(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
2017 年 5 月 18 日(18.05.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/081975 A1

(51) 国際特許分類:
H02J 50/12 (2016.01)　*H02J 50/80* (2016.01)
H02J 7/00 (2006.01)　*H04M 1/00* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/080248

(22) 国際出願日: 2016 年 10 月 12 日(12.10.2016)

(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 2015-223256 2015 年 11 月 13 日(13.11.2015) JP

(71) 出願人: ローム株式会社(ROHM CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6158585 京都府京都市右京区西院溝崎町２１番地 Kyoto (JP).

(72) 発明者: 生藤　義弘(IKEFUJI Yoshihiro); 〒6158585 京都府京都市右京区西院溝崎町２１番地　ローム株式会社内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人　佐野特許事務所(SANO PATENT OFFICE); 〒5400032 大阪府大阪市中央区天満橋京町２－６天満橋八千代ビル別館５Ｆ Osaka (JP).

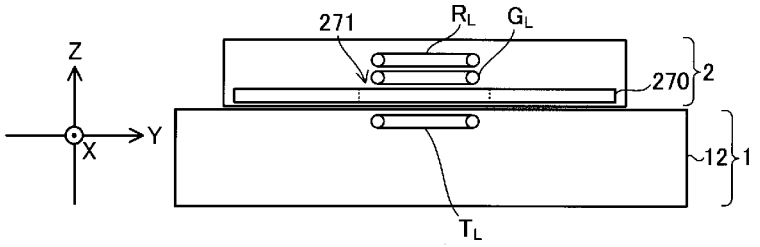
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: POWER RECEPTION DEVICE AND CONTACTLESS POWER SUPPLY SYSTEM

(54) 発明の名称 : 受電装置及び非接触給電システム



(57) **Abstract**: A power reception device is provided with a power-reception-side resonance circuit that includes a power-reception-side coil (R_L) and a metal plate (270) provided with an opening (271) at a position facing the position where the power-reception-side coil is installed. The power reception device is able to receive power by a magnetic field resonance method from a power-transmission device having a power-transmission-side resonance circuit that includes a power-transmission-side coil (T_L). A canceling coil (G_L) is positioned between the power-reception-side coil and the opening, and a canceling resonance circuit that includes the canceling coil is provided separately to the power reception device. A current flows in the canceling coil when an alternating magnetic field crosses the canceling coil, the current in the canceling coil canceling out changes in the resonance frequency of the power-reception-side resonance circuit and the power-transmission-side resonance circuit, the changes being caused by the presence of the metal plate.

(57) 要約: 受電装置は、受電側コイル（R_L）を含む受電側共振回路及び受電側コイルの配置位置の対向位置に開口部（２７１）を設けた金属板（２７０）を備え、送電側コイル（T_L）を含む送電側共振回路を有する送電装置から磁界共鳴方式で電力を受電可能である。受電側コイルと開口部との間にキャンセル用コイル（G_L）が配置され、キャンセル用コイルを含むキャンセル用の共振回路が受電装置に別途設けられる。キャンセル用コイルに交番磁界が鎖交したとき、金属板の存在によってもたらされる受電側共振回路及び送電側共振回路の共振周波数の変化を打ち消す電流がキャンセル用コイルに流れる。

WO 2017/081975 A1

明　細　書

発明の名称 ： 受電装置及び非接触給電システム

技術分野

[0001] 本発明は、受電装置及び非接触給電システムに関する。

背景技術

[0002] 近接無線通信の一種として、１３．５６ＭＨｚを搬送波周波数として用いるＮＦＣ（Near field communication）による無線通信がある。一方、ＮＦＣ通信に利用されるコイルを利用して、磁界共鳴方式で非接触給電を行う技術も提案されている。

[0003] 磁界共鳴を利用した非接触給電では、送電側コイルを含む送電側共振回路を送電装置に配置すると共に受電側コイルを含む受電側共振回路を受電装置に配置し、それらの共振回路の共振周波数を共通の基準周波数に設定しておく。そして、送電側コイルに交流電流を流すことで送電側コイルに基準周波数の交番磁界を発生させる。すると、この交番磁界が、基準周波数で共鳴する受電側共振回路に伝わって受電側コイルに交流電流が流れる。つまり、送電側コイルを含む送電側共振回路から受電側コイルを含む受電側共振回路へ電力が伝達されることになる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０１４－３３５０４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 受電装置に、受電側共振回路の特性、動作に影響を与える部材が配置されることがある。例えば、電子機器の筐体用にアルミニウム等から成る金属板が設けられたり、電子回路への不要磁界遮蔽用にフェライト等から成る磁性体シートが設けられたりすることがあるが、それらの部材は受電側コイルとの磁気結合を介して受電側共振回路の特性、動作に影響を与えうる。更に、

送電装置と受電装置が近接しているときには、上記部材が送電側コイルとも磁気結合して送電側共振回路の特性、動作に影響を与えることもある。これらの影響は、受電装置及び非接触給電システムの適正な動作（受電動作、送受電動作を含む）の実現にとって好ましいものではない。

[0006] また、受電装置内の一部回路の動作が理想的でないことが、非接触給電システムで達成しようとする所望動作の実現に好ましくない影響を与えることもある。

[0007] そこで本発明は、適正動作の実現に寄与する受電装置及び非接触給電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

[0008] 本発明に係る受電装置は、電力を送電するための送電側コイルを含む送電側共振回路を有する送電装置から磁界共鳴方式で前記電力を受電可能な受電装置において、前記電力を受電するための受電側コイルを含む受電側共振回路と、前記受電側コイルと異なる補助コイルを含む補助共振回路と、を備え、前記送電側コイル又は前記受電側コイルの発生磁界に基づき前記補助コイルに電流が流れる位置に、前記補助コイルが配置されることを特徴とする。

[0009] 具体的には例えば、前記受電装置は、前記受電側共振回路の共振周波数に影響を与える位置に設けられた金属板を更に備え、前記補助コイルに交番磁界が鎖交したとき、前記金属板による前記受電側共振回路の共振周波数の変化を打ち消す電流が前記補助共振回路に流れると良い。

[0010] 例えば、前記金属板は、アルミニウム又はアルミニウム合金にて構成されて良い。

[0011] 或いは具体的には例えば、前記受電装置は、前記受電側共振回路の共振周波数に影響を与える位置に設けられた磁性体部を更に備え、前記補助コイルに交番磁界が鎖交したとき、前記磁性体部による前記受電側共振回路の共振周波数の変化を打ち消す電流が前記補助共振回路に流れると良い。

[0012] 例えば、前記磁性体部は、フェライトにて構成されて良い。

[0013] また具体的には例えば、前記補助共振回路は、前記補助コイルと静電容量

を変更可能な補助コンデンサとを含んで形成される共振回路であって良い。

[0014] また具体的には例えば、前記補助共振回路は補助抵抗を更に含み、前記補助コイルと前記補助コンデンサとの並列回路に対して並列に前記補助抵抗が接続されて良い、又は、前記補助コイルと前記補助コンデンサとの直列回路に対して直列に前記補助抵抗が挿入されて良い。

[0015] 本発明に係る非接触給電システムは、前記受電装置と、電力を送電するための送電側コイルを含む送電側共振回路を有する送電装置と、を備え、磁界共鳴方式で前記電力の送受電が可能であることを特徴とする。

[0016] 具体的には例えば、前記非接触給電システムにおいて、前記送電装置は、前記送電側共振回路に交流電圧を供給可能な送電回路と、前記送電側コイルに流れる電流の振幅を検出する検出回路と、前記検出回路の振幅検出値に基づき前記送電回路を制御することで前記電力の送電制御を行う制御回路と、を備えていると良い。

[0017] そして例えば、前記非接触給電システムにおいて、前記受電装置は、前記送電装置からの電力の受電に先立ち、前記受電側共振回路の共振周波数を前記受電の際の共振周波数から変更する又は前記受電側コイルを短絡する変更／短絡回路を備え、前記送電側制御部は、前記送電装置からの通信による信号に従い前記受電装置にて前記受電側共振回路の共振周波数の変更又は前記受電側コイルの短絡が行われている状態で、前記送電に先立ち所定のテスト磁界が前記送電側コイルで発生されるよう前記送電回路を制御する第１処理部と、前記テスト磁界が発生されているときの前記検出回路による振幅検出値に基づき前記送電の実行可否を判断する第２処理部と、前記送電を実行可能と判断した後に前記テスト磁界よりも大きな送電用磁界が前記送電側コイルで発生されるよう前記送電回路を制御することで前記送電を実現する第３処理部と、を有し、前記状態において、前記受電側共振回路が前記送電側コイルの電流振幅に与える影響を打ち消す電流が前記補助共振回路に流れると良い。

[0018] また例えば、前記非接触給電システムにおいて、前記受電装置は、前記補

助コイルに交番磁界が鎖交することによって生じる前記補助共振回路の共振動作を停止させることが可能な受電側制御部と、を更に備え、前記受電側制御部は、前記電力の送受電が行われるときにおいて前記補助共振回路の共振動作を停止させると良い。

[0019] また例えば、前記非接触給電システムにおいて、前記送電装置及び前記受電装置が前記電力の送受電を行うための所定位置関係にあるとき、前記補助コイルは、前記送電側コイルと前記受電側コイルの間に配置される、又は、前記受電側コイルから見て前記送電側コイルの配置位置とは反対側の位置に配置されると良い。

発明の効果

[0020] そこで本発明は、正動作の実現に寄与する受電装置及び非接触給電システムを提供することを目的とする。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]（ａ）及び（ｂ）は、本発明の第１実施形態に係る給電機器及び電子機器の概略外観図である。

[図2]は、本発明の第１実施形態に係る給電機器及び電子機器の概略内部構成図である。

[図3]は、本発明の第１実施形態に係る給電機器及び電子機器の概略内部構成図である。

[図4]は、本発明の第１実施形態に係り、給電機器内のＩＣの内部ブロック図を含む、給電機器の一部構成図である。

[図5]は、本発明の第１実施形態に係り、電子機器内のＩＣの内部ブロック図を含む、電子機器の一部構成図である。

[図6]は、ＮＦＣ通信及び電力伝送が交互に行われるときの磁界強度の変化の様子を示す図である。

[図7]は、給電機器内における、送電回路と負荷検出回路と共振回路の関係を示す図である。

[図8]は、図７の負荷検出回路中におけるセンス抵抗の電圧降下の波形図であ

る。

[図9]は、本発明の第１実施形態に係る共振状態変更回路の一例を示す回路図である。

[図10]は、本発明の第１実施形態に係る共振状態変更回路の他の例を示す回路図である。

[図11]（ａ）及び（ｂ）は、本発明の第１実施形態に係る異物の概略外形図及び概略内部構成図である。

[図12]は、給電機器にて実行されるｐＦＯＤ処理の動作フローチャートである。

[図13]は、給電機器にて実行される初期設定処理の動作フローチャートである。

[図14]（ａ）～（ｄ）は、給電台、電子機器及び異物の配置関係を例示する図である。

[図15]は、給電台、電子機器及び異物の一配置関係を示す図である。

[図16]は、本発明の第１実施形態に係る給電機器及び電子機器間の信号のやりとりを説明するための図である。

[図17]は、本発明の第１実施形態に係り、ＮＦＣ通信とｐＦＯＤ処理と電力伝送が順番に繰り返し実行される様子を示す図である。

[図18]は、本発明の第１実施形態に係る給電機器の動作フローチャートである。

[図19]は、図１８の動作に連動する電子機器の動作フローチャートである。

[図20]は、給電機器にて実行されるｍＦＯＤ処理の動作フローチャートである。

[図21]（ａ）及び（ｂ）は、電力伝送中において異物の挿入が行われたときの、送電側コイルの電流振幅変化を説明するための図である。

[図22]は、本発明の第２実施形態に係り、Ｘ軸、Ｙ軸及びＺ軸と給電台との関係を示す図である。

[図23]は、本発明の第２実施形態に係り、電子機器内にキャンセル回路が設

けられる様子を示す図である。

[図24]（ａ）及び（ｂ）は、本発明の第２実施形態に係るキャンセル回路の第１例及び第２例を示す図である。

[図25]（ａ）及び（ｂ）は、本発明の第２実施形態に係り、基準配置状態での送電側コイル、受電側コイル及びキャンセル用コイルの概略的な斜視図、断面図である（中間配置方法）。

[図26]（ａ）及び（ｂ）は、本発明の第２実施形態に係り、基準配置状態での送電側コイル、受電側コイル及びキャンセル用コイルの概略的な斜視図、断面図である（背面配置方法）。

[図27]（ａ）及び（ｂ）は、本発明の第２実施形態に係り、送電側コイル及び異物のコイルの概略的な斜視図及び断面図である。

[図28]（ａ）、（ｂ）、（ｃ）は、本発明の第２実施形態に係り、夫々、金属板の斜視図、給電機器及び電子機器の一部部品の透過図、金属板及び受電側コイルの平面図である。

[図29]は、本発明の第２実施形態に係り、電子機器に設けられうる金属製ケースの斜視図である。

[図30]は、本発明の第２実施形態に係り、金属板の開口部、送電側コイル、受電側コイルの大きさ関係を説明するための図である。

[図31]（ａ）～（ｃ）は、本発明の第２実施形態に係り、金属板、送電側コイル、受電側コイルに流れる電流の関係を示す図である。

[図32]は、本発明の第２実施形態の一実施例（ＥＸ２＿１Ｂ）に係り、送電側共振回路における電圧及び電流の位相関係を説明するための図である。

[図33]は、本発明の第２実施形態の一実施例（ＥＸ２＿１Ｂ）に係る複数の電流の関係及び作用を表す図である。

[図34]は、本発明の第２実施形態の一実施例（ＥＸ２＿１Ｂ）に係る、給電機器及び電子機器の一部部品の透過図である。

[図35]は、本発明の第２実施形態の一実施例（ＥＸ２＿２Ａ）で想定される、送電側コイル、受電側コイル及び磁性体板の位置関係図である。

[図36]（ａ）及び（ｂ）は、本発明の第２実施形態の一実施例（ＥＸ２＿２Ａ）に係り、送電側コイル、受電側コイル及び磁性体板に流れる電流の関係を示す図である。

[図37]は、本発明の第２実施形態の一実施例（ＥＸ２＿２Ｂ）に係り、送電側共振回路における電圧及び電流の位相関係を説明するための図である。

[図38]は、本発明の第２実施形態の一実施例（ＥＸ２＿２Ｂ）に係る複数の電流の関係及び作用を表す図である。

[図39]は、本発明の第２実施形態の一実施例（ＥＸ２＿２Ｂ）に係り、送電側コイル、受電側コイル及び磁性体板の位置関係図である。

[図40]は、本発明の第２実施形態の一実施例（ＥＸ２＿２Ｂ）に係り、送電側コイル、受電側コイル、キャンセル用コイル及び磁性体板の位置関係図である。

[図41]は、本発明の第２実施形態の一実施例（ＥＸ２＿２Ｂ）に係り、送電側コイル、受電側コイル、キャンセル用コイル、磁性体板及び電子回路の位置関係図である。

[図42]は、本発明の第２実施形態の一実施例（ＥＸ２＿３Ａ）に係り、受電側共振回路及びその周辺回路を示す図である。

[図43]は、本発明の第２実施形態の一実施例（ＥＸ２＿３Ｂ）に係り、キャンセル回路の機能が制御回路にてオン／オフ制御される様子を示す図である。

[図44]は、本発明の第２実施形態の一実施例（ＥＸ２＿３Ｂ）に係り、２つの電流ベクトルの関係図である。

[図45]は、本発明の第２実施形態の一実施例（ＥＸ２＿４）に係り、受電側コイルとキャンセル用コイルの配置方法を示す図である。

[図46]は、本発明の第３実施形態に係り、給電機器及び電子機器の夫々に入力受付部が設けられている様子を示す図である。

[図47]は、本発明の第３実施形態に係り、互いに接続されたコンピュータ装置及び給電機器の外観図である。

[図48]は、本発明の第３実施形態に係るコンピュータ装置の概略内部ブロック図である。

[図49]（ａ）及び（ｂ）は、本発明の第３実施形態にて利用される第１及び第２テスト形態の説明図である。

[図50]は、本発明の第３実施形態に係り、キャンセル用コンデンサの静電容量値を調整する処理のフローチャートである。

[図51]は、受電側共振回路とキャンセル回路との関係例を示す図である。

[図52]は、受電側コイルを形成する巻線とキャンセル用コイルを形成する巻線との具体的な関係例を示す図である。

[図53]は、受電側コイル及びキャンセル用コイルをパターンコイルとして形成するときの、それらの配置関係例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0022] 以下、本発明の実施形態の例を、図面を参照して具体的に説明する。参照される各図において、同一の部分には同一の符号を付し、同一の部分に関する重複する説明を原則として省略する。尚、本明細書では、記述の簡略化上、情報、信号、物理量、状態量又は部材等を参照する記号又は符号を記すことによって、該記号又は符号に対応する情報、信号、物理量、状態量又は部材等の名称を省略又は略記することがある。また、後述の任意のフローチャートにおいて、任意の複数のステップにおける複数の処理は、処理内容に矛盾が生じない範囲で、任意に実行順序を変更できる又は並列に実行できる。

[0023] ＜＜第１実施形態＞＞

本発明の第１実施形態を説明する。図１（ａ）及び（ｂ）は、本発明の第１実施形態に係る給電機器１及び電子機器２の概略外観図である。但し、図１（ａ）は、給電機器１及び電子機器２が離間状態にあるときのそれらの外観図であり、図１（ｂ）は、給電機器１及び電子機器２が基準配置状態にあるときのそれらの外観図である。離間状態及び基準配置状態の意義については後に詳説する。給電機器１及び電子機器２によって非接触給電システムが形成される。給電機器１は、商用交流電力を受けるための電源プラグ１１と

、樹脂材料にて形成された給電台１２と、を備える。

[0024] 図２に、給電機器１と電子機器２の概略内部構成図を示す。給電機器１は、電源プラグ１１を介して入力された商用交流電圧から所定の電圧値を有する直流電圧を生成して出力するＡＣ／ＤＣ変換部１３と、ＡＣ／ＤＣ変換部１３の出力電圧を用いて駆動する集積回路である送電側ＩＣ１００（以下、ＩＣ１００とも言う）と、ＩＣ１００に接続された送電側共振回路ＴＴ（以下、共振回路ＴＴとも言う）と、を備える。ＡＣ／ＤＣ変換部１３、送電側ＩＣ１００及び共振回路ＴＴを、給電台１２内に配置しておくことができる。ＡＣ／ＤＣ変換部１３の出力電圧を用いて駆動する回路が、ＩＣ１００以外にも、給電機器１に設けられうる。

[0025] 電子機器２は、集積回路である受電側ＩＣ２００（以下、ＩＣ２００とも言う）と、ＩＣ２００に接続された受電側共振回路ＲＲ（以下、共振回路ＲＲとも言う）と、二次電池であるバッテリ２１と、バッテリ２１の出力電圧に基づき駆動する機能回路２２と、を備える。詳細は後述するが、ＩＣ２００はバッテリ２１に対して充電電力を供給することができる。ＩＣ２００は、バッテリ２１の出力電圧にて駆動しても良いし、バッテリ２１以外の電圧源からの電圧に基づき駆動しても良い。或いは、給電機器１から受信したＮＦＣ通信（詳細は後述）のための信号を整流することで得た直流電圧が、ＩＣ２００の駆動電圧となっても良い。この場合、バッテリ２１の残容量が無くなってもＩＣ２００は駆動可能となる。

[0026] 電子機器２は、任意の電子機器であって良く、例えば、携帯電話機（スマートホンに分類される携帯電話機を含む）、携帯情報端末、タブレット型パーソナルコンピュータ、デジタルカメラ、ＭＰ３プレイヤー、歩数計、又は、Bluetooth（登録商標）ヘッドセットである。機能回路２２は、電子機器２が実現すべき任意の機能を実現する。従って例えば、電子機器２がスマートホンであれば、機能回路２２は、相手側機器との間の通話を実現するための通話処理部、及び、ネットワーク網を介して他機器と情報を送受信するための通信処理部などを含む。或いは例えば、電子機器２がデジタルカメラであ

れば、機能回路２２は、撮像素子を駆動する駆動回路、撮像素子の出力信号から画像データを生成する画像処理回路などを含む。機能回路２２は、電子機器２の外部装置に設けられる回路であると考えても良い。

[0027] 図３に示す如く、共振回路ＴＴは、送電側コイルであるコイル$Ｔ_Ｌ$と送電側コンデンサであるコンデンサ$Ｔ_Ｃ$とを有し、共振回路ＲＲは、受電側コイルであるコイル$Ｒ_Ｌ$と受電側コンデンサであるコンデンサ$Ｒ_Ｃ$とを有する。以下では、説明の具体化のため、特に記述無き限り、送電側コイル$Ｔ_Ｌ$及び送電側コンデンサ$Ｔ_Ｃ$が互いに並列接続されることで共振回路ＴＴが並列共振回路として形成され、且つ、受電側コイル$Ｒ_Ｌ$及び受電側コンデンサ$Ｒ_Ｃ$が互いに並列接続されることで共振回路ＲＲが並列共振回路として形成されているものとする。但し、送電側コイル$Ｔ_Ｌ$及び送電側コンデンサ$Ｔ_Ｃ$が互いに直列接続されることで共振回路ＴＴが直列共振回路として形成されていても良いし、受電側コイル$Ｒ_Ｌ$及び受電側コンデンサ$Ｒ_Ｃ$が互いに直列接続されることで共振回路ＲＲが直列共振回路として形成されていても良い。

[0028] 図１（ｂ）に示す如く、電子機器２を給電台１２上の所定領域内に載置したとき、磁界共鳴方式にて（即ち、磁界共鳴を利用して）、機器１及び２間における通信、送電及び受電が可能となる。磁界共鳴は、磁界共振などとも呼ばれる。

[0029] 機器１及び２間における通信は、ＮＦＣ（Near field communication）による無線通信（以下、ＮＦＣ通信と呼ぶ）であり、通信の搬送波の周波数は１３．５６ＭＨｚ（メガヘルツ）である。以下では、１３．５６ＭＨｚを基準周波数と呼ぶ。機器１及び２間におけるＮＦＣ通信は、共振回路ＴＴ及びＲＲを利用した磁界共鳴方式で行われるため、共振回路ＴＴ及びＲＲの共振周波数は、共に、基準周波数に設定されている。即ち、送電側コイル$Ｔ_Ｌ$のインダクタンス値及び送電側コンデンサ$Ｔ_Ｃ$の静電容量値にて定まる共振回路ＴＴの共振周波数並びに受電側コイル$Ｒ_Ｌ$のインダクタンス値及び受電側コンデンサ$Ｒ_Ｃ$の静電容量値にて定まる共振回路ＲＲの共振周波数は、基準周波数と一致する。但し、後述されるように、共振回路ＲＲの共振周波数は、一時

的に基準周波数から変更され得る。

[0030] 機器１及び２間における送電及び受電は、給電機器１から電子機器２に対するＮＦＣによる送電と、電子機器２におけるＮＦＣによる受電である。この送電と受電をまとめてＮＦＣ電力伝送又は単に電力伝送と称する。磁界共鳴方式によりコイルT_LからコイルR_Lに対して電力を伝達することで、電力伝送が非接触で実現される。

[0031] 磁界共鳴を利用した電力伝送では、送電側コイルT_Lに交流電流を流すことで送電側コイルT_Lに基準周波数の交番磁界を発生させる。すると、この交番磁界が、基準周波数で共鳴（換言すれば共振）する共振回路ＲＲに伝わって受電側コイルR_Lに交流電流が流れる。つまり、送電側コイルT_Lを含む共振回路ＴＴから受電側コイルR_Lを含む共振回路ＲＲへ電力が伝達される。尚、以下では、記述が省略されることがあるが、ＮＦＣ通信又は電力伝送においてコイルT_L又はコイルR_Lにより発生する磁界は、特に記述無き限り、基準周波数で振動する交番磁界である。

[0032] 電子機器２が給電台１２上の所定の送電領域内に載置され（給電機器１と電子機器２が所定位置関係にあり）、上述のＮＦＣ通信及び電力伝送が実現できる状態を、基準配置状態と呼ぶ（図１（ｂ）参照）。一方、電子機器２が給電台１２から十分に離れていて上述のＮＦＣ通信及び電力伝送を実現できない状態を、離間状態と呼ぶ（図１（ａ）参照）。尚、図１（ａ）に示す給電台１２では、表面が平らになっているが、載置されるべき電子機器２の形状に合わせた窪み等が給電台１２に形成されていても構わない。基準配置状態は、給電機器１及び電子機器２間における電力の送受電が可能な所定の送電領域（換言すれば、送電及び受電を行うための領域）に電子機器２が存在している状態に属し、且つ、離間状態は、該送電領域に電子機器２が存在していない状態に属すると解して良い。

[0033] 図４に、ＩＣ１００の内部ブロック図を含む、給電機器１の一部の構成図を示す。ＩＣ１００には、符号１１０、１２０、１３０、１４０、１５０及び１６０によって参照される各部位が設けられる。図５に、ＩＣ２００の内

部ブロック図を含む、電子機器２の一部の構成図を示す。ＩＣ２００には、符号２１０、２２０、２３０、２４０及び２５０によって参照される各部位が設けられる。また、ＩＣ２００に対し、ＩＣ２００の駆動電圧を出力するコンデンサ２３を接続しておいても良い。コンデンサ２３は、給電機器１から受信したＮＦＣ通信のための信号を整流することで得た直流電圧を出力可能である。

[0034] 切り替え回路１１０は、制御回路１６０の制御の下、ＮＦＣ通信回路１２０及びＮＦＣ送電回路１３０のどちらかを共振回路ＴＴに接続させる。共振回路ＴＴと回路１２０及び１３０との間に介在する複数のスイッチにて、切り替え回路１１０を構成することができる。本明細書にて述べる任意のスイッチは、電界効果トランジスタ等の半導体スイッチング素子を用いて形成されて良い。

[0035] 切り替え回路２１０は、制御回路２５０の制御の下、共振回路ＲＲをＮＦＣ通信回路２２０及びＮＦＣ受電回路２３０のどちらかに接続させる。共振回路ＲＲと回路２２０及び２３０との間に介在する複数のスイッチにて、切り替え回路２１０を構成することができる。

[0036] 共振回路ＴＴが切り替え回路１１０を介してＮＦＣ通信回路１２０に接続され、且つ、共振回路ＲＲが切り替え回路２１０を介してＮＦＣ通信回路２２０に接続されている状態を、通信用接続状態と呼ぶ。通信用接続状態にてＮＦＣ通信が可能となる。通信用接続状態において、ＮＦＣ通信回路１２０は、基準周波数の交流信号（交流電圧）を共振回路ＴＴに供給することができる。機器１及び２間のＮＦＣ通信は半二重方式で実行される。

[0037] 通信用接続状態において給電機器１が送信側であるとき、ＮＦＣ通信回路１２０が共振回路ＴＴに供給する交流信号に任意の情報信号を重畳させることで、当該情報信号が給電機器側アンテナコイルとしてのコイルT_Lから送信され且つ電子機器側アンテナコイルとしてのコイルR_Lにて受信される。コイルR_Lにて受信された情報信号はＮＦＣ通信回路２２０にて抽出される。通信用接続状態において電子機器２が送信側であるとき、ＮＦＣ通信回路２２０

は、任意の情報信号（応答信号）を共振回路ＲＲのコイル$Ｒ_Ｌ$から共振回路ＴＴのコイル$Ｔ_Ｌ$に送信できる。この送信は、周知の如く、ＩＳＯ規格（例えばＩＳＯ１４４４３規格）に基づき、コイル$Ｔ_Ｌ$（給電機器側アンテナコイル）から見たコイル$Ｒ_Ｌ$（電子機器側アンテナコイル）のインピーダンスを変化させる負荷変調方式にて実現される。電子機器２から伝達された情報信号はＮＦＣ通信回路１２０にて抽出される。

[0038] 共振回路ＴＴが切り替え回路１１０を介してＮＦＣ送電回路１３０に接続され、且つ、共振回路ＲＲが切り替え回路２１０を介してＮＦＣ受電回路２３０に接続されている状態を、給電用接続状態と呼ぶ。

[0039] 給電用接続状態において、ＮＦＣ送電回路１３０は送電動作を行うことができ、ＮＦＣ受電回路２３０は受電動作を行うことができる。送電動作と受電動作にて電力伝送が実現される。送電動作において、送電回路１３０は、共振回路ＴＴに基準周波数の送電用交流信号（送電用交流電圧）を供給することで送電側コイル$Ｔ_Ｌ$に基準周波数の送電用磁界（送電用交番磁界）を発生させ、これによって、共振回路ＴＴ（送電側コイル$Ｔ_Ｌ$）から共振回路ＲＲに対し磁界共鳴方式で電力を送電する。送電動作に基づき受電側コイル$Ｒ_Ｌ$にて受電された電力は受電回路２３０に送られ、受電動作において、受電回路２３０は、受電した電力から任意の直流電力を生成して出力する。受電回路２３０の出力電力にてバッテリ２１を充電することができる。

[0040] 通信用接続状態にてＮＦＣ通信を行う場合も、コイル$Ｔ_Ｌ$又は$Ｒ_Ｌ$にて磁界が発生するが、ＮＦＣ通信における磁界強度は、所定の範囲内に収まる。その範囲の下限値及び上限値は、ＮＦＣの規格で定められ、夫々、１．５Ａ／ｍ、７．５Ａ／ｍである。これに対し、電力伝送（即ち送電動作）において送電側コイル$Ｔ_Ｌ$にて発生する磁界の強度（送電用磁界の磁界強度）は、上記の上限値より大きく、例えば４５～６０Ａ／ｍ程度である。機器１及び２を含む非接触給電システムにおいて、ＮＦＣ通信及び電力伝送（ＮＦＣ電力伝送）を交互に行うことができ、その時の磁界強度の様子を図６に示す。

[0041] 負荷検出回路１４０は、送電側コイル$Ｔ_Ｌ$の負荷の大きさ、即ち、送電回路

１３０から送電側コイルT_Lに交流信号が供給されるときにおける送電側コイルT_Lにとっての負荷の大きさを検出する。図７に、給電用接続状態における送電回路１３０と負荷検出回路１４０と共振回路ＴＴとの関係を示す。尚、図７では、切り替え回路１１０の図示が省略されている。

[0042] 送電回路１３０は、基準周波数の正弦波信号を生成する信号生成器１３１と、信号生成器１３１にて生成された正弦波信号を増幅し、増幅した正弦波信号をライン１３４の電位を基準としてライン１３４及び１３５間に出力する増幅器（パワーアンプ）１３２と、コンデンサ１３３とを備える。一方、負荷検出回路１４０は、センス抵抗１４１、包絡線検波器１４２、増幅器１４３及びＡ／Ｄ変換器１４４を備える。信号生成器１３１が生成する正弦波信号の信号強度は一定値に固定されているが、増幅器１３２の増幅率は制御回路１６０により可変設定される。

[0043] コンデンサ１３３の一端はライン１３５に接続される。給電用接続状態において、コンデンサ１３３の他端はコンデンサT_C及びコイルT_Lの各一端に共通接続され、且つ、コイルT_Lの他端はセンス抵抗１４１を介してライン１３４及びコンデンサT_Cの他端に共通接続される。

[0044] 送電動作は、増幅器１３２からコンデンサ１３３を介し共振回路ＴＴに交流信号（送電用交流電圧）を供給することで実現される。給電用接続状態において、増幅器１３２からの交流信号が共振回路ＴＴに供給されると送電側コイルT_Lに基準周波数の交流電流が流れ、結果、センス抵抗１４１に交流の電圧降下が発生する。図８の実線波形は、センス抵抗１４１における電圧降下の電圧波形である。共振回路ＴＴに関し、送電側コイルT_Lの発生磁界強度が一定の下、電子機器２を給電台１２に近づけると、送電側コイルT_Lの発生磁界に基づく電流が受電側コイルR_Lに流れる一方で、受電側コイルR_Lに流れた電流に基づく逆起電力が送電側コイルT_Lに発生し、その逆起電力は送電側コイルT_Lに流れる電流を低減するように作用する。このため、図８に示す如く、基準配置状態におけるセンス抵抗１４１の電圧降下の振幅は、離間状態におけるそれよりも小さい。

[0045] 包絡線検波器１４２は、センス抵抗１４１における電圧降下の信号の包絡線を検波することで、図８の電圧ｖに比例するアナログの電圧信号を出力する。増幅器１４３は、包絡線検波器１４２の出力信号を増幅して出力する。Ａ／Ｄ変換器１４４は、増幅器１４３の出力電圧信号をデジタル信号に変換することでデジタルの電圧値$Ｖ_{D}$を出力する。上述の説明から理解されるように、電圧値$Ｖ_{D}$は、センス抵抗１４１に流れる電流の振幅（従って、送電側コイル$Ｔ_{L}$に流れる電流の振幅）に比例する値を持つ（当該振幅の増大に伴って電圧値$Ｖ_{D}$も増大する）。故に、負荷検出回路１４０は、送電側コイル$Ｔ_{L}$に流れる電流の振幅を検出する電流振幅検出回路であるとも言え、その振幅検出値が電圧値$Ｖ_{D}$であると考えることができる。尚、包絡線検波器１４２を増幅器１４３の後段に設けるようにしても良い。但し、図７に示す如く、包絡線検波器１４２を増幅器１４３の前段に設けた方が、高周波への応答性能がより低いものを増幅器１４３として採用可能となり有利である。

[0046] 磁界を発生させる送電側コイル$Ｔ_{L}$にとって、受電側コイル$Ｒ_{L}$のような、送電側コイル$Ｔ_{L}$と磁気結合するコイルは、負荷であると考えることができ、その負荷の大きさに依存して、負荷検出回路１４０の検出値である電圧値$Ｖ_{D}$が変化する。このため、負荷検出回路１４０は電圧値$Ｖ_{D}$の出力によって負荷の大きさを検出している、と考えることもできる。ここにおける負荷の大きさとは、送電の際における送電側コイル$Ｔ_{L}$にとっての負荷の大きさとも言えるし、送電の際における給電装置１から見た電子機器２の負荷としての大きさとも言える。尚、センス抵抗１４１はＩＣ１００の内部に設けられても良いし、ＩＣ１００の外部に設けられても良い。

[0047] メモリ１５０（図４参照）は、不揮発性メモリから成り、任意の情報を不揮発的に記憶する。制御回路１６０は、ＩＣ１００内の各部位の動作を統括的に制御する。制御回路１６０が行う制御には、例えば、切り替え回路１１０の切り替え動作の制御、通信回路１２０及び送電回路１３０による通信動作及び送電動作の内容制御及び実行有無制御、負荷検出回路１４０の動作制御、メモリ１５０の記憶制御及び読み出し制御が含まれる。制御回路１６０

は、タイマ（不図示）を内蔵しており任意のタイミング間の時間長さを計測できる。

[0048] 電子機器２における共振状態変更回路２４０（図５参照）は、共振回路ＲＲの共振周波数を基準周波数から他の所定周波数f_Mに変更可能な共振周波数変更回路、又は、共振回路ＲＲにおける受電側コイルR_Lを短絡可能なコイル短絡回路である。

[0049] 図９の共振周波数変更回路２４０Ａは、共振状態変更回路２４０としての共振周波数変更回路の例である。共振周波数変更回路２４０Ａは、コンデンサ２４１とスイッチ２４２の直列回路から成り、該直列回路の一端はコンデンサR_C及びコイルR_Lの各一端に共通接続される一方、該直列回路の他端はコンデンサR_C及びコイルR_Lの各他端に共通接続される。スイッチ２４２は、制御回路２５０の制御の下、オン又はオフとなる。スイッチ２４２がオフのとき、コンデンサ２４１はコンデンサR_C及びコイルR_Lから切り離されるため、共振回路ＲＲは、寄生インダクタンス及び寄生容量を無視すれば、コイルR_L及びコンデンサR_Cのみで形成されて、共振回路ＲＲの共振周波数は基準周波数と一致する。即ち、スイッチ２４２がオフのとき、共振回路ＲＲの共振周波数を決定する受電側容量は、コンデンサR_Cそのものである。スイッチ２４２がオンのとき、コンデンサR_Cにコンデンサ２４１が並列接続されることになるため、共振回路ＲＲはコイルR_LとコンデンサR_C及び２４１の合成容量とで形成され、結果、共振回路ＲＲの共振周波数は基準周波数よりも低い周波数f_Mとなる。即ち、スイッチ２４２がオンのとき、共振回路ＲＲの共振周波数を決定する受電側容量は、上記の合成容量である。ここでは、スイッチ２４２がオンのとき共振回路ＲＲが送電側コイルT_Lの負荷として機能しない程度に（即ち、共振回路ＴＴ及びＲＲ間で磁気共鳴が十分に発生しない程度に）、周波数f_Mが基準周波数から離れているものとする。例えば、スイッチ２４２のオンのときにおける共振回路ＲＲの共振周波数（即ち周波数f_M）は、数１００ｋＨｚ～１ＭＨｚとされる。

[0050] 共振回路ＲＲの共振周波数を周波数f_Mに変更できる限り、変更回路２４０

としての共振周波数変更回路は共振周波数変更回路２４０Ａに限定されず、周波数f_Mは基準周波数より高くても良い。例えば、共振周波数変更回路はコイルR_L及びコンデンサR_Cを接続する電流ループ上に直列に挿入されたスイッチのオン、オフによって、コイルR_L及びコンデンサR_C間の接続、非接続を切り替える回路であっても良い（非接続とされた場合、コイルR_Lと配線の寄生容量等とで共振回路ＲＲの共振周波数（＞＞基準周波数）が定まる）。つまり、受電側共振回路ＲＲが直列共振回路でありうることをも考慮すれば、以下のことが言える。受電側共振回路ＲＲは受電側コイル（R_L）と受電側容量の並列回路又は直列回路を有し、受電側容量が所定の基準容量と一致しているとき、受電側共振回路ＲＲの共振周波数f_Oは基準周波数と一致する。共振周波数変更回路は、必要なタイミングにおいて、受電側容量を基準容量から増加又は減少させる。これにより、受電側共振回路ＲＲにおいて、受電側コイル（R_L）と、基準容量より大きい又は小さい受電側容量とで、並列回路又は直列回路が形成され、結果、受電側共振回路ＲＲの共振周波数f_Oが基準周波数から変更される。

[0051] 図１０のコイル短絡回路２４０Ｂは、共振状態変更回路２４０としてのコイル短絡回路の例である。コイル短絡回路２４０Ｂは、共振回路ＲＲにおけるコンデンサR_Cの一端及びコイルR_Lの一端が共通接続されるノードと、共振回路ＲＲにおけるコンデンサR_Cの他端及びコイルR_Lの他端が共通接続されるノードとの間に接続（挿入）されたスイッチ２４３から成る。スイッチ２４３は、制御回路２５０の制御の下、オン又はオフとなる。スイッチ２４３がオンとなると共振回路ＲＲにおけるコイルR_Lが短絡される（より詳細にはコイルR_Lの両端が短絡される）。受電側コイルR_Lが短絡された状態では受電側共振回路ＲＲが存在しなくなる（受電側共振回路ＲＲが存在しない状態と等価な状態となる）。従って、受電側コイルR_Lの短絡中では、送電側コイルT_Lにとっての負荷が十分に軽くなる（即ち、あたかも、給電台１２上に電子機器２が存在しないかのような状態となる）。受電側コイルR_Lを短絡できる限り、変更回路２４０としてのコイル短絡回路はコイル短絡回路２４０

Ｂに限定されない。

[0052] 以下では、受電側共振回路ＲＲの共振周波数f_Oを基準周波数から所定周波数f_Mに変更する動作を、共振周波数変更動作と呼び、コイル短絡回路を用いて受電側コイルR_Lを短絡する動作を、コイル短絡動作と呼ぶ。また、記述の簡略化上、共振周波数変更動作又はコイル短絡動作をf_O変更／短絡動作と称することがある。

[0053] 制御回路２５０（図５参照）は、ＩＣ２００内の各部位の動作を統括的に制御する。制御回路２５０が行う制御には、例えば、切り替え回路２１０の切り替え動作の制御、通信回路２２０及び受電回路２３０による通信動作及び受電動作の内容制御及び実行有無制御、変更回路２４０の動作制御が含まれる。制御回路２５０は、タイマ（不図示）を内蔵しており任意のタイミング間の時間長さを計測できる。例えば、制御回路２５０におけるタイマは、f_O変更／短絡動作による共振周波数f_Oの所定周波数f_Mへの変更又は受電側コイルR_Lの短絡が維持される時間の計測（即ち後述の時間T_Mの計測；図１９のステップＳ２０７参照）を行うことできる。

[0054] ところで、給電機器１の制御回路１６０は、給電台１２上における異物の存否を判断し、異物が無い場合にのみ送電動作を行うよう送電回路１３０を制御できる。本実施形態における異物は、電子機器２及び電子機器２の構成要素（受電側コイルR_Lなど）と異なり、給電機器１に近づいたときに、送電側コイルT_Lの発生磁界に基づいて電流（異物内での電流）を発生させられる物体を含む。本実施形態において、異物の存在とは、送電側コイルT_Lの発生磁界に基づく、無視できない程度の電流が異物内で流れるような位置に異物が存在することを意味する、と解して良い。尚、送電側コイルT_Lの発生磁界に基づき異物内で流れることになった電流は、異物に対向、結合するコイル（T_LやR_L）に起電力（又は逆起電力）を発生させるため、そのコイルを含む回路の特性に無視できない影響を与えうる。

[0055] 図１１（ａ）に、異物の一種である異物３の概略外形図を示し、図１１（ｂ）に異物３の概略内部構成図を示す。異物３は、コイルJ_L及びコンデンサ

J_Cの並列回路から成る共振回路ＪＪと、共振回路ＪＪに接続された異物内回路３００と、を備える。共振回路ＪＪの共振周波数は基準周波数に設定されている。異物３は、電子機器２とは異なり、給電機器１に対応しない機器である。例えば、異物３は、ＮＦＣ通信に応答しない１３．５６ＭＨｚのアンテナコイル（コイルJ_L）を持つ無線ＩＣタグを有した物体（非接触ＩＣカード等）である。また例えば、異物３は、ＮＦＣ通信機能自体は有しているものの、その機能が無効とされている電子機器である。例えば、ＮＦＣ通信機能を有するスマートホンではあるが、ソフトウェア設定で当該機能をオフにされているスマートホンは、異物３となりうる。また、ＮＦＣ通信機能が有効となっているスマートホンでも、受電機能を持たないスマートホンも異物３に分類される。

[0056] このような異物３が給電台１２上に配置されている状態において、仮に、給電機器１が送電動作を行うと、送電側コイルT_Lが発生した強磁界（例えば、１２Ａ／ｍ以上の磁界強度を持つ磁界）にて異物３が破壊されることがある。例えば、送電動作時における強磁界は、給電台１２上の異物３のコイルJ_Lの端子電圧を１００Ｖ～２００Ｖまで増大させることもあり、そのような高電圧に耐えられるように異物３が形成されていなければ、異物３が破壊される。

[0057] ［ｐＦＯＤ処理（電力伝送前のｐＦＯＤ処理）］

図１２を参照し、異物の存否を検出するための異物検出処理を説明する。図１２は、電力伝送前に給電機器１により実行される異物検出処理（以下、ｐＦＯＤ処理という）のフローチャートである。

[0058] ｐＦＯＤ処理の実行時には、送電回路１３０が共振回路ＴＴに接続される。ｐＦＯＤ処理において、制御回路１６０は、まずステップＳ１１にて送電側コイルT_Lによる磁界強度Ｈを所定のテスト強度に設定する。磁界強度Ｈは、送電側コイルT_Lの発生磁界強度であって、より詳しくは、送電側コイルT_Lが発生した基準周波数で振動する交番磁界の磁界強度を指す。磁界強度Ｈをテスト強度に設定するとは、所定のテスト用交流信号（テスト用交流電圧）

が共振回路ＴＴに供給されるように送電回路１３０を制御することで、テスト強度を有し且つ基準周波数で振動する交番磁界であるテスト磁界を送電側コイル$Ｔ_{L}$に発生させることを指す。テスト磁界の磁界強度であるテスト強度は、電力伝送（即ち送電動作）における送電側コイル$Ｔ_{L}$の発生磁界強度（即ち送電用磁界の磁界強度；例えば、４５～６０Ａ／ｍ）よりも相当に小さく、通信用磁界強度の下限値“１．５Ａ／ｍ”から上限値“７．５Ａ／ｍ”までの範囲内に収まる。故に、テスト磁界によって異物３が破損等するおそれは無い又は少ない。制御回路１６０は、増幅器１３２（図７参照）の増幅率を制御することで磁界強度Ｈを可変設定することができる。テスト磁界を発生させる場合には所定のテスト用交流電圧が共振回路ＴＴに供給及び印加されるように、且つ、送電用磁界を発生させる場合にはテスト用交流電圧よりも大きな振幅を有する所定の送電用交流電圧が共振回路ＴＴに供給及び印加されるように、増幅器１３２の増幅率を制御すれば良い。

[0059] ステップＳ１１に続くステップＳ１２において、制御回路１６０は、負荷検出回路１４０を用い、テスト磁界を発生させているときの電圧値$Ｖ_{D}$を電流振幅検出値$Ｖ_{pFOD}$として取得する。電流振幅検出値$Ｖ_{pFOD}$は、テスト磁界を送電側コイル$Ｔ_{L}$に発生させているときの、送電側コイル$Ｔ_{L}$に流れる電流の振幅に応じた値を持つ。尚、ｐＦＯＤ処理が実行される期間中には、ＮＦＣ通信を介した給電機器１からの指示に従い電子機器２において$ｆ_{O}$変更／短絡動作（共振周波数変更動作又はコイル短絡動作）が実行されている。故に、共振回路ＲＲ（受電側コイル$Ｒ_{L}$）は実質的に送電側コイル$Ｔ_{L}$の負荷として機能せず、電流振幅検出値$Ｖ_{pFOD}$の減少を全く又は殆どもたらさない。

[0060] ステップＳ１２に続くステップＳ１３において、制御回路１６０は、電流振幅検出値$Ｖ_{pFOD}$が所定のｐＦＯＤ正常範囲内に収まるか否かを判断する。そして、電流振幅検出値$Ｖ_{pFOD}$がｐＦＯＤ正常範囲内に収まる場合、制御回路１６０は、異物３が給電台１２上に存在していないと判定する（ステップＳ１４）。この判定を異物無判定と称する。一方、電流振幅検出値$Ｖ_{pFOD}$がｐＦＯＤ正常範囲を逸脱する場合、制御回路１６０は、異物３が給電台１２

上に存在していると判定する（ステップＳ１５）。この判定を異物有判定と称する。制御回路１６０は、異物無判定を成した場合、送電回路１３０による送電動作の実行が可能であると判断して送電動作の実行（共振回路ＴＴを用いた送電）を許可し、異物有判定を成した場合、送電回路１３０による送電動作の実行が不可であると判断して送電動作の実行を禁止する。送電動作が実行可能と判断したとき、送電動作において、制御回路１６０は、所定の送電用磁界が送電側コイルT_Lにて発生されるよう送電回路１３０を制御することができる。

[0061] ｐＦＯＤ正常範囲は、所定の下限値V_{pREFL}以上且つ所定の上限値V_{pREFH}以下の範囲である（$0<V_{pREFL}<V_{pREFH}$）。故に、判定不等式“$V_{pREFL}\leqq V_{pFOD}\leqq V_{pREFH}$”が満たされる場合には異物無判定が成され、そうでない場合には異物有判定が成される。

[0062] ｐＦＯＤ処理の実行時において、給電台１２上に異物３が存在している場合、異物３の共振回路ＪＪ（コイルJ_L）が送電側コイルT_Lの負荷として機能し、結果、給電台１２上に異物３が存在しない場合と比べて、電流振幅検出値V_{pFOD}の減少がみられる。

[0063] また、異物として、異物３と異なる異物３ａ（不図示）も考えられる。異物３ａは、例えば、アルミニウムを含んで形成された金属体（アルミニウム箔やアルミニウム板）や銅を含んで形成された金属体である。ｐＦＯＤ処理の実行時において、給電台１２上に異物３ａが存在している場合、給電台１２上に異物３ａが存在しない場合と比べて、電気的及び磁気的な作用により、電流振幅検出値V_{pFOD}の増大がみられる。

[0064] 電力伝送の実行前において、給電台１２上に異物３が存在している場合には電流振幅検出値V_{pFOD}が下限値V_{pREFL}を下回るように、且つ、給電台１２上に異物３ａが存在している場合には電流振幅検出値V_{pFOD}が上限値V_{pREFH}を上回るように、且つ、給電台１２上に異物（３又は３ａ）が存在していない場合には電流振幅検出値V_{pFOD}がｐＦＯＤ正常範囲内に収まるように、実験等を介して、下限値V_{pREFL}及び上限値V_{pREFH}が予め設定されてメモリ

１５０に記憶されている。

[0065] 尚、給電台１２上に異物３ａが存在する状態で送電用磁界を発生させると、異物３ａにて電力が吸収され、異物３ａが発熱するおそれがある。本実施形態では、電力伝送の搬送波周波数としての基準周波数が１３．５６ＭＨｚであることを想定しているため、そのような発熱のおそれは十分に少ないとも言える。故に、異物３ａの存在を考慮することなく、電流振幅検出値V_{pFOD}が下限値V_{pREFL}を下回った場合に限って異物有判定を行い、電流振幅検出値V_{pFOD}が下限値V_{pREFL}以上であれば常に異物無判定を行うようにしてもよい（即ち上限値V_{pREFH}を撤廃しても良い）。しかしながら、本実施形態に係る発明において基準周波数は１３．５６ＭＨｚに限定されず、基準周波数を例えば数１００ｋＨｚ程度にした場合には、異物３ａの発熱のおそれが高くなるため、下限値V_{pREFL}だけでなく上限値V_{pREFH}をｐＦＯＤ正常範囲に定める、上述の方法の採用が望ましい。

[0066] 下限値V_{pREFL}の決定方法について説明を加えておく。下限値V_{pREFL}は初期設定処理にて決定される。図１３は、初期設定処理の動作フローチャートである。初期設定処理は、以下の初期設定環境の下でＩＣ１００により実行される。初期設定環境では、送電側コイルT_Lに対する負荷が全く無く又は無視できる程度に小さく、送電側コイルT_Lの発生磁界により電流を生じさせられる物体（送電側コイルT_Lに磁気結合するコイルを含む）が、給電機器１の構成部品を除いて存在しない。図１（ａ）の離間状態は、初期設定環境を満たすと考えても良い。初期設定環境の確保を担保すべく、例えば、給電機器１の製造時又は出荷時などにおいて初期設定処理を行うようにしても良い。但し、初期設定環境を確保できるのであれば、任意のタイミングで初期設定処理を行うことができる。

[0067] 初期設定処理の実行時には送電回路１３０が共振回路ＴＴに接続される。そして、ステップＳ２１にて送電側コイルT_Lによる磁界強度Ｈを所定のテスト強度に設定し、続くステップＳ２２にて、その設定状態でＡ／Ｄ変換器１４４から取得される電圧値V_Dを電圧値V_{DO}として得る。その後のステップＳ

２３において、電圧値V_{DO}に基づく下限値V_{pREFL}をメモリ１５０に記憶させる。下限値V_{pREFL}は、異物３の存在下においてのみｐＦＯＤ処理にて異物有判定が成されるよう、電圧値V_{DO}よりも低い値に設定される。例えば、“$V_{pREFL}=V_{DO}-\Delta V$”、又は、“$V_{pREFL}=V_{DO}\times k$”とすると良い。ΔＶは、所定の正の微小値である（但し、ΔＶ＝０とすることも可能）。ｋは、１未満の正の所定値を有する係数である。尚、初期設定環境下において磁界強度Ｈを所定のテスト強度に設定したときに得られるであろう電圧値V_Dを、設計段階で見積もることができる。この見積によって導出された値に基づき、初期設定処理を行うことなく、下限値V_{pREFL}を決定してメモリ１５０に記憶させるようにしても良い。

[0068] 図１４（ａ）～図１４（ｄ）を参照して、異物３の検出に関する第１～第４ケースを考える。第１ケースでは、給電台１２上に電子機器２のみが存在している。第２ケースでは、給電台１２上に電子機器２及び異物３が存在している。第３ケースでは、給電台１２上に異物３のみが存在している。第４ケースでは、給電台１２上に電子機器２も異物３も存在していない。

[0069] 上述したように、ｐＦＯＤ処理が実行される期間中には電子機器２においてf_O変更／短絡動作が実行されているため、第１ケースでは、送電側コイルT_Lにとっての負荷が十分に軽くなり（即ち、あたかも、給電台１２上に電子機器２が存在しないかのような状態となり）、電流振幅検出値V_{pFOD}が十分に大きくなって異物無判定が成される。一方、第２ケースでは、共振回路ＲＲの共振周波数が上記周波数f_Mへと変更されるものの又は受電側コイルR_Lが短絡されるものの、異物３は送電側コイルT_Lの負荷として存在し続けるため（異物３の共振回路ＪＪの共振周波数は基準周波数のままであるため）、電流振幅検出値V_{pFOD}が十分に小さくなって異物有判定が成される。

[0070] 第３及び第４ケースでは、ＮＦＣ通信に応答する電子機器２が給電台１２上に存在しないため、そもそも送電動作は不要であり、従ってｐＦＯＤ処理自体が実行されない。給電機器１は、ＮＦＣ通信により、電力伝送に対応可能な電子機器２が給電台１２上に存在しているか否かを判断できる。尚、異

物３が給電台１２上に存在する状態は、異物３が給電台１２に直接接触している状態に限定されない。例えば、図１５に示す如く、給電台１２上に電子機器２が直接接触する形で存在し且つ電子機器２の上に異物３が存在しているような状態も、異物有判定が成される限り、異物３が給電台１２上に存在する状態に属する。

[0071] ［電力伝送までの信号のやりとり：図１６］

図１６を参照して、電力伝送が行われるまでの機器１及び２間の信号のやりとりを説明する。以下では、特に記述無き限り、電子機器２が基準配置状態（図１（ｂ））にて給電台１２上に存在していることを想定する。

[0072] まず、給電機器１が送信側且つ電子機器２が受信側となり、給電機器１（ＩＣ１００）が、ＮＦＣ通信によって、問い合わせ信号５１０を給電台２上の機器（以下、給電対象機器とも言う）に送信する。給電対象機器は、電子機器２を含み、異物３を含みうる。問い合わせ信号５１０は、例えば、給電対象機器の固有識別情報を問い合わせる信号、給電対象機器がＮＦＣ通信を実行可能な状態にあるかを問い合わせる信号、及び、給電対象機器が電力を受け取れるか又は電力の送電を求めているかを問い合わせる信号を含む。

[0073] 問い合わせ信号５１０を受信した電子機器２（ＩＣ２００）は、問い合わせ信号５１０の問い合わせ内容に答える応答信号５２０を、ＮＦＣ通信によって給電機器１に送信する。応答信号５２０を受信した給電機器１（ＩＣ１００）は、応答信号５２０を解析し、給電対象機器がＮＦＣ通信を可能であって且つ電力を受け取れる又は電力の送電を求めている場合に、テスト用要求信号５３０をＮＦＣ通信によって給電対象機器に送信する。テスト用要求信号５３０を受信した給電対象機器としての電子機器２（ＩＣ２００）は、テスト用要求信号５３０に対する応答信号５４０をＮＦＣ通信によって給電機器１に送信してから、速やかに、f_o変更／短絡動作（共振周波数変更動作又はコイル短絡動作）を実行する。テスト用要求信号５３０は、例えば、f_o変更／短絡動作の実行を要求、指示する信号であり、電子機器２の制御回路２５０は、テスト用要求信号５３０の受信を契機としてf_o変更／短絡動作を

共振状態変更回路２４０に実行させる。テスト用要求信号５３０の受信前においてｆ₀変更／短絡動作は非実行とされている。ｆ₀変更／短絡動作の実行の契機となるならばテスト用要求信号５３０はどのような信号でも良く、問い合わせ信号５１０に内包されるものであっても良い。

[0074] 応答信号５４０を受信した給電機器１（ＩＣ１００）は、上述のｐＦＯＤ処理を実行する。ｐＦＯＤ処理の実行期間中、電子機器２（ＩＣ２００）は、ｆ₀変更／短絡動作の実行を継続する。具体的には、電子機器２（ＩＣ２００）は、内蔵タイマを用いて、ｐＦＯＤ処理の実行期間の長さに応じた時間だけｆ₀変更／短絡動作の実行を維持してからｆ₀変更／短絡動作を停止する。

[0075] ｐＦＯＤ処理において、給電台１２上に異物が無いと判断すると、給電機器１（ＩＣ１００）は、認証信号５５０をＮＦＣ通信により給電対象機器に送信する。認証信号５５０は、例えば、これから送電を行うことを給電対象機器に通知する信号を含む。認証信号５５０を受信した電子機器２（ＩＣ２００）は、認証信号５５０に対応する応答信号５６０を、ＮＦＣ通信によって給電機器１に送信する。応答信号５６０は、例えば、認証信号５５０が示す内容を認識したことを通知する信号又は認証信号５５０が示す内容に許可を与える信号を含む。応答信号５６０を受信した給電機器１（ＩＣ１００）は、送電回路１３０を共振回路ＴＴに接続して送電動作を実行し、これにより電力伝送５７０が実現される。

[0076] 図１４（ａ）の第１ケースでは、上記の流れで電力伝送５７０が実行されるが、図１４（ｂ）の第２ケースの場合においては、応答信号５４０の送受信まで処理が進行するものの、ｐＦＯＤ処理において給電台１２上に異物があると判断されるため、電力伝送５７０が実行されない。１回分の電力伝送５７０は所定時間だけ行われるものであっても良く、問い合わせ信号５１０の送信から電力伝送５７０までの一連の処理を、繰り返し実行するようにしても良い。実際には、図１７に示す如く、ＮＦＣ通信とｐＦＯＤ処理と電力伝送（ＮＦＣ電力伝送）とを順番に且つ繰り返し実行することができる。つ

まり、非接触給電システムでは、ＮＦＣ通信を行う動作とｐＦＯＤ処理を行う動作と電力伝送（ＮＦＣ電力伝送）を行う動作とを、時分割で順番に且つ繰り返し行うことができる。

[0077] ［給電機器及び電子機器の動作フローチャート］

次に、給電機器１の動作の流れを説明する。図１８は、給電機器１の動作フローチャートである。通信回路１２０及び送電回路１３０の動作は、制御回路１６０の制御の下で実行される。

[0078] 給電機器１が起動すると、まずステップＳ１０１において、制御回路１６０は、切り替え回路１１０の制御を通じて通信回路１２０を共振回路ＴＴに接続する。続くステップＳ１０２において、制御回路１６０は、通信回路１２０及び共振回路ＴＴを用いたＮＦＣ通信により問い合わせ信号５１０を給電対象機器に送信し、その後、ステップＳ１０３において、応答信号５２０の受信を待機する。通信回路１２０にて応答信号５２０が受信されると、制御回路１６０は、応答信号５２０を解析し、給電対象機器がＮＦＣ通信を可能であって且つ電力を受け取れる又は電力の送電を求めている場合に送電対象があると判断して（ステップＳ１０４のＹ）ステップＳ１０５に進み、そうでない場合（ステップＳ１０４のＮ）、ステップＳ１０２に戻る。

[0079] ステップＳ１０５において、制御回路１６０は、通信回路１２０及び共振回路ＴＴを用いたＮＦＣ通信によりテスト用要求信号５３０を給電対象機器に送信し、その後、ステップＳ１０６において、応答信号５４０の受信を待機する。通信回路１２０にて応答信号５４０が受信されると、ステップＳ１０７において、制御回路１６０は、切り替え回路１１０の制御を通じて送電回路１３０を共振回路ＴＴに接続し、続くステップＳ１０８にて上述のｐＦＯＤ処理を行う。

[0080] ｐＦＯＤ処理の後、ステップＳ１０９にて、制御回路１６０は、切り替え回路１１０の制御を通じて通信回路１２０を共振回路ＴＴに接続し、ステップＳ１１０に進む。ステップＳ１０８のｐＦＯＤ処理にて、異物有判定が成されている場合にはステップＳ１１０からステップＳ１０２に戻るが、異物

無判定が成されている場合にはステップＳ１１０からステップＳ１１１に進む。

[0081] ステップＳ１１１において、制御回路１６０は、通信回路１２０及び共振回路ＴＴを用いたＮＦＣ通信により認証信号５５０を給電対象機器に送信し、その後、ステップＳ１１２において、応答信号５６０の受信を待機する。通信回路１２０にて応答信号５６０が受信されると、ステップＳ１１３において、制御回路１６０は、切り替え回路１１０の制御を通じて送電回路１３０を共振回路ＴＴに接続し、ステップＳ１１４に進む。

[0082] 制御回路１６０は、ステップＳ１１４にて送電許可フラグにＯＮを設定すると共に、送電動作及びｍＦＯＤ処理を開始し、その後、ステップＳ１１５に進む。詳細は後述されるが、ｍＦＯＤ処理によって電力伝送中における異物の存否が検出され、異物が検出された場合に送電許可フラグがＯＦＦとされる。制御回路１６０は、送電動作の開始時点からの経過時間を計測し、ステップＳ１１５において、その経過時間を所定の時間t_A（例えば１０分）と比較すると共に送電許可フラグの状態をチェックする。その経過時間が所定の時間t_Aに達すると、又は、ｍＦＯＤ処理によって送電許可フラグにＯＦＦが設定されると、ステップＳ１１６に進む。ステップＳ１１６において、制御回路１６０は、送電許可フラグをＯＮからＯＦＦに切り替える又は送電許可フラグをＯＦＦに維持すると共に、送電動作及びｍＦＯＤ処理を停止させ、その後ステップＳ１０１に戻る。

[0083] 次に、電子機器２の動作の流れを説明する。図１９は、電子機器２の動作フローチャートであり、ステップＳ２０１から始まる処理は、図１８に示す給電機器１の動作に連動して実行される。通信回路２２０及び受電回路２３０の動作は、制御回路２５０の制御の下で実行される。

[0084] 電子機器２が起動すると、まずステップＳ２０１において、制御回路２５０は、切り替え回路２１０の制御を通じて通信回路２２０を共振回路ＲＲに接続する。電子機器２の起動時においてｆ$_O$変更／短絡動作は非実行とされている。続くステップＳ２０２において、制御回路２５０は、通信回路２２０

を用い、問い合わせ信号５１０の受信を待機する。通信回路２２０にて問い合わせ信号５１０が受信されると、ステップＳ２０３において、制御回路２５０は、問い合わせ信号５１０を解析して応答信号５２０を生成し、通信回路２２０を用いたＮＦＣ通信により応答信号５２０を給電機器１に送信する。このとき、制御回路２５０は、バッテリ２１の状態を確認し、バッテリ２１が満充電状態でなく且つバッテリ２１に異常が認められなければ、電力を受け取れる又は電力の送電を求める信号を応答信号５２０に含める。一方、バッテリ２１が満充電状態あれば又はバッテリ２１に異常が認められれば、電力を受け取れない旨の信号を応答信号５２０に含める。

[0085] その後のステップＳ２０４においてテスト用要求信号５３０が通信回路２２０にて受信されると、ステップＳ２０５に進む。ステップＳ２０５において、制御回路２５０は、通信回路２２０を用いたＮＦＣ通信により応答信号５４０を給電機器１に送信し、続くステップＳ２０６にて共振状態変更回路２４０を用いてf_O変更／短絡動作を実行する。即ち、共振周波数f_Oを基準周波数から周波数f_Mに変更する又は受電側コイルR_Lを短絡する。制御回路２５０は、f_O変更／短絡動作の実行を開始してからの経過時間を計測し（ステップＳ２０７）、その経過時間が所定時間t_Mに達するとf_O変更／短絡動作を停止する（ステップＳ２０８）。即ち、共振周波数f_Oを基準周波数に戻す又は受電側コイルR_Lの短絡を解消する。その後、ステップＳ２０９に進む。給電機器１にてｐＦＯＤ処理が実行されている期間（即ちテスト磁界が発生されている期間）中、f_O変更／短絡動作の実行が維持され、その期間が終了すると速やかにf_O変更／短絡動作が停止されるように時間t_Mが予め設定されている。テスト用要求信号５３０の中で時間t_Mが指定されていても良い。

[0086] ステップＳ２０９において、制御回路２５０は、通信回路２２０を用い、認証信号５５０の受信を待機する。通信回路２２０にて認証信号５５０が受信されると、ステップＳ２１０において、制御回路２５０は、認証信号５５０に対する応答信号５６０を通信回路２２０を用いたＮＦＣ通信により給電

機器１へ送信する。尚、異物が給電台１２上に存在する場合には、認証信号５５０が給電機器１から送信されないので（図１８のステップＳ１１０参照）、ステップＳ２０９にて認証信号５５０が一定時間受信されない場合にはステップＳ２０１に戻ると良い。

[0087] 応答信号５６０の送信後、ステップＳ２１１において、制御回路２５０は、切り替え回路２１０の制御を通じて受電回路２３０を共振回路ＲＲに接続し、続くステップＳ２１２にて受電回路２３０を用いた受電動作を開始させる。制御回路２５０は、受電動作の開始時点からの経過時間を計測し、その経過時間と所定の時間t_Bとを比較する（ステップＳ２１３）。そして、その経過時間が時間t_Bに達すると（ステップＳ２１３のＹ）、ステップＳ２１４にて、制御回路２５０は、受電動作を停止させてステップＳ２０１に戻る。

[0088] 受電動作の行われる期間が給電機器１にて送電動作が行われている期間と実質的に一致するように、時間t_Bは、予め定められている又は認証信号５５０の中で指定されている。受電動作の開始後、制御回路２５０は、バッテリ２１への充電電流を監視し、充電電流値が所定値以下になった時点で送電動作が終了したと判断して、受電動作の停止及びステップＳ２０１への移行を行うようにしても良い。

[0089] ［ｍＦＯＤ処理］

送電動作の開始後に異物が給電台１２上に置かれることもある。ｍＦＯＤ処理は、電力伝送中の異物検出処理として機能し、ｍＦＯＤ処理により電力伝送中において異物の存否が継続監視される。

[0090] 図２０は、ｍＦＯＤ処理の動作フローチャートである。制御回路１６０は、送電動作を行っている期間において、図２０のｍＦＯＤ処理を繰り返し実行する。ｍＦＯＤ処理において、制御回路１６０は、まずステップＳ５１にて最新の電圧値V_Dを電流振幅検出値V_{mFOD}として取得する。電流振幅検出値V_{mFOD}は、送電用磁界を送電側コイルT_Lに発生させているときの、送電側コイルT_Lに流れる電流の振幅に応じた値を持つ。続くステップＳ５２において、制御回路１６０は、電流振幅検出値V_{mFOD}が所定のｍＦＯＤ正常範囲に属

しているか否かを判断する。電流振幅検出値V_{mFOD}がｍＦＯＤ正常範囲に属している場合、異物無判定が成されて（ステップＳ５３）ステップＳ５１に戻りステップＳ５１及びＳ５２の処理が繰り返されるが、電流振幅検出値V_{mFOD}がｍＦＯＤ正常範囲を逸脱している場合、ステップＳ５４にて異物有判定が成されて送電許可フラグにＯＦＦが設定される。送電許可フラグは、制御回路１６０にて管理されるフラグであってＯＮ又はＯＦＦに設定される。送電許可フラグがＯＮのとき制御回路１６０は送電動作の実行を許可し、送電許可フラグがＯＦＦのとき制御回路１６０は送電動作の実行を禁止する又は送電動作を停止する。

[0091] ｍＦＯＤ正常範囲は、所定の下限値V_{mREFL}以上且つ所定の上限値V_{mREFH}以下の範囲である（$0<V_{mREFL}<V_{mREFH}$）。故に、判定不等式“$V_{mREFL}\leqq V_{mFOD}\leqq V_{mREFH}$”が満たされる場合には異物無判定が成され、そうでない場合には異物有判定が成される。

[0092] 図２１（ａ）を参照し、例えば、送電動作が実行されているときに、給電機器１の給電台１２と電子機器２との間に非接触ＩＣカードとして形成された異物３が挿入された場合を考える。この場合、電子機器２の受電側コイルR_Lと異物３のコイルJ_Lが磁気的に結合して、異物３の共振回路ＪＪの共振周波数と共に電子機器２の共振回路ＲＲの共振周波数が基準周波数（１３．５６ＭＨｚ）からずれる。そうすると、受電側コイルR_Lでの受電電力が低下して送電側コイルT_Lから見た送電の負荷が軽くなり、結果として、送電側コイルT_Lに流れる電流の振幅が大きくなる（この場合に“$V_{mREFH}<V_{mFOD}$”となるように上限値V_{mREFH}を定めておけばよい）。

[0093] また例えば、図２１（ｂ）を参照し、送電動作が実行されているときに、給電機器１の給電台１２と電子機器２との間に、鉄板又はフェライトシートとしての異物３ｂが挿入されると、電気的及び磁気的な作用を通じて異物３ｂ内に電流が流れ、結果として、送電側コイルT_Lに流れる電流の振幅が小さくなる（この場合に“$V_{mFOD}<V_{mREFL}$”となるように下限値V_{mREFL}を定めておけばよい）。

[0094] このように、異物３及び３ｂを含む異物の存否により電流振幅検出値V_{mFOD}に変化が生じる。考えられる異物の種類及び配置状態を想定した実験等を介し、予め適切に決定された下限値V_{mREFL}及び上限値V_{mREFH}を、メモリ１５０に記憶させておくと良い。また、電力伝送中に、異物が存在することで電流振幅検出値V_{mFOD}がどの程度変化するのかを理論計算により推定し、その推定結果に基づき、実験を必要とすることなく、下限値V_{mREFL}及び上限値V_{mREFH}を定めてメモリ１５０に記憶させても良い。この際例えば、ｍＦＯＤ正常範囲の中心値を基準として電流振幅検出値V_{mFOD}を所定の変化率以上変化させるような物体を異物と定義するようにしても良い。

[0095] 図７に示す増幅器１４３の増幅率は可変となっている。送電側コイルT_Lに流れる電流の振幅は、ｐＦＯＤ処理を行っているときよりも、送電動作及びｍＦＯＤ処理を行っているときの方が随分と大きい。故に、制御回路１６０は、ｍＦＯＤ処理を行う際において増幅器１４３の増幅率をｐＦＯＤ処理を行う際よりも小さく設定し、これによってＡ／Ｄ変換器１４４の入力信号範囲をｐＦＯＤ処理及びｍＦＯＤ処理間で同程度とする。

[0096] また例えば、包絡線検波器１４２とＡ／Ｄ変換器１４４との間に（より具体的には、包絡線検波器１４２と増幅器１４３との間に、又は、増幅器１４３とＡ／Ｄ変換器１４４との間に）高域低減回路（不図示）を挿入するようにしても良い。この場合、センス抵抗１４１の電圧降下信号に高域低減処理（換言すれば平均化処理又は低域通過フィルタリング）を施して得られる振幅情報が、Ａ／Ｄ変換器１４４から電圧値V_Dとして得られるようになる。ここにおける高域低減処理は、センス抵抗１４１の電圧降下信号における比較的低い周波数の信号成分を通過させる一方で比較的高い周波数の信号成分を低減（減衰）させる処理である。高域低減処理により、ノイズや給電台１２上の電子機器２の軽度な振動などによって送電禁止の制御が行われることが抑制される。

[0097] 或いは例えば、包絡線検波器１４２及びＡ／Ｄ変換器１４４間に高域低減回路を設ける代わりに、Ａ／Ｄ変換器１４４の出力信号による電圧値V_Dに対

し演算による高域低減処理を施して高域低減処理後の電圧値V_Dを電流振幅検出値V_{mFOD}として用いるようにしても良い（ｐＦＯＤ処理における電流振幅検出値V_{pFOD}に対しても同様であって良い）。演算による高域低減処理は、制御回路１６０にて実行される処理であって、Ａ／Ｄ変換器１４４の出力信号における比較的低い周波数の信号成分を通過させる一方で比較的高い周波数の信号成分を低減（減衰）させる処理である。

[0098] 尚、ｍＦＯＤ処理の役割は、異物の存否判定だけに限られない。即ち、ｍＦＯＤ処理は、電流振幅検出値V_{mFOD}がｍＦＯＤ正常範囲を逸脱するような、送電動作の継続に不適切なあらゆる状況下で、送電許可フラグをＯＦＦとする役割を持つ。例えば、送電動作の開始後、電子機器２が給電台１２上から取り去られたとき、送電側コイルT_Lから見た送電の負荷が軽くなって電流振幅検出値V_{mFOD}が上限値V_{mREFH}を超えるため送電許可フラグがＯＦＦとされる（図２０のステップＳ５４）。

[0099] このように、制御回路１６０は、送電動作によって電力の送電が行われているとき、電流振幅検出値V_{mFOD}がｍＦＯＤ正常範囲を逸脱しているか否かを監視することで送電の継続是非を制御する。これにより、送電動作の開始後に異物が給電台１２上に置かれた場合など、送電動作の継続に不適切な状況下で、ｍＦＯＤ処理を通じて送電動作が停止されるため、送電動作の継続による異物の破損等を回避することができる。

[0100] ＜＜第２実施形態＞＞

本発明の第２実施形態を説明する。第２実施形態及び後述の第３実施形態は第１実施形態を基礎とする実施形態であり、第２及び第３実施形態において特に述べない事項に関しては、矛盾の無い限り、第１実施形態の記載が第２及び第３実施形態にも適用される。

[0101] 図２２を参照し、第２実施形態の技術を説明するに当たり、まず、互いに直交するＸ軸、Ｙ軸及びＺ軸を定義する。Ｘ軸及びＹ軸に平行な面、Ｙ軸及びＺ軸に平行な面、Ｚ軸及びＸ軸に平行な面を、夫々、ＸＹ面、ＹＺ面、ＺＸ面と称することもある。Ｘ軸及びＹ軸は給電台１２の載置面に平行であり

、従ってＺ軸は給電台１２の載置面に直交している。給電台１２の載置面は電子機器２が載置されるべき面であり、該載置面上に電子機器２及び異物が載置されうる。第２実施形態の各記述において、及び、それらで参照される各図において、特に記述無き限り、電子機器２は基準配置状態にて給電台１２の載置面上に載置されているものとする。基準配置状態では、給電機器１及び電子機器２が電力の送受電を行うための所定位置関係にある。

[0102] 詳細は後述されるが、電子機器２にはアルミニウム等で形成された金属板が設けられたり、フェライトで形成された磁性体板（磁性体シート）が設けられたりすることも多く、それらが電力伝送や異物検出等に対して好ましくない影響を与えることがある。第２実施形態に係る電子機器２には、図２３に示すように、このような影響を抑制するためのキャンセル回路（補助共振回路）ＧＧが設けられる。

[0103] 図２４（ａ）及び（ｂ）に、キャンセル回路ＧＧの第１例、第２例である、キャンセル回路ＧＧ１、ＧＧ２を示す。キャンセル回路ＧＧ１は、キャンセル用コイルであるコイルG_Lとキャンセル用コンデンサであるコンデンサG_Cを並列接続して構成される並列共振回路であり、キャンセル回路ＧＧ２は、コイルG_L及びコンデンサG_Cを直列接続して構成される直列共振回路である。キャンセル回路ＧＧ１及びＧＧ２の夫々には、キャンセル用抵抗としての抵抗G_Rも設けられる。キャンセル回路ＧＧ１において、抵抗G_RはコイルG_L及びコンデンサG_Cの並列回路に対して並列接続される。キャンセル回路ＧＧ２において、抵抗G_RはコイルG_L及びコンデンサG_Cの直列回路に対して直列に挿入及び接続される。キャンセル用コイルG_Lは受電側コイルR_Lとは分離した独立のコイルである。

[0104] キャンセル回路ＧＧは、キャンセル回路ＧＧ１及びＧＧ２のどちらであっても良い。但し、以下では、特に記述無き限り、キャンセル回路ＧＧは並列共振回路としてのキャンセル回路ＧＧ１であるとし、また、共振回路ＴＴ及びＲＲも並列共振回路であるとする。

[0105] キャンセル用コンデンサG_Cは、自身の静電容量を変更可能なコンデンサで

あり、例えば、手動調整によって静電容量を変更可能なトリマコンデンサ、又は、自身へ印加される電圧の相違によって静電容量が変化するバリキャップ（バリアブルキャパシタ）である。但し、静電容量を変更不能なコンデンサをキャンセル用コンデンサG_Cとして用いることも可能ではある。抵抗G_Rは自身の抵抗値が固定された固定抵抗であって良い。但し、自身の抵抗値を変更可能な可変抵抗を抵抗G_Rとして用いるようにしても良い。

[0106] キャンセル回路ＧＧは、受電側共振回路ＲＲを含む、電子機器２内の何れの回路に対しても絶縁されている。但し、キャンセル用コンデンサG_Cをバリキャップとして構成する場合においては、バリキャップに電圧信号を与える、電子機器２内の回路がキャンセル用コンデンサG_Cに接続される。何れにせよ、キャンセル回路ＧＧは少なくとも交流的には（高周波的には）受電側共振回路ＲＲと絶縁されていると言える。

[0107] キャンセル回路ＧＧの共振周波数は、キャンセル用コンデンサG_Cを用い、基本的に、基準周波数（従って共振回路ＴＴ及びＲＲの共振周波数）よりも高い又は低い周波数に設定されることになるが、それの作用については後述される。

[0108] 図２５（ａ）、（ｂ）は、基準配置状態での給電機器１及び電子機器２における送電側コイルT_L、受電側コイルR_L及びキャンセル用コイルG_Lの概略的な斜視図、断面図の第１例である。図２５（ａ）及び（ｂ）に示すコイルG_Lの配置方法（以下、中間配置方法と称する）では、基準配置状態において、送電側コイルT_Lと受電側コイルR_Lとの間にキャンセル用コイルG_Lが配置される（即ち、Ｚ軸方向に沿ってコイルR_L、G_L、T_Lの順に並んでいる）。

[0109] 図２６（ａ）、（ｂ）は、基準配置状態での給電機器１及び電子機器２における送電側コイルT_L、受電側コイルR_L及びキャンセル用コイルG_Lの概略的な斜視図、断面図の第２例である。図２６（ａ）及び（ｂ）に示すコイルG_Lの配置方法（以下、背面配置方法と称する）では、受電側コイルR_Lの背面にキャンセル用コイルG_Lが配置される。つまり、背面配置方法が採用される場合、基準配置状態において、受電側コイルR_Lから見て送電側コイルT_L

の配置位置とは反対側の位置にキャンセル用コイルG_Lが配置される（故に、Ｚ軸方向に沿ってコイルG_L、R_L、T_Lの順に並ぶ）。

[0110] 中間配置方向及び背面配置方法の何れによっても、送電側コイルT_L又は受電側コイルR_Lにて磁界が発生したとき、その発生磁界がキャンセル用コイルG_Lを鎖交してキャンセル用コイルG_Lに有意な電流が流れるような位置に、キャンセル用コイルG_Lが配置される。

[0111] 図２７（ａ）、（ｂ）は、非接触ＩＣカードに代表される異物３が給電台１２の載置面上に置かれている状態での給電機器１及び異物３におけるコイルT_L及びJ_Lの概略的な斜視図、断面図である。

[0112] 図２５（ａ）、図２６（ａ）及び図２７（ａ）では、図示の簡略化及び煩雑化防止のため、コイルT_L、R_L、G_L及びJ_Lの巻線を二重円にて表現している（後述の図２８（ｃ）等においても同様）。コイルの図示を含む図面において、コイルを表す二重円から側方に伸びる線分はコイルの引き出し線を表している。図２５（ｂ）、図２６（ｂ）及び図２７（ｂ）の断面図における断面はＹＺ面に平行である。コイルT_L、R_L、G_L及びJ_Lの夫々はループアンテナを形成している。基準配置状態において、コイルT_L、R_L及びG_Lとしてのループアンテナのループ面（即ち、コイルT_L、R_L及びG_Lの巻線が配置されている面）はＸＹ面に平行であり、従ってコイルT_L、R_L及びG_Lの中心軸はＺ軸に平行である。コイルT_Lは、自身の中心軸周りに巻線（銅線など）が巻かれることで形成される（コイルR_L、G_L及びJ_Lについても同様）。また、異物３が給電台１２の載置面上に置かれている状態おいて、コイルJ_Lとしてのループアンテナのループ面（即ち、コイルJ_Lの巻線が配置されている面）は、通常、コイルT_Lと同じくＸＹ面に平行であり、従ってコイルJ_Lの中心軸はＺ軸に平行である。

[0113] コイルT_L及びR_L間の結合係数を高めるべく、ＸＹ面上においてコイルT_L及びR_Lは互いに同じ形状を有している（但し、それらは互いに異なる形状を有し得る）。本明細書において、コイルの形状とは、コイルの大きさを含む概念である。任意のコイルに関し、コイルの大きさとは、コイルの中心軸に

直交する方向においてコイルの外周が占有する面積を表すと考えて良い。コイルがループアンテナを形成している場合には、そのループアンテナのループ面（即ち、当該コイルの巻線が配置されている面）における、当該コイルの巻線に囲まれた部分の面積が当該コイルの大きさに相当する。

[0114] 一方、図２５（ａ）及び図２６（ａ）において特に示されていないが、コイル$Ｔ_L$及び$Ｇ_L$間の結合並びにコイル$Ｒ_L$及び$Ｇ_L$間の結合を、コイル$Ｔ_L$及び$Ｒ_L$間の結合よりも弱いものとすべく、ＸＹ面上においてコイル$Ｇ_L$の形状をコイル$Ｔ_L$及び$Ｒ_L$の各形状と異ならせても良い。これの意義については後の説明から明らかとなる。

[0115] 尚、図２５（ａ）及び図２７（ａ）等ではコイル$Ｔ_L$、$Ｒ_L$、$Ｇ_L$及び$Ｊ_L$の外周形状（換言すれば外形形状）が円とされているが、コイル$Ｔ_L$、$Ｒ_L$、$Ｇ_L$及び$Ｊ_L$の夫々において、コイルの外周形状は円に限定されず、楕円又は多角形（長方形など）であっても良いし、直線と曲線がコイルの外周形状に混在していても良い。

[0116] 以下、第２実施形態に属する実施例ＥＸ２＿１Ａ、ＥＸ２＿１Ｂ、ＥＸ２＿２Ａ、ＥＸ２＿２Ｂ、ＥＸ２＿３Ａ、ＥＸ２＿３Ｂ及びＥＸ２＿４の中で、キャンセル回路ＧＧの作用などを説明する。尚、矛盾無き限り、以下に述べる複数の実施例の内、任意の実施例に記載した事項を、他の任意の実施例に適用することもできる（即ち複数の実施例の内の任意の２以上の実施例を組み合わせることも可能である）。

[0117] ［実施例ＥＸ２＿１Ａ］

実施例ＥＸ２＿１Ａを説明する。キャンセル回路ＧＧの作用を後述の実施例ＥＸ２＿１Ｂにて明確に説明すべく、実施例ＥＸ２＿１Ａでは、便宜上、電子機器２にキャンセル回路ＧＧが設けられていないことを想定する。

[0118] 実施例ＥＸ２＿１Ａでは、電子機器２に金属部（以下、受電側金属部$ＭＴ_2$と称する：不図示）が設けられているものとする。受電側金属部$ＭＴ_2$は、電子機器２の筐体の全部又は一部を構成していても良い。即ち例えば、受電側金属部$ＭＴ_2$は、電子機器２の筐体としての箱状の金属製ケースであっても良

い。或いは例えば、電子機器２の筐体が樹脂材料にて形成され且つ受電側金属部MT_2が電子機器２の筐体内にて固定されていても良い。受電側金属部MT_2は、主として例えば、電子機器２の構造的強度や質感を高めるために設けられる。

[0119] 受電側金属部MT_2を構成する金属はアルミニウムであるとする。受電側金属部MT_2を構成する金属は、アルミニウムと他の金属との合金、即ちアルミニウム合金（例えばアルミニウムと銅の合金としてのジュラルミン）であっても良い。但し、受電側金属部MT_2がアルミニウム又はアルミニウム合金にて構成される場合と同様の影響をコイルR_L及びT_Lに与える限り、受電側金属部MT_2を構成する金属はアルミニウム又はアルミニウム合金以外でも良い。

[0120] 受電側金属部MT_2は、どのような形状を有していても良いが、図２８（ａ）に示すような、開口部２７１を有した金属板２７０を有しているものとする。基準配置状態において金属板２７０はＸＹ面に平行である。開口部２７１は、金属板２７０に設けられたＺ軸方向に貫通する穴であり、従って開口部２７１には金属が存在しない。ＸＹ面上において開口部２７１は閉領域を形成しており、開口部２７１と金属板２７０の外周との間には接点が無い。故に、ＸＹ面において開口部２７１の周りにはアルミニウムによる電路（電流ループ）が形成される。開口部２７１は、樹脂材料などの金属以外の材料にて封止されうる。樹脂材料は、例えば、ポリカーボネイト、ポリプロピレンである。

[0121] ＸＹ面上において金属板２７０の外形形状は長方形である。但し、ＸＹ面上において、金属板２７０の外形形状はこれに限定されず、曲線を含んでいても良いし、直線と曲線が金属板２７０の外形形状に混在していても良い。またここでは、ＸＹ面上における開口部２７１の形状が円（三次元で考えると円柱形状）であると考えるが、ＸＹ面上において、開口部２７１の形状は円に限定されず、楕円又は多角形（長方形など）であっても良いし、直線と曲線が開口部２７１の形状に混在していても良い。

[0122] 受電側金属部MT_2は、金属板２７０に加えて他の金属部分を含んでいても良い。即ち例えば、図２９に示す如く、受電側金属部MT_2が電子機器２の筐体としての箱状の金属製ケースCS_{MT2}である場合には、金属板２７０は金属製ケースCS_{MT2}の一面（底面）を形成する。

[0123] 但し、以下の説明及び以下の説明で参照される図面（図２８（ａ）～図２８（ｃ）を含む）では、説明及び図示の簡略化のため、受電側金属部MT_2に関して金属板２７０のみに注目する。図２８（ａ）は、基準配置状態における金属板２７０の斜視図であり、図２８（ｂ）は、基準配置状態における給電機器１及び電子機器２の一部部品の透過図である。図２８（ｃ）は、Ｚ軸方向から見た基準配置状態における金属板２７０及び受電側コイルR_Lの平面図である。開口部２７１は受電側コイルR_Lの配置位置の対向位置（受電側コイルR_Lの配置位置に対して対向する位置）に設けられており、基準配置状態では、開口部２７１がコイルT_L及びR_L間に位置して、コイルT_L及びR_Lが開口部２７１を介して互いに対向し合うことになる。

[0124] そして、ＸＹ面において開口部２７１の大きさはコイルT_L及びR_Lの大きさよりも大きく、Ｚ軸方向に沿ってコイルR_L、開口部２７１及びコイルT_Lを見たとき、互いに重なり合うコイルR_L及びT_Lの外周は開口部２７１内に内包される。開口部２７１の形状、コイルR_L及びT_Lの外周形状が全て円であると考えた場合、それらの円の中心はＺ軸に平行な１つの直線上に位置し、図３０に示す如く、開口部２７１の形状としての円の半径ｒ１は、コイルR_L及びT_Lの外周形状としての円の半径ｒ２よりも大きいことになる。このため、コイルT_L及びR_Lを用いた電力伝送を、若干の損失はあるものの良好に実現できる。例えば、半径ｒ１を半径ｒ２よりも５ｍｍ（ミリメートル）大きくすると、金属板２７０が無い場合から見た損失の割合は１０～２０％程度となる。

[0125] アルミニウムにて形成された金属板２７０の影響について説明する。

図３１（ａ）を参照し、基準配置状態では、送電側コイルT_Lが開口部２７１を有する金属板２７０と磁気的に結合する。送電側コイルT_Lに交流電流Ｉ

$_1$が流れると、それにより送電側コイルＴ$_L$にて発生した磁界に基づき、電磁誘導によって交流電流Ｉ$_1$と逆方向の（即ち１８０度位相のずれた）交流電流Ｉ$_{31}$が金属板２７０内の開口部２７１周りの電路に流れる。送電側コイルＴ$_L$及び金属板２７０間の結合係数をＫ$_{13}$とおくと、交流電流Ｉ$_{31}$は“Ｉ$_{31}$＝Ｋ$_{13}$×Ｉ$_1$”にて表される。一方、

図３１（ｂ）を参照し、電子機器２内においては、受電側コイルＲ$_L$も開口部２７１を有する金属板２７０と磁気的に結合する。受電側コイルＲ$_L$に交流電流Ｉ$_2$が流れると、それにより受電側コイルＲ$_L$にて発生した磁界に基づき、電磁誘導によって交流電流Ｉ$_2$と逆方向の（即ち１８０度位相のずれた）交流電流Ｉ$_{32}$が金属板２７０内の開口部２７１周りの電路に流れる。受電側コイルＲ$_L$及び金属板２７０間の結合係数をＫ$_{23}$とおくと、交流電流Ｉ$_{32}$は“Ｉ$_{32}$＝Ｋ$_{23}$×Ｉ$_2$”にて表される。

図３１（ｃ）は、電流Ｉ$_1$、Ｉ$_2$、Ｉ$_{31}$及びＩ$_{32}$を複素平面上に示したものである。交流電流Ｉ$_2$は、交流電流Ｉ$_1$に基づき受電側コイルＲ$_L$に流れる共振電流であり、“Ｉ$_2$＝ｊＱＫ$_{12}$×Ｉ$_1$”にて表される。ここで、Ｋ$_{12}$は基準配置状態におけるコイルＴ$_L$及びＲ$_L$間の結合係数であり、Ｑは受電側コイルＲ$_L$のＱであり、ｊは虚数である。電流Ｉ$_2$は電流Ｉ$_1$に対して位相が９０度遅れることになる。

[0126] 共振回路ＴＴの共振周波数に関して考えると、電流Ｉ$_{31}$が発生せしめられる金属板２７０の存在は、送電側コイルＴ$_L$のインダクタンスを等価的に減少させるように（換言すれば共振回路ＴＴを構成するインダクタンス成分を減少させるように）、結果、共振回路ＴＴの共振周波数を増大させるように作用する。

共振回路ＲＲの共振周波数に関して考えると、電流Ｉ$_{32}$が発生せしめられる金属板２７０の存在は、受電側コイルＲ$_L$のインダクタンスを等価的に減少させるように（換言すれば共振回路ＲＲを構成するインダクタンス成分を減少させるように）、結果、共振回路ＲＲの共振周波数を増大させるように作用する。

[0127] このため、金属板２７０の存在を無視して給電機器１及び電子機器２を設計すると、金属板２７０の存在によって共振回路ＴＴ及びＲＲの共振周波数が基準周波数より増大方向にずれる。このずれは、磁気共鳴を利用した電力伝送の効率低下などの影響をもたらしうる。

[0128] また、送電側コイルT_Lにて交番磁界を発生させたとき、送電側コイルT_Lの発生磁界により金属板２７０に流れた電流に基づく電圧が送電側コイルT_Lに発生し、その電圧は送電側コイルT_Lに流れる電流の振幅を増大させるように作用する。結果、給電台１２上に異物３が存在していなくても、ｐＦＯＤ処理又はｍＦＯＤ処理において異物が存在すると誤認するおそれが生じる。つまり、金属板２７０が異物と誤認されるおそれがある（金属板２７０は電子機器２の構成部品であるので、当然、異物として認識されるべきではない）。この誤認を回避するために、ｐＦＯＤ正常範囲又はｍＦＯＤ正常範囲における上限値を高めに設定しておくことも考えられるが、そのような設定は、真に検出されるべき異物の検知性能劣化に繋がる。また例えば、非接触ＩＣカードに代表される異物３の検出に注目したとき、ｐＦＯＤ処理においては、異物３の存在による送電側コイルT_Lの電流振幅低下を観測することになるが、送電側コイルT_Lの電流振幅が金属板２７０の影響を受けて増加すると、その増加が、異物３の存在による電流振幅低下観測に対しノイズとして機能し、異物３の検出が行いにくくなる。

[0129] ［実施例ＥＸ２＿１Ｂ］

実施例ＥＸ２＿１Ｂを説明する。実施例ＥＸ２＿１Ｂは、実施例ＥＸ２＿１Ａを基準として、キャンセル回路ＧＧを電子機器２に設けた実施例である。

[0130] 上述したように、ここでは共振回路ＴＴ、ＲＲ及びＧＧが並列共振回路であると考える。共振回路ＴＴ、ＲＲ及びＧＧが直列共振回路である場合には、以下に述べる位相の“進み”と“遅れ”は逆となる。

[0131] 金属板２７０の存在により共振回路ＴＴの共振周波数が基準周波数よりも大きくなったとき、共振回路ＴＴのリアクタンスは誘導性となり、共振回路

ＴＴに加わる基準周波数の電圧（図３２のｅに対応）の位相に対し共振回路ＴＴの全体に流れる電流（図３２のｉに対応）の位相は遅れることになる。金属板２７０の存在により共振回路ＲＲの共振周波数が基準周波数よりも大きくなったとき、共振回路ＲＲにおいても同様の現象が生じる。金属板２７０によって生じる、共振回路ＴＴ及びＲＲでの電流の位相の遅れを打ち消すことができれば、金属板２７０によって基準周波数から増加せしめられた共振回路ＴＴ及びＲＲの共振周波数は、基準周波数に一致する又は近づくことになる。

[0132] この打ち消しを実現するためには、金属板２７０が共振回路ＴＴ及びＲＲに対して与える影響とは逆の影響を共振回路ＴＴ及びＲＲに与えれば良く、その逆の影響を与える回路として、基準周波数よりも低い共振周波数を持ったキャンセル回路ＧＧを設ければ良い（共振回路ＴＴ、ＲＲ及びＧＧが直列共振回路である場合には、基準周波数よりも高い共振周波数をキャンセル回路ＧＧに持たせれば良い）。このようなキャンセル回路ＧＧは、キャンセル用コイル$Ｇ_{Ｌ}$と、送電側コイル$Ｔ_{Ｌ}$、受電側コイル$Ｒ_{Ｌ}$との磁気結合を介して、共振回路ＴＴ、ＲＲの全体に流れる電流の位相を進ませる作用を持つ（図３２参照）。

[0133] 図３３に、実施例ＥＸ２＿１Ｂに係る金属板２７０とキャンセル回路ＧＧの作用をまとめる。

[0134] 送電側コイル$Ｔ_{Ｌ}$での交流電流$Ｉ_{1}$の流れにより送電側コイル$Ｔ_{Ｌ}$に発生した磁界は、金属板２７０に電流$Ｉ_{31}$（図３１（ａ）及び（ｃ）参照）を流すように作用し、電流$Ｉ_{31}$が発生せしめられる金属板２７０の存在は、送電側コイル$Ｔ_{Ｌ}$のインダクタンスを等価的に減少させるように、結果、共振回路ＴＴの共振周波数を増大させるように作用する。

一方で、送電側コイル$Ｔ_{Ｌ}$での交流電流$Ｉ_{1}$の流れにより送電側コイル$Ｔ_{Ｌ}$に発生した磁界は、キャンセル用コイル$Ｇ_{Ｌ}$に電流$Ｉ_{G1}$を流すように作用し、電流$Ｉ_{G1}$が発生せしめられるキャンセル回路ＧＧの存在は、送電側コイル$Ｔ_{Ｌ}$のインダクタンスを等価的に増大させるように、結果、共振回路ＴＴの共振周

波数を減少させるように作用する。

つまり、交流電流I_1に基づく送電側コイルT_Lの発生交番磁界がキャンセル用コイルG_Lを鎖交したことでキャンセル用コイルG_Lに流れる電流I_{G1}は、キャンセル回路ＧＧの共振周波数に依存する位相を持つことになるが、その位相は、金属板２７０によってもたらされる、共振回路ＴＴの共振周波数の基準周波数からのずれを打ち消すように作用する。

[0135] 受電側コイルR_Lでの交流電流I_2の流れにより受電側コイルR_Lに発生した磁界は、金属板２７０に電流I_{32}（図３１（ｂ）及び（ｃ）参照）を流すように作用し、電流I_{32}が発生せしめられる金属板２７０の存在は、受電側コイルR_Lのインダクタンスを等価的に減少させるように、結果、共振回路ＲＲの共振周波数を増大させるように作用する。

一方で、受電側コイルR_Lでの交流電流I_2の流れにより受電側コイルR_Lに発生した磁界は、キャンセル用コイルG_Lに電流I_{G2}を流すように作用し、電流I_{G2}が発生せしめられるキャンセル回路ＧＧの存在は、受電側コイルR_Lのインダクタンスを等価的に増大させるように、結果、共振回路ＲＲの共振周波数を減少させるように作用する。

つまり、交流電流I_2に基づく受電側コイルR_Lの発生交番磁界がキャンセル用コイルG_Lを鎖交したことでキャンセル用コイルG_Lに流れる電流I_{G2}は、キャンセル回路ＧＧの共振周波数に依存する位相を持つことになるが、その位相は、金属板２７０によってもたらされる、共振回路ＲＲの共振周波数の基準周波数からのずれを打ち消すように作用する。

[0136] また、送電側コイルT_Lにて交番磁界を発生させたとき、送電側コイルT_Lの発生磁界によりキャンセル用コイルG_Lに流れた電流I_{G1}に基づく電圧が送電側コイルT_Lに発生することになるが、その発生電圧は、電流I_{31}及びI_{G1}間で共振回路ＴＴに与える影響が逆であることから分かるように、送電側コイルT_Lに流れる電流の振幅を減少させるように作用する。

[0137] このように、共振回路ＴＴ及びＲＲに対してキャンセル回路ＧＧは金属板２７０とは逆の作用を与えるため、金属板２７０が存在することによる共振

回路ＴＴ及びＲＲへの影響をキャンセル回路ＧＧにより打ち消す（減ずる）ことができる。尚、打ち消しとは、打ち消されるべき対象の完全なる打ち消しを理想とするが、部分的な打ち消しにもなり得る。故に、打ち消しとは、打ち消されるべき対象の低減をも意味する（後述の他の実施例においても同様）。

[0138] キャンセル用コンデンサG_Cの静電容量値を変化させれば、電流I_{G1}及びI_{G2}の位相と、電流I_1、I_2、I_{31}及びI_{32}の位相との関係が変化し、その関係の変化によって、上記打ち消しの度合いが変化する。このため、打ち消しの度合いが最適化（最大化）されるようにキャンセル用コンデンサG_Cの静電容量値を調整すると良い。

[0139] また、キャンセル用抵抗G_Rの抵抗値を変化させれば、キャンセル回路ＧＧとしての共振回路のＱ値の変化を通じて電流I_{G1}及びI_{G2}の大きさが変化し、その電流I_{G1}及びI_{G2}の大きさの変化によっても上記打ち消しの度合いが変化する。このため、打ち消しの度合いが最適化されるようにキャンセル用抵抗G_Rの抵抗値を決定すると良く、キャンセル用抵抗G_Rが可変抵抗として形成されている場合においては、打ち消しの度合いが最適化されるようにキャンセル用抵抗G_Rの抵抗値を調整すると良い。

[0140] 実施例ＥＸ２＿１Ｂの構成によれば、金属板２７０の存在によって生じる共振回路ＲＲの共振周波数の変化がキャンセル回路ＧＧにて打ち消されると共に、基準配置状態において金属板２７０の存在によって生じる共振回路ＴＴの共振周波数の変化がキャンセル回路ＧＧにて打ち消されるため、共振周波数のずれの影響が解消される。また、金属板２７０の存在によって生じる送電側コイルT_Lの電流振幅増加がキャンセル回路ＧＧの作用により打ち消されるため、当該電流振幅増加に基づく影響も解消される。故に、実施例ＥＸ２＿１Ｂの非接触給電システムでは、金属板２７０の存在に対しキャンセル回路ＧＧを設けるだけで、第１実施形態と同様の動作を行うことができる。

[0141] 実際には例えば、図３４に示す如く、上述の中間配置方法（図２５（ａ）及び（ｂ）参照）を採用し、受電側コイルR_Lと開口部２７１との間にキャン

セル用コイルG_Lを配置すると良い。

[0142] 尚、実施例ＥＸ２＿１Ｂにおいて、上述の背面配置方法（図２６（ａ）及び（ｂ）参照）を採用し、受電側コイルR_Lから見て開口部２７１及び送電側コイルT_Lの配置位置とは反対側の位置にキャンセル用コイルG_Lを配置することも可能ではある。しかしながら、この場合、送電側共振回路ＴＴに対するキャンセル回路ＧＧの影響が送電側共振回路ＴＴに対する金属板２７０の影響に対して相当に弱くなり、送電側共振回路ＴＴについて上記打ち消しの効果が弱くなる。故に、背面配置方法よりも、図３４のような中間配置方法の採用が望ましい。

[0143] ［実施例ＥＸ２＿２Ａ］

実施例ＥＸ２＿２Ａを説明する。キャンセル回路ＧＧの作用を後述の実施例ＥＸ２＿２Ｂにて明確に説明すべく、実施例ＥＸ２＿２Ａでは、便宜上、電子機器２にキャンセル回路ＧＧが設けられていないことを想定する。

[0144] 実施例ＥＸ２＿２Ａでは、電子機器２に磁性体部MG_2が設けられているものとする。磁性体部MG_2は、高透磁率を示す任意の磁性材料から構成され、例えばフェライトにて構成される。磁性体部MG_2は、基準配置状態において（即ち、給電機器１及び電子機器２が電力の送受電を行うための所定位置関係にあるときにおいて）、共振回路ＲＲの共振周波数に影響を与える位置、又は、共振回路ＴＴ及びＲＲの双方の共振周波数に影響を与える位置に設けられる。

[0145] まず、図３５に示す如く、送電側コイルT_Lと受電側コイルR_Lとの間に、磁性体部MG_2として磁性体板２８１（図３５のドット領域に対応）が設けられると仮定して、磁性体部MG_2の存在による影響を説明する。磁性体板２８１は、共振回路ＴＴ及びＲＲの双方の共振周波数に影響を与えることになる。

[0146] 図３６（ａ）及び（ｂ）に、送電側コイルT_L、受電側コイルR_L及び磁性体部MG_2に流れる電流の関係を説明する。

[0147] 基準配置状態では、送電側コイルT_Lが磁性体部MG_2（磁性体板２８１）

と磁気的に結合し、送電側コイルT_Lに交流電流I_1が流れると、それにより送電側コイルT_Lにて発生した磁界に基づき、図３６（ａ）に示す如く、交流電流I_1と同方向の（即ち交流電流I_1と同じ位相を有する）交流電流I_{41}が磁性体部MG_2に流れる。

[0148] 電流I_{41}は、実施例ＥＸ２＿１Ａ及びＥＸ２＿１Ｂで想定した金属板２７０に流れる電流I_{31}（図３１（ａ）参照）とは逆方向の電流である。故に、送電側共振回路ＴＴに対し、磁性体部MG_2は、金属板２７０とは逆の作用を与える。つまり、電流I_{41}が発生せしめられる磁性体部MG_2の存在は、開口部２７１を有する金属板２７０とは逆に、送電側コイルT_Lのインダクタンスを等価的に増大させるように（換言すれば共振回路ＴＴを構成するインダクタンス成分を増大させるように）、結果、共振回路ＴＴの共振周波数を減少させるように作用し、また、送電側コイルT_Lに流れる電流の振幅を減少させるように作用する。

[0149] また、電子機器２内においては、受電側コイルR_Lが磁性体部MG_2（磁性体板２８１）と磁気的に結合し、受電側コイルR_Lに交流電流I_2が流れると、それにより受電側コイルR_Lにて発生した磁界に基づき、図３６（ｂ）に示す如く、交流電流I_2と同方向の（即ち交流電流I_2と同じ位相を有する）交流電流I_{42}が磁性体部MG_2に流れる。

[0150] 電流I_{42}は、実施例ＥＸ２＿１Ａ及びＥＸ２＿１Ｂで想定した金属板２７０に流れる電流I_{32}（図３１（ｂ）参照）とは逆方向の電流である。故に、受電側共振回路ＲＲに対し、磁性体部MG_2は、金属板２７０とは逆の作用を与える。つまり、電流I_{42}が発生せしめられる磁性体部MG_2の存在は、開口部２７１を有する金属板２７０とは逆に、受電側コイルR_Lのインダクタンスを等価的に増大させるように（換言すれば共振回路ＲＲを構成するインダクタンス成分を増大させるように）、結果、共振回路ＲＲの共振周波数を減少させるように作用し、また、受電側コイルR_Lに流れる電流の振幅を減少させるように作用する。

[0151] このため、磁性体部MG_2の存在を無視して給電機器１及び電子機器２を設

計すると、磁性体部ＭＧ$_2$の存在によって共振回路ＴＴ及びＲＲの共振周波数が基準周波数より減少方向にずれる。このずれは、磁気共鳴を利用した電力伝送の効率低下などの影響をもたらしうる。

[0152] また、磁性体部ＭＧ$_2$の存在によって生じる送電側コイルＴ$_L$の電流振幅減少は、送電側コイルＴ$_L$の電流振幅に頼る異物検出の精度劣化に繋がる。

[0153] ［実施例ＥＸ２＿２Ｂ］

実施例ＥＸ２＿２Ｂを説明する。実施例ＥＸ２＿２Ｂは、実施例ＥＸ２＿２Ａを基準として、キャンセル回路ＧＧを電子機器２に設けた実施例である。

[0154] 上述したように、ここでは共振回路ＴＴ、ＲＲ及びＧＧが並列共振回路であると考える。共振回路ＴＴ、ＲＲ及びＧＧが直列共振回路である場合には、以下に述べる位相の“進み”と“遅れ”は逆となる。

[0155] 磁性体部ＭＧ$_2$の存在により共振回路ＴＴの共振周波数が基準周波数よりも小さくなったとき、共振回路ＴＴのリアクタンスは容量性となり、共振回路ＴＴに加わる基準周波数の電圧（図３７のｅに対応）の位相に対し共振回路ＴＴの全体に流れる電流（図３７のｉに対応）の位相は進むことになる。磁性体部ＭＧ２の存在により共振回路ＲＲの共振周波数が基準周波数よりも小さくなったとき、共振回路ＲＲにおいても同様の現象が生じる。磁性体部ＭＧ$_2$によって生じる、共振回路ＴＴ及びＲＲでの電流の位相の進みを打ち消すことができれば、磁性体部ＭＧ$_2$によって基準周波数から減少せしめられた共振回路ＴＴ及びＲＲの共振周波数は、基準周波数に一致する又は近づくことになる。

[0156] この打ち消しを実現するためには、磁性体部ＭＧ$_2$が共振回路ＴＴ及びＲＲに対して与える影響とは逆の影響を共振回路ＴＴ及びＲＲに与えれば良く、その逆の影響を与える回路として、基準周波数よりも高い共振周波数を持ったキャンセル回路ＧＧを設ければ良い（共振回路ＴＴ、ＲＲ及びＧＧが直列共振回路である場合には、基準周波数よりも低い共振周波数をキャンセル回路ＧＧに持たせれば良い）。このようなキャンセル回路ＧＧは、キャンセル

用コイルＧ$_L$と、送電側コイルＴ$_L$、受電側コイルＲ$_L$との磁気結合を介して、共振回路ＴＴ、ＲＲの全体に流れる電流の位相を遅らせる作用を持つ（図３７参照）。

[0157] 図３８に、実施例ＥＸ２＿２Ｂに係る磁性体部ＭＧ$_2$とキャンセル回路ＧＧの作用をまとめる。

[0158] 送電側コイルＴ$_L$での交流電流Ｉ$_1$の流れにより送電側コイルＴ$_L$に発生した磁界は、磁性体部ＭＧ$_2$に電流Ｉ$_{41}$（図３６（ａ）参照）を流すように作用し、電流Ｉ$_{41}$が発生せしめられる磁性体部ＭＧ$_2$の存在は、送電側コイルＴ$_L$のインダクタンスを等価的に増大させるように、結果、共振回路ＴＴの共振周波数を減少させるように作用する。

一方で、送電側コイルＴ$_L$での交流電流Ｉ$_1$の流れにより送電側コイルＴ$_L$に発生した磁界は、キャンセル用コイルＧ$_L$に電流Ｉ$_{G1}$’を流すように作用し、電流Ｉ$_{G1}$’が発生せしめられるキャンセル回路ＧＧの存在は、送電側コイルＴ$_L$のインダクタンスを等価的に減少させるように、結果、共振回路ＴＴの共振周波数を増大させるように作用する。

つまり、交流電流Ｉ$_1$に基づく送電側コイルＴ$_L$の発生交番磁界がキャンセル用コイルＧ$_L$を鎖交したことでキャンセル用コイルＧ$_L$に流れる電流Ｉ$_{G1}$’は、キャンセル回路ＧＧの共振周波数に依存する位相を持つことになるが、その位相は、磁性体部ＭＧ$_2$によってもたらされる、共振回路ＴＴの共振周波数の基準周波数からのずれを打ち消すように作用する。

[0159] 受電側コイルＲ$_L$での交流電流Ｉ$_2$の流れにより受電側コイルＲ$_L$に発生した磁界は、磁性体部ＭＧ$_2$に電流Ｉ$_{42}$（図３６（ｂ）参照）を流すように作用し、電流Ｉ$_{42}$が発生せしめられる磁性体部ＭＧ$_2$の存在は、受電側コイルＲ$_L$のインダクタンスを等価的に増大させるように、結果、共振回路ＲＲの共振周波数を減少させるように作用する。

一方で、受電側コイルＲ$_L$での交流電流Ｉ$_2$の流れにより受電側コイルＲ$_L$に発生した磁界は、キャンセル用コイルＧ$_L$に電流Ｉ$_{G2}$’を流すように作用し、電流Ｉ$_{G2}$’が発生せしめられるキャンセル回路ＧＧの存在は、受電側コイル

R_Lのインダクタンスを等価的に減少させるように、結果、共振回路ＲＲの共振周波数を増大させるように作用する。

つまり、交流電流I_2に基づく受電側コイルR_Lの発生交番磁界がキャンセル用コイルG_Lを鎖交したことでキャンセル用コイルG_Lに流れる電流I_{G2}'は、キャンセル回路ＧＧの共振周波数に依存する位相を持つことになるが、その位相は、磁性体部MG_2によってもたらされる、共振回路ＲＲの共振周波数の基準周波数からのずれを打ち消すように作用する。

[0160] また、送電側コイルT_Lにて交番磁界を発生させたとき、送電側コイルT_Lの発生磁界によりキャンセル用コイルG_Lに流れた電流I_{G1}'に基づく電圧が送電側コイルT_Lに発生することになるが、その発生電圧は、電流I_{41}及びI_{G1}'間で共振回路ＴＴに与える影響が逆であることから分かるように、送電側コイルT_Lに流れる電流の振幅を増大させるように作用する。

[0161] このように、共振回路ＴＴ及びＲＲに対してキャンセル回路ＧＧは磁性体部MG_2とは逆の作用を与えるため、磁性体部MG_2が存在することによる共振回路ＴＴ及びＲＲへの影響をキャンセル回路ＧＧにより打ち消す（減ずる）ことができる。

[0162] キャンセル用コンデンサG_Cの静電容量値を変化させれば、電流I_{G1}'及びI_{G2}'の位相と、電流I_1、I_2、I_{41}及びI_{42}の位相との関係が変化し、その関係の変化によって、上記打ち消しの度合いが変化する。このため、打ち消しの度合いが最適化（最大化）されるようにキャンセル用コンデンサG_Cの静電容量値を調整すると良い。

[0163] また、キャンセル用抵抗G_Rの抵抗値を変化させれば、キャンセル回路ＧＧとしての共振回路のＱ値の変化を通じて電流I_{G1}'及びI_{G2}'の大きさが変化し、その電流I_{G1}'及びI_{G2}'の大きさの変化によっても上記打ち消しの度合いが変化する。このため、打ち消しの度合いが最適化されるようにキャンセル用抵抗G_Rの抵抗値を決定すると良く、キャンセル用抵抗G_Rが可変抵抗として形成されている場合においては、打ち消しの度合いが最適化されるようにキャンセル用抵抗G_Rの抵抗値を調整すると良い。

[0164] 実施例ＥＸ２＿２Ｂの構成によれば、磁性体部$ＭＧ_2$の存在によって生じる共振回路ＲＲの共振周波数の変化がキャンセル回路ＧＧにて打ち消されると共に、基準配置状態において磁性体部$ＭＧ_2$の存在によって生じる共振回路ＴＴの共振周波数の変化がキャンセル回路ＧＧにて打ち消されるため、共振周波数のずれの影響が解消される。また、磁性体部$ＭＧ_2$の存在によって生じる送電側コイル$Ｔ_Ｌ$の電流振幅減少がキャンセル回路ＧＧの作用により打ち消されるため、当該電流振幅減少に基づく影響も解消される。故に、実施例ＥＸ２＿２Ｂの非接触給電システムでは、磁性体部$ＭＧ_2$の存在に対しキャンセル回路ＧＧを設けるだけで、第１実施形態と同様の動作を行うことができる。

[0165] また、磁性体部$ＭＧ_2$が、図３５の磁性体板２８１のように、送電側コイル$Ｔ_Ｌ$と受電側コイル$Ｒ_Ｌ$との間に存在している場合においては、上述の中間配置方法（図２５（ａ）及び（ｂ）参照）を採用して、受電側コイル$Ｒ_Ｌ$と磁性体部$ＭＧ_2$（磁性体板２８１）との間にキャンセル用コイル$Ｇ_Ｌ$を配置すると良い、或いは、受電側コイル$Ｒ_Ｌ$とキャンセル用コイル$Ｇ_Ｌ$との間に磁性体部$ＭＧ_2$（磁性体板２８１）を配置すると良い。

[0166] しかし、図３９に示すような位置に磁性体部$ＭＧ_2$としての磁性体板２８２が存在する場合においては、中間配置方法（図２５（ａ）及び（ｂ）参照）と背面配置方法（図２６（ａ）及び（ｂ）参照）のどちらが採用されても良い。

[0167] 図４０は、磁性体部$ＭＧ_2$として磁性体板２８２が設けられ且つ背面配置方法が採用された場合における、基準配置状態でのコイル$Ｔ_Ｌ$、$Ｒ_Ｌ$及び$Ｇ_Ｌ$並びに磁性体板２８２の位置関係を示している。基準配置状態において、受電側コイル$Ｒ_Ｌ$から見て送電側コイル$Ｔ_Ｌ$の配置位置とは反対側の位置に磁性体板２８２が設けられ、且つ、受電側コイル$Ｒ_Ｌ$と磁性体板２８２との間にキャンセル用コイル$Ｇ_Ｌ$が配置される。つまり、基準配置状態において、磁性体板２８２、キャンセル用コイル$Ｇ_Ｌ$、受電側コイル$Ｒ_Ｌ$、送電側コイル$Ｔ_Ｌ$が、Ｚ軸方向に沿って、この順番で並んでいる。

[0168] 図４０のような配置関係が採用された場合、送電側コイル$Ｔ_Ｌ$及び磁性体板

２８２間の距離が比較的遠くなる。このため、基準配置状態において、磁性体板２８２としての磁性体部MG_2は、共振回路ＴＴ及びＲＲの内、共振回路ＲＲの共振周波数にしか影響を与えないこともありえるし、送電側コイルT_Lの電流振幅を減少させる作用を持たないこともありえる。つまり、磁性体部MG_2の存在による、送電側共振回路ＴＴの共振周波数の変化及び送電側コイルT_Lの電流振幅減少は、無視できる程度に小さいこともある。この場合、キャンセル回路ＧＧは、もっぱら、磁性体部MG_2が受電側共振回路ＲＲに与える影響を打ち消すことを目的に設けられるとも言える。

[0169] 図４１は、磁性体板２８２の利用例を示している。図４１に示す如く、電子機器２には、受電側ＩＣ２００等の集積回路を含む電子回路ＥＬが実装された基板ＳＵＢが設けられている。図４１の構成例において、磁性体板２８２は電子回路ＥＬと受電側コイルR_Lとの間に挿入され、Ｚ軸方向に沿って電子回路ＥＬ、磁性体板２８２、キャンセル用コイルG_L、受電側コイルR_L、送電側コイルT_Lが、この順番で並ぶ。この際例えば、電子回路ＥＬを基板ＳＵＢの部品面に実装し、基板ＳＵＢの部品面と反対側の面に磁性体板（磁性体シート）２８２を貼り付けると良い。これにより、電子回路ＥＬの動作にとって不要なコイルR_L又はT_Lの発生磁界が磁性体板２８２にて吸収され、電子回路ＥＬの誤動作等の抑制が図られる。このように、電子回路ＥＬへの磁界遮断を目的として、磁性体板２８２が電子機器２内に設けられることも多い。キャンセル回路ＧＧは、このような磁性体板２８２が、電力伝送や異物検出などに与えうる望ましくない影響を打ち消すのに役立つ。

[0170] 尚、磁性体部MG_2と金属板２７０が共振回路ＴＴ及びＲＲに対して互いに逆の影響を与えることを考慮すれば、磁性体部MG_2（図３５の磁性体板２８１）を金属板２７０の開口部２７１に嵌め込むという方法も有益である。これによれば、キャンセル回路ＧＧがなくとも、磁性体部MG_2及び金属板２７０の影響を相殺し合える。しかしながら、この方法による効果の程度は、磁性体部MG_2及び金属板２７０の形状や配置位置に依存し、効果が最適でないからといって、それらの形状等を変更することは、構造の制約上、容易でな

いことも多い。これに対し、キャンセル回路ＧＧでは、トリマコンデンサの利用などにより調整が容易である。

[0171] ［実施例ＥＸ２＿３Ａ］

実施例ＥＸ２＿３Ａを説明する。キャンセル回路ＧＧの作用を後述の実施例ＥＸ２＿３Ｂにて明確に説明すべく、実施例ＥＸ２＿３Ａでは、便宜上、電子機器２にキャンセル回路ＧＧが設けられていないことを想定する。

[0172] 共振状態変更回路２４０を利用したf_O変更／短絡動作（共振周波数変更動作又はコイル短絡動作）の実行により、理想的には、共振回路ＲＲが送電側コイルT_Lの負荷として全く機能せず、共振回路ＲＲが存在しないのと同様の状況が達成される。しかしながら、共振周波数変更動作による変更後の共振回路ＲＲの共振周波数が基準周波数から十分に離れていなかったり、共振回路ＲＲの共振周波数の変更又は受電側コイルR_Lの短絡が非直線性を有する回路を介して行われたりすることに起因して、実際には、f_O変更／短絡動作の実行下においても、送電側コイルT_Lの発生磁界に基づき、幾らかの電流（以下、受電側不要電流と称する）が受電側コイルR_Lに流れることがある。そうすると、受電側コイルR_Lに流れた受電側不要電流に基づく電圧が送電側コイルT_Lに発生し、その電圧は送電側コイルT_Lの電流振幅に変化をもたらす。この変化は、送電側コイルT_Lの電流振幅に頼るｐＦＯＤ処理の異物検出精度の劣化に繋がる。

[0173] 図４２に、コイル短絡動作を実現できるように構成された共振状態変更回路２４０の例を示す。図４２では、共振回路ＲＲが並列共振回路であると仮定しており、共振状態変更回路２４０はトランジスタＳＳ及び抵抗R_{SS}を含んで構成される。トランジスタＳＳは、Ｎチャンネル型のＭＯＳＦＥＴとして形成されている。整流回路ＤＤはダイオード（整流素子）Ｄ１～Ｄ４から成る全波整流回路である。電子機器２において、整流回路ＤＤ、トランジスタＳＳ及び抵抗R_{SS}から成る回路を、共振回路ＲＲ及び通信回路２２０間に、又は、共振回路ＲＲ及び受電回路２３０間に設けておくことができる。尚、共振回路ＲＲと整流回路ＤＤとの間に介在すべき切り替え回路２１０（図

５参照）は、図４２においては図示が省略されている。

[0174] 図４２の回路において、受電側コイルR_Lの一端及び受電側コンデンサR_Cの一端はラインＬＮ１に共通接続される一方、受電側コイルR_Lの他端及び受電側コンデンサR_Cの他端はラインＬＮ２に共通接続される。ラインＬＮ１は、ダイオードＤ１のアノード及びダイオードＤ３のカソードに共通接続され、ラインＬＮ２は、ダイオードＤ２のアノード及びダイオードＤ４のカソードに共通接続される。ダイオードＤ１及びＤ２のカソードはラインＬＮ３に共通接続され、ダイオードＤ３及びＤ４のアノードはラインＬＮ４に共通接続される。トランジスタＳＳにおいて、ドレインはラインＬＮ３に接続され、ソースはラインＬＮ４に接続され、ゲートは抵抗R_{SS}を介してラインＬＮ４に接続される。

[0175] 電子機器２の制御回路２５０は、トランジスタＳＳのゲート電圧を制御することで、トランジスタＳＳをオン又はオフさせる。トランジスタＳＳがオフのとき、送電側コイルT_Lの発生磁界に基づき受電側コイルR_Lに交流電流が流れ、その交流電流に基づく電力が整流回路ＤＤでの整流を通じてラインＬＮ３及びＬＮ４間に伝搬される。ラインＬＮ３及びＬＮ４間に伝搬された電力により受電動作等を行うことができる。

[0176] 一方、トランジスタＳＳがオンのとき、受電側コイルR_Lは整流回路ＤＤを介して（より詳細には、ダイオードＤ１及びＤ４の組み合わせ又はダイオードＤ２及びＤ３の組み合わせを介して）短絡されるので、ラインＬＮ３及びＬＮ４間には電圧が発生しない（説明の簡略化上、トランジスタＳＳのドレイン－ソース間電圧をゼロと仮定）。このように、図４２のトランジスタＳＳは図１０のスイッチ２４３に相当するものであるが、図４２の回路では、共振回路ＲＲとトランジスタＳＳとの間に、非線形性を持つ半導体素子（Ｄ１～Ｄ４）にて構成された回路（ＤＤ）が介在する。

[0177] このため、ラインＬＮ１及びＬＮ２間の電圧が低い領域ではダイオードＤ１～Ｄ４が非導通状態となって、トランジスタＳＳがオンであっても受電側コイルR_Lが短絡されず、結果、受電側コイルR_Lに受電側不要電流が流れる

。

[0178] ［実施例ＥＸ２＿３Ｂ］

実施例ＥＸ２＿３Ｂを説明する。実施例ＥＸ２＿３Ｂは、実施例ＥＸ２＿３Ａを基準として、キャンセル回路ＧＧを電子機器２に設けた実施例である。

[0179] 実施例ＥＸ２＿３Ｂのキャンセル回路ＧＧは、f_O変更／短絡動作が理想的でないことに対応する回路である。一方、f_O変更／短絡動作は、ｐＦＯＤ処理において実行されるものであって、電力伝送中などには実行されない。故に、実施例ＥＸ２＿３Ｂでは、f_O変更／短絡動作の実行、非実行に連動して、図４３に示す如く、制御回路２５０がキャンセル回路ＧＧに対しオン制御信号又はオフ制御信号を与える。

[0180] キャンセル回路ＧＧにオン制御信号が与えられたとき、キャンセル回路ＧＧにおいて、コイルG_L、コンデンサG_C及び抵抗G_Rの並列接続又は直列接続による並列共振回路又は直列共振回路が形成され、従って、コイルG_Lに交番磁界が鎖交したときにはキャンセル回路ＧＧで共振動作が行われる（コイルG_Lに電流が流れる）。

キャンセル回路ＧＧにオフ制御信号が与えられたとき、キャンセル回路ＧＧにおいて、コイルG_L、コンデンサG_C及び抵抗G_R間の接続が遮断され又はコイルG_Lが短絡され、これによって並列共振回路又は直列共振回路が形成されなくなり、結果、コイルG_Lに交番磁界が鎖交してもキャンセル回路ＧＧで共振動作が行われなくなる（コイルG_Lに電流が流れない）。

[0181] 例えば、キャンセル回路ＧＧにおいて、コイルG_L及びコンデンサG_C間を結ぶ配線上に直列にスイッチを挿入しておき、オン制御信号を受けた際には当該スイッチをオンとする一方で、オフ制御信号を受けた際には当該スイッチをオフにすることでコイルG_L、コンデンサG_C及び抵抗G_R間の接続を遮断すると良い。或いは例えば、キャンセル回路ＧＧにおいて、コイルG_Lに対して並列にスイッチを接続しておき、オン制御信号を受けた際には当該スイッチをオフにする一方で、オフ制御信号を受けた際には当該スイッチをオンに

することでコイルG_Lを短絡すると良い。

[0182] 制御回路２５０は、共振状態変更回路２４０にf_O変更／短絡動作を行わせている期間にのみキャンセル回路ＧＧにオン制御信号を出力し、それ以外の期間（ＮＦＣ通信及びＮＦＣ電力伝送が行われている期間を含む）ではキャンセル回路ＧＧにオフ制御信号を出力することでキャンセル回路Ｇの共振動作を停止させる。

[0183] 実施例ＥＸ２＿３Ｂでは、以下、キャンセル回路ＧＧにオン制御信号が与えられている状況を考える。

[0184] 図４４を参照する。i_Aは、f_O変更／短絡動作の実行下において、送電側コイルT_Lの発生磁界に基づき受電側コイルR_Lに流れた受電側不要電流を表す。i_Bは、f_O変更／短絡動作の実行下において、送電側コイルT_Lの発生磁界に基づきキャンセル用コイルG_Lに流れた電流を表す。図４４では、電流i_A及びi_Bが、複素平面上の電流ベクトルとして表記されている。電流i_A及びi_Bが互いに逆方向の電流であれば（即ち、電流i_A及びi_Bの位相が互いに１８０度異なっておれば）、電流i_A及びi_Bは共振回路ＴＴに対して互いに逆の作用を与えるため、送電側コイルT_Lの電流振幅に対する受電側不要電流i_Aの影響は打ち消される（軽減される）。更に、電流i_A及びi_Bの大きさが互いに同じであれば、送電側コイルT_Lの電流振幅に対する受電側不要電流i_Aの影響は、電流i_Bにより完全に打ち消される。

[0185] 故に、電流i_A及びi_Bが互いに逆方向の電流となるように（即ち電流i_Bが受電側不要電流i_Aと１８０度異なる位相を持つように）、望ましくは、電流i_A及びi_Bが互いに逆方向の電流であって且つ電流i_A及びi_Bの大きさが互いに同じとなるように、キャンセル回路ＧＧが構成される。このようなキャンセル回路ＧＧの共振周波数は、おのずと、基準周波数からずれたものとなる。

[0186] キャンセル用コンデンサG_Cの静電容量値を変化させれば、電流I_A及びI_B間の位相関係が変化し、その位相関係の変化によって、上記打ち消しの度合いが変化する。このため、打ち消しの度合いが最適化（最大化）されるよう

にキャンセル用コンデンサG_Cの静電容量値を調整すると良い。

[0187] また、キャンセル用抵抗G_Rの抵抗値を変化させれば、キャンセル回路ＧＧとしての共振回路のＱ値の変化を通じて電流I_Bの大きさが変化し、その電流I_Bの大きさの変化によっても上記打ち消しの度合いが変化する。このため、打ち消しの度合いが最適化されるようにキャンセル用抵抗G_Rの抵抗値を決定すると良く、キャンセル用抵抗G_Rが可変抵抗として形成されている場合においては、打ち消しの度合いが最適化されるようにキャンセル用抵抗G_Rの抵抗値を調整すると良い。

[0188] 実施例ＥＸ２＿３Ｂの構成によれば、受電側不要電流が送電側コイルT_Lの電流振幅に与える影響を解消することができ、ｐＦＯＤ処理における異物検出精度を高いものに維持することが可能となる。

[0189] ［実施例ＥＸ２＿４］

実施例ＥＸ２＿４を説明する。図４５に、ＸＹ面上における受電側コイルR_Lとキャンセル用コイルG_Lの配置位置関係を示す。尚、図４５では、コイルR_L及びG_Lの外周形状が長方形であると仮定しており、図示の簡略化及び煩雑化防止のため、コイルR_L及びG_Lの巻線を二重長方形にて表現している。二重長方形から側方に伸びる線分はコイルの引き出し線を表している。

[0190] キャンセル用コイルG_Lは、金属板２７０の影響を打ち消すためなどに設けられるものであって、受電側コイルR_Lとの間で磁気結合度合いを高いものにする必要性は少ない。また、金属板２７０との結合を考えた場合、Ｚ軸周りにキャンセル用コイルG_Lをどのように回転させても、その結合の度合いは全く又は殆ど変化しない（磁性体板２８１又は２８２についても同様）。

[0191] そこで、図４５に示す如く、ＸＹ面上において、コイルR_L及びG_Lの外周形状が長方形である場合などにおいては、コイルR_L及びG_L間の結合を弱めるべく、コイルR_L及びG_Lの外周形状の長軸を互いに異なる方向に向ける（例えば互いに直交させる）と良い。尚、受電側コイルR_Lの外周形状が長方形とされる場合、送電側コイルT_Lの外周形状も同一の長方形とされ、且つ、基準配置状態においては、コイルT_L及びR_L間の結合を高めるべく、コイルT_L

及びR_Lの外周形状の長軸が互いに同じ方向に向けられる。

[0192] 同様の主旨から、ＸＹ面上においてコイルG_Lの形状をコイルT_L及びR_Lの各形状と異ならせても良い。

[0193] ＜＜第３実施形態＞＞

本発明の第３実施形態を説明する。第３実施形態では、キャンセル用コンデンサG_Cの静電容量値の調整及び決定方法について説明する。第３実施形態で述べる方法を、第２実施形態の非接触給電システムに適用できる。

[0194] 第１及び第２実施形態では意識しなかったが、給電機器１における制御回路１６０は、通常モード及びテストモードを含む複数のモードの何れかを自身の動作モードに設定して設定した動作モードにて動作し、同様に、電子機器２における制御回路２５０は、通常モード及びテストモードを含む複数のモードの何れかを自身の動作モードに設定して設定した動作モードにて動作する。制御回路１６０についての複数のモードと、制御回路２５０についての複数のモードは、互いに一致していても良いし、互いに異なっていても良い。制御回路１６０、制御回路２５０についての複数のモードは、通常モード及びテストモード以外のモードを含みうるが、以下では、通常モード及びテストモードのみに注目する。

[0195] 第１及び第２実施形態で述べた給電機器１及び電子機器２の動作は、全て、制御回路１６０及び２５０の動作モードが通常モードに設定されているときの動作である（但し、初期設定処理を除く）。

[0196] 給電機器１の制御回路１６０は、給電機器１の起動時において又は給電機器１の起動後の任意のタイミングにおいて、予め定められたテストモード設定指示の入力を受けたときに限り自身の動作モードをテストモードに設定し、それ以外では自身の動作モードを通常モードに設定する。同様に、電子機器２の制御回路２５０は、電子機器２の起動時において又は電子機器２の起動後の任意のタイミングにおいて、予め定められたテストモード設定指示の入力を受けたときに限り自身の動作モードをテストモードに設定し、それ以外では自身の動作モードを通常モードに設定する。

[0197] 図４６を参照し、給電機器１はテストモード設定指示を含む様々な指示の入力を受けるための入力受付部１７０を有し、電子機器２はテストモード設定指示を含む様々な指示の入力を受けるための入力受付部２７０を有する。

[0198] 例えば、入力受付部１７０は、操作者からテストモード設定指示の入力をうけるための、押しボタンスイッチやタッチパネル等で構成されていて良い。或いは例えば、入力受付部１７０は、外部機器から送信された信号を受信することが可能な通信ポートにて構成されていても良い。この場合、外部機器からの所定のテストモード移行要求信号が入力受付部１７０の通信ポートにて受信されることが、給電機器１及び入力受付部１７０に対するテストモード設定指示の入力に相当し、そのテストモード移行要求信号の受信により、制御回路１６０の動作モードがテストモードに設定される。外部機器は、給電機器１及び電子機器２と異なる機器であって、例えば、後述のコンピュータ装置４（図４７参照）であって良い。

[0199] 同様に例えば、入力受付部２７０は、操作者からテストモード設定指示の入力をうけるための、押しボタンスイッチやタッチパネル等で構成されていて良い。或いは例えば、入力受付部２７０は、外部機器から送信された信号を受信することが可能な通信ポートにて構成されていても良い。この場合、外部機器からの所定のテストモード移行要求信号が入力受付部２７０の通信ポートにて受信されることが、電子機器２及び入力受付部２７０に対するテストモード設定指示の入力に相当し、そのテストモード移行要求信号の受信により、制御回路２５０の動作モードがテストモードに設定される。

[0200] 給電機器１の制御回路１６０において、動作モードがテストモードに設定された後、 給電機器１の電源をオフとし、給電機器１を再起動させると動作モードが通常モードとなる。また、制御回路１６０は、自身の動作モードをテストモードに設定した後、所定条件が成立すると（例えば入力受付部１７０にてテストモード設定指示と異なる通常モード移行指示の入力を受けたとき）自身の動作モードを通常モードに移行させることが可能であっても良い。

[0201] 電子機器２の制御回路２５０において、動作モードがテストモードに設定された後、 電子機器２の電源をオフとし、電子機器２を再起動させると動作モードが通常モードとなる。また、制御回路２５０は、自身の動作モードをテストモードに設定した後、所定条件が成立すると（例えば入力受付部２７０にてテストモード設定指示と異なる通常モード移行指示の入力を受けたとき）自身の動作モードを通常モードに移行させることが可能であっても良い。

[0202] 図４７に、外部機器の例としてのコンピュータ装置４の外観を給電機器１の外観と共に示す。図４８は、コンピュータ装置４の概略内部ブロック図である。コンピュータ装置４は、符号４１～４４によって参照される各部位を備える。

[0203] 演算処理部４１は、ＣＰＵ（Central Processing Unit）、ＲＯＭ（Read Only Memory）及びＲＡＭ（Random Access Memory）などから成り、各種の演算処理を実行すると共に、コンピュータ装置４内の各部位の動作を統括的に制御する。表示部４２は、液晶ディスプレイパネル等から成り、演算処理部４１の制御の下、任意の情報を映像として表示する。記録部４３は、磁気ディスク及び半導体メモリ等からなり、任意の情報を記録する。

[0204] 通信処理部４４は、コンピュータ装置４と異なる機器との間で無線又は有線による通信を行う。ここでは、給電機器１及びコンピュータ装置４間において所定の有線通信規格（例えば、ＵＳＢ（Universal Serial Bus）の規格）に従った有線通信が可能であるものとし、給電機器１に設けられた通信ポートとコンピュータ装置４に設けられた通信ポートとが所定の通信ケーブルにて接続されることで、給電機器１及びコンピュータ装置４間で任意の情報の双方向通信が可能であるものとする。但し、コンピュータ装置４との間で無線通信を行う機能が給電機器１に設けられている場合には、給電機器１及びコンピュータ装置４間の通信は、無線通信であっても良い。

[0205] テストモードの一形態において、制御回路１６０は、切り替え回路１１０及び送電回路１３０への制御を通じて、テスト磁界を送電側コイルＴ｣にて発

生させることができ、制御回路２５０は、共振状態変更回路２４０を用いてf_O変更／短絡動作を実行することができる。

[0206] ここでは、図４９（ａ）及び（ｂ）の第１テスト形態及び第２テスト形態を想定する。

第１テスト形態では、制御回路１６０がテストモードに設定されていて且つテスト磁界が送電側コイルT_Lにて発生せしめられ、また、上述の初期設定環境が整えられる（即ち給電台１２上に電子機器２も異物も置かない）。

第２テスト形態では、制御回路１６０がテストモードに設定されていて且つテスト磁界が送電側コイルT_Lにて発生せしめられる一方で、制御回路２５０がテストモードに設定されていて且つf_O変更／短絡動作が実行され、また、電子機器２が基準配置状態にて給電台１２上に載置される。

[0207] 図５０は、テストモードを利用して、キャンセル用コンデンサG_Cの静電容量値を調整する処理のフローチャートである。この処理を行う際、給電機器１及びコンピュータ装置４間の通信が可能なように、それらが接続されているものとする。

[0208] まず、ステップＳ１１において、テストモード設定指示を給電機器１及び電子機器２に与えることで、制御回路１６０及び２５０の動作モードをテストモードに設定する。また、キャンセル用コンデンサG_Cがトリマコンデンサにて形成される場合、調整者がキャンセル用コンデンサG_Cの静電容量値を手動調整できるような状態が整えられる。

[0209] 続くステップＳ１２において第１テスト形態が整えられ、制御回路１６０は第１テスト形態にて電圧値V_Dを取得する。第１テスト形態にて取得された電圧値V_Dを検出値と称し、V_{TEST1}で表す。更にステップＳ１３において第２テスト形態が整えられ、制御回路１６０は第２テスト形態にて電圧値V_Dを取得する。第２テスト形態にて取得された電圧値V_Dを検出値と称し、V_{TEST2}で表す。検出値V_{TEST1}及びV_{TEST2}はコンピュータ装置４に送られて良い。

[0210] 給電機器１の制御回路１６０又はコンピュータ装置４の演算処理部４１に

、テスト処理部（不図示）が設けられる。ステップＳ１３に続くステップＳ１４において、テスト処理部は絶対値｜$V_{TEST1}-V_{TEST2}$｜を所定の正の閾値Δ_{TH}と比較する。“｜$V_{TEST1}-V_{TEST2}$｜≦Δ_{TH}”が成立すれば、キャンセル用コンデンサG_Cの静電容量値が適切であると判断して該静電容量値の調整を終えるが、そうでなければステップＳ１５に進む。尚、“｜$V_{TEST1}-V_{TEST2}$｜≦Δ_{TH}”が成立する際、テスト処理部は、調整を終えて良いことを示す情報を表示部４２に表示させると良い。

[0211] ステップＳ１５において、テスト処理部は、“（$V_{TEST2}-V_{TEST1}$）＞０”の成否を判断し、“（$V_{TEST2}-V_{TEST1}$）＞０”の成立時にはステップＳ１６にて共振周波数減少指示を出力してからステップＳ１３に戻るが、“（$V_{TEST2}-V_{TEST1}$）＞０”の非成立時にはステップＳ１７にて共振周波数増加指示を出力してからステップＳ１３に戻る。

[0212] キャンセル用コンデンサG_Cがトリマコンデンサにて形成され、キャンセル用コンデンサG_Cの静電容量値が手動調整される場合、共振周波数減少指示及び共振周波数増加指示は調整者に対する指示である。この場合、共振周波数減少指示は、キャンセル回路ＧＧの共振周波数が減少する向きにトリマコンデンサを手動操作することを調整者に促す指示であり、例えば、その指示を表す画像が表示部４２に表示される。逆に、共振周波数増加指示は、キャンセル回路ＧＧの共振周波数が増加する向きにトリマコンデンサを手動操作することを調整者に促す指示であり、例えば、その指示を表す画像が表示部４２に表示される。

[0213] キャンセル用コンデンサG_Cがバリキャップにて形成され、キャンセル用コンデンサG_Cの静電容量値が手動操作に依らずに調整される場合、共振周波数減少指示及び共振周波数増加指示は、ＮＦＣ通信によって電子機器２に与えられる。但し、この場合、ステップＳ１３～Ｓ１５の処理を１回行うたびに、給電機器１及び電子機器２がＮＦＣ通信が可能な状態とされてＮＦＣ通信により共振周波数減少指示又は共振周波数増加指示を示す信号が給電機器１から電子機器２に送信される。制御回路２５０は、バリキャップへの印加電

圧を可変する機能を有し、共振周波数減少指示を示す信号を受信したときには、キャンセル回路ＧＧの共振周波数が減少する向きにバリキャップへの印加電圧を所定量だけ変化させ、共振周波数増加指示を示す信号を受信したときには、キャンセル回路ＧＧの共振周波数が増加する向きにバリキャップへの印加電圧を所定量だけ変化させる。

[0214] 共振周波数減少指示に従い、キャンセル回路ＧＧの共振周波数が減少すればV_{TEST2}の減少が見込まれる。共振周波数増加指示に従い、キャンセル回路ＧＧの共振周波数が増加すればV_{TEST2}の増加が見込まれる。

[0215] 例えば、電子機器２に金属板２７０が設けられている場合、金属板２７０の作用により送電側コイルT_Lの電流振幅増加が生じることになるが（結果、“（$V_{TEST2}-V_{TEST1}$）＞０”が成立しやすくなるが）、基準周波数よりも低い共振周波数をキャンセル回路ＧＧに持たせれば、キャンセル回路ＧＧの作用により送電側コイルT_Lの電流振幅が減少するようになって、該電流振幅に対する金属板２７０とキャンセル回路ＧＧの作用が打ち消し合う。故に、“（$V_{TEST2}-V_{TEST1}$）＞０”の場合には共振周波数減少指示を出力する。電子機器２に磁性体部MG_2が設けられている場合は、その逆である。また、$|V_{TEST2}-V_{TEST1}|$をゼロに近づけることで、ｆｏ変更／短絡動作が理想的でないことによる影響も吸収される。

[0216] 図５０の処理によるキャンセル用コンデンサG_Cの静電容量値調整を経れば、ｐＦＯＤ処理において、電子機器２が給電台１２上に存在しないのと等価になるため、異物の存否を正確に判断することが可能となる。また、電子機器２が給電台１２に載置されていないときに取得される検出値V_{TEST1}と、ｆｏ変更／短絡動作を行いつつ電子機器２を給電台１２に載置したときに取得される検出値V_{TEST2}とが等しいことは、金属板２７０等によって共振周波数が基準周波数から変化せしめられる作用がキャンセル回路ＧＧにて適切に相殺されていることを意味する。

[0217] ＜＜本発明の考察＞＞

上述の各実施形態にて具体化された本発明について考察する。

[0218] 本発明の一側面に係る受電装置W_1は、電力を送電するための送電側コイル（T_L）を含む送電側共振回路（ＴＴ）を有する送電装置から磁界共鳴方式で前記電力を受電可能な受電装置において、前記電力を受電するための受電側コイル（R_L）を含む受電側共振回路（ＲＲ）と、前記受電側コイルと異なる補助コイル（G_L）を含む補助共振回路（ＧＧ）と、を備え、前記送電側コイル又は前記受電側コイルの発生磁界に基づき前記補助コイルに電流が流れる位置に、前記補助コイルが配置されることを特徴とする。

[0219] 例えば、受電装置に、受電側共振回路の特性、動作に影響を与える部材（金属板など）が配置されることがあるが、上記の補助共振回路を設けておくことにより該影響を打ち消すことが可能となり、結果、適正な受電動作等を行うことが可能となる。

[0220] ここで、受電側コイルと補助コイルとの関係について、各実施形態にて受電側コイルの例として挙げた受電側コイルR_Lと補助コイルの例として挙げたキャンセル用コイルG_Lとに注目して説明を加える。上述の各実施形態において、受電側コイルR_Lとキャンセル用コイルG_Lとが別々に設けられて、前者が受電側共振回路ＲＲを形成し且つ後者がキャンセル回路ＧＧを形成できる限り、コイルR_L及びG_Lの具体的構成方法は任意である。

[0221] 例えば、回路図で示すと、回路ＲＲ及びＧＧは図５１のような関係を有していても良い。図５１の回路では、回路ＲＲ及びＧＧが共に並列共振回路として形成されており、コイルG_L、コンデンサG_C及び抵抗G_Rの各一端を共通接続するライン（配線）と、コイルR_L及びコンデンサR_Cの各一端を共通接続するライン（配線）とが、共通のラインＬＬ１となっているものの、コイルG_L、コンデンサG_C及び抵抗G_Rの各他端を共通接続するラインＬＬ２と、コイルR_L及びコンデンサR_Cの各他端を共通接続するラインＬＬ３とが、別々のラインになっており、ラインＬＬ１～ＬＬ３を経由する電流ループ（閉回路）は形成されない。図５１の回路構成におけるキャンセル用コイルG_L及び受電側コイルR_Lは、当然に、互いに異なるコイルであり、別々に設けられた互いに分離したコイルと言える。

[0222] 図５２に示す如く、キャンセル用コイルG_Lを形成する巻線の大部分と受電側コイルR_Lを形成する巻線の大部分とが別々の巻線になっているものの、前者の巻線の一部分と後者の巻線の一部分とが共通化されることもありえるが（共通化された部分は巻線の一部分とは呼べない配線部分でありうる）、このような巻線構成においても、キャンセル用コイルG_L及び受電側コイルR_Lは互いに異なるコイルであると言える。尚、図５２においてキャンセル用抵抗G_Rの図示は省略されている。

[0223] また例えば、図５３に示す如く、電子機器２に搭載された基板（プリント基板）の第１面に受電側コイルR_Lが第１パターンコイルとして設けられる一方、当該基板における第１面とは逆側の第２面にキャンセル用コイルG_Lが第１パターンコイルと異なる第２パターンコイルとして設けられることもある。

[0224] 本発明の一側面に係る非接触給電システムW_2は、受電装置W_1と、電力を送電するための送電側コイルを含む送電側共振回路を有する送電装置と、を備え、磁界共鳴方式で前記電力の送受電が可能であることを特徴とする。

[0225] 具体的には例えば、非接触給電システムW_2において、前記送電装置は、前記送電側共振回路に交流電圧を供給可能な送電回路と、前記送電側コイルに流れる電流の振幅を検出する検出回路と、前記検出回路の振幅検出値に基づき前記送電回路を制御することで前記電力の送電制御を行う制御回路と、を備えていると良い。

[0226] そして例えば、前記受電装置は、前記送電装置からの電力の受電に先立ち、前記受電側共振回路の共振周波数を前記受電の際の共振周波数から変更する又は前記受電側コイルを短絡する変更／短絡回路を備え、前記送電側制御部は、前記送電装置からの通信による信号に従い前記受電装置にて前記受電側共振回路の共振周波数の変更又は前記受電側コイルの短絡が行われている状態で、前記送電に先立ち所定のテスト磁界が前記送電側コイルで発生されるよう前記送電回路を制御する第１処理部と、前記テスト磁界が発生されているときの前記検出回路による振幅検出値に基づき前記送電の実行可否を判

断する第２処理部と、前記送電を実行可能と判断した後に前記テスト磁界よりも大きな送電用磁界が前記送電側コイルで発生されるよう前記送電回路を制御することで前記送電を実現する第３処理部と、を有し、前記状態において、前記受電側共振回路が前記送電側コイルの電流振幅に与える影響を打ち消す電流が前記補助共振回路に流れると良い。

[0227] 受電側共振回路の共振周波数の変更又は受電側コイルの短絡を担う回路の非直線性などに起因して、変更／短絡回路が動作しても、送電側コイルの発生磁界に基づき受電側共振回路に幾らかの電流が流れることがあり、その電流は磁界を発生させて、送電側コイルの電流振幅に変化を与えることがある。この変化は、送電側コイルの電流振幅に基づいて行われる、送電の実行可否判断にとって好ましくない。上記の構成によれば、補助共振回路の働きにより、そのような変化が打ち消されることになるため、送電の実行可否判断の適正化が図られる。

[0228] 尚、上述の各実施形態における給電機器１そのものが本発明に係る送電装置として機能しても良いし、上述の各実施形態における給電機器１の一部が本発明に係る送電装置として機能しても良い。同様に、上述の各実施形態における電子機器２そのものが本発明に係る受電装置として機能しても良いし、上述の各実施形態における電子機器２の一部が本発明に係る受電装置として機能しても良い。

[0229] ＜＜変形等＞＞

本発明の実施形態は、特許請求の範囲に示された技術的思想の範囲内において、適宜、種々の変更が可能である。以上の実施形態は、あくまでも、本発明の実施形態の例であって、本発明ないし各構成要件の用語の意義は、以上の実施形態に記載されたものに制限されるものではない。上述の説明文中に示した具体的な数値は、単なる例示であって、当然の如く、それらを様々な数値に変更することができる。上述の実施形態に適用可能な注釈事項として、以下に、注釈１～注釈３を記す。各注釈に記載した内容は、矛盾なき限り、任意に組み合わせることが可能である。

[0230] ［注釈１］

上述の実施形態では、各種の信号の周波数や共振周波数を、基準周波数としての１３．５６ＭＨｚに設定することを述べたが、１３．５６ＭＨｚは設定の目標値であって、実際の機器における、それらの周波数には誤差が含まれる。

[0231] ［注釈２］

本発明をＮＦＣの規格に沿って具現化したものを実施形態中に示したため、基準周波数が１３．５６ＭＨｚであると述べたが、基準周波数は１３．５６ＭＨｚ以外でも構わない。これに関連するが、本発明が適用される給電機器及び電子機器間の通信及び電力伝送は、ＮＦＣ以外の規格に沿った通信及び電力伝送であっても良い。

[0232] 本発明に係る非接触給電システムの基準周波数が１３．５６ＭＨｚ以外の周波数（例えば、６．７８ＭＨｚ）に設定されていて且つ非接触ＩＣカードとして形成された異物３における共振回路ＪＪの共振周波数が１３．５６ＭＨｚである場合にも、異物３が給電台１２に置かれた際には、ｐＦＯＤ処理又はｍＦＯＤ処理にて電圧値V_Dに相応量の変化がみられるため、そのような場合にも、上述の方法により異物３の検出が可能である。

[0233] ［注釈３］

本発明に係る受電装置又は送電装置である対象装置を、集積回路等のハードウェア、或いは、ハードウェアとソフトウェアの組み合わせによって構成することができる。対象装置にて実現される機能の全部又は一部である任意の特定の機能をプログラムとして記述して、該プログラムを対象装置に搭載可能なフラッシュメモリに保存しておいても良い。そして、該プログラムをプログラム実行装置（例えば、対象装置に搭載可能なマイクロコンピュータ）上で実行することによって、その特定の機能を実現するようにしてもよい。上記プログラムは任意の記録媒体に記憶及び固定されうる。上記プログラムを記憶及び固定する記録媒体は対象装置と異なる機器（サーバ機器等）に搭載又は接続されても良い。

符号の説明

[0234] １　給電機器

２　電子機器

１３０　ＮＦＣ送電回路

１４０　負荷検出回路

１６０　制御回路

２７０　金属板

２７１　開口部

２８１、２８２　磁性体板

ＴＴ　送電側共振回路

T_L　送電側コイル

T_C　送電側コンデンサ

ＲＲ　受電側共振回路

R_L　受電側コイル

R_C　受電側コンデンサ

ＧＧ　キャンセル回路

G_L　キャンセル用コイル

G_C　キャンセル用コンデンサ

請求の範囲

[請求項1] 電力を送電するための送電側コイルを含む送電側共振回路を有する送電装置から磁界共鳴方式で前記電力を受電可能な受電装置において、

前記電力を受電するための受電側コイルを含む受電側共振回路と、

前記受電側コイルと異なる補助コイルを含む補助共振回路と、を備え、

前記送電側コイル又は前記受電側コイルの発生磁界に基づき前記補助コイルに電流が流れる位置に、前記補助コイルが配置される

ことを特徴とする受電装置。

[請求項2] 前記受電側共振回路の共振周波数に影響を与える位置に設けられた金属板を更に備え、

前記補助コイルに交番磁界が鎖交したとき、前記金属板による前記受電側共振回路の共振周波数の変化を打ち消す電流が前記補助共振回路に流れる

ことを特徴とする請求項１に記載の受電装置。

[請求項3] 前記金属板は、アルミニウム又はアルミニウム合金にて構成される

ことを特徴とする請求項２に記載の受電装置。

[請求項4] 前記受電側共振回路の共振周波数に影響を与える位置に設けられた磁性体部を更に備え、

前記補助コイルに交番磁界が鎖交したとき、前記磁性体部による前記受電側共振回路の共振周波数の変化を打ち消す電流が前記補助共振回路に流れる

ことを特徴とする請求項１に記載の受電装置。

[請求項5] 前記磁性体部は、フェライトにて構成される

ことを特徴とする請求項４に記載の受電装置。

[請求項6] 前記補助共振回路は、前記補助コイルと静電容量を変更可能な補助コンデンサとを含んで形成される共振回路である

ことを特徴とする請求項１～５の何れかに記載の受電装置。

[請求項7] 前記補助共振回路は補助抵抗を更に含み、

前記補助コイルと前記補助コンデンサとの並列回路に対して並列に前記補助抵抗が接続される、又は、前記補助コイルと前記補助コンデンサとの直列回路に対して直列に前記補助抵抗が挿入される

ことを特徴とする請求項６に記載の受電装置。

[請求項8] 請求項１～７の何れかに記載の受電装置と、

電力を送電するための送電側コイルを含む送電側共振回路を有する送電装置と、を備え、磁界共鳴方式で前記電力の送受電が可能であることを特徴とする非接触給電システム。

[請求項9] 前記送電装置は、

前記送電側共振回路に交流電圧を供給可能な送電回路と、

前記送電側コイルに流れる電流の振幅を検出する検出回路と、

前記検出回路の振幅検出値に基づき前記送電回路を制御することで前記電力の送電制御を行う送電側制御部と、を備える

ことを特徴とする請求項８に記載の非接触給電システム。

[請求項10] 前記受電装置は、前記送電装置からの電力の受電に先立ち、前記受電側共振回路の共振周波数を前記受電の際の共振周波数から変更する又は前記受電側コイルを短絡する変更／短絡回路を備え、

前記送電側制御部は、前記送電装置からの通信による信号に従い前記受電装置にて前記受電側共振回路の共振周波数の変更又は前記受電側コイルの短絡が行われている状態で、前記送電に先立ち所定のテスト磁界が前記送電側コイルで発生されるよう前記送電回路を制御する第１処理部と、前記テスト磁界が発生されているときの前記検出回路による振幅検出値に基づき前記送電の実行可否を判断する第２処理部と、前記送電を実行可能と判断した後に前記テスト磁界よりも大きな送電用磁界が前記送電側コイルで発生されるよう前記送電回路を制御することで前記送電を実現する第３処理部と、を有し、

前記状態において、前記受電側共振回路が前記送電側コイルの電流振幅に与える影響を打ち消す電流が前記補助共振回路に流れる
ことを特徴とする請求項９に記載の非接触給電システム。

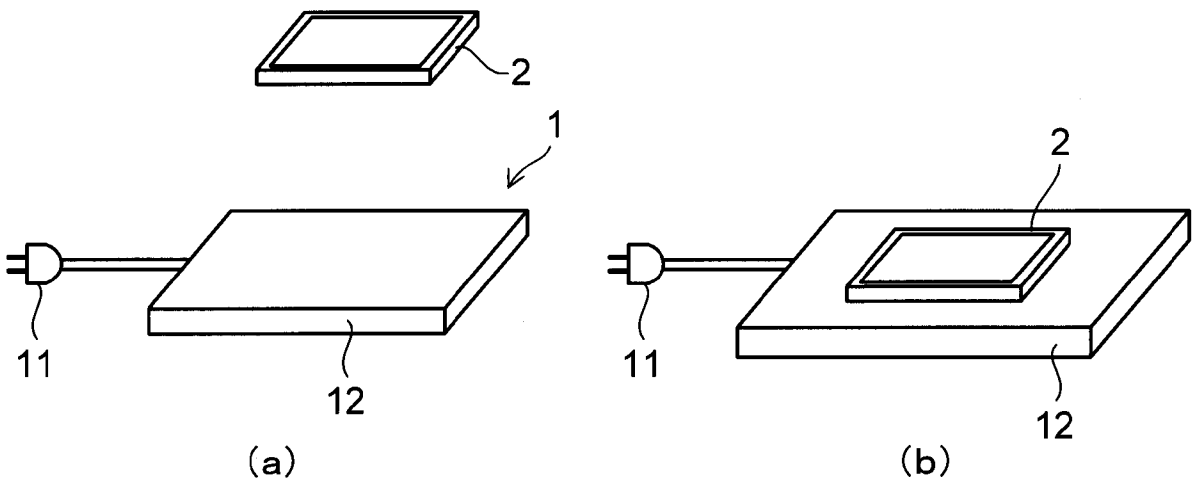
[請求項11] 前記受電装置は、前記補助コイルに交番磁界が鎖交することによって生じる前記補助共振回路の共振動作を停止させることが可能な受電側制御部と、を更に備え、

前記受電側制御部は、前記電力の送受電が行われるときにおいて前記補助共振回路の共振動作を停止させる
ことを特徴とする請求項１０に記載の非接触給電システム。

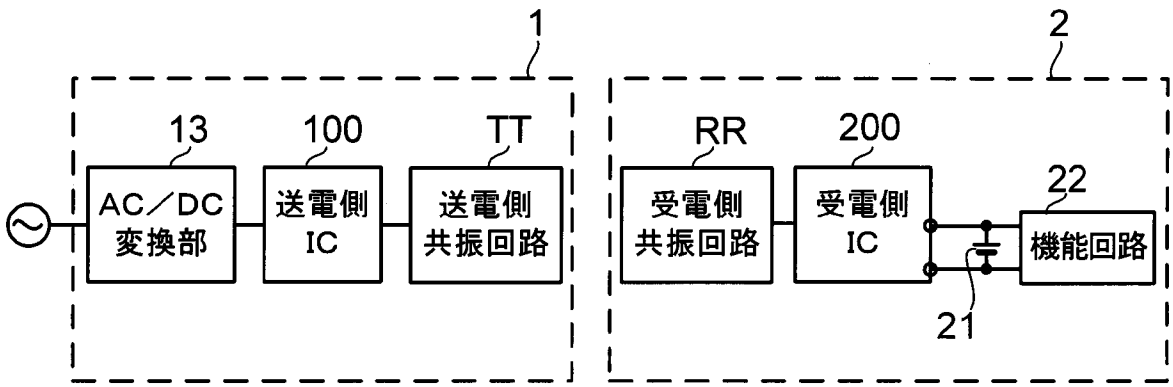
[請求項12] 前記送電装置及び前記受電装置が前記電力の送受電を行うための所定位置関係にあるとき、

前記補助コイルは、前記送電側コイルと前記受電側コイルの間に配置される、又は、前記受電側コイルから見て前記送電側コイルの配置位置とは反対側の位置に配置される
ことを特徴とする請求項８～１１の何れかに記載の非接触給電システム。

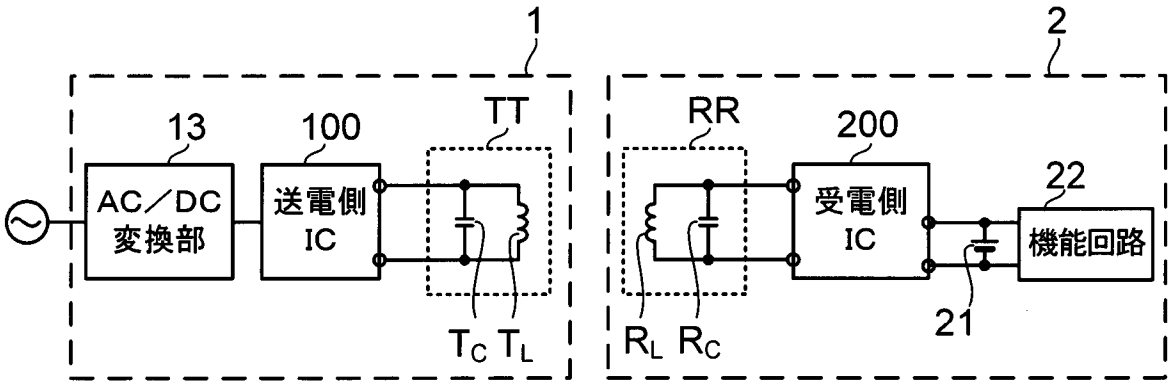
[図1]


離間状態
基準配置状態
2
1
11
12
2
11
12
(a)
(b)

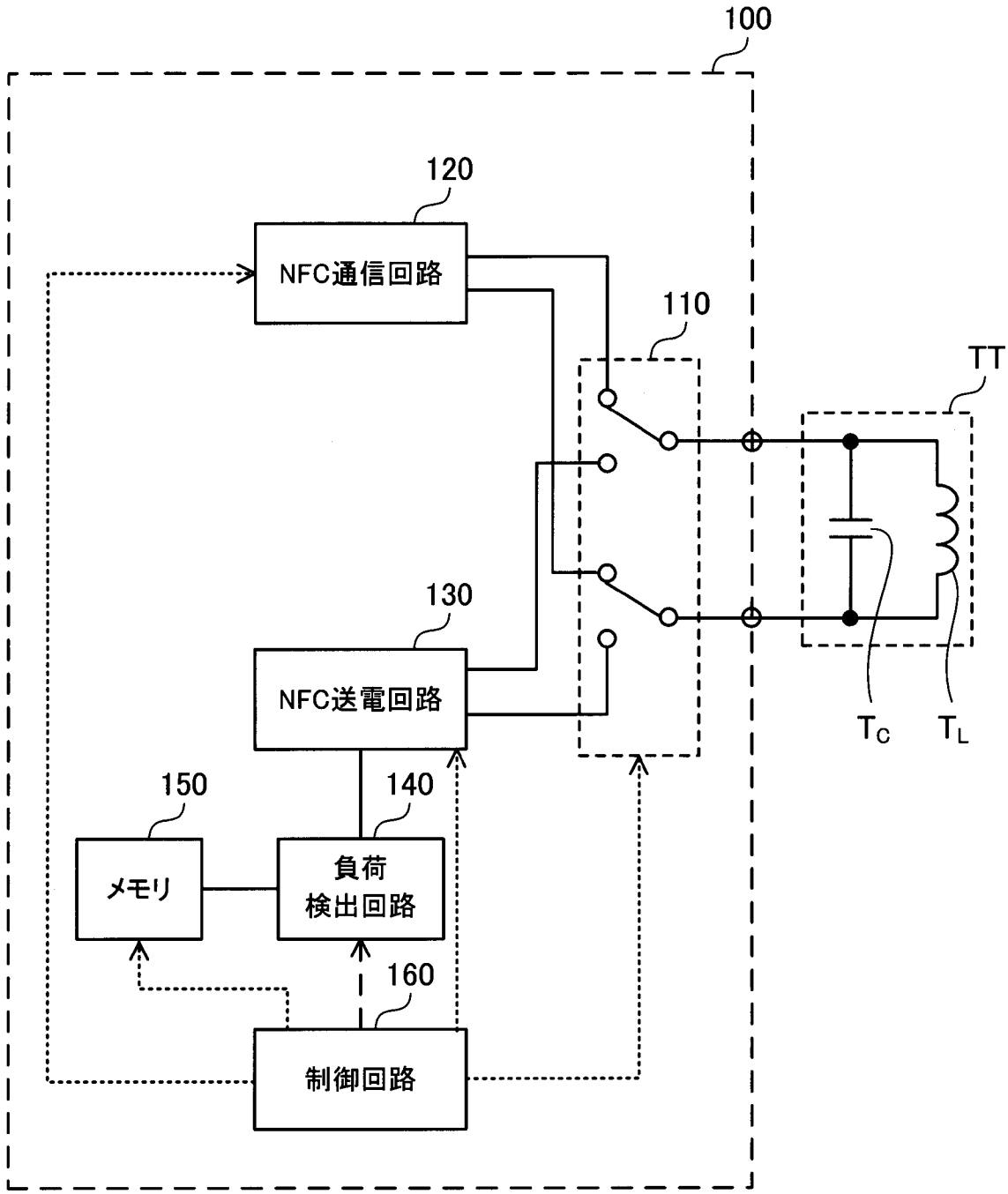
[図2]


1
2
13
100
TT
RR
200
22
AC／DC
変換部
送電側
IC
送電側
共振回路
受電側
共振回路
受電側
IC
機能回路
21

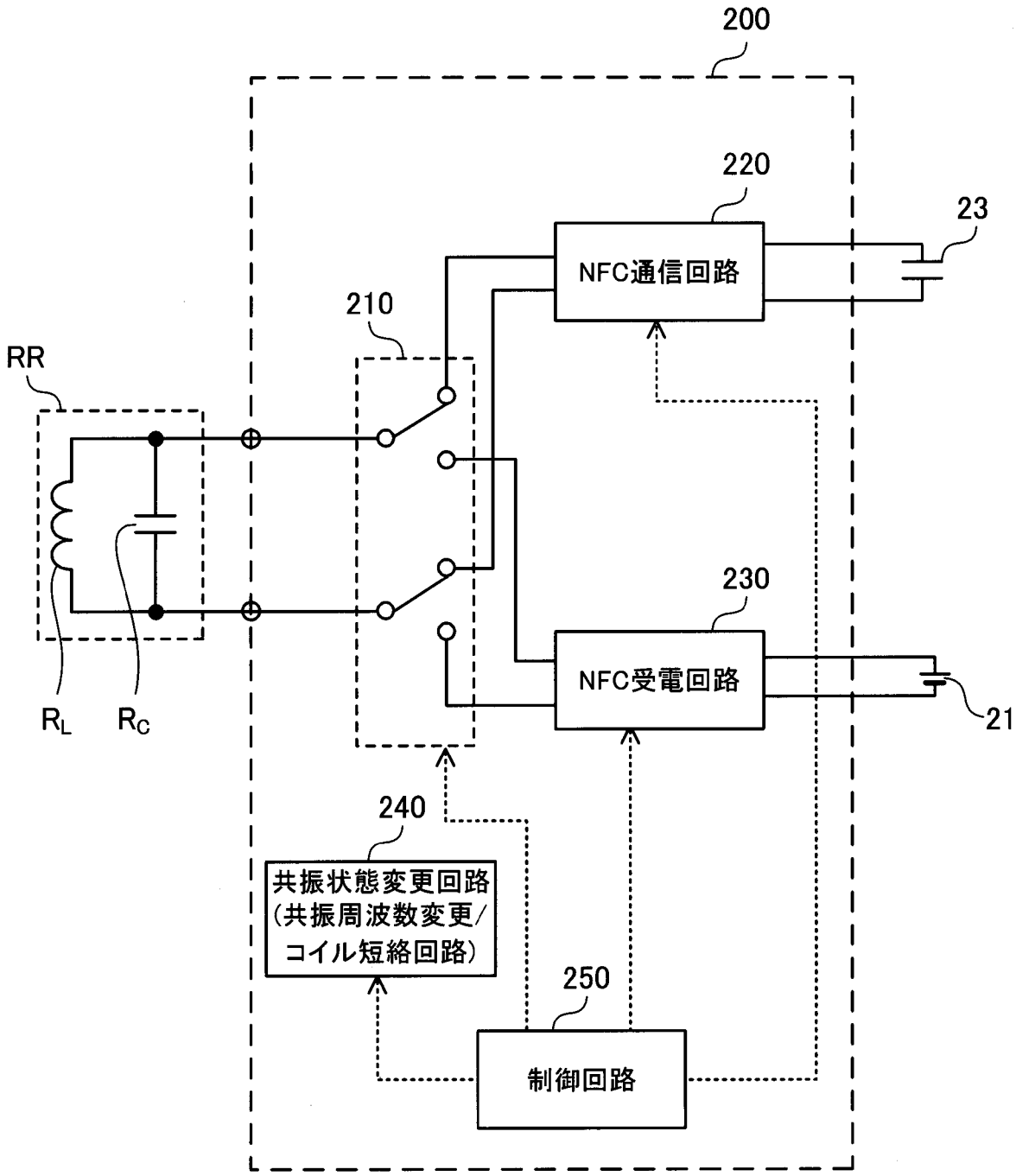
[図3]


1
2
13
100
TT
RR
200
22
AC／DC
変換部
送電側
IC
受電側
IC
機能回路
21
T_C T_L
R_L R_C

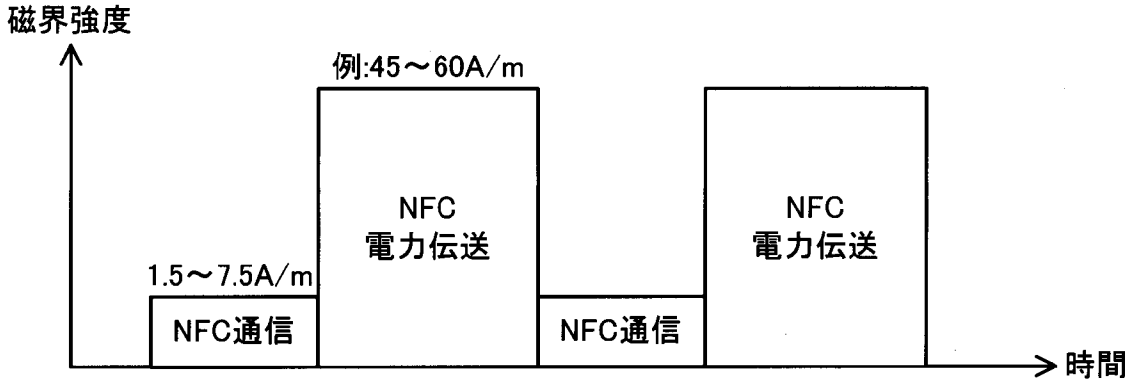
[図4]


100
120
NFC通信回路
110
TT
130
NFC送電回路
150
140
メモリ
負荷
検出回路
160
制御回路
TC
TL

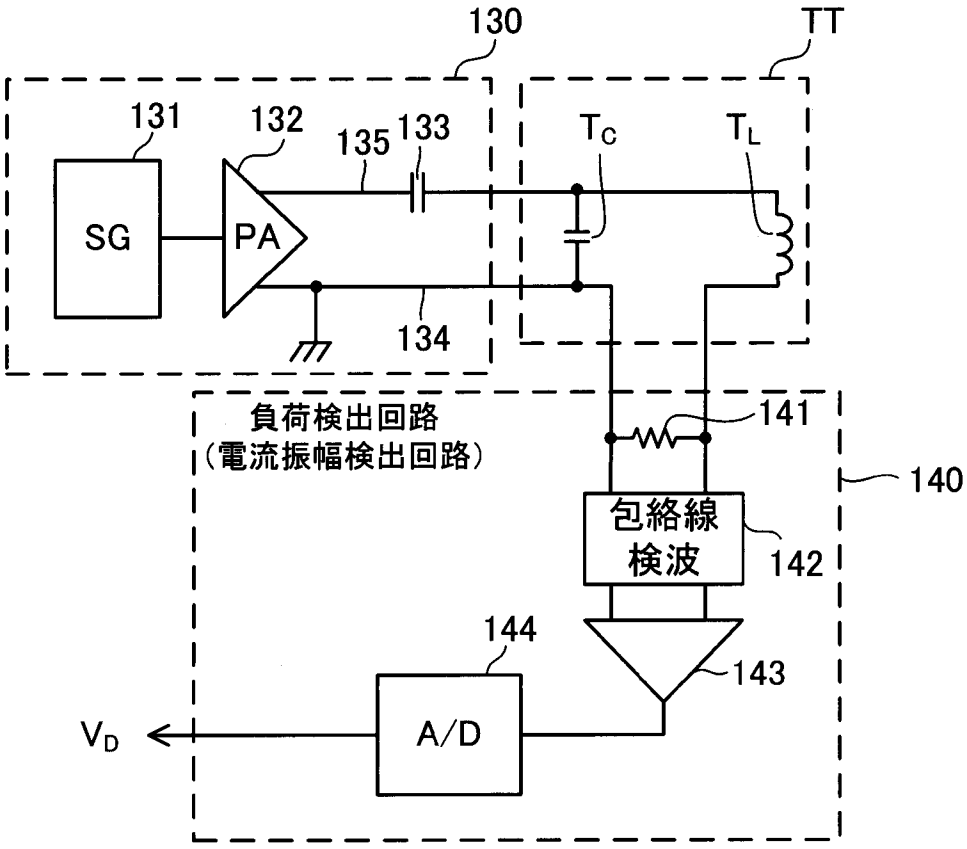
[図5]


200
220
NFC通信回路
23
210
RR
230
NFC受電回路
21
R_L
R_C
240
共振状態変更回路
(共振周波数変更/
コイル短絡回路)
250
制御回路

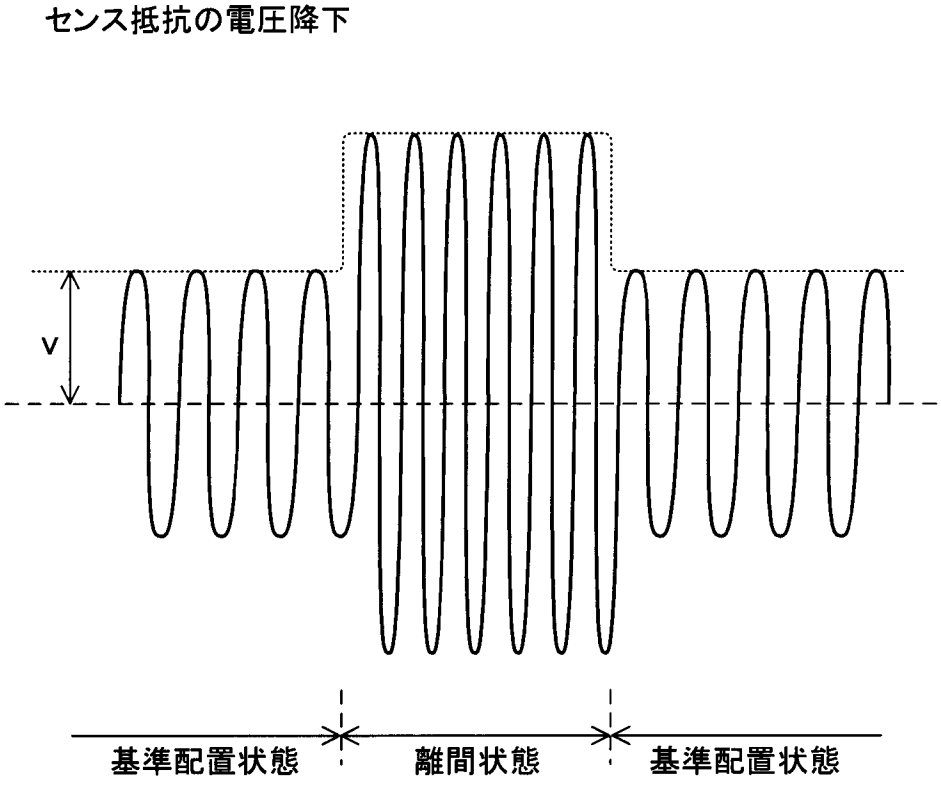
[図6]


磁界強度
例:45～60A/m
NFC
電力伝送
NFC
電力伝送
1.5～7.5A/m
NFC通信
NFC通信
時間

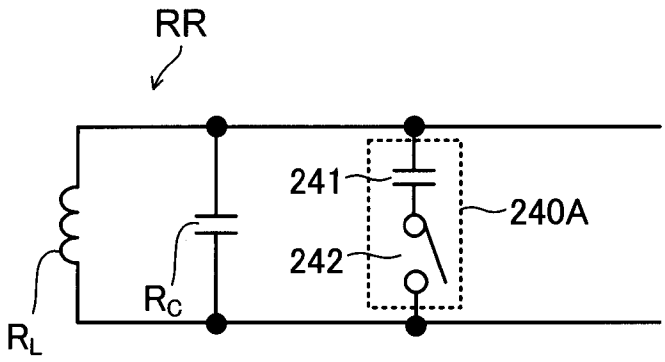
[図7]


130
TT
131
132
135
133
T_C
T_L
SG
PA
134
負荷検出回路
(電流振幅検出回路)
141
140
包絡線
検波
142
144
143
V_D
A/D

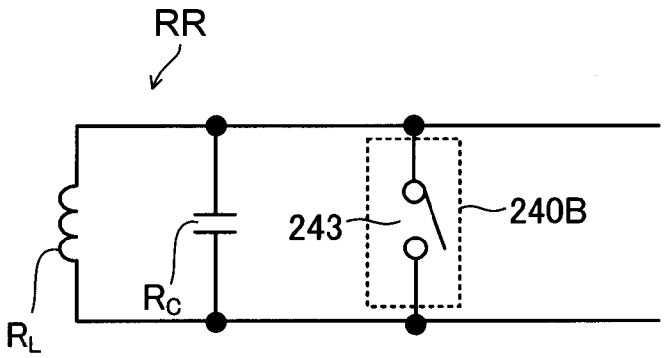
[図8]


センス抵抗の電圧降下
v
基準配置状態
離間状態
基準配置状態

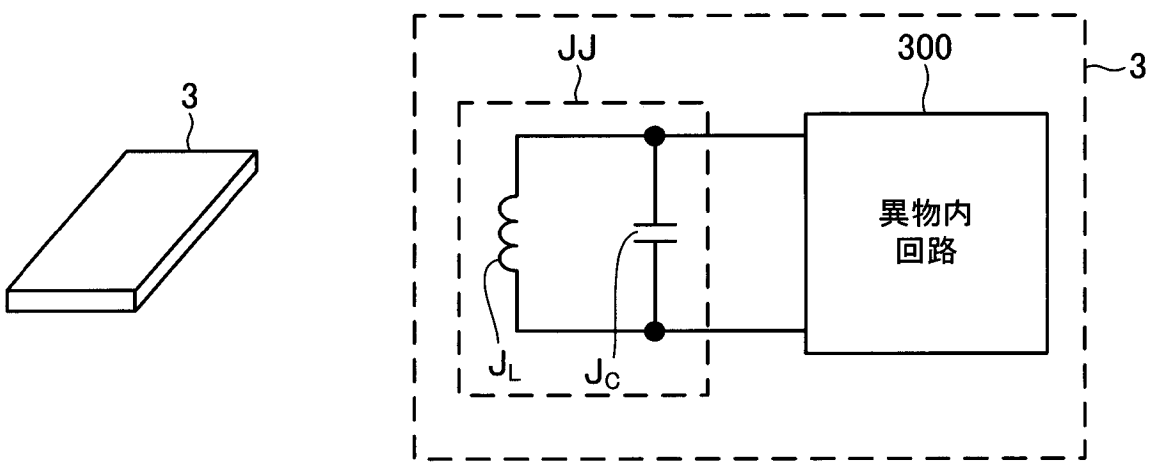
[図9]



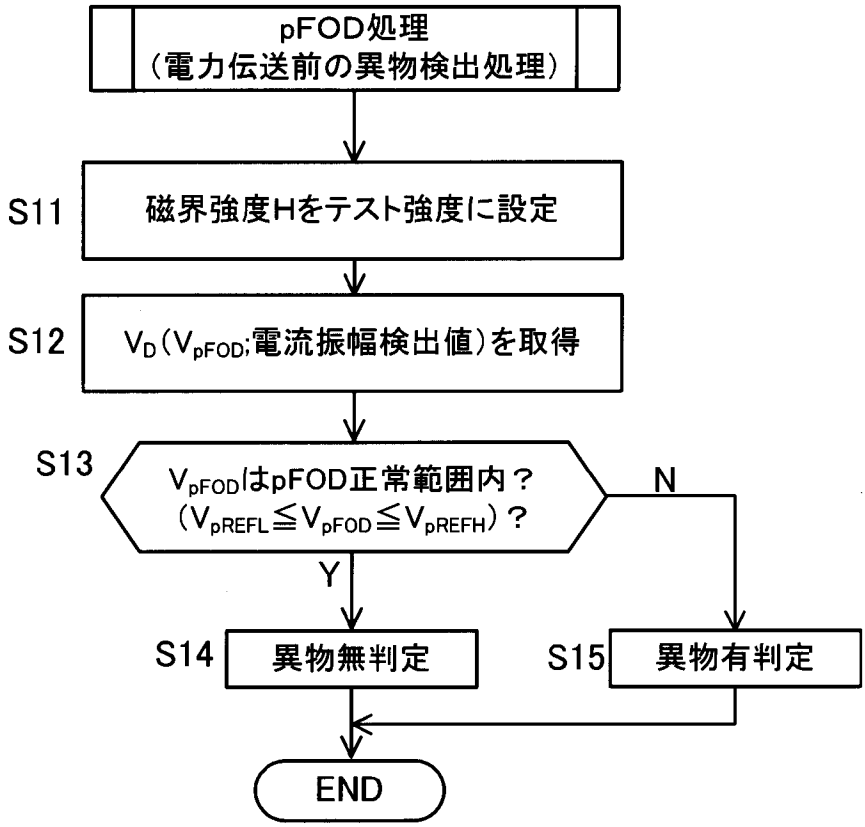
[図10]



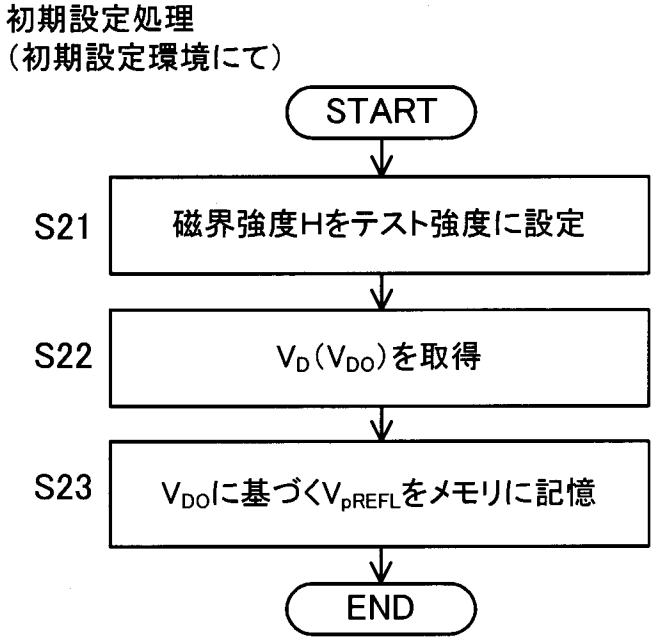
[図11]



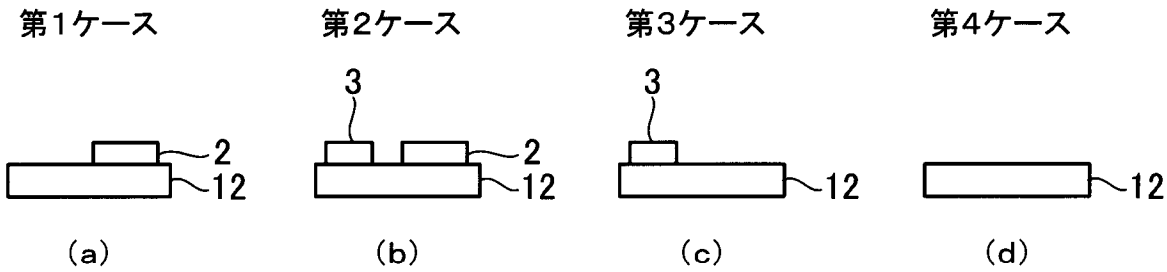
[図12]


pFOD処理
(電力伝送前の異物検出処理)
S11
磁界強度Hをテスト強度に設定
S12
V_D(V_{pFOD};電流振幅検出値)を取得
S13
V_{pFOD}はpFOD正常範囲内？
(V_{pREFL}≦V_{pFOD}≦V_{pREFH})？
N
Y
S14
異物無判定
S15
異物有判定
END

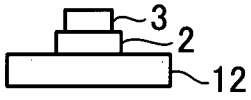
[図13]


初期設定処理
(初期設定環境にて)
START
S21
磁界強度Hをテスト強度に設定
S22
V_D(V_{DO})を取得
S23
V_{DO}に基づくV_{pREFL}をメモリに記憶
END

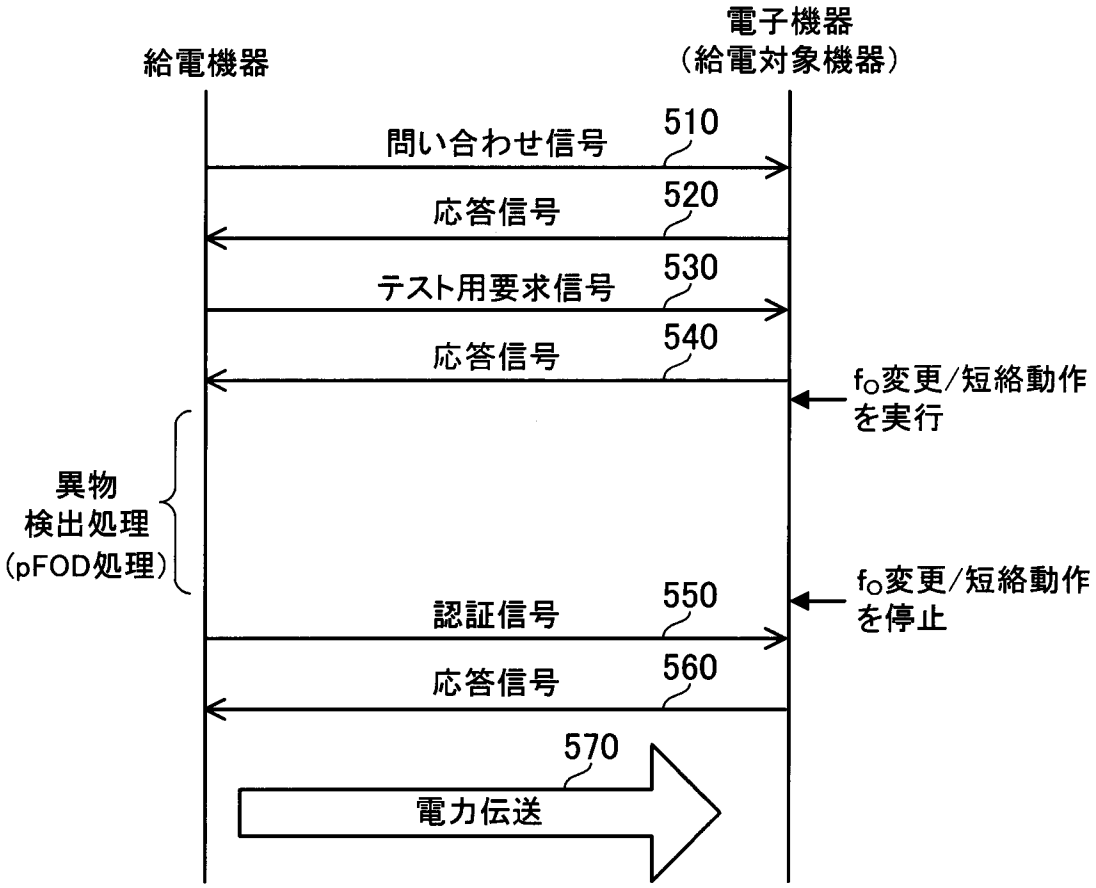
[図14]


第1ケース
第2ケース
第3ケース
第4ケース
3
2
12
(a)
(b)
(c)
(d)

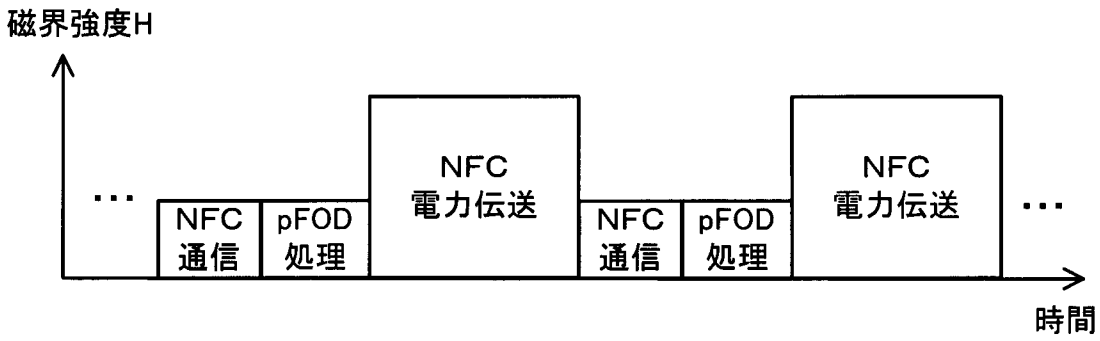
[図15]


3
2
12

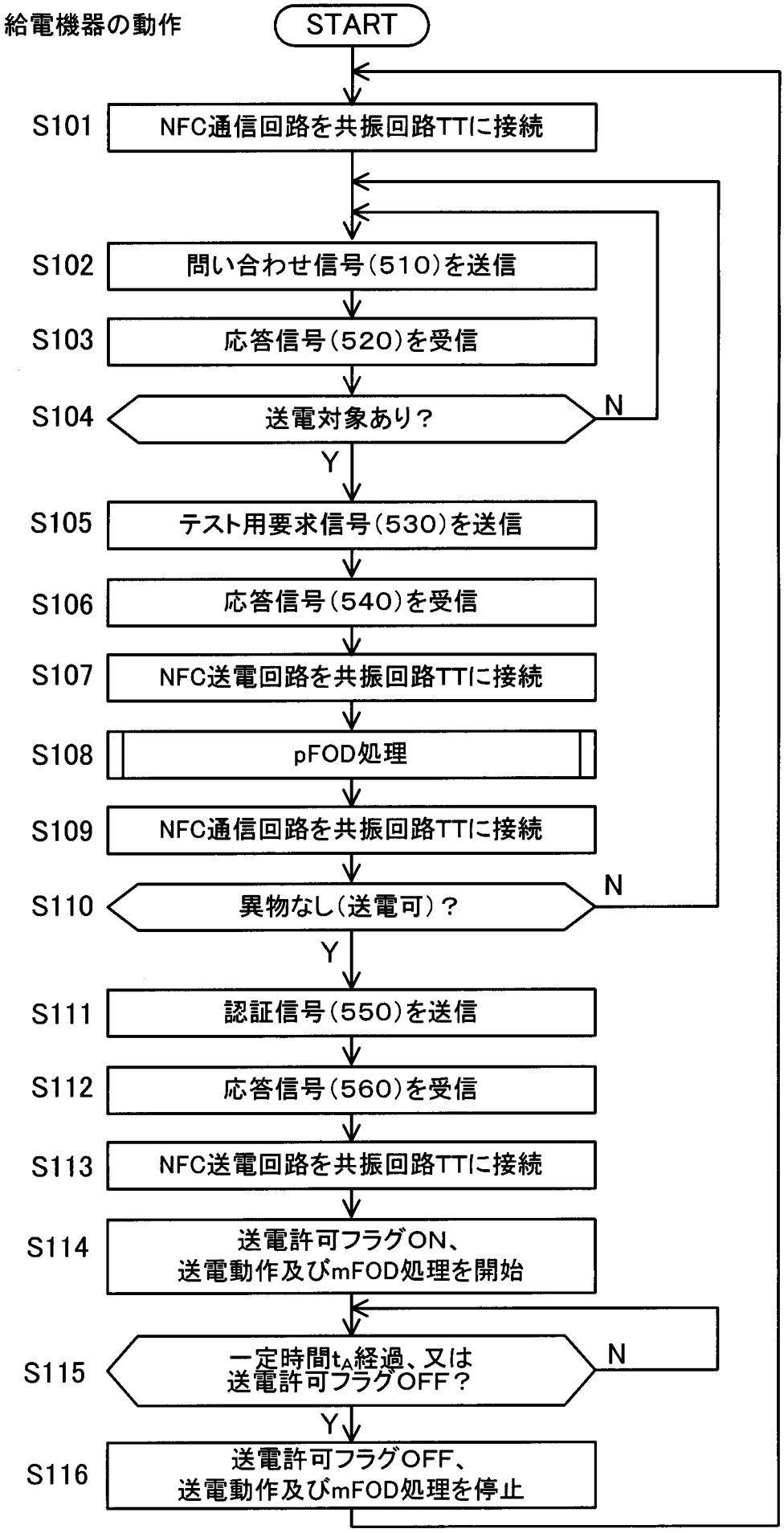
[図16]


給電機器
電子機器
(給電対象機器)
問い合わせ信号
510
応答信号
520
テスト用要求信号
530
応答信号
540
f_O変更/短絡動作
を実行
異物
検出処理
(pFOD処理)
f_O変更/短絡動作
を停止
認証信号
550
応答信号
560
570
電力伝送

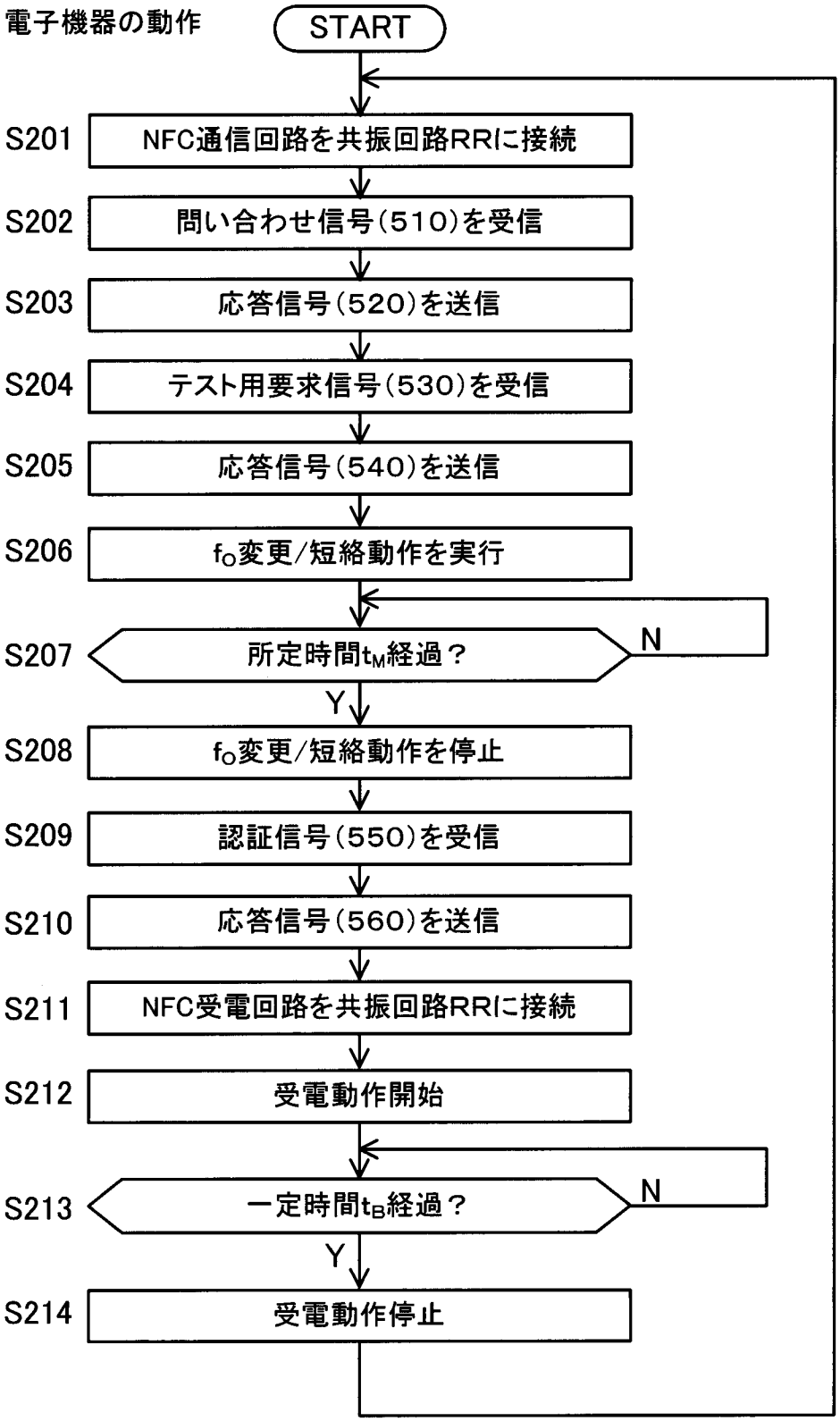
[図17]



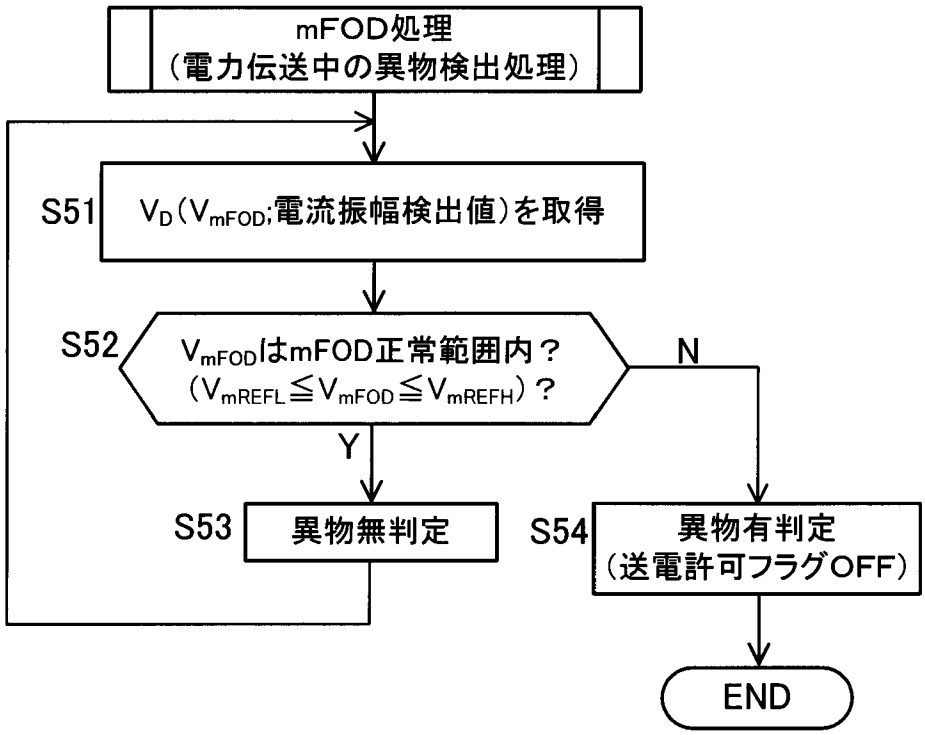
[図18]


給電機器の動作
START
S101
NFC通信回路を共振回路TTに接続
S102
問い合わせ信号(510)を送信
S103
応答信号(520)を受信
S104
送電対象あり？
N
Y
S105
テスト用要求信号(530)を送信
S106
応答信号(540)を受信
S107
NFC送電回路を共振回路TTに接続
S108
pFOD処理
S109
NFC通信回路を共振回路TTに接続
S110
異物なし(送電可)？
N
Y
S111
認証信号(550)を送信
S112
応答信号(560)を受信
S113
NFC送電回路を共振回路TTに接続
S114
送電許可フラグON、
送電動作及びmFOD処理を開始
S115
一定時間tA経過、又は
送電許可フラグOFF？
N
Y
S116
送電許可フラグOFF、
送電動作及びmFOD処理を停止

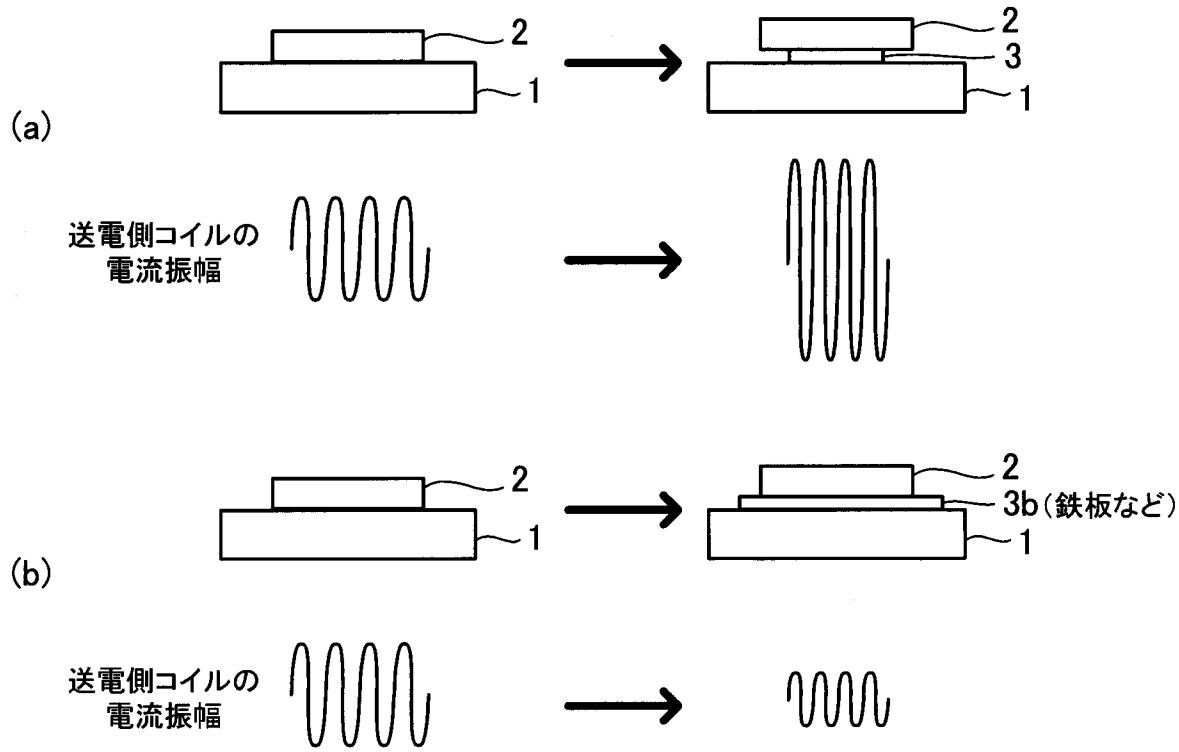
[図19]


電子機器の動作
START
S201
NFC通信回路を共振回路RRに接続
S202
問い合わせ信号(510)を受信
S203
応答信号(520)を送信
S204
テスト用要求信号(530)を受信
S205
応答信号(540)を送信
S206
f_O変更/短絡動作を実行
S207
所定時間t_M経過？
N
Y
S208
f_O変更/短絡動作を停止
S209
認証信号(550)を受信
S210
応答信号(560)を送信
S211
NFC受電回路を共振回路RRに接続
S212
受電動作開始
S213
一定時間t_B経過？
N
Y
S214
受電動作停止

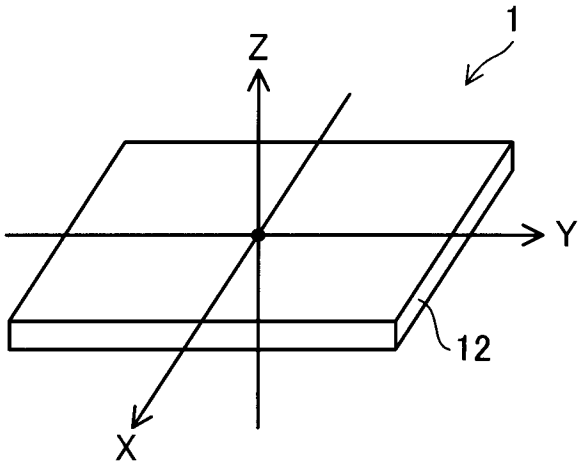
[図20]


mFOD処理
（電力伝送中の異物検出処理）
S51
V_D（V_{mFOD};電流振幅検出値）を取得
S52
V_{mFOD}はmFOD正常範囲内？
（$V_{mREFL} \leqq V_{mFOD} \leqq V_{mREFH}$）？
N
Y
S53
異物無判定
S54
異物有判定
（送電許可フラグOFF）
END

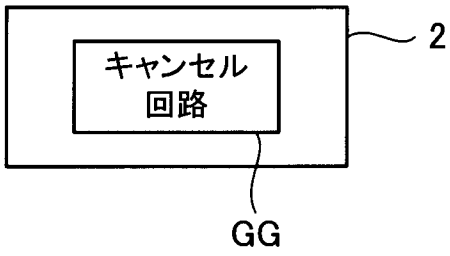
[図21]


(a)
2
1
2
3
1
送電側コイルの
電流振幅
(b)
2
1
2
3b（鉄板など）
1
送電側コイルの
電流振幅

[図22]

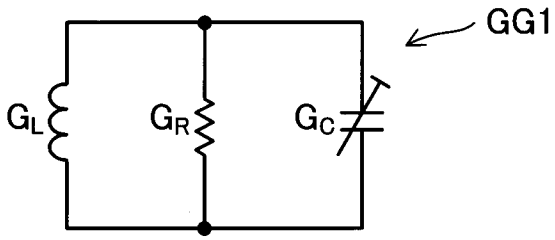


[図23]

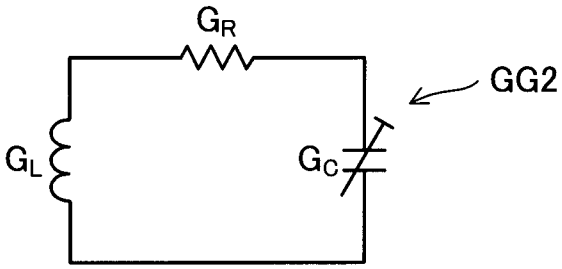


[図24]

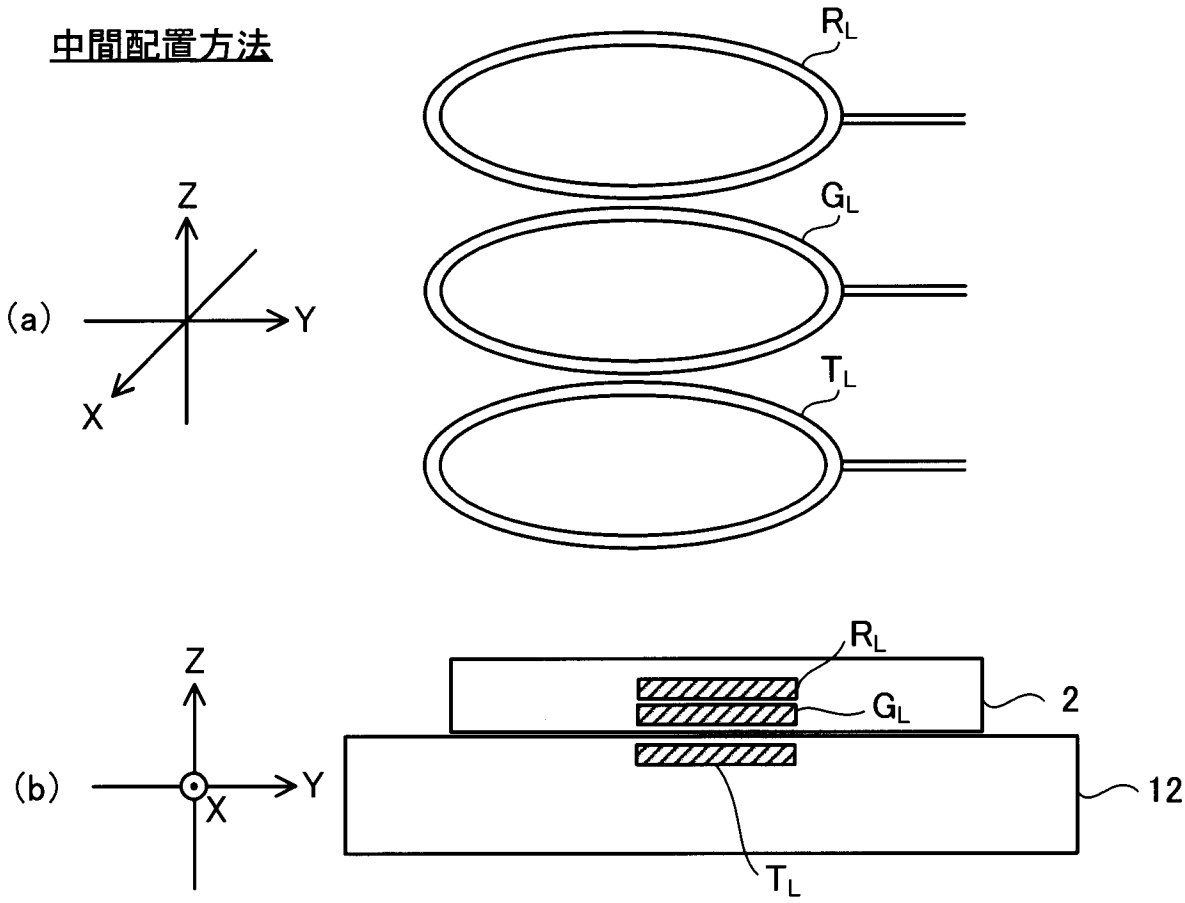
(a)



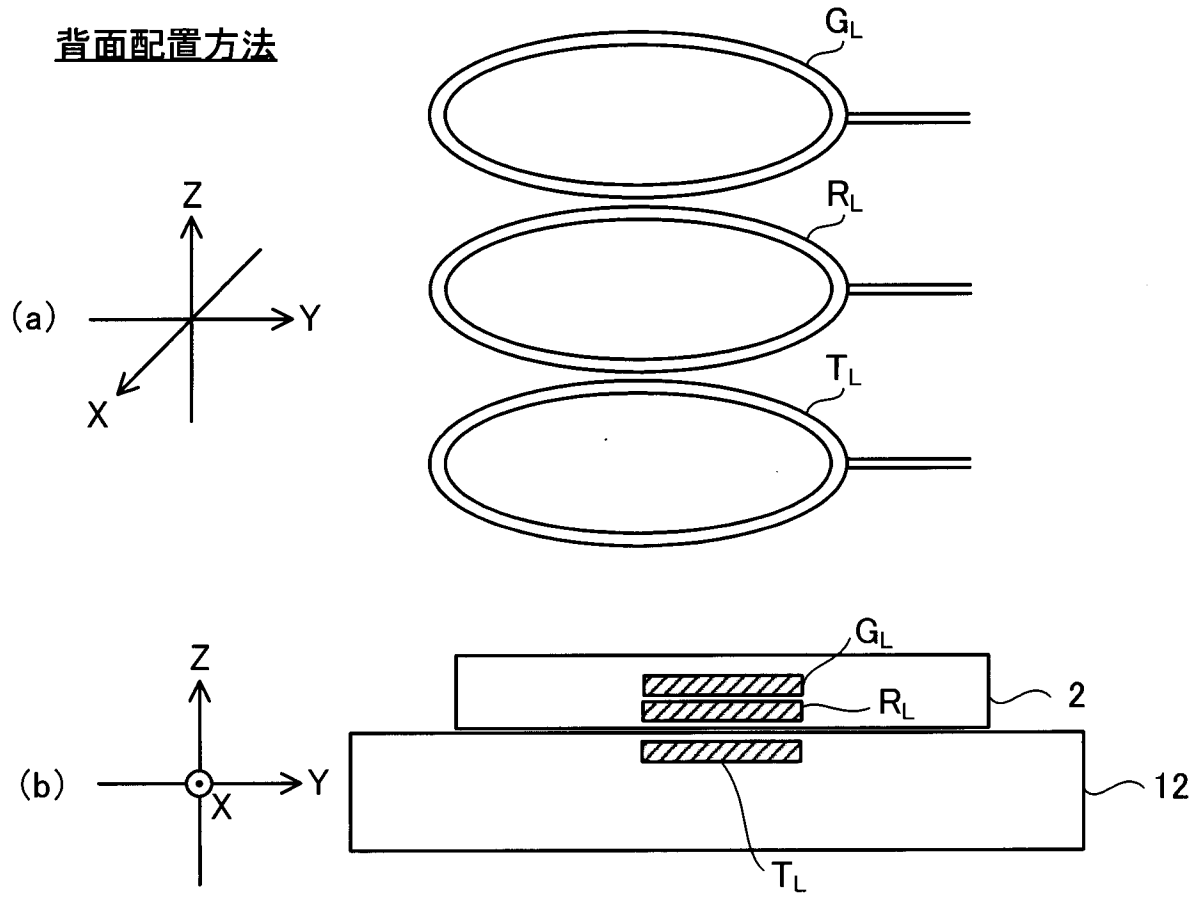
(b)



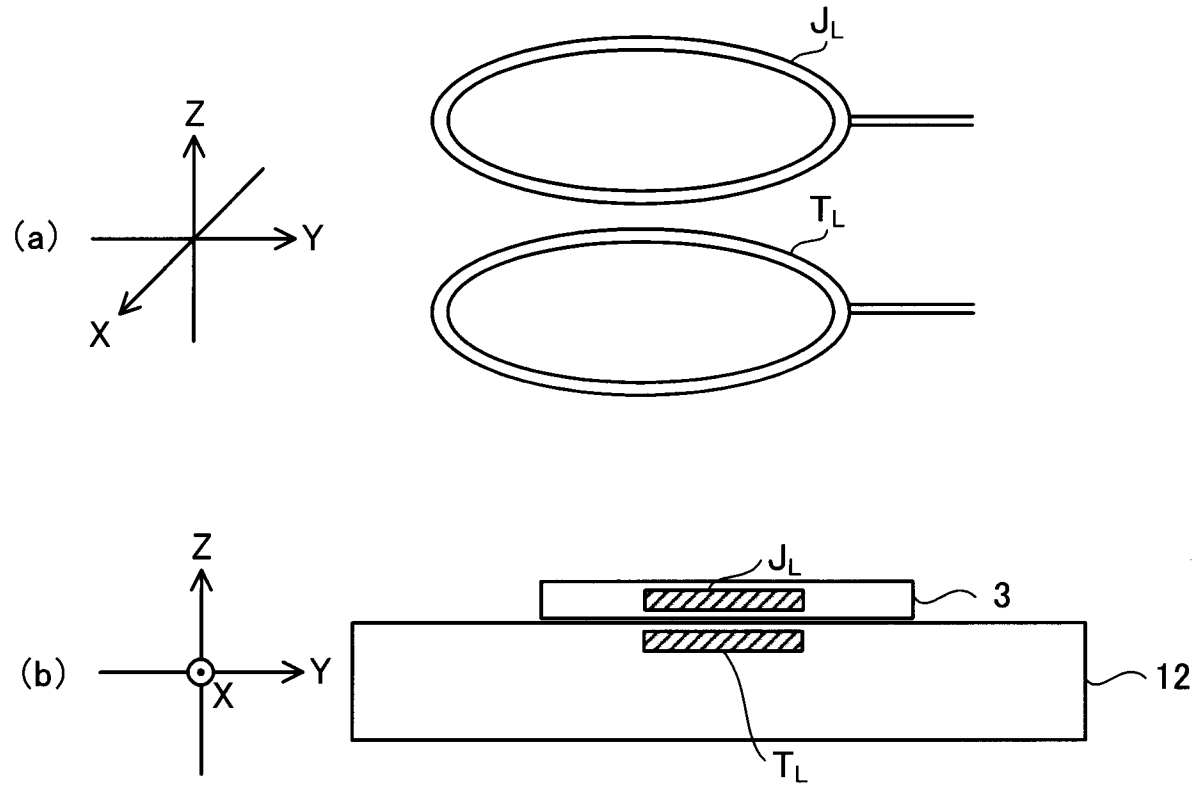
[図25]



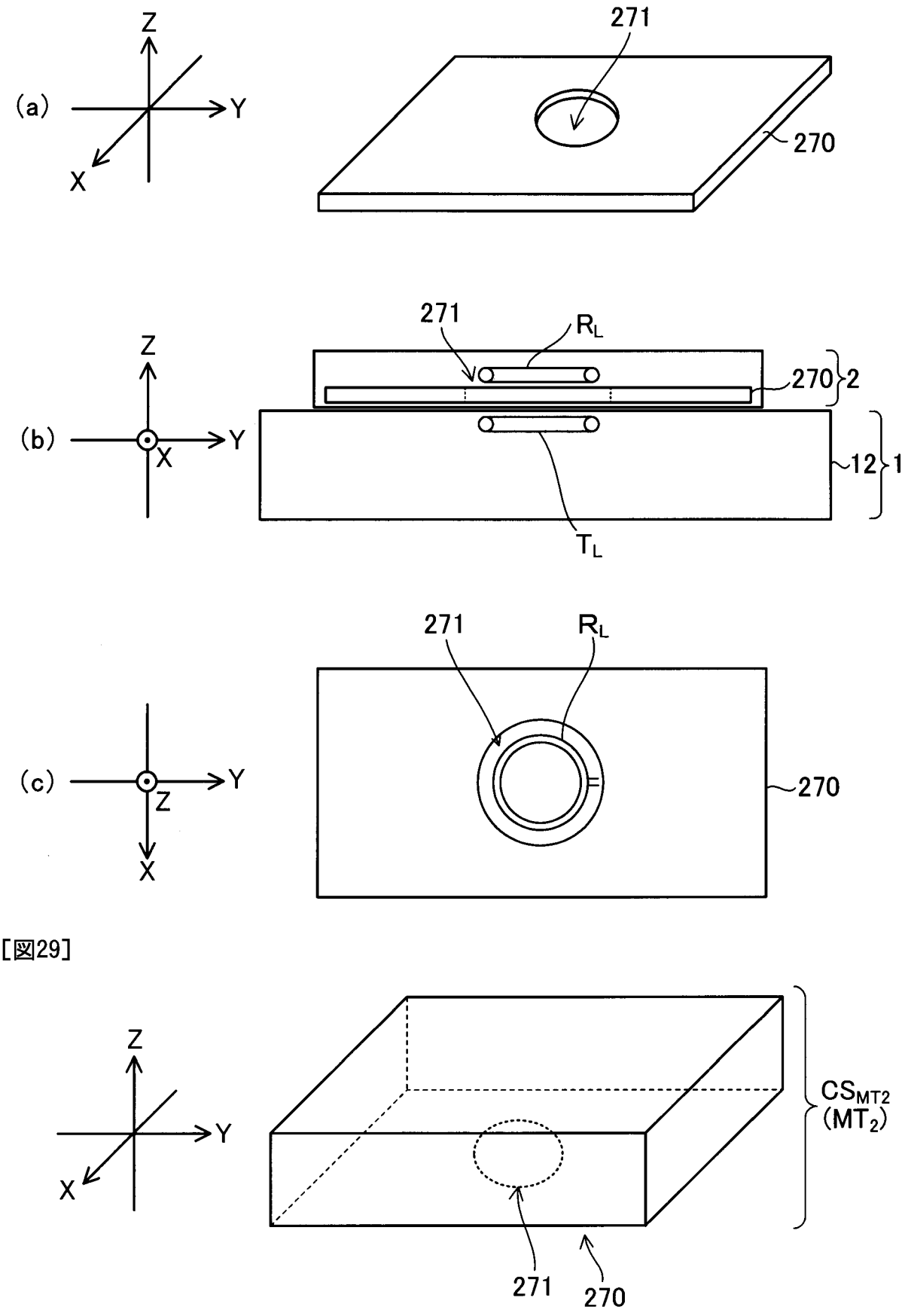
[図26]



[図27]



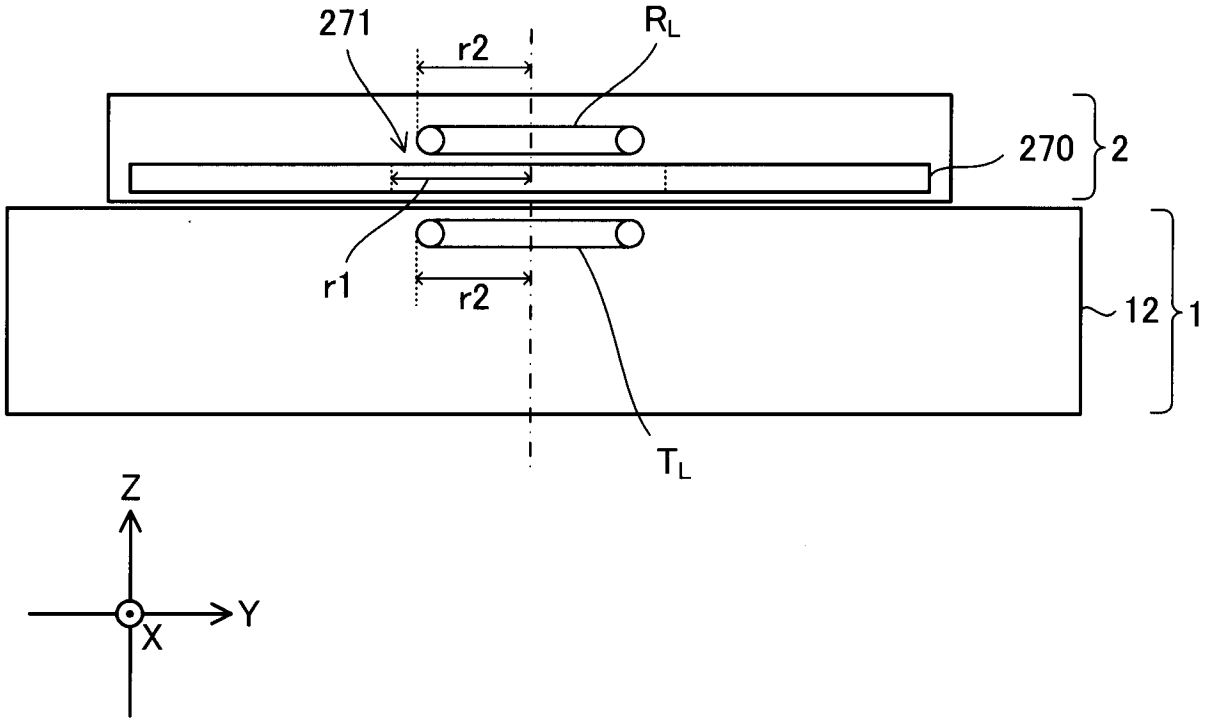
[図28]


(a)
Z
Y
X
271
270
(b)
Z
Y
X
271
R_L
270
2
12
1
T_L
(c)
Z
Y
X
271
R_L
270

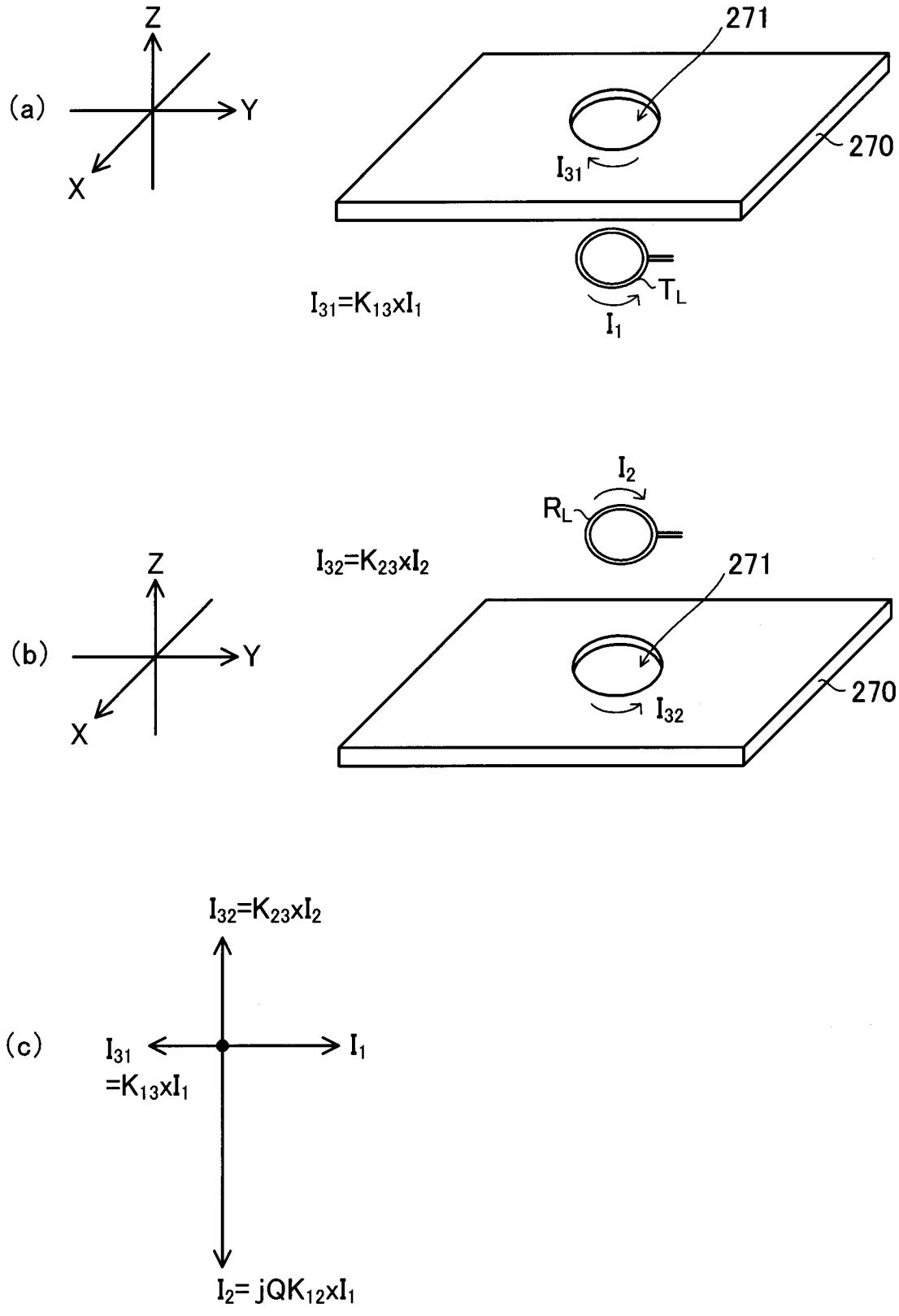
[図29]

Z
Y
X
CS_{MT2}
(MT_2)
271
270

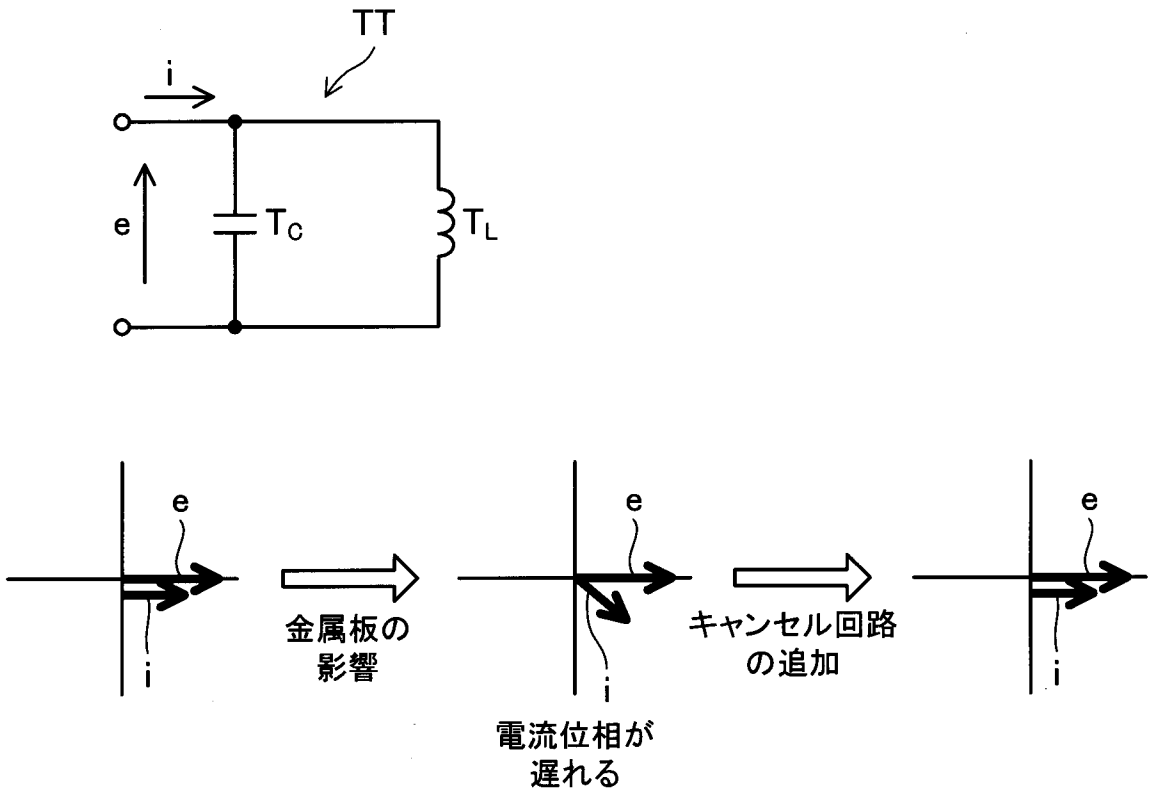
[図30]



[図31]


(a)
Z
Y
X
271
270
I_{31}
$I_{31}=K_{13}xI_1$
T_L
I_1
(b)
Z
Y
X
I_2
R_L
$I_{32}=K_{23}xI_2$
271
270
I_{32}
(c)
$I_{32}=K_{23}xI_2$
I_{31}
$=K_{13}xI_1$
I_1
$I_2= jQK_{12}xI_1$

[図32]

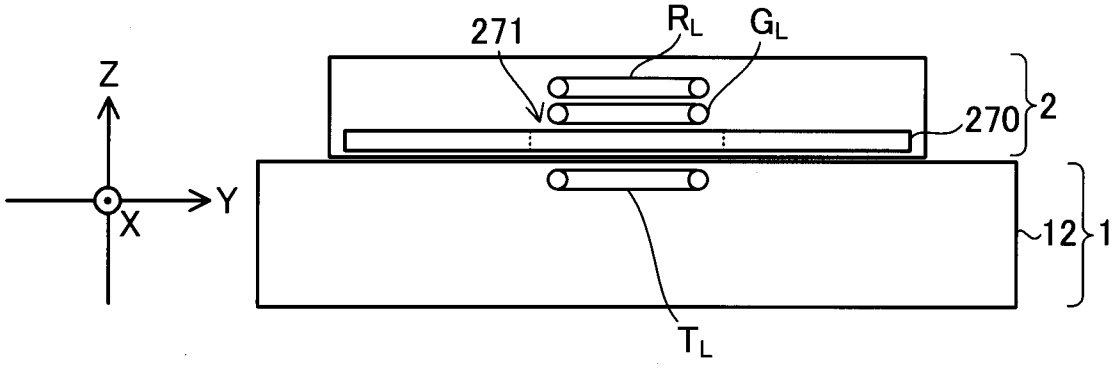


[図33]

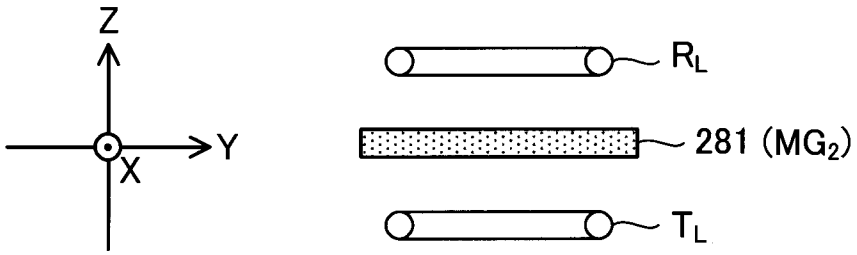
		金属板	キャンセル用コイル
送電側コイル	I_1	I_{31}	I_{G1}
受電側コイル	I_2	I_{32}	I_{G2}

共振周波数を増大させる　共振周波数を減少させる

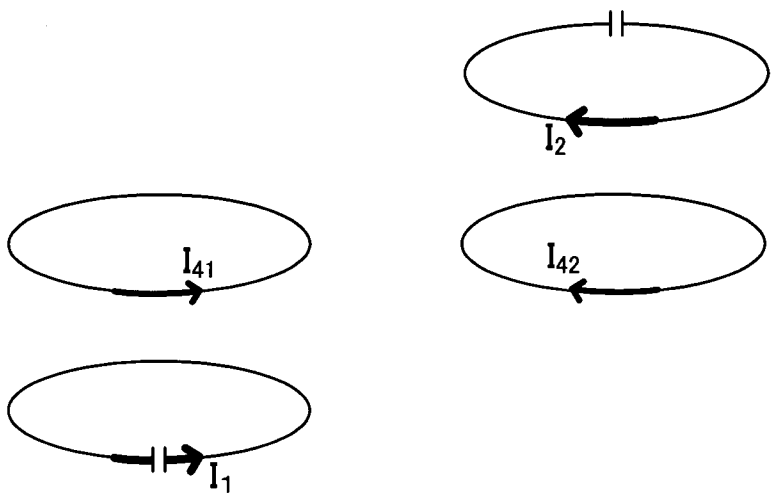
[図34]



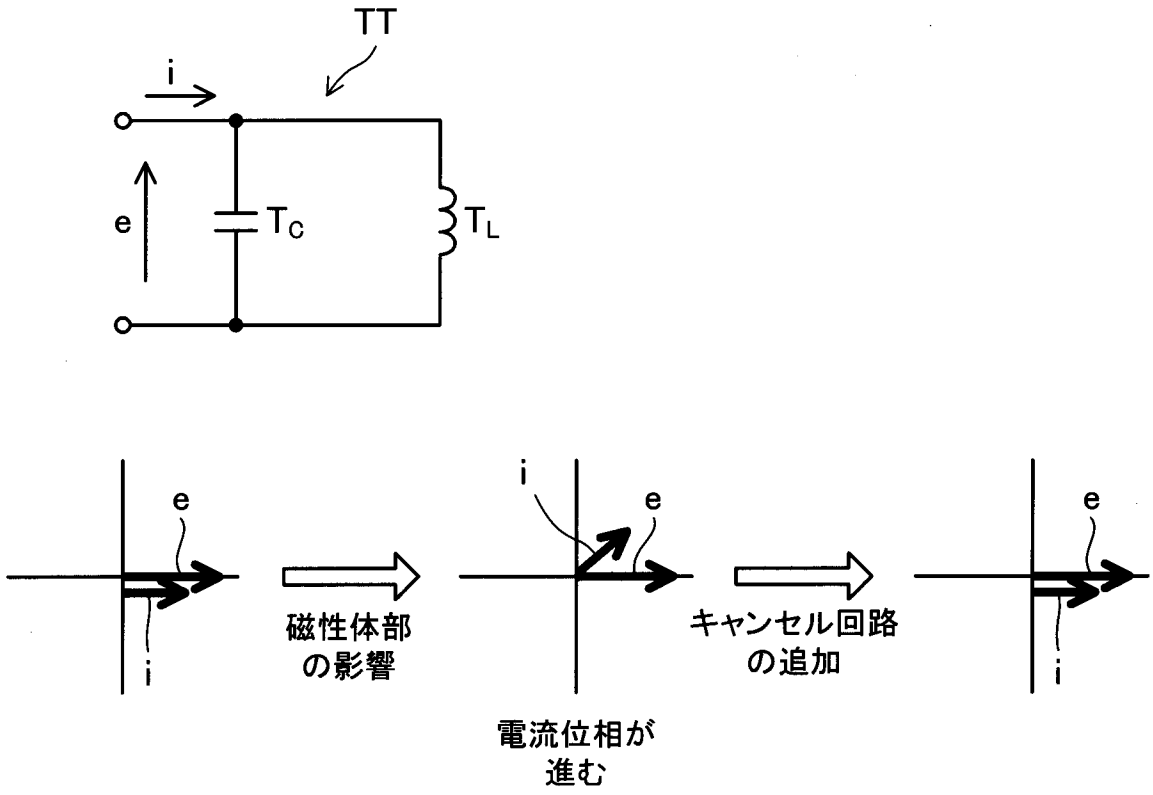
[図35]


Z
Y
X
R_L
281 (MG_2)
T_L

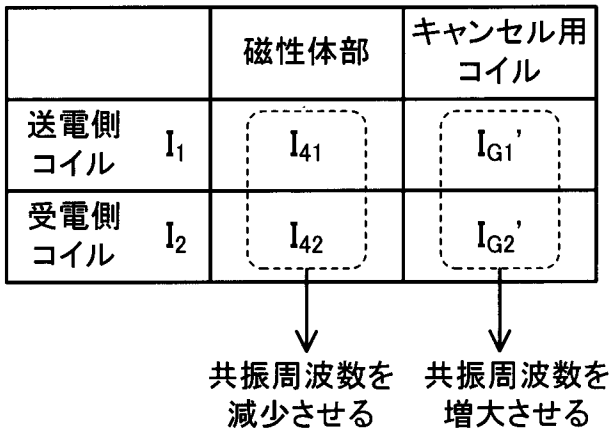
[図36]


I_2
I_{41}
I_{42}
I_1
(a)
(b)

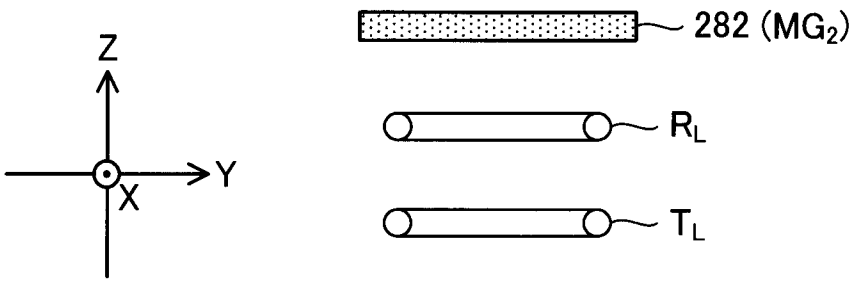
[図37]


TT
i
e
T_C
T_L
e
i
磁性体部
の影響
i
e
キャンセル回路
の追加
e
i
電流位相が
進む

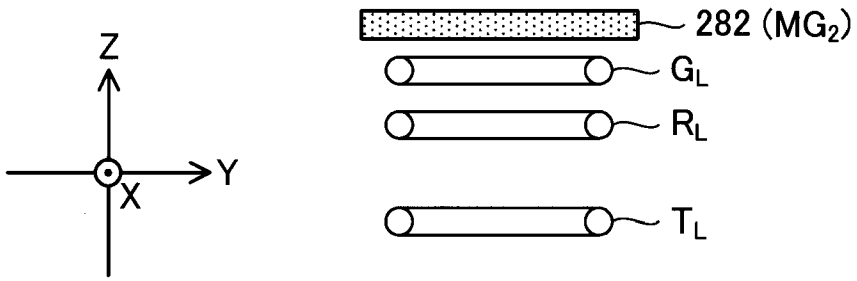
[図38]



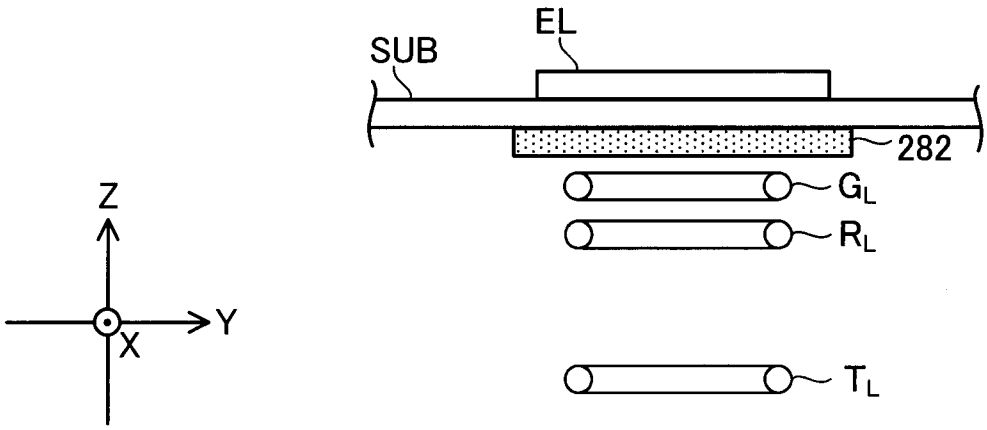
[図39]



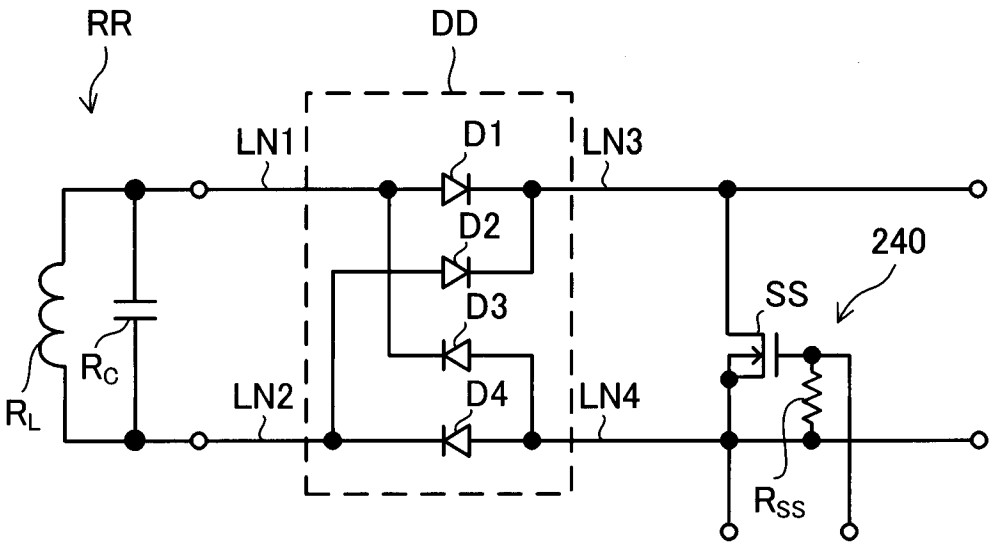
[図40]



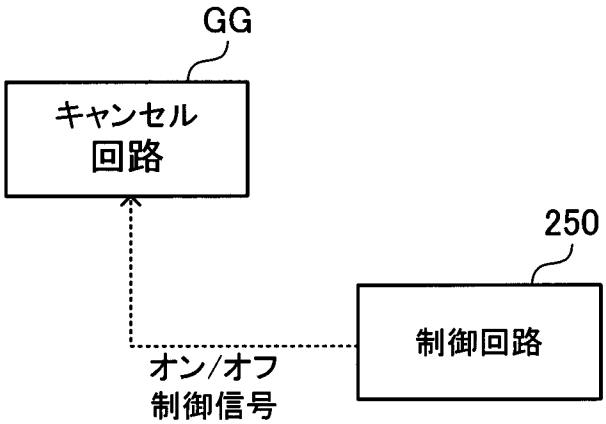
[図41]



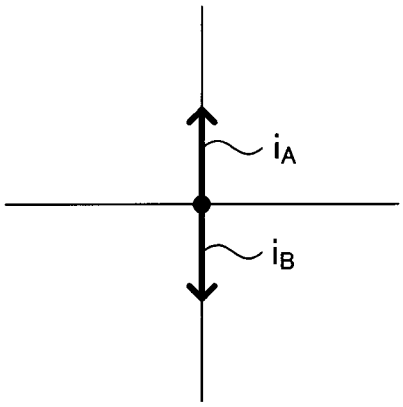
[図42]


RR
DD
LN1
D1
LN3
D2
240
SS
D3
R_C
R_L
LN2
D4
LN4
R_{SS}

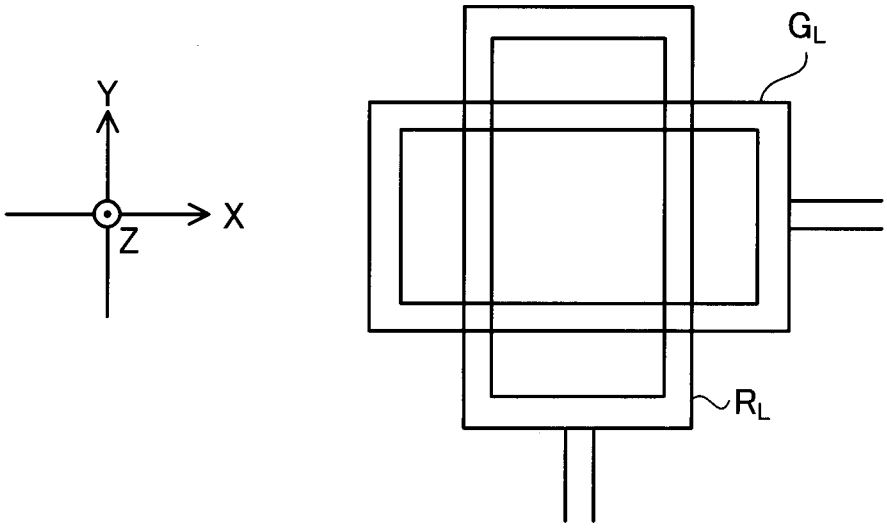
[図43]


GG
キャンセル
回路
250
制御回路
オン/オフ
制御信号

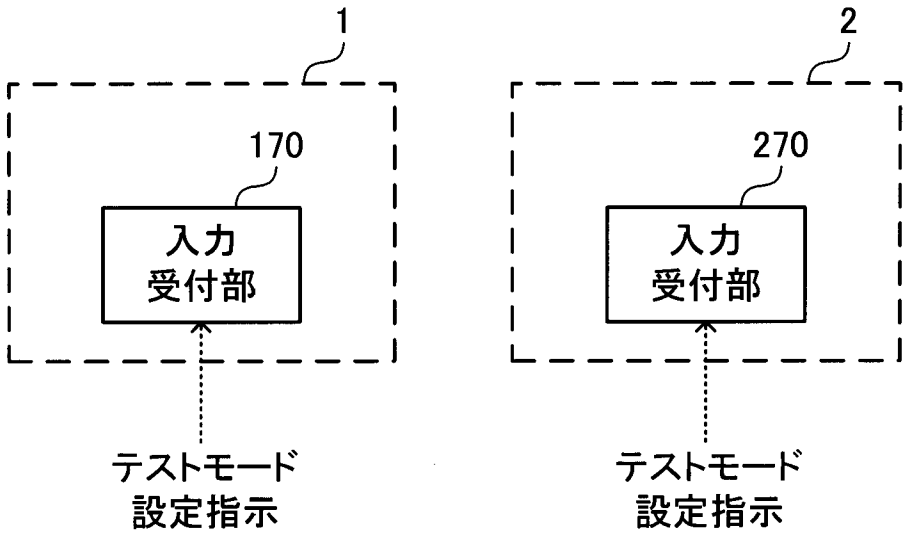
[図44]


i_A
i_B

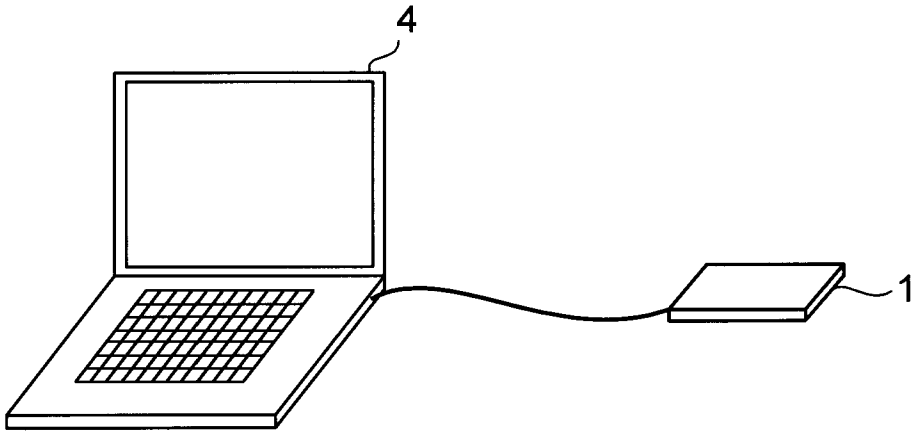
[図45]



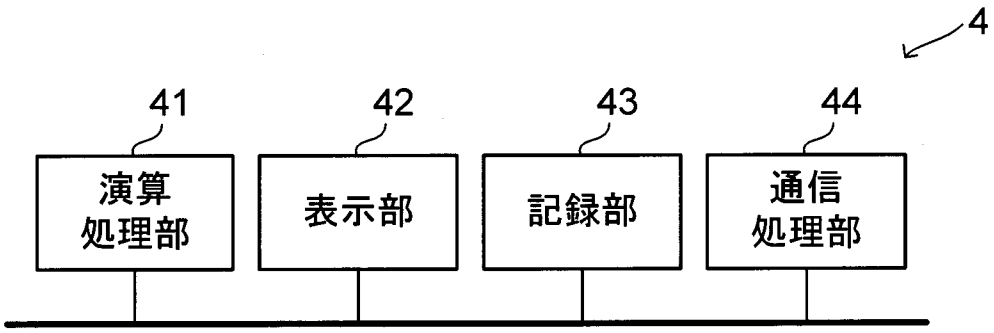
[図46]



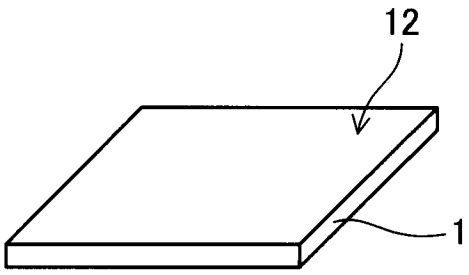
[図47]



[図48]

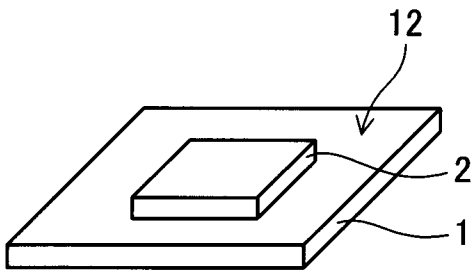


[図49]



※ テスト磁界発生

(a)

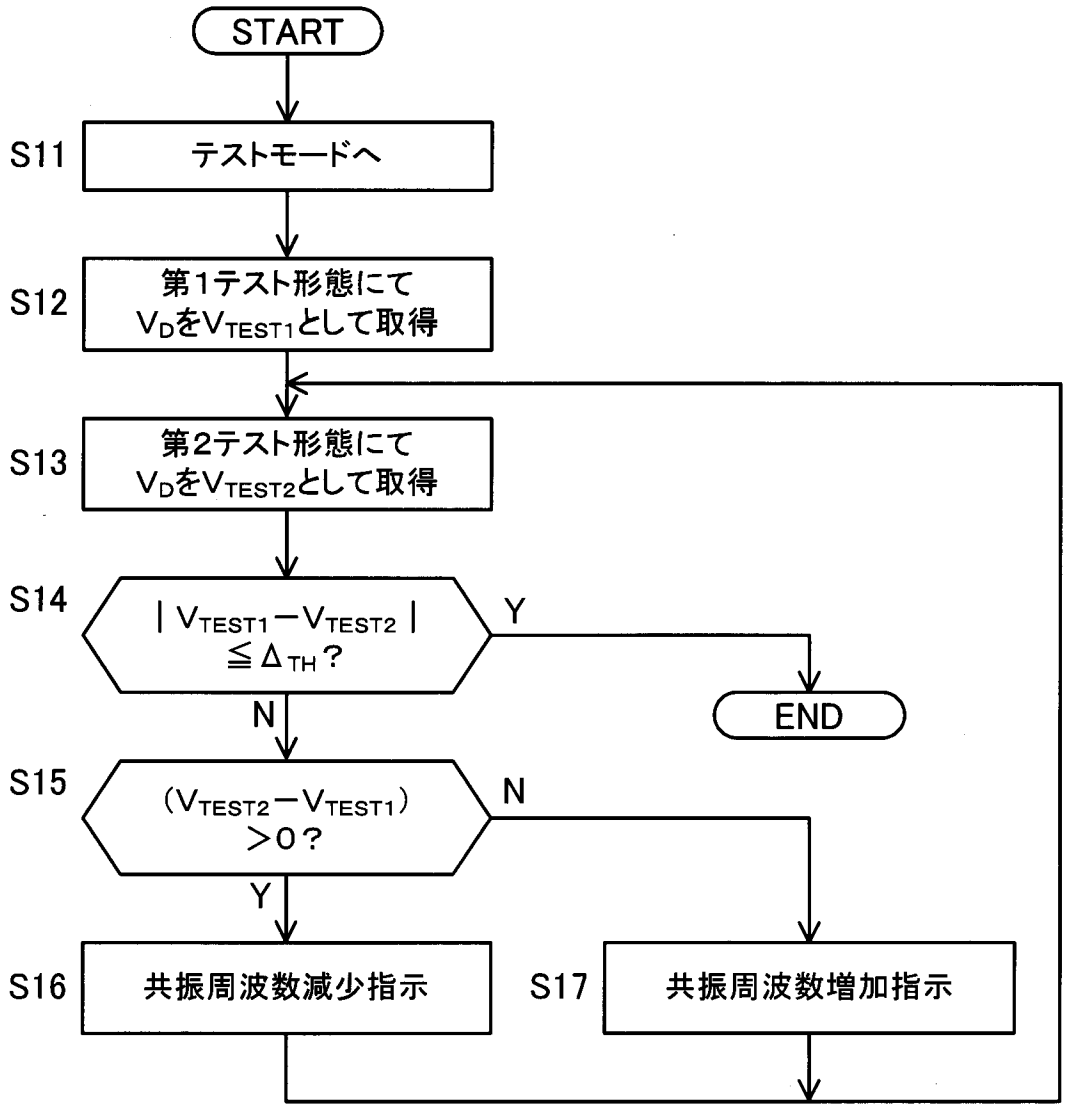


※ fo変更/短絡動作実行

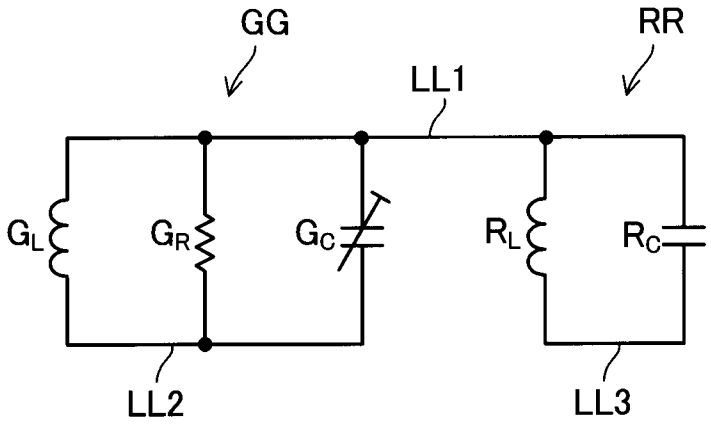
※ テスト磁界発生

(b)

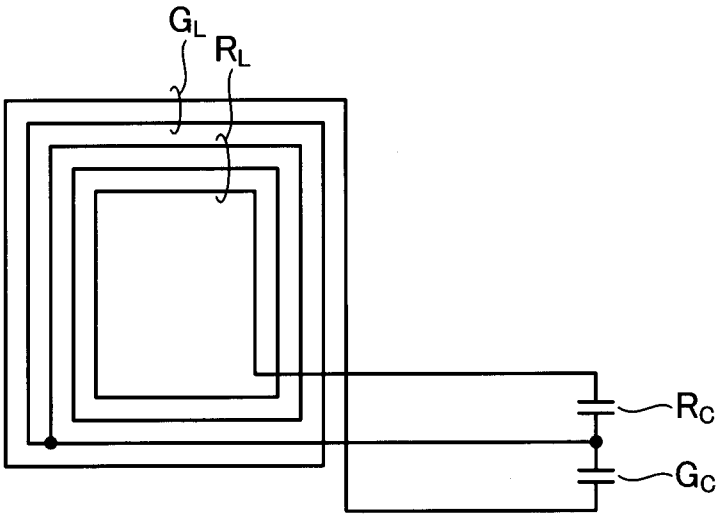
[図50]


START
S11
テストモードへ
S12
第1テスト形態にて
VDをVTEST1として取得
S13
第2テスト形態にて
VDをVTEST2として取得
S14
| VTEST1−VTEST2 |
≦ΔTH？
Y
END
N
S15
(VTEST2−VTEST1)
＞0？
N
Y
S16
共振周波数減少指示
S17
共振周波数増加指示

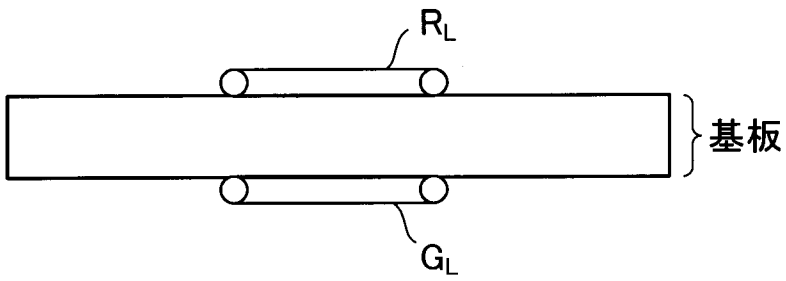
[図51]


GG
RR
LL1
GL
GR
GC
RL
RC
LL2
LL3

[図52]



[図53]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/080248

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H02J50/12(2016.01)i, *H02J7/00*(2006.01)i, *H02J50/80*(2016.01)i, *H04M1/00*(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)
H02J50/00, H02J7/00, H02J5/00, H01M10/42, H04M1/00

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 1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016

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 A	JP 2013-118737 A (Panasonic Corp.), 13 June 2013 (13.06.2013), paragraphs [0004] to [0038]; fig. 1, 2 & WO 2013/080468 A1 & TW 201334349 A	1,8,12 6,7,9 2-5,10,11
Y	JP 2015-109762 A (Hitachi Maxell, Ltd.), 11 June 2015 (11.06.2015), paragraphs [0010] to [0053]; fig. 1 to 4 (Family: none)	6,7
Y A	JP 2015-202025 A (Rohm Co., Ltd.), 12 November 2015 (12.11.2015), paragraphs [0046] to [0063], [0234]; fig. 4 & US 2015/0280453 A1 paragraphs [0094] to [0111]; fig. 4	9 1-8,10-12

☒ 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
21 November 2016 (21.11.16)	06 December 2016 (06.12.16)
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/JP2016/080248

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 2014-110726 A (Toyota Motor Corp.), 12 June 2014 (12.06.2014), paragraphs [0005] to [0155]; fig. 1 to 29 (Family: none)	1-12
A	JP 2012-060721 A (Toshiba Corp.), 22 March 2012 (22.03.2012), paragraphs [0008] to [0097]; fig. 1 to 7 & US 2012/0056485 A1 paragraphs [0008] to [0126]; fig. 1 to 12	1-12

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０８０２４８

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02J50/12(2016.01)i, H02J7/00(2006.01)i, H02J50/80(2016.01)i, H04M1/00(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02J50/00, H02J7/00, H02J5/00, H01M10/42, H04M1/00

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	１９７１－２０１６年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１６年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１６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 A	JP 2013-118737 A (パナソニック株式会社) 2013.06.13, 段落[0004]-[0038], 図 1, 2 & WO 2013/080468 A1 & TW 201334349 A	1, 8, 12 6, 7, 9 2-5, 10, 11
Y	JP 2015-109762 A (日立マクセル株式会社) 2015.06.11, 段落[0010]-[0053], 図 1-4 (ファミリーなし)	6, 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	国際調査報告の発送日
２１．１１．２０１６	０６．１２．２０１６

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　５Ｔ　３２４２
古河　雅輝
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５６８

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
Y A	JP 2015-202025 A (ローム株式会社) 2015.11.12, 段落[0046]-[0063], [0234], 図 4 & US 2015/0280453 A1, 段落[0094]-[0111], 図 4	9 1-8, 10-12
A	JP 2014-110726 A (トヨタ自動車株式会社) 2014.06.12, 段落[0005]-[0155], 図 1-29 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2012-060721 A (株式会社東芝) 2012.03.22, 段落[0008]-[0097], 図 1-7 & US 2012/0056485 A1, 段落[0008]-[0126], 図 1-12	1-12