

(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
2012 年 7 月 5 日(05.07.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/090700 A1

- (51) 国際特許分類:
H02J 17/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/078811
- (22) 国際出願日: 2011 年 12 月 13 日(13.12.2011)
- (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:
61/427,611 2010 年 12 月 28 日(28.12.2010) US
13/273,547 2011 年 10 月 14 日(14.10.2011) US
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): T D K 株式会社(TDK Corporation) [JP/JP]; 〒1038272 東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 浦野 高志 (URANO Takashi) [JP/JP]; 〒1038272 東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 T D K 株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外(HASEGAWA Yoshiki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目 1 番 1 号丸の内 M Y P L A Z A (明治安田生命ビル) 9 階 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).

- (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ユーロッパ (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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

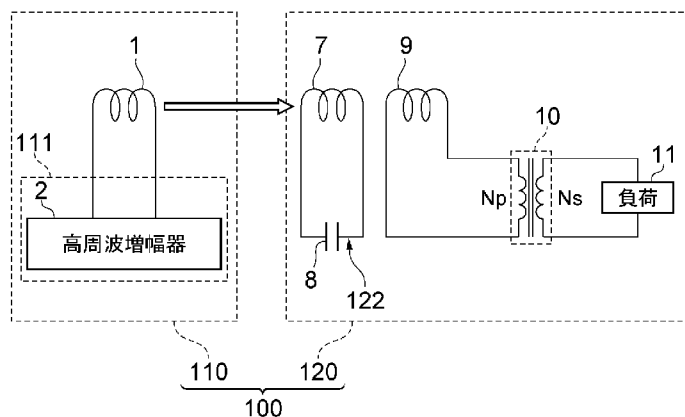
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: WIRELESS POWER FEEDER, WIRELESS POWER RECEIVER, AND WIRELESS 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、ワイヤレス伝送システム

[図1]



2... HIGH-FREQUENCY AMPLIFIER
11... LOAD

(57) Abstract: This wireless power receiver (120) according to one embodiment of the present invention is a wireless power receiver for obtaining power from a wireless power feeder (110) without contact therewith, the wireless power receiver (120) being provided with: a power-receiving resonant circuit (122) that contains a power-receiving coil (7) and a power-receiving capacitor (8), and is for obtaining power from a power-feeding coil (1) via the power-receiving coil (7), on the basis of the magnetic field resonance phenomenon between the power-receiving coil (7) and the power-feeding coil (1) in the wireless power feeder (110); a power-receiving load coil (9) for receiving a power supply from the power-receiving coil (7) without contact therewith; and an impedance converter (10) that has higher impedance on a primary side connected to the power-receiving load coil (9) than on a secondary side connected to a load (11), and is positioned between the power-receiving load coil (9) and the load (11).

(57) 要約:

[続葉有]

本発明の一実施形態に係るワイヤレス受電装置１２０は、ワイヤレス給電装置１１０から非接触で電力取得を行うワイヤレス受電装置であって、受電コイル７と受電コンデンサ８とを含み、ワイヤレス給電装置１１０における給電コイル１と受電コイル７との磁場共振現象に基づき、受電コイル７によって給電コイル１から電力取得を行うための受電共振回路１２２と、受電コイル７から非接触で電力供給を受ける受電ロードコイル９と、受電ロードコイル９と負荷１１との間に配置され、受電ロードコイル９に接続される一次側のインピーダンスが負荷１１に接続される二次側のインピーダンスよりも高いインピーダンス変換器１０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、ワイヤレス伝送システム

技術分野

[0001] 本発明は、非接触で電力伝送を行うための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] 下記特許文献 1 には、ワイヤレス給電装置からワイヤレス受電装置へ非接触（無線）で電力伝送を行うワイヤレス電力伝送システムが開示されている。このワイヤレス電力伝送システムでは、ワイヤレス給電装置 1 及びワイヤレス受電装置 2 が、それぞれ、給電共振回路 1 2、受電共振回路 2 1 を備え、これらの間で磁場共振現象（磁場共鳴現象）を利用して非接触で電力伝送が行われる。

[0003] この種のワイヤレス電力伝送システムでは、例えば給電共振回路 1 2 と受電共振回路 2 1 との相対距離が変化すると、給電共振回路 1 2 と受電共振回路 2 1 との結合状態が変化し、電力伝送効率が低下してしまう。

[0004] この点に関し、特許文献 1 には、給電側から見たインピーダンスを検出し、このインピーダンスの絶対値又は位相に応じて給電共振回路 1 2 に供給する交流電力の周波数を設定する発明が開示されている。そのため、ワイヤレス給電装置 1 は、給電共振回路 1 2 に交流電力を入力する発振器 1 1 と、所定の周波数範囲内で給電側から見たインピーダンスを検出するインピーダンス検出装置 4 と、インピーダンスの絶対値又は位相に応じて、給電用共振器 1 2 に入力する交流電力の周波数を設定する周波数可変装置 3 とを備える。これにより、給電共振回路 1 2 と受電共振回路 2 1 との結合状態が変わっても電力伝送効率の低下を抑制することができるとしている。

[0005] なお、特許文献 1 が開示のワイヤレス受電装置 2 はロードコイル 2 1 2 （受電ロードコイル 2 1 2）を備え、受電共振回路 2 1 における受電コイル 2

11は、受電ロードコイル212との電磁結合を介して負荷5に接続されている。これにより、負荷の影響により、受電共振回路21の自己共振周波数が変化することを抑制することができるとしている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2010-233442号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] ところで、電力伝送効率の観点によれば、受電共振回路における受電コイルと受電ロードコイルとの結合度合い（結合係数）は高いことが好ましい。しかしながら、受電コイルと受電ロードコイルとの結合度合いが高い場合、負荷のインピーダンスが低いと、受電共振回路のQ値が低下してしまい、受電共振回路の共振電流が低下してしまう。その結果、電力伝送効率が低下してしまう。

[0008] また、受電共振回路に流れる共振電流が大きいほど（すなわち、Q値が高いほど）、給電共振回路と受電共振回路との相対距離を大きくすることができる。これより、上記した電力伝送効率の低下は、給電共振回路と受電共振回路との相対距離が大きくなるほど顕著に現れる。

[0009] そこで、本発明は、受電コイルと受電ロードコイルとの結合度合いを高め、かつ、負荷のインピーダンスが低くても、電力伝送効率の低下を抑制することが可能なワイヤレス受電装置、ワイヤレス給電装置、及び、ワイヤレス電力伝送システム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

[0010] 本発明のワイヤレス受電装置は、ワイヤレス給電装置から非接触で電力取得を行うワイヤレス受電装置であって、受電コイルと受電コンデンサとを含み、ワイヤレス給電装置における給電コイルと受電コイルとの磁場共振現象に基づき、受電コイルによって給電コイルから電力取得を行うための受電共

振回路と、受電コイルから非接触で電力供給を受ける受電ロードコイルと、受電ロードコイルと負荷との間に配置され、受電ロードコイルに接続される一次側のインピーダンスが負荷に接続される二次側のインピーダンスよりも高いインピーダンス変換器と、を備える。

[0011] ここで、「給電コイルと受電コイルとの磁場共振現象」とは、給電コイルによって発生する交流磁場に基づく受電共振回路の共振現象を意味する。給電コイルに交流電流が流れると、給電コイルによって交流磁場が発生する。これによって、給電コイルと受電コイルとが磁場結合し、受電共振回路が共振する。その際、例えば、交流電流の周波数と受電共振回路の共振周波数とを略一致させれば、伝送電力の力率を1とすることができ、高効率な電力伝送を行うことが可能となる。

[0012] このワイヤレス受電装置によれば、受電ロードコイルと負荷との間にインピーダンス変換器が配置され、インピーダンス変換器における受電ロードコイル側のインピーダンスが高いため、受電コイルと受電ロードコイルとの結合度合いを高めても、かつ、負荷のインピーダンスが低くても、受電共振回路のQ値が低下することを抑制することができ、受電共振回路の共振電流が低下することを抑制することができる。その結果、ワイヤレス給電装置からの電力伝送効率の低下を抑制することができる。

[0013] 特に、負荷の影響による電力伝送効率の低下は、給電コイルと受電コイルとの間の距離が大きくなるほど顕著に現れるが、このワイヤレス受電装置によれば、給電コイルと受電コイルとの間の距離が大きい場合に、電力伝送効率の低下の抑制効果が大きい。

[0014] 上記したインピーダンス変換器は、前記受電ロードコイルと複数の負荷との間に配置され、前記受電ロードコイルに接続される一次側のインピーダンスが、前記複数の負荷それぞれに接続される複数の二次側のインピーダンスのうちの少なくとも1つよりも高くてもよい。

[0015] また、上記したインピーダンス変換器は、一次側巻線と二次側巻線とを有するトランスであり、受電ロードコイルに接続される一次側巻線の巻数が負

荷に接続される二次側巻線の巻数よりも大きくてもよい。

[0016] 本発明のワイヤレス給電装置は、上記のワイヤレス受電装置に非接触で電力供給を行うワイヤレス給電装置であって、給電コイルと、受電共振回路の共振電流を検出する共振電流検出器と、給電コイルに交流電流を供給することによって、給電コイルと受電コイルとの磁場共振現象に基づき、給電コイルから受電コイルに電力供給を行わせる制御回路であって、交流電流の周波数と共振電流検出器によって検出した共振電流の周波数とを関連付ける当該制御回路と、を備える。上記した給電コイルは、実質的に共振回路を構成しない形態であってもよい。

[0017] ここで、「実質的に共振回路を構成しない」とは、受電共振回路の共振周波数を共振周波数とする共振回路を形成しないことを意味するものであり、給電コイルが何らかの回路要素と偶発的に共振することまでも排除する意味ではない。例えば、「実質的に共振回路を構成しない」とは、受電共振回路の共振周波数を共振周波数とする共振回路を形成するために、給電コイルに対して直列又は並列にコンデンサを設けることを行わないことを意味するものである。

[0018] また、「給電コイルと受電コイルとの磁場共振現象」とは、上述したように、給電コイルによって発生する交流磁場に基づく受電共振回路の共振現象を意味する。給電コイルに交流電流を供給すると、給電コイルによって交流磁場が発生する。これによって、給電コイルと受電コイルとが磁場結合し、受電共振回路が共振する。その際、例えば、交流電流の周波数と受電共振回路の共振周波数とを関連付ければ、給電コイル自体が共振しなくても、伝送電力の力率を1とすることができ、高効率な電力伝送を行うことが可能となる。例えば、「交流電流の周波数と受電共振回路の共振周波数とを関連付ける」とは、交流電流の周波数と受電共振回路の共振周波数とを略一致させることである。なお、交流電流の周波数と受電共振回路の共振周波数とは完全に一致せずとも、例えば、 $\pm 20\%$ 程度の誤差範囲内で略一致させれば、伝送電力の力率を高めることができ、高効率な電力伝送を行うことが可能とな

る。これより、「交流電流の周波数と受電共振回路の共振周波数とを関連付ける」とは、交流電流の周波数と受電共振回路の共振周波数とを $\pm 20\%$ 程度の誤差範囲内で略一致させることも含むものとする。

[0019] また、「受電共振回路の共振電流を検出する」とは、受電共振回路を流れる共振電流に応じた信号（共振電流に関しての情報）を検出することを意味している。

[0020] ところで、本願発明者らは、特許文献1に開示のように、給電共振回路と受電共振回路との2つの共振回路を備えるシステムでは、伝送電力の力率が1となる周波数が2つ存在することを発見した。これにより、このようなワイヤレス電力伝送システムでは、伝送電力の力率を1とする位相周波数制御を行う場合に、誤動作の虞がある。

[0021] しかしながら、このワイヤレス給電装置によれば、給電コイルが実質的に共振回路を構成しないので、伝送電力の力率が1となる周波数は1つとなる。したがって、伝送電力の力率を1とする制御を行う場合に、すなわち、共振電流検出器及び制御回路によって、給電コイルに供給する交流電流の周波数と受電共振回路の共振電流の周波数とを関連付ける制御において、誤動作を防止することができる。

[0022] 上記した制御回路は、共振電流検出器によって検出した共振電流に応じた電圧と出力交流電圧との位相差に応じたパルス電圧を生成する位相比較器と、パルス電圧を平滑化するローパスフィルタと、平滑化されたパルス電圧に基づいた周波数を有する出力交流電圧を生成する電圧制御発振器と、出力交流電圧の周波数に応じた周波数を有する交流電流を給電コイルに供給する高周波増幅器と、を有する。

[0023] 本願発明者らは、給電コイルに供給する交流電流の周波数と受電共振回路の共振電流の周波数とを関連付ける制御として、特許文献1（例えば、図7）に開示のように周波数スイープ制御を用いると、1スイープごとに、給電コイルに供給する交流電流の周波数と受電共振回路の共振電流の周波数とが大きくずれてしまい、誤動作の虞があることを見出した。

[0024] しかしながら、このワイヤレス給電装置によれば、制御回路が、位相比較器 (Phase Detector : P D) と、ローパスフィルタ (Low-pass filter : L P F) と、電圧制御発振器 (Voltage Controlled Oscillator : V C O) とから構成される所謂フェーズロックドループ (Phase Locked Loop : P L L) 回路による制御を用いるので、給電コイルに供給する交流電流の周波数と受電共振回路の共振電流の周波数とが常に関連付けされ、その結果、誤動作を防止することができる。

[0025] 本発明のワイヤレス電力伝送システムは、上記のワイヤレス給電装置と上記のワイヤレス受電装置との間で非接触で電力伝送を行うワイヤレス伝送システムであって、ワイヤレス給電装置における給電コイルとワイヤレス受電装置における受電コイルとの磁場共振現象に基づき、給電コイルから受電コイルに電力伝送を行う。

[0026] このワイヤレス電力伝送システムによれば、上記したワイヤレス受電装置によって非接触で電力取得を行うので、受電コイルと受電ロードコイルとの結合度合いを高めても、かつ、負荷のインピーダンスが低くても、ワイヤレス給電装置とワイヤレス受電装置との間の電力伝送効率の低下を抑制することができる。特に、給電コイルと受電コイルとの間の距離が大きい場合に、電力伝送効率の低下の抑制効果が大きい。

発明の効果

[0027] 本発明によれば、受電コイルと受電ロードコイルとの結合度合いを高めても、かつ、負荷のインピーダンスが低くても、電力伝送効率の低下を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0028] [図1]図1は、本発明の第1の実施形態に係るワイヤレス電力伝送システムの電氣的な概略構成を示す概略図である。

[図2]図2は、図1に示す給電コイル、受電コイル、及び、受電ロードコイルの物理的な構造を示す断面図である。

[図3]図3は、従来例に係るワイヤレス電力伝送システムの電氣的な概略構成

、及び、給電コイル、受電コイル、及び、受電ロードコイルの物理的な構造を示す断面図である。

[図4]図4 Aは、本発明の比較例のワイヤレス電力伝送システムの磁場共振現象の原理図であり、図4 Bは、図4 Aに示すワイヤレス電力伝送システムの磁場共振現象における共振電流の周波数－位相特性を示す図である。

[図5]図5 Aは、本発明の第1の実施形態のワイヤレス電力伝送システムの磁場共振現象の原理図であり、図5 Bは、図5 Aに示すワイヤレス電力伝送システムの磁場共振現象における共振電流の周波数－位相特性を示す図である。

[図6]図6は、図6 A及び図6 Bは、比較例のワイヤレス電力伝送システムにおけるワイヤレス給電装置の周波数制御を示す概略図である。

[図7]図7は、本実施形態のワイヤレス電力伝送システムにおけるワイヤレス給電装置の周波数制御を示す概略図である。

[図8]図8は、本発明の第1の実施形態に係るワイヤレス電力伝送システムの電氣的な構成を示す図であり、図1に示すワイヤレス給電装置の電氣的な構成を詳細に示す図である。

[図9]図9は、実施例及び比較例のワイヤレス電力伝送システムの電力伝送効率の測定結果を示す図である。

[図10]図10は、実施例及び比較例のワイヤレス電力伝送システムの受電共振回路の共振電流の測定結果を示す図である。

[図11]図11は、実施例及び比較例のワイヤレス電力伝送システムの給電コイル（又は給電エキサイトコイル）に供給する交流電流の周波数の測定結果を示す図である。

[図12]図12は、本発明の第2の実施形態に係るワイヤレス電力伝送システムの電氣的な概略構成を示す概略図である。

発明を実施するための形態

[0029] 以下、図面を参照して本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。
なお、各図面において同一又は相当の部分に対しては同一の符号を附すこと

とする。

[第 1 の実施形態]

[0030] 図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係るワイヤレス電力伝送システムの電氣的な概略構成を示す概略図であり、図 2 は、図 1 に示す給電コイル、受電コイル、及び、受電ロードコイルの物理的な構造を示す断面図である。図 1 及び図 2 に示すワイヤレス電力伝送システム 100 は、ワイヤレス給電装置 110 とワイヤレス受電装置 120 とを備え、ワイヤレス給電装置 110 からワイヤレス受電装置 120 へ非接触で電力伝送を行うものである。なお、図 1 及び図 2 では、ワイヤレス給電装置が概略的に示されている。

(第 1 の特徴)

[0031] まず、ワイヤレス受電装置 120 について説明する。ワイヤレス受電装置 120 は、受電コイル 7 と受電コンデンサ 8 とからなる受電共振回路 122 と、受電ロードコイル 9 と、出力トランス（インピーダンス変換器）10 とを有する。

[0032] 受電共振回路 122 における受電コイル 7 は、ワイヤレス給電装置 110 における給電コイル 1 との磁場共振現象に基づき、給電コイル 1 から電力取得を行う。受電コイル 7 は、受電ロードコイル 9 と電磁結合しており、受電ロードコイル 9 へ電力を転送する。電力の伝送効率の観点によれば、受電コイル 7 と受電ロードコイル 9 との結合度合いは高いことが好ましく、例えば、受電ロードコイル 9 と受電コイル 7 との結合係数は 0.9 以上に設定される。本実施形態では、図 2 に示すように、受電コイル 7 の外側に隣接して受電ロードコイル 9 を巻回することにより、これらの結合度合いを高めている。受電ロードコイル 9 は、出力トランス 10 を介して負荷 11 に電力を供給する。

[0033] 出力トランス 10 の一次側は受電ロードコイル 9 に接続されており、二次側は負荷 11 に接続されている。出力トランス 10 の一次側巻線 N_p の巻数は、二次側巻線 N_s の巻数より大きい。これにより、出力トランス 10 の一次側のインピーダンスは高く、出力トランス 10 の二次側のインピーダンス

は小さい。すなわち、出力トランス 10 は、一次側が高インピーダンスであり、二次側が低インピーダンスであるインピーダンス変換器である。例えば、負荷 11 は 100 Ω 程度と低いことがあり、この場合、出力トランス 10 の一次側のインピーダンスは約 500 Ω に設定される。

[0034] ここで、図 3 に、従来例に係るワイヤレス電力伝送システムの電氣的な概略構成、及び、給電コイル、受電コイル、及び、受電ロードコイルの物理的な構造を示す。この従来例のワイヤレス電力伝送システム 100 X は、ワイヤレス電力伝送システム 100 においてワイヤレス受電装置 120 に代えてワイヤレス受電装置 120 X を備えている構成で第 1 の実施形態と異なる。また、ワイヤレス受電装置 120 X は、ワイヤレス受電装置 120 において出力トランス 10 を有していない構成で第 1 の実施形態と異なる。

[0035] この従来例のワイヤレス受電装置 120 X では、電力伝送効率の観点から、受電共振回路 122 における受電コイル 7 と受電ロードコイル 9 との結合度合い（結合係数）を高めた場合、負荷 11 のインピーダンスが低いと、負荷 11 の影響により受電共振回路 122 の Q 値が低下してしまい、受電共振回路 122 の共振電流が低下してしまう。その結果、ワイヤレス給電装置 110 からの電力伝送効率が低下してしまう。

[0036] しかしながら、第 1 の実施形態のワイヤレス受電装置 120 によれば、受電ロードコイル 9 と負荷 11 との間に出力トランス 10 が配置され、出力トランス 10 における受電ロードコイル 9 側のインピーダンスが高いため、受電コイル 7 と受電ロードコイル 9 との結合度合いを高めても、かつ、負荷 11 のインピーダンスが低くても、受電共振回路 122 の Q 値が低下することを抑制することができ、受電共振回路 122 の共振電流が低下する（受電共振回路 122 を流れる電流の電流値が小さくなる）ことを抑制することができる。その結果、ワイヤレス給電装置 110 からの電力伝送効率の低下を抑制することができる。なお、出力トランス 10 のインピーダンス比（出力トランス 10 の二次側インピーダンスに対する一次側インピーダンスの比）は、1 より大きければよいが、例えば、出力トランス 10 から負荷 11 側をみ

たインピーダンスが数十 Ω 以下の場合には、インピーダンス比は5以上にするのが好ましい。

[0037] 特に、負荷11の影響による電力伝送効率の低下は、給電コイル1と受電コイル7との間の距離が大きくなるほど顕著に現れるが、第1の実施形態のワイヤレス受電装置120によれば、給電コイル1と受電コイル7との間の距離が大きい場合に、電力伝送効率の低下の抑制効果が大きい。

(第2の特徴)

[0038] 次に、図1及び図2に加えて図8を参照しながら、ワイヤレス給電装置110について説明する。図8は、本発明の第1の実施形態に係るワイヤレス電力伝送システムの電氣的な構成を示す図であり、図1に示すワイヤレス給電装置の電氣的な構成を詳細に示す図である。このワイヤレス給電装置110は、給電コイル1と、共振電流検出器6と、制御回路111とを有する。

[0039] ワイヤレス給電装置110では、制御回路111が、給電コイル1に交流電流（例えば、方形波または正弦波の電流）を供給することによって、給電コイル1と受電コイル7との磁場共振現象に基づき、給電コイル1から受電コイル7に電力供給が行われる。ここで、「給電コイル1と受電コイル7との磁場共振現象」とは、給電コイル1によって発生する交流磁場に基づく受電共振回路122の共振現象を意味する。給電コイル1に交流電流を供給すると、給電コイル1によって交流磁場が発生する。これによって、給電コイル1と受電コイル7とが磁場結合し、受電共振回路122が共振する。その際、制御回路111は、交流電流の周波数を、共振電流検出器6によって検出された受電共振回路122の共振電流の周波数に一致させる。すると、給電コイル1自体が共振しなくても、伝送電力の力率を1とすることができ、高効率な電力伝送を行うことが可能となる。なお、給電コイル1と受電コイル7とは磁氣的に結合しているので、ワイヤレス給電装置110に設けられた共振電流検出器6で受電共振回路122の共振電流の情報を検知することができる。ここで、受電共振回路122の共振電流を直接に検出してもよい。この場合、例えば、ワイヤレス受電装置120に信号送信装置を設けると

共に、ワイヤレス給電装置 110 に信号受信装置を設け、その検出値の情報信号を、ワイヤレス受電装置 120 に設けられた信号送信装置から送信し、ワイヤレス給電装置 110 に設けられた信号受信装置で受信する。この受信した情報信号を共振電流検出器 6 で検出してもよい。

[0040] このように、ワイヤレス給電装置 110 では、給電コイル 1 は、実質的に共振回路を構成しない。ここで、「実質的に共振回路を構成しない」とは、受電共振回路 122 の共振周波数を共振周波数とする共振回路を形成しないことを意味するものであり、給電コイル 1 が何らかの回路要素と偶発的に共振することまでも排除する意味ではない。例えば、「実質的に共振回路を構成しない」とは、受電共振回路 122 の共振周波数を共振周波数とする共振回路を形成するために、給電コイル 1 に対して直列又は並列にコンデンサを設けることを行わないことを意味するものである。

[0041] ワイヤレス給電装置 110 では、給電コイル 1 と受電コイル 7 との磁場結合が強くなればなるほど受電共振回路 122 の共振周波数に影響が及ぶ。すなわち、給電コイル 1 と受電コイル 7 とを十分に磁場結合できる程度に近づけた状態での受電共振回路 122 の共振周波数は、給電コイル 1 と受電コイル 7 との磁場結合を無視できるほど両者が十分に離れた状態における受電共振回路 122 単独での共振周波数に対してずれていく。受電共振回路 122 の共振周波数近傍の周波数の交流電流を給電コイル 1 に供給することにより、磁場共振型のワイヤレス給電が実現可能となる。

[0042] ここで、図 4 及び図 5 を参照する。図 5 A は、本実施形態のワイヤレス電力伝送システムの磁場共振現象の原理図であり、図 5 B は、図 5 A に示すワイヤレス電力伝送システムの磁場共振現象における共振電流の周波数一位相特性を示す図である。一方、図 4 A は、比較例のワイヤレス電力伝送システムの磁場共振現象の原理図であり、図 4 B は、図 4 A に示すワイヤレス電力伝送システムの磁場共振現象における共振電流の周波数一位相特性を示す図である。図 4 B 及び図 5 B では、共振電圧の位相を基準とする共振電流の位相の周波数特性が示されている。なお、図 4 A は、特許文献 1 に開示のワイ

ヤレス電力伝送システムの磁場共振現象に相当するものである。

[0043] 図4 Aに示すように、比較例のワイヤレス電力伝送システム100Aはワイヤレス電力伝送システム100においてワイヤレス給電装置110に代えてワイヤレス給電装置110Aを備える構成で本実施形態と異なっている。ワイヤレス給電装置110Aは、ワイヤレス給電装置110において給電コイル1に代えて給電共振回路112と給電エキサイトコイル113とを有する構成で本実施形態と異なっている。給電共振回路112は、給電コイル114と給電コンデンサ115とからなり、給電コイル114は給電エキサイトコイル113と電磁結合されている。

[0044] このワイヤレス給電装置110Aでは、制御回路111が、給電エキサイトコイル113に交流電流（例えば、方形波または正弦波の電流）を供給することによって、給電エキサイトコイル113と給電コイル114との電磁誘導作用に基づき、給電共振回路112に共振電流が流れる。その結果、給電コイル114と受電コイル7との磁場共振現象に基づき、給電コイル114から受電コイル7に電力供給が行われる。このワイヤレス給電装置110Aでは、電力伝送効率の観点より、給電共振回路112の共振周波数と受電共振回路122の共振周波数が等しくなるように設定される。

[0045] しかしながら、給電共振回路112と受電共振回路122との2つの共振回路を備えるシステムでは、給電コイル114と受電コイル7とを近づけると、給電コイル114と受電コイル7との結合により、伝送電力の力率が1となる共振周波数が2つ生じることがある。すなわち、図4 Bに示すように、給電側から見た共振電流と共振電圧との位相差がゼロになる周波数が、 f_{r1} 、 f_{r2} の2つ存在してしまう。その結果、伝送電力の力率が1となるように、すなわち、共振電流と共振電圧との位相差がゼロになるように、制御回路111によって、給電エキサイトコイル113に供給する交流電流の位相／周波数を変化させる位相／周波数制御（交流電流の周波数を受電共振回路122の共振電流の周波数に一致させる自動追従制御）において、誤動作を生じるおそれがある。

[0046] 一方、本実施形態のシステムでは、図5Aに示すように、給電コイル1が実質的に共振回路を構成せず、LC共振回路は受電共振回路122のみであるので、図5Bに示すように、伝送電力の力率が1となる共振周波数、すなわち、共振電流と共振電圧との位相差がゼロになる共振周波数は f_{r1} の1つとなる。したがって、伝送電力の力率が1となるように、すなわち、共振電流と共振電圧との位相差がゼロになるように、制御回路111によって、給電コイル1に供給する交流電流の位相／周波数を変化させる位相／周波数制御（交流電流の周波数を受電共振回路122の共振電流の周波数に一致させる自動追従制御）において、誤動作を防止することができる。

[0047] なお、本発明は、給電共振回路112と受電共振回路122との2つの共振回路を備える比較例のワイヤレス電力伝送システム100Aを権利範囲から除くものではない。すなわち、図1に示すワイヤレス電力伝送システム100において、図5Aに示すワイヤレス給電装置110に代えてワイヤレス給電装置110Aを備える構成にしてもよい。

（第3の特徴）

[0048] 次に、図8を参照しながら、ワイヤレス給電装置110における制御回路111について詳細に説明する。制御回路111は、高周波増幅器2と、位相比較器3と、ローパスフィルタ（LPF）4と、電圧制御発振器（VCO）5とを有する。

[0049] 位相比較器3は、共振電流検出器6によって検出された受電共振回路122の共振電流に応じた電圧とVCO5からの出力電圧との位相差に応じたパルス電圧を生成し、そのパルス電圧をLPF4へ出力する。LPF4は、位相比較器3からのパルス電圧を平均化し、VCO5へ出力する。VCO5は、LPF4からの電圧を制御電圧として、この電圧に応じた周波数を有する交流電圧を生成する。このように、位相比較器3、LPF4、及び、VCO5は、いわゆるPLL回路を構成し、共振電流検出器6によって検出された受電共振回路122の共振電流の位相周波数に応じた位相周波数を有する交流電圧を生成する。

[0050] 高周波増幅器 2 は、この交流電圧に応じて、受電共振回路 1 2 2 の共振電流の位相周波数に一致した位相周波数を有する交流電流を、給電コイル 1 に供給する。例えば、高周波増幅器 2 としては、正弦波駆動回路が用いられるが、M O S - F E T 等のスイッチング素子を使用したハーフブリッジ回路のスイッチング電源なども適用可能である。

[0051] 次に、ワイヤレス給電装置 1 1 0 における共振電流検出器 6 について詳細に説明する。共振電流検出器 6 は、受電共振回路 1 2 2 の共振状態の情報を取得する。例えば、共振電流検出器 6 としては、電流センサやカレントトランスなどが用いられ、受電共振回路 1 2 2 の共振電流を検出する。本実施形態では、受電共振回路 1 2 2 の共振電流の位相周波数情報として、電圧信号が位相比較器 3 に供給される。

[0052] ここで、図 6 及び図 7 を参照する。図 7 は、本実施形態のワイヤレス電力伝送システムにおけるワイヤレス給電装置の周波数制御を示す概略図であり、図 6 A 及び図 6 B は、比較例のワイヤレス電力伝送システムにおけるワイヤレス給電装置の周波数制御を示す概略図である。なお、図 6 A 及び図 6 B は、特許文献 1 に開示のワイヤレス給電装置の周波数制御に相当するものである。

[0053] 図 6 A に示すように、給電コイル 1 に供給する交流電流の周波数を f_1 から f_2 までの範囲でスweepさせ（スweep特性 S）、その周波数スweep範囲内にある共振周波数 f_r を探索することによって、給電コイル 1 に供給する交流電流の周波数 f_0 を設定して維持する制御（周波数スweep制御）を行う場合、給電コイル 1 と受電コイル 7 との間の距離が時間と共に刻々と変化すると、各スweep時間 t_1 、 t_2 、 t_3 、 $\dots$ 、 t_6 の 1 スweep 毎にエラーが大きく発生して、伝送電力が間欠的となってしまう。そのため、負荷を駆動するための平均電力が低下するという問題を生じるおそれがある。なお、図 6 B に示すように、給電コイル 1 と受電コイル 7 との間の距離の変動の頻度が少ないと、比較的上記問題は少ないが、給電コイル 1 と受電コイル 7 との間の距離が頻繁に変化する場合には、特にこの問題を生じる

可能性は大きくなる。

[0054] 一方、図 7 によれば、本実施形態では、制御回路 111 が、位相比較器 3 と、LPF 4 と、VCO 5 とから構成される所謂 PLL 回路による制御を用いるので、給電コイル 1 と受電コイル 7 との間の距離が時間的に刻々と変化しても、給電側コイル 1 における電圧位相と電流位相の位相差が常にゼロとなるように交流電流の周波数制御が行われる。その結果、エラーが発生しない状態で、交流電流の周波数が受電共振回路の共振電流の周波数に常に追尾する良好な制御が可能となり、最大電力が連続的に得られる。

[0055] 本実施形態のように、給電コイル 1 に流れる交流電流の周波数を、受電共振回路の共振周波数に自動チューニングする構成により、給電コイル 1 と受電コイル 7 との間の距離の変化に対して、リアルタイムに周波数追従させることができるため、給電コイル 1 と受電コイル 7 との間の距離が大きくなって、しかも、これらのコイル間距離が時間的に激しく変化するような場合であっても、有効なシステムを得ることが可能となる。

[0056] なお、本発明は、図 6 A 及び図 6 B に示すように、給電コイル 1 に供給する交流電流の周波数制御において周波数スイープ制御を行う比較例のワイヤレス電力伝送システムを権利範囲から除くものではない。すなわち、図 1 に示すワイヤレス電力伝送システム 100 におけるワイヤレス給電装置 110 において、制御回路 111 に代えて、周波数スイープ制御を行う制御回路を備える構成にしてもよい。

(実施例)

[0057] 以下では、図 1、図 2 及び図 8 に示す本実施形態のワイヤレス電力伝送システム 100 を実施例として製作し、評価を行った。この評価では、図 3 に示す従来例との対比評価を行った。

[0058] 実施例及び従来例の共通事項

受信共振回路 122 の共振周波数：約 170 kHz ~ 200 kHz

給電コイル 1 及び受電コイル 7：内径約 Φ 160 mm、コイル厚み約 10 mm、表皮効果を低減させるためにリッツ銅線を使用

受電側ロードコイル 9 の外径：約 $\Phi 200\text{ mm}$ 、コイル厚み約 10 mm 、表皮効果を低減させるためにリッツ銅線を使用

[0059] 実施例の特徴事項

出力トランス 10：フェライトコアを使用（例えば、一般的な EE 型や EI 型のものを使用可能）、一次側のインピーダンスは約 $500\ \Omega$

負荷 11：負荷には 200 kHz 以下の略正弦波の交流が流れるので、無誘導（L 成分がゼロ）の厚膜抵抗器を使用、抵抗値約 $100\ \Omega$

[0060] 本評価では、給電コイル 1 と受電コイル 7 との間の距離を変更し、電力伝送効率、受電共振回路 122 の共振電流、及び、給電コイル 1（又は給電エキサイトコイル 113）に供給する交流電流の周波数を測定した。これらの評価結果をそれぞれ図 9～11 に示す。なお、図 9～11 では、本実施例の測定結果を曲線 A で示し、従来例の測定結果を曲線 B で示す。

[0061] 図 9 によれば、従来例では、給電コイル 1 と受電コイル 7 との間の距離 d (mm) が長くなる（大きくなる）に従って、電力伝送効率 η (%) が急激に低下しているのに対して、本実施例では、出力トランス 10 の 1 次側の入力インピーダンス（例えば $500\ \Omega$ ）を負荷 11 の $100\ \Omega$ よりも高い $500\ \Omega$ とすることにより、給電コイル 1 と受電コイル 7 との間の距離 d がこれらのコイル直径（内径） Φ の $1/2$ 倍の 80 mm でも電力伝送効率 η が 90% 以上であり、コイル間距離 d が更に長くなった場合にも電力伝送効率 η の低下が少なかった。すなわち、出力トランス 10 を設ける本実施例によれば、出力トランス 10 を設けない従来例と比較して、電力伝送効率 η の低下を改善できた。特に、給電コイル 1 と受電コイル 7 との間の距離 d が離れば離れるほど、電力伝送効率 η の改善効果が顕著であった。すなわち、本実施例によれば、給電コイル 1 と受電コイル 7 とを離しても（コイル間の距離を長くしても）、良好な伝送効率を得られた。

[0062] また、図 10 によれば、本実施例では、従来例と比較して、コイル間距離 d に関わらず、受電共振回路 122 に流れる共振電流の低下を抑制することができた。これは、本実施例では、従来例と比較して、受電コイル 7 近傍に

発生する磁場が強くなり、磁場共振作用が強くなったことを示す。

[0063] また、図 1 1 によれば、コイル間距離 d に関わらず、本実施例と従来例とでは、給電コイル 1 又は給電エキサイトコイル 1 1 3 に供給する交流電流の周波数が、ほとんど変わらなかった。なお、コイル間距離 d に応じて交流電流の周波数が変化しているのは、給電コイル 1 と受電コイル 7 との結合度合いが変化することによるものである。

[第 2 の実施形態]

[0064] 図 1 2 は、本発明の第 2 の実施形態に係るワイヤレス電力伝送システムの電氣的な構成を示す図である。このように、ワイヤレス電力伝送システム 1 0 0 B は、ワイヤレス受電装置 1 2 0 に代えてワイヤレス受電装置 1 2 0 B を備えてもよい。

[0065] ワイヤレス受電装置 1 2 0 B は、ワイヤレス受電装置 1 2 0 において出力トランス 1 0 に代えて出力トランス 1 0 B を備えている点で第 1 の実施形態と異なる。出力トランス 1 0 B は、二次側に 4 つの巻線 $N_s 1 \sim N_s 4$ を備えており、4 つの出力を取り出し可能になっている点でトランス 1 0 と異なる。各二次側巻線 $N_s 1 \sim N_s 4$ には、個々に負荷 1 1 a $\sim$ 1 1 d が接続可能になっている。出力トランス 1 0 B の一次側のインピーダンスは、例えば 5 0 0 Ω で、出力トランス 1 0 B の二次側から負荷 1 1 a $\sim$ 1 1 d 側をみたインピーダンスは、例えば、それぞれ 1 0 Ω 、5 0 Ω 、1 0 0 Ω 、3 0 0 Ω である。出力トランス 1 0 B の一次側巻線 N_p の巻数は、出力トランス 1 0 B のいずれの二次側巻線 $N_s 1 \sim N_s 4$ の巻数より大きい。

[0066] この第 2 の実施形態に係るワイヤレス受電装置 1 2 0 B でも、第 1 の実施形態のワイヤレス受電装置 1 2 0 と同様の利点を得ることができる。すなわち、この第 2 の実施形態に係るワイヤレス受電装置 1 2 0 B によれば、出力トランス 1 0 B の一次側のインピーダンスが、出力トランス 1 0 B の二次側に接続されたいずれの負荷のインピーダンスよりも大きいので、ワイヤレス給電装置 1 1 0 から、個々の負荷への電力伝送効率の低下を抑えることができる。

[0067] また、出力トランス 10B の一次側のインピーダンスは、出力トランス 10B の二次側のそれぞれの負荷のインピーダンスの少なくとも一つより高くしてもよい。例えば出力トランス 10B の一次側のインピーダンスを 200 Ω にしてもよく、この場合、負荷 11a ~ 11c への電力伝送効率の低下を抑えることができる。すなわち、出力トランス 10B の二次側から負荷 11 側をみたインピーダンスが低いほど（例えば数十 Ω 以下）電力伝送効率の低下を効果的に抑えることができるため、出力トランス 10B の一次側巻線の巻数をそれほど大きくすることなく、第 1 の実施形態のワイヤレス電力伝送システム 100 と同様の利点を得ることができる。

[0068] ここで、ワイヤレス受電装置 120B では、例えば、何らかの制御が必要であり、その制御用 IC を使用する場合には、巻線 Ns1 はメインの出力として負荷 11a を駆動し、巻線 Ns2 ~ Ns4 には制御用 IC の補助電源用として負荷 11b、11c、11d（例えば、AC/DC コンバータ）を接続して、巻線 Ns2 ~ Ns4 からそれぞれ +5V、+12V、-12V の直流電圧を出力するように、用いることが可能となる。

[0069] なお、本発明は上記した本実施形態に限定されることなく種々の変形が可能である。例えば、第 2 の実施形態では、出力トランス 10A が二次側に 4 つの巻線を備える形態を例示したが、出力トランス 10A の二次側巻線の数にはこれに限定されない。例えば、出力トランス 10A の二次側巻線は 2 個でも 3 個でも良いし、あるいは 5 個以上でもあってもよい。

[0070] また、本実施の形態では、制御回路 111 は、給電コイル 1 に供給する交流電流の周波数と受電側共振回路 122 の共振電流の周波数とを一致させるように制御しているが、交流電流の周波数と受電共振回路 122 の共振周波数とは完全に一致せずとも、例えば、 $\pm 20\%$ 程度の誤差範囲内で略一致させれば（関連付ければ）、伝送電力の力率を高めることができ、高効率な電力伝送を行うことが可能となる。

[0071] また、本実施の形態では、制御回路 111 は、受電側共振回路 122 の共振電流の周波数に一致した周波数を有する交流電流を、給電コイル 1 に供給

するようにして、受電側共振回路 1 2 2 の共振電流の周波数と、給電コイル 1 に供給する交流電流の周波数とを一致させるように制御しているが、制御回路 1 1 1 は、受電側共振回路 1 2 2 の共振電流の周波数に略一致させるように、例えば、給電コイル 1 のインダクタンスを調整することにより、受電側共振回路 1 2 2 の共振電流の周波数と、給電コイル 1 に供給する交流電流の周波数とを略一致させるように制御してもよい。

[0072] また、本発明の特徴は、電力伝送のみならず、信号伝送においても適用可能である。例えば、磁場共振現象を利用して、アナログ信号やデジタル信号を非接触で伝送する場合にも、本発明のワイヤレス電力伝送システムを適用可能である。

[0073] なお、本発明は、（１）携帯電話、音楽プレーヤー、ＴＶやゲーム機等のコントローラ、ＬＥＤ照明などの家電製品への非接触給電又は充電、（２）工場内の搬送ロボット、２足ロボット、掃除ロボットなどの産業機器への非接触給電又は充電、（３）例えば、車体に受電コイルを配置し、駐車場や道路等に給電コイルを埋設するＨＥＶ、ＥＶ等の非接触充電、（４）太陽光発電から住宅内の家電製品、照明などへの非接触給電又は充電を行うシステムに適用可能である。

[0074] なお、本明細書では、磁場共振現象のための素子を「コイル」と称したが、関連の技術分野によっては、「トランスミッタ」や「アンテナ」等と称することもある。

[0075] 以上、好適な実施の形態において本発明の原理を図示し説明してきたが、本発明は、そのような原理から逸脱することなく配置及び詳細において変更され得ることができることは、当業者によって認識される。本発明は実施の形態に開示された特定の構成に限定されるものではない。したがって、特許請求の範囲及びその精神の範囲から来るすべての修正及び変更権利を請求する。

産業上の利用可能性

[0076] 受電コイルと受電ロードコイルとの結合度合いを高めても、かつ、負荷の

インピーダンスが低くても、電力伝送効率の低下を抑制する用途に適用することができる。

符号の説明

- [0077]
- 1 給電コイル
 - 2 高周波増幅器
 - 3 位相比較器
 - 6 共振電流検出器
 - 7 受電コイル
 - 8 受電コンデンサ
 - 9 受電ロードコイル
 - 10, 10A, 10B 出力トランス（インピーダンス変換器）
 - 11, 11a～11d 負荷
 - 100, 100A, 100B, 100X ワイヤレス電力伝送システム
 - 110, 110A ワイヤレス給電装置
 - 111 制御回路
 - 112 給電共振回路
 - 113 給電エキサイトコイル
 - 114 給電コイル
 - 115 給電コンデンサ
 - 120, 120B, 120X ワイヤレス受電装置
 - 122 受電共振回路
 - Np 一次側巻線
 - Ns, Ns1～Ns4 二次側巻線

請求の範囲

- [請求項1] ワイヤレス給電装置から非接触で電力取得を行うワイヤレス受電装置であって、
- 受電コイルと受電コンデンサとを含み、前記ワイヤレス給電装置における給電コイルと前記受電コイルとの磁場共振現象に基づき、前記受電コイルによって前記給電コイルから電力取得を行うための受電共振回路と、
- 前記受電コイルから非接触で電力供給を受ける受電ロードコイルと、
- 、
- 前記受電ロードコイルと負荷との間に配置され、前記受電ロードコイルに接続される一次側のインピーダンスが前記負荷に接続される二次側のインピーダンスよりも高いインピーダンス変換器と、
- を備える、ワイヤレス受電装置。
- [請求項2] 前記インピーダンス変換器は、前記受電ロードコイルと複数の負荷との間に配置され、前記受電ロードコイルに接続される一次側のインピーダンスが、前記複数の負荷それぞれに接続される複数の二次側のインピーダンスのうちの少なくとも1つよりも高い、請求項1に記載のワイヤレス受電装置。
- [請求項3] 前記インピーダンス変換器は、一次側巻線と二次側巻線とを有するトランスであり、前記受電ロードコイルに接続される一次側巻線の巻数が前記負荷に接続される二次側巻線の巻数よりも大きい、請求項1に記載のワイヤレス受電装置。
- [請求項4] 請求項1に記載のワイヤレス受電装置に非接触で電力供給を行うワイヤレス給電装置であって、
- 給電コイルと、
- 前記受電共振回路の共振電流を検出する共振電流検出器と、
- 前記給電コイルに交流電流を供給することによって、前記給電コイルと前記受電コイルとの磁場共振現象に基づき、前記給電コイルから

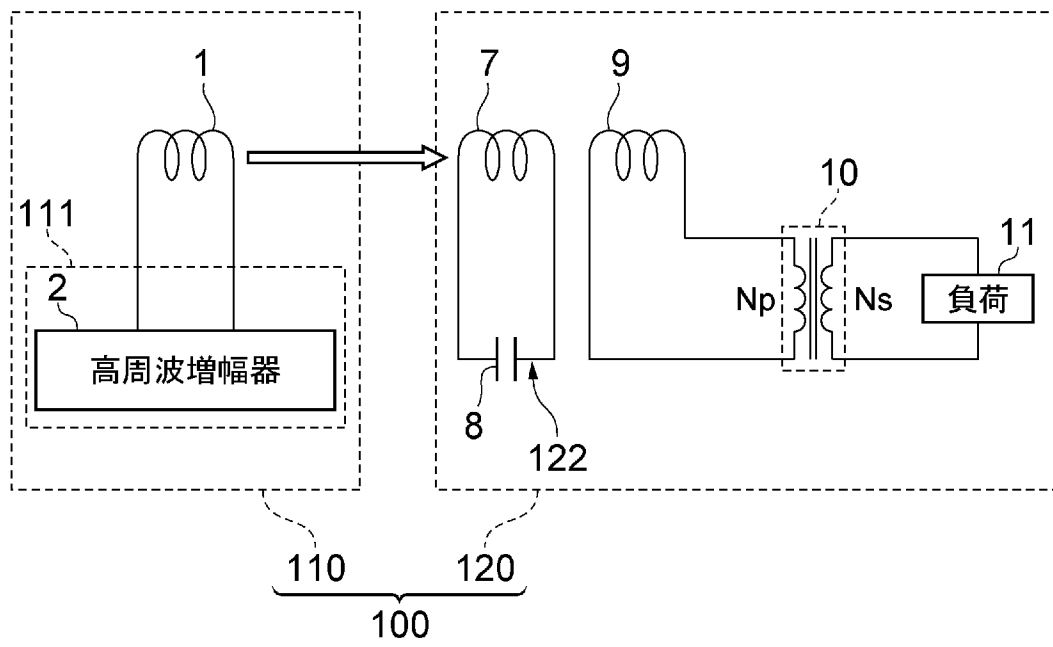
前記受電コイルに電力供給を行わせる制御回路であって、前記交流電流の周波数と前記共振電流検出器によって検出した共振電流の周波数とを関連付ける当該制御回路と、
を備える、ワイヤレス給電装置。

[請求項5] 前記給電コイルは、実質的に共振回路を構成しない、請求項4に記載のワイヤレス給電装置。

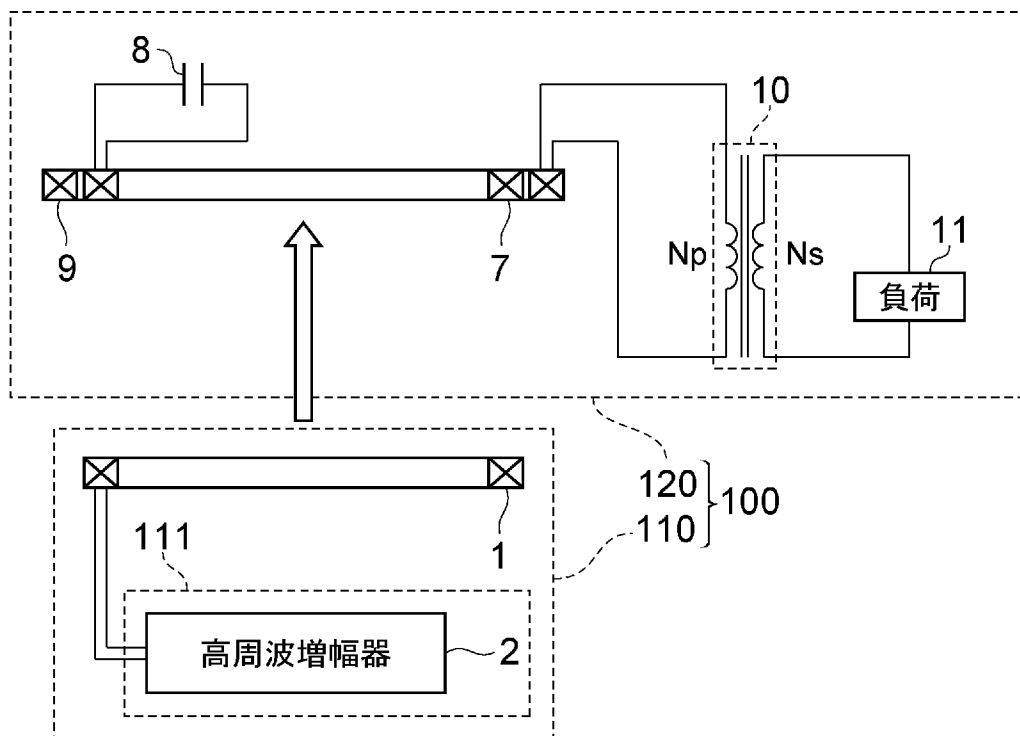
[請求項6] 前記制御回路は、
前記共振電流検出器によって検出した共振電流に応じた電圧と出力交流電圧との位相差に応じたパルス電圧を生成する位相比較器と、
前記パルス電圧を平滑化するローパスフィルタと、
平滑化された前記パルス電圧に基づいた周波数を有する前記出力交流電圧を生成する電圧制御発振器と、
前記出力交流電圧の周波数に応じた周波数を有する前記交流電流を前記給電コイルに供給する高周波増幅器と、
を有する、請求項4に記載のワイヤレス給電装置。

[請求項7] 請求項4又は6に記載のワイヤレス給電装置と請求項1に記載のワイヤレス受電装置との間で非接触で電力伝送を行うワイヤレス伝送システムであって、前記ワイヤレス給電装置における給電コイルと前記ワイヤレス受電装置における受電コイルとの磁場共振現象に基づき、前記給電コイルから前記受電コイルに電力伝送を行うワイヤレス電力伝送システム。

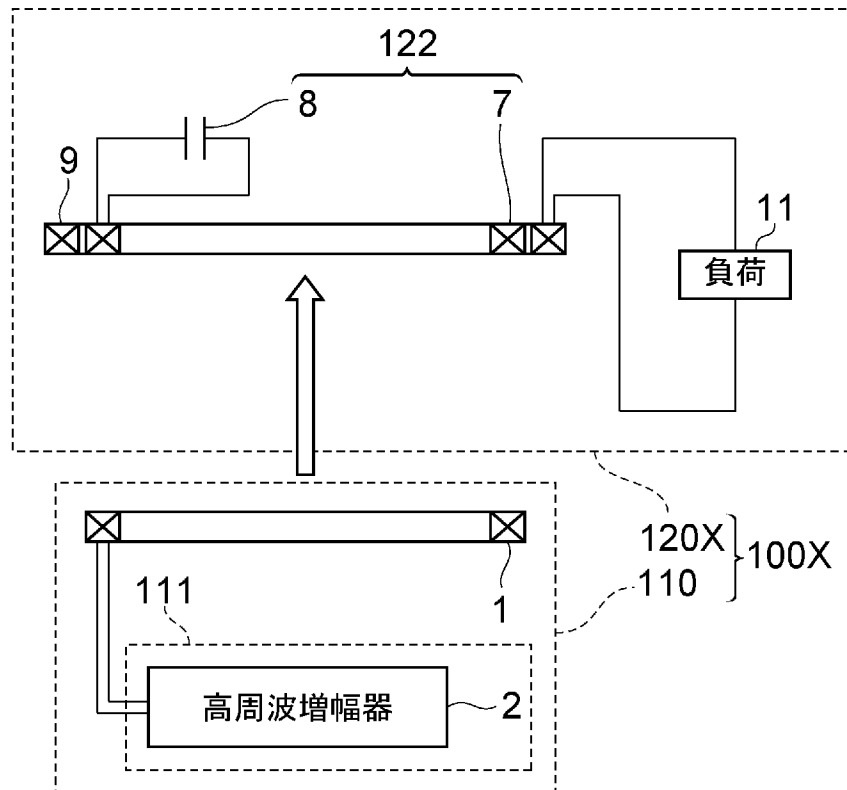
[図1]



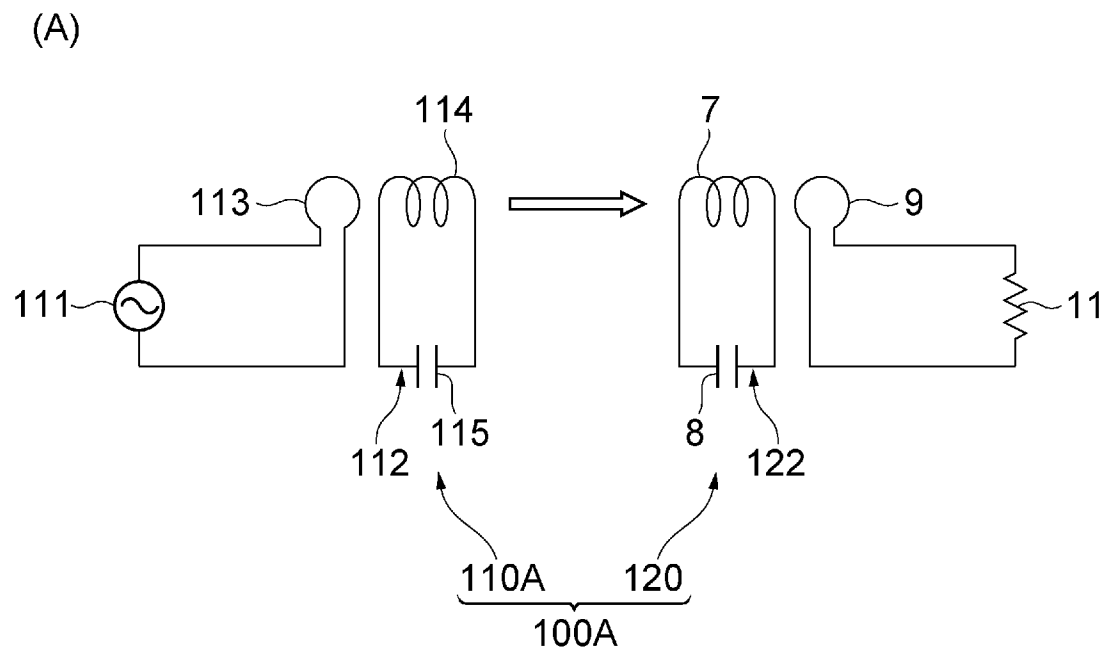
[図2]



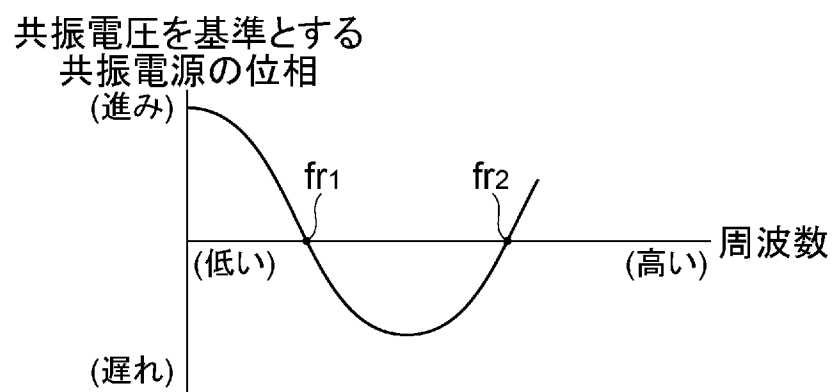
[図3]



[図4]

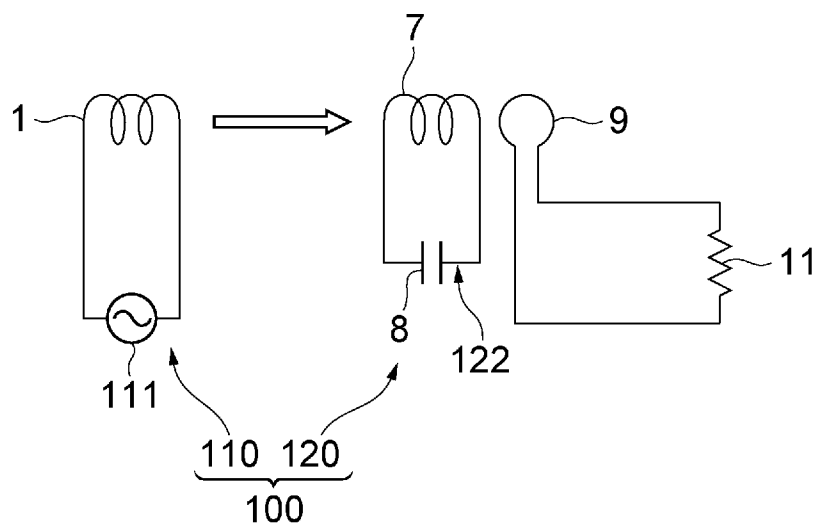


(B)

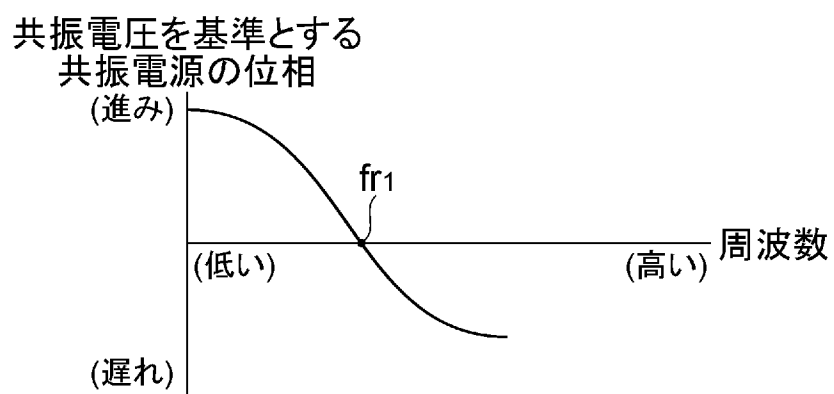


[図5]

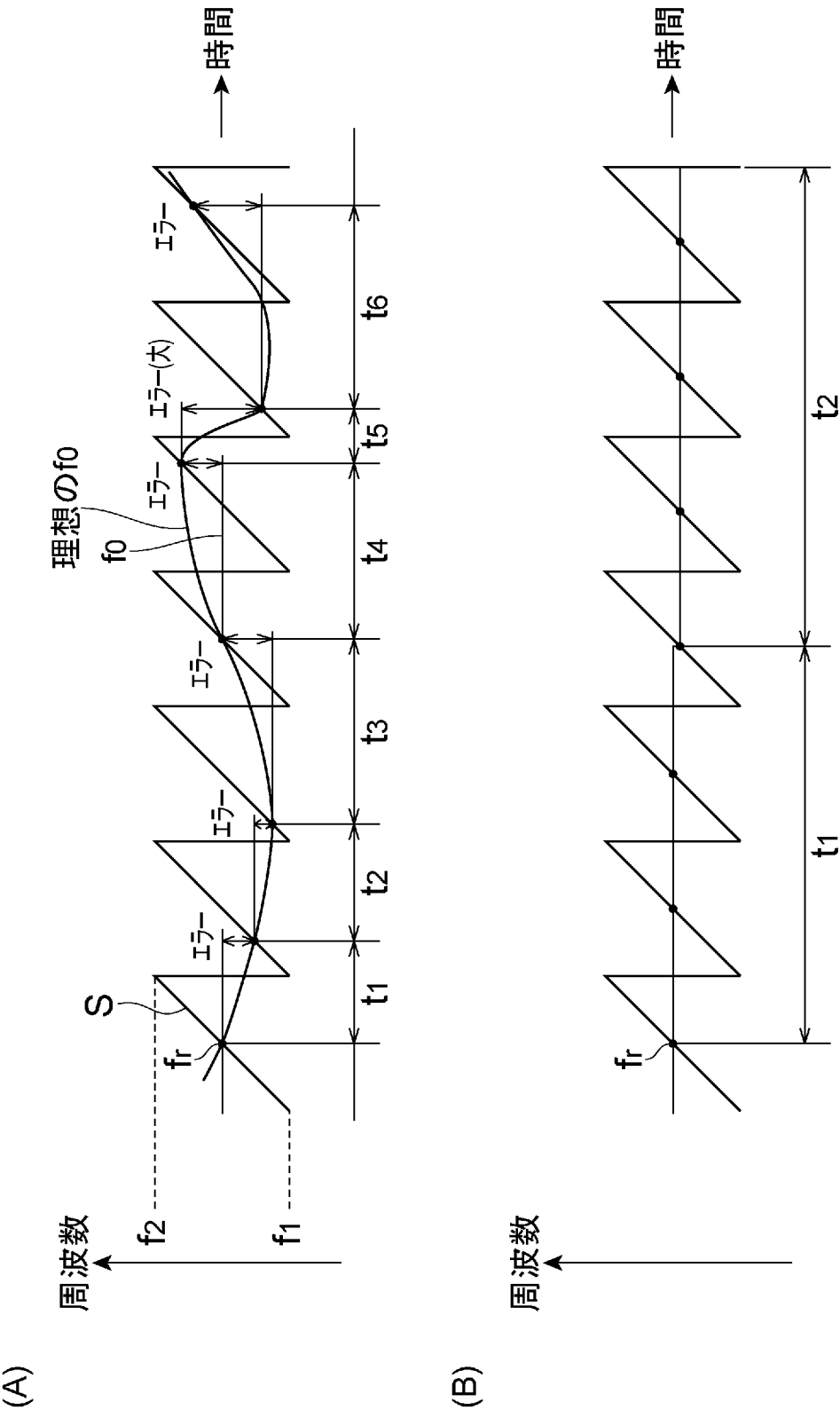
(A)



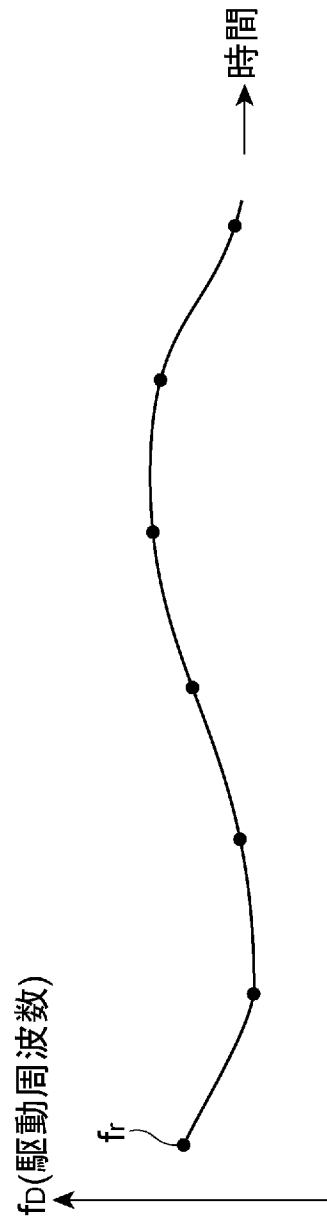
(B)



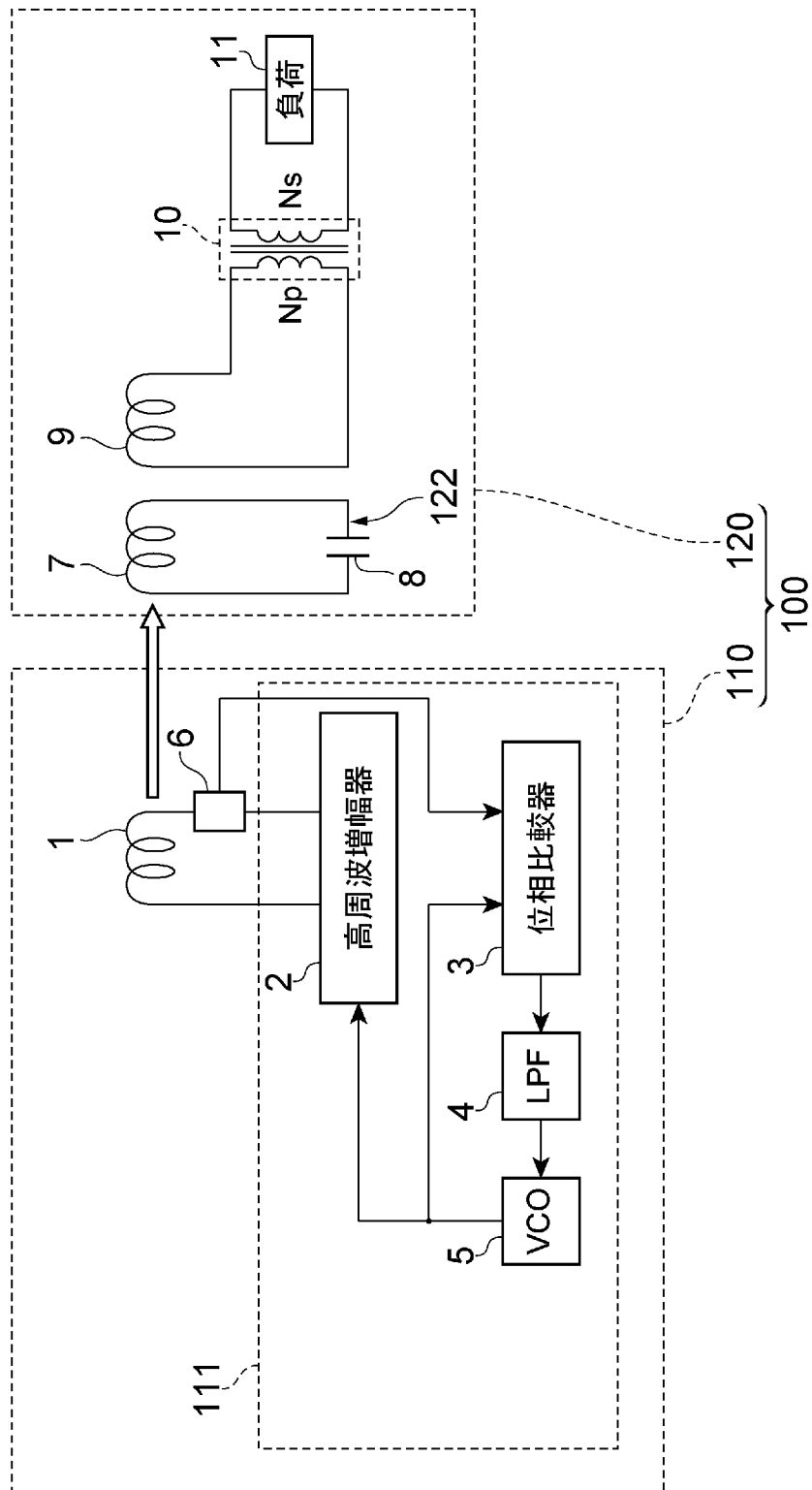
[図6]



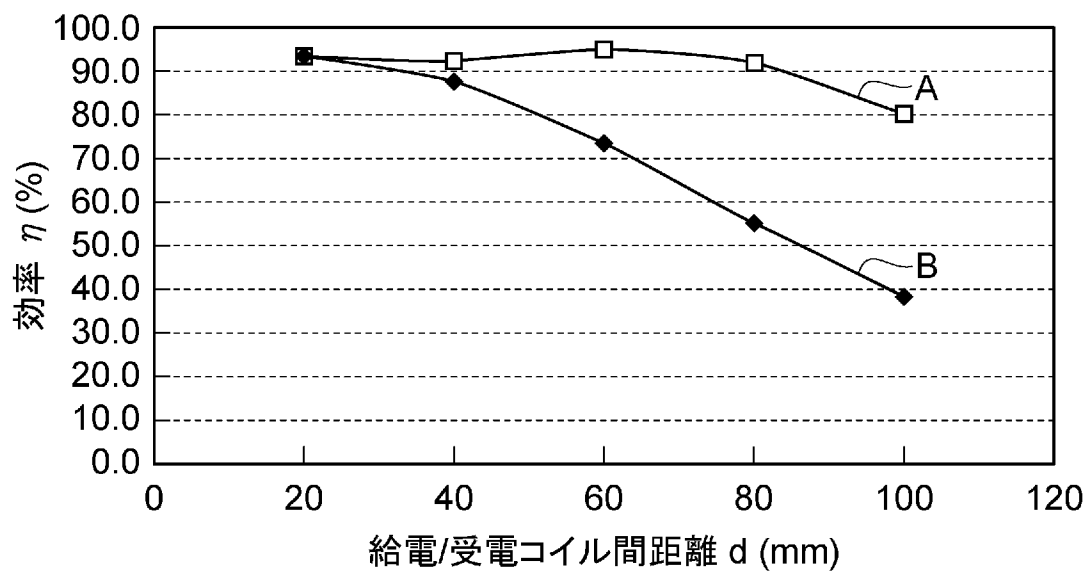
[図7]



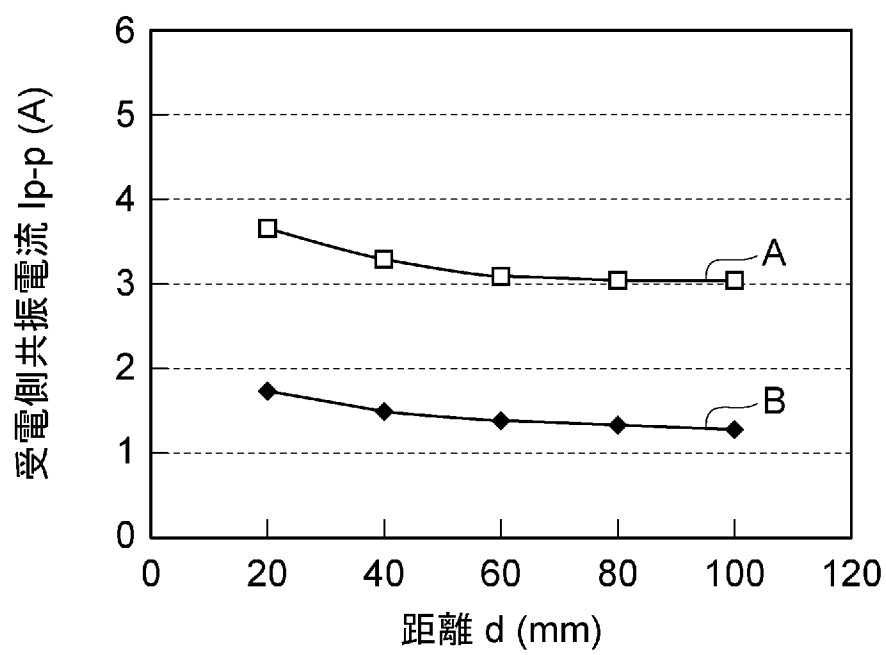
[図8]



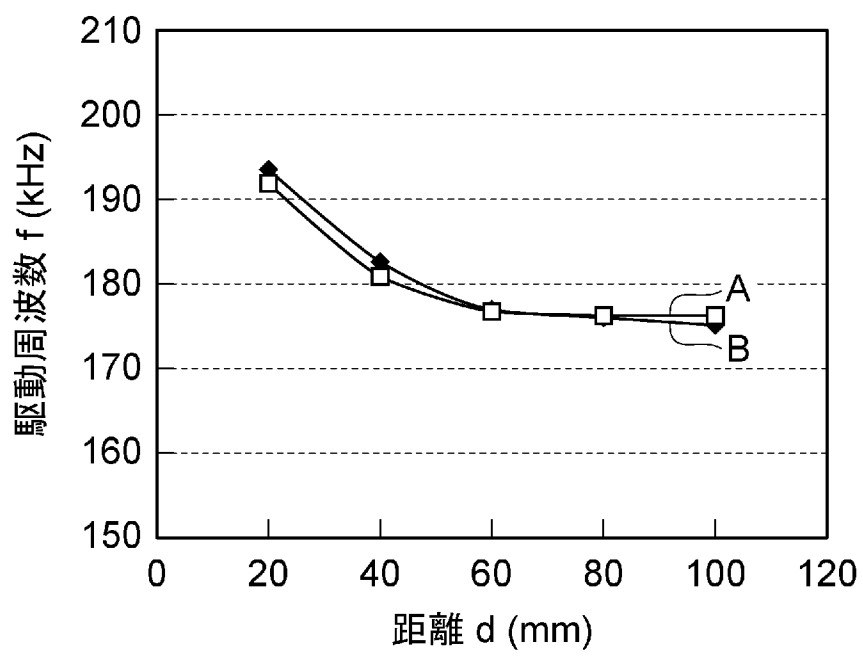
[図9]



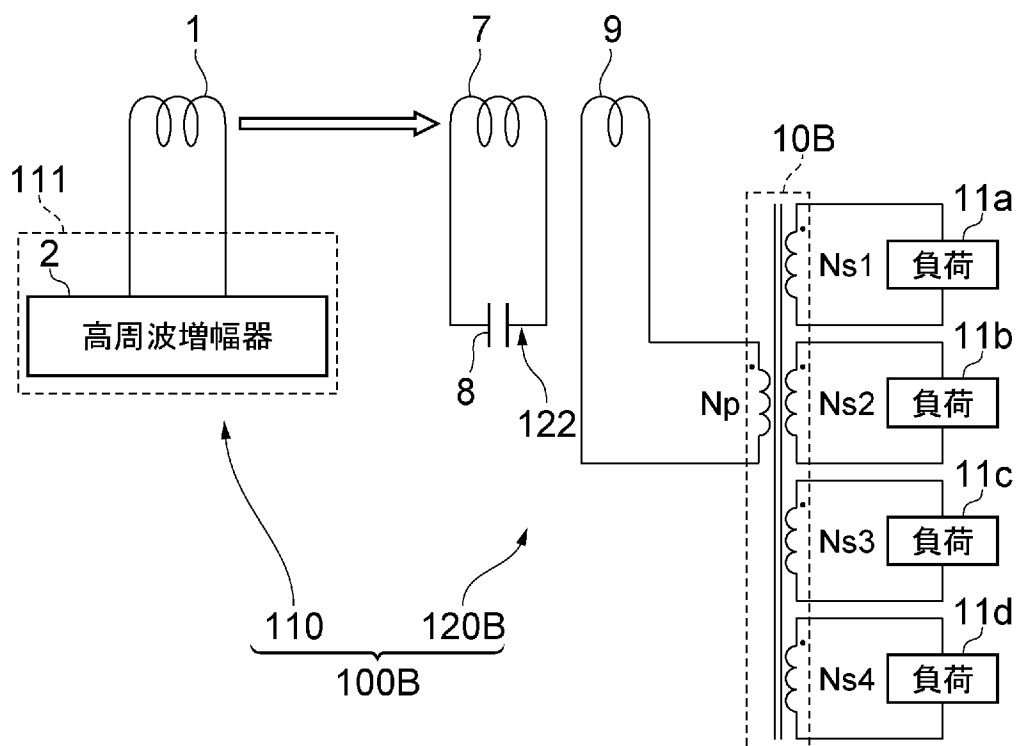
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/078811

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02J17/00 (2006.01) 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)

H02J17/00

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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.
X Y	JP 2010-104159 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 06 May 2010 (06.05.2010), paragraphs [0022] to [0040]; fig. 3 (Family: none)	1, 2 3-7
Y	JP 2000-165132 A (Sony Corp.), 16 June 2000 (16.06.2000), paragraphs [0009] to [0016], [0020] to [0070]; fig. 2, 3, 5 & US 2002/0096568 A1 & SG 80663 A & HK 1029875 A & CN 1256559 A	3
Y	JP 2010-166693 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 29 July 2010 (29.07.2010), paragraphs [0010] to [0046]; fig. 5, 10, 11, 16 (Family: none)	4-7

☐ 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
01 March, 2012 (01.03.12)

Date of mailing of the international search report
13 March, 2012 (13.03.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02J17/00(2006.01)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（I P C））

Int.Cl. H02J17/00

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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
X Y	JP 2010-104159 A（株式会社村田製作所）2010.05.06, 段落【0022】－【0040】, 図3（ファミリーなし）	1, 2 3－7
Y	JP 2000-165132 A（ソニー株式会社）2000.06.16, 段落【0009】－【0016】, 【0020】－【0070】, 図2, 3, 5 & US 2002/0096568 A1 & SG 80663 A & HK 1029875 A & CN 1256559 A	3
Y	JP 2010-166693 A（日産自動車株式会社）2010.07.29, 段落【0010】－【0046】, 図5, 10, 11, 16（ファミリーなし）	4－7

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

0 1 . 0 3 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 3 . 0 3 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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）

宮本 秀一

5 T

3 3 5 7

電話番号 03-3581-1101 内線 3568