお、本実施の形態では、ワイヤレス給電装置 10 が第 1 の実施の形態による金属異物検出装置 14 A を有する例を取り上げて説明したが、ワイヤレス給電装置 10 が第 2 の実施の形態による金属異物検出装置 14 B を有する場合にも、同様に、ノイズ検出部 15 A に代えてノイズ検出部 15 B を用いることが可能である。この場合、図 8 に示した制御回路 147 B が、ノイズ検出部 15 B から供給される出力信号 14 a の履歴を参照することにより、次のノイズレス期間 NLP の出現タイミングを予測すればよい。

[0089] (第 4 の実施の形態)

次に、本発明の第 4 の実施の形態に係るワイヤレス電力伝送システム 1 について、説明する。本実施の形態に係るワイヤレス電力伝送システム 1 は、金属異物検出装置 14 A 及びノイズ検出部 15 B の機能を統合してなる金属異物検出装置 16 を有する点で、第 3 の実施の形態によるワイヤレス電力伝送システム 1 と相違する。その他の点では第 3 の実施の形態によるワイヤレス電力伝送システム 1 と同様であるので、以下では、第 3 の実施の形態と同様の構成については同一の符号を付し、第 3 の実施の形態との相違点にのみ着目して説明する。

[0090] 図 12 は、本実施の形態による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。金属異物検出装置 16 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（異物検出部）と、電力伝送周波数 f_p よりも高い周波数の信号（ノイズ）を検出する機能（ノイズ検出部）とを有する装置であり、図 12 に示すように、それぞれアンテナコイル L3 及び金属異物検出装置用コンデンサ C3 を含む複数の共振回路 RC と、各共振回路 RC に接続された検出部 160 とを有して構成される。なお、図 12 に示した抵抗 R3 は、アンテナコイル L3 の直列抵抗を明示したものである。

[0091] 本実施の形態による共振回路 RC には、アンテナコイル L3 とコンデンサ C3 の接続状態を切り替える切替部 SW が設けられる。切替部 SW は、異物検出機能による金属異物の有無の検出を行う期間においてはアンテナコイル

L 3 とコンデンサ C 3 とを接続し、ノイズ検出機能によるノイズの検出を行う期間においてはコンデンサ C 3 をアンテナコイル L 3 から切り離すという動作を行う。切替部 SW のこの動作は、検出部 1 6 0 によって制御される。

[0092] 検出部 1 6 0 は、初めに所定時間長の期間にわたり、ノイズ検出機能によるノイズの検出動作を実行する。具体的には、まず、コンデンサ C 3 をアンテナコイル L 3 から切り離すよう、切替部 SW を制御する。次いで、検出部 1 6 0 は、ノイズ検出用コイル L 4（図 1 0 参照）ではなくアンテナコイル L 3 により受信される信号に基づいて、第 3 の実施の形態で説明した検出部 1 5 0 の動作（出力信号 1 4 a の生成）と、出力信号 1 4 a に基づくノイズレス期間 N L P の予測とを実行する。

[0093] 次のノイズレス期間 N L P の出現タイミングの予測を完了した検出部 1 6 0 は、続いて、異物検出機能による金属異物の有無の検出動作を実行する。具体的には、まず、アンテナコイル L 3 とコンデンサ C 3 とを接続するよう、切替部 SW を制御する。次いで、検出部 1 6 0 は、取得したノイズレス期間 N L P を用いて、第 3 の実施の形態で説明した異物検出部 1 4 0 と同様の異物検出動作を実行する。これにより検出部 1 6 0 は、ノイズレス期間 N L P の中で異物検出を行うことができるので、本実施の形態によっても、第 3 の実施の形態と同様、ワイヤレス給電中における、給電コイル L 1 と受電コイル L 2 との間の金属異物の検出精度を向上することが可能となる。

[0094] 以上説明したように、本実施の形態によれば、アンテナコイル L 3 をノイズ検出用のコイルとしても使用することが可能になる。したがって、図 1 0 に示したノイズ検出用コイル L 4 が不要になるので、ワイヤレス給電装置 1 0 を小サイズ化することが可能になる。

[0095]（第 5 の実施の形態）

次に、本発明の第 5 の実施の形態に係るワイヤレス電力伝送システム 1 について、説明する。本実施の形態に係るワイヤレス電力伝送システム 1 は、金属異物検出装置 1 4 A 及びノイズ検出部 1 5 B がワイヤレス給電装置 1 0 ではなくワイヤレス受電装置 2 0 に設けられる点で、第 3 の実施の形態によ

るワイヤレス電力伝送システム 1 と相違する。その他の点では第 3 の実施の形態によるワイヤレス電力伝送システム 1 と同様であるので、以下では、第 3 の実施の形態と同様の構成については同一の符号を付し、第 3 の実施の形態との相違点にのみ着目して説明する。

[0096] 図 13 は、本実施の形態による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。同図に示すように、本実施の形態による金属異物検出装置 14 A 及びノイズ検出部 15 B は、ワイヤレス受電装置 20 内に配置される。アンテナコイル L3 及びノイズ検出用コイル L4 は、本実施の形態でも、それぞれ給電コイル L1 と受電コイル L2 の間（ワイヤレス電力伝送の実施中に生ずる交番磁界の内部）に配置される。

[0097] 本実施の形態によっても、金属異物検出装置 14 A 及びノイズ検出部 15 B は、第 3 の実施の形態で説明したものと同様の動作を行うことができる。したがって、本実施の形態によっても、第 3 の実施の形態と同様、ワイヤレス給電中における、給電コイル L1 と受電コイル L2 との間の金属異物の検出精度を向上することが可能となる。

[0098] 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。

[0099] 例えば、上記各実施の形態では、制御回路 147 A, 147 B はいずれも、ノイズ検出部 15 A によるノイズの検出結果の履歴から電力伝送のための交番磁界に起因する大きな歪みが振動信号 Vb に発生しないタイミングを予測し、その結果に基づき、電力伝送のための交番磁界に起因する大きな歪みが振動信号 Vb に発生しないタイミングで金属異物の検出を行っていたが、予測をするのではなく、ノイズ検出部 15 A によるノイズの検出結果の確認と金属異物の検出動作とを並行して実施し、ノイズ検出部 15 A によりノイズが検出されたことに応じて、金属異物の有無の検出の結果を破棄することとしてもよい。つまり、ノイズ検出部 15 A によりノイズが検出されたタイ

ミングで得られた金属異物の有無の検出結果を、ノイズによる影響を受けた不適切な結果であるとみなし、破棄することとしてもよい。こうすることによっても、ワイヤレス給電中における、給電コイルL1と受電コイルL2との間の金属異物の検出精度を向上することが可能となる。

[0100] また、図13には、金属異物検出装置14A及びノイズ検出部15Bをワイヤレス受電装置20内に設ける例を示したが、金属異物検出装置14Aに代えて金属異物検出装置14B（図8参照）をワイヤレス受電装置20内に設けてもよいし、ノイズ検出部15Bに代えてノイズ検出部15A（図2参照）をワイヤレス受電装置20内に設けてもよいし、金属異物検出装置14A及びノイズ検出部15Bに代えて金属異物検出装置16（図12参照）をワイヤレス受電装置20内に設けてもよい。

実施例

[0101] 以下、本発明の実施例について、図14を参照しながら説明する。

[0102] 図14は、本発明の実施例における信号Vb、14aの波形及び周期Cの計測結果を示す図である。なお、同図に示す計測結果を得るにあたっては、図10に示した構成を有するワイヤレス電力伝送システム1を使用した。また、計測を始める前に、給電コイルL1と受電コイルL2の間に金属異物がないことを目視確認した。

[0103] 直流電源11としては、450Vの直流電圧を用いた。また、電力伝送周波数 f_p は89kHzとした。したがって、スイッチング素子SW1～SW4のオンオフ動作の周波数も89kHzであり、給電コイルL1と受電コイルL2の間に発生する交番磁界の周波数も89kHzである。給電側コンデンサC1及び受電側コンデンサC2の容量はそれぞれ、7nF及び18nFとし、給電コイルL1、受電コイルL2、アンテナコイルL3、及びノイズ検出用コイルL4のインダクタンスはそれぞれ、500 μ H、200 μ H、0.7 μ H、及び0.7 μ Hとした。コンデンサC3の容量は、アンテナコイルL3とコンデンサC3によって構成される共振回路RCの共振周波数が1.73MHzとなるように設定した。また、負荷2としては27.3 Ω の

抵抗素子を用い、負荷2の消費電力が3.3 kWとなるように、給電コイルL1と受電コイルL2の対向位置を調節した。アンテナコイルL3及びノイズ検出用コイルL4はそれぞれ、給電コイルL1の近傍かつ給電コイルL1と対向する位置に配置した。

[0104] また、図8に示す電源148bとしては5 Vの直流電圧を用い、フィルタ回路142としては、カットオフ周波数が1.5 MHzであるハイパスフィルタを用いた。二値化回路143に予め設定する基準電圧値は、0 Vとした。

[0105] 図14(a)及び図14(b)はそれぞれ、振動信号Vb及びハイパスフィルタ回路151(図10参照)の出力信号I4aの波形の計測結果を示している。図14(b)に示すように、出力信号I4aには、電力伝送周波数 f_p の1周期内で4回のノイズ発生(時刻 t_1 , t_2 , t_3 , t_4)が観測された。これは、図11に示したものと同様の結果である。また、図14(a)に示すように、4回のノイズ発生時刻のうち時刻 t_1 , t_3 は、振動信号Vbがゼロクロスするタイミングとほぼ一致した。このことは、上述した特許文献2のように電力伝送のための磁界の強度が所定値以下となるタイミングで異物検出を行うこととすると、異物検出におけるノイズの影響が増大してしまうことを意味する。

[0106] 図14(c)には、図14(a)及び図14(b)に示した電力伝送周波数 f_p の周期の次の周期において、振動時間長計測回路145から出力される振動時間長 T_L をプロットしたものである。ただし、同図の振動時間長 T_L を得るにあたり、カウンタ回路144には、連続的にカウントを実施させた。また、振動時間長計測回路145には、カウンタ回路144のカウント値が1増える都度、そこから次のカウント値までの期間の時間長を振動時間長 T_L として出力させた。これにより、図14(c)における振動時間長 T_L は、振動信号Vcの周期に等しくなっている。

[0107] 図14(c)に示すように、振動時間長 T_L は、時刻 $t_1 + 1/f_p$ と時刻 $t_2 + 1/f_p$ の間、及び、時刻 $t_3 + 1/f_p$ と時刻 $t_4 + 1/f_p$ の間では

大きく変動する一方で、時刻 $t_2 + 1 / f_p$ と時刻 $t_3 + 1 / f_p$ の間ではあまり変動せず、共振回路 RC の共振周波数 f_r の逆数にほぼ等しい値を維持している。この結果から、時刻 $t_2 + 1 / f_p$ と時刻 $t_3 + 1 / f_p$ の間をノイズレス期間 NLP として用いれば、ノイズの影響を受けずに金属異物の検出を行えることが理解される。

符号の説明

[0108]	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
	14A, 14B, 16	金属異物検出装置
	15A, 15B	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
	120	スイッチ駆動部
	140	異物検出部
	141	検出切替スイッチ
	142	フィルタ回路
	143	二値化回路
	144	カウンタ回路
	145	振動時間長計測回路
	146	判定回路
	147	メモリ部
	147A, 147B	制御回路
	148	駆動回路

1 4 8 a	スイッチング回路
1 4 8 b	電源
1 5 0, 1 6 0	検出部
1 5 1	ハイパスフィルタ回路
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	金属異物検出装置用コンデンサ
D 1 ~ D 4	ダイオード
L 1	給電コイル
L 2	受電コイル
L 3	アンテナコイル
L 4	ノイズ検出用コイル
R C	共振回路
S	センサ部
S W	切替部
S W 1 ~ S W 4	スイッチング素子

請求の範囲

- [請求項1] 所定の電力伝送周波数で振動する交番磁界によりワイヤレスで電力伝送を行うワイヤレス給電装置であって、
- 給電コイルと、
- 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、
- 前記電力伝送周波数よりも高い周波数で振動するノイズを検出するノイズ検出部と、
- 前記共振回路に生ずる電圧又は電流の変化と、前記ノイズ検出部によるノイズの検出結果とに基づき、金属異物の有無を検出する異物検出部と、
- を備えることを特徴とするワイヤレス給電装置。
- [請求項2] 前記異物検出部は、前記共振回路に対して電圧を印加する駆動部と、前記ノイズ検出部によるノイズの検出結果により前記共振回路に生ずる振動信号に歪みが発生しないことが示されるタイミングで前記電圧を印加するよう前記駆動部を制御する制御部と、を有し、前記電圧に応じて前記共振回路に生ずる振動信号に対応する信号の1より大きい所定波数分の振動に要する時間の長さを示す振動時間長に基づき、金属異物の有無を検出するよう構成されることを特徴とする請求項1に記載のワイヤレス給電装置。
- [請求項3] 前記ノイズ検出部は、少なくとも1つのノイズ検出用コイルを有することを特徴とする請求項1又は2に記載のワイヤレス給電装置。
- [請求項4] 前記アンテナコイルと前記コンデンサの接続状態を切り替える切替部をさらに備え、
- 前記ノイズ検出部は、前記アンテナコイルに生ずる信号に基づいて前記ノイズを検出し、
- 前記切替部は、前記異物検出部による金属異物の有無の検出を行う期間においては前記アンテナコイルと前記コンデンサとを接続し、前

記ノイズ検出部による前記ノイズの検出を行う期間においては前記コンデンサを前記アンテナコイルから切り離すことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のワイヤレス給電装置。

[請求項5] 前記異物検出部は、前記ノイズ検出部によりノイズが検出されたことに応じて、前記共振回路に生ずる電圧又は電流の変化に基づいて実施した金属異物の有無の検出の結果を破棄するよう構成されることを特徴とする請求項 1 に記載のワイヤレス給電装置。

[請求項6] 所定の電力伝送周波数で振動する交番磁界によりワイヤレスで電力を受電するワイヤレス受電装置であって、

受電コイルと、

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、

前記電力伝送周波数よりも高い周波数で振動するノイズを検出するノイズ検出部と、

前記共振回路に生ずる電圧又は電流の変化と、前記ノイズ検出部によるノイズの検出結果とに基づき、金属異物の有無を検出する異物検出部と、

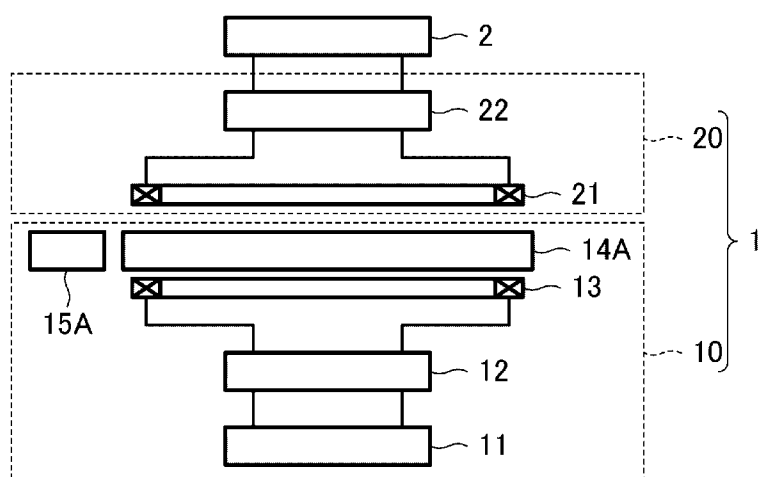
を備えることを特徴とするワイヤレス受電装置。

[請求項7] 前記異物検出部は、前記共振回路に対して電圧を印加する駆動部と、前記ノイズ検出部によるノイズの検出結果により前記共振回路に生ずる振動信号に歪みが発生しないことが示されるタイミングで前記電圧を印加するよう前記駆動部を制御する制御部と、を有し、前記電圧に応じて前記共振回路に生ずる振動信号に対応する信号の 1 より大きい所定波数分の振動に要する時間の長さを示す振動時間長に基づき、金属異物の有無を検出するよう構成されることを特徴とする請求項 6 に記載のワイヤレス受電装置。

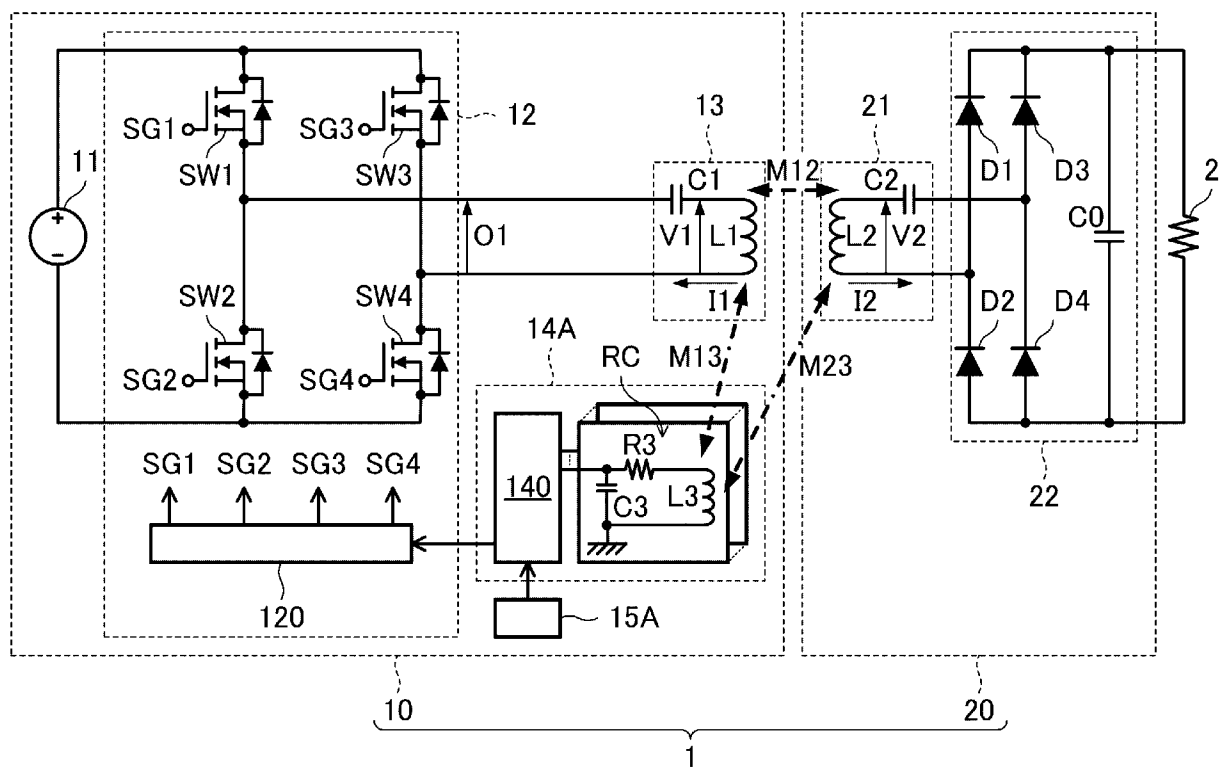
[請求項8] 前記ノイズ検出部は、少なくとも 1 つのノイズ検出用コイルを有することを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載のワイヤレス受電装置。

- [請求項9] 前記アンテナコイルと前記コンデンサの接続状態を切り替える切替部をさらに備え、
前記ノイズ検出部は、前記アンテナコイルに生ずる信号に基づいて前記ノイズを検出し、
前記切替部は、前記異物検出部による金属異物の有無の検出を行う期間においては前記アンテナコイルと前記コンデンサとを接続し、前記ノイズ検出部による前記ノイズの検出を行う期間においては前記コンデンサを前記アンテナコイルから切り離すことを特徴とする請求項6又は7に記載のワイヤレス受電装置。
- [請求項10] 前記異物検出部は、前記ノイズ検出部によりノイズが検出されたことに応じて、前記共振回路に生ずる電圧又は電流の変化に基づいて実施した金属異物の有無の検出の結果を破棄するよう構成されることを特徴とする請求項6に記載のワイヤレス受電装置。
- [請求項11] 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は、請求項1乃至5のいずれか一項に記載のワイヤレス給電装置であることを特徴とするワイヤレス電力伝送システム。
- [請求項12] 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、
前記ワイヤレス受電装置は、請求項6乃至10のいずれか一項に記載のワイヤレス受電装置であることを特徴とするワイヤレス電力伝送システム。

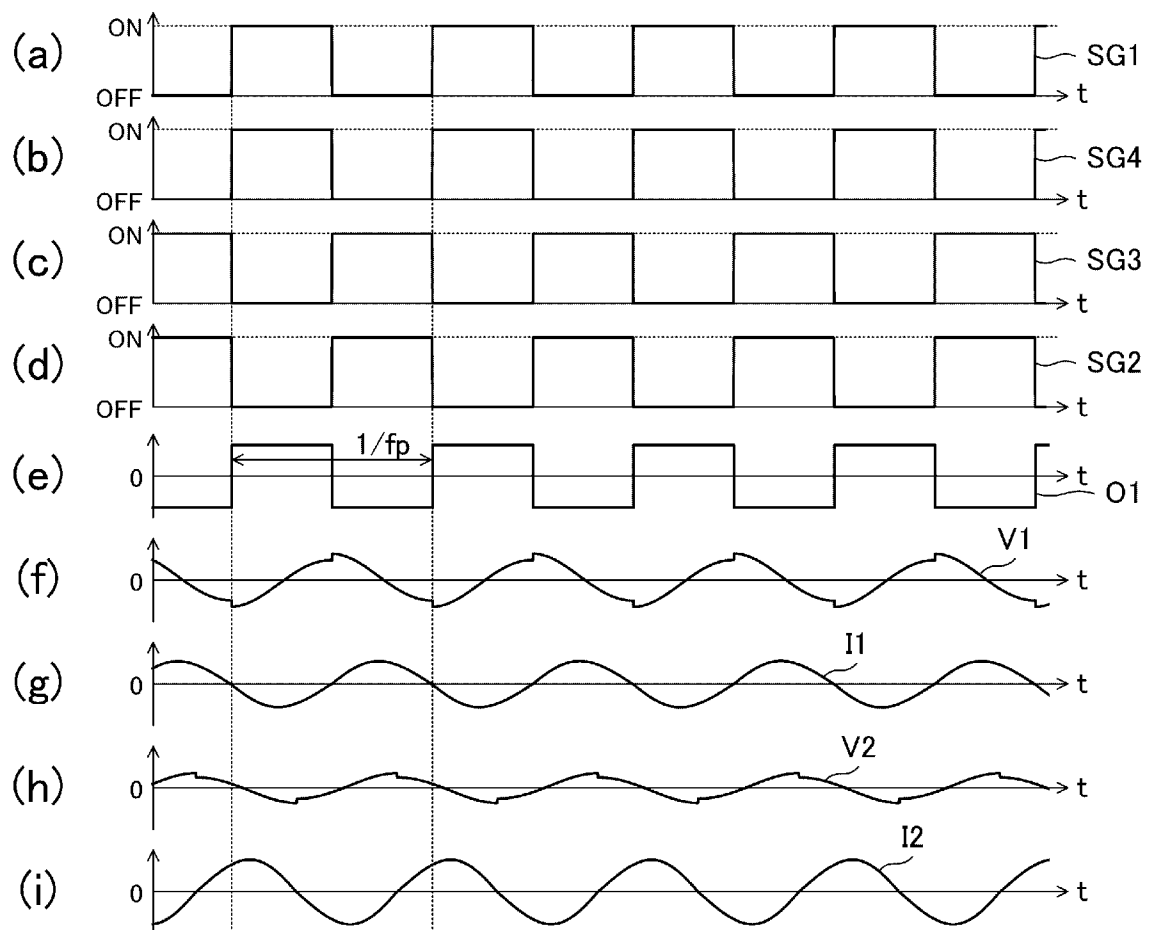
[図1]



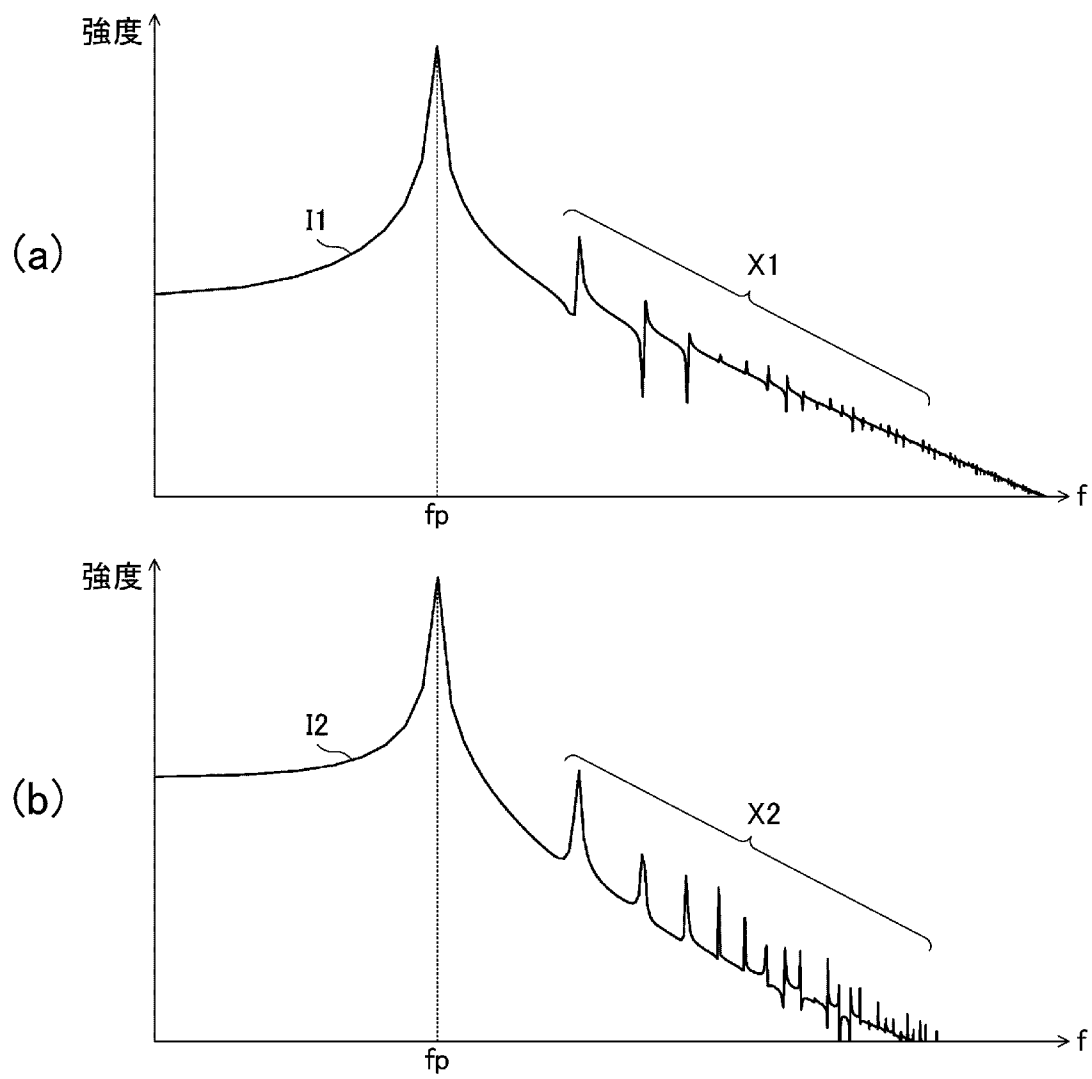
[図2]



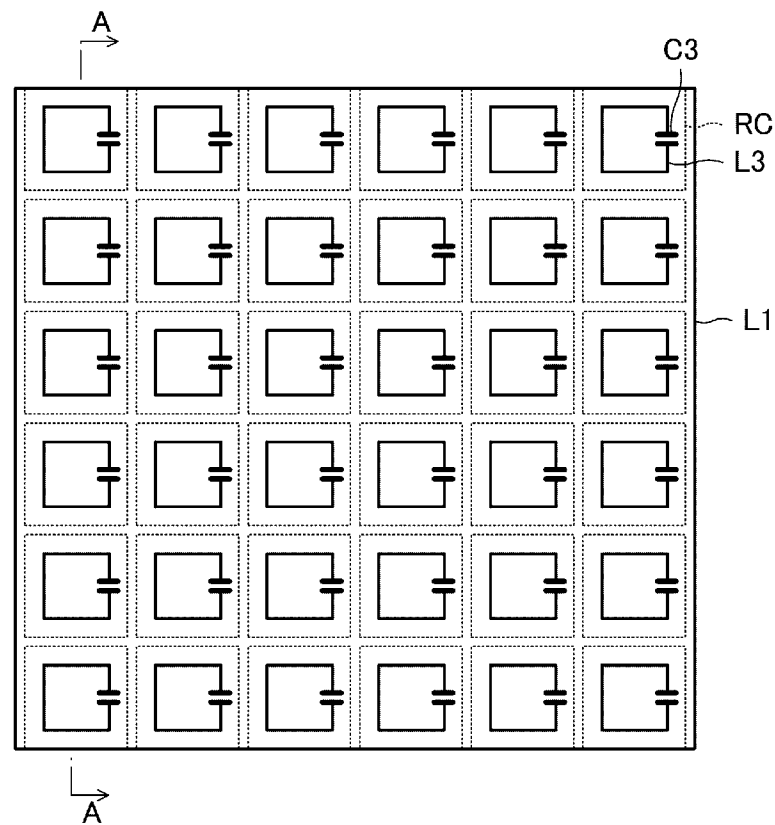
[図3]



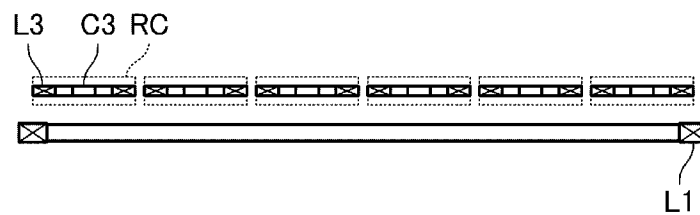
[図4]



[図5]

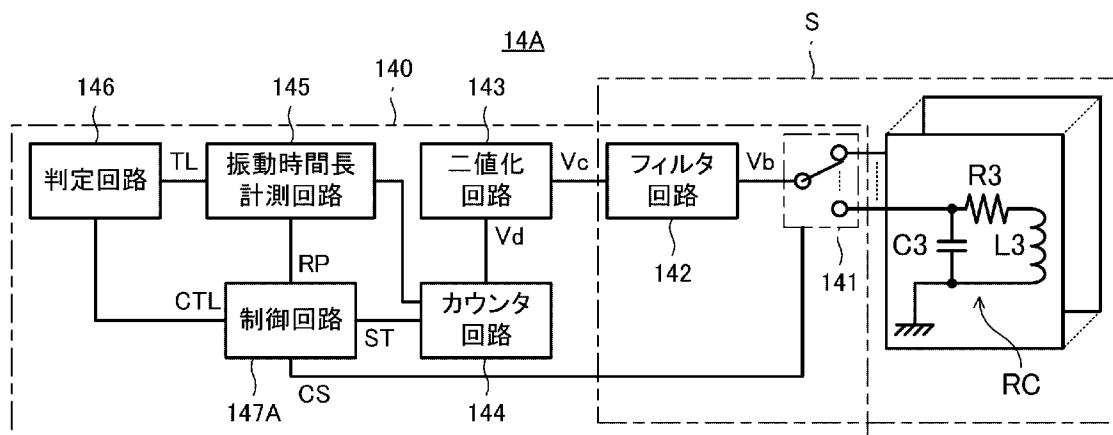


(a)

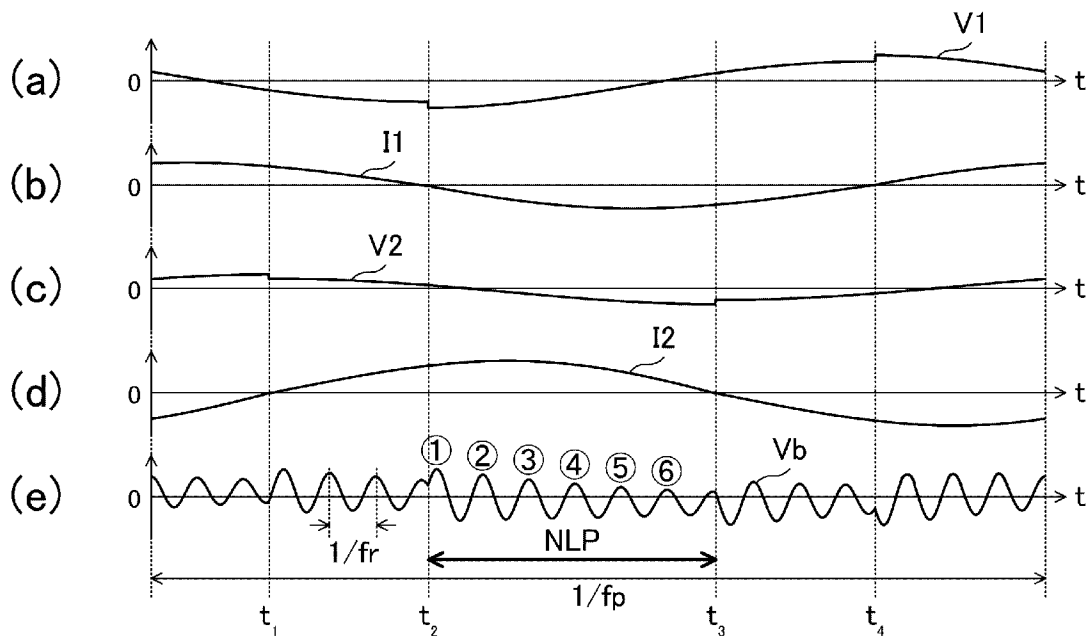


(b)

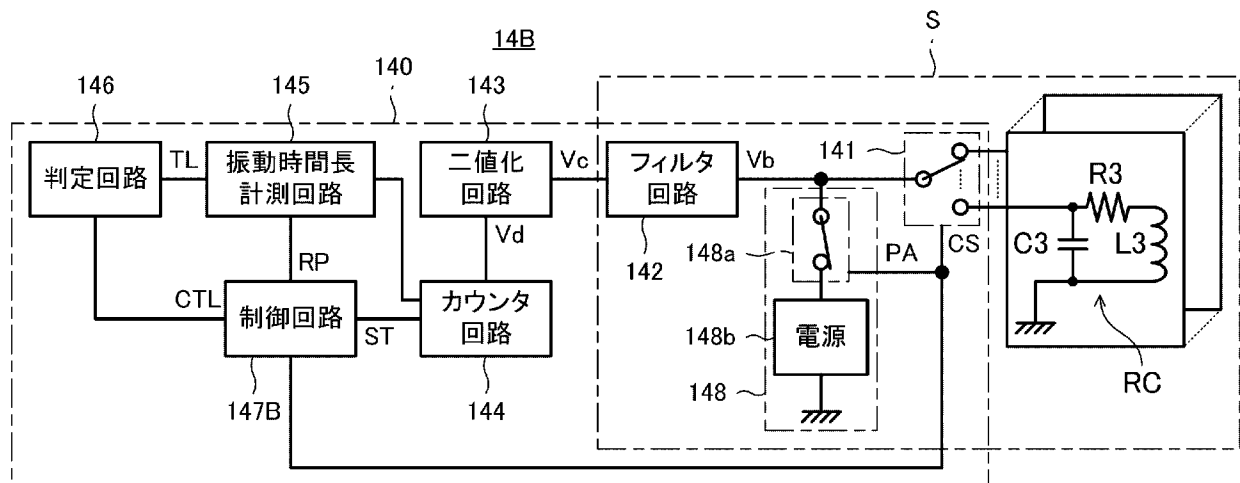
[図6]



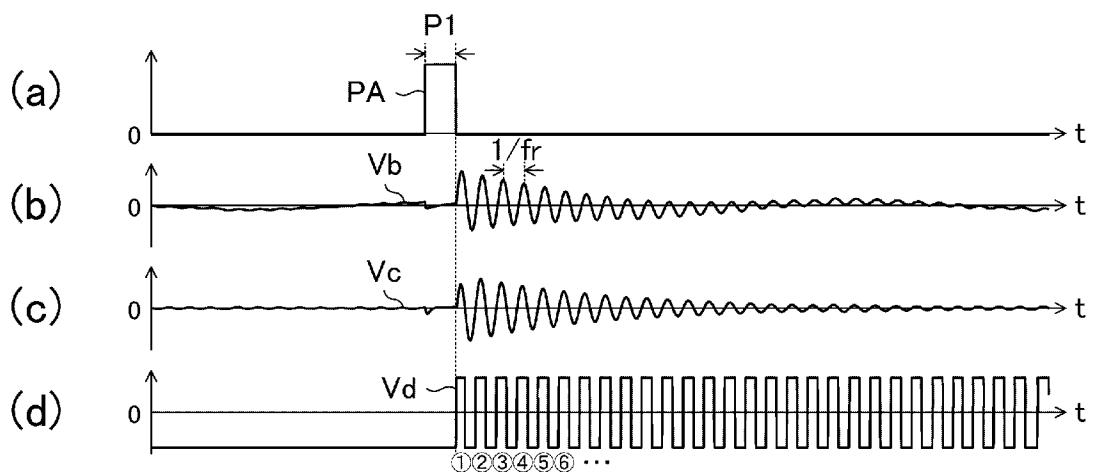
[図7]



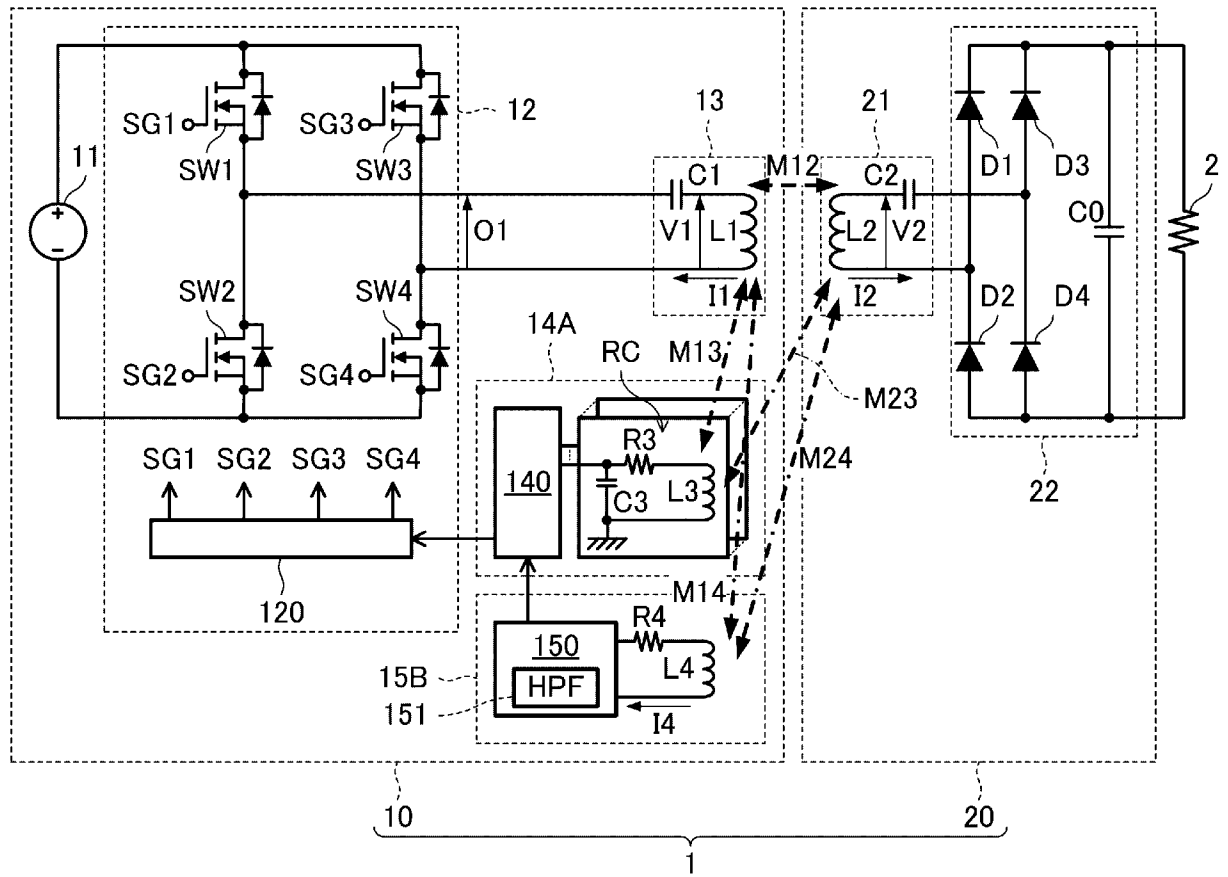
[図8]



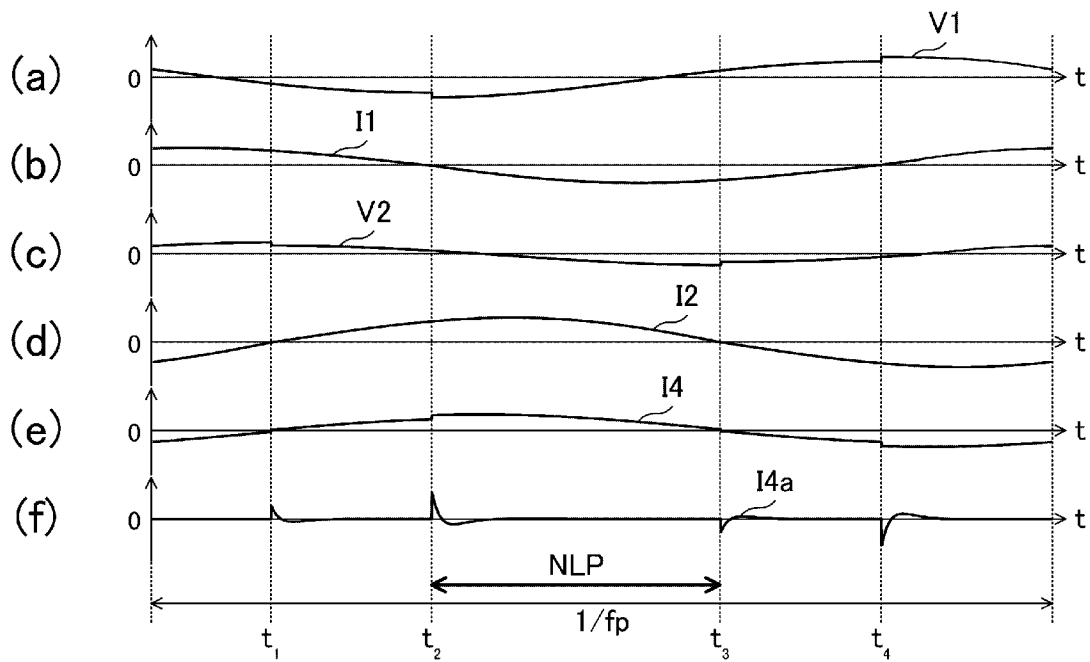
[図9]



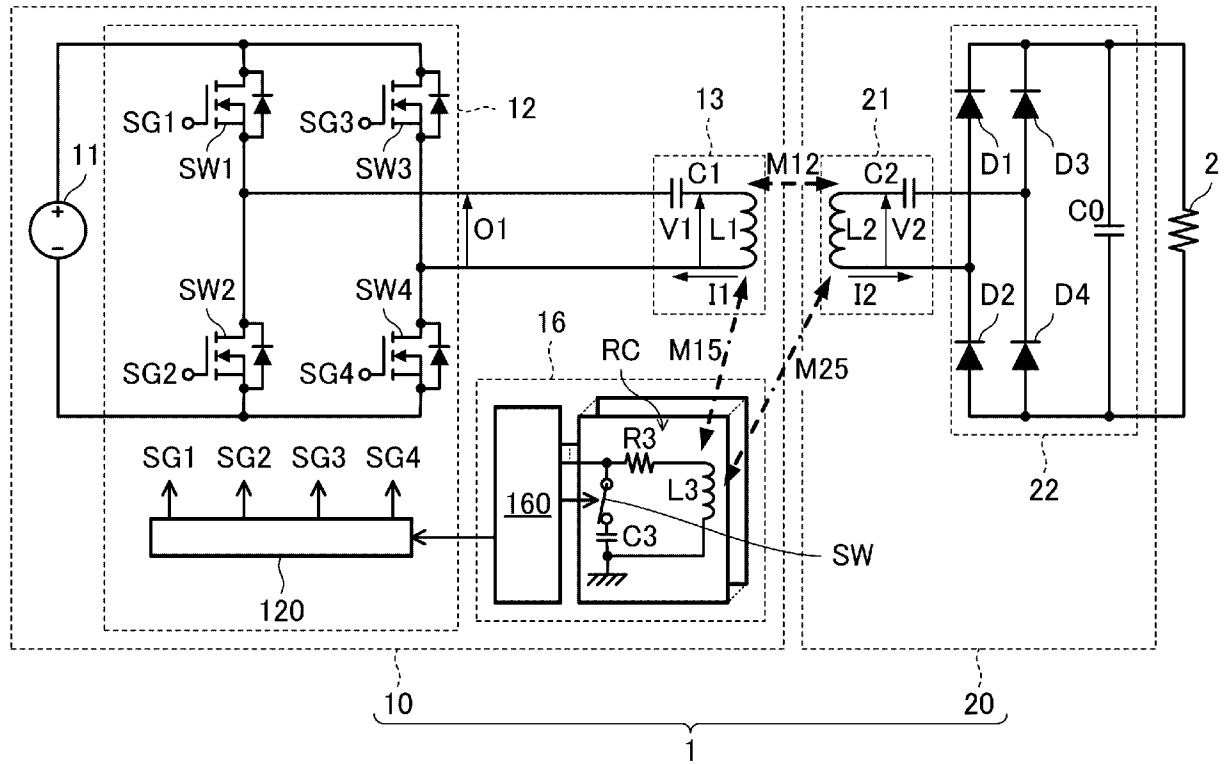
[図10]



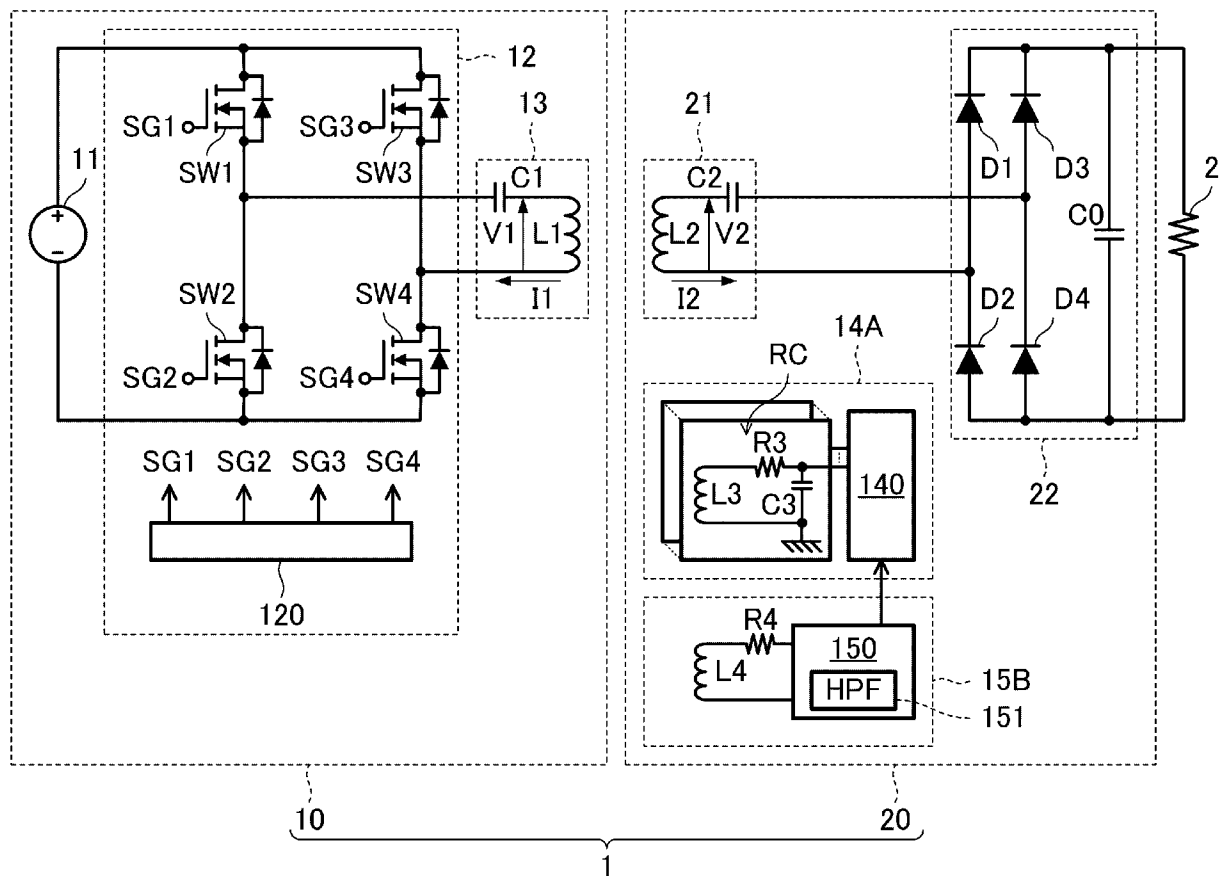
[図11]



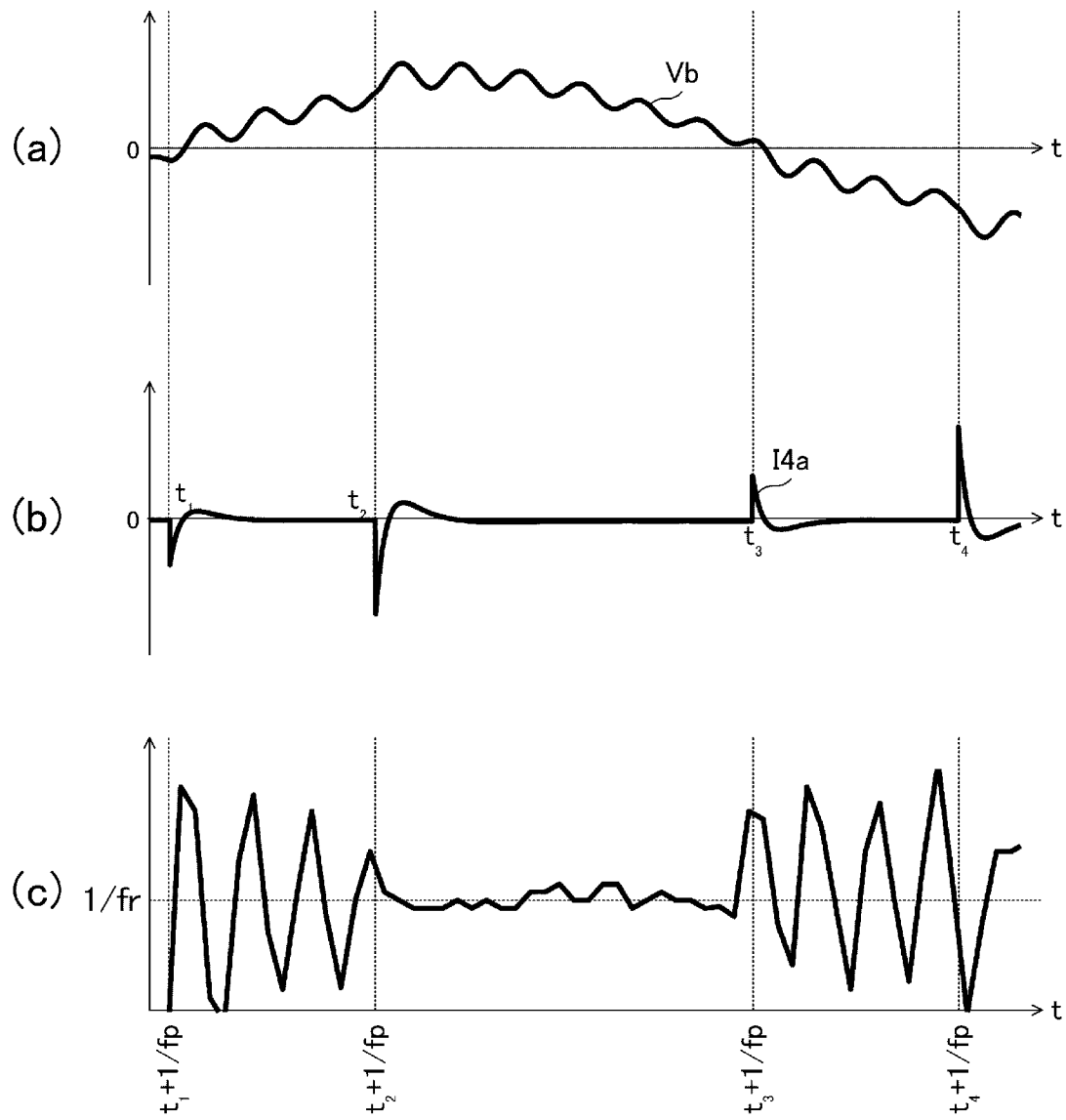
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/045743

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H02J50/60 (2016.01) i, H02J7/00 (2006.01) i, H02J50/10 (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. H02J50/00-50/90, H02J7/00-7/12, H02J7/34-7/36, H02J5/00, H01M10/42-10/48, H04B5/00-5/06, B60L1/00-3/12, B60L7/00-13/00, B60L15/00-15/42, G01R33/00-33/26, G01V1/00-99/00

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	WO2016/031209A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 03 March 2016, paragraphs [0159]-[0171], fig. 19 & US 2017/0248726 A1, paragraphs [0185]-[0197], fig. 19 & EP 3197014 A1	1-12
A	JP 2015-128363 A (TDK CORP.) 09 July 2015, paragraphs [0009]-[0058], fig. 1-11 & US 2015/0145529 A1, paragraphs [0009]-[0068], fig.1-11 & EP 2879265 A1 & CN 104682571 A	1-12



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

“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

“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

Date of mailing of the international search report

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/JP2017/045743

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 2013-27076 A (PANASONIC CORP.) 04 February 2013, paragraphs [0016]-[0020], [0039], [0040], [0044]-[0047], fig. 1, 2 & WO 2013/011729 A1 & TW 201315081 A	1-12
A	JP 2015-186394 A (SAITAMA UNIVERSITY) 22 October 2015, paragraphs [0024]-[0040], fig. 1-12 (Family: none)	1-12

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H02J50/60(2016.01)i, H02J7/00(2006.01)i, H02J50/10(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. H02J50/00-50/90, H02J7/00-7/12, H02J7/34-7/36, H02J5/00, H01M10/42-10/48, H04B5/00-5/06, B60L1/00-3/12, B60L7/00-13/00, B60L15/00-15/42, G01R33/00-33/26, G01V1/00-99/00

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	1971-2018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	WO 2016/031209 A1 (パナソニックIPマネジメント株式会社) 2016.03.03, 段落 [0159] - [0171], 第19図 & US 2017/0248726 A1, 段落 [0185] - [0197], 第19図 & EP 3197014 A1	1-12
A	JP 2015-128363 A (TDK株式会社) 2015.07.09, 段落 [0009] - [0058], 第1-11図 & US 2015/0145529 A1, 段落 [0009] - [0068], 第1-11図 & EP 2879265 A1 & CN 104682571 A	1-12

☒ 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

14.02.2018

国際調査報告の発送日

27.02.2018

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)

早川 卓哉

電話番号 03-3581-1101 内線 3568

5 T

9295

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 2013-27076 A (パナソニック株式会社) 2013. 02. 04, 段落 [0 0 1 6] – [0 0 2 0], [0 0 3 9], [0 0 4 0], [0 0 4 4] – [0 0 4 7], 第 1 , 2 図 & WO 2013/011729 A1 & TW 201315081 A	1 – 1 2
A	JP 2015-186394 A (国立大学法人埼玉大学) 2015. 10. 22, 段落 [0 0 2 4] – [0 0 4 0], 第 1 – 1 2 図 (ファミリーなし)	1 – 1 2