(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
2020年7月23日(23.07.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/149037 A1

(51) 国際特許分類:
H02J 50/12 (2016.01)　*H02J 7/00* (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2019/047251

(22) 国際出願日：　2019年12月3日(03.12.2019)

(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 2019-007216　2019年1月18日(18.01.2019)　JP

(71) 出願人: オムロン株式会社 (**OMRON CORPORATION**) [JP/JP]; 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 Kyoto (JP).

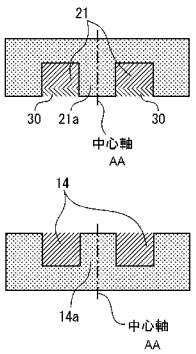
(72) 発明者: 野村　篤司 (**NOMURA, Atsushi**); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP). 中尾 悟朗(**NAKAO, Goro**); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP). 河合 佑介(**KAWAI, Yusuke**); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP). 中條 雅暢(**NAKAJO, Masanobu**); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP). 武山 孝博(**TAKEYAMA, Takahiro**); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オ

(54) **Title:** NON-CONTACT POWER FEEDING DEVICE

(54) 発明の名称： 非接触給電装置

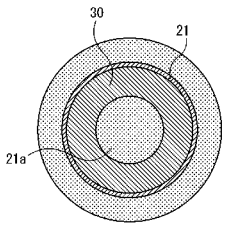
[図3A]

図3A



[図3B]

図3B



AA Central axis

(57) **Abstract:** When the measured value of an output voltage obtained by rectifying the power received through a resonant circuit 20 having a receiving coil 21 for receiving power from the transmission coil 14 of a power transmitting device 2 and a resonant capacitor 22 connected in series with the receiving coil 21 becomes greater than or equal to an upper threshold value, a power receiving device 3 of this non-contact power feeding device 1 short-circuits a resonant suppression coil 30 provided so as to be able to be magnetically coupled with the receiving coil 21. When the power transmitting device 2 and

WO 2020/149037 A1

［続葉有］

ムロン株式会社内 Kyoto (JP). 田畑 謙一 (**TABATA, Kenichi**); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 青木 篤, 外 (**AOKI, Atsushi** et al.); 〒1058423 東京都港区虎ノ門三丁目５番１号 虎ノ門３７森ビル青和特許法律事務所 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, 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)）

the power receiving device 3 are arranged so that the power is transmitted from the transmission coil 14 to the receiving coil 21, the receiving coil 21 and the resonant suppression coil 30 are arranged so that the degree of coupling between the resonant suppression coil 30 and the transmission coil 14 becomes higher than the degree of coupling between the receiving coil 21 and the transmission coil 14.

(57) 要約：非接触給電装置１の受電装置３は、送電装置２の送信コイル１４からの電力を受信する受信コイル２１と、受信コイル２１と直列に接続される共振コンデンサ２２とを有する共振回路２０を介して受電した電力を整流して得られる出力電圧の測定値が上限閾値以上となると、受信コイル２１と電磁結合可能に設けられた共振抑制コイル３０を短絡する。そして送信コイル１４から受信コイル２１へ電力が伝送されるように送電装置２と受電装置３とが配置された場合に、共振抑制コイル３０と送信コイル１４間の結合度が受信コイル２１と送信コイル１４間の結合度よりも高くなるように、受信コイル２１及び共振抑制コイル３０が配置される。

明　細　書

発明の名称 ： 非接触給電装置

技術分野

[0001] 本発明は、非接触給電装置に関する。

背景技術

[0002] 従来より、金属の接点などを介さずに、空間を通じて電力を伝送する、いわゆる非接触給電（ワイヤレス給電とも呼ばれる）技術が研究されている。

[0003] 非接触給電技術を利用した給電装置（以下、単に非接触給電装置と呼ぶ）では、一次側（送電側）のコイル（以下、送信コイルと呼ぶ）と二次側（受電側）のコイル（以下、受信コイルと呼ぶ）とが電磁結合することにより、それら二つのコイルを介して送電側の装置から受電側の装置へ電力が伝送される。

[0004] このような非接触給電技術において、受電側の装置に、受信コイルと別個のコイルを設けることで出力電圧の過度な上昇を抑制し、あるいは、二次電流としてより大電流を得ることが提案されている（例えば、特許文献１及び２を参照）。

[0005] 例えば、送信コイルと受信コイル間の位置関係が変動すると、その二つのコイル間の結合度が変化する。その結果として、受電側の装置から負荷回路への出力電圧も変動する。場合によっては、負荷回路への出力電圧が過剰に上昇して、受電側の装置または負荷回路などに故障を生じるおそれがある。そこで、特許文献１には、受電側に、受電共振コイルと磁気結合したコントロールコイルを含む共振抑制回路を設け、出力電圧を監視して、コントロールコイルをスイッチにより短絡、開放する方法で共振動作を抑制することが提案されている。

[0006] また、受電側で得られる二次電流を大電流化するために、特許文献２には、給電部が有する一次コイルに磁気結合する二次コイル及び三次コイルを有し、二次コイルに負荷に供給する電力を発生させ、三次コイルには共振用の

コンデンサが接続された受電部を備える非接触電力供給装置が提案されている。この非接触電力供給装置において、二次コイルと三次コイルを別々に分離して配置し、しかも、三次コイルを二次コイルより一次コイルに近い前側に配置することが提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開２０１５－６５７２４号公報

特許文献2：特開２０１０－２７３４４１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、特許文献１に開示された技術では、受信コイルと接続される負荷回路が無い、あるいは、負荷回路に流れる電流が非常に小さい場合に、受電共振コイルを含む受電共振回路の共振動作を十分に抑制できず、その結果として、受電共振回路から出力される電圧の過度な上昇を抑制できないことがある。また、特許文献２に開示された技術では、共振用のコンデンサが接続された三次コイルと一次コイル間の結合度が非常に高くなった場合でも、三次コイルを含む回路の共振動作を抑制することは想定されていない。

[0009] そこで、本発明は、受電側の装置からの出力電圧が過度に上昇することを抑制できる非接触給電装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明の一つの形態として、送電装置と、送電装置から非接触で電力伝送される受電装置とを有する非接触給電装置が提供される。この非接触給電装置において、送電装置は、受電装置へ電力を伝送する送信コイルと、送信コイルに対して、交流電力を供給する電力供給回路とを有する。また受電装置は、送電装置からの電力を受信する受信コイルと、受信コイルと直列に接続される共振コンデンサとを有する共振回路と、共振回路を介して受信した電力を整流する整流回路と、受信コイルと電磁結合可能に配置される共振抑制

コイルと、共振抑制コイルと接続され、共振抑制コイルの短絡または開放を切り替え可能なスイッチ回路と、整流回路から出力される電力の出力電圧を測定して出力電圧の測定値を求める電圧検出回路と、出力電圧の測定値が所定の上限閾値以上となると、共振抑制コイルを短絡するようスイッチ回路を制御する判定回路とを有する。そして送信コイルから受信コイルへ電力が伝送されるように送電装置と受電装置とが配置された場合に、共振抑制コイルと送信コイル間の結合度が受信コイルと送信コイル間の結合度よりも高くなるように、受信コイル及び共振抑制コイルが配置される。

本発明に係る非接触給電装置は、このような構成を有することにより、受電装置からの出力電圧が過度に上昇することを抑制できる。特に、受電装置の共振回路と接続される負荷回路が無い、あるいは、その負荷回路に流れる電流が非常に小さい場合でも、出力電圧が過度に上昇することを抑制できる。

[0011] この非接触給電装置において、送信コイルから受信コイルへ電力が伝送されるように送電装置と受電装置とが配置された場合に、受信コイルよりも共振抑制コイルの方が送信コイルに近くなるように、受信コイル及び共振抑制コイルが配置されることが好ましい。

これにより、送信コイルから受信コイルへ電力が伝送されるように送電装置と受電装置とが配置された場合に、より確実に共振抑制コイルと送信コイル間の結合度を受信コイルと送信コイル間の結合度よりも高くすることができるので、非接触給電装置は、受電側の装置からの出力電圧が過度に上昇することをより確実に抑制できる。

[0012] この場合において、送信コイルから受信コイルへ電力が伝送されるように送電装置と受電装置とが配置された場合に、共振抑制コイルが送信コイルと受信コイルの間に位置するように、受信コイル及び共振抑制コイルが配置されることが好ましい。

これにより、送電装置と受電装置の位置関係が、電力伝送中、あるいは、電力伝送の度に変化しても、非接触給電装置は、共振抑制コイルと送信コイ

ル間の結合度を受信コイルと送信コイル間の結合度よりも高いまま維持することができるので、受電側の装置からの出力電圧が過度に上昇することをより確実に抑制できる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]図１は、本発明の一つの実施形態に係る非接触給電装置の概略構成図である。

[図2A]図２Ａは、スイッチ回路の一例を示す図である。

[図2B]図２Ｂは、スイッチ回路の他の一例を示す図である。

[図2C]図２Ｃは、スイッチ回路のさらに他の一例を示す図である。

[図2D]図２Ｄは、スイッチ回路のさらに他の一例を示す図である。

[図3A]図３Ａは、送信コイル、受信コイル及び共振抑制コイルの中心軸を通る平面における概略断面図である。

[図3B]図３Ｂは、送信コイル側から見た受信コイル及び共振抑制コイルの配置の一例の概略平面図である。

[図4A]図４Ａは、変形例による、受信コイル及び共振抑制コイルの中心軸を通る平面における概略断面図である。

[図4B]図４Ｂは、他の変形例による、受信コイル及び共振抑制コイルの中心軸を通る平面における概略断面図である。

[図4C]図４Ｃは、さらに他の変形例による、受信コイル及び共振抑制コイルの中心軸を通る平面における概略断面図である。

[図4D]図４Ｄは、さらに他の変形例による、送信コイル側から見た受信コイル及び共振抑制コイルの配置の他の一例の概略平面図である。

[図5A]図５Ａは、本実施形態による、送信コイル、受信コイル及び共振抑制コイルの中心軸を通る平面における概略断面図である。

[図5B]図５Ｂは、比較例による、送信コイル、受信コイル及び共振抑制コイルの中心軸を通る平面における概略断面図である。

[図5C]図５Ｃは、比較例による、送信コイル、受信コイル及び共振抑制コイルの中心軸を通る平面における概略断面図である。

[図6]図６は、受電装置に接続される負荷回路に流れる電流が小さい場合における、出力電圧の周波数特性のシミュレーション結果の一例を示す図である。

[図7]図７は、受電装置に接続される負荷が有る場合における、出力電圧の周波数特性のシミュレーション結果の一例を示す図である。

[図8A]図８Ａは、変形例による、受信コイルと共振抑制コイルの位置関係を示す、受信コイル及び共振抑制コイルの中心軸を通る平面における概略断面図である。

[図8B]図８Ｂは、変形例による、受信コイルと共振抑制コイルの位置関係を示す、受信コイル及び共振抑制コイルの中心軸を通る平面における概略断面図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明の一つの実施形態による非接触給電装置を、図を参照しつつ説明する。この非接触給電装置では、受電側の装置が、受電用の受信コイルとともに、その受信コイルと電磁結合可能なように設けられた共振抑制用のコイル（以下、単に共振抑制コイルと呼ぶ）を有する。そして受信コイルを含む共振回路からの出力電圧が所定の閾値以上となると、受電側の装置は、共振抑制コイルを短絡して共振回路の共振条件を変化させる。また、この非接触給電装置において、送電側の装置と受電側の装置間での電力伝送が可能なように送電側の装置と受電側の装置とが配置された場合、すなわち、送信コイルと受信コイルとが電磁結合するようにその二つの装置が配置された場合に、送信コイルと受信コイル間の結合度よりも送信コイルと共振抑制コイル間の結合度の方が高くなるように、共振抑制コイル及び受信コイルが配置される。これにより、この非接触給電装置は、受電側の装置と接続される負荷回路が無い、あるいは、その負荷回路に流れる電流が非常に小さい場合（例えば、負荷回路が二次電池であり、かつ、その二次電池がほぼ満充電である場合など）でも、受信コイルを含む共振回路からの出力電圧が過度に上昇することを抑制する。

[0015] 図１は、本発明の一つの実施形態に係る非接触給電装置の概略構成図である。図１に示されるように、非接触給電装置１は、送電装置２と、送電装置２から空間を介して非接触で電力伝送される受電装置３とを有する。送電装置２は、電力供給回路１０と、送信コイル１４と、通信器１５と、ゲートドライバ１６－１、１６－２と、制御回路１７とを有する。一方、受電装置３は、受信コイル２１及び共振コンデンサ２２を有する共振回路２０と、整流平滑回路２３と、負荷回路２６と、電圧検出回路２７と、スイッチング素子２８と、判定回路２９と、共振抑制コイル３０と、スイッチ回路３１と、通信器３２とを有する。非接触給電装置１は、送電側における共振を利用しないものの、いわゆる一次直列二次直列コンデンサ方式（以下、ＳＳ方式と呼ぶ）と同様の構成を有するため、定電圧出力動作することが可能となっている。

[0016] 先ず、送電装置２について説明する。

電力供給回路１０は、調節可能なスイッチング周波数、及び、調節可能な電圧を持つ交流電力を送信コイル１４へ供給する。そのために、電力供給回路１０は、電源１１と、力率改善回路１２と、４個のスイッチング素子１３－１～１３－４とを有する。

[0017] 電源１１は、所定の脈流電圧を持つ電力を供給する。そのために、電源１１は、商用の交流電源と接続され、その交流電源から供給された交流電力を整流するための全波整流回路を有する。

[0018] 力率改善回路１２は、電源１１から出力された電力の電圧を、制御回路１７からの制御に応じた電圧に変換して出力する。そのために、力率改善回路１２は、例えば、電源１１の正極側端子から順に直列に接続されるコイルL及びダイオードDと、コイルLとダイオードDの間にドレイン端子が接続され、電源１１の負極側端子にソース端子が接続されたnチャネル型のMOSFETであるスイッチング素子SWと、ダイオードDを挟んでスイッチング素子SWと並列に接続される平滑コンデンサCを有する。またスイッチング素子SWのゲート端子は、ゲートドライバ１６－１と接続される。さらに、力率改善回路１２は、電源

１１の正極側端子と負極側端子との間に直列に接続される二つの抵抗R1、R2を有する。この抵抗R1、R2は、ダイオードDと平滑コンデンサCとの間に、平滑コンデンサCと並列に接続される。そして抵抗R1と抵抗R2間の電圧が、ダイオードDから出力される電圧を表すものとして、制御回路１７により測定される。

[0019] 制御回路１７により指示されたデューティ比にしたがって、かつ、ダイオードDから出力される電流波形の軌跡が、電源１１から供給される電圧の軌跡と一致するように、ゲートドライバ１６－１がスイッチング素子SWのオン／オフを制御することにより、力率改善回路１２は、力率改善動作を実行する。そしてスイッチング素子SWがオンとなるデューティ比が高くなるほど、ダイオードDから出力される電圧は高くなる。

[0020] ダイオードDから出力される電圧は、平滑コンデンサCにより平滑化されて、４個のスイッチング素子１３－１～１３－４を介して送信コイル１４へ供給される。

[0021] なお、力率改善回路１２は、上記の構成に限られず、制御回路１７からの制御によって出力電圧を調整可能な他の構成を有していてもよい。

[0022] ４個のスイッチング素子１３－１～１３－４は、フルブリッジ型のインバータ回路を構成する。そのために、スイッチング素子１３－１～１３－４は、例えば、nチャネル型のMOSFETとすることができる。そして４個のスイッチング素子１３－１～１３－４のうち、スイッチング素子１３－１とスイッチング素子１３－２は、電源１１の正極側端子と負極側端子との間に、力率改善回路１２を介して直列に接続される。また本実施形態では、電源１１の正極側に、スイッチング素子１３－１が接続され、一方、電源１１の負極側に、スイッチング素子１３－２が接続される。そしてスイッチング素子１３－１のドレイン端子は、力率改善回路１２を介して電源１１の正極側端子と接続され、スイッチング素子１３－１のソース端子は、スイッチング素子１３－２のドレイン端子と接続される。また、スイッチング素子１３－２のソース端子は、力率改善回路１２を介して電源１１の負極側端子と接続される。

さらに、スイッチング素子１３－１のソース端子、及び、スイッチング素子１３－２のドレイン端子は、送信コイル１４の一端に接続され、スイッチング素子１３－２のソース端子は、スイッチング素子１３－４を介して送信コイル１４の他端に接続される。

[0023] 同様に、４個のスイッチング素子１３－１～１３－４のうち、スイッチング素子１３－３とスイッチング素子１３－４は、スイッチング素子１３－１及びスイッチング素子１３－２と並列に、かつ、力率改善回路１２を介して電源１１の正極側端子と負極側端子との間に直列に接続される。また、電源１１の正極側に、スイッチング素子１３－３が接続され、一方、電源１１の負極側に、スイッチング素子１３－４が接続される。そしてスイッチング素子１３－３のドレイン端子は、力率改善回路１２を介して電源１１の正極側端子と接続され、スイッチング素子１３－３のソース端子は、スイッチング素子１３－４のドレイン端子と接続される。また、スイッチング素子１３－４のソース端子は、力率改善回路１２を介して電源１１の負極側端子と接続される。さらに、スイッチング素子１３－３のソース端子、及び、スイッチング素子１３－４のドレイン端子は、送信コイル１４の他端に接続される。

[0024] また、各スイッチング素子１３－１～１３－４のゲート端子は、ゲートドライバ１６－２を介して制御回路１７と接続される。さらに、各スイッチング素子１３－１～１３－４のゲート端子は、オンとなる電圧が印加されたときにそのスイッチング素子がオンとなることを保証するために、それぞれ、抵抗を介して自素子のソース端子と接続されてもよい。そして各スイッチング素子１３－１～１３－４は、制御回路１７からの制御信号にしたがって、調整可能なスイッチング周波数にてオン／オフが切り替えられる。本実施形態では、スイッチング素子１３－１とスイッチング素子１３－４の組と、スイッチング素子１３－２とスイッチング素子１３－３との組について交互にオン／オフが切り替えられる。すなわち、スイッチング素子１３－１とスイッチング素子１３－４とがオンとなっている間、スイッチング素子１３－２とスイッチング素子１３－３とがオフとなる。逆に、スイッチング素子１３

－２とスイッチング素子１３－３とがオンとなっている間、スイッチング素子１３－１とスイッチング素子１３－４とがオフとなる。これにより、電源１１から力率改善回路１２を介して供給された直流電力は、各スイッチング素子のスイッチング周波数を持つ交流電力に変換されて、送信コイル１４に供給される。

[0025] そして送信コイル１４は、電力供給回路１０から供給された交流電力を、空間を介して受電装置３の共振回路２０へ伝送する。

[0026] 通信器１５は、受電装置３の通信器３２から無線信号を受信する度に、その無線信号から、受電装置３の整流平滑回路２３からの出力電圧が過度に上昇したことを表す異常電圧発生情報、または、非接触給電装置１が定電圧出力動作しているか否かなどを表す判定情報を取り出して、制御回路１７へ出力する。そのために、通信器１５は、例えば、所定の無線通信規格に準じて無線信号を受信するアンテナと、その無線信号を復調する通信回路とを有する。なお、所定の無線通信規格は、例えば、ISO/IEC 15693、ZigBee（登録商標）、あるいはBluetooth（登録商標）とすることができる。

[0027] ゲートドライバ１６－１は、制御回路１７から、力率改善回路１２のスイッチング素子SWのオン／オフを切り替える制御信号を受信し、その制御信号に応じて、スイッチング素子SWのゲート端子に印加する電圧を変化させる。すなわち、ゲートドライバ１６－１は、スイッチング素子SWをオンにする制御信号を受け取ると、スイッチング素子SWのゲート端子に、スイッチング素子SWがオンとなる相対的に高い電圧を印加する。一方、ゲートドライバ１６－１は、スイッチング素子SWをオフにする制御信号を受け取ると、スイッチング素子SWのゲート端子に、スイッチング素子SWがオフとなる、相対的に低い電圧を印加する。これにより、ゲートドライバ１６－１は、制御回路１７により指示されたタイミングで力率改善回路１２のスイッチング素子SWのオン／オフを切り替える。

[0028] ゲートドライバ１６－２は、制御回路１７から、各スイッチング素子１３－１～１３－４のオン／オフを切り替える制御信号を受信し、その制御信号

に応じて、各スイッチング素子１３－１～１３－４のゲート端子に印加する電圧を変化させる。すなわち、ゲートドライバ１６－２は、スイッチング素子１３－１及びスイッチング素子１３－４をオンにする制御信号を受け取ると、スイッチング素子１３－１のゲート端子及びスイッチング素子１３－４のゲート端子に、スイッチング素子１３－１及びスイッチング素子１３－４がオンとなる相対的に高い電圧を印加する。これにより、電源１１からの電流が、スイッチング素子１３－１、送信コイル１４及びスイッチング素子１３－４を介して流れるようになる。一方、ゲートドライバ１６－２は、スイッチング素子１３－１及びスイッチング素子１３－４をオフにする制御信号を受け取ると、スイッチング素子１３－１のゲート端子及びスイッチング素子１３－４のゲート端子に、スイッチング素子１３－１及びスイッチング素子１３－４がオフとなる相対的に低い電圧を印加する。これにより、電源１１からの電流がスイッチング素子１３－１及びスイッチング素子１３－４を流れなくなる。ゲートドライバ１６－２は、スイッチング素子１３－２及びスイッチング素子１３－３についても同様に、ゲート端子に印加する電圧を制御する。したがって、スイッチング素子１３－１及びスイッチング素子１３－４がオフとなり、スイッチング素子１３－２及びスイッチング素子１３－３がオンとなると、電源１１からの電流が、スイッチング素子１３－３、送信コイル１４及びスイッチング素子１３－２を介して流れるようになる。

[0029] 制御回路１７は、例えば、不揮発性のメモリ回路及び揮発性のメモリ回路と、演算回路と、他の回路と接続するためのインターフェース回路とを有する。そして制御回路１７は、通信器１５から異常電圧発生情報を受け取ると、電力供給回路１０から送信コイル１４に供給される交流電力のスイッチング周波数及び電圧の制御を開始する。その後、制御回路１７は、通信器１５から判定情報を受け取る度に、その判定情報に応じて、電力供給回路１０から送信コイル１４に供給される交流電力のスイッチング周波数及び電圧を制御する。

[0030] そのために、本実施形態では、制御回路１７は、各スイッチング素子１３

－１～１３－４を制御する。具体的に、制御回路１７は、スイッチング素子１３－１及びスイッチング素子１３－４の組とスイッチング素子１３－２及びスイッチング素子１３－３の組とを交互にオンにする。さらに、制御回路１７は、スイッチング周波数に対応する１周期内でスイッチング素子１３－１及びスイッチング素子１３－４の組がオンとなっている期間とスイッチング素子１３－２及びスイッチング素子１３－３の組がオンとなっている期間とを等しくする。なお、制御回路１７は、スイッチング素子１３－１及びスイッチング素子１３－４の組とスイッチング素子１３－２及びスイッチング素子１３－３の組が同時にオンとなり、電源１１が短絡されることを防止することが好ましい。そのために、制御回路１７がスイッチング素子１３－１及びスイッチング素子１３－４の組とスイッチング素子１３－２及びスイッチング素子１３－３の組のオン／オフを切り替える際に、両方のスイッチング素子の組がオフとなるデッドタイムを設けてもよい。

[0031] また、制御回路１７は、スイッチング周波数と、そのスイッチング周波数にて定電圧出力となる、送信コイル１４への印加電圧に相当する、力率改善回路１２のスイッチング素子SWのオン／オフ制御のデューティ比との関係を表す参照テーブルを参照して、スイッチング周波数に応じたデューティ比を選択する。そして制御回路１７は、そのデューティ比と、力率改善回路１２のダイオードDからの出力電圧の変化に応じて、スイッチング素子SWのオン／オフを切り替えるタイミングを決定し、そのタイミングを表す制御信号をゲートドライバ１６－１へ出力する。

[0032] さらに、通信器１５が受電装置３からの無線信号を受信できない場合、受電装置３は、送電装置２から電力供給を受けることができる位置に存在しない、すなわち、送電装置２は待機状態にあると想定される。そこでこの場合、制御回路１７は、スイッチング素子SWのオン／オフ制御のデューティ比を設定可能な最小値としてもよい。これにより、送電装置２が待機状態となっている間、送信コイル１４に印加される電圧も設定可能な最小値となるので、エネルギーの損失が抑制される。

[0033] なお、制御回路１７による、スイッチング周波数及び送信コイル１４への印加電圧の制御の詳細については後述する。

[0034] 次に、受電装置３について説明する。

共振回路２０は、互いに直列に接続される受信コイル２１と共振コンデンサ２２とからなるＬＣ共振回路である。そして共振回路２０が有する受信コイル２１の一端が共振コンデンサ２２を介して整流平滑回路２３の一方の入力端子に接続される。また、受信コイル２１の他端が、整流平滑回路２３の他方の入力端子に接続される。

[0035] 受信コイル２１は、共振コンデンサ２２とともに、送電装置２の送信コイル１４に流れる交流電流と共振することで、送信コイル１４から電力を受信する。そして受信コイル２１は、共振コンデンサ２２を介して、受信した電力を整流平滑回路２３へ出力する。なお、受信コイル２１の巻き数と、送電装置２の送信コイル１４の巻き数は同一でもよく、あるいは、異なっていてもよい。

[0036] 共振コンデンサ２２は、受信コイル２１と直列に接続される。すなわち、共振コンデンサ２２は、その一端で受信コイル２１の一端と接続され、他端で整流平滑回路２３と接続される。そして共振コンデンサ２２は、受信コイル２１とともに共振することで受信した電力を整流平滑回路２３へ出力する。

[0037] 整流平滑回路２３は、整流回路の一例であり、ブリッジ接続された４個のダイオードを有する全波整流回路２４と平滑コンデンサ２５とを有し、共振回路２０により受信され、かつ、共振回路２０から受け取った電力を整流し、かつ、平滑化して、直流電力に変換する。そして整流平滑回路２３は、その直流電力を、負荷回路２６に出力する。

[0038] 電圧検出回路２７は、整流平滑回路２３の両端子間の出力電圧を所定の周期ごとに測定する。整流平滑回路２３の両端子間の出力電圧は、共振回路２０の出力電圧と１対１に対応するので、整流平滑回路２３の両端子間の出力電圧の測定値は、間接的に共振回路２０の出力電圧の測定値となる。電圧検

出回路２７は、例えば、直流電圧を検出できる公知の様々な電圧検出回路の何れかとすることができる。そして電圧検出回路２７は、その出力電圧の測定値を表す電圧検出信号を判定回路２９へ出力する。

[0039] スイッチング素子２８は、例えば、MOSFETであり、整流平滑回路２３と負荷回路２６との間に接続される。スイッチング素子２８は、オフとなると整流平滑回路２３から負荷回路２６へ電流が流れないようにし、一方、オンとなると整流平滑回路２３から負荷回路２６へ電流が流れるようにする。

[0040] 判定回路２９は、電圧検出回路２７から受け取った出力電圧の測定値が所定の上限閾値以上となっているか否か判定する。そしてその測定値が上限閾値以上となっている場合、共振抑制コイル３０を短絡するよう、スイッチ回路３１を制御するとともに、出力電圧の測定値が上限閾値以上となったこと、すなわち、出力電圧が過度に上昇したことを通信器３２へ通知する。これにより、判定回路２９は、出力電圧の測定値が上限閾値に達すると直ちに共振回路２０の共振周波数を変更して送電装置２と受電装置３間で伝送される電力を低下させ、その結果として共振回路２０からの出力電圧を低下させることができる。なお、上限閾値は、負荷回路２６及び受電装置３が故障しない電圧の上限値またはその上限値から所定のオフセット値を減じた値とすることができる。

[0041] さらに、判定回路２９は、送信コイル１４に印加される交流電力のスイッチング周波数及び電圧が制御されている間、出力電圧の測定値が、定電圧出力動作が行われているときの電圧の許容範囲内に出力電圧の測定値が含まれているか否か判定する。そして判定回路２９は、その判定結果を通信器３２へ通知する。なお、電圧の許容範囲の上限は、上記の上限閾値以下に設定されることが好ましい。

[0042] そのために、判定回路２９は、例えば、電圧の許容範囲を記憶するメモリ回路と、出力電圧の測定値を、上限閾値及び電圧の許容範囲のそれぞれと比較する演算回路と、スイッチング素子２８及びスイッチ回路３１のオン／オフを制御するための制御回路を有する。なお、判定回路２９は、出力電圧の

測定値を上限閾値と比較し、その結果に応じてスイッチ回路３１のオン／オフを切り替えるための回路として、特許文献１に記載のコントロールコイルのオン／オフの制御に用いられる回路と同様の回路を有していてもよい。この場合、スイッチ回路３１をオンにする電圧よりも、スイッチ回路３１をオフにする電圧は低く設定されてもよい。

[0043] さらに、判定回路２９は、出力電圧の測定値が、電圧の許容範囲から外れている間、所定の周期でスイッチング素子２８のオン／オフを切り替える。これにより、その所定の周期で、整流平滑回路２３と接続される、負荷回路２６を含む回路全体の抵抗値が変化する。したがって、判定回路２９は、スイッチング素子２８のオン／オフを切り替えながら、出力電圧の測定値が略一定となるか否かを判定することで、非接触給電装置１が定電圧出力動作しているか否かを判定できる。そこで、判定回路２９は、所定の周期でスイッチング素子２８のオン／オフを切り替えても出力電圧の測定値が略一定となっている間、非接触給電装置１が定電圧出力動作していることを通信器３２へ通知する。

[0044] また、判定回路２９は、出力電圧の測定値が所定の周期よりも長い一定期間の間、非接触給電装置１が定電圧出力動作している場合、スイッチング素子２８のオン／オフの切り替えを停止して、オンとなる状態を維持する。そして判定回路２９は、出力電圧の測定値が電圧の許容範囲に含まれるか否か判定し、その判定結果を通信器３２へ通知する。

[0045] その際、判定回路２９は、出力電圧の測定値が所定の周期よりも長い一定期間の間、電圧の許容範囲に含まれる場合、非接触給電装置１が定電圧出力動作しており、かつ、出力電圧の測定値が電圧の許容範囲内であることを表す判定結果を通信器３２へ通知する。

[0046] なお、変形例によれば、判定回路２９は、整流平滑回路２３に対して、負荷回路２６と並列に接続される抵抗を有していてもよい。この場合、スイッチング素子２８は、その抵抗と直列、かつ、負荷回路２６と並列となるように設けられてもよい。この場合には、出力電圧の測定値が電圧の許容範囲に

含まれる間、判定回路２９は、スイッチング素子２８をオフにする。一方、出力電圧の測定値が電圧の許容範囲から外れると、上記の実施形態と同様に、判定回路２９は、所定の周期でスイッチング素子２８のオン／オフを切り替えればよい。この変形例によれば、非接触給電装置１が定電圧出力動作していない場合にも、負荷回路２６への電力供給が継続される。

[0047] さらに他の変形例によれば、上記の抵抗と並列、かつ、負荷回路２６と直列に、MOSFETといった第２のスイッチング素子が設けられてもよい。この場合、出力電圧の測定値が電圧の許容範囲に含まれる間、判定回路２９は、第２のスイッチング素子をオンにして、負荷回路２６への電力供給を可能とする。一方、出力電圧の測定値が電圧の許容範囲から外れると、判定回路２９は、第２のスイッチング素子をオフにして、負荷回路２６への電力供給を停止してもよい。これにより、送電装置２においてスイッチング周波数が調整されている間に、受電した電力の電圧が過度に高くなっても、その過度に高い電圧が負荷回路２６に印加されることが防止される。

[0048] 共振抑制コイル３０は、共振回路２０の受信コイル２１と電磁結合可能に設けられる。例えば、共振抑制コイル３０と受信コイル２１とは、同一の磁心に対して巻き付けられる。また共振抑制コイル３０の両端は、それぞれ、スイッチ回路３１と接続される。そして共振抑制コイル３０がスイッチ回路３１により短絡されると、共振抑制コイル３０は受信コイル２１と電磁結合し、共振回路２０の共振周波数が変化する。そのため、共振回路２０からの出力電圧が過度に上昇しても、共振抑制コイル３０が短絡されることで、送電装置２から受電装置３へ伝送される電力が低下するので、共振回路２０からの出力電圧も低下する。なお、受信コイル２１の巻き数と共振抑制コイル３０の巻き数は等しくてもよく、あるいは、異なっていてもよい。さらに、送信コイル１４の巻き数と共振抑制コイル３０の巻き数は等しくてもよく、あるいは、異なっていてもよい。

[0049] 一方、スイッチ回路３１が共振抑制コイル３０の両端を開放すると、共振抑制コイル３０は、送信コイル１４と受信コイル２１間の共振に関与しなく

なり、送電装置２から受電装置３への電力伝送に影響しなくなる。

[0050] また、共振抑制コイル３０は、送信コイル１４と受信コイル２１とが電磁結合する際に、送信コイル１４と受信コイル２１間の結合度よりも送信コイル１４と共振抑制コイル３０間の結合度の方が高くなるように配置される。なお、送信コイル１４、受信コイル２１及び共振抑制コイル３０の位置関係の詳細については後述する。

[0051] スイッチ回路３１は、共振抑制コイル３０の両端と接続され、判定回路２９からの制御信号に応じて共振抑制コイル３０を短絡するか、開放するかを切り替える。すなわち、スイッチ回路３１は、判定回路２９からオンとなる制御信号を受信している間、共振抑制コイル３０を短絡する。一方、スイッチ回路３１は、判定回路２９からオフとなる制御信号を受信している間、共振抑制コイル３０の両端を開放する。

[0052] 図２Ａ～図２Ｄは、それぞれ、スイッチ回路３１の一例を示す図である。図２Ａに示される例では、スイッチ回路３１はリレーを有する。判定回路２９がリレーをオンにすると共振抑制コイル３０が短絡される。一方、判定回路２９がリレーをオフにすると共振抑制コイル３０の両端が開放される。

[0053] 図２Ｂに示される例では、スイッチ回路３１は、共振抑制コイル３０の両端間に直列に接続される、二つのnチャネル型のMOSFETを有する。そして二つのMOSFETは、互いのソース端子同士が接続され、ドレイン端子が共振抑制コイル３０の両端のそれぞれと接続されるように配置される。また二つのMOSFETのゲート端子は判定回路２９と接続される。そして判定回路２９から、オンとなる制御信号に相当する、相対的に高い電圧が二つのMOSFETのゲート端子に印加されると、各MOSFETのソース－ドレイン間を電流が流れることが可能となるので、共振抑制コイル３０は短絡される。一方、判定回路２９から、オフとなる制御信号に相当する、相対的に低い電圧が二つのMOSFETのゲート端子に印加されると、各MOSFETのソース－ドレイン間を電流が流れなくなり、かつ、二つのMOSFETのボディダイオードも互いに逆向きとなっているため、それぞれのボディダイオードを通じても電流は流れない。そのため、共振

抑制コイル３０の両端は開放される。

[0054] 図２Ｃに示される例でも、図２Ｂに示される例と同様に、スイッチ回路３１は、共振抑制コイル３０の両端間に直列に接続される、二つのnチャネル型のMOSFETを有する。ただし、図２Ｃに示される例では、二つのMOSFETは、互いのドレイン端子同士が接続され、ソース端子が共振抑制コイル３０の両端のそれぞれと接続されるように配置される。この例でも、判定回路２９から、オンとなる制御信号に相当する、相対的に高い電圧が二つのMOSFETのゲート端子に印加されると、共振抑制コイル３０は短絡される。一方、判定回路２９から、オフとなる制御信号に相当する、相対的に低い電圧が二つのMOSFETのゲート端子に印加されると、共振抑制コイル３０の両端は開放される。

[0055] 図２Ｄに示される例では、スイッチ回路３１は、共振抑制コイル３０の両端間に直列に接続される、nチャネル型のMOSFETとダイオードとを有する。MOSFETのドレイン端子は共振抑制コイル３０の一端と接続され、ソース端子は、ダイオードのアノード端子と接続される。そしてMOSFETのゲート端子は判定回路２９と接続される。またダイオードのカソード端子は共振抑制コイル３０の他端と接続される。この例でも、判定回路２９から、オンとなる制御信号に相当する電圧がMOSFETのゲート端子に印加されると、共振抑制コイル３０は短絡される。一方、判定回路２９から、オフとなる制御信号に相当する電圧がMOSFETのゲート端子に印加されると、共振抑制コイル３０の両端は開放される。なお、この例では、MOSFETがオンとなっても、ダイオードからMOSFET側へ流れる電流は遮断されるので、共振抑制コイル３０を流れる交流電流の周期のうちの1/2の期間では、共振抑制コイル３０は、共振回路２０の共振に影響しない。しかしこの場合でも、送電装置２から受電装置３へ伝送される電力は低下するので、共振回路２０からの出力電圧は低下する。

[0056] 通信器３２は、判定回路２９から、出力電圧の測定値が上限閾値以上となったことを通知されると、その通知内容を表す異常電圧発生情報を含む無線信号（出力電圧異常信号）を生成し、その無線信号を送電装置２の通信器１５へ向けて送信する。また通信器３２は、出力電圧の測定値が上限閾値以上

となってから、定電圧出力動作が再開されるまで、所定の送信周期ごとに、判定回路２９から受け取った判定結果に応じて、非接触給電装置１が定電圧出力動作しているか否か、及び、出力電圧の測定値が電圧の許容範囲に含まれるか否かを表す判定情報を含む無線信号を生成する。そして通信器３２は、その無線信号を送電装置２の通信器１５へ向けて送信する。そのために、通信器３２は、例えば、所定の無線通信規格に準じて無線信号を生成する通信回路と、その無線信号を出力するアンテナとを有する。なお、所定の無線通信規格は、通信器１５と同様に、例えば、ISO/IEC 15693、ZigBee（登録商標）、あるいはBluetooth（登録商標）とすることができる。

[0057] 以下、送信コイル１４、受信コイル２１及び共振抑制コイル３０の位置関係の詳細について説明する。

[0058] 図３Ａは、送信コイル１４、受信コイル２１及び共振抑制コイル３０の位置関係の一例を示す、送信コイル１４、受信コイル２１及び共振抑制コイル３０の中心軸を通る平面における概略断面図である。図３Ｂは、送信コイル１４側から見た受信コイル２１及び共振抑制コイル３０の配置の一例の概略平面図である。

[0059] 図３Ａ及び図３Ｂに示される例では、送信コイル１４は、ポットコアの磁心１４ａに巻き付けられる。同様に、受信コイル２１及び共振抑制コイル３０は、同一のポットコアの磁心２１ａに巻き付けられる。そして送電装置２から受電装置３へ電力伝送可能なように送電装置２と受電装置３とが配置された場合において、送信コイル１４側から見て、手前側に共振抑制コイル３０が位置し、奥側に受信コイル２１が位置するように、すなわち、共振抑制コイル３０が送信コイル１４と受信コイル２１との間に位置するように、受信コイル２１及び共振抑制コイル３０は配置される。これにより、送電装置２から受電装置３へ電力伝送可能なように送電装置２と受電装置３とが配置された場合、共振抑制コイル３０の方が受信コイル２１よりも送信コイル１４に近くなるので、共振抑制コイル３０と送信コイル１４間の結合度が受信コイル２１と送信コイル１４間の結合度よりも高くなる。したがって、共振

抑制コイル３０が短絡されると、送信コイル１４に印加される電力に応じて共振抑制コイル３０にある程度の電流が流れ、その電流により生じる磁界により、受信コイル２１を含む共振回路２０の共振条件が変動するため、共振回路２０からの出力電力が過度に上昇することが抑制される。また、上記のように受信コイル２１と共振抑制コイル３０とが配置されることにより、送電装置２と受電装置３の位置関係が、電力伝送中、あるいは、電力伝送の度に変化しても、共振抑制コイル３０と送信コイル１４間の結合度が受信コイル２１と送信コイル１４間の結合度よりも高いまま維持される。

[0060] 図４Ａ～図４Ｃは、受信コイル２１及び共振抑制コイル３０の位置関係の他の一例を示す、受信コイル２１及び共振抑制コイル３０の中心軸を通る平面における概略断面図である。図４Ｄは、送信コイル１４側から見た受信コイル２１及び共振抑制コイル３０の配置の他の一例の概略平面図である。

[0061] 図４Ａ～図４Ｃの何れに示される例でも、受信コイル２１及び共振抑制コイル３０は、同一のコアに巻き付けられる。ただし、図４Ａに示される例では、コア２１ｂは磁心を有さないタイプのコアである。また、図４Ｂに示される例では、コア２１ｃは、受信コイル２１及び共振抑制コイル３０を覆うカバーを有さない、凸型コアである。さらに、図４Ｃに示される例では、コア２１ｄは、平板状のコアである。

[0062] また、図４Ｄに示されるように、受信コイル２１及び共振抑制コイル３０は、外形が略矩形のコア２１ｅに巻き付けられてもよい。なお、コア２１ｅは、ポットコアでもよく、あるいは、凸型コアまたは平板状のコアでもよい。

[0063] さらに、図４Ａ～図４Ｄに示される何れの例についても、図３Ａ及び図３Ｂに示される例と同様に、送電装置２から受電装置３へ電力伝送可能なように送電装置２と受電装置３とが配置された場合において、共振抑制コイル３０の方が受信コイル２１よりも送信コイル１４に近くなる。すなわち、送信コイル１４側から見て、手前側に共振抑制コイル３０が位置し、奥側に受信コイル２１が位置するように、受信コイル２１及び共振抑制コイル３０は配

置される。したがって、これらの例でも、送電装置２から受電装置３へ電力伝送可能なように送電装置２と受電装置３とが配置された場合、送信コイル１４と共振抑制コイル３０間の結合度が送信コイル１４と受信コイル２１間の結合度よりも高くなる。

[0064] 次に、送信コイル１４、受信コイル２１及び共振抑制コイル３０間のそれぞれの結合度の大小関係を変化させたときの共振回路２０からの出力電圧の周波数特性のシミュレーション結果について説明する。

[0065] 図５Ａは、本実施形態による、送信コイル１４、受信コイル２１及び共振抑制コイル３０の中心軸を通る平面における概略断面図である。図５Ｂ及び図５Ｃは、比較例による、送信コイル１４、受信コイル２１及び共振抑制コイル３０の中心軸を通る平面における概略断面図である。なお、図５Ａ～図５Ｃでは、簡単化のために、各コイルの断面のうち、中心軸を一方の端とする半分が図示される。

[0066] 図５Ａに示されるように、本実施形態では、送電装置２から受電装置３へ電力伝送可能なように送電装置２と受電装置３とが配置された場合において、共振抑制コイル３０の方が受信コイル２１よりも送信コイル１４に近くなるように、受信コイル２１及び共振抑制コイル３０は配置される。一方、図５Ｂに示される比較例では、送電装置２から受電装置３へ電力伝送可能なように送電装置２と受電装置３とが配置された場合において、受信コイル２１の方が共振抑制コイル３０よりも送信コイル１４に近くなるように、受信コイル２１及び共振抑制コイル３０は配置される。また、図５Ｃに示される例では、受信コイル２１と共振抑制コイル３０とは、同じ磁心に対して、受信コイル２１が内側となり、共振抑制コイル３０が外側となるように同心円状に巻き付けられる。

[0067] このシミュレーションにおいて、送信コイル１４に流れる電流I1、受信コイル２１に流れる電流I2、共振抑制コイル３０に流れる電流I3と、送信コイル１４に印加される交流電力の電圧V1との関係は次式で表されるものとした。

[数1]

$$\begin{bmatrix} V1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{j\cdot\omega\cdot C1}+R1+j\cdot\omega\cdot L1 & j\cdot\omega\cdot M12(k_{12}) & j\cdot\omega\cdot M13(k_{13}) \\ j\cdot\omega\cdot M12(k_{12}) & R2+j\cdot\omega\cdot L2+\frac{1}{j\cdot\omega\cdot C2}+RL & j\cdot\omega\cdot M23(k_{23}) \\ j\cdot\omega\cdot M13(k_{13}) & j\cdot\omega\cdot M23(k_{23}) & R3+Rds+j\cdot\omega\cdot L3 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} I1 \\ I2 \\ I3 \end{bmatrix}$$

$K12=M12/(L1*L2)^{1/2}$

$K13=M13/(L1*L3)^{1/2}$

$K23=M23/(L2*L3)^{1/2}$

ここで、k12は、送信コイル１４と受信コイル２１間の結合度であり、k13は、送信コイル１４と共振抑制コイル３０間の結合度であり、k23は、受信コイル２１と共振抑制コイル３０間の結合度である。また、L1、L2、L3は、それぞれ、送信コイル１４、受信コイル２１、及び共振抑制コイル３０のインダクタンスである。さらに、C1は、送信コイル１４と直列接続されるコンデンサの静電容量であり、R1は、送電側の巻線抵抗値である。なお、本実施形態では、送信コイル１４と直列接続されるコンデンサは存在しないので、送信コイル１４とコンデンサとにより構成される共振回路の共振周波数が、送信コイル１４に印加される交流電力の周波数の調整範囲よりも低い値となるように、C1=1650nFとした。さらにまた、R2は、受電側の巻き線抵抗値であり、R3は、共振抑制コイル３０の巻き線抵抗値である。そしてC2は、共振コンデンサ２２の静電容量であり、RLは、負荷回路２６の抵抗値であり、Rdsは、共振抑制コイル３０が短絡された場合における、共振抑制コイル３０を含む閉回路の抵抗値である。また、ωは、送信コイル１４に印加される交流電力の角周波数であり、その交流電力の周波数fを用いてω=2πfで表される。なお、共振回路２０からの出力電圧V2は、電流I2及び抵抗値RLに基づいて算出される（すなわち、V2=RL*I2）。また、このシミュレーションでは、送信コイル１４のインダクタンスL1及び受信コイル２１のインダクタンスL2を250μHとし、共振抑制コイル３０のインダクタンスL3を15μHとした。また、共振コ

ンデンサ２２の静電容量C2を16.5nFとし、送電側の巻線抵抗値R1、受電側の巻線抵抗値R2を0.1Ωとし、共振抑制コイル３０を含む回路の抵抗値(R3+Rds)を0.035Ωとした。さらに、送信コイル１４に印加される交流電力の電圧V1を330Vとした。

[0068] 図５Ａに示される実施形態及び図５Ｂ及び図５Ｃに示される各比較例において、送信コイル１４が巻き付けられるコアの磁心の直径及び透磁率と、受信コイル２１及び共振抑制コイル３０が巻き付けられるコアの磁心の直径及び透磁率とは同一であるとした。また、図５Ａに示される実施形態及び図５Ｂ及び図５Ｃに示される各比較例において、送信コイル１４、受信コイル２１及び共振抑制コイル３０は同軸状に配置されるものとし、受信コイル２１及び共振抑制コイル３０のうちの送信コイル１４側に配置されるものと送信コイル１４との距離は等しいとした。

[0069] 図５Ａに示される本実施形態では、送信コイル１４と受信コイル２１間の結合度K12よりも、送信コイル１４と共振抑制コイル３０間の結合度K13の方が大きくなる。このシミュレーションでは、送信コイル１４と受信コイル２１間の結合度K12は0.504であり、送信コイル１４と共振抑制コイル３０間の結合度K13は0.583であり、受信コイル２１と共振抑制コイル３０間の結合度K23は0.882であった。また、図５Ｂに示される比較例では、送信コイル１４と受信コイル２１間の結合度K12よりも、送信コイル１４と共振抑制コイル３０間の結合度K13の方が小さくなる。そのため、このシミュレーションでは、送信コイル１４と受信コイル２１間の結合度K12は0.532であり、送信コイル１４と共振抑制コイル３０間の結合度K13は0.440であり、受信コイル２１と共振抑制コイル３０間の結合度K23は0.914であった。さらに、図５Ｃに示される比較例では、送信コイル１４に対して受信コイル２１の対向する面の方が、送信コイル１４に対して共振抑制コイル３０の対向する面よりも広いため、送信コイル１４と受信コイル２１間の結合度K12よりも、送信コイル１４と共振抑制コイル３０間の結合度K13の方が小さくなる。そのため、このシミュレーションでは、送信コイル１４と受信コイル２１間の結合度K12は0.520で

あり、送信コイル１４と共振抑制コイル３０間の結合度K13は0.466であり、受信コイル２１と共振抑制コイル３０間の結合度K23は0.846であった。

[0070] 図６は、受電装置３に接続される負荷回路２６の抵抗値RLが1kΩである場合、すなわち、受電装置３に接続される負荷が小さい（すなわち、負荷回路２６に流れる電流が小さい）場合における、出力電圧の周波数特性のシミュレーション結果の一例を示す図である。図６において、横軸は、周波数を表し、縦軸は、出力電圧を表す。グラフ６０１は、図５Ａに示される本実施形態による、受信コイル２１と共振抑制コイル３０の配置における、共振抑制コイル３０が短絡されたときの出力電圧の周波数特性を表す。グラフ６０２は、図５Ｂに示される比較例による、受信コイル２１と共振抑制コイル３０の配置における、共振抑制コイル３０が短絡されたときの出力電圧の周波数特性を表す。また、グラフ６０３は、図５Ｃに示される比較例による、受信コイル２１と共振抑制コイル３０の配置における、共振抑制コイル３０が短絡されたときの出力電圧の周波数特性を表す。グラフ６０１に示されるように、本実施形態によれば、負荷回路２６の抵抗値Roが1kΩであっても、出力電圧は過電圧と判定されるレベルThよりも十分に低く抑制される。一方、グラフ６０２及びグラフ６０３に示されるように、比較例では、出力電圧は過電圧と判定されるレベルThと略等しいかそれ以上となっており、出力電圧の抑制が十分でないことが分かる。なお、共振抑制コイル３０が開放される場合には、本実施形態及び二つの比較例の何れについても、非接触給電装置を定電圧出力動作させる際に送信コイル１４に供給される交流電力の周波数の調整範囲、すなわち動作周波数の範囲全体にわたって出力電圧は過電圧と判定されるレベルThよりも遥かに高くなる。

[0071] 図７は、受電装置３に接続される負荷が有る場合における、出力電圧の周波数特性のシミュレーション結果の一例を示す図である。図７において、横軸は、周波数を表し、縦軸は、出力電圧を表す。グラフ７０１は、図５Ａに示される本実施形態による、受信コイル２１と共振抑制コイル３０の配置における、共振抑制コイル３０が開放されたときの出力電圧の周波数特性を表

す。グラフ７０２は、図５Ｂに示される比較例による、受信コイル２１と共振抑制コイル３０の配置における、共振抑制コイル３０が開放されたときの出力電圧の周波数特性を表す。また、グラフ７０３は、図５Ｃに示される比較例による、受信コイル２１と共振抑制コイル３０の配置における、共振抑制コイル３０が開放されたときの出力電圧の周波数特性を表す。さらに、グラフ７１１は、図５Ａに示される本実施形態による、受信コイル２１と共振抑制コイル３０の配置における、共振抑制コイル３０が短絡されたときの出力電圧の周波数特性を表す。グラフ７１２は、図５Ｂに示される比較例による、受信コイル２１と共振抑制コイル３０の配置における、共振抑制コイル３０が短絡されたときの出力電圧の周波数特性を表す。そしてグラフ７１３は、図５Ｃに示される比較例による、受信コイル２１と共振抑制コイル３０の配置における、共振抑制コイル３０が短絡されたときの出力電圧の周波数特性を表す。なお、このシミュレーションでは、負荷回路２６の抵抗値RLを10Ωとした。また、非接触給電装置を定電圧出力動作させる際に送信コイル１４に供給される交流電力の周波数の調整範囲、すなわち動作周波数の範囲は、$8x10^4$Hz～$9x10^4$Hzの範囲であるとした。

[0072] このシミュレーションでは、受信コイル２１と共振抑制コイル３０の位置関係によらず、共振抑制コイル３０が開放されているときには、送信コイル１４と受信コイル２１間の結合度が非常に高いため、動作周波数範囲内で出力電圧が過電圧と判定されるレベルThよりも著しく高くなっている。一方、共振抑制コイル３０が短絡されると、本実施形態及び二つの比較例の何れについても、共振抑制コイル３０に流れる電流により共振回路２０の共振条件が変化するので、動作周波数範囲内では、出力電圧が過電圧と判定されるレベルThよりも十分に低くなる。

[0073] このように、送信コイル１４と受信コイル２１間の結合度が送信コイル１４と共振抑制コイル３０間の結合度よりも高い場合には、受電装置３に負荷が接続されているときに限り、共振抑制コイル３０による過電圧保護が十分に機能する。これに対して、本実施形態のように、送信コイル１４と受信コ

イル２１間の結合度よりも送信コイル１４と共振抑制コイル３０間の結合度の方が高い場合には、受電装置３に接続される負荷の有無にかかわらず、過電圧保護が十分に機能することが分かる。

[0074] 以下、非接触給電装置１の動作の詳細について説明する。

[0075] 本実施形態では、送電装置２の制御回路１７は、通信器１５から異常電圧発生情報を受け取ると、非接触給電装置１が定電圧出力動作することが可能となるように、送信コイル１４に供給される交流電力のスイッチング周波数及び電圧の調整を開始する。そして制御回路１７は、通信器１５から受け取った判定情報に基づいて、非接触給電装置１が定電圧出力動作を再開するまで、電力供給回路１０から送信コイル１４に供給される交流電力のスイッチング周波数及び電圧を調整する。

[0076] 上述したように、本実施形態による非接触給電装置は、送電側における共振を利用しないものの、いわゆるＳＳ方式と同様の構成を有する。このことから、非接触給電装置１の出力電圧の周波数特性は、ＳＳ方式の非接触給電装置の出力電圧の周波数特性と類似したものとなる。したがって、負荷回路２６の抵抗値及び送信コイル１４と受信コイル２１間の結合度の何れが変動しても、送信コイル１４に印加する交流電力のスイッチング周波数及び電圧を適切に調節することで、出力電圧が略一定に保たれる。

[0077] そこで、制御回路１７は、定電圧出力動作を達成するために、下記のように送信コイル１４に印加される交流電力のスイッチング周波数及び電圧を制御する。

[0078] 通信器１５から異常電圧発生情報を受け取ると、制御回路１７は、送信コイル１４に印加される交流電力の電圧を下限の電圧まで低下させる。これにより、受電装置３側では、共振抑制コイル３０が開放されても、共振回路２０からの出力電圧が低下し、上限閾値以下となる。その後、受電装置３から通信器１５を介して受けとった無線信号に含まれる判定情報において、非接触給電装置１が定電圧出力動作していないことが示されている場合、制御回路１７は、交流電力のスイッチング周波数を所定の周波数領域内（すなわち

、動作周波数範囲内）で変化させる。所定の周波数領域は、例えば、送電装置２から受電装置３への給電が行われる場合における、送信コイル１４と受信コイル２１間の想定される結合度の最小値において定電圧出力となる周波数を下限とし、送信コイル１４と受信コイル２１間の想定される結合度の最大値において定電圧出力となる周波数を上限とする周波数領域とすることができる。

[0079] 制御回路１７は、スイッチング周波数を変化させる際、所定の周波数領域の下限から上限まで順にスイッチング周波数を高くしてもよく、あるいは、逆に、所定の周波数領域の上限から下限まで順にスイッチング周波数を低くしてもよい。その際、制御回路１７は、受電装置３の判定回路２９が、出力電圧が略一定となったか否かを調べることができるように、判定回路２９がスイッチング素子２８のオンとオフを切り替える周期よりも長い期間、同じスイッチング周波数を保つように、ステップ状にスイッチング周波数を変化させることが好ましい。

[0080] 制御回路１７は、受電装置３から通信器１５を介して受けとった無線信号に含まれる判定情報において、出力電圧の測定値が電圧の許容範囲には含まれないものの、負荷回路２６の抵抗が変化しても略一定となること、すなわち、定電圧出力動作が行われていることが示されていると、それ以降、スイッチング周波数を一定に保つ。そして次に、制御回路１７は、スイッチング周波数と、そのスイッチング周波数において結合度によらず一定の電圧出力となる、力率改善回路１２のスイッチング素子SWのオン／オフ制御のデューティ比との関係を示す参照テーブルを参照して、そのデューティ比を決定する。そして制御回路１７は、そのデューティ比に従って力率改善回路１２のスイッチング素子SWのオン／オフを切り替えるよう、ゲートドライバ１６－１を制御する。これにより、共振回路２０からの出力電圧が電圧の許容範囲に含まれるように、すなわち、結合度によらずに一定の電圧が出力されるように、送信コイル１４に印加される電圧が調整される。そして制御回路１７は、受電装置３から通信器１５を介して受けとった無線信号に含まれる判定

情報において、出力電圧の測定値が電圧の許容範囲に含まれることが示されると、送信コイル１４に供給される交流電力のスイッチング周波数及び電圧を一定に保つ。

[0081] なお、制御回路１７は、上記の参照テーブルを参照してデューティ比を決定する代わりに、受電装置３から通信器１５を介して受けとった無線信号に含まれる判定情報において、出力電圧の測定値が電圧の許容範囲に含まれることが示されるようになるまで、徐々にデューティ比を変化させてもよい。

[0082] また、エネルギー伝送効率を向上するためには、送電装置２の電力供給回路１０及び送信コイル１４が継続してソフトスイッチング（誘導性）動作することが好ましい。電力供給回路１０及び送信コイル１４がソフトスイッチング動作するためには、送信コイル１４を流れる電流の位相が印加される電圧の位相よりも遅れることが好ましい。これにより、例えば、スイッチング素子１３－１及びスイッチング素子１３－４がオンとなる際に、スイッチング素子１３－１のソース端子からドレイン端子へ向かって電流が流れることになるので、電力供給回路１０及び送信コイル１４がソフトスイッチング動作することとなり、スイッチングロスの発生が抑制される。

[0083] 以上に説明してきたように、この非接触給電装置では、受電装置に、共振回路の共振条件を変化させるための共振抑制コイルが設けられる。そして送電装置の送信コイルと受信コイル間の結合度よりも送信コイルと共振抑制コイル間の結合度の方が高くなるように、受信コイル及び共振抑制コイルが配置される。そしてこの非接触給電装置は、受電装置の共振回路からの出力電圧が上限閾値上になると、共振回路の受信コイルと電磁結合可能な共振抑制コイルを短絡することで共振回路の共振周波数を変化させて伝送される電力を低下させる。そのため、この非接触給電装置は、受電装置に負荷回路が接続されていない、あるいは受電装置に接続される負荷回路に流れる電流が非常に小さい場合でも、共振回路からの出力電圧が過度に上昇して受電装置または負荷回路が故障することを防止することができる。

[0084] なお、受信コイル２１と共振抑制コイル３０の位置関係は、上記の実施形

態に限られない。

[0085] 図８Ａ及び図８Ｂは、それぞれ、変形例による、受信コイル２１と共振抑制コイル３０の位置関係を示す、受信コイル２１及び共振抑制コイル３０の中心軸を通る平面における概略断面図である。図８Ａに示される例では、図５Ｃに示される比較例と同様に、受信コイル２１と共振抑制コイル３０とは、同じ磁心２１ａに対して、受信コイル２１が内側となり、共振抑制コイル３０が外側となるように同心円状に巻き付けられる。ただし、この例では、送信コイル１４が巻き付けられる磁心１４ａの直径が、受信コイル２１と共振抑制コイル３０とが巻き付けられる磁心２１ａの直径よりも大きく、磁心１４ａの直径は、受信コイル２１の直径と略等しいかそれ以上となっている。そのため、送信コイル１４の中心軸と受信コイル２１の中心軸とが同一となるように送信コイル１４、受信コイル２１及び共振抑制コイル３０が配置された場合に、受信コイル２１よりも共振抑制コイル３０の方が送信コイル１４に近い。その結果として、送信コイル１４と受信コイル２１間の結合度よりも送信コイル１４と共振抑制コイル３０間の結合度の方が大きくなる。

[0086] 図８Ｂに示される例では、図８Ａに示される例とは逆に、受信コイル２１と共振抑制コイル３０とは、同じ磁心２１ａに対して、受信コイル２１が外側となり、共振抑制コイル３０が内側となるように同心円状に巻き付けられる。そしてこの例では、受信コイル２１と共振抑制コイル３０とが巻き付けられる磁心２１ａの直径が、共振抑制コイル３０の直径と略等しいかそれ以下となっている。そのため、送信コイル１４の中心軸と受信コイル２１の中心軸とが同一となるように送信コイル１４、受信コイル２１及び共振抑制コイル３０が配置された場合に、受信コイル２１よりも共振抑制コイル３０の方が送信コイル１４に近い。その結果として、送信コイル１４と受信コイル２１間の結合度よりも送信コイル１４と共振抑制コイル３０間の結合度の方が大きくなる。

[0087] このように、図８Ａ及び図８Ｂの何れに示される変形例についても、送信コイル１４と受信コイル２１間の結合度よりも送信コイル１４と共振抑制コ

イル３０間の結合度の方が大きくなる。そのため、上記の実施形態と同様に、非接触給電装置は、受電装置に負荷回路が接続されていない、あるいは受電装置に接続される負荷回路に流れる電流が非常に小さい場合でも、共振回路からの出力電圧が過度に上昇して受電装置または負荷回路が故障することを防止することができる。

[0088] 他の変形例によれば、送電装置２において、送信コイル１４に交流電力を供給する電力供給回路は、スイッチング周波数及び送信コイル１４に印加する電圧を可変に調節できる回路であれば、上記の実施形態とは異なる回路構成を持っていてもよい。例えば、電力供給回路は、上記の実施形態における、フルブリッジ型のインバータ回路の代わりに、ハーフブリッジ型のインバータ回路を有してもよい。

[0089] また、上記の実施形態及び変形例において、直流電流を遮断するために、送信コイル１４と直列に接続されるコンデンサ（以下、説明の便宜上、直列コンデンサと呼ぶ）が設けられてもよい。ただしこの場合も、スイッチング周波数が調整される周波数範囲において送信コイル１４と直列コンデンサとが共振回路として動作しないことが好ましい。そのために、送信コイル１４と直列コンデンサの共振周波数は、受電装置３の共振回路２０の共振周波数及びスイッチング周波数が調整される周波数範囲の下限周波数よりも小さくなるように、直列コンデンサの静電容量が設定されることが好ましい。これにより、共振抑制コイル３０が短絡されて、共振回路２０の共振が抑制されている場合でも、送信側の共振が利用されないので、入力インピーダンスがある程度大きな値となり、送信コイル１４に流れる電流が小さくなる。その結果としてエネルギーの損失が抑制される。

[0090] さらに他の変形例によれば、非接触給電装置は、いわゆるＳＳ方式に従って動作するように、上記の実施形態及び変形例において、送信コイル１４と直列に接続される直列コンデンサが設けられてもよい。この場合には、スイッチング周波数が調整される周波数範囲において送信コイル１４と直列コンデンサとが共振回路として動作するよう、送信コイル１４と直列コンデンサ

の共振周波数が、受電装置３の共振回路２０の共振周波数と略等しくなるように、直列コンデンサの静電容量が設定されることが好ましい。

[0091] さらに他の変形例によれば、判定回路２９は、タイマ回路を有していてもよい。この場合、判定回路２９は、共振抑制コイル３０が短絡されてからの経過時間をタイマ回路により計時し、送電装置２の制御回路１７が送信コイル１４に印加する交流電力の電圧を低下させるのに要する所定期間を経過した時点で共振抑制コイル３０の両端を開放するよう、スイッチ回路３１を制御するとともに、スイッチング素子２８のオン／オフ制御を開始してもよい。あるいは、送電装置２の通信器１５と受電装置３の通信器３２とが双方向に通信可能に構成されてもよい。この場合には、送電装置２の制御回路１７が、送信コイル１４に印加する交流電力の電圧を低下させると、制御回路１７は、通信器１５を介してその旨を受電装置３の通信器３２へ通知してもよい。そして受電装置３の判定回路２９は、通信器３２を介して送信コイル１４に印加する交流電力の電圧を低下させたことが通知されると、共振抑制コイル３０の両端を開放するよう、スイッチ回路３１を制御するとともに、スイッチング素子２８のオン／オフ制御を開始してもよい。

この変形例でも、非接触給電装置は、共振回路からの出力電圧が過度に上昇して受電装置または負荷回路が故障することを防止しつつ、継続的な電力伝送を可能として、エネルギー損失を抑制できる。

[0092] さらに他の変形例によれば、負荷回路２６と整流平滑回路２３の間に接続されるスイッチング素子２８は省略されてもよい。この場合には、送電装置２の制御回路１７は、通信器１５を介して異常電圧発生情報を受け取ると、送信コイル１４に印加する交流電力の電圧を、共振回路２０からの出力電圧が上限閾値未満となるまで低下させればよい。またこの場合には、送電装置２の電力供給回路は、送信コイル１４に印加する交流電力の電圧を調整可能な様々な回路の何れかとすることができる。

[0093] また、上記の実施形態及び各変形例において、送電装置の通信器と受電装置の通信器とを有線にて接続することが可能な場合には、各通信器は、判定

情報などを含む信号を有線にて通信可能な通信回路を有していればよい。

[0094] このように、当業者は、本発明の範囲内で、実施される形態に合わせて様々な変更を行うことができる。

符号の説明

[0095] １　非接触給電装置

２　送電装置

１０、１１０　電力供給回路

１１　電源

１２　力率改善回路

１３－１～１３－４　スイッチング素子

１４　送信コイル

１４ａ　磁心

１５　通信器

１６－１、１６－２　ゲートドライバ

１７　制御回路

３　受電装置

２０　共振回路

２１　受信コイル

２１ａ　磁心

２１ｂ～２１ｅ　コア

２２　共振コンデンサ

２３　整流平滑回路

２４　全波整流回路

２５　平滑コンデンサ

２６　負荷回路

２７　電圧検出回路

２８　スイッチング素子

２９　判定回路

３０　共振抑制コイル

３１　スイッチ回路

３２　通信器

請求の範囲

[請求項1] 送電装置と、前記送電装置から非接触で電力伝送される受電装置とを有する非接触給電装置であって、

前記送電装置は、

前記受電装置へ電力を供給する送信コイルと、

前記送信コイルに対して、交流電力を供給する電力供給回路とを有し、

前記受電装置は、

前記送電装置からの電力を受信する受信コイルと、前記受信コイルと直列に接続される共振コンデンサとを有する共振回路と、

前記共振回路を介して受信した電力を整流する整流回路と、

前記受信コイルと電磁結合可能に配置される共振抑制コイルと、

前記共振抑制コイルと接続され、前記共振抑制コイルの短絡または開放を切り替え可能なスイッチ回路と、

前記整流回路から出力される電力の出力電圧を測定して当該出力電圧の測定値を求める電圧検出回路と、

前記出力電圧の測定値が所定の上限閾値以上となると、前記共振抑制コイルを短絡するよう前記スイッチ回路を制御する判定回路と、を有し、

前記送信コイルから前記受信コイルへ電力が伝送されるように前記送電装置と前記受電装置とが配置された場合に、前記共振抑制コイルと前記送信コイル間の結合度が前記受信コイルと前記送信コイル間の結合度よりも高くなるように、前記受信コイル及び前記共振抑制コイルが配置される、

非接触給電装置。

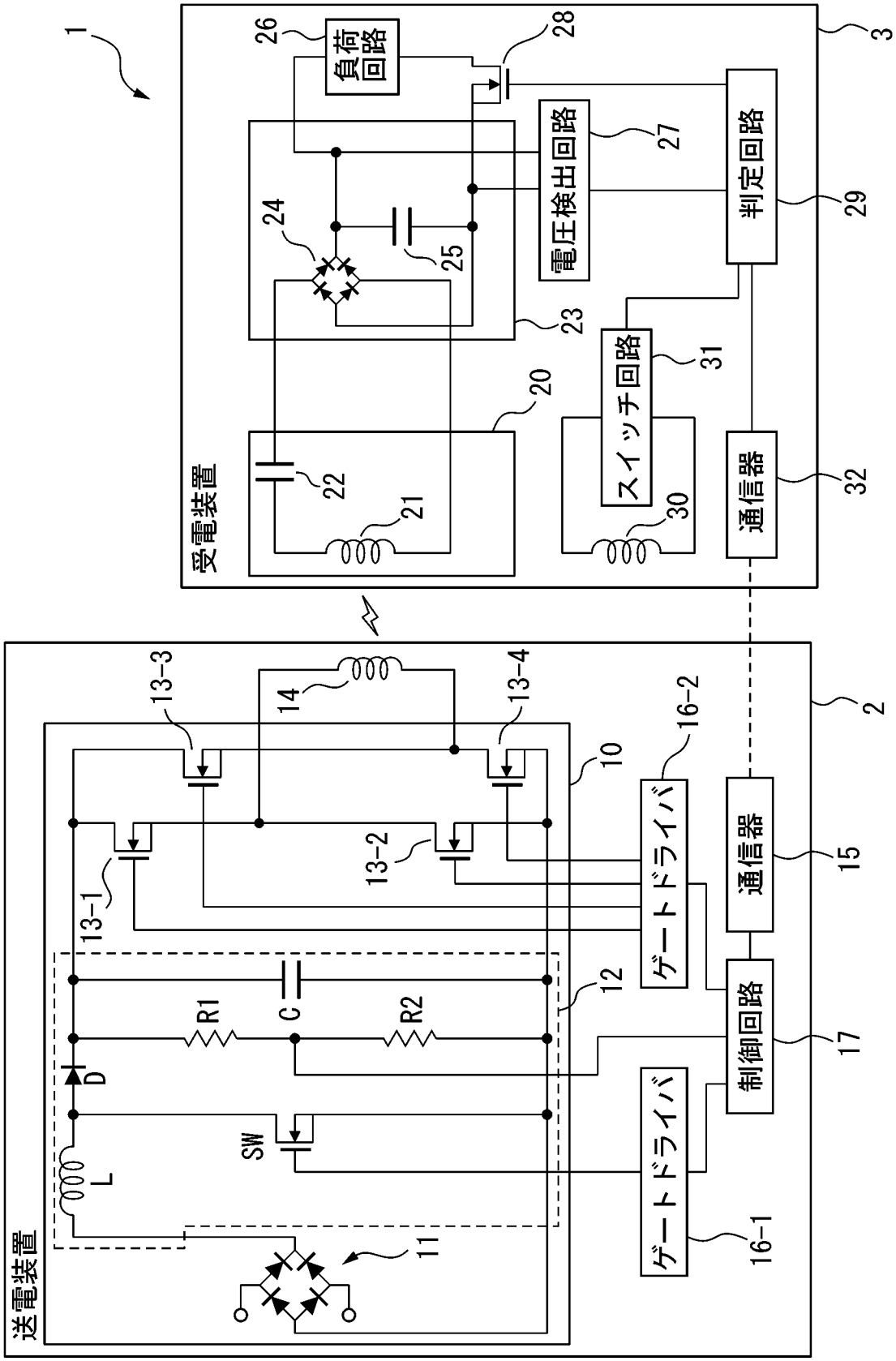
[請求項2] 前記送信コイルから前記受信コイルへ電力が伝送されるように前記送電装置と前記受電装置とが配置された場合に、前記受信コイルよりも前記共振抑制コイルの方が前記送信コイルに近くなるように、前記

受信コイル及び前記共振抑制コイルが配置される、請求項１に記載の非接触給電装置。

[請求項3] 前記送信コイルから前記受信コイルへ電力が伝送されるように前記送電装置と前記受電装置とが配置された場合に、前記共振抑制コイルが前記送信コイルと前記受信コイルの間に位置するように、前記受信コイル及び前記共振抑制コイルが配置される、請求項２に記載の非接触給電装置。

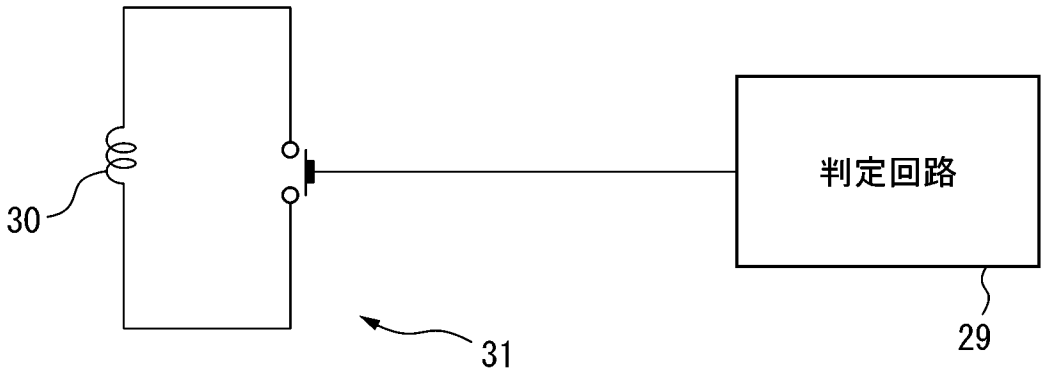
[図1]

図1


1
受電装置
送電装置
負荷回路
電圧検出回路
判定回路
スイッチ回路
通信器
ゲートドライバ
制御回路
R1
R2
C
D
L
SW
2
3
10
11
12
13-1
13-2
13-3
13-4
14
15
16-1
16-2
17
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32

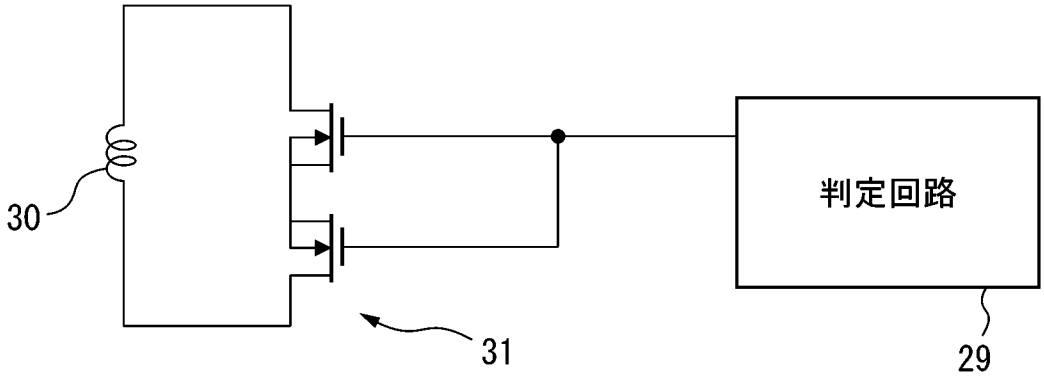
[図2A]

図2A



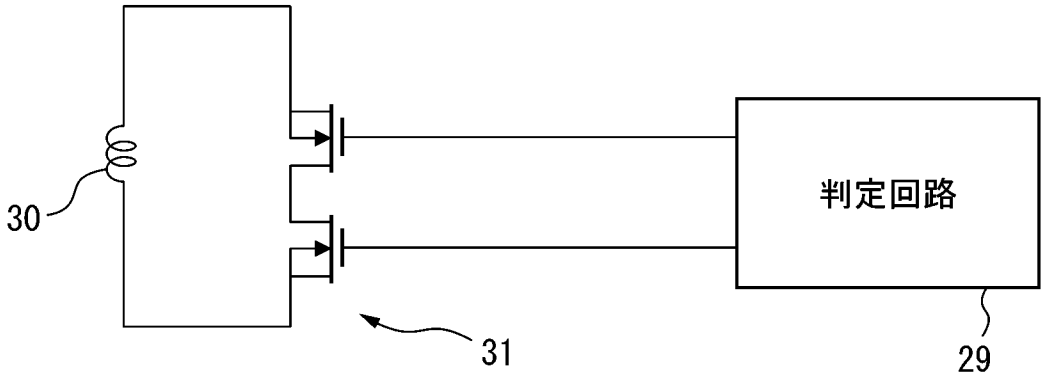
[図2B]

図2B



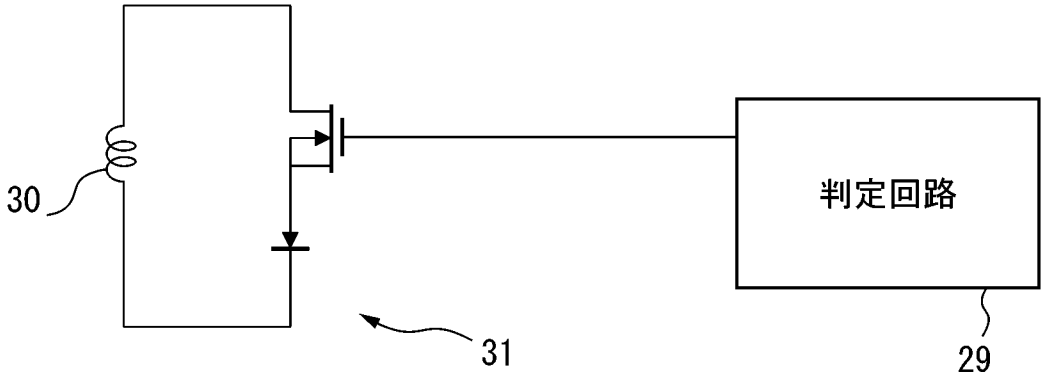
[図2C]

図2C



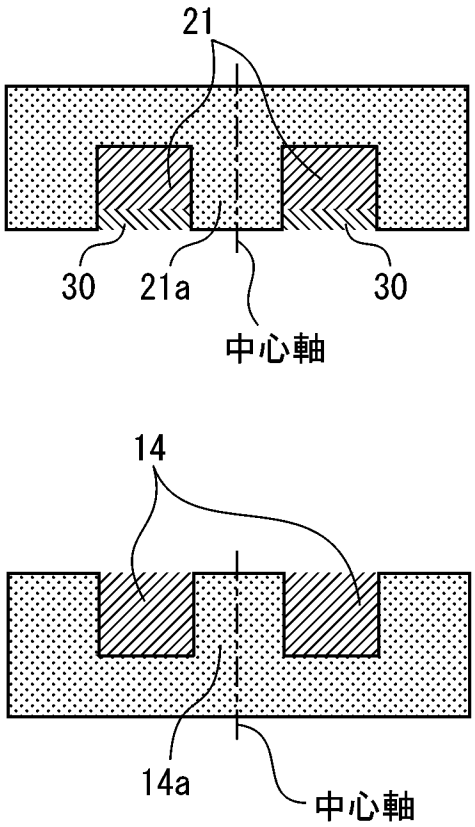
[図2D]

図2D



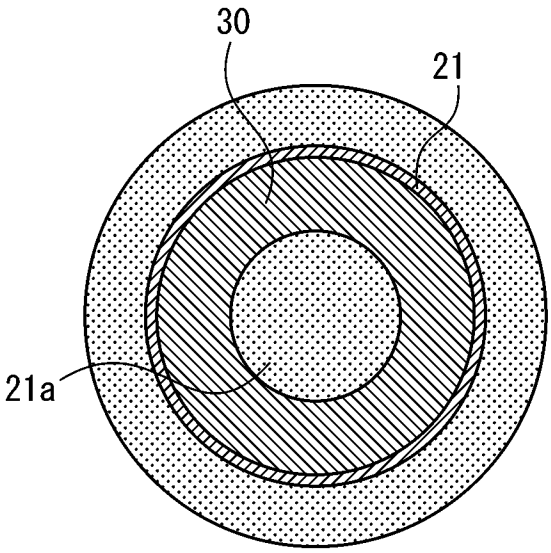
[図3A]

図3A



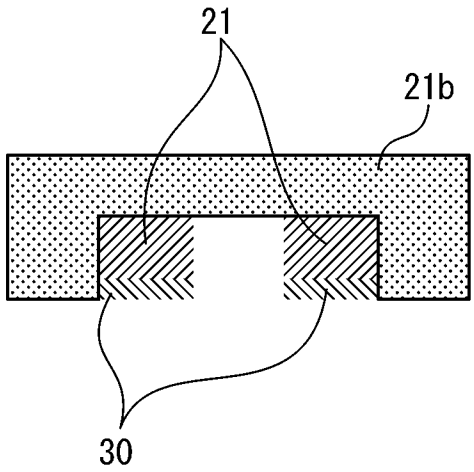
[図3B]

図3B



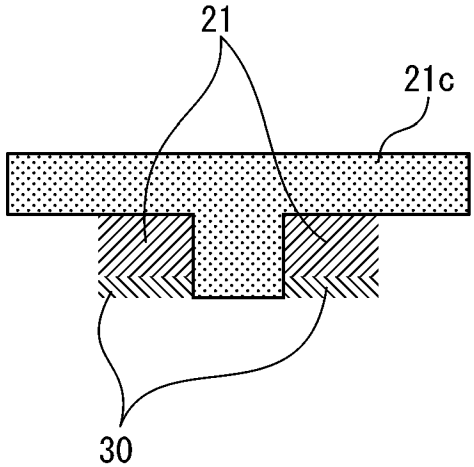
[図4A]

図4A



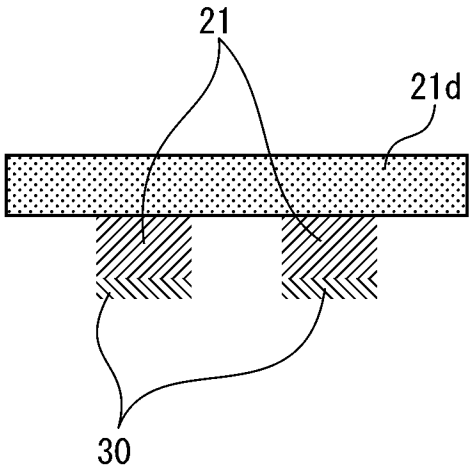
[図4B]

図4B



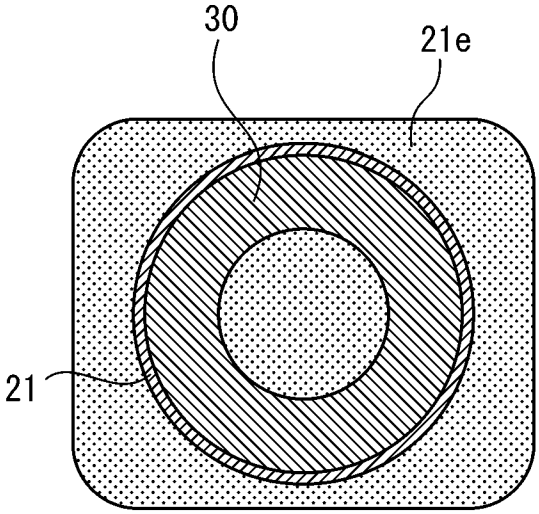
[図4C]

図4C



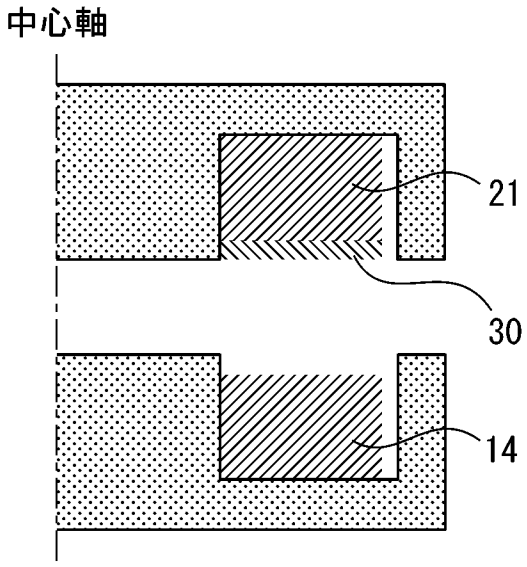
[図4D]

図4D



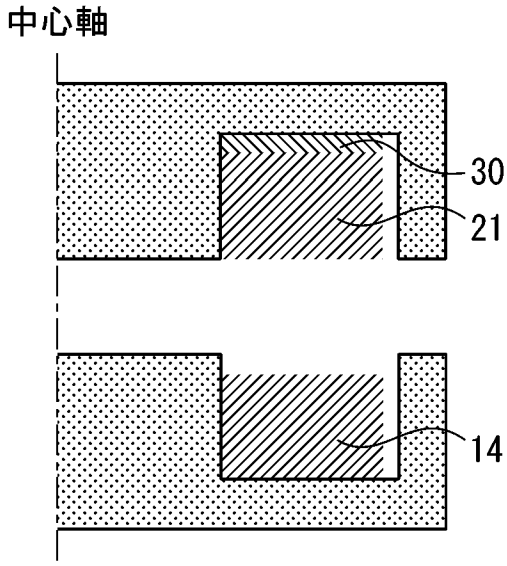
[図5A]

図5A



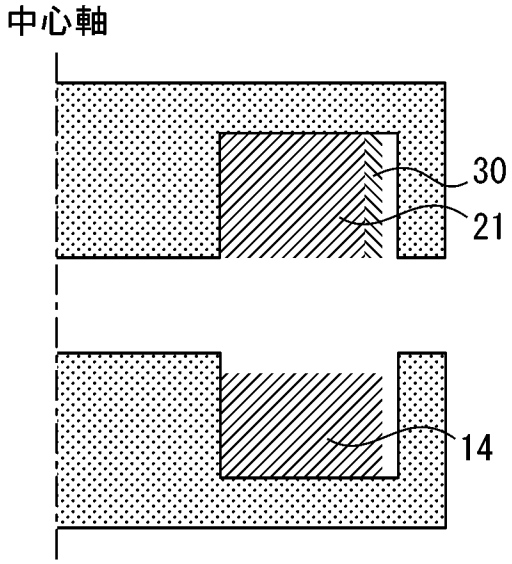
[図5B]

図5B



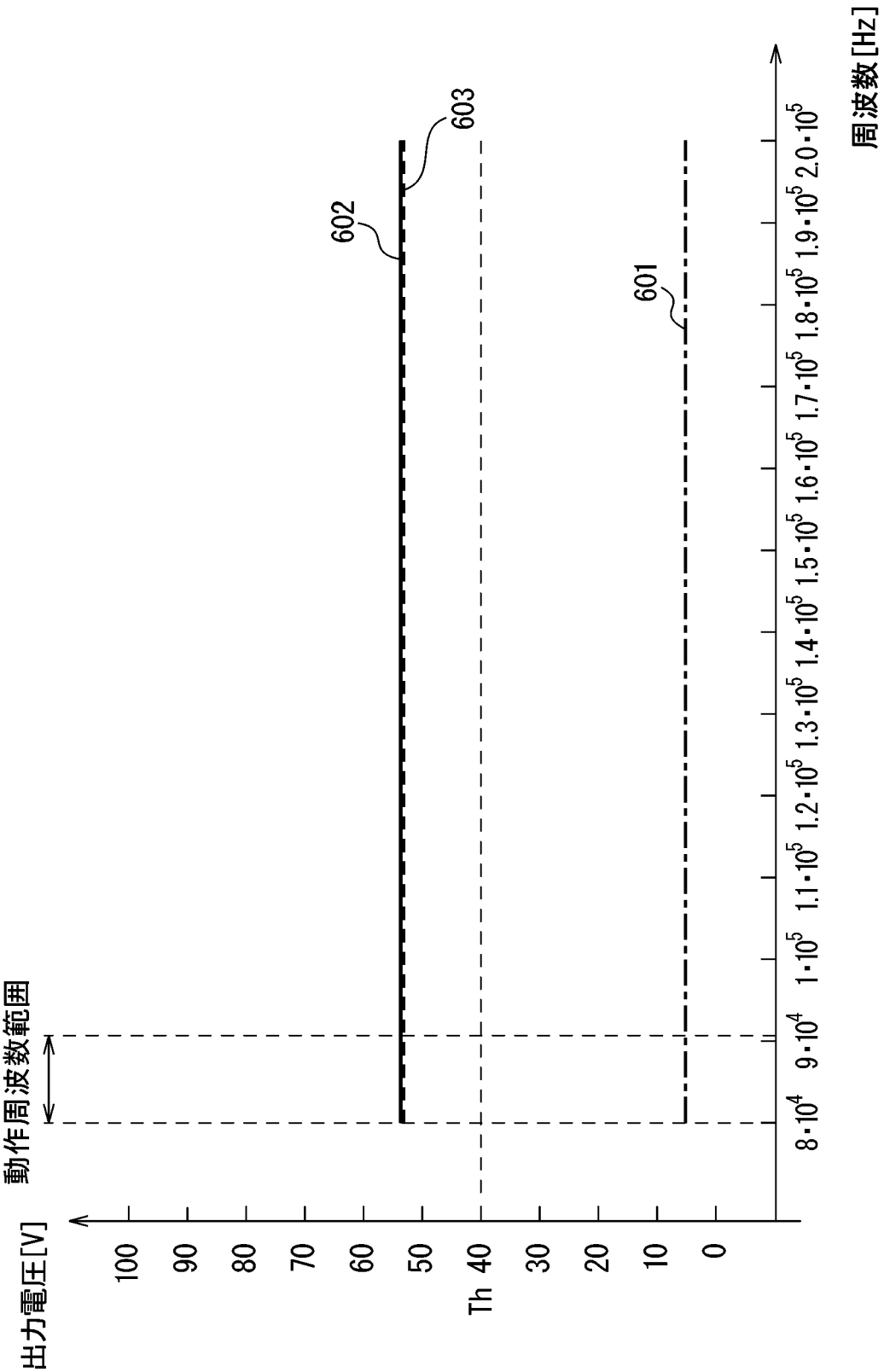
[図5C]

図5C



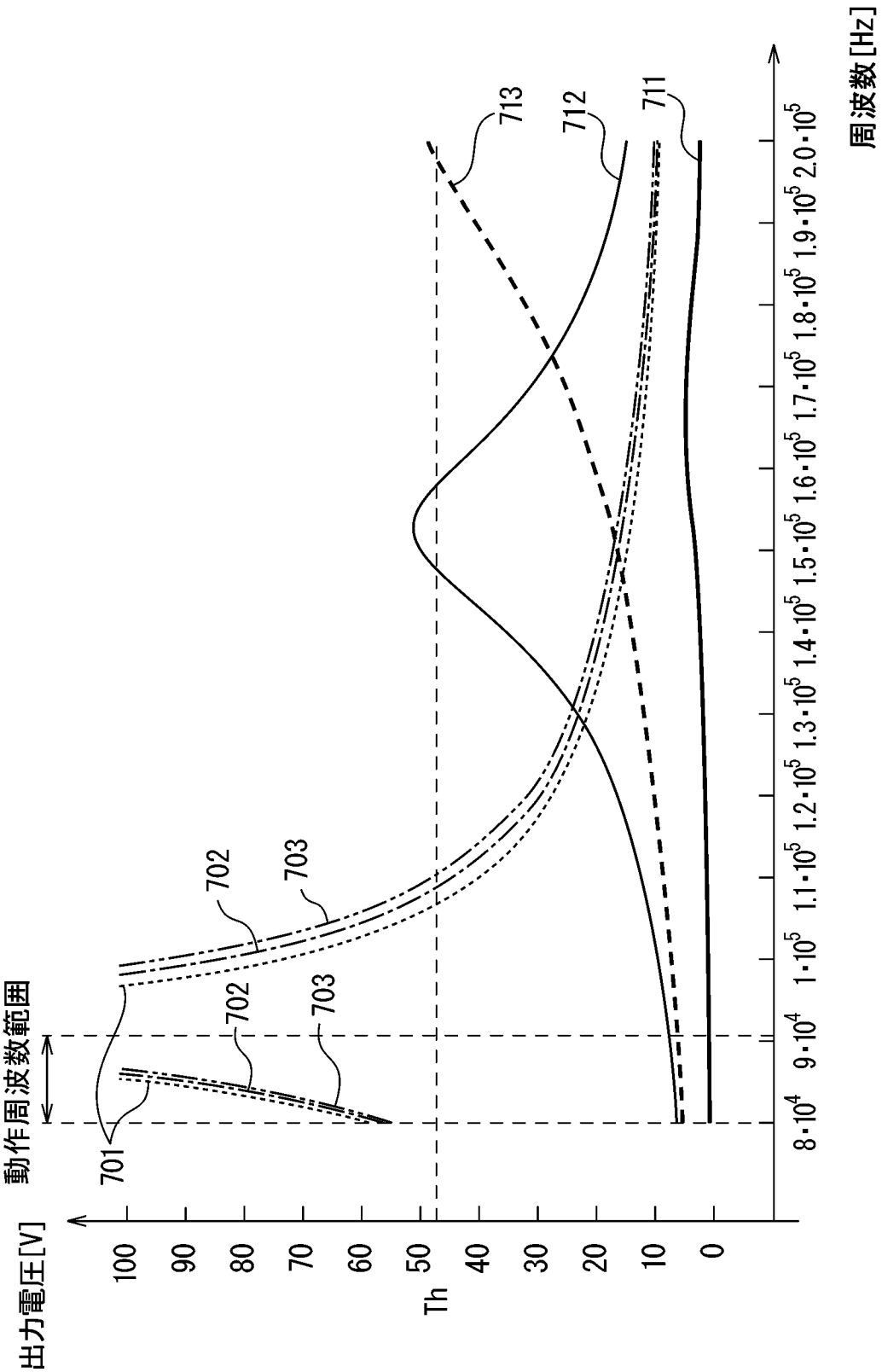
[図6]

図6


出力電圧[V]
動作周波数範囲
100
90
80
70
60
50
Th 40
30
20
10
0
602
603
601
8・10^4
9・10^4
1・10^5
1.1・10^5
1.2・10^5
1.3・10^5
1.4・10^5
1.5・10^5
1.6・10^5
1.7・10^5
1.8・10^5
1.9・10^5
2.0・10^5
周波数[Hz]

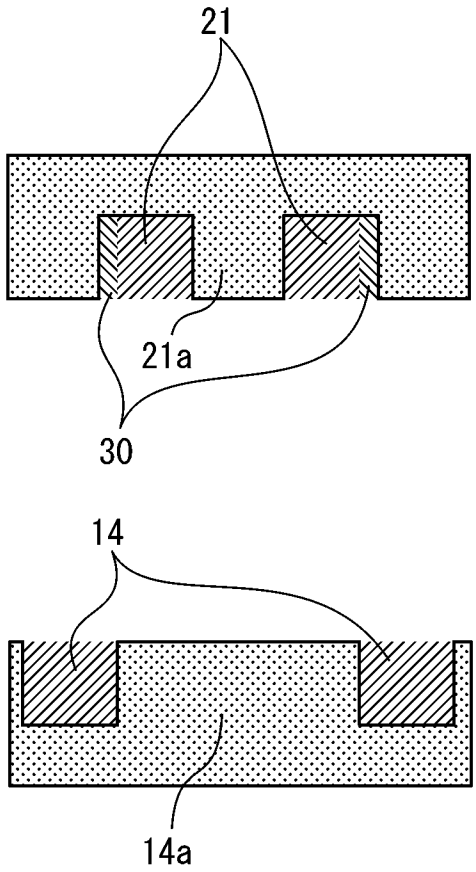
[図7]

図7


出力電圧[V]
動作周波数範囲
701
702
703
702
703
711
712
713
Th
周波数[Hz]
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
8・10^4
9・10^4
1・10^5
1.1・10^5
1.2・10^5
1.3・10^5
1.4・10^5
1.5・10^5
1.6・10^5
1.7・10^5
1.8・10^5
1.9・10^5
2.0・10^5

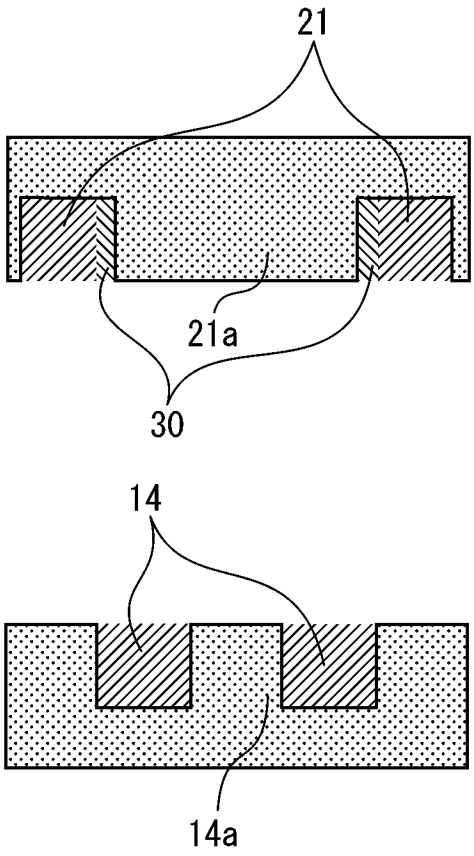
[図8A]

図8A



[図8B]

図8B



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/047251

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H02J 50/12(2016.01)i; H02J 7/00(2006.01)i
FI: H02J50/12; H02J7/00 301D

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)
H02J50/12; H02J7/00

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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 2017-511101 A (POWERBYPROXI LIMITED) 13.04.2017 (2017-04-13) entire text, all drawings	1-3
A	JP 2015-65724 A (NIPPON TECMO CO., LTD.) 09.04.2015 (2015-04-09) entire text, all drawings	1-3
A	WO 2017/081975 A1 (ROHM CO., LTD.) 18.05.2017 (2017-05-18) paragraphs [0100]-[0192], fig. 25	1-3

☐ 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
28 January 2020 (28.01.2020)	10 February 2020 (10.02.2020)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2019/047251

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2017-511101 A	13 Apr. 2017	US 2017/0005525 A1 entire text, all drawings WO 2015/112029 A1 KR 10-2016-0111482 A CN 106062906 A	
JP 2015-65724 A	09 Apr. 2015	(Family: none)	
WO 2017/081975 A1	18 May 2017	US 2018/0331575 A1 paragraphs [0157]-[0262], fig. 25	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2019/047251

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H02J 50/12(2016.01)i; H02J 7/00(2006.01)i
FI: H02J50/12; H02J7/00 301D

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））

H02J50/12; H02J7/00

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	１９７１－２０２０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２０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 2017-511101 A (パワーバイプロキシ リミテッド) 13.04.2017 (2017-04-13) 全文全図	1-3
A	JP 2015-65724 A (有限会社日本テクモ) 09.04.2015 (2015-04-09) 全文全図	1-3
A	WO 2017/081975 A1 (ローム株式会社) 18.05.2017 (2017-05-18) 0100-0192段落、図25	1-3

☐ 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抵触するものではなく、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	国際調査報告の発送日
28.01.2020	10.02.2020

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
永井　啓司 5T 3656

電話番号 03-3581-1101 内線 3568

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2019/047251

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2017-511101 A	13.04.2017	US 2017/0005525 A1 全文全図 WO 2015/112029 A1 KR 10-2016-0111482 A CN 106062906 A	
JP 2015-65724 A	09.04.2015	（ファミリーなし）	
WO 2017/081975 A1	18.05.2017	US 2018/0331575 A1 0157-0262段落、図25	