

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-204603

(P2014-204603A)

(43) 公開日 平成26年10月27日(2014.10.27)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H02J 17/00 (2006.01)	H02J 17/00 B	5G503
H02J 7/00 (2006.01)	H02J 17/00 X	
	H02J 7/00 301D	

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願2013-80429 (P2013-80429)
 (22) 出願日 平成25年4月8日 (2013.4.8)

(71) 出願人 000002185
 ソニー株式会社
 東京都港区港南1丁目7番1号
 (74) 代理人 110001357
 特許業務法人つばさ国際特許事務所
 (72) 発明者 文仙 啓吾
 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
 Fターム(参考) 5G503 AA01 BA01 BB01 FA06 GB08
 GD04 GD06

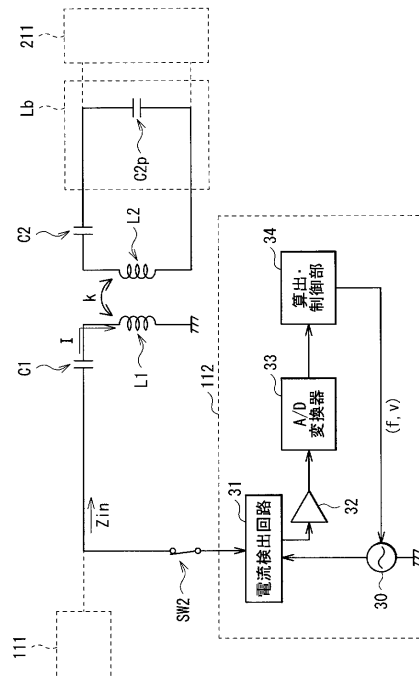
(54) 【発明の名称】 給電装置および給電システム

(57) 【要約】

【課題】 磁界を用いて電力伝送を行う際の結合係数を簡易に求めることが可能な給電装置等を提供する。

【解決手段】 給電装置は、磁界を用いた送電を行うための送電コイルと、この送電コイルと給電対象機器内の受電コイルとの間の結合係数を算出する結合係数算出部とを備えている。結合係数算出部は、給電対象機器内の整流回路の非動作状態時における入力インピーダンスの周波数特性を測定し、その周波数特性の測定結果を利用して結合係数を算出する。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

磁界を用いた送電を行うための送電コイルと、
前記送電コイルと給電対象機器内の受電コイルとの間の結合係数を算出する結合係数算出部と

を備え、

前記結合係数算出部は、前記給電対象機器内の整流回路の非動作状態時における入力インピーダンスの周波数特性を測定し、その周波数特性の測定結果を利用して前記結合係数を算出する

給電装置。

10

【請求項 2】

前記結合係数算出部は、

前記周波数特性の測定結果から、前記入力インピーダンスの極値時の周波数を検出し、その極値時の周波数を用いて前記結合係数を算出する

請求項 1 に記載の給電装置。

【請求項 3】

前記結合係数算出部は、

前記極値時の周波数として、極小値時の周波数と極大値時の周波数との双方を検出し、それら双方の周波数を用いて前記結合係数を算出する

請求項 2 に記載の給電装置。

20

【請求項 4】

前記送電コイルを含む共振回路における共振周波数を f_1 、前記受電コイルを含む共振回路における共振周波数を f_2 としたとき、

($f_1 = f_2$) を満たすように設定されている

請求項 3 に記載の給電装置。

【請求項 5】

前記結合係数算出部は、

前記極値時の周波数として、2つの極小値時の周波数を検出し、

それら2つの極小値時の周波数を用いて前記結合係数を算出する

請求項 2 に記載の給電装置。

30

【請求項 6】

前記送電コイルを含む共振回路における共振周波数を f_1 、前記受電コイルを含む共振回路における共振周波数を f_2 としたとき、

($f_1 = f_2$) を満たすように設定されている

請求項 5 に記載の給電装置。

【請求項 7】

前記結合係数算出部は、微弱信号を用いて前記周波数特性を測定することにより、前記整流回路の非動作状態時における前記周波数特性の測定を行う

請求項 1 に記載の給電装置。

【請求項 8】

前記給電対象機器内における前記整流回路に対するバイパス経路上を前記微弱信号が通ることにより、前記整流回路が非動作状態となる

請求項 7 に記載の給電装置。

40

【請求項 9】

前記整流回路における一对の入力端子間に前記バイパス経路が配置されると共に、

前記バイパス経路上に容量素子または寄生容量成分が設けられている

請求項 8 に記載の給電装置。

【請求項 10】

前記送電を行うための交流信号を前記送電コイルへ供給する交流信号発生部を備え、

前記周波数特性を測定する際には、前記整流回路に加えて前記交流信号発生部も非動作

50

状態となっている

請求項 1 に記載の給電装置。

【請求項 1 1】

前記結合係数算出部は、

前記周波数特性を測定するための測定信号を発生させる測定信号発生部と、

前記送電コイルに流れる電流を検出する電流検出部と、

前記測定信号の電圧および周波数をそれぞれ制御する制御部と、

前記電流検出部により検出された電流と前記制御部により設定された電圧とに基づいて前記入力インピーダンスを算出する算出部と

を有し、

前記制御部が前記測定信号の周波数を連続的に変化させていくことにより、前記算出部において前記周波数特性が得られる

請求項 1 に記載の給電装置。

【請求項 1 2】

前記結合係数算出部により算出された結合係数を利用して、前記送電の際のパラメータを設定するパラメータ設定部を備えた

請求項 1 に記載の給電装置。

【請求項 1 3】

前記結合係数算出部は、前記給電対象機器の起動前に前記結合係数の算出を行い、

前記パラメータ設定部は、前記給電対象機器の起動信号におけるパラメータを、前記結合係数算出部により算出された結合係数の大きさに応じて変化させる

請求項 1 2 に記載の給電装置。

【請求項 1 4】

前記パラメータ設定部は、前記起動信号の電圧を、前記結合係数に対して反比例の関係を満たすように設定する

請求項 1 3 に記載の給電装置。

【請求項 1 5】

前記パラメータ設定部は、前記結合係数算出部により算出された結合係数を用いて、前記送電の際の送電周波数を設定する

請求項 1 2 に記載の給電装置。

【請求項 1 6】

前記結合係数算出部は、前記周波数特性の測定結果を利用して、前記給電対象機器が近傍に存在するの否かの検知をも行う

請求項 1 に記載の給電装置。

【請求項 1 7】

前記結合係数算出部は、前記周波数特性の測定結果が所定の範囲内にあるの否かによって、前記給電対象機器が近傍に存在するの否かを検知する

請求項 1 6 に記載の給電装置。

【請求項 1 8】

前記結合係数算出部により算出された結合係数の大きさに応じて、前記送電の際の動作を制御する送電制御部を備え、

前記送電制御部は、前記結合係数が第 1 閾値以下である場合には、前記送電を実行しない

請求項 1 に記載の給電装置。

【請求項 1 9】

前記送電制御部は、

前記結合係数が前記第 1 閾値よりも大きくかつ第 2 閾値以下である場合には、

前記給電対象機器における受電電力を下げる制御が行われた後に、前記送電を実行する

請求項 1 8 に記載の給電装置。

【請求項 2 0】

10

20

30

40

50

受電コイルおよび整流回路を有する 1 または複数の電子機器と、
前記電子機器に対して磁界を用いた送電を行う給電装置と
を備え、
前記給電装置は、
前記送電を行うための送電コイルと、
前記送電コイルと前記受電コイルとの間の結合係数を算出する結合係数算出部と
を有し、
前記結合係数算出部は、前記整流回路の非動作状態時における入力インピーダンスの周
波数特性を測定し、その周波数特性の測定結果を利用して前記結合係数を算出する
給電システム。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、電子機器等の給電対象機器に対して非接触に電力供給（送電，電力伝送）を
行う給電システム、ならびにそのような給電システムに適用される給電装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、例えば携帯電話機や携帯音楽プレーヤー等の C E 機器（Consumer Electronics D
evice：民生用電子機器）に対し、非接触に電力供給を行う給電システム（非接触給電シ
ステム、ワイヤレス充電システム）が注目を集めている。これにより、A C アダプタのよ
うな電源装置のコネクタを機器に挿す（接続する）ことによって充電を開始するのはなく
、電子機器（2次側機器）を充電トレイ（1次側機器）上に置くだけで充電を開始するこ
とができる。すなわち、電子機器と充電トレイと間での端子接続が不要となる。

20

【0003】

このようにして非接触で電力供給を行う方式としては、電磁誘導方式が良く知られてい
る。また、最近では、電磁共鳴現象を利用した磁界共鳴方式と呼ばれる方式を用いた非接
触給電システムが注目されている。このような非接触による給電システムは、例えば特許
文献 1～2 等に開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0004】

【特許文献 1】特開 2011 - 45161 号公報

【特許文献 2】特開 2012 - 7046 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、上記のような非接触による給電システムでは、1次側機器（送電コイル）と
2次側機器（受電コイル）との間の結合係数を簡易に得ることが求められている。したが
って、そのような結合係数を簡易に求めることを可能とする手法の提案が望まれる。

【0006】

40

本開示はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、磁界を用いて電力伝送を
行う際の結合係数を簡易に求めることが可能な給電装置および給電システムを提供するこ
とにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本開示の給電装置は、磁界を用いた送電を行うための送電コイルと、この送電コイルと
給電対象機器内の受電コイルとの間の結合係数を算出する結合係数算出部とを備えたもの
である。結合係数算出部は、給電対象機器内の整流回路の非動作状態時における入力イン
ピーダンスの周波数特性を測定し、その周波数特性の測定結果を利用して結合係数を算出
する。

50

【 0 0 0 8 】

本開示の給電システムは、受電コイルおよび整流回路を有する1または複数の電子機器（給電対象機器）と、この電子機器に対して磁界を用いた送電を行う上記本開示の給電装置とを備えたものである。

【 0 0 0 9 】

本開示の給電装置および給電システムでは、給電対象機器（電子機器）内の整流回路の非動作状態時における入力インピーダンスの周波数特性が測定され、その周波数特性の測定結果を利用して、送電コイルと受電コイルとの間の結合係数が算出される。これにより、例えば給電対象機器に対して動的な制御を行うような複雑な手法を用いずに、結合係数を得ることができる。

10

【 発明の効果 】

【 0 0 1 0 】

本開示の給電装置および給電システムによれば、整流回路の非動作状態時における入力インピーダンスの周波数特性の測定結果を利用して結合係数を算出するようにしたので、複雑な手法を用いずに結合係数を得ることができる。よって、磁界を用いて電力伝送を行う際の結合係数を簡易に求めることが可能となる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 1 】

【 図 1 】 本開示の第 1 の実施の形態に係る給電システムの外観構成例を表す斜視図である。

20

【 図 2 】 図 1 に示した給電システムの詳細構成例を表すブロック図である。

【 図 3 】 図 2 に示した各ブロックの詳細構成例を表す図である。

【 図 4 】 図 3 に示した回路における結合係数の算出方法について説明するための回路図である。

【 図 5 】 第 1 の実施の形態に係る結合係数の算出方法で用いられる極小値時および極大値時の周波数について説明するための特性図である。

【 図 6 】 第 1 の実施の形態に係る結合係数の算出動作の一例を表す流れ図である。

【 図 7 】 実施例 1 , 2 に係るインダクタンス値および容量値を表す図である。

【 図 8 A 】 実施例 1 に係る入力インピーダンスの周波数特性の一例を表す特性図である。

【 図 8 B 】 実施例 1 に係る入力インピーダンスの周波数特性の他の例を表す特性図である。

30

【 図 9 A 】 実施例 2 に係る入力インピーダンスの周波数特性の一例を表す特性図である。

【 図 9 B 】 実施例 2 に係る入力インピーダンスの周波数特性の他の例を表す特性図である。

【 図 1 0 】 第 2 の実施の形態に係る給電システムの構成例を表す回路図である。

【 図 1 1 】 図 1 0 に示した回路における結合係数の算出方法について説明するための回路図である。

【 図 1 2 】 第 2 の実施の形態に係る結合係数の算出方法で用いられる 2 つの極小値時の周波数について説明するための特性図である。

【 図 1 3 A 】 変形例 1 に係るバイパス経路の配置構成例を表す回路図である。

40

【 図 1 3 B 】 変形例 2 に係るバイパス経路の配置構成例を表す回路図である。

【 図 1 4 】 第 3 の実施の形態に係る給電パラメータの設定動作の一例を表す流れ図である。

【 図 1 5 】 第 4 の実施の形態に係る結合係数の算出動作および給電対象機器の有無の検知動作の一例を表す流れ図である。

【 図 1 6 】 第 5 の実施の形態に係る送電制御動作の一例を表す流れ図である。

【 図 1 7 】 第 5 の実施の形態に係る送電制御動作の他の例を表す流れ図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 2 】

以下、本開示の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。なお、説明は以

50

下の順序で行う。

1. 第1の実施の形態（極小値時および極大値時の周波数を用いて結合係数を求める例）
2. 第2の実施の形態（2つの極小値時の周波数を用いて結合係数を求める例）
3. 変形例1, 2（2次側機器内におけるバイパス経路の他の配置構成例）
4. 第3の実施の形態（求められた結合係数を利用して給電パラメータを設定する例）
5. 第4の実施の形態（結合係数を求める際に併せて給電対象機器の有無を検知する例）
6. 第5の実施の形態（求められた結合係数の大きさに応じて送電制御を行う例）
7. その他の変形例

【0013】

< 第1の実施の形態 >

[給電システム4の全体構成]

図1は、本開示の第1の実施の形態に係る給電システム（給電システム4）の外観構成例を表したものであり、図2は、この給電システム4のブロック構成例を表したものである。給電システム4は、磁界を用いて（磁界共鳴や電磁誘導等を利用して；以下同様）、非接触に電力伝送（電力供給，給電，送電）を行うシステム（非接触型の給電システム）である。この給電システム4は、給電装置1（1次側機器）と、給電対象機器としての1または複数の電子機器（ここでは2つの電子機器2A, 2B；2次側機器）とを備えている。

【0014】

この給電システム4では、例えば図1に示したように、給電装置1における給電面（送電面）S1上に電子機器2A, 2Bが置かれる（または近接する）ことにより、給電装置1から電子機器2A, 2Bに対して送電が行われるようになっている。ここでは、複数の電子機器2A, 2Bに対して同時もしくは時分割的（順次）に送電を行う場合を考慮して、給電装置1は、給電面S1の面積が給電対象の電子機器2A, 2B等よりも大きなマット形状（トレー状）となっている。

【0015】

（給電装置1）

給電装置1は、上記したように、磁界を用いて電子機器2A, 2Bに対して送電を行うもの（充電トレー）である。この給電装置1は、例えば図2に示したように、送電部110、交流信号発生回路（交流信号発生部，高周波電力発生回路）111、結合係数算出回路112（結合係数算出部）、通信部113および制御部114を有する送電装置11を備えている。また、この送電装置11内には、図示しないスイッチ（後述するスイッチング素子SW2）が設けられている。

【0016】

送電部110は、後述する送電コイル（1次側コイル）L1およびコンデンサC1（共振用のコンデンサ）等を含んで構成されており、後述するように、これらの送電コイルL1およびコンデンサC1を用いてLC共振回路が構成されている。送電部110は、これらの送電コイルL1およびコンデンサC1を利用して、電子機器2A, 2B（詳細には、後述する受電部210）に対して交流磁界を用いた送電を行うものである（図2中の矢印P1参照）。具体的には、送電部110は、給電面S1から電子機器2A, 2Bへ向けて磁界（磁束）を放射する機能を有している。

【0017】

交流信号発生回路111は、例えば給電装置1の外部電源9（親電源）から供給される電力を用いて、送電を行うための所定の交流信号Sac（高周波電力）を発生する回路である。この交流信号Sacは、送電部110へ向けて供給されるようになっている。このような交流信号発生回路111は、例えば、後述するスイッチング素子SW1を含んだスイッチングアンプを用いて構成されている。なお、外部電源9としては、例えば、通常のACアダプタや、PC（Personal Computer）などに設けられているUSB（Universal Serial Bus）2.0の電源（電力供給能力：500mA，電源電圧：5V程度）等が挙げられる。

10

20

30

40

50

【0018】

結合係数算出回路112は、後述する送電コイルL1と電子機器2A, 2B内の後述する受電コイルL2との間の結合係数kを算出する回路である。この結合係数kとは、送電コイルL1と受電コイルL2との間における磁束の共有度を表すパラメータである。なお、この結合係数算出回路112による結合係数kの算出方法の詳細については、後述する。

【0019】

通信部113は、電子機器2A, 2B内の後述する通信部214との間で、所定の通信動作を相互に行うものである(図2中の矢印C1参照)。

【0020】

制御部114は、給電装置1全体(給電システム4全体)における種々の制御動作を行うものである。具体的には、送電部110による送電動作や通信部113による通信動作の制御を行うことその他、例えば、送電電力の最適化制御や給電対象機器を認証する機能、給電対象機器が近傍にあることを検知する機能、異種金属等の混入を検知する機能などを有している。また、本実施の形態では、制御部114は、結合係数算出回路112による結合係数の算出動作を制御する機能も有している。ここで、上記した送電動作の制御の際には、後述する所定の制御信号CTL(送電用の制御信号)を用いて交流信号発生回路111の動作を制御することによって行うようになっている。このような制御部114は、例えば、マイクロコンピュータやパルスジェネレータ等を用いて構成されている。

【0021】

(電子機器2A, 2B)

電子機器2A, 2Bは、例えば、テレビ受像機に代表される据え置き型電子機器や、携帯電話やデジタルカメラに代表される、充電電池(バッテリー)を含む携帯型の電子機器等からなる。これらの電子機器2A, 2Bは、例えば図2に示したように、受電装置21と、この受電装置21から供給される電力に基づいて所定の動作(電子機器としての機能を発揮させる動作)を行う負荷22とを備えている。また、受電装置21は、受電部210、整流回路211、給電・充電制御回路212、バッテリー213、通信部214、制御部215およびコンデンサC2pを有している。なお、このコンデンサC2pが、本開示における「容量素子」の一具体例に対応している。

【0022】

受電部210は、後述する受電コイル(2次側コイル)L2およびコンデンサC2(共振用のコンデンサ)等を含んで構成されている。そして、後述するように、これらの受電コイルL2およびコンデンサC2と、上記したコンデンサC2pとを用いて、LC共振回路が構成されている。受電部210は、これらの受電コイルL2およびコンデンサC2等を利用して、給電装置1内の送電部110から伝送された電力(送電電力)を受け取る機能を有している。

【0023】

整流回路211は、受電部210から供給された送電電力(交流電力)を整流し、直流電力を生成する回路である。

【0024】

給電・充電制御回路212は、整流回路211から出力される直流電力に基づいて、バッテリー213への充電制御を行うと共に、負荷22への給電制御を行う回路である。

【0025】

バッテリー213は、給電・充電制御回路212による充電制御に従って電力を貯蔵するものであり、例えばリチウムイオン電池等の充電電池(2次電池)を用いて構成されている。

【0026】

通信部214は、給電装置1内の通信部113との間で、前述した所定の通信動作を相互に行うものである(図2中の矢印C1参照)。

【0027】

10

20

30

40

50

制御部 215 は、電子機器 2A または電子機器 2B の全体（給電システム 4 全体）における種々の制御動作を行うものである。具体的には、受電部 210 による受電動作や通信部 214 による通信動作の制御を行うことその他、例えば、受電電力の最適化制御を行ったり、給電・充電制御回路 212 の動作を制御したりする機能等を有している。このような制御部 215 は、例えば、マイクロコンピュータ等を用いて構成されている。

【0028】

[給電装置 1 および電子機器 2A , 2B の詳細構成]

図 3 は、図 2 に示した給電装置 1 および電子機器 2A , 2B 内の各ブロックの詳細構成例を回路図およびブロック図で表したものである。

【0029】

(送電部 110)

送電部 110 は、磁界を用いて送電を行う（磁束を発生させる）ための送電コイル L1 と、この送電コイル L1 とともに前述した LC 共振回路を形成するためのコンデンサ C1 とを有している。これらの送電コイル L1 とコンデンサ C1 とは、互いに電氣的に直列接続されている。具体的には、送電コイル L1 の一端はコンデンサ C1 の一端に接続され、送電コイル L1 の他端は接地され、コンデンサ C1 の他端は電力供給ライン Lp を介して交流信号発生回路 111 の出力端子に接続されている。

【0030】

また、この送電部 110 内に形成される LC 共振回路と、後述する受電部 210 内等に形成される LC 共振回路とは、互いに磁気結合する（相互誘導）。これにより、交流信号発生回路 111 により生成された高周波電力（交流信号 S_{ac}）と略同一の共振周波数による LC 共振動作がなされるようになっている。

【0031】

(交流信号発生回路 111)

交流信号発生回路 111 は、MOS (Metal Oxide Semiconductor) トランジスタ等からなる 1 または複数のスイッチング素子 SW1 を含んだ、スイッチングアンプ（図示せず；いわゆる D 級アンプや E 級アンプ等）を用いて構成されている。この交流信号発生回路 111 には、制御部 114 から送電用の制御信号 CTL が供給されるようになっている。この制御信号 CTL は、所定の周波数 f ($CTL(f) = f_1$) およびデューティ比 Duty ($CTL(Duty) = 10\%, 50\%$ 等) を示すパルス信号からなる。

【0032】

このような構成により交流信号発生回路 111 では、送電用の制御信号 CTL に従って、上記したスイッチング素子 SW1 がオン・オフ動作（上記した周波数 f およびデューティ比 Duty からなるスイッチング動作）を行う。すなわち、制御部 114 から供給される制御信号 CTL を用いて、スイッチング素子 SW1 のオン・オフ動作が制御される。これにより、例えば外部電源 9 側から入力する直流信号 S_{dc} に基づいて交流信号 S_{ac} が生成され、送電部 110 へ供給されるようになっている。

【0033】

(結合係数算出回路 112)

結合係数算出回路 112 は、電力供給ライン Lp に対してスイッチング素子 SW2 を介して接続可能に配置されており、前述したように、送電コイル L1 と受電コイル L2 との間の結合係数を算出する機能を有している。なお、このスイッチング素子 SW2 は、制御部 114 による制御に従って、結合係数の算出時にオン状態となるように設定されている。

【0034】

この結合係数算出回路 112 は、電子機器 2A , 2B 内の整流回路 211 の非動作状態時における、給電装置 1 側からみた入力インピーダンス Z_{in} の周波数特性を測定し、その周波数特性の測定結果を利用して結合係数 k を算出する。具体的には、この周波数特性の測定結果から、入力インピーダンス Z_{in} の極値時の周波数 f を検出し、その極値時の周波数 f を用いて結合係数を算出する。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 5 】

特に本実施の形態では、詳細は後述するが、結合係数算出回路 1 1 2 は、この極値時の周波数 f として、極小値時の周波数（後述する周波数 f_H ）と極大値時の周波数（後述する周波数 f_L ）との双方を検出し、それら双方の周波数 f_H, f_L を用いて結合係数 k を算出するようになっている。また、本実施の形態では、結合係数算出回路 1 1 2 は、微弱信号（測定電力が微弱である測定信号）を用いて入力インピーダンス Z_{in} の周波数特性を測定することにより、上記したような整流回路 2 1 1 の非動作状態時における周波数特性の測定を行うようになっている。

【 0 0 3 6 】

結合係数算出回路 1 1 2 は、図 3 に示したように、測定信号発生部 3 0、電流検出回路 3 1（電流検出部）、アンプ 3 2、A / D 変換器 3 3 および算出・制御部 3 4 を有している。なお、この算出・制御部 3 4 が、本開示における「算出部」および「制御部」の一具体例に対応する。

10

【 0 0 3 7 】

測定信号発生部 3 0 は、入力インピーダンス Z_{in} の周波数特性を測定するための測定信号を発生させるものであり、この例では交流電源を用いて構成されている。この測定信号は、所定の電圧 V および周波数 f を有する信号であり、スイッチング素子 SW_2 を介して電力供給ライン L_p から送電部 1 1 0 へ供給されるようになっている。

【 0 0 3 8 】

電流検出回路 3 1 は、入力インピーダンス Z_{in} の周波数特性を測定する際に送電コイル L_1 に流れる電流 I （測定電流）を検出する回路である。このようにして検出された電流 I の値（この例ではアナログ値）は、アンプ 3 2 へ供給されるようになっている。このような電流検出回路 3 1 は、例えば、抵抗器やカレントトランス等を用いて構成されている。

20

【 0 0 3 9 】

アンプ 3 2 は、電流検出回路 3 1 により検出された電流 I の値（信号）を増幅する機能を有する回路（増幅回路）である。

【 0 0 4 0 】

A / D 変換器 3 3 は、アンプ 3 2 から出力されたアナログ値の電流 I に対して A / D（アナログ / デジタル）変換を行い、デジタル値からなる電流 I を出力するものである。

30

【 0 0 4 1 】

算出・制御部 3 4 は、まず、測定信号発生部 3 0 の動作を制御することにより、測定信号の電圧 V および周波数 f をそれぞれ制御する機能を有している。また、算出・制御部 3 4 は、電流検出回路 3 1 により検出された電流 I と、自身により設定された測定信号の電圧 V とに基づいて、入力インピーダンス Z_{in} を算出する（ $Z_{in} = V / I$ ）機能を有している。この際、測定信号の周波数 f を連続的に変化させていく（周波数 f の値を掃引することにより、入力インピーダンス Z_{in} の周波数特性が得られるようになっている。なお、この算出・制御部 3 4 による制御機能および算出機能の詳細については、後述する。

【 0 0 4 2 】

（受電部 2 1 0，バイパス経路 L_b ）

受電部 2 1 0 は、送電部 1 1 0 から伝送された（交流磁界から）電力を受け取るための受電コイル L_2 と、この受電コイル L_2 とともに前述した LC 共振回路を形成するためのコンデンサ C_2 とを有している。これらの受電コイル L_2 とコンデンサ C_2 とは互いに電氣的に直列接続されており、前述したコンデンサ C_2 はこの受電部 2 1 0 に対して電氣的に並列接続されている。具体的には、コンデンサ C_2 の一端は、整流回路 2 1 1 における一方の入力端子およびコンデンサ C_2 の一端に接続され、コンデンサ C_2 の他端は受電コイル L_2 の一端に接続されている。また、受電コイル L_2 の他端は、整流回路 2 1 1 における他方の入力端子およびコンデンサ C_2 の他端に接続されている。

40

【 0 0 4 3 】

ここで、受電コイル L_2 とコンデンサ C_2, C_2p とからなる LC 共振回路と、前述し

50

た送電コイル L 1 とコンデンサ C 1 とからなる LC 共振回路とは、互いに磁気結合する。これにより、交流信号発生回路 1 1 1 により生成された高周波電力（交流信号 S ac）と略同一の共振周波数による LC 共振動作がなされるようになっている。

【 0 0 4 4 】

また、図 3 に示したように、コンデンサ C 2 p が配置された経路（バイパス経路 L b）は、受電部 2 1 0 に対して電氣的に並列接続されると共に、整流回路 2 1 1 における一対の入力端子間に配置されている。このバイパス経路 L b は、整流回路 2 1 1 に対するバイパス経路として機能するものである。これにより詳細は後述するが、入力インピーダンス Z in の周波数特性の測定時に、整流回路 2 1 1 が非動作状態（無効状態，不活性状態）となるようになっている。

10

【 0 0 4 5 】

（整流回路 2 1 1）

整流回路 2 1 1 は、ここでは 4 つの整流素子（ダイオード）D 1 ~ D 4 および平滑用のコンデンサ C 3 を用いて構成されている。この図 3 の例では、整流素子 D 1 のアノードおよび整流素子 D 3 のカソードは、互いに整流回路 2 1 1 における一方の入力端子に接続され、整流素子 D 1 のカソードおよび整流素子 D 2 のカソードは、互いに整流回路 2 1 1 における出力端子に接続されている。また、整流素子 D 2 のアノードおよび整流素子 D 4 のカソードは、互いに整流回路 2 1 1 における他方の入力端子に接続され、整流素子 D 3 のアノードおよび整流素子 D 4 のアノードは、互いに接地されている。すなわち、この整流回路 2 1 1 は、いわゆるダイオードブリッジ構成の回路となっている。また、コンデンサ C 3 は、整流素子 D 1 , D 2 のカソード同士の接続点と給電・充電制御回路 2 1 2 との間の経路と接地との間に配置されている。このような構成により整流回路 2 1 1 では、受電部 2 1 0 から供給された交流電力を整流すると共に、その整流後電力を平滑して脈流を低減し、直流電力からなる受電電力を給電・充電制御回路 2 1 2 へ供給するようになっている。なお、この整流回路 2 1 1 が、トランジスタを用いた同期整流回路であってもよい。

20

【 0 0 4 6 】

[給電システム 4 の作用・効果]

（全体動作の概要）

この給電システム 4 では、給電装置 1 内の交流信号発生回路 1 1 1 が、外部電源 9 から供給される電力に基づいて、送電部 1 1 0 内の送電コイル L 1 およびコンデンサ C 1 に対して、送電を行うための所定の高周波電力（交流信号 S ac）を供給する。これにより、送電部 1 1 0 内の送電コイル L 1 において磁界（磁束）が発生する。このとき、給電装置 1 の上面（給電面 S 1）に、給電対象機器としての電子機器 2 A , 2 B が置かれる（または近接する）と、給電装置 1 内の送電コイル L 1 と電子機器 2 A , 2 B 内の受電コイル L 2 とが、給電面 S 1 付近にて近接する。

30

【 0 0 4 7 】

このように、磁界が発生している送電コイル L 1 に近接して受電コイル L 2 が配置されると、送電コイル L 1 から発生されている磁束に誘起されて、受電コイル L 2 に起電力（誘導起電力）が生じる。換言すると、電磁誘導または磁界共鳴により、送電コイル L 1 および受電コイル L 2 のそれぞれに鎖交して磁界が発生する。これにより、送電コイル L 1 側（1 次側、給電装置 1 側、送電部 1 1 0 側）から受電コイル L 2 側（2 次側、電子機器 2 A , 2 B 側、受電部 2 1 0 側）に対して、電力伝送がなされる（図 2 , 図 3 中の矢印 P 1 参照）。このとき、給電装置 1 側の送電コイル L 1 と電子機器 2 A , 2 B 側の受電コイル L 2 とが電磁誘導等により互いに磁気結合し、LC 共振動作が行われる。

40

【 0 0 4 8 】

すると、電子機器 2 A , 2 B では、受電コイル L 2 において受け取った交流電力が、整流回路 2 1 1 を介して給電・充電制御回路 2 1 2 へ供給され、例えば以下の充電動作がなされる。すなわち、この交流電力が整流回路 2 1 1 によって所定の直流電力に変換された後、給電・充電制御回路 2 1 2 によって、この直流電力に基づくバッテリー 2 1 3 への充電がなされる。このようにして、電子機器 2 A , 2 B において、受電部 2 1 0 において受

50

け取った電力に基づく充電動作がなされる。

【0049】

すなわち、本実施の形態では、電子機器2A, 2Bの充電に際し、例えばACアダプタ等への端子接続が不要であり、給電装置1の給電面S1上に置く(近接させる)だけで、容易に充電を開始させることができる(非接触給電がなされる)。これは、ユーザにおける負担軽減に繋がる。

【0050】

また、このような動作の際に、給電装置1内の通信部113と電子機器2A, 2B内の通信部214との間で、相互の通信動作が行われる(図2, 図3中の矢印C1参照)。これにより、例えば互いの機器間認証や給電効率制御等がなされる。

10

【0051】

(結合係数算出回路112の作用)

ところで、このような非接触給電システムは、前述したように、電磁誘導方式と磁界共鳴方式とに大別される。これら2つの方式の大きな違いは、一般に、送電コイルと受電コイルとの間の結合係数であると言える。具体的には、電磁誘導方式では高い結合係数が必要であるため、1次側機器と2次側機器と近接して配置する必要がある。一方、磁界共鳴方式では、結合係数が低くても高効率での給電が可能であるため、1次側機器と2次側機器とを離して配置することができる。

【0052】

この結合係数は、非接触給電システムの電力伝送特性に大きな影響を与えるため、非常に重要なパラメータである。例えば、結合係数の値に応じて、送電振幅や送電周波数等のパラメータの設定を適切に行うことで、給電の安定化が可能となる。非接触給電システムにおいて、この結合係数を求める手法はいくつか考えられる。例えば、受電コイルを短絡状態と開放状態との2パターンに制御し、各状態での送電コイルのインダクタンス値を測定することで結合係数を求める、という手法が挙げられる。また、距離センサで測定した1次側機器と2次側機器との間の距離から結合係数を推定する、という手法も考えられる。

20

【0053】

ここで、例えばモバイル機器に対して非接触給電を行う場合、2次側機器内の電池が空である場合を考慮すると、2次側機器が無電源状態であっても動作する(結合係数を求めることができる)ことが望ましい。ところが、上記したような手法では、結合係数を求める際に、2次側機器(給電対象機器)に対する動的な制御が必要であり、2次側機器が無電源状態のときには実施することができない。つまり、2次側機器に対して動的な制御を行うといった、複雑な手法になってしまうという問題がある。また、距離センサ等の追加のセンサが必要となるため、サイズやコストの面での課題も生じ得る。

30

【0054】

そこで本実施の形態の給電システム4では、図2および図3に示した構成の結合係数算出回路112を設け、以下の手法により結合係数kを算出している。この手法について、以下詳細に説明する。

【0055】

まず、例えば図4中の破線で示したように、結合係数kの算出時(後述する入力インピーダンス Z_{in} の周波数特性の測定時)には、給電対象機器である電子機器2A, 2B内の整流回路211が自動的に(動的な制御を必要とせずに)非動作状態となるように構成されている。具体的には、図3および図4に示したように、この整流回路211に対するバイパス経路 L_b が電子機器2A, 2B内に予め設けられており、このバイパス経路 L_b 上にコンデンサ C_{2p} が配置されている。そして、入力インピーダンス Z_{in} の周波数特性の測定時には、このバイパス経路 L_b 上を測定用の微弱信号(測定電力が微弱である測定信号)が通ることにより、整流回路211が自ずから非動作状態となる。これは、整流回路211は、そのような微弱信号に対しては機能せず、非接続である場合と略同等の状態となるためである。

40

50

【 0 0 5 6 】

また、同じく図 4 中の破線で示したように、この入力インピーダンス Z_{in} の周波数特性の測定時には、電子機器 2 A , 2 B 内の整流回路 2 1 1 に加え、給電装置 1 内の交流信号発生回路 1 1 1 もまた非動作状態となるように設定される。具体的には、これは給電装置 1 内での設定であることから、その際には制御部 1 1 4 が動的にスイッチング素子 S W 1 をオフ状態等として交流信号発生回路 1 1 1 の機能を停止させることで、この交流信号発生回路 1 1 1 が非動作状態となるようにする。すなわち、上記した整流回路 2 1 1 と同様に、交流信号発生回路 1 1 1 についても、非接続である場合と略同等の状態となる。

【 0 0 5 7 】

ここで、このようにして整流回路 2 1 1 および交流信号発生回路 1 1 1 がそれぞれ非動作状態に設定された場合、給電装置 1 側からみた入力インピーダンス Z_{in} は、以下の (1) ~ (4) 式により表わされる。なお、これらの式中において、各パラメータは以下の通りである。

- L 1 : 送電コイル L 1 のインダクタンス
- L 2 : 受電コイル L 2 のインダクタンス
- C 1 : コンデンサ C 1 の容量
- C 2 : コンデンサ C 2 の容量
- C 2 p : コンデンサ C 2 p の容量
- C 2 ' : コンデンサ C 2 , C 2 p の合成容量
- f 1 : 送電コイル L 1 とコンデンサ C 1 とからなる LC 共振回路における共振周波数
- f 2 : 受電コイル L 2 とコンデンサ C 2 , C 2 p とからなる LC 共振回路における共振周波数
- f : 測定時の周波数 (測定信号の周波数 , 可変値)
- k : 送電コイル L 1 と受電コイル L 2 との間の結合係数

【 0 0 5 8 】

【 数 1 】

$$Z_{in} = j\omega L1 \left[\left\{ 1 - \left(\frac{f1}{f} \right)^2 \right\} - \frac{k^2}{1 - \left(\frac{f2}{f} \right)^2} \right] \dots\dots (1) \quad 30$$

$$f1 = \frac{1}{2\pi \sqrt{L1C1}} \dots\dots (2) \quad 40$$

$$f2 = \frac{1}{2\pi \sqrt{L2C2'}} \dots\dots (3)$$

$$C2' = \frac{1}{\frac{1}{C2} + \frac{1}{C2p}} \dots\dots (4)$$

【 0 0 5 9 】

また、上記した 2 つの共振周波数 $f 1$, $f 2$ 間で、($f 1 < f 2$) の条件を満たすようにコンデンサ C 2 p の容量が設定されている場合、入力インピーダンス Z_{in} の周波数特性は、例えば図 5 に示したようになる。すなわち、入力インピーダンス Z_{in} は、測定信号の周波数 f を変化させていった場合に、2 つの極値を持つようになる。具体的には、本実施

の形態の場合、周波数 f_L において極大値を示すと共に、周波数 f_H において極小値を示す。なお、例えば、送電部 110 内にコンデンサ C_1 が配置されておらず、送電コイル L_1 の一端と電力供給ライン L_p とが短絡されている場合、容量 C_1 ($f_1 = 0$) とみなせるため、この場合も同様に適用することができる。

【0060】

ここで、このような極大値時の周波数 f_L および極小値時の周波数 f_H はそれぞれ、以下の(5)式および(6)式により表わされる。

【0061】

【数2】

$$\left\{ \begin{array}{l} f_L = f_2 \quad \dots\dots(5) \\ f_H = \frac{f}{\sqrt{1-k^2}} \quad \dots\dots(6) \end{array} \right.$$

10

【0062】

したがって、結合係数算出回路 112 において入力インピーダンス Z_{in} の周波数特性を測定し、その測定結果から極大値時の周波数 f_L および極小値時の周波数 f_H の値をそれぞれ検出することで、上記(5)、(6)式に基づき以下の(7)式を用いて、結合係数 k が求められる。

20

【0063】

【数3】

$$k = \sqrt{1 - \left(\frac{f_L}{f_H} \right)^2} \quad \dots\dots(7)$$

30

【0064】

ここで、図6は、結合係数算出回路 112 における結合係数 k の算出動作の一例を流れ図で表わしたものである。以下、この図5に沿って、結合係数 k の算出動作についてより詳細に説明する。

【0065】

まず、算出・制御部 34 が、測定信号の周波数 f を設定する(図6のステップ S101)。次いで、算出・制御部 34 は、測定信号発生部 30 の動作を制御することにより、スイッチング素子 SW_2 および電力供給ライン L_p を介して、送電コイル L_1 側へ測定信号の出力を開始する(ステップ S102)。

40

【0066】

次に、電流検出回路 31 が、このときに送電コイル L_1 に流れる電流 I を検出すると共に、算出・制御部 34 が、アンプ 32 および A/D 変換器 33 を介して入力されたこの電流 I の値を記録しておくようにする(ステップ S103)。そののち、算出・制御部 34 は、測定信号発生部 30 の動作を制御することにより、測定信号の出力を停止させる(ステップ S104)。

【0067】

続いて、算出・制御部 34 は、現在設定されている測定信号の周波数 f の値が、予め設定された所定の設定値以上(f 設定値)であるのか否かを判定する(ステップ S105)。換言すると、周波数 f を連続的に変化させることで行う周波数特性の測定が、完了し

50

たのか否かを判定する。ここで、周波数 f の値が上記設定値未満である ($f < \text{設定値}$) と判定された場合 (ステップ S 1 0 5 : N)、すなわち、周波数特性の測定がまだ完了していないと判定された場合には、再びステップ S 1 0 1 へと戻る。そして、周波数 f の値を変化させたいうで、ステップ S 1 0 2 ~ S 1 0 4 の動作を再度行うことになる。

【 0 0 6 8 】

一方、周波数 f の値が上記設定値以上である ($f < \text{設定値}$) と判定された場合 (ステップ S 1 0 5 : Y)、すなわち、周波数特性の測定が完了したと判定された場合には、次に算出・制御部 3 4 は、上記した手法にて 2 つの極値時の周波数 f_L , f_H をそれぞれ検出する (ステップ S 1 0 6)。具体的には、入力インピーダンス Z_{in} の周波数特性の測定結果から、極大値時の周波数 f_L および極小値時の周波数 f_H をそれぞれ検出する。この際、算出・制御部 3 4 では、実際に検出された電流 I の値と、測定信号の電圧 V の値とに基づいて、 $Z_{in} = (V / I)$ の関係式 (オームの法則) を用いて、入力インピーダンス Z_{in} の値を算出するようにする。

10

【 0 0 6 9 】

そして、算出・制御部 3 4 は、検出された周波数 f_L , f_H の値を用いて、前述した (7) 式から、結合係数 k を算出する (ステップ S 1 0 7)。以上により、図 6 に示した結合係数 k の算出動作が終了となる。

【 0 0 7 0 】

このようにして本実施の形態では、給電対象機器である電子機器 2 A, 2 B 内の整流回路 2 1 2 の非動作状態時における入力インピーダンス Z_{in} の周波数特性が測定され、その周波数特性の測定結果を利用して、送電コイル L 1 と受電コイル L 2 との間の結合係数 k が算出される。これにより、前述したように、例えば給電対象機器に対して動的な制御を行うような複雑な手法を用いずに、結合係数 k を得ることができる。

20

【 0 0 7 1 】

(実施例 1, 2)

ここで、以下、本実施の形態に係る具体的な実施例 (実施例 1, 2) について、比較例と比較しつつ説明する。実施例 1, 2 および比較例における各条件は、以下の通りである。

【 0 0 7 2 】

実施例 1

30

- ・測定電力 (測定信号の電力) : - 2 0 d B m
- ・1 次側機器と 2 次側機器との間の位置ずれ : 無し (0 m m) , 有り (1 0 m m) の場合

実施例 2

- ・測定電力 : - 1 0 d B m
- ・位置ずれ... 無し (0 m m) , 有り (1 0 m m) の場合

比較例 3

- ・受電コイルを短絡状態と開放状態との 2 パターンに制御し、各状態での送電コイルから見たインダクタンスの比から結合係数を求める手法 (一般的な手法)

【 0 0 7 3 】

なお、整流回路 2 1 2 としてはダイオードブリッジ構成の回路を用い、入力インピーダンス Z_{in} の測定の際にはネットワークアナライザを用い、測定電力を上記した値に設定したうえで測定した。

40

【 0 0 7 4 】

また、各コイルおよびコンデンサにおけるインダクタンスおよび容量の値は、図 7 に示したように設定した。ここで、コンデンサ C 1 の容量値は、前述した共振周波数 $f_1 = 1 0 0 k H z$ 程度となるように設定した。また、コンデンサ C 2 の容量値も、このコンデンサ C 2 と受電コイル L 2 とからなる LC 共振回路における共振周波数 = $1 0 0 k H z$ 程度となるように設定した。更に、コンデンサ C 2 p の容量値は、整流回路 2 1 2 が非接続 (非動作) 状態であると仮定した場合において、前述した共振周波数 $f_2 = 1 M H z$ 程度 (f_1) となるように設定した。

50

【 0 0 7 5 】

ここで、図 8 A および図 8 B はそれぞれ、実施例 1 における、位置ずれが無しの場合と有りの場合とについての、入力インピーダンス Z_{in} の周波数特性の測定結果を示したものである。また、表 1 は、位置ずれが無しの場合と有りの場合とについて、実施例 1 および比較例において求められた結合係数 k の値をそれぞれ対比して表したものである。

【 0 0 7 6 】

この表 1 により、位置ずれが無しの場合と有りの場合との双方について、実施例 1 において求められた結合係数 k の値が、比較例（一般的な手法）において求められた結合係数 k の値と略同等のものとなり、精度良く結合係数 k が求められていることが分かる。なお、この実施例 1 では、計算上は $f_L = 1 \text{ MHz}$ となるようにコンデンサ C_{2p} の容量値を設定しているが、ここでは整流回路 2 1 2 内の寄生容量成分の影響で、計算値よりも低くなっている。

10

【 0 0 7 7 】

【表 1】

	実施例 1	比較例
位置ずれ:0mm	0.62	0.61
位置ずれ:10mm	0.47	0.42

20

【 0 0 7 8 】

また、図 9 A および図 9 B はそれぞれ、実施例 2 における、位置ずれが無しの場合と有りの場合とについての、入力インピーダンス Z_{in} の周波数特性の測定結果を示したものである。この実施例 2 では、実施例 1 と比べて測定電力が大きくなっていることから、測定信号が徐々に微弱信号とはみなせなくなってきた（整流回路 2 1 2 が非動作状態とはみなせなくなってきた）影響で、入力インピーダンス Z_{in} における極値（山部分および谷部分）がなだらかになっていることが分かる。また、これらの極値時の周波数 f_L 、 f_H の値についても、実施例 1 における値とは若干ずれていることが分かる。これらのことから、測定電力をある程度低く抑え、測定信号が微弱信号とみなせる範囲内の条件で、入力インピーダンス Z_{in} の周波数特性を測定するようにするのが望ましいと言える。

30

【 0 0 7 9 】

以上のように本実施の形態では、整流回路 2 1 2 の非動作状態時における入力インピーダンス Z_{in} の周波数特性の測定結果を利用して結合係数 k を算出するようにしたので、複雑な手法を用いずに結合係数 k を得ることができる。よって、磁界を用いて電力伝送を行う際の結合係数 k を簡易に求めることが可能となる。

【 0 0 8 0 】

具体的には、給電装置 1 側のみでの簡易な制御で、かつ、大型のセンサ等を別途追加することなく、結合係数 k を求めることができるため、小型かつ低コストで実現することが可能となる。また、測定手法が簡易であることから、短い測定時間（算出時間）で求めることができる。

40

【 0 0 8 1 】

更に、本実施の形態の算出方法では、以下説明する第 2 の実施の形態における算出方法と比べ、以下の利点も得られる。すなわち、前述したように、2 つの共振周波数 f_1 、 f_2 の間で ($f_1 < f_2$) の条件を満たしたうえで測定することから、このような測定時の前提条件を比較的容易に成立させることができ、素子のばらつき（コンデンサ C_{2p} の容量値のばらつき等）に強い手法とすることができる。

【 0 0 8 2 】

50

< 第 2 の実施の形態 >

続いて、本開示の第 2 の実施の形態について説明する。上記第 1 の実施の形態では、極小値時および極大値時の双方の周波数を用いて結合係数 k を求める場合の例について説明したが、第 2 の実施の形態では、2 つの極小値時の周波数を用いて結合係数 k を求める例となっている。なお、第 1 の実施の形態における構成要素と同一のものには同一の符号を付し、適宜説明を省略する。

【 0 0 8 3 】

[給電システム 4 A の構成]

図 1 0 は、本開示の第 2 の実施の形態に係る給電システム（給電システム 4 A）の構成例を、回路図およびブロック図で表したものである。本実施の形態の給電システム 4 A は、第 1 の実施の形態の給電システム 4 において、給電装置 1 の代わりに以下説明する給電装置 1 A を設けたものに対応しており、他の構成は同様となっている。

10

【 0 0 8 4 】

(給電装置 1 A)

給電装置 1 A は、給電装置 1 において、コンデンサ $C 1 s$ を更に設けると共に、結合係数算出回路 1 1 2 の代わりに結合係数算出回路 1 1 2 A（結合係数算出部）を設けたものに対応しており、他の構成は同様となっている。

【 0 0 8 5 】

コンデンサ $C 1 s$ は、結合係数算出回路 1 1 2 A と電力供給ライン $L p$ との間（この例では、結合係数算出回路 1 1 2 A とスイッチング素子 $S W 2$ との間）の経路上に配置されている。このコンデンサ $C 1 s$ は、コンデンサ $C 2 p$ とともに、後述する 2 つの共振周波数 $f 1$, $f 2$ 間での条件 ($f 1 = f 2 = f 0$) を満たすようにするために設けられている。

20

【 0 0 8 6 】

結合係数算出回路 1 1 2 A は、第 1 の実施の形態の結合係数算出回路 1 1 2 において、算出・制御部 3 4 の代わりに算出・制御部 3 4 A を設けたものに対応しており、他の構成は同様となっている。

【 0 0 8 7 】

この算出・制御部 3 4 A は、以下説明するように、基本的には算出・制御部 3 4 と同様の手法を用いて、結合係数 k を算出している。すなわち、給電対象機器である電子機器 2 A , 2 B 内の整流回路 2 1 2 の非動作状態時における入力インピーダンス $Z in$ の周波数特性を測定し、その周波数特性の測定結果を利用して結合係数 k を算出する。

30

【 0 0 8 8 】

ただし、本実施の形態では第 1 の実施の形態とは異なり、上記したように、2 つの極小値時の周波数を用いて結合係数 k を算出する。以下、この手法について詳細に説明する。

【 0 0 8 9 】

まず、例えば図 1 1 中の破線で示したように、結合係数 k の算出時（入力インピーダンス $Z in$ の周波数特性の測定時）には、本実施の形態においてもバイパス経路 $L b$ および微弱信号である測定信号を用いて、整流回路 2 1 1 が自動的に非動作状態となるように構成されている。

40

【 0 0 9 0 】

また、同じく図 1 1 中の破線で示したように、この入力インピーダンス $Z in$ の周波数特性の測定時には、本実施の形態においても第 1 の実施の形態と同様にして、交流信号発生回路 1 1 1 もまた非動作状態となるように設定されている。

【 0 0 9 1 】

ここで、このようにして整流回路 2 1 1 および交流信号発生回路 1 1 1 がそれぞれ非動作状態に設定された場合、本実施の形態では、入力インピーダンス $Z in$ は、以下の (8) ~ (1 2) 式により表わされる。なお、これらの式中において、各パラメータは以下の通りである。

$L 1$: 送電コイル $L 1$ のインダクタンス

50

- L 2 : 受電コイル L 2 のインダクタンス
 - C 1 : コンデンサ C 1 の容量
 - C 1 s : コンデンサ C 1 s の容量
 - C 1 ' : コンデンサ C 1 , C 1 s の合成容量
 - C 2 : コンデンサ C 2 の容量
 - C 2 p : コンデンサ C 2 p の容量
 - C 2 ' : コンデンサ C 2 , C 2 p の合成容量
 - f 1 : 送電コイル L 1 とコンデンサ C 1 , C 1 s とからなる LC 共振回路における共振周波数
 - f 2 : 受電コイル L 2 とコンデンサ C 2 , C 2 p とからなる LC 共振回路における共振周波数
 - f : 測定時の周波数 (測定信号の周波数 , 可変値)
 - k : 送電コイル L 1 と受電コイル L 2 との間の結合係数
- 【 0 0 9 2 】
【 数 4 】

$$Z_{in} = j\omega L1 \left[\left\{ 1 - \left(\frac{f1}{f} \right)^2 \right\} - \frac{k^2}{1 - \left(\frac{f2}{f} \right)^2} \right] \dots\dots (8)$$

$$f1 = \frac{1}{2\pi \sqrt{L1C1'}} \dots\dots (9)$$

$$f2 = \frac{1}{2\pi \sqrt{L2C2'}} \dots\dots (10)$$

$$C1' = \frac{1}{\frac{1}{C1} + \frac{1}{C1s}} \dots\dots (11)$$

$$C2' = \frac{1}{\frac{1}{C2} + \frac{1}{C2p}} \dots\dots (12)$$

【 0 0 9 3 】
 また、上記した 2 つの共振周波数 f 1 , f 2 間で、前述したように (f 1 = f 2 = f 0) の条件を満たすようにコンデンサ C 1 s , C 2 p の容量が設定されている場合、入力インピーダンス Z in の周波数特性は、例えば図 1 2 に示したようになる。すなわち、入力インピーダンス Z in は、測定信号の周波数 f を変化させていった場合に、2 つの極値を持つようになる。具体的には、本実施の形態の場合、2 つの周波数 f L , f H の双方において極小値を示す。なお、本実施の形態においても第 1 の実施の形態と同様に、例えば、送電部 1 1 0 内にコンデンサ C 1 が配置されておらず、送電コイル L 1 の一端と電力供給ライン L p とが短絡されている場合、容量 C 1 (合成容量 C 1 ' = 容量 C 1) とみなせるため、この場合も同様に適用することができる。

【 0 0 9 4 】
 ここで、このような極小値時の周波数 f L , f H はそれぞれ、以下の (1 3) 式および (1 4) 式により表わされる。

10
20
30
40
50

【 0 0 9 5 】

【 数 5 】

$$\left\{ \begin{array}{l} f_L = \frac{f_0}{\sqrt{1+k}} \quad \dots\dots (13) \\ f_H = \frac{f_0}{\sqrt{1-k}} \quad \dots\dots (14) \end{array} \right.$$

10

【 0 0 9 6 】

したがって、結合係数算出回路 1 1 2 A において入力インピーダンス Z_{in} の周波数特性を測定し、その測定結果から極小値時の周波数 f_L , f_H の値をそれぞれ検出することで、上記 (1 3) , (1 4) 式に基づく以下の (1 5) 式を用いて、結合係数 k が求められる。

【 0 0 9 7 】

【 数 6 】

$$k = \frac{f_H^2 - f_L^2}{f_H^2 + f_L^2} \quad \dots\dots (15)$$

20

【 0 0 9 8 】

以上のように本実施の形態においても、基本的には第 1 の実施の形態と同様の作用により同様の効果を得ることが可能である。すなわち、磁界を用いて電力伝送を行う際の結合係数 k を簡易に求めることが可能となる。

【 0 0 9 9 】

30

また、本実施の形態の算出方法では、前述した第 1 の実施の形態における算出方法と比べ、以下の利点も得られる。すなわち、周波数特性の測定結果から検出する極値が極小値だけでよいので、極大値および極小値の双方を検出する場合と比べ、入力インピーダンス Z_{in} を測定する際のダイナミックレンジが小さくて済むと言える。

【 0 1 0 0 】

< 変形例 1 , 2 >

続いて、上記第 1 および第 2 の実施の形態に共通の変形例 (変形例 1 , 2) について説明する。これらの変形例 1 , 2 は、電子機器 2 A , 2 B 内におけるバイパス経路 L_b の他の配置構成例に対応している。なお、第 1 , 第 2 の実施の形態における構成要素と同一のものには同一の符号を付し、適宜説明を省略する。

40

【 0 1 0 1 】

図 1 3 A は、変形例 1 に係るバイパス経路 L_b の配置構成例を回路図で表わしたものであり、図 1 3 B は、変形例 2 に係るバイパス経路 L_b の配置構成例を回路図で表わしたものである。

【 0 1 0 2 】

図 1 3 A に示した変形例 1 では、受電部 2 1 0 内にバイパス経路 L_b が配置されている。具体的には、受電コイル L_2 とコンデンサ C_2 との間に、バイパス経路 L_b が配置されている。

【 0 1 0 3 】

一方、図 1 3 B に示した変形例 2 では、受電部 2 1 0 A 内にはコンデンサ C_2 が設けら

50

れておらず、この受電部 2 1 0 A と整流回路 2 1 1 との間にバイパス経路 L b が配置されている。

【 0 1 0 4 】

このように、電子機器 2 A , 2 B 内におけるバイパス経路 L b の配置構成としては、整流回路 2 1 1 に対してバイパスする役割を果たすのであれば、種々の配置構成をとることが可能である。また、バイパス経路 L b 上のコンデンサ C 2 p としても、そのような容量素子を積極的に設けるのではなく、寄生容量成分を代わりに用いるようにしてもよい。すなわち、バイパス経路 L b 上にコンデンサ C 2 p を設ける代わりに、例えば整流回路 2 1 1 における寄生容量成分を用いて、受電コイル L 2 とともに LC 共振回路を構成するようにしてもよい。このような構成としても、基本的には第 1 , 第 2 の実施の形態と同様の作用により同様の効果を得ることが可能である。

10

【 0 1 0 5 】

なお、例えば変形例 1 , 2 のような、バイパス経路 L p の配置構成やコンデンサ C 2 の配置の有無等に応じて、(1) ~ (4) 式や (8) ~ (1 2) 式における合成容量 C 2 ' および共振周波数 f 2 はそれぞれ、適宜読み替える必要がある。より一般化した表現にすると、合成容量 C 2 ' は、整流回路 2 1 1 の非動作状態において、受電コイル L 2 と LC 共振回路を構成するコンデンサの合成容量であり、共振周波数 f 2 は、その LC 共振回路における共振周波数である。

【 0 1 0 6 】

< 第 3 の実施の形態 >

続いて、本開示の第 3 の実施の形態について説明する。本実施の形態では、上記第 1 または第 2 の実施の形態で説明した手法を用いて求められた結合係数 k を利用して、送電 (給電) の際のパラメータ (給電パラメータ) を設定する動作について説明する。なお、第 1 , 第 2 の実施の形態等における構成要素と同一のものには同一の符号を付し、適宜説明を省略する。

20

【 0 1 0 7 】

本実施の形態の給電システムは、基本的には第 1 , 第 2 の実施の形態の給電システム 4 , 4 A と同様である。ここで、上記したように、結合係数算出回路 1 1 2 または結合係数算出回路 1 1 2 A により算出された結合係数 k を利用して給電パラメータを設定する機能は、主に給電装置 1 , 1 A 内の制御部 1 1 4 が担っている。すなわち、この制御部 1 1 4 が、本開示における「パラメータ設定部」の一具体例に対応している。

30

【 0 1 0 8 】

図 1 4 は、本実施の形態に係る給電パラメータの設定動作の一例を流れ図で表わしたものである。この給電パラメータの設定動作は、図 1 4 中に示したように、一連の給電動作の際の「待機フェーズ」, 「起動・通信フェーズ」, 「給電フェーズ」のうちの、起動・通信フェーズおよび給電フェーズにおいてそれぞれ行われるようになっている。

【 0 1 0 9 】

この一連の給電動作では、まず、給電装置 1 , 1 A において、各種の手法を用いて物体検知 (給電対象機器が近傍に存在するの否かの検知) を行う (図 1 4 のステップ S 2 0 1) 。次いで、結合係数算出回路 1 1 2 , 1 1 2 A は、第 1 または第 2 の実施の形態で説明した手法を用いて (ステップ S 1 0 1 ~ S 1 0 7) 、結合係数 k を求める (ステップ S 2 0 2) 。

40

【 0 1 1 0 】

続いて、制御部 1 1 4 は、このようにして求められた結合係数 k を利用して、給電対象機器である電子機器 2 A , 2 B が起動する際の給電パラメータ (給電パラメータの初期値) を設定する (ステップ S 2 0 3) 。そして、その後、制御部 1 1 4 の制御に従って、送電コイル L 1 から電子機器 2 A , 2 B に対して起動信号が送信される (ステップ S 2 0 4) 。

【 0 1 1 1 】

このように、本実施の形態では、結合係数算出回路 1 1 2 , 1 1 2 A は、給電対象機器

50

である電子機器 2 A , 2 B の起動前に、結合係数 k の算出を行う。そして、電子機器 2 A , 2 B の起動信号における給電パラメータを、求められた結合係数 k の大きさに応じて変化させるようにしている。具体的には、例えば、起動信号の電圧を、結合係数 k に対して反比例の関係を満たす（起動信号の電圧 $(1/k)$ ）ように設定する。

【0112】

これは、以下の理由によるものである。すなわち、まず、給電対象機器が起動する際には、ある決められた受電電圧が必要である場合が多い。また、給電対象機器の起動フェーズでは、負荷 2 2 は接続されていないため軽負荷であり、その場合、受電電圧は、概ね結合係数 k と起動信号の電圧とに比例する（受電電圧 $(k \times \text{起動信号の電圧})$ ）。そのため、給電対象機器が給電装置 1 上に置かれた際に、求められた結合係数 k を用いて、上記したように起動信号の電圧を結合係数 k と反比例するように設定することで、以下の利点が得られる。つまり、給電対象機器が置かれた位置等に関わらず、受電電圧がほぼ一定となり、給電対象機器における安定した起動動作が可能となる。

10

【0113】

続いて、起動信号が送信されて電子機器 2 A , 2 B が起動すると、給電装置 1 , 1 A (1 次側機器) と電子機器 2 A , 2 B (2 次側機器) とにおいて、前述した通信部 1 1 3 , 2 1 4 間での相互の通信が行われる。これにより、電子機器 2 A , 2 B では、給電パラメータの取得が可能となる（ステップ S 2 0 5）。

【0114】

次に、制御部 1 1 4 は、求められた結合係数 k を利用して、電子機器 2 A , 2 B に対して実際に給電する際の給電パラメータを設定する（ステップ S 2 0 6）。そして、このようにして設定された給電パラメータを用いて、給電装置 1 , 1 A から電子機器 2 A , 2 B への給電（本給電）が開始される（ステップ S 2 0 7）。

20

【0115】

ここで本実施の形態では、制御部 1 1 4 は、求められた結合係数 k を用いて、例えば給電の際の周波数（給電周波数、送電周波数）を設定する。具体的には、例えば、給電装置 1 内および電子機器 2 A , 2 B 内での共振周波数がいずれも f_0 であるものとする、給電周波数 $= (f_0 / (1 - k)^{1/2})$ に設定する。

【0116】

これは、以下の理由によるものである。すなわち、まず、負荷 2 2 が電力を引いた際の受電電圧の変化量は、給電周波数によって異なるものとなる。また、この受電電圧の変化量が小さいほど、安定した電力伝送であると言える。そして、この給電周波数の値が、上記したように $(f_0 / (1 - k)^{1/2})$ である場合に、受電電圧の変化量が最も小さくなることが知られている。したがって、求められた結合係数 k を用いて給電周波数をこの値に設定することで、受電電圧の変化量が最も小さくなり、安定した電力伝送が可能となる。

30

【0117】

なお、その後は、給電パラメータの再設定（ステップ S 2 0 8）を適宜行い、バッテリー 2 1 3 が満充電状態であるのか否か、あるいは給電が中止となるのか否かが、ユーザからの設定や相互の通信等に従って判断される（ステップ S 2 0 9）。そして、満充電状態ではなく、かつ給電中止とならないと判断された場合には（ステップ S 2 0 9 : N）、給電が継続され（ステップ S 2 1 0）、再びステップ S 2 0 8 へと戻ることになる。一方、満充電状態であったり、給電中止となると判断された場合には（ステップ S 2 0 9 : Y）、給電が停止され（ステップ S 2 1 1）、図 1 4 に示した一連の給電動作が終了となる。

40

【0118】

以上のように本実施の形態では、求められた結合係数 k を利用して給電パラメータを設定するようにしたので、例えば、予め決められた固定の給電パラメータではなく、給電対象機器の起動前に求められた結合係数 k の大きさに応じて適切な給電パラメータを設定することが可能となる。

【0119】

50

また、求められた結合係数 k を用いて給電周波数を設定するようにしたので、受電電圧の変化量を最も小さく設定することができ、安定した電力伝送を行うことが可能となる。

【0120】

< 第4の実施の形態 >

続いて、本開示の第4の実施の形態について説明する。本実施の形態では、上記第1または第2の実施の形態で説明した手法を用いて結合係数 k を求める際に、併せて給電対象機器が近傍に存在するのかが検知する動作（物体検知動作）を行う手法について説明する。なお、第1～第3の実施の形態等における構成要素と同一のものには同一の符号を付し、適宜説明を省略する。

【0121】

本実施の形態の給電システムも、基本的には第1、第2の実施の形態の給電システム4、4Aと同様である。ここで、上記したように、結合係数算出回路112または結合係数算出回路112Aにより算出された結合係数 k を利用して物体検知動作を行う機能は、主に給電装置1、1A内の算出・制御部34および制御部114が担っている。

【0122】

図15は、第4の実施の形態に係る結合係数の算出動作および給電対象機器の有無の検知動作の一例を流れ図で表わしたものである。この図15に示した動作において、第1の実施の形態で説明した結合係数の算出動作のみを行う場合と異なる点は、極値時の周波数 f_L 、 f_H の値をそれぞれ検出した後に、その結果を利用して物体検知動作をも行うようにした点である。つまり、結合係数算出部112、112A等は、入力インピーダンス Z_{in} の周波数特性の測定結果を利用して、給電対象機器が近傍に存在するのかが検知をも行うようになっている。

【0123】

具体的には、この図15に示した動作例では、図6に示した動作例において、以下のようにしたものとなっている。すなわち、ステップS106において、極値およびその時の周波数 f_L 、 f_H の双方を検出するようにすると共に、その後以下説明するステップS111～S113の動作を更に追加したものとなっている。

【0124】

具体的には、極値およびその時の周波数 f_L 、 f_H がそれぞれ検出された後、結合係数算出部112、112A等は、この検出結果（例えば、周波数 f_L 、 f_H の値や、その周波数時における入力インピーダンス Z_{in} の値等）が予め設定された所定の範囲内にあるのかが判定する（ステップS111）。

【0125】

ここで、この検出結果が所定の範囲内にあると判定された場合（ステップS111：Y）、結合係数算出部112、112A等は、想定された給電対象機器が給電装置1の近傍に存在すると判定する（ステップS112）。そして、その後は前述したステップS107（結合係数 k の算出）へと移行する。

【0126】

一方、検出結果が所定の範囲内にはないと判定された場合（ステップS111：N）、結合係数算出部112、112A等は、想定された給電対象機器が給電装置1の近傍には存在しないと判定する（ステップS113）。このため、この場合には結合係数 k の算出は行われず、図15に示した動作が終了となる。ここで、このような判定ができるのは、例えば硬貨等の金属異物や他方式の非接触給電機器等が近傍に位置する場合、入力インピーダンス Z_{in} の周波数特性の測定結果が、予め設定された所定の範囲内には入らないためである。

【0127】

以上のように本実施の形態では、入力インピーダンス Z_{in} の周波数特性の測定結果を利用して、給電対象機器が近傍に存在するのかが検知をも行うようにしたので、結合係数算出機能を物体検知機能としても用いることが可能となる。すなわち、結合係数 k を算出する際に併せて物体検知をも行うことができ、両機能を別々のモジュールにて実現する

10

20

30

40

50

場合と比べ、装置構成の簡素化・小型化・低コスト化を図ることが可能となる。

【0128】

<第5の実施の形態>

続いて、本開示の第5の実施の形態について説明する。本実施の形態では、上記第1または第2の実施の形態で説明した手法を用いて求められた結合係数 k を利用して、送電制御（給電の可否の判断等）を行う手法について説明する。なお、第1～第4の実施の形態等における構成要素と同一のものには同一の符号を付し、適宜説明を省略する。

【0129】

本実施の形態の給電システムも、基本的には第1,第2の実施の形態の給電システム4,4Aと同様である。ここで、上記したように、結合係数算出回路112または結合係数算出回路112Aにより算出された結合係数 k を利用して送電制御を行う機能は、主に給電装置1,1A内の制御部114が担っている。すなわち、この制御部114が、本開示における「送電制御部」の一具体例に対応している。

10

【0130】

図16は、第5の実施の形態に係る送電制御動作の一例を流れ図で表わしたものである。この送電制御動作では、まず待機フェーズにおいて、前述した物体検知（ステップS201）および結合係数 k の算出（ステップS202）が行われる。

【0131】

次いで、制御部114は、このようにして求められた結合係数 k の大きさに応じて、送電動作を制御する。具体的には、この例では制御部114は、まず、結合係数 k の値が所定の閾値 k_{th1} （第1閾値）よりも大きいのか否か（ $k > k_{th1}$ を満たすのか否か）を判定する（ステップS221）。

20

【0132】

ここで、結合係数 k の値がこの閾値 k_{th1} 以下（ $k \leq k_{th1}$ ）であると判定された場合（ステップS221：N）には、制御部114は、例えば交流信号発生回路111等の動作を停止させることで、送電コイルL1から送電が実行されないように制御する。具体的には、この場合にはステップS201へと戻り、その後の起動・通信フェーズ（前述したステップS203～S205）および給電フェーズ（前述したステップS206～S210）等へ移行しないようにする。

【0133】

一方、結合係数 k の値が閾値 k_{th1} よりも大きい（ $k > k_{th1}$ ）と判定された場合（ステップS221：Y）には、制御部114は、その後に送電コイルL1から送電が実行されるように制御する。すなわち、その後の起動・通信フェーズおよび給電フェーズ等へは移行するようにする。

30

【0134】

このようにして、求められた結合係数 k の値が小さい（ $k \leq k_{th1}$ ）場合に、その後の送電が実行されないように送電制御を行うことで、非接触給電の際に発生する発熱や不要輻射等を低減もしくは抑止することが可能となる。これは、以下の理由によるものである。

【0135】

すなわち、まず、結合係数 k の値が小さい場合、給電対象機器において同じ受電電圧を発生させるには、送電コイルL1に流す電流を大きくするため、給電装置での発熱が増大する。また、それに伴って給電対象機器の筐体を貫く磁束も増大するため、渦電流損により、給電対象機器での発熱も増大する。一方、不要輻射に関しても、結合係数 k の値が小さいと増大する傾向にある。そこで、上記したように、求められた結合係数 k の値が小さい場合に、その後の送電が実行されないように送電制御を行うことで、発熱や不要輻射等を低減もしくは抑止することが可能となる。

40

【0136】

ここで本実施の形態では、例えば図17に示した送電制御動作のようによい。すなわち、結合係数 k の値が閾値 k_{th1} よりも大きい（ $k > k_{th1}$ ）と判定された場合（ステ

50

ップ S 2 2 1 : Y) において、更に、その結合係数 k の値がもう 1 つの別の閾値 k_{th2} ($k > k_{th1}$) (第 2 の閾値) 以下であるのか否か ($k < k_{th2}$ を満たすのか否か) を判定する (ステップ S 2 2 2) ようにしてもよい。

【 0 1 3 7 】

ここで、結合係数 k の値が更にこの閾値 k_{th2} よりも大きい ($k > k_{th2}$) と判定された場合 (ステップ S 2 2 2 : N) には、制御部 1 1 4 は、その後に送電コイル L 1 から送電が実行されるように制御する。すなわち、その後の起動・通信フェーズおよび給電フェーズ等へは移行するようにする。

【 0 1 3 8 】

一方、結合係数 k の値が、閾値 k_{th1} よりも大きいものの閾値 k_{th2} 以下 ($k_{th2} < k < k_{th1}$) である場合 (ステップ S 2 2 2 : Y) には、制御部 1 1 4 は以下の送電制御を行う。すなわち、制御部 1 1 4 は、給電対象機器における受電電力を下げる制御 (受電電力の低減制御 ; ステップ S 2 2 3) が行われた後に、その後の起動・通信フェーズおよび給電フェーズ等へは移行するようにする。このような送電制御を行うようにした場合、受電電力の適切な制御も可能となり、発熱や不要輻射等の更なる低減もしくは抑止が可能となる。

【 0 1 3 9 】

ここで、上記したような受電電力の低減制御の手法としては、例えば以下の (A) , (B) の 2 つの手法が挙げられる。

(A) 求められた結合係数 k の情報を通信によって給電装置 1 から給電対象機器へと送信し、給電対象機器側において、受電電力の決定および制御を行う。

(B) 求められた結合係数 k に基づいて、給電装置 1 側において受電電力を決定し、その受電電力の情報を通信によって給電対象機器へと送信し、給電対象機器側で受電電力の制御を行う。

【 0 1 4 0 】

以上のように本実施の形態では、求められた結合係数 k を利用して、送電制御 (給電の可否の判断等) を行うようにしたので、発熱や不要輻射等を低減もしくは抑止することが可能となる。

【 0 1 4 1 】

< その他の変形例 >

以上、実施の形態および変形例を挙げて本開示の技術を説明したが、本技術はこれらの実施の形態等に限定されず、種々の変形が可能である。

【 0 1 4 2 】

例えば、上記実施の形態等では各種のコイル (送電コイル, 受電コイル) を挙げて説明しているが、これらのコイルの構成 (形状) としては種々のものを用いることが可能である。すなわち、例えばスパイラル形状やループ形状、磁性体を用いたバー形状、スパイラルコイルを 2 層で折り返すように配置する 巻き形状、更なる多層のスパイラル形状、厚み方向に巻線が巻回しているヘリカル形状などによって、各コイルを構成することが可能である。また、各コイルは、導電性を有する線材により構成された巻き線コイルだけではなく、プリント基板やフレキシブルプリント基板などにより構成された、導電性を有するパターンコイルであってもよい。

【 0 1 4 3 】

また、上記実施の形態等では、給電対象機器の一例として電子機器を挙げて説明したが、これには限られず、電子機器以外の給電対象機器 (例えば、電気自動車等の車両など) であってもよい。

【 0 1 4 4 】

更に、上記実施の形態等では、給電装置および電子機器の各構成要素を具体的に挙げて説明したが、全ての構成要素を備える必要はなく、また、他の構成要素を更に備えていてもよい。例えば、給電装置や電子機器内に、通信機能や何かしらの制御機能、表示機能、2 次側機器を認証する機能、異種金属などの混入を検知する機能などを搭載するようにし

10

20

30

40

50

てもよい。また、結合係数算出回路の構成や算出手法についても、上記実施の形態で説明したものには限られず、他の構成や算出手法であってもよい。更に、入力インピーダンス Z_{in} を測定する際の電源として、上記実施の形態等で説明した測定信号発生部の代わりに、例えば給電用のドライバ（上記実施の形態等で説明した交流信号発生回路）を用いるようにしてもよい。

【0145】

加えて、上記実施の形態等では、整流回路を非動作状態とする際に、微弱信号である測定信号を用いて実現しているが、これには限られず、他の手法を用いて実現するようにしてもよい。すなわち、例えば、整流回路の前段または後段にスイッチを設け、このスイッチをオフ状態に設定することで、整流回路を非動作状態とするようにしてもよい。あるいは、例えば、整流機能の有効状態・無効状態を切替可能な整流回路を設け、給電対象機器内の制御部においてその切り替えを制御することで、整流回路を非動作状態とするようにしてもよい。

10

【0146】

また、上記実施の形態等では、主に、給電システム内に複数（2つ）の電子機器が設けられている場合を例に挙げて説明したが、この場合には限られず、給電システム内に1つの電子機器のみが設けられているようにしてもよい。

【0147】

更に、上記実施の形態等では、給電装置の一例として、携帯電話機等の小型の電子機器（CE機器）向けの充電トレーを挙げて説明したが、給電装置としてはそのような家庭用の充電トレーには限定されず、様々な電子機器等の充電器として適用可能である。また、必ずしもトレーである必要はなく、例えば、いわゆるクレードル等の電子機器用のスタンドであってもよい。

20

【0148】

なお、本技術は以下のような構成を取ることとも可能である。

(1)

磁界を用いた送電を行うための送電コイルと、

前記送電コイルと給電対象機器内の受電コイルとの間の結合係数を算出する結合係数算出部と

を備え、

30

前記結合係数算出部は、

前記給電対象機器内の整流回路の非動作状態時における入力インピーダンスの周波数特性を測定し、その周波数特性の測定結果を利用して前記結合係数を算出する

給電装置。

(2)

前記結合係数算出部は、

前記周波数特性の測定結果から、前記入力インピーダンスの極値時の周波数を検出し、その極値時の周波数を用いて前記結合係数を算出する

上記(1)に記載の給電装置。

40

(3)

前記結合係数算出部は、

前記極値時の周波数として、極小値時の周波数と極大値時の周波数との双方を検出し、それら双方の周波数を用いて前記結合係数を算出する

上記(2)に記載の給電装置。

(4)

前記送電コイルを含む共振回路における共振周波数を f_1 、前記受電コイルを含む共振回路における共振周波数を f_2 としたとき、

($f_1 = f_2$) を満たすように設定されている

上記(3)に記載の給電装置。

(5)

50

前記結合係数算出部は、
前記極値時の周波数として、2つの極小値時の周波数を検出し、
それら2つの極小値時の周波数を用いて前記結合係数を算出する
上記(2)に記載の給電装置。

(6)

前記送電コイルを含む共振回路における共振周波数を f_1 、前記受電コイルを含む共振回路における共振周波数を f_2 としたとき、

($f_1 = f_2$)を満たすように設定されている

上記(5)に記載の給電装置。

(7)

前記結合係数算出部は、微弱信号を用いて前記周波数特性を測定することにより、前記整流回路の非動作状態時における前記周波数特性の測定を行う

上記(1)ないし(6)のいずれかに記載の給電装置。

(8)

前記給電対象機器内における前記整流回路に対するバイパス経路上を前記微弱信号が通ることにより、前記整流回路が非動作状態となる

上記(7)に記載の給電装置。

(9)

前記整流回路における一对の入力端子間に前記バイパス経路が配置されると共に、

前記バイパス経路上に容量素子または寄生容量成分が設けられている

上記(8)に記載の給電装置。

(10)

前記送電を行うための交流信号を前記送電コイルへ供給する交流信号発生部を備え、
前記周波数特性を測定する際には、前記整流回路に加えて前記交流信号発生部も非動作状態となっている

上記(1)ないし(9)のいずれかに記載の給電装置。

(11)

前記結合係数算出部は、

前記周波数特性を測定するための測定信号を発生させる測定信号発生部と、

前記送電コイルに流れる電流を検出する電流検出部と、

前記測定信号の電圧および周波数をそれぞれ制御する制御部と、

前記電流検出部により検出された電流と前記制御部により設定された電圧とに基づいて前記入力インピーダンスを算出する算出部と

を有し、

前記制御部が前記測定信号の周波数を連続的に変化させていくことにより、前記算出部において前記周波数特性が得られる

上記(1)ないし(10)のいずれかに記載の給電装置。

(12)

前記結合係数算出部により算出された結合係数を利用して、前記送電の際のパラメータを設定するパラメータ設定部を備えた

上記(1)ないし(11)のいずれかに記載の給電装置。

(13)

前記結合係数算出部は、前記給電対象機器の起動前に前記結合係数の算出を行い、

前記パラメータ設定部は、前記給電対象機器の起動信号におけるパラメータを、前記結合係数算出部により算出された結合係数の大きさに応じて変化させる

上記(12)に記載の給電装置。

(14)

前記パラメータ設定部は、前記起動信号の電圧を、前記結合係数に対して反比例の関係を満たすように設定する

上記(13)に記載の給電装置。

10

20

30

40

50

(1 5)

前記パラメータ設定部は、前記結合係数算出部により算出された結合係数を用いて、前記送電の際の送電周波数を設定する

上記(1 2)ないし(1 4)のいずれかに記載の給電装置。

(1 6)

前記結合係数算出部は、前記周波数特性の測定結果を利用して、前記給電対象機器が近傍に存在するの否かの検知をも行う

上記(1)ないし(1 5)のいずれかに記載の給電装置。

(1 7)

前記結合係数算出部は、前記周波数特性の測定結果が所定の範囲内にあるの否かによって、前記給電対象機器が近傍に存在するの否かを検知する

上記(1 6)に記載の給電装置。

(1 8)

前記結合係数算出部により算出された結合係数の大きさに応じて、前記送電の際の動作を制御する送電制御部を備え、

前記送電制御部は、前記結合係数が第 1 閾値以下である場合には、前記送電を実行しない

上記(1)ないし(1 7)のいずれかに記載の給電装置。

(1 9)

前記送電制御部は、

前記結合係数が前記第 1 閾値よりも大きくかつ第 2 閾値以下である場合には、

前記給電対象機器における受電電力を下げる制御が行われた後に、前記送電を実行する

上記(1 8)に記載の給電装置。

(2 0)

受電コイルおよび整流回路を有する 1 または複数の電子機器と、

前記電子機器に対して磁界を用いた送電を行う給電装置と

を備え、

前記給電装置は、

前記送電を行うための送電コイルと、

前記送電コイルと前記受電コイルとの間の結合係数を算出する算出部と

を有し、

前記算出部は、

前記整流回路の非動作状態時における入力インピーダンスの周波数特性を測定し、その周波数特性の測定結果を利用して前記結合係数を算出する

給電システム。

【符号の説明】

【 0 1 4 9 】

1 , 1 A ... 給電装置、 1 1 ... 送電装置、 1 1 0 ... 送電部、 1 1 1 ... 交流信号発生回路、 1 1 2 , 1 1 2 A ... 結合係数算出回路、 1 1 3 ... 通信部、 1 1 4 ... 制御部、 2 A , 2 B ... 電子機器、 2 1 ... 受電装置、 2 1 0 , 2 1 0 A ... 受電部、 2 1 1 ... 整流回路、 2 1 2 ... 給電・充電制御回路、 2 1 3 ... バッテリー、 2 1 4 ... 通信部、 2 1 5 ... 制御部、 2 2 ... 負荷、 3 0 ... 測定信号発生部、 3 1 ... 電流検出回路、 3 2 ... アンプ、 3 3 ... A / D 変換器、 3 4 , 3 4 A ... 算出・制御部、 4 , 4 A ... 給電システム、 9 ... 外部電源、 S 1 ... 送電面、 L 1 ... 送電コイル、 L 2 ... 受電コイル、 C 1 , C 1 s , C 2 , C 2 p , C 3 ... コンデンサ、 D 1 ~ D 4 ... 整流素子、 S W 1 , S W 2 ... スイッチング素子、 S dc ... 直流信号、 S ac ... 交流信号、 C T L ... 制御信号、 L p ... 電力供給ライン、 L b ... バイパス経路、 I , I (f_L) , I (f_H) ... 電流、 f , f_L , f_H ... 周波数、 V ... 電圧、 Z in ... 入力インピーダンス、 k ... 結合係数、 k th1 , k th2 ... 閾値。

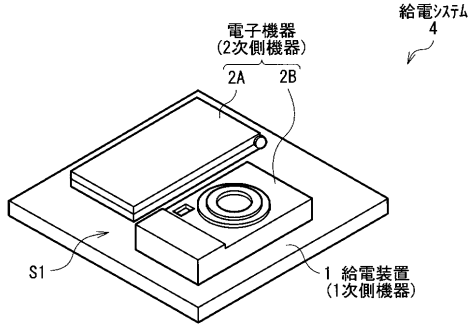
10

20

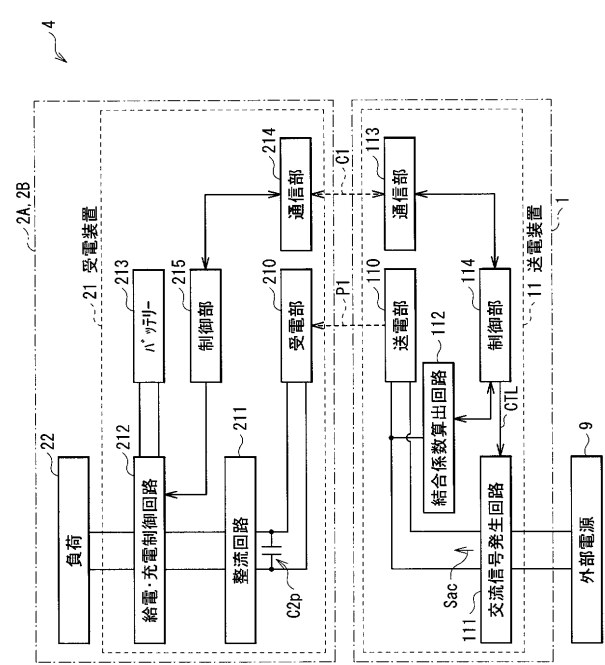
30

40

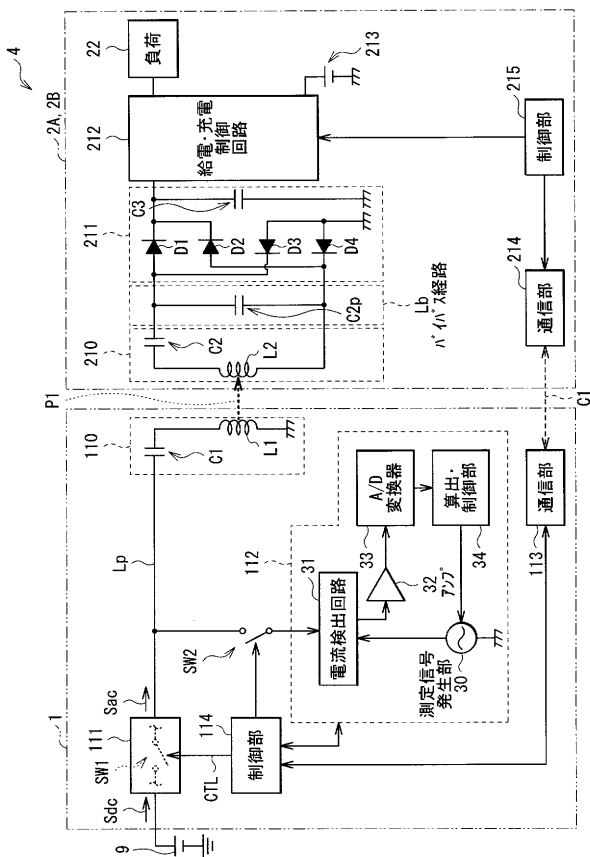
【図1】



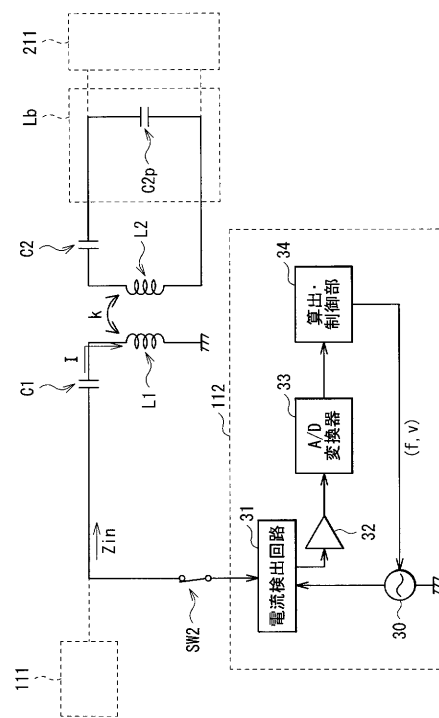
【図2】



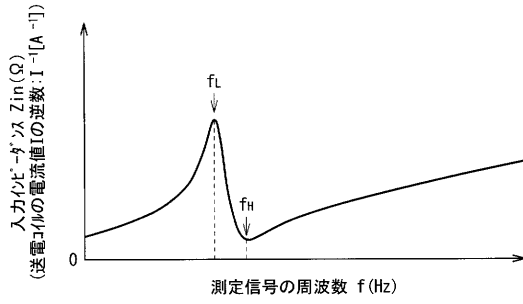
【図3】



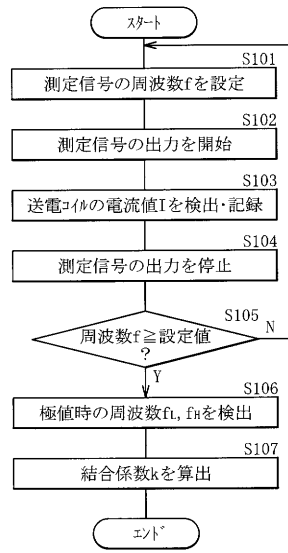
【図4】



【 図 5 】



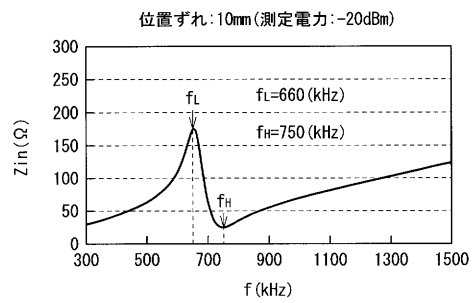
【 図 6 】



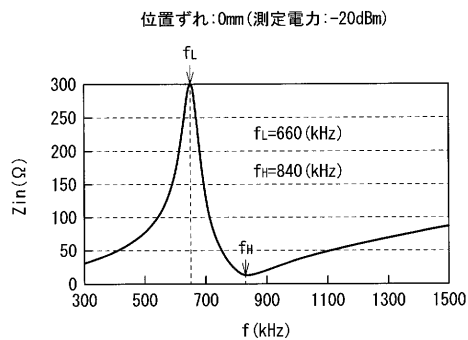
【 図 7 】

L1	17 (μ H)
L2	17 (μ H)
C1	150 (nF)
C2	150 (nF)
C2p	1.5 (nF)

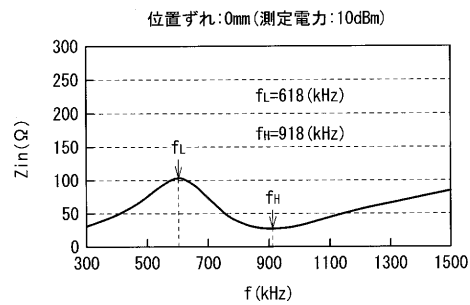
【 図 8 B 】



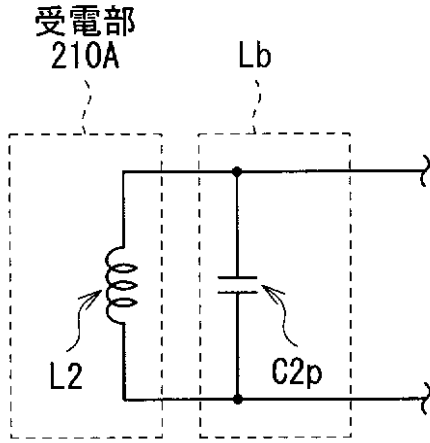
【 図 8 A 】



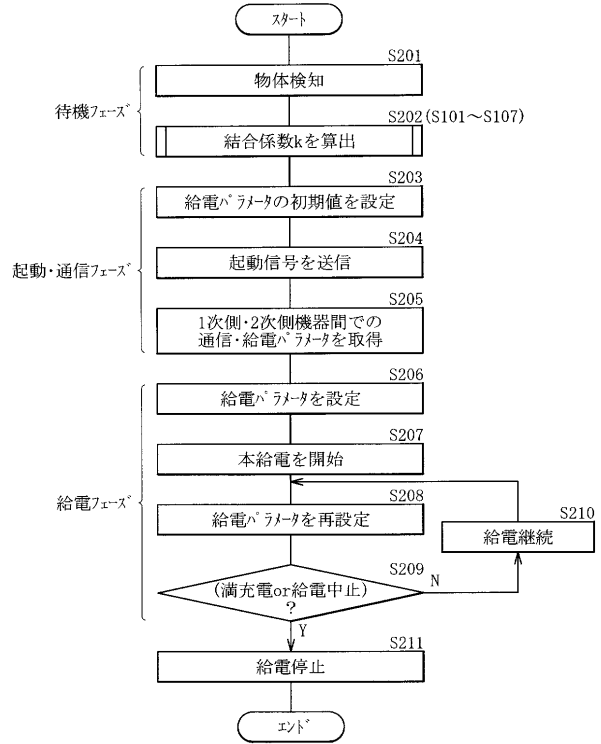
【 図 9 A 】



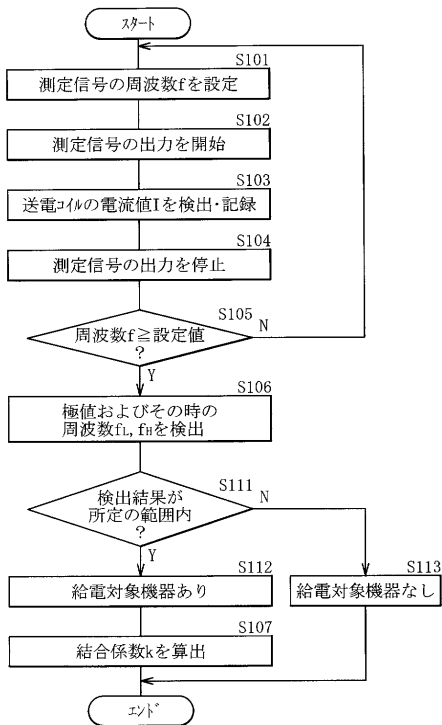
【図13B】



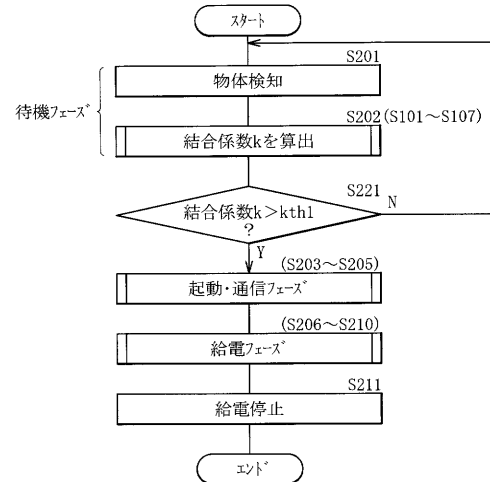
【図14】



【図15】



【図16】



【 図 1 7 】

