

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6904280号
(P6904280)

(45) 発行日 令和3年7月14日(2021.7.14)

(24) 登録日 令和3年6月28日(2021.6.28)

(51) Int.Cl.		F I	
HO2J 50/80	(2016.01)	HO2J 50/80	
HO2J 50/10	(2016.01)	HO2J 50/10	
HO2J 7/00	(2006.01)	HO2J 7/00	3 O 1 D

請求項の数 7 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2018-39730 (P2018-39730)	(73) 特許権者	000002945
(22) 出願日	平成30年3月6日(2018.3.6)		オムロン株式会社
(65) 公開番号	特開2019-154196 (P2019-154196A)		京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不
(43) 公開日	令和1年9月12日(2019.9.12)		動堂町801番地
審査請求日	令和2年3月4日(2020.3.4)	(74) 代理人	100099759
			弁理士 青木 篤
		(74) 代理人	100123582
			弁理士 三橋 真二
		(74) 代理人	100114018
			弁理士 南山 知広
		(74) 代理人	100119987
			弁理士 伊坪 公一
		(74) 代理人	100133835
			弁理士 河野 努

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 非接触給電装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

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

前記送電装置は、

前記受電装置へ電力を供給する送信コイルと、

前記送信コイルに対して、調整可能なスイッチング周波数及び調整可能な電圧を持つ交流電力を供給する電力供給回路と、

前記送信コイルに流れる電流を測定して当該電流の測定値を求める電流検出回路と、

前記電力供給回路から前記送信コイルに供給される前記交流電力のスイッチング周波数及び電圧を制御する制御回路と、

前記受電装置と通信可能な第1の通信器とを有し、

前記受電装置は、

前記送電装置からの電力を受信する受信コイルと、前記送電装置からの電力に対して前記受信コイルとともに共振する共振コンデンサとを有する共振回路と、

前記共振回路から出力される電力を整流する整流回路と、

前記共振回路を短絡するか否かを切り替え可能な短絡回路と、

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

前記送電装置と通信可能な第2の通信器と、

10

20

前記出力電圧の測定値が所定の電圧の許容範囲内に含まれるか否かを判定し、前記出力電圧の測定値が前記所定の電圧の許容範囲から外れると前記短絡回路に前記共振回路を短絡させ、かつ、前記非接触給電装置が定電圧出力動作していないことを表す判定情報を前記第 2 の通信器に送信させる判定回路と、
を有し、

前記送電装置の前記制御回路は、前記第 1 の通信器を介して前記受電装置から前記非接触給電装置が定電圧出力動作していないことを表す前記判定情報を受信すると、前記電流の測定値に応じて、前記非接触給電装置が定電圧出力動作する前記交流電力のスイッチング周波数を検出する、非接触給電装置。

【請求項 2】

前記受電装置は、前記共振回路と前記整流回路の間に、前記受信コイルと直列に接続されるコイルをさらに有し、

前記共振回路の前記受信コイルと前記共振コンデンサは並列に接続され、

前記短絡回路の一端は前記コイルと前記整流回路の間に接続され、

前記判定回路は、前記出力電圧の測定値が前記所定の電圧の許容範囲から外れると前記短絡回路に前記共振回路を前記コイルを介して短絡させる、請求項 1 に記載の非接触給電装置。

【請求項 3】

前記共振回路の前記受信コイルと前記共振コンデンサは直列に接続される、請求項 1 に記載の非接触給電装置。

【請求項 4】

前記送電装置の前記制御回路は、前記電流の測定値が所定の閾値以上となる前記交流電力のスイッチング周波数において、前記非接触給電装置が定電圧出力動作すると判定する、請求項 1 ~ 3 の何れか一項に記載の非接触給電装置。

【請求項 5】

前記送電装置の前記制御回路は、前記電流の測定値の位相と前記送信コイルに供給される前記交流電力の電圧の位相との差の絶対値が所定の閾値以下となる前記交流電力のスイッチング周波数において、前記非接触給電装置が定電圧出力動作すると判定する、請求項 1 ~ 3 の何れか一項に記載の非接触給電装置。

【請求項 6】

前記送電装置の前記制御回路は、前記非接触給電装置が定電圧出力動作する前記交流電力のスイッチング周波数を検出すると、当該スイッチング周波数が検出されたことを表す検出情報を前記第 1 の通信器に送信させ、

前記受電装置の前記判定回路は、前記第 2 の通信器を介して前記検出情報を受け取ると、前記短絡回路に前記共振回路を開放させる、請求項 1 ~ 5 の何れか一項に記載の非接触給電装置。

【請求項 7】

前記送電装置の前記制御回路は、前記検出情報を前記第 1 の通信器に送信させると、前記送信コイルに供給される前記交流電力の電圧が前記非接触給電装置が定電圧出力動作する電圧となるよう、前記電力供給回路を制御する、請求項 6 に記載の非接触給電装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、非接触給電装置に関する。

【背景技術】

【0002】

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

【0003】

非接触給電では、一次側（給電側あるいは送電側）に設けられる送信コイルと二次側（

10

20

30

40

50

受電側)に設けられる受信コイル間の結合度に応じて、電力伝送効率が良好となる、送信コイルに印加される交流電力の周波数が変化する。そして送信コイルと受信コイル間の結合度は、その二つのコイル間の位置関係に応じて変化する。そこで、給電側での処理のみで、伝送効率の周波数特性を取得することと同様の周波数特性を簡単かつ正確に得る技術が提案されている(例えば、特許文献1を参照)。

【0004】

特許文献1に開示された給電装置では、インバータが、駆動周波数を変化させながら定電圧若しくは定電流の交流電力を給電コイルに供給する。そして交流電力の給電を受けた給電コイルを流れる電流に関連する電流値若しくは給電コイルに印加される電圧に関連する電圧値の周波数特性が取得される。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2015-12748号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

また、非接触給電装置は、受電側にて一定の電圧が出力されるよう、定電圧出力動作することが好ましい。これは、一般的な電子機器は定電圧で制御されるため、非接触給電装置により給電される負荷回路に定電圧を供給できることが望まれるためである。

20

【0007】

これに対して、特許文献1に開示された技術では、給電側にて、電力伝送効率が良好となる、給電側の送信コイルに印加される交流電力の周波数が求められるものの、電力伝送効率が良好となる周波数と、非接触給電装置が定電圧出力動作する周波数とが一致するとは限らない。また、非接触給電装置が定電圧出力動作する、送信コイルに印加される交流電力の周波数も、送信コイルと受信コイル間の結合度に応じて変化する。そこで、非接触給電装置が定電圧出力動作する、送信コイルに印加される交流電力の周波数を求められることが好ましい。

【0008】

そこで、本発明は、定電圧出力動作する、送信コイルに印加される交流電力の周波数を正確に検出できる非接触給電装置を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の一つの形態として、送電装置と、送電装置から非接触で電力伝送される受電装置とを有する非接触給電装置が提供される。この非接触給電装置において、送電装置は、受電装置へ電力を供給する送信コイルと、送信コイルに対して、調整可能なスイッチング周波数及び調整可能な電圧を持つ交流電力を供給する電力供給回路と、送信コイルに流れる電流を測定してその電流の測定値を求める電流検出回路と、電力供給回路から送信コイルに供給される交流電力のスイッチング周波数及び電圧を制御する制御回路と、受電装置と通信可能な第1の通信器とを有する。また受電装置は、送電装置からの電力を受信する受信コイルと、送電装置からの電力に対して受信コイルとともに共振する共振コンデンサとを有する共振回路と、共振回路から出力される電力を整流する整流回路と、共振回路を短絡するか否かを切り替え可能な短絡回路と、共振回路から出力される電力の出力電圧を測定してその出力電圧の測定値を求める電圧検出回路と、送電装置と通信可能な第2の通信器と、出力電圧の測定値が所定の電圧の許容範囲内に含まれるか否かを判定し、出力電圧の測定値が所定の電圧の許容範囲から外れると短絡回路に共振回路を短絡させ、かつ、非接触給電装置が定電圧出力動作していないことを表す判定情報を第2の通信器に送信させる判定回路とを有する。そして送電装置の制御回路は、第1の通信器を介して受電装置から非接触給電装置が定電圧出力動作していないことを表す判定情報を受信すると、電流の測定値に応じて、非接触給電装置が定電圧出力動作する交流電力のスイッチング周波数

40

50

を検出する。

係る構成を有することにより、この非接触給電装置は、定電圧出力動作する、送信コイルに印加される交流電力の周波数を正確に検出できる。

【0010】

この非接触給電装置において、受電装置は、共振回路と整流回路の間に、受信コイルと直列に接続されるコイルをさらに有し、受電装置の共振回路の受信コイルと共振コンデンサは並列に接続され、受電装置の短絡回路の一端は受信コイルと直列に接続されるコイルと整流回路の間に接続され、受電装置の判定回路は、出力電圧の測定値が所定の電圧の許容範囲から外れると短絡回路に共振回路を受信コイルと直列に接続されるコイルを介して短絡させることが好ましい。

10

係る構成を有することで、この非接触給電装置は、定電圧出力動作する、送信コイルに印加される交流電力の周波数を正確に検出できる。

【0011】

あるいは、この非接触給電装置において、受電装置の共振回路の受信コイルと共振コンデンサは直列に接続されることが好ましい。

係る構成を有することで、この非接触給電装置は、出力電圧が低い場合における電力伝送効率を向上できる。

【0012】

この非接触給電装置において、送電装置の制御回路は、電流の測定値が所定の閾値以上となる交流電力のスイッチング周波数において、非接触給電装置が定電圧出力動作すると判定することが好ましい。

20

係る構成を有することで、この非接触給電装置は、定電圧出力動作する、送信コイルに印加される交流電力の周波数を正確に検出できる。

【0013】

あるいは、この非接触給電装置において、送電装置の制御回路は、電流の測定値の位相と送信コイルに供給される交流電力の電圧の位相との差の絶対値が所定の閾値以下となる交流電力のスイッチング周波数において、非接触給電装置が定電圧出力動作すると判定することが好ましい。

係る構成を有することで、この非接触給電装置は、定電圧出力動作する、送信コイルに印加される交流電力の周波数を正確に検出できる。

30

【0014】

さらに、この非接触給電装置の送電装置の制御回路は、非接触給電装置が定電圧出力動作する交流電力のスイッチング周波数を検出すると、そのスイッチング周波数が検出されたことを表す検出情報を第1の通信器に送信させ、受電装置の判定回路は、第2の通信器を介して検出情報を受け取ると、短絡回路に共振回路を開放させることが好ましい。

係る構成を有することで、この非接触給電装置は、適切なタイミングで負荷回路への電力供給を再開することができる。

【0015】

この場合において、この非接触給電装置の送電装置の制御回路は、検出情報を第1の通信器に送信させると、送信コイルに供給される交流電力の電圧が、非接触給電装置が定電圧出力動作する電圧となるよう、電力供給回路を制御する。

40

係る構成を有することで、この非接触給電装置は、非接触給電装置の定電圧出力動作を再開することができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の一つの実施形態に係る非接触給電装置の概略構成図である。

【図2】非接触給電装置の等価回路図である。

【図3】本実施形態による非接触給電装置の出力電圧の周波数特性のシミュレーション結果の一例を示す図である。

【図4】図3に示されたシミュレーションにおいて、結合度に応じて送信コイルに印加す

50

る電圧を変化させたときの、出力電圧の周波数特性のシミュレーション結果の一例を示す図である。

【図5】結合度を一定として、共振回路と接続される回路のインピーダンスを変化させたときの、出力電圧の周波数特性のシミュレーション結果の一例を示す図である。

【図6】非接触給電装置の出力電圧の周波数特性と入力インピーダンスの周波数特性との関係の一例を示す図である。

【図7】非接触給電装置の出力電圧の周波数特性と、送信コイルに印加される交流電力についての電圧の位相に対する電流の位相の遅れの周波数特性との関係の一例を示す図である。

【図8】変形例による、受電装置の構成図である。

10

【図9】他の変形例による、受電装置の構成図である。

【図10】さらに他の変形例による、受電装置の構成図である。

【図11】図1に示される送電装置と図10に示される受電装置とを有する非接触給電装置の出力電圧の周波数特性のシミュレーション結果の一例を示す図である。

【図12】結合度を一定として、共振回路と接続される回路のインピーダンスを変化させたときの、図1に示される送電装置と図10に示される受電装置とを有する非接触給電装置についての出力電圧の周波数特性のシミュレーション結果の一例を示す図である。

【図13】図1に示される送電装置と図10に示される受電装置とを有する非接触給電装置についての出力電圧の周波数特性と、送信コイルに印加される交流電力についての電圧の位相に対する電流の位相の遅れの周波数特性との関係の一例を示す図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明の一つの実施形態による非接触給電装置を、図を参照しつつ説明する。この非接触給電装置は、共振コンデンサとともに並列共振する受信コイルと直列に接続されるリアクトルを有する、いわゆるSPL方式と同様の構成を有することで、定電圧出力動作を可能とする。さらに、この非接触給電装置は、送電側の共振を利用せず、受電側の共振により電力伝送することで、送信コイルと受信コイル間の結合度が低い場合にも、電力伝送効率の低下を抑制する。

【0018】

本願の発明者は、このような非接触給電装置において、受電側の共振回路に接続される負荷回路のインピーダンスが無視できるほどの非常に小さな値である場合、非接触給電装置が定電圧出力動作する、送信コイルに印加される交流電力の周波数において、送信コイルに流れる電流が極大値となり、かつ、その交流電力の電圧の位相と、送信コイルに流れる電流の位相とが一致することを見出した。

30

【0019】

そこで、この非接触給電装置は、送信コイルと受信コイル間の位置関係が変化するなどにより、定電圧出力動作しなくなると、受電側の共振回路を、その共振回路の受信コイルと直列に接続されるコイルを介して短絡する。そしてこの非接触給電装置は、送信コイルに印加される交流電力の周波数を変更しながら、送信コイルに流れる電流を測定する。この非接触給電装置は、その電流の測定値が極大値となるか、あるいは、送信コイルに印加される電圧の位相と送信コイルに流れる電流の位相とが一致する周波数を検出し、検出した周波数を持つ交流電力を送信コイルに印加することで、定電圧出力動作を行う。

40

【0020】

図1は、本発明の一つの実施形態に係る非接触給電装置の概略構成図である。図1に示されるように、非接触給電装置1は、送電装置2と、送電装置2から空間を介して非接触で電力伝送される受電装置3とを有する。送電装置2は、電力供給回路10と、送信コイル14と、コンデンサ15と、電流検出回路16と、通信器17と、ゲートドライバ18と、制御回路19とを有する。一方、受電装置3は、受信コイル21及び共振コンデンサ22を有する共振回路20と、コイル23と、全波整流回路25と平滑コンデンサ26を有する整流平滑回路24と、負荷回路27と、電圧検出回路28と、判定回路29と、リ

50

レー 30 と、通信器 31 と、蓄電回路 32 とを有する。

【0021】

電力供給回路 10 は、調節可能なスイッチング周波数、及び、調節可能な電圧を持つ交流電力を送信コイル 14 へ供給する。そのために、電力供給回路 10 は、電圧可変電源 11 と、DC/DC コンバータ 12 と、3 個のスイッチング素子 13 - 1 ~ 13 - 3 とを有する。

【0022】

電圧可変電源 11 は、直流電力を供給し、その直流電力の電圧を制御回路 19 からの制御によって調整可能な電源である。なお、電圧可変電源 11 は、供給する電圧を調整可能な様々な回路構成の何れを有していてもよい。非接触給電装置 1 が定電圧出力動作している間、電圧可変電源 11 から供給される直流電力は、スイッチング素子 13 - 1 及び 13 - 2 を介して交流電力に変換されて送信コイル 14 へ供給される。一方、非接触給電装置 1 が定電圧出力動作するためのスイッチング周波数の調整が行われている間、電圧可変電源 11 から供給される直流電力は、DC/DC コンバータ 12 及びスイッチング素子 13 - 3 を介して送信コイル 14 へ供給される。

10

【0023】

DC/DC コンバータ 12 の入力端子は、電圧可変電源 11 の正極側端子と接続され、DC/DC コンバータ 12 の出力端子は、ダイオード D 及びスイッチング素子 13 - 3 を介してコンデンサ 15 の一端と接続される。そして DC/DC コンバータ 12 は、電圧可変電源 11 から供給された直流電力の電圧を所定の電圧（例えば、5V）に低下させる。

20

【0024】

非接触給電装置 1 が定電圧出力動作するためのスイッチング周波数の調整が行われている間、DC/DC コンバータ 12 から出力された電圧は、ダイオード D、スイッチング素子 13 - 3 及びコンデンサ 15 を介して送信コイル 14 へ供給される。

【0025】

スイッチング素子 13 - 1 ~ 13 - 3 は、それぞれ、例えば、nチャネル型の MOSFET とすることができる。スイッチング素子 13 - 1 とスイッチング素子 13 - 2 は、電圧可変電源 11 の正極側端子と負極側端子との間に直列に接続される。また、電圧可変電源 11 の正極側に、スイッチング素子 13 - 1 が接続され、一方、電圧可変電源 11 の負極側に、スイッチング素子 13 - 2 が接続される。そしてスイッチング素子 13 - 1 のドレイン端子は、電圧可変電源 11 の正極側端子と接続され、スイッチング素子 13 - 1 のソース端子は、スイッチング素子 13 - 2 のドレイン端子と接続される。また、スイッチング素子 13 - 1 のソース端子、及び、スイッチング素子 13 - 2 のドレイン端子は、コンデンサ 15 を介して送信コイル 14 の一端と接続される。さらに、スイッチング素子 13 - 2 のソース端子は、電圧可変電源 11 の負極側端子、及び、電流検出回路 16 を介して送信コイル 14 の他端と接続される。

30

【0026】

また、スイッチング素子 13 - 3 のドレイン端子は、DC/DC コンバータ 12 の出力端子と接続され、スイッチング素子 13 - 3 のソース端子は、コンデンサ 15 を介して送信コイル 14 の一端と接続される。そして各スイッチング素子のゲート端子は、ゲートドライバ 18 と接続される。

40

【0027】

スイッチング素子 13 - 1 ~ 13 - 3 は、それぞれ、制御回路 19 により制御され、かつ、ゲートドライバ 18 によりオン/オフが切り替えられる。スイッチング素子 13 - 1 ~ 13 - 3 のオン/オフの制御については後述する。

【0028】

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

【0029】

コンデンサ 15 は、送信コイル 14 と電力供給回路 10 の間に接続される。そしてコン

50

デンサ15は、各スイッチング素子のスイッチング周波数でのオン/オフの切り替えに応じて充電と放電とを繰り返すことで、送信コイル14に、スイッチング周波数を持つ交流電力を供給する。なお、スイッチング周波数が調整される周波数範囲において送信コイル14とコンデンサ15とが共振回路として動作しないよう、送信コイル14とコンデンサ15の共振周波数は、受電装置3の共振回路20の共振周波数及びスイッチング周波数が調整される周波数範囲の下限周波数よりも小さくなるように、コンデンサ15の静電容量が設定されることが好ましい。

【0030】

電流検出回路16は、送信コイル14と電力供給回路10との間に接続され、送信コイル14を流れる電流を測定する。そして電流検出回路16は、電流の測定値を制御回路19へ出力する。なお、電流検出回路16は、電流検出回路16に対して直列に接続される分流用のコンデンサ(図示せず)とともに、送信コイル14に対して、コンデンサ15と並列に接続されてもよい。この場合、電流検出回路16は、間接的に送信コイル14に流れる電流を測定できる。

10

【0031】

通信器17は、受電装置3の通信器31から無線信号を受信する度に、その無線信号から、非接触給電装置1が定電圧出力動作しているか否かなどを表す判定情報を取り出して、制御回路19へ出力する。また通信器17は、制御回路19から受け取った、非接触給電装置1が定電圧出力動作するスイッチング周波数が検出されたことを表す検出情報を含む無線信号を生成し、その無線信号を受電装置3の通信器31に対して送信する。そのために、通信器17は、例えば、所定の無線通信規格に準じて無線信号を送受信するアンテナと、送信する無線信号を変調し、または、受信した無線信号を復調する通信回路とを有する。なお、所定の無線通信規格は、例えば、ISO/IEC 15693、ZigBee(登録商標)、あるいはBluetooth(登録商標)とすることができる。

20

【0032】

ゲートドライバ18は、制御回路19から、スイッチング素子13-1~13-3のそれぞれのオン/オフを切り替える制御信号を受信し、その制御信号に応じて、スイッチング素子13-1~13-3のそれぞれのゲート端子に印加する電圧を変化させる。すなわち、ゲートドライバ18は、スイッチング素子13-1をオンにする制御信号を受け取ると、スイッチング素子13-1のゲート端子に、スイッチング素子13-1がオンとなる相対的に高い電圧を印加する。一方、ゲートドライバ18は、スイッチング素子13-1をオフにする制御信号を受け取ると、スイッチング素子13-1のゲート端子に、スイッチング素子13-1がオフとなる、相対的に低い電圧を印加する。これにより、ゲートドライバ18は、制御回路19により指示されたタイミングでスイッチング素子13-1のオン/オフを切り替える。ゲートドライバ18は、スイッチング素子13-2及びスイッチング素子13-3についても同様に、ゲート端子に印加する電圧を変化させることでスイッチング素子13-2及びスイッチング素子13-3のオン/オフを切り替える。

30

【0033】

制御回路19は、例えば、不揮発性のメモリ回路及び揮発性のメモリ回路と、演算回路と、他の回路と接続するためのインターフェース回路とを有する。そして制御回路19は、通信器17から判定情報を受け取る度に、その判定情報に応じて、電力供給回路10から送信コイル14に供給される交流電力のスイッチング周波数及び電圧を制御する。

40

【0034】

本実施形態では、非接触給電装置1が定電圧出力動作している間、制御回路19は、スイッチング素子13-3をオフに保つことを指示する制御信号をゲートドライバ18へ出力する。また制御回路19は、スイッチング素子13-1とスイッチング素子13-2のオン/オフを、定電圧出力動作となるスイッチング周波数にて交互に切り替えることを指示する制御信号をゲートドライバ18へ出力する。すなわち、スイッチング素子13-1がオンとなり、スイッチング素子13-2がオフとなる場合には、電圧可変電源11からスイッチング素子13-1を介してコンデンサ15へ電力が供給されてコンデンサ15が

50

充電されるのに伴って、送信コイル 14 へ電流が流れる。一方、スイッチング素子 13 - 1 がオフとなり、スイッチング素子 13 - 2 がオンとなる場合には、コンデンサ 15 が放電して、コンデンサ 15 から送信コイル 14 へ電流が流れる。

【 0035 】

その際、制御回路 19 は、スイッチング素子 13 - 1 とスイッチング素子 13 - 2 とが交互にオンとなり、かつ、スイッチング周波数に対応する 1 周期内でスイッチング素子 13 - 1 がオンとなっている期間とスイッチング素子 13 - 2 がオンとなっている期間とが等しくなるように、スイッチング素子 13 - 1 及びスイッチング素子 13 - 2 を制御する。なお、制御回路 19 は、スイッチング素子 13 - 1 とスイッチング素子 13 - 2 が同時にオンとなり、電圧可変電源 11 が短絡されることを防止するために、スイッチング素子 13 - 1 とスイッチング素子 13 - 2 のオン/オフを切り替える際に、両方のスイッチング素子がオフとなるデッドタイムを設けてもよい。

10

【 0036 】

また、非接触給電装置 1 が定電圧出力動作するためのスイッチング周波数の調整が行われている間、制御回路 19 は、からの制御信号に従って、スイッチング素子 13 - 1 をオフに保ち、その代わりに、スイッチング素子 13 - 3 とスイッチング素子 13 - 2 のオン/オフを、スイッチング周波数にて交互に切り替えることを指示する制御信号をゲートドライバ 18 へ出力する。

【 0037 】

さらに、通信器 17 が受電装置 3 からの無線信号を受信できない場合、受電装置 3 は、送電装置 2 から電力供給を受けることができる位置に存在しない、すなわち、送電装置 2 は待機状態にあると想定される。そこでこの場合、制御回路 19 は、電圧可変電源 11 から出力される電圧を設定可能な最小値としてもよい。これにより、送電装置 2 が待機状態となっている間、送信コイル 14 に印加される電圧も設定可能な最小値となるので、エネルギーの損失が抑制される。

20

【 0038 】

なお、非接触給電装置 1 が定電圧出力動作するための、送信コイル 14 に印加される交流電力の電圧及びスイッチング周波数の制御の詳細については後述する。

【 0039 】

次に、受電装置 3 について説明する。

30

共振回路 20 は、互いに並列に接続される受信コイル 21 と共振コンデンサ 22 とからなる LC 共振回路である。そして共振回路 20 が有する受信コイル 21 の一端が共振コンデンサ 22 の一端に接続されるとともに、コイル 23 を介して整流平滑回路 24 の一方の入力端子に接続される。また、受信コイル 21 の他端が共振コンデンサ 22 の他端に接続されるとともに、整流平滑回路 24 の他方の入力端子に接続される。

【 0040 】

受信コイル 21 は、送電装置 2 の送信コイル 14 に流れる交流電流と共振することで、送信コイル 14 から電力を受信する。そして受信コイル 21 は、共振コンデンサ 22 及びコイル 23 を介して、受信した電力を整流平滑回路 24 へ出力する。なお、受信コイル 21 の巻き数と、送電装置 2 の送信コイル 14 の巻き数は同一でもよく、あるいは、異なっている場合でもよい。

40

【 0041 】

共振コンデンサ 22 は、その一端で受信コイル 21 の一端及びコイル 23 と接続され、他端で受信コイル 21 の他端及び整流平滑回路 24 と接続される。そして共振コンデンサ 22 は、受信コイル 21 にて受信した電力を、コイル 23 を介して整流平滑回路 24 へ出力する。

【 0042 】

コイル 23 は、共振回路 20 と整流平滑回路 24 との間に接続される。本実施形態では、コイル 23 は、受信コイル 21 と直列となるように、その一端で共振回路 20 の受信コイル 21 及び共振コンデンサ 22 と接続され、他端で整流平滑回路 24 と接続される。そ

50

してコイル 23 は、共振回路 20 からの電力を整流平滑回路 24 へ出力する。なお、このコイル 23 が設けられることにより、SPL 方式と同様に、受電した電力の高調波成分が抑制される。また、受信コイル 21 の巻き数と、コイル 23 の巻き数は同一でもよく、あるいは、異なってもよい。

【0043】

整流平滑回路 24 は、整流回路の一例であり、ブリッジ接続された 4 個のダイオードを有する全波整流回路 25 と平滑コンデンサ 26 とを有し、共振回路 20 により受信され、かつ、コイル 23 を介して受け取った電力を整流し、かつ、平滑化して、直流電力に変換する。そして整流平滑回路 24 は、その直流電力を、負荷回路 27 に出力する。

【0044】

電圧検出回路 28 は、整流平滑回路 24 の両端子間の出力電圧を所定の周期ごとに測定する。整流平滑回路 24 の両端子間の出力電圧は、共振回路 20 の出力電圧と 1 対 1 に対応するので、整流平滑回路 24 の両端子間の出力電圧の測定値は、間接的に共振回路 20 の出力電圧の測定値となる。電圧検出回路 28 は、例えば、直流電圧を検出できる公知の様々な電圧検出回路の何れかとする事ができる。そして電圧検出回路 28 は、その出力電圧の測定値を表す電圧検出信号を判定回路 29 へ出力する。

【0045】

判定回路 29 は、電圧検出回路 28 から受け取った出力電圧の測定値に基づいて、非接触給電装置 1 が定電圧出力動作しているか否か、及び、出力電圧の測定値が定電圧出力動作が行われているときの電圧の許容範囲内に含まれているか否かが判定する。そして判定回路 29 は、その判定結果を通信器 31 へ通知する。そのために、判定回路 29 は、例えば、電圧の許容範囲を記憶するメモリ回路と、出力電圧の測定値と電圧の許容範囲とを比較する演算回路とを有する。

【0046】

さらに、判定回路 29 は、出力電圧の測定値が、電圧の許容範囲から外れている間、リレー 30 をオンにして、共振回路 20 の両端を、コイル 23 を介して短絡させ、送電装置 2 から、非接触給電装置 1 が定電圧出力動作するスイッチング周波数が検出されたことを表す検出情報を受信するまで、共振回路 20 の両端が短絡した状態を維持する。これにより、送電装置 2 の制御回路 19 が、非接触給電装置 1 が定電圧出力動作することが可能な、送信コイル 14 に印加される交流電力のスイッチング周波数及び電圧を調整している間、共振回路 20 と接続される回路のインピーダンスが無視できるほど小さな値となる。

【0047】

また、通信器 31 を介して、送電装置 2 から検出情報を受信すると、判定回路 29 は、リレー 30 をオフにして、共振回路 20 の両端を開放する。これにより、共振回路 20 に接続される回路のインピーダンスは、負荷回路 27 の抵抗に応じた値となる。さらに、判定回路 29 は、出力電圧の測定値が電圧の許容範囲に含まれる場合、すなわち、非接触給電装置 1 が定電圧出力動作している場合、リレー 30 がオフの状態、すなわち、共振回路 20 の両端を開放させた状態を維持する。そして判定回路 29 は、出力電圧の測定値が電圧の許容範囲に含まれることを表す判定結果を通信器 31 へ通知する。

【0048】

リレー 30 は、短絡回路の一例であり、一端がコイル 23 と整流平滑回路 24 の入力側の一端との間に接続され、他端が共振回路 20 と整流平滑回路 24 の入力側の他端との間に接続される。本実施形態では、リレー 30 は、ノーマリーオフ型のリレーであり、判定回路 29 がオンとなるようにリレー 30 を制御することで、リレー 30 はオンとなる。リレー 30 がオンとなると、共振回路 20 はコイル 23 を介して短絡される。したがって、共振回路 20 と接続される回路のインピーダンスは無視できる程度の値となる。

【0049】

通信器 31 は、所定の送信周期ごとに、判定回路 29 から受け取った判定結果に応じて、非接触給電装置 1 が定電圧出力動作しているか否か、及び、出力電圧の測定値が電圧の許容範囲に含まれるか否かを表す判定情報を含む無線信号を生成し、その無線信号を送電

10

20

30

40

50

装置 2 の通信器 1 7 へ向けて送信する。また、通信器 3 1 は、送電装置 2 の通信器 1 7 から検出情報を含む無線信号を受信すると、その検出情報を判定回路 2 9 へ出力する。そのために、通信器 3 1 は、例えば、所定の無線通信規格に準じて無線信号を送受信するアンテナと、送信する無線信号を変調し、または、受信した無線信号を復調する通信回路とを有する。なお、所定の無線通信規格は、通信器 1 7 と同様に、例えば、ISO/IEC 15693、ZigBee (登録商標)、あるいはBluetooth (登録商標) とすることができる。

【 0 0 5 0 】

蓄電回路 3 2 は、整流平滑回路 2 4 を介して出力される電力により蓄電され、判定回路 2 9 がリレー 3 0 をオンに維持する際に利用するための電力を判定回路 2 9 に提供する。そのために、蓄電回路 3 2 は、例えば、コンデンサを有し、コンデンサの一端が、順方向バイアスされるように設けられたダイオードを介して整流平滑回路 2 4 の正極側出力端子と一端と接続され、コンデンサの他端が接地される。そして受電装置 3 が送電装置 2 から給電されている間、蓄電回路 3 2 のコンデンサは、整流平滑回路 2 4 から出力される電力により充電される。また、非接触給電装置 1 が定電圧出力動作しなくなり、リレー 3 0 がオンになって整流平滑回路 2 4 から電力が出力されなくなると、判定回路 2 9 は、蓄電回路 3 2 のコンデンサが放電することで得られる電力を利用して、リレー 3 0 がオンとなる状態を維持する。

10

【 0 0 5 1 】

なお、蓄電回路 3 2 は、コンデンサ以外の電力を蓄電可能な回路を有していてもよい。例えば、蓄電回路 3 2 は、コンデンサの代わりに、二次電池を有していてもよい。またこの場合、蓄電回路 3 2 により蓄電された電力は、判定回路 2 9 及び通信器 3 1 を駆動するために利用されてもよい。

20

【 0 0 5 2 】

以下、非接触給電装置 1 の動作の詳細について説明する。

【 0 0 5 3 】

本実施形態では、送電装置 2 の制御回路 1 9 は、通信器 1 7 から受け取った判定情報において、出力電圧の測定値が所定の許容範囲から外れていること、すなわち、非接触給電装置 1 が定電圧出力動作していないことが示されている場合、非接触給電装置 1 が定電圧出力動作することが可能となるように、送信コイル 1 4 に供給される交流電力のスイッチング周波数及び電圧を調整する。

30

【 0 0 5 4 】

ここで、本実施形態による非接触給電装置は、送電側における共振を利用しない。このことから、非接触給電装置 1 の出力電圧の周波数特性は、受電側の共振回路のコイルに対して直列に接続されるリアクトルを設ける、いわゆる S P L 方式の非接触給電装置において、送信コイルと直列接続されるコンデンサの静電容量を大きくして、送電側の共振回路の共振周波数を低下させたときの出力電圧の周波数特性と類似したものとなる。

【 0 0 5 5 】

図 2 は、非接触給電装置 1 の等価回路図である。この等価回路 1 0 0 において、送電側の送信コイル 1 4 と受電側の共振回路 2 0 の受信コイル 2 1 とが結合して、 $n:1$ の理想トランスを形成するものとする。 L_r 及び L_m は、送電側の送信コイル 1 4 の漏れインダクタンス及び励磁インダクタンスである。なお、送電側の送信コイル 1 4 のインダクタンス L_p は、 $(L_m + L_r)$ と等しく、送信コイル 1 4 と受信コイル 2 1 間の結合度を k とすると、 $L_r = (1 - k) L_p$ 、 $L_m = k L_p$ である。また、 R_i は、送電側の巻線抵抗値であり、 R_{is} は、受電側の巻線抵抗値である。 C_p は、受電側の共振回路 2 0 における、受信コイル 2 1 と並列接続される共振コンデンサ 2 2 の静電容量である。 L_{op} は、受信コイル 2 1 と直列接続されるコイル 2 3 のインダクタンスである。そして R_{ac} は、負荷回路 2 7 の交流等価抵抗値であり、 $R_{ac} = (8 / \pi^2) \times R_o$ で表される。

40

【 0 0 5 6 】

図 3 は、本実施形態による非接触給電装置 1 の出力電圧の周波数特性のシミュレーション結果の一例を示す図である。図 3 において、横軸は、周波数を表し、縦軸は、出力電圧

50

を表す。なお、このシミュレーションでは、 $L_p=174\ \mu\text{H}$ 、 $C_p=20\text{nF}$ 、 $L_{op}=3L_p$ 、 $R_i=R_{is}=0.3$ 、 $n=1$ 、 $V_{in}=200\text{V}$ 、 $R_o=200$ ($R_{ac}\ 162.1$)とした。グラフ301は、結合度 $k=0.15$ 、負荷回路27の交流等価抵抗値を R_{ac} としたときの出力電圧の周波数特性を表す。またグラフ302は、結合度 $k=0.15$ 、負荷回路27の交流等価抵抗値を $(10 \cdot R_{ac})$ としたときの出力電圧の周波数特性を表す。また、グラフ303は、結合度 $k=0.3$ 、負荷回路27の交流等価抵抗値を R_{ac} としたときの出力電圧の周波数特性を表す。またグラフ304は、結合度 $k=0.3$ 、負荷回路27の交流等価抵抗値を $(10 \cdot R_{ac})$ としたときの出力電圧の周波数特性を表す。さらに、グラフ305は、結合度 $k=0.6$ 、負荷回路27の交流等価抵抗値を R_{ac} としたときの出力電圧の周波数特性を表す。またグラフ306は、結合度 $k=0.6$ 、負荷回路27の交流等価抵抗値を $(10 \cdot R_{ac})$ としたときの出力電圧の周波数特性を表す。

10

【0057】

図3に示されるように、結合度 k が変化しない条件下で、負荷回路27の交流等価抵抗値が変化しても出力電圧が略一定となる(すなわち、定電圧出力となる)、周波数と出力電圧の組み合わせは、結合度ごとに(図のポイント311~313の3通り)存在する。したがって、送信コイル14が共振しないスイッチング周波数を持つ交流電力を送信コイル14に印加しても、負荷回路27の抵抗値の変化に対して非接触給電装置1を定電圧出力動作させることができることが分かる。さらに、ポイント311~313で示される通り、負荷回路27の抵抗値の変動に関して定電圧出力となるときの出力電圧は、結合度に応じて互いに異なっているものの、この出力電圧の差は、送信コイル14に印加する電圧を調節することで、結合度によらず、略一定の出力電圧とすることができる。

20

【0058】

図4は、図3に示されたシミュレーションにおいて、結合度に応じて送信コイル14に印加する電圧を変化させたときの、出力電圧の周波数特性のシミュレーション結果の一例を示す図である。図4において、横軸は、周波数を表し、縦軸は、出力電圧を表す。グラフ401は、結合度 $k=0.15$ 、負荷回路27の交流等価抵抗値を R_{ac} 、送信コイルに印加される電圧を V_{in} としたときの出力電圧の周波数特性を表す。またグラフ402は、結合度 $k=0.15$ 、負荷回路27の交流等価抵抗値を $(10 \cdot R_{ac})$ 、送信コイルに印加される電圧を V_{in} としたときの出力電圧の周波数特性を表す。また、グラフ403は、結合度 $k=0.3$ 、負荷回路27の交流等価抵抗値を R_{ac} 、送信コイルに印加される電圧を $(0.47 \cdot V_{in})$ としたときの出力電圧の周波数特性を表す。またグラフ404は、結合度 $k=0.3$ 、負荷回路27の交流等価抵抗値を $(10 \cdot R_{ac})$ 、送信コイルに印加される電圧を $(0.47 \cdot V_{in})$ としたときの出力電圧の周波数特性を表す。さらに、グラフ405は、結合度 $k=0.6$ 、負荷回路27の交流等価抵抗値を R_{ac} 、送信コイルに印加される電圧を $(0.19 \cdot V_{in})$ としたときの出力電圧の周波数特性を表す。またグラフ406は、結合度 $k=0.6$ 、負荷回路27の交流等価抵抗値を $(10 \cdot R_{ac})$ 、送信コイルに印加される電圧を $(0.19 \cdot V_{in})$ としたときの出力電圧の周波数特性を表す。

30

【0059】

図3に示されたポイント311~313に対応する、結合度 k が変化しない条件下で、負荷回路27の交流等価抵抗値が変化しても出力電圧が略一定となる(すなわち、定電圧出力となる)、周波数と出力電圧の組み合わせは、ポイント411~413の3通りとなる。そしてポイント411~413のそれぞれの出力電圧は、互いに略等しい。

40

【0060】

以上により、負荷回路27の抵抗値及び結合度の何れが変動しても、送信コイル14に印加する交流電力のスイッチング周波数及び電圧を適切に調節することで、出力電圧が略一定に保たれることが分かる。

【0061】

また、発明者は、受電装置3の負荷回路27の抵抗値が予め設定された値となる場合には、非接触給電装置1が定電圧出力動作する周波数において、非接触給電装置1の入力インピーダンスが極小値となるという知見を得た。さらに、発明者は、非接触給電装置1が定電圧出力動作する周波数と、負荷回路27の抵抗値が無視できるほど小さい場合に出力

50

電圧が極大値となる周波数と、非接触給電装置 1 の入力インピーダンスが極小値となる周波数とが一致するという知見を得た。

【 0 0 6 2 】

図 5 は、結合度を一定として、共振回路 2 0 と接続される回路のインピーダンスを変化させたときの、出力電圧の周波数特性のシミュレーション結果の一例を示す図である。図 5 において、横軸は、周波数を表し、縦軸は、出力電圧を表す。グラフ 5 0 1 は、結合度 $k=0.15$ 、負荷回路 2 7 の交流等価抵抗値を R_{ac} としたときの出力電圧の周波数特性を表す。またグラフ 5 0 2 は、結合度 $k=0.15$ 、負荷回路 2 7 の交流等価抵抗値を $(10 \cdot R_{ac})$ としたときの出力電圧の周波数特性を表す。さらに、グラフ 5 0 3 は、結合度 $k=0.15$ 、負荷回路 2 7 の交流等価抵抗値を $(0.1 \cdot R_{ac})$ としたときの出力電圧の周波数特性を表す。そしてグラフ 5 0 4 は、結合度 $k=0.15$ 、負荷回路 2 7 の交流等価抵抗値を $(0.01 \cdot R_{ac})$ としたときの出力電圧の周波数特性を表す。なお、このシミュレーションでは、図 3 に示されたシミュレーションに用いられた各回路素子のパラメータの値と同じ値を使用した。

10

【 0 0 6 3 】

図 5 に示されるように、負荷回路 2 7 の交流等価抵抗値を非常に小さな値にまで低下させると、グラフ 5 0 3 及びグラフ 5 0 4 に示されるように、負荷回路 2 7 の交流等価抵抗値が R_{ac} であるときと $(10 \cdot R_{ac})$ であるときとで出力電圧がほとんど変化しない、周波数 f_0 において、出力電圧は極大値となる。これは、負荷回路 2 7 の交流等価抵抗値が略 0 である場合、次式が成立するためである。

【 数 1 】

20

$$\frac{1}{\omega L_{r2} + \omega C_p} + \omega L_{op} = 0 \quad (1)$$

$$\omega = 2\pi f, L_{r2} = L_2(1 - k^2)$$

ここで、 L_{op} は、受信コイル 2 1 と直列接続されるコイル 2 3 のインダクタンスである。また C_p は、共振コンデンサ 2 2 の静電容量である。 L_2 は、受信コイル 2 1 の自己インダクタンスであり、 k は結合度である。 L_{r2} は、送信コイル 1 4 を短絡した際の受信コイル 2 1 のインダクタンスである。そして f は送信コイル 1 4 に印加される交流電力の周波数である。したがって、(1) 式を周波数 f について解いて得られる、次式で表される周波数 f_0 にて、出力電圧は最大となる。

30

【 数 2 】

$$f_0 = \frac{\sqrt{\frac{L_{r2} + L_{op}}{L_{r2} L_{op} C_p}}}{2\pi} \quad (2)$$

40

【 0 0 6 4 】

なお、負荷回路 2 7 の交流等価抵抗値が R_{ac} であるときの周波数 f_0 における出力電圧と比較して、負荷回路 2 7 の交流等価抵抗値が $(0.1 \cdot R_{ac})$ または $(0.01 \cdot R_{ac})$ であるときの周波数 f_0 における出力電圧が低いのは以下の理由による。すなわち、負荷回路 2 7 の交流等価抵抗値が非常に小さいと、流れる電流が大きくなるため、その電流による電圧降下の影響が大きくなるためである。

【 0 0 6 5 】

図 6 は、非接触給電装置の出力電圧の周波数特性と入力インピーダンスの周波数特性との関係の一例を示す図である。図 6 の上側のグラフにおいて、横軸は、周波数を表し、縦軸は、出力電圧を表す。また、図 6 の下側のグラフにおいて、横軸は、周波数を表し、縦

50

軸は、入力インピーダンスを表す。なお、このシミュレーションでも、図3に示されたシミュレーションに用いられた各回路素子のパラメータの値と同じ値を使用した。上側のグラフにおいて、グラフ601（図5のグラフ501と同一）は、結合度 $k=0.15$ 、負荷回路27の交流等価抵抗値を R_{ac} としたときの非接触給電装置1の出力電圧の周波数特性を表す。またグラフ602（図5のグラフ502と同一）は、結合度 $k=0.15$ 、負荷回路27の交流等価抵抗値を $(10 \cdot R_{ac})$ としたときの非接触給電装置1の出力電圧の周波数特性を表す。さらに、グラフ603（図5のグラフ503と同一）は、結合度 $k=0.15$ 、負荷回路27の交流等価抵抗値を $(0.1 \cdot R_{ac})$ としたときの出力電圧の周波数特性を表す。そしてグラフ604（図5のグラフ504と同一）は、結合度 $k=0.15$ 、負荷回路27の交流等価抵抗値を $(0.01 \cdot R_{ac})$ としたときの出力電圧の周波数特性を表す。

10

【0066】

また、下側のグラフにおいて、グラフ611は、結合度 $k=0.15$ 、負荷回路27の交流等価抵抗値を R_{ac} としたときの非接触給電装置1の入力インピーダンスの周波数特性を表す。また、グラフ612は、結合度 $k=0.15$ 、負荷回路27の交流等価抵抗値を $(10 \cdot R_{ac})$ としたときの非接触給電装置1の入力インピーダンスの周波数特性を表す。さらに、グラフ613は、結合度 $k=0.15$ 、負荷回路27の交流等価抵抗値を $(0.1 \cdot R_{ac})$ としたときの非接触給電装置1の入力インピーダンスの周波数特性を表す。そしてグラフ614は、結合度 $k=0.15$ 、負荷回路27の交流等価抵抗値を $(0.01 \cdot R_{ac})$ としたときの非接触給電装置1の入力インピーダンスの周波数特性を表す。

【0067】

20

図6に示されるように、負荷回路27の交流等価抵抗値が小さいほど、入力インピーダンスが極小値となる周波数は、非接触給電装置1が定電圧出力動作する周波数 f_0 に近づく。特に、負荷回路27の交流等価抵抗値が $(0.01 \cdot R_{ac})$ である場合、周波数 f_0 にて入力インピーダンスは極小値となる。すなわち、周波数 f_0 にて、送信コイル14に流れる電流は極大値を持つ。

【0068】

図7は、非接触給電装置の出力電圧の周波数特性と、送信コイル14に印加される交流電力についての電圧の位相に対する電流の位相の遅れの周波数特性との関係の一例を示す図である。図7の上側のグラフにおいて、横軸は、周波数を表し、縦軸は、出力電圧を表す。また、図7の下側のグラフにおいて、横軸は、周波数を表し、縦軸は、位相の遅れを表す。なお、この図において、位相の遅れが正の値を持つ場合、電圧の位相に対して電流の位相が遅れていることを示す。また、このシミュレーションでも、図3に示されたシミュレーションに用いられた各回路素子のパラメータの値と同じ値を使用した。上側のグラフにおいて、グラフ701（図5のグラフ501と同一）は、結合度 $k=0.15$ 、負荷回路27の交流等価抵抗値を R_{ac} としたときの非接触給電装置1の出力電圧の周波数特性を表す。またグラフ702（図5のグラフ502と同一）は、結合度 $k=0.15$ 、負荷回路27の交流等価抵抗値を $(10 \cdot R_{ac})$ としたときの非接触給電装置1の出力電圧の周波数特性を表す。さらに、グラフ703（図5のグラフ503と同一）は、結合度 $k=0.15$ 、負荷回路27の交流等価抵抗値を $(0.1 \cdot R_{ac})$ としたときの出力電圧の周波数特性を表す。そしてグラフ704（図5のグラフ504と同一）は、結合度 $k=0.15$ 、負荷回路27の交流等価抵抗値を $(0.01 \cdot R_{ac})$ としたときの出力電圧の周波数特性を表す。

30

40

【0069】

また、下側のグラフにおいて、グラフ711は、結合度 $k=0.15$ 、負荷回路27の交流等価抵抗値を R_{ac} としたときの送信コイル14に印加される交流電力についての電圧の位相に対する電流の位相の遅れの周波数特性を表す。また、グラフ712は、結合度 $k=0.15$ 、負荷回路27の交流等価抵抗値を $(10 \cdot R_{ac})$ としたときの送信コイル14に印加される交流電力についての電圧の位相に対する電流の位相の遅れの周波数特性を表す。さらに、グラフ713は、結合度 $k=0.15$ 、負荷回路27の交流等価抵抗値を $(0.1 \cdot R_{ac})$ としたときの送信コイル14に印加される交流電力についての電圧の位相に対する電流の位相の遅れの周波数特性を表す。そしてグラフ714は、結合度 $k=0.15$ 、負荷回路27の交流等価抵抗値

50

を(0.01*Rac)としたときの送信コイル14に印加される交流電力についての電圧の位相に対する電流の位相の遅れの周波数特性を表す。

【0070】

図7に示されるように、負荷回路27の交流等価抵抗値が小さいほど、送信コイル14に印加される交流電力についての電圧の位相に対する電流の位相の遅れが0となる周波数は、非接触給電装置1が定電圧出力動作する周波数f0に近づく。特に、負荷回路27の交流等価抵抗値が(0.01*Rac)である場合、周波数f0にて送信コイル14に印加される交流電力についての電圧の位相に対する電流の位相の遅れが0、すなわち、力率が1となる。すなわち、負荷回路27の交流等価抵抗値が(0.01*Rac)である場合、周波数f0よりも高い周波数では、送信コイル14に印加される交流電力についての電圧の位相に対する電流の位相の遅れが正の値となり、いわゆる誘導性駆動となる。そのため、特に、その位相の遅れが0°~90°となる周波数帯域では、非接触給電装置1は、電力供給回路10及び送信コイル14をソフトスイッチング動作させることができる。一方、周波数f0よりも低い周波数では、送信コイル14に印加される交流電力についての電圧の位相に対する電流の位相の遅れが負の値となり、いわゆる容量性駆動となる。そのため、特に、その位相の遅れが0°~-90°となる周波数帯域では、電力供給回路10及び送信コイル14はハードスイッチング動作することとなり、電力伝送効率が低下する。

10

【0071】

以上により、制御回路19は、定電圧出力動作を達成するために、下記のように送信コイル14に印加される交流電力のスイッチング周波数及び電圧を制御する。

20

【0072】

受電装置3から通信器17を介して受けとった無線信号に含まれる判定情報において、非接触給電装置1が定電圧出力動作していないことが示されている場合、制御回路19は、ゲートドライバ18を介してスイッチング素子13-1をオフに保つとともに、スイッチング素子13-3及び13-2のオン/オフを交互に切り替えることで、DC/DCコンバータ12から送信コイル14に電力が供給されるようにする。また制御回路19は、DC/DCコンバータ12から送信コイル14に供給される電圧が所定値となるように、電圧可変電源11を制御する。これにより、制御回路19は、送電装置2から受電装置3へ供給される電力を、受電装置3が故障しない程度に低下させる。

30

【0073】

そして制御回路19は、スイッチング周波数を変化させながら、電流検出回路16による、送信コイル14に流れる電流の測定値を監視して、その電流の測定値が極大値となるスイッチング周波数を検出する。なお、本実施形態のように、非接触給電装置1が定電圧出力動作していない場合には、受電装置3の共振回路20はコイル23を介して短絡されており、共振回路20と接続される回路のインピーダンスは無視できるほど小さな値となっている。この場合、図6に示されるように、送信コイル14に流れる電流の測定値が極大値となるスイッチング周波数の近傍では、スイッチング周波数の変化に対してその電流の測定値が急激に変化する。そこで、制御回路19は、その電流の測定値が所定の閾値以上となるスイッチング周波数を、その電流の測定値が極大値となるスイッチング周波数として検出してもよい。なお、所定の閾値は、例えば、送信コイル14に流れる電流値が極大値となるスイッチング周波数から、所定の許容誤差だけずれたスイッチング周波数における、送信コイル14に流れる電流値に応じた値とすることができる。

40

【0074】

送信コイル14に流れる電流の測定値が極大値となるスイッチング周波数は、図6に示される周波数f0といった、非接触給電装置1の入力インピーダンスが極小値となる周波数、すなわち、非接触給電装置1が定電圧出力動作する周波数である。そこで制御回路19は、送信コイル14に流れる電流の測定値が極大値となるスイッチング周波数が検出されると、そのスイッチング周波数にて、電圧可変電源11からの電力が送信コイル14に供給されるように、ゲートドライバ18を介してスイッチング素子13-1及び13-2のオン/オフを制御する。また制御回路19は、スイッチング素子13-3をオフにする。

50

これにより、制御回路 19 は、非接触給電装置 1 を定電圧出力動作させることが可能となる。そして制御回路 19 は、非接触給電装置 1 が定電圧出力動作するスイッチング周波数が検出されたことを表す検出情報を通信器 17 へ通知し、通信器 17 に、その検出情報を含む無線信号を受電装置 3 の通信器 31 へ送信させる。

【0075】

その後、制御回路 19 は、受電装置 3 の共振回路 20 からの出力電圧の測定値が所定の許容範囲内となるように、スイッチング周波数に応じた電圧が送信コイル 14 に供給されるよう、電力供給回路 10 の電圧可変電源 11 を制御する。その際、制御回路 19 は、例えば、スイッチング周波数と電圧可変電源 11 から供給される電力の電圧との関係を表した参照テーブルを参照することで、電圧可変電源 11 から供給される電力の電圧を決定す

10

【0076】

なお、制御回路 19 は、検出情報を受電装置 3 へ送信してから、送信コイル 14 に印加する交流電力の電圧をスイッチング周波数に応じた電圧に変更するまでに相当する一定期間の間、受電装置 3 から出力電圧の測定値が所定の許容範囲から外れていることを表す判定情報を受け取っても、スイッチング周波数の探索を行わないことが好ましい。これにより、制御回路 19 は、非接触給電装置 1 が定電圧出力動作するスイッチング周波数が検出されているにもかかわらず、スイッチング周波数の再探索が行われることを防止できる。

また、制御回路 19 は、上記の参照テーブルを参照する代わりに、受電装置 3 から通信器 17 を介して受けとった無線信号に含まれる判定情報において、出力電圧の測定値が電圧の許容範囲に含まれることが示されるようになるまで、電圧可変電源 11 から供給される電力の電圧を徐々に変化させてもよい。

20

【0077】

変形例によれば、制御回路 19 は、スイッチング周波数を変化させながら、電流検出回路 16 による、送信コイル 14 に流れる電流の測定値を監視して、送信コイル 14 に印加される交流電力についての電圧の位相に対する電流の位相の遅れが 0 となるスイッチング周波数を検出してもよい。この場合、制御回路 19 は、例えば、スイッチング素子 13 - 3 及び 13 - 2 のオン/オフの切り替えタイミングと、送信コイル 14 のインダクタンスとコンデンサ 15 の静電容量に応じた時定数とに基づいて、送信コイル 14 に印加される交流電力についての電圧の位相を特定すればよい。一方、制御回路 19 は、電流検出回路 16 による、送信コイル 14 に流れる電流の測定値の時間変化により、送信コイル 14 に流れる電流の位相をもとめればよい。

30

【0078】

図 7 に示されるように、送信コイル 14 に印加される交流電力についての電圧の位相に対する電流の位相の遅れが 0 となるスイッチング周波数は、非接触給電装置 1 が定電圧出力動作する周波数である。そこで、制御回路 19 は、送信コイル 14 に印加される交流電力についての電圧の位相に対する電流の位相の遅れが 0 となるスイッチング周波数が検出されると、上記と同様に、検出されたスイッチング周波数にて、電圧可変電源 11 からの電力が送信コイル 14 に供給されるように、ゲートドライバ 18 を介してスイッチング素子 13 - 1 及び 13 - 2 のオン/オフを制御し、スイッチング素子 13 - 3 をオフに保てばよい。なお、この変形例においても、制御回路 19 は、送信コイル 14 に印加される交流電力についての電圧の位相と電流の位相の差の絶対値が所定の閾値以下となったスイッチング周波数を、送信コイル 14 に印加される交流電力についての電圧の位相に対する電流の位相の遅れが 0 となるスイッチング周波数として検出してもよい。

40

【0079】

以上に説明してきたように、この非接触給電装置は、受電装置の共振回路を、受信コイルと直列に接続されるコイルを介して短絡した状態で、送電装置の送信コイルに流れる電流を測定して、その電流が極大値となるか、送信コイルに印加される電圧の位相と送信コイルに流れる電流の位相が一致する、送信コイルに印加される交流電力のスイッチング周

50

波数を検出する。これにより、この非接触給電装置は、定電圧出力動作するスイッチング周波数を正確に検出できる。そしてこの非接触給電装置は、共振回路を開放した後、検出されたスイッチング周波数にて、非接触給電装置が定電圧出力動作するよう、送信コイルに印加される交流電力の電圧を調整する。したがって、この非接触給電装置は、送信コイルと受信コイル間の結合度が一定でない場合、あるいは、負荷回路の抵抗値が一定でないでも、定電圧出力動作することができる。

【0080】

変形例によれば、受電装置3において、送信コイル14に印加される交流電力と共振する共振回路とは別個に、伝送された電力を取り出すための出力コイルが設けられてもよい。

10

【0081】

図8は、変形例による、受電装置4の構成図である。図8に示されるように、この変形例による受電装置4は、受信コイル21及び共振コンデンサ22を有する共振回路20と、コイル23と、全波整流回路25と平滑コンデンサ26を有する整流平滑回路24と、負荷回路27と、電圧検出回路28と、判定回路29と、リレー30と、通信器31と、蓄電回路32と、出力コイル33とを有する。この変形例による受電装置4は、上記の実施形態による受電装置3と比較して、出力コイル33を有する点、及び、共振回路20の代わりに出力コイル33から伝送された電力が取り出される点で相違する。そこで以下では、この相違点及び関連する点について説明する。

【0082】

出力コイル33は、共振回路20の受信コイル21と電磁結合可能に配置される。例えば、出力コイル33と受信コイル21とは、同一の芯線に対して巻き付けられる。そのため、出力コイル33は、受信コイル21とともにトランスを構成し、受信コイル21にて受電した電力を、出力コイル33から取り出すことができる。そして出力コイル33の一端がコイル23を介して整流平滑回路24の一方の入力端子に接続される。また、出力コイル33の他端が整流平滑回路24の他方の入力端子に接続される。したがって、共振回路20を介して出力コイル33から取り出される電力は、コイル23及び整流平滑回路24を介して負荷回路27へ供給される。なお、この変形例では、共振回路20は、コイル23及び整流平滑回路24とは直接に接続されない。

20

【0083】

この変形例において、受信コイル21の巻き数と出力コイル33の巻き数は同一でもよく、あるいは、互いに異なっていてもよい。例えば、受信コイル21の巻き数を出力コイル33の巻き数よりも多くすることで、電力伝送効率を維持しつつ、取り出される電力の電圧を低下させることが可能となる。そのため、この変形例によれば、受信コイル21の巻き数を出力コイル33の巻き数よりも多くすることで、負荷回路27に印加可能な電圧の上限値が低い場合でも、DC/DCコンバータといった、電圧を低下させるための回路が不要となる。

30

【0084】

なお、この変形例においても、リレー30は、一端がコイル23と整流平滑回路24の入力側の一端との間に接続され、他端が共振回路20と整流平滑回路24の入力側の他端との間に接続されればよい。そして判定回路29は、電圧検出回路28により測定された、出力電圧の測定値が所定の許容範囲から外れる場合に、リレー30をオンにして、出力コイル33の両端を、コイル23を介して短絡すればよい。これにより、共振回路20は、コイル23を介して短絡され、共振回路20と接続される回路のインピーダンスは無視できる程度に小さくなる。そのため、この変形例による非接触給電装置も、上記の実施形態による非接触給電装置と同様に、定電圧出力動作するスイッチング周波数を正確に検出できる。

40

【0085】

他の変形例によれば、リレー30として、ノーマリーオン型のリレーが用いられてもよい。

50

【 0 0 8 6 】

図 9 は、他の変形例による、受電装置 5 の構成図である。図 9 に示されるように、この変形例による受電装置 5 は、受信コイル 2 1 及び共振コンデンサ 2 2 を有する共振回路 2 0 と、コイル 2 3 と、全波整流回路 2 5 と平滑コンデンサ 2 6 を有する整流平滑回路 2 4 と、負荷回路 2 7 と、電圧検出回路 2 8 と、判定回路 2 9 と、リレー 3 0 と、通信器 3 1 と、蓄電回路 3 2 と、出力コイル 3 3 とを有する。この変形例による受電装置 5 は、上記の変形例による受電装置 4 と比較して、リレー 3 0 のタイプ、及び、蓄電回路 3 2 への電力供給元の位置が相違する。そこで以下では、この相違点及び関連する点について説明する。

【 0 0 8 7 】

この変形例では、リレー 3 0 は、ノーマリーオン型のリレーであり、非接触給電装置が定電圧出力動作している間、すなわち、電圧検出回路 2 8 により測定された出力電圧の測定値が所定の許容範囲に含まれている間、判定回路 2 9 によりオフとなるよう駆動される。そして、電圧検出回路 2 8 により測定された出力電圧の測定値が所定の許容範囲から外れると、判定回路 2 9 は、リレー 3 0 をオンにする。その後、送電側にて非接触給電装置が定電圧出力動作可能なスイッチング周波数が検出されたことが通信器 3 1 を介して送電装置 2 から通知されると、判定回路 2 9 は、蓄電回路 3 2 により蓄電された電力を利用してリレー 3 0 をオフにする。

【 0 0 8 8 】

蓄電回路 3 2 は、受電装置 5 が送電装置 2 から電力供給されている間に、出力コイル 3 3 の両端のそれぞれから、ダイオードを介して整流された電力により充電される。なお、この例では、リレー 3 0 がオンとなって、出力コイル 3 3 の両端が短絡されても、蓄電回路 3 2 は、出力コイル 3 3 の直後に接続されているので、スイッチング周波数の探索中でも伝送された電力により充電可能である。そして蓄電回路 3 2 により蓄電された電力は、上記のように、リレー 3 0 をオフにするために利用される。

【 0 0 8 9 】

この変形例による非接触給電装置も、定電圧出力動作する、送信コイル 1 4 に印加される電力のスイッチング周波数の探索中に共振回路 2 0 をコイル 2 3 を介して短絡することができるので、上記の実施形態による非接触給電装置と同様に、定電圧出力動作するスイッチング周波数を正確に検出できる。

【 0 0 9 0 】

さらに他の変形例によれば、受電装置の共振回路において、受信コイルと共振コンデンサとが直列に接続されてもよい。この場合も、非接触給電装置は、定電圧出力動作することが可能であるため、上記の実施形態または変形例と同様に、共振回路を短絡した状態で、送信コイルに流れる電流を調べることで、定電圧出力動作するスイッチング周波数を検出できる。

【 0 0 9 1 】

図 1 0 は、この変形例による、受電装置 6 の構成図である。図 1 0 に示されるように、この変形例による受電装置 6 は、受信コイル 2 1 及び共振コンデンサ 2 2 を有する共振回路 2 0 a と、全波整流回路 2 5 と平滑コンデンサ 2 6 を有する整流平滑回路 2 4 と、負荷回路 2 7 と、電圧検出回路 2 8 と、判定回路 2 9 と、リレー 3 0 と、通信器 3 1 と、蓄電回路 3 2 と、出力コイル 3 3 とを有する。この変形例による受電装置 6 は、図 1 に示される受電装置 3 と比較して、共振回路 2 0 a の構成、及び、コイル 2 3 が省略される点で相違する。そこで以下では、この相違点及び関連する点について説明する。

【 0 0 9 2 】

共振回路 2 0 a では、受信コイル 2 1 と共振コンデンサ 2 2 とは直列に接続される。そして受信コイル 2 1 を介して受電した電力は、共振コンデンサ 2 2 を介して整流平滑回路 2 4 へ出力される。この場合、送電装置 2 と受電装置 6 とを有する非接触給電装置は、一次直列二次直列コンデンサ方式（以下、S S 方式と呼ぶ）と同様の構成を有するため、定電圧出力動作することができる。またこの例では、S P L 方式の非接触給電装置とは異なる

10

20

30

40

50

り、共振回路 20 a は、直列共振するので、コイル 23 は省略されてよい。なお、SS 方式と異なり、送電装置 2 と受電装置 6 とを有する非接触給電装置は、送電側において送信コイル 14 の共振を利用しなくてもよい。

【0093】

非接触給電では、電力伝送効率は、送信コイルと受信コイル間の結合度 k と、共振 / 共鳴の強さの指標である Q 値の積で表される。そのため、電力伝送効率を向上するためには、 Q 値を高くすることが求められる。この変形例では、上記のように、受電装置 6 は、RLC 直列共振回路として動作する。この場合、 Q 値は次式で表される。

【数 3】

$$Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}} \quad (3)$$

10

ここで C は、共振コンデンサ 22 の容量であり、 L は、受信コイル 21 のインダクタンスであり、 R は、共振回路 20 a と接続される回路のインピーダンスである。(3) 式から明らかな通り、負荷回路 27 のインピーダンスが大きくなるほど、 Q 値は低下する。したがって、負荷回路 27 により消費される電力が一定である場合、 Q 値を高くするためには、共振回路 20 a から出力される電圧及び負荷回路 27 のインピーダンスが低い方が好ましい。また、上記の実施形態または変形例における共振回路 20 のように、受信コイル 20 と共振コンデンサ 21 とが並列共振する場合とは逆に、(3) 式から明らかな通り、 Q 値を高くするためには、受電装置 6 では、受信コイル 21 のインダクタンスは大きく、かつ、共振コンデンサ 22 の容量は小さい方が好ましい。

20

【0094】

図 11 は、送電装置 2 と受電装置 6 とを有する非接触給電装置の出力電圧の周波数特性のシミュレーション結果の一例を示す図である。図 11 において、横軸は、周波数を表し、縦軸は、出力電圧を表す。なお、このシミュレーションでは、 $L_p=174 \mu\text{H}$ 、 $C_p=20\text{nF}$ 、 $R_i=R_{is}=0.1$ 、 $n=1$ 、 $V_{in}=300\text{V}$ 、 $R_o=200$ ($R_{ac} 162.1$) とした。グラフ 1101 は、結合度 $k=0.15$ 、負荷回路 27 の交流等価抵抗値を R_{ac} としたときの出力電圧の周波数特性を表す。またグラフ 1102 は、結合度 $k=0.15$ 、負荷回路 27 の交流等価抵抗値を $(10 \cdot R_{ac})$ としたときの出力電圧の周波数特性を表す。また、グラフ 1103 は、結合度 $k=0.3$ 、負荷回路 27 の交流等価抵抗値を R_{ac} 、送信コイル 14 に印加される電圧を $(0.5 \cdot V_{in})$ としたときの出力電圧の周波数特性を表す。またグラフ 1104 は、結合度 $k=0.3$ 、負荷回路 27 の交流等価抵抗値を $(10 \cdot R_{ac})$ 、送信コイル 14 に印加される電圧を $(0.5 \cdot V_{in})$ としたときの出力電圧の周波数特性を表す。さらに、グラフ 1105 は、結合度 $k=0.6$ 、負荷回路 27 の交流等価抵抗値を R_{ac} 、送信コイル 14 に印加される電圧を $(0.25 \cdot V_{in})$ としたときの出力電圧の周波数特性を表す。またグラフ 1106 は、結合度 $k=0.6$ 、負荷回路 27 の交流等価抵抗値を $(10 \cdot R_{ac})$ 、送信コイル 14 に印加される電圧を $(0.25 \cdot V_{in})$ としたときの出力電圧の周波数特性を表す。

30

【0095】

図 11 に示されるように、結合度 k が変化しない条件下で、負荷回路 27 の交流等価抵抗値が変化しても出力電圧が略一定となる（すなわち、定電圧出力となる）、周波数と出力電圧の組み合わせは、結合度ごとに（図のポイント 1111 ~ 1113 の 3 通り）存在する。したがって、この変形例による非接触給電装置も、送信コイル 14 に印加する交流電力のスイッチング周波数及び電圧を調節することで、結合度によらず、略一定の出力電圧を得ることができる。

40

【0096】

図 12 は、結合度を一定として、共振回路 20 a と接続される回路のインピーダンスを変化させたときの、送電装置 2 と受電装置 6 とを有する非接触給電装置についての出力電圧の周波数特性のシミュレーション結果の一例を示す図である。図 12 において、横軸は

50

、周波数を表し、縦軸は、出力電圧を表す。グラフ 1 2 0 1 は、結合度 $k=0.15$ 、負荷回路 2 7 の交流等価抵抗値を R_{ac} としたときの出力電圧の周波数特性を表す。またグラフ 1 2 0 2 は、結合度 $k=0.15$ 、負荷回路 2 7 の交流等価抵抗値を $(10 \cdot R_{ac})$ としたときの出力電圧の周波数特性を表す。さらに、グラフ 1 2 0 3 は、結合度 $k=0.15$ 、負荷回路 2 7 の交流等価抵抗値を $(0.1 \cdot R_{ac})$ としたときの出力電圧の周波数特性を表す。そしてグラフ 1 2 0 4 は、結合度 $k=0.15$ 、負荷回路 2 7 の交流等価抵抗値を $(0.01 \cdot R_{ac})$ としたときの出力電圧の周波数特性を表す。なお、このシミュレーションでは、図 1 1 に示されたシミュレーションに用いられた各回路素子のパラメータの値と同じ値を使用した。

【 0 0 9 7 】

図 1 2 に示されるように、負荷回路 2 7 の交流等価抵抗値を非常に小さな値にまで低下させると、グラフ 1 2 0 3 及びグラフ 1 2 0 4 に示されるように、負荷回路 2 7 の交流等価抵抗値が R_{ac} であるときの出力電圧と負荷回路 2 7 の交流等価抵抗値が $(10 \cdot R_{ac})$ であるときの出力電圧とが略同一となる周波数 f_0 において、出力電圧は極大値となる。したがって、負荷回路 2 7 の交流等価抵抗値が小さいほど、入力インピーダンスが極小値となる周波数、すなわち、送信コイル 1 4 に流れる電流が極大値となる周波数は、周波数 f_0 に近づく。

【 0 0 9 8 】

図 1 3 は、送電装置 2 と受電装置 6 とを有する非接触給電装置についての出力電圧の周波数特性と、送信コイル 1 4 に印加される交流電力についての電圧の位相に対する電流の位相の遅れの周波数特性との関係の一例を示す図である。図 1 3 において、横軸は、周波数を表し、縦軸は、位相の遅れを表す。なお、この図において、位相の遅れが正の値を持つ場合、電圧の位相に対して電流の位相が遅れていることを示す。また、このシミュレーションでも、図 1 1 に示されたシミュレーションに用いられた各回路素子のパラメータの値と同じ値を使用した。

【 0 0 9 9 】

グラフ 1 3 1 1 は、結合度 $k=0.15$ 、負荷回路 2 7 の交流等価抵抗値を R_{ac} としたときの送信コイル 1 4 に印加される交流電力についての電圧の位相に対する電流の位相の遅れの周波数特性を表す。また、グラフ 1 3 1 2 は、結合度 $k=0.15$ 、負荷回路 2 7 の交流等価抵抗値を $(10 \cdot R_{ac})$ としたときの送信コイル 1 4 に印加される交流電力についての電圧の位相に対する電流の位相の遅れの周波数特性を表す。さらに、グラフ 1 3 1 3 は、結合度 $k=0.15$ 、負荷回路 2 7 の交流等価抵抗値を $(0.1 \cdot R_{ac})$ としたときの送信コイル 1 4 に印加される交流電力についての電圧の位相に対する電流の位相の遅れの周波数特性を表す。そしてグラフ 1 3 1 4 は、結合度 $k=0.15$ 、負荷回路 2 7 の交流等価抵抗値を $(0.01 \cdot R_{ac})$ としたときの送信コイル 1 4 に印加される交流電力についての電圧の位相に対する電流の位相の遅れの周波数特性を表す。

【 0 1 0 0 】

図 1 3 に示されるように、負荷回路 2 7 の交流等価抵抗値が小さいほど、送信コイル 1 4 に印加される交流電力についての電圧の位相に対する電流の位相の遅れが 0 となる周波数は、非接触給電装置が定電圧出力動作する周波数 f_0 に近づく。特に、負荷回路 2 7 の交流等価抵抗値が $(0.01 \cdot R_{ac})$ である場合、周波数 f_0 にて送信コイル 1 4 に印加される交流電力についての電圧の位相に対する電流の位相の遅れが略 0 、すなわち、力率が略 1 となる。

【 0 1 0 1 】

したがって、送電装置 2 と受電装置 6 とを有する非接触給電装置においても、送電装置 2 の制御回路 1 9 は、図 1 に示される非接触給電装置 1 と同様に送信コイル 1 4 に印加される交流電力のスイッチング周波数及び電圧を制御すればよい。また受電装置 6 の判定回路 2 9 も、図 1 に示される非接触給電装置 1 と同様に、通信器 3 1 を介して判定情報を送電装置 2 へ送信し、送電装置 2 から検出情報を受信し、かつ、リレー 3 0 を制御すればよい。

【 0 1 0 2 】

さらに他の変形例によれば、短絡回路として、リレーの代わりに、直列に接続される二

10

20

30

40

50

つのMOSFETが用いられてもよい。この場合には、その二つのMOSFETのソース端子同士、あるいは、ドレイン端子同士が互いに接続されればよい。そして判定回路29は、共振回路20（または共振回路20a）を短絡する際には、その二つのMOSFETのゲート端子に、その二つのMOSFETがオンとなる電圧を印加し、一方、共振回路20（または共振回路20a）を開放する際には、その二つのMOSFETのゲート端子に、その二つのMOSFETがオンとなる電圧を印加すればよい。

【0103】

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

【符号の説明】

10

【0104】

- 1 非接触給電装置
- 2 送電装置
- 10 電力供給回路
- 11 電圧可変電源
- 12 DC / DCコンバータ
- 13 - 1 ~ 13 - 3 スイッチング素子
- 14 送信コイル
- 15 コンデンサ
- 16 電流検出回路
- 17 通信器
- 18 ゲートドライバ
- 19 制御回路
- 3、4、5、6 受電装置
- 20、20a 共振回路
- 21 受信コイル
- 22 共振コンデンサ
- 23 コイル
- 24 整流平滑回路
- 25 全波整流回路
- 26 平滑コンデンサ
- 27 負荷回路
- 28 電圧検出回路
- 29 判定回路
- 30 リレー
- 31 通信器
- 32 蓄電回路
- 33 出力コイル

20

30

【 図 1 】

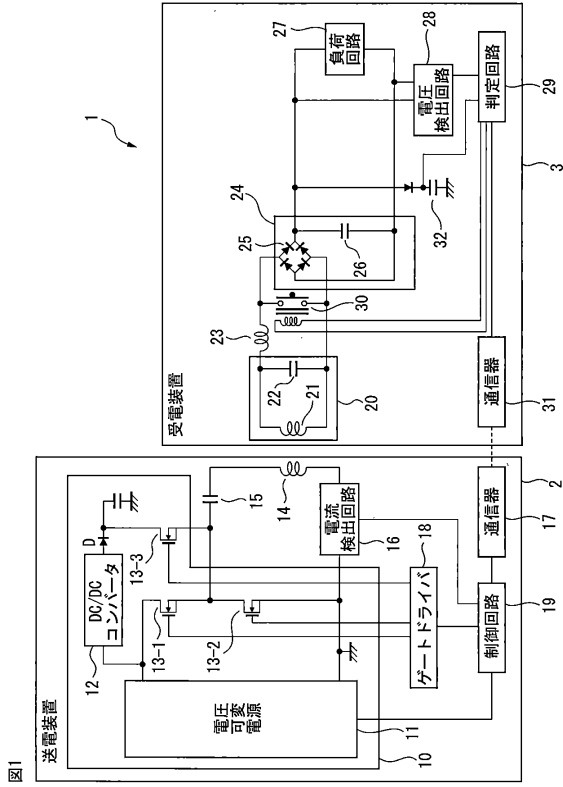


図1

【 図 2 】

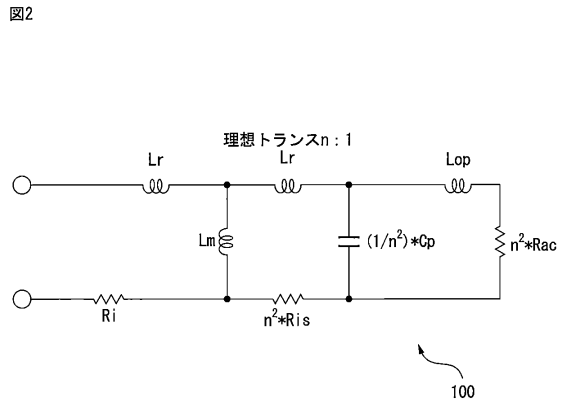


図2

【 図 3 】

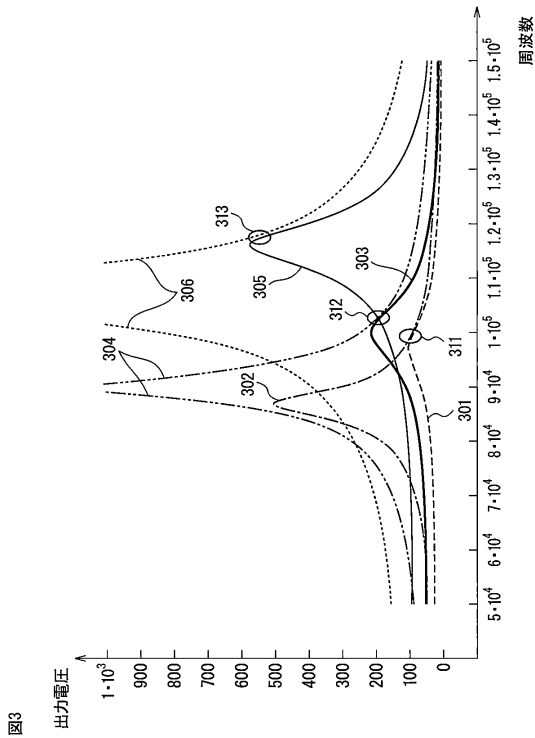


図3

【 図 4 】

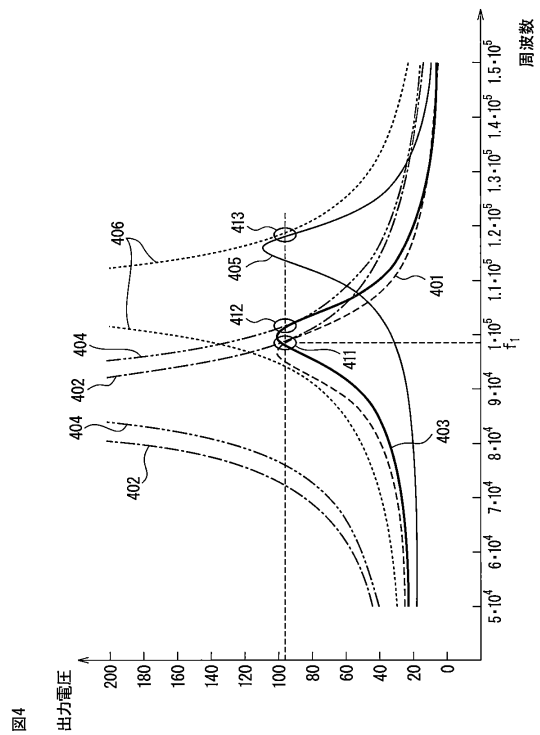
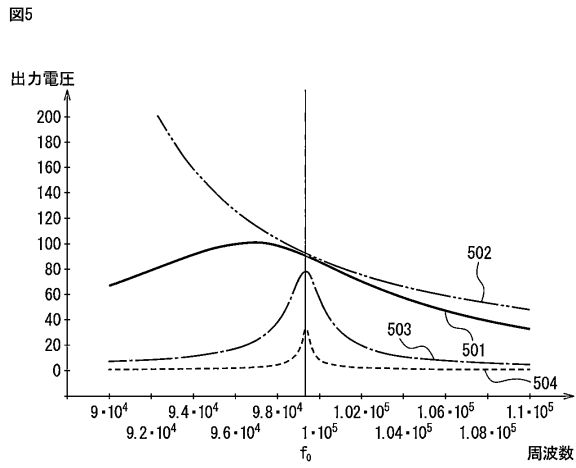
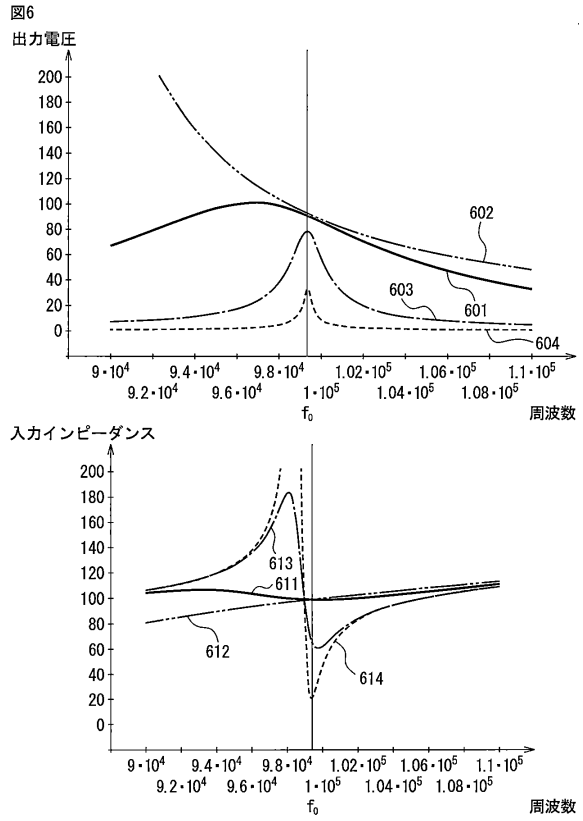


図4

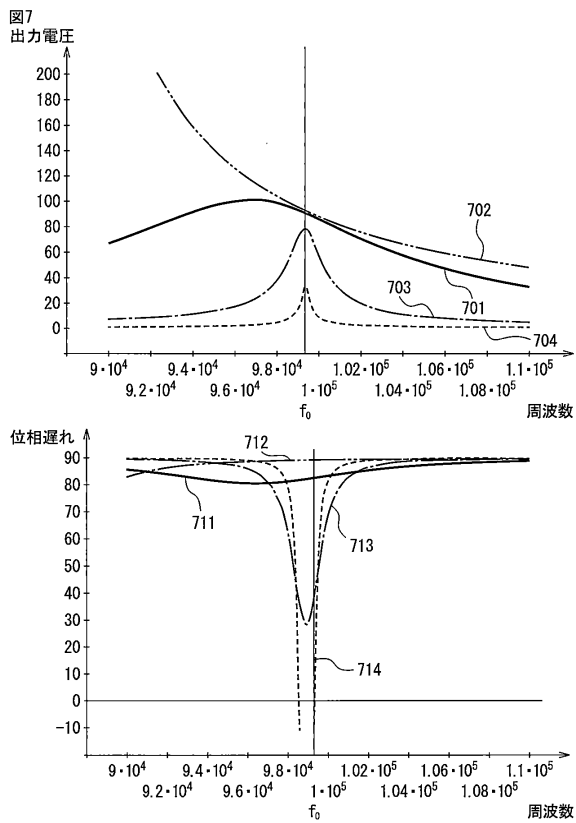
【図5】



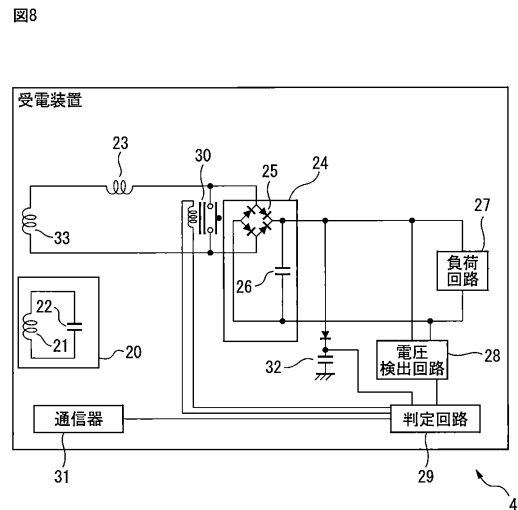
【図6】



【図7】

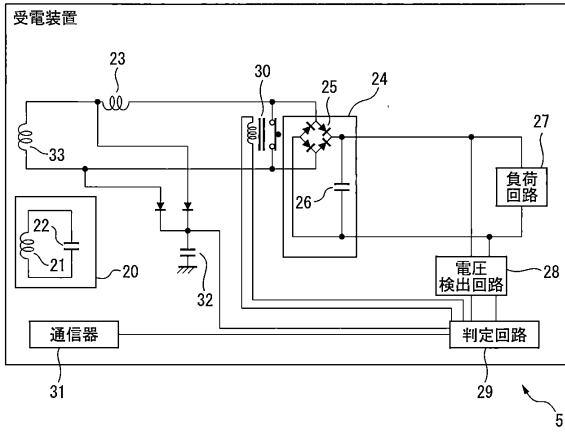


【図8】



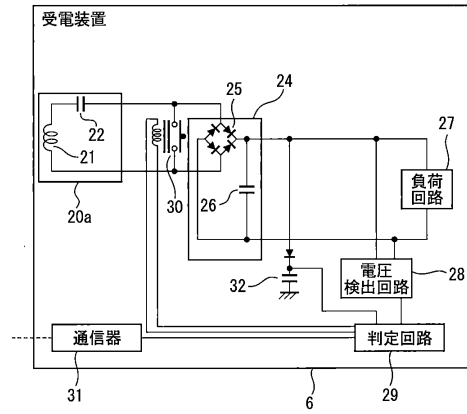
【図9】

図9



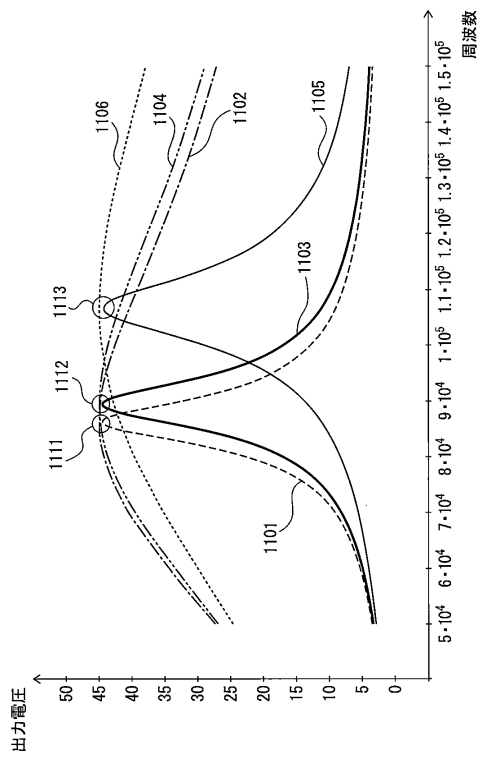
【図10】

図10



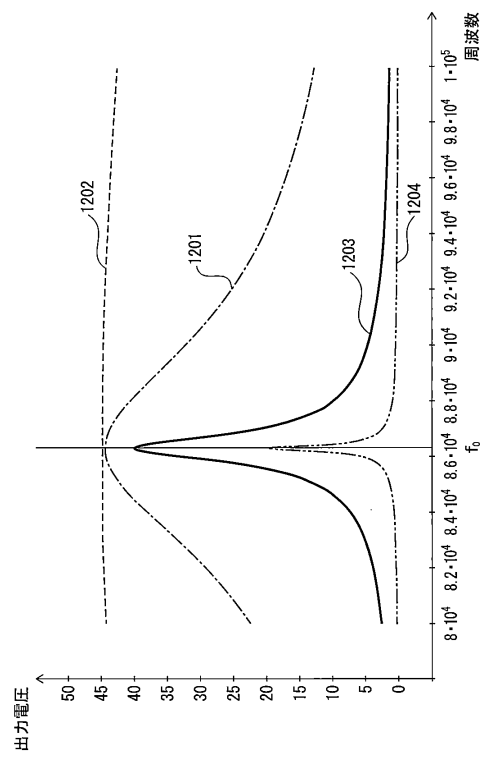
【図11】

図11

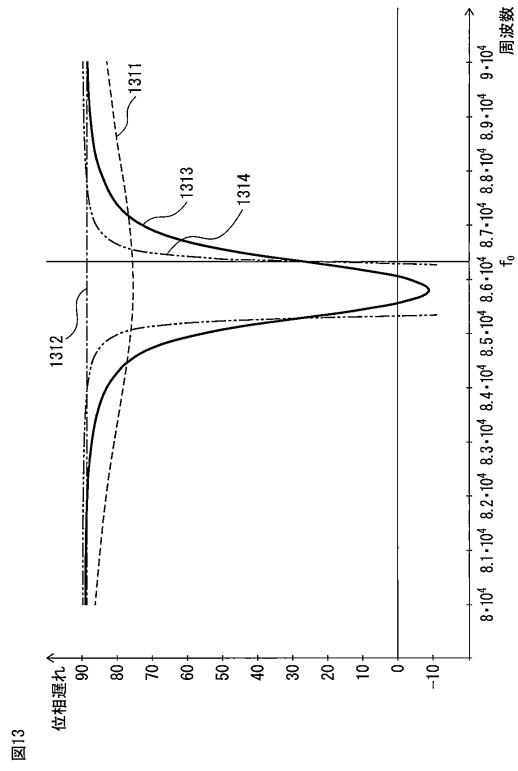


【図12】

図12



【 図 1 3 】



フロントページの続き

- (72)発明者 中尾 悟朗
愛知県一宮市奥町字野越46番地 オムロンアミューズメント株式会社内
- (72)発明者 河合 佑介
愛知県一宮市奥町字野越46番地 オムロンアミューズメント株式会社内
- (72)発明者 野村 篤司
愛知県一宮市奥町字野越46番地 オムロンアミューズメント株式会社内
- (72)発明者 財津 俊行
京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 オムロン株式会社内

審査官 坂本 聡生

- (56)参考文献 特開2017-5790(JP,A)
特開2012-217228(JP,A)
特開2015-149803(JP,A)
特開2010-136464(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02J50/00-50/90
H02J 7/00