

(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2019-17134
(P2019-17134A)

(43) 公開日 平成31年1月31日(2019.1.31)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)
 H02J 50/12 (2016.01) H02J 50/12 5G503
 H02J 7/00 (2006.01) H02J 7/00 301D

審査請求 未請求 請求項の数 17 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2017-130645 (P2017-130645)	(71) 出願人	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(22) 出願日	平成29年7月3日(2017.7.3)	(74) 代理人	100091982 弁理士 永井 浩之
		(74) 代理人	100091487 弁理士 中村 行孝
		(74) 代理人	100082991 弁理士 佐藤 泰和
		(74) 代理人	100105153 弁理士 朝倉 悟
		(74) 代理人	100107582 弁理士 関根 毅
		(74) 代理人	100118876 弁理士 鈴木 順生

最終頁に続く

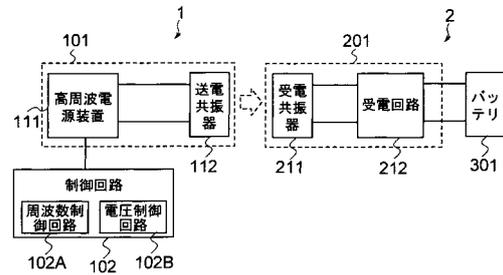
(54) 【発明の名称】 送電装置および受電装置

(57) 【要約】

【課題】周波数の掃引を伴う無線電力伝送を、受電側のリップルの発生を抑制しつつ、簡易な構成で実現する。

【解決手段】本発明の実施形態としての送電装置は、送電ユニットと、周波数制御回路と、電圧制御回路とを備える。前記送電ユニットは、交流電力に応じた磁界をコイルで発生させて、前記磁界を受電ユニットのコイルに結合させることにより、前記交流電力を伝送する。前記周波数制御回路は、前記送電の間、前記交流電力の周波数を掃引する。前記電圧制御回路は、前記受電ユニットで受電される電力の電圧と前記交流電力の電圧との比の目標条件に基づいて、前記交流電力の電圧を制御する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

交流電力に応じた磁界をコイルで発生させて、前記磁界を受電ユニットのコイルに結合させることにより、前記交流電力を送電する、送電ユニットと、
前記送電の間、前記交流電力の周波数を掃引する周波数制御回路と、
前記受電ユニットで受電される電力の電圧と前記交流電力の電圧との比の目標条件に基づいて、前記交流電力の電圧を制御する電圧制御回路と、
を備えた送電装置。

【請求項 2】

前記電圧制御回路は、前記目標条件として、前記比が目標値に近づくように、または目標範囲に収まるように、前記交流電力の電圧を制御する
請求項 1 に記載の送電装置。

10

【請求項 3】

前記電圧制御回路が、前記周波数の掃引が開始される前に、前記目標条件を満たすように、前記交流電力の電圧を調整し、
前記周波数制御回路は、前記交流電力の電圧が調整された後、前記周波数の掃引を行う
請求項 2 に記載の送電装置。

【請求項 4】

前記電圧制御回路は、前記周波数の掃引範囲に基づいて、前記目標条件を決定する
請求項 2 または 3 に記載の送電装置。

20

【請求項 5】

前記送電ユニットは、前記コイルを含む送電共振器を備え、
前記周波数の掃引範囲の中心周波数は、前記送電共振器の共振周波数、または前記受電ユニットの前記コイルを含む受電共振器の共振周波数よりも高い
請求項 1 ないし 4 いずれか一項に記載の送電装置。

【請求項 6】

前記電圧制御回路は、前記送電ユニット内の所定箇所の電圧および電流の少なくとも一方を取得し、前記所定箇所の電圧および電流の少なくとも一方と前記受電ユニットで受電される電圧との関係を定めたデータに基づき、前記受電ユニットで受電される前記電圧を予測する
請求項 1 ないし 5 のいずれか一項に記載の送電装置。

30

【請求項 7】

前記電圧制御回路は、前記受電ユニットで受電された電圧を表す情報を通信により取得し、前記取得した情報に基づき、前記受電ユニットで受電された電圧を把握する
請求項 1 ないし 5 のいずれか一項に記載の送電装置。

【請求項 8】

前記送電ユニットは、直流の入力電圧から前記交流電力を生成するインバータを備え、
前記電圧制御回路は、前記インバータの前記入力電圧を調整することにより、前記交流電力の電圧を調整する
請求項 1 ないし 7 のいずれか一項に記載の送電装置。

40

【請求項 9】

前記送電ユニットは、直流の入力電圧から前記交流電力を生成するインバータを備え、
前記インバータの出力は、パルスの波形であり、
前記電圧制御回路は、前記パルスの幅を調整することにより、前記交流電力の電圧を調整する
請求項 1 ないし 7 のいずれか一項に記載の送電装置。

【請求項 10】

前記送電ユニットは、前記交流電力に応じて、位相の異なる複数の磁界を複数の前記コイルで発生させ、前記複数の磁界が前記受電ユニットにおける複数の前記コイルと結合し

50

前記受電ユニットで受電される前記電力の電圧は、前記受電ユニットにおける前記複数のコイルで受電された合計電力の電圧である

請求項 1 ないし 9 のいずれか一項に記載の送電装置。

【請求項 1 1】

交流電力の周波数を掃引し、前記交流電力に応じた磁界を発生させる送電装置の前記磁界とコイルで結合することにより前記交流電力を受電する受電ユニットと、

前記受電電力の電圧と前記交流電力の電圧との比の目標条件に基づいて、前記受電電力の電圧を制御する制御回路と

を備えた受電装置。

【請求項 1 2】

前記制御回路は、前記目標条件として、前記比が目標値に近づく、もしくは目標範囲に収まるように、前記受電電力の電圧を制御する

請求項 1 1 に記載の受電装置。

【請求項 1 3】

前記制御回路は、前記周波数の掃引が開始される前に、前記比が、前記目標条件を満たすように、前記受電電力の電圧を調整し、前記電圧の調整後、前記周波数の掃引が開始される

請求項 1 2 に記載の受電装置。

【請求項 1 4】

前記制御回路は、前記周波数の掃引範囲に基づいて、前記目標条件を決定する

請求項 1 1 ないし 1 3 のいずれか一項に記載の受電装置。

【請求項 1 5】

前記受電ユニットは、前記コイルを含む受電共振器を備え、

前記周波数の掃引範囲の中心周波数は、前記受電共振器の共振周波数、または前記送電装置が備える前記磁界を発生させるコイルを含む送電共振器の共振周波数よりも高い

請求項 1 1 ないし 1 4 のいずれか一項に記載の受電装置。

【請求項 1 6】

前記制御回路は、前記交流電力の電圧を表す情報を通信により取得し、前記取得した情報に基づき、前記交流電力の電圧を把握する

請求項 1 1 ないし 1 5 のいずれか一項に記載の受電装置。

【請求項 1 7】

前記受電ユニットは、前記送電装置が発生させる位相の異なる複数の磁界と複数のコイルで結合し、

前記受電電力の電圧は、前記複数のコイルで受電した電力の合計の電圧である

請求項 1 1 ないし 1 6 のいずれか一項に記載の受電装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、送電装置および受電装置に関する。

【背景技術】

【0002】

無線電力伝送システムでは、送電装置から受電装置に無線で電力を伝送する。送電装置は、コイルで発生させた磁界を空間に放射し、受電装置は、この磁界をコイルに結合させることで、電力が伝播される。このような無線電力伝送においては、送電装置から放射される磁界（放射磁界）の強度を、電波法に代表される法令に準拠される値以下に抑えることが必要である。

【0003】

放射磁界の強度を抑制するために、予め設定した周波数範囲内で周波数を変調（掃引）することで、放射磁界の強度を時間軸上で分散させるものがある。しかしながら、この技術では、受電装置側で受電電圧のリップルが発生する問題があった。リップルの発生は、

10

20

30

40

50

電気回路への負荷の増大、およびバッテリー寿命の低下に繋がる。

【0004】

そこで、受電側の受電電圧の変動を低減するように、周波数の変調に追従して送電側の入力電圧の振幅を制御する技術がある。しかしながら、この技術では、周波数と入力電圧の振幅との関係のデータテーブルを別途設けるか、あるいは、受電側の受電電圧等の状態を高速に送電側にフィールドバックする必要があった。このため、構成が複雑化する問題があった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2010-193598号公報

【特許文献2】特開2015-33316号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明の実施形態は、周波数掃引を用いた無線電力伝送を、受電側のリップル電圧を抑制しつつ、簡易な構成で実現する。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の実施形態としての送電装置は、送電ユニットと、周波数制御回路と、電圧制御回路とを備える。前記送電ユニットは、交流電力に応じた磁界をコイルで発生させて、前記磁界を受電ユニットのコイルに結合させることにより、前記交流電力を伝送する。前記周波数制御回路は、前記送電の間、前記交流電力の周波数を掃引する。前記電圧制御回路は、前記受電ユニットで受電される電力の電圧と前記交流電力の電圧との比の目標条件に基づいて、前記交流電力の電圧を制御する。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】第1の実施形態に係る無線電力伝送システムの全体構成を示す図。

【図2】送電装置の具体例を示す図。

【図3】送電共振器および受電共振器の具体例を示す図。

【図4】受電装置の具体例を示す図。

【図5】周波数掃引の例を示す図。

【図6】シミュレーション結果を示す図。

【図7】シミュレーション結果を示す図。BR>

【図8】第1の実施形態に係る制御回路の動作のフローチャート。

【図9】第2の実施形態に係る無線電力伝送システムを示す図。

【図10】第2の実施形態に係る制御回路の動作のフローチャート。

【図11】第3の実施形態に係る無線電力伝送システムを示す図。

【図12】第3の実施形態に係る無線電力伝送システムの動作のフローチャート。

【図13】第4の実施形態に係る無線電力伝送システムを示す図。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態について説明する。

【0010】

図1に、本実施形態に係る無線電力伝送システムの全体構成を示す。本システムは、無線で交流電力を送電する送電装置1と、交流電力を受電する受電装置2とを備える。送電装置1は、直流電力から交流電力を生成し、生成した交流電力に応じた磁界を、コイルを含む送電共振器112により発生させる。受電装置2は、当該磁界を、コイルを含む受電共振器211で結合させることで交流電力を受電する。受電装置2は、受電電力を、直流に変換してバッテリー301に充電する。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 1 】

送電装置 1 は、送電ユニット 1 0 1 と、制御回路 1 0 2 とを備える。送電ユニット 1 0 1 は、交流電源装置である高周波電源装置 1 1 1 と、送電共振器 1 1 2 とを備える。制御回路 1 0 2 は、周波数制御回路 1 0 2 A と、電圧制御回路 1 0 2 B とを備える。

【 0 0 1 2 】

受電装置 2 は、受電ユニット 2 0 1 と、バッテリー 3 0 1 とを備える。受電ユニット 2 0 1 は、受電共振器 2 1 1 と受電回路 2 1 2 とを備える。ここでは、バッテリー 3 0 1 は受電装置 2 の一部であるが、受電装置 2 とは別の装置として定義してもよい。

【 0 0 1 3 】

送電ユニット 1 0 1 の高周波電源装置 1 1 1 は、交流電力である高周波電力を生成し、生成した高周波電力を送電共振器 1 1 2 に供給する。高周波電源装置 1 1 1 の構成を具体化した送電装置の例を図 2 に示す。

【 0 0 1 4 】

図 2 において、高周波電源装置 1 1 1 は、交流電源 1 2 1 と、AC / DC コンバータ 1 2 2 と、DC / DC コンバータ 1 2 3 と、インバータ 1 2 4 とを備える。これらの要素 1 2 1 ~ 1 2 4 は、制御回路 1 0 2 に接続されており、制御回路 1 0 2 により制御される。これらの要素 1 2 1 ~ 1 2 4 と制御回路 1 0 2 間で送受信される制御信号またはデータ信号を破線で示している。制御信号の例として、制御回路 1 0 2 が各要素に対する動作を指示する信号がある。データ信号の例として、各要素の動作状態や所定箇所の電圧または電流の値を制御回路 1 0 2 に通知する信号などがある。ここで述べた以外の信号を定義して

10

20

【 0 0 1 5 】

交流電源 1 2 1 は、一定周波数の交流電力（交流電圧および交流電流）を供給する。交流電源 1 2 1 の例として、商用電源がある。商用電源は、例えば、周波数 5 0 H z または 6 0 H z であって、単相 1 0 0 V や 3 相 2 0 0 V の交流電圧を出力する装置である。

【 0 0 1 6 】

AC / DC コンバータ 1 2 2 は、交流電源 1 2 1 に配線（ケーブル等）を介して接続されており、交流電源 1 2 1 から供給される交流電力の電圧を、直流電圧に変換する回路である。

【 0 0 1 7 】

DC / DC コンバータ 1 2 3 は、AC / DC コンバータ 1 2 2 に配線を介して接続されており、AC / DC コンバータ 1 2 2 から供給される直流電圧を、異なる直流電圧に変換（昇圧または降圧）する回路である。DC / DC コンバータ 1 2 3 は、半導体スイッチ等のスイッチング素子を含み、これらのスイッチング素子を制御することで電圧変換を行う。スイッチング素子の動作周波数やパルス幅を制御することで、昇圧比または降圧比（以下、昇降圧比と記載）を制御できる。DC / DC コンバータ 1 2 3 を省略する構成も可能である。

30

【 0 0 1 8 】

インバータ 1 2 4 は、DC / DC コンバータ 1 2 3 に配線を介して接続されており、DC / DC コンバータ 1 2 3 から供給される直流電圧に基づき、交流電力（交流電流および交流電圧）を生成する回路である。ここでは交流電力として高周波電力を生成する。インバータ 1 2 4 は、生成した交流電力を送電共振器 1 1 2 に供給する。インバータ 1 2 4 は、一例としてパルス幅変調（PWM）により交流電力を生成する。パルス幅変調では、パルス幅を制御することで、出力電圧を制御する。例えば一定時間毎にパルスを出力し、パルス幅を大きくすると、高い電圧が出力され、パルス幅を小さくすると、低い電圧が出力される。

40

【 0 0 1 9 】

送電共振器 1 1 2 は、インバータ 1 2 4 と配線を介して接続されている。送電共振器 1 1 2 は、コイル（インダクタ）と、コンデンサ（容量）とを備えた共振回路である。送電共振器 1 1 2 は、インバータ 1 2 4 から受けた高周波電力（高周波電流）に応じた磁界を

50

コイルで発生させ、この磁界を、受電装置の受電共振器 2 1 1 のコイルに結合させることで、無線電力伝送が行われる。

【0020】

高周波電源装置 1 1 1 の構成は、図 2 に限定されない。例えば DC / DC コンバータ 1 2 3 とインバータ 1 2 4 との間に、フィルタ回路などの回路が挿入されてもよい。

【0021】

図 3 (A)、図 3 (B)、図 3 (C) に、送電共振器 1 1 2 の構成例を示す。図 3 (A) の構成では、コイル 4 0 2 の一端側にコンデンサ 4 0 1 が直列に接続されている。コンデンサ 4 0 1 を、図 3 (A) とは反対側、すなわち、コイル 4 0 2 の他端側に接続してもよい。図 3 (B) に示すように、コイル 4 0 5 の両側にコンデンサ 4 0 3、4 0 4 を接続してもよいし、図 3 (C) に示すように、複数のコイル 4 0 7、4 0 8 と、コンデンサ 4 0 6 とを直列に接続してもよい。図 3 (A) ~ 図 3 (C) に示したコイル 4 0 2、4 0 5、4 0 7、4 0 8 は、磁性体コアに巻き付けてもよい。コイル形状としては、スパイラル巻、ソレノイド巻など、任意の巻き方でよい。図 3 (A) ~ 図 3 (C) で示した以外の構成も可能である。

10

【0022】

受電装置 2 の受電ユニット 2 0 1 は、受電共振器 2 1 1 と、受電回路 2 1 2 とを備える。受電共振器 2 1 1 は、送電ユニット 1 0 1 の送電共振器 1 1 2 から放射される磁界と結合することにより無線で交流電力（高周波電力）を受電する。受電共振器 2 1 1 は、送電共振器 1 1 2 と任意の結合係数で結合されている。受電共振器 2 1 1 は、受電した交流電力を受電回路 2 1 2 に供給する。受電共振器 2 1 1 は、送電共振器 1 1 2 と同様、図 3 (A) ~ 図 3 (C) の構成で実現できる。受電共振器 2 1 1 の共振周波数は、送電共振器 1 1 2 の共振周波数と同じか、もしくはこれに近い値を有する。これにより効率的な無線電力伝送が行われる。

20

【0023】

受電回路 2 1 2 は、受電共振器 2 1 1 に配線を介して接続されており、受電共振器 2 1 1 で受電された交流電力を、バッテリー 3 0 1 に適した直流電圧に変換して、出力する。

【0024】

図 4 に、受電回路 2 1 2 の構成を具体化した受電装置の例を示す。受電回路 2 1 2 は、整流器 2 2 1 と、DC / DC コンバータ 2 2 2 とを備えている。

30

【0025】

整流器 2 2 1 は、受電共振器 2 1 1 に配線を介して接続されており、受電共振器 2 1 1 から受けた受電電力（交流電力）を、直流電圧に変換する。すなわち、整流器 2 2 1 は、交流を直流に変換する交流直流変換回路である。整流器 2 2 1 の構成は任意でよいが、一例としてダイオードブリッジで構成される。

【0026】

DC / DC コンバータ 2 2 2 は、整流器 2 2 1 に配線を介して接続されており、整流器 2 2 1 から出力される直流電圧を、バッテリー 3 0 1 で利用可能な電圧（当該一定の直流電圧よりも高い、あるいは、同一、あるいは、低い電圧）に変換して、出力する。DC / DC コンバータ 2 2 2 は、半導体スイッチ等のスイッチング素子を含み、これらのスイッチング素子の動作を制御することで、電圧変換を行う。スイッチング素子の動作周波数を制御することで、昇圧比または降圧比（以下、昇降圧比と記載）を制御できる。

40

【0027】

バッテリー 3 0 1 は、受電回路 2 1 2 の DC / DC コンバータ 2 2 2 から入力される電力を蓄積する装置である。バッテリー 3 0 1 の代わりに、電力を消費する抵抗体（モータ等）を用いてもよい。抵抗体およびバッテリーを総称して、負荷装置と呼ぶ。

【0028】

送電装置 1 における制御回路 1 0 2 は、高周波電源装置 1 1 1 を制御する。高周波電源装置 1 1 1 が図 2 の構成の場合、制御回路 1 0 2 は、交流電源 1 2 1、AC / DC コンバータ 1 2 2、DC / DC コンバータ、インバータ 1 2 4 を制御する。以下の説明では、高

50

周波電源装置 1 1 1 として、図 2 の構成を想定する。また、受電回路 2 1 2 の構成として、図 4 の構成を想定する。

【 0 0 2 9 】

周波数制御回路 1 0 2 A は、高周波電源装置 1 1 1 から出力される交流電力の周波数（すなわち、インバータ 1 2 4 の出力電流の周波数）を、予め定めた周波数範囲で掃引（変調）する。具体的には、開始周波数から終了周波数まで周波数を掃引（周波数を変調）する。周波数の変更は、例えばインバータが備える複数のスイッチング素子の駆動タイミングを制御することで行う。開始周波数と終了周波数は任意に定義すればよい。例えば、開始周波数は、周波数範囲の最低周波数であり、終了周波数は、周波数範囲の最大周波数である。あるいは、開始周波数は、周波数範囲の最大周波数、終了周波数は、周波数範囲の最低周波数でもよい。別の方法で、周波数範囲内で、開始周波数と終了周波数を定義してもよい。周波数の掃引速度および掃引単位幅（1 回あたりの周波数の変更幅）は事前に決めておけばよい。

10

【 0 0 3 0 】

図 5 に周波数掃引の動作例を示す。開始周波数 f_1 から終了周波数 f_N まで周波数掃引を行う。一定幅で周波数 $f_1, f_2, f_3, \dots, f_{N-2}, f_{N-1}, f_N$ が配置されている。 f_1 で送電を開始し、一定時間経ったら、次の周波数 f_2 に移動し、 f_2 で送電を行う。一定時間経ったら、次の周波数 f_3 に移動し、 f_3 で送電を行う。 f_N まで同様の動作を繰り返し行う。 f_N での送電が完了したら、周波数 f_1 に戻る。ここで説明した掃引は一例であり、これに限定されるものではない。例えば 1 回の周波数の変更幅を細かくし、 f_1 から f_N までより滑らかに移動するようにしてもよい。または、 $f_{N-2}, f_3, f_{N-1}, f_2, \dots$ のように飛び飛びの周波数に移動するように、周波数掃引を行ってもよい。

20

【 0 0 3 1 】

制御回路 1 0 2 の電圧制御回路 1 0 2 B は、受電回路 2 1 2 で受電される電力の電圧（整流器 2 2 1 の入力電圧）と送電装置 1 の高周波電源装置 1 1 1 から出力される交流電力の電圧（インバータ 1 2 4 の出力電圧）との比に基づいて、インバータ 1 2 4 の出力電圧を制御する。当該比（以下、単に電圧比と呼ぶ場合がある）は、整流器入力電圧 / インバータ出力電圧により計算しても、インバータ出力電圧 / 整流器入力電圧により計算してもよいが、以下の説明では、前者の場合を想定する。“ / ” は除算を意味する。電圧制御回路 1 0 2 B は、電圧比が、当該電力値の目標条件を満たすように、インバータ 1 2 4 の出力電圧を制御する。

30

【 0 0 3 2 】

目標条件の一例として、目標値（所定の値）に近づく、もしくは目標範囲（所定の範囲）に収まることがある。ただし、目標条件はこれに限定されるものではない。例えば電圧比が目標範囲に滞在する時間の割合が閾値以上であることを条件とするものでもよい。以下の説明では、目標条件として、電圧比が、目標値（所定の値）に近づく、もしくは目標範囲（所定の範囲）に収まる場合を例に説明を行う。

【 0 0 3 3 】

電圧制御回路 1 0 2 B は、目標条件（例えば所定の値または所定の範囲）を、周波数の掃引範囲に基づいて、決定してもよい。

40

【 0 0 3 4 】

このように電圧比を目標条件に基づき制御することで、周波数掃引を行っても、受電側でリップル電圧の発生を抑制することを可能にする。この詳細については後述する。

【 0 0 3 5 】

電圧制御回路 1 0 2 B は、高周波電源装置 1 1 1 内の 1 つまたは複数の所定箇所の電圧または電流またはこれらの両方（以下、電圧 / 電流）を取得し、取得した電圧 / 電流から、整流器 2 2 1 の入力電圧を予測する。高周波電源装置 1 1 1、所定箇所の電圧または電流またはこれらの両方を検出する検出回路を備えている。電圧制御回路 1 0 2 B は、予測した入力電圧を用いて、電圧比を計算する。このために事前に、高周波電源装置 1 1 1 内の 1 つまたは複数の所定箇所の電圧 / 電流と、整流器 2 2 1 の入力電圧との関係を、回路

50

シミュレーションや出荷時の試験により把握する。これらの関係を表すデータを、テーブルまたは計算式により取得し、このデータと、インバータ 1 2 4 の出力電圧とに基づき、整流器 2 2 1 の入力電圧を予測する。

【 0 0 3 6 】

整流器 2 2 1 の入力電圧を予測するための電圧 / 電流を検出する箇所は、整流器 2 2 1 の入力電圧と依存関係のある箇所であれば、どこでもかまわない。一例として、A C / D C コンバータ 1 2 2 の出力電圧、D C / D C コンバータ 1 2 3 の入力電圧、インバータ 1 2 4 の入力電圧、または、D C / D C コンバータ 1 2 3 の出力電圧などがある。また、A C / D C コンバータ 1 2 2、D C / D C コンバータ 1 2 3、インバータ 1 2 4 内の任意の素子の端子の電圧または電流でもよい。

10

【 0 0 3 7 】

ここで、電圧比を、目標条件を満たすように適切に制御することで、周波数掃引を行っても、受電側でリップル電圧の発生を抑制できることについて、詳細に説明する。

【 0 0 3 8 】

図 6 および図 7 に、本発明者らによるシミュレーション結果を示す。図 6 は、整流器 2 2 1 の入力電流（受電共振器の電流）の変動、図 6 はインバータ 1 2 4 の出力電流（送電共振器の電流）の変動について、所定の設定条件の下で行ったシミュレーション結果である。シミュレーションには SPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis) を用いた。

20

【 0 0 3 9 】

シミュレーションの設定条件として、送電共振器および受電共振器の共振周波数が 8 2 k H z であり、送電周波数を 7 0 ~ 9 4 k H z の範囲で変化させる。変化させる範囲の中心周波数は、8 2 k H z であり、これは共振周波数に一致する。

【 0 0 4 0 】

この場合において、周波数偏差（中心周波数からの周波数の変化幅）による受電共振器の電流の変動量を、中心周波数での受電共振器の電流で正規化したもの（変動比）を計算する。この結果が、図 6 に示される。また、周波数偏差による送電共振器の電流の変動量を、中心周波数の送電共振器の電流で正規化したものを計算する。この結果が図 7 に示される。図 6 および図 7 において、横軸が周波数、縦軸は変動比である。

30

【 0 0 4 1 】

ここでシミュレーションでは、 α を、0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8 の 8 通りに設定した。 α は、電圧比、すなわち、整流器 2 2 1 の入力電圧とインバータ 1 2 4 の出力電圧との比（整流器入力電圧 / インバータ出力電圧）を表す。一例として、インバータ 1 2 4 の出力電圧は、当該出力電圧の実効値、整流器 2 2 1 の入力電圧は、当該入力電圧の実効値である。シミュレーションの間は、上述した 7 0 ~ 9 4 k H z の範囲で、周波数掃引を行う。

【 0 0 4 2 】

ここで、7 0 ~ 9 4 k H z の範囲から選択した任意の幅帯域で、周波数掃引を行う場合を考える。例えば 6 k H z 幅で掃引を行うとすると、図 6 より、受電共振器の変動比が小さくなるのは、 $\alpha = 1.2$ のときである。送電共振器の変動比が、小さくなるのは、 $\alpha = 1.8$ のときである。両方に共通して変動比が小さくなる値を選択すると、一例として、 $\alpha = 1.2$ が選ばれる。掃引周波数の範囲を 7 8 ~ 9 4 k H z、またはこの範囲から選択すると、さらに電流の変動を抑えることが可能である。7 8 ~ 9 4 k H z が掃引範囲の場合、この範囲の中心周波数（9 1 k H z）は、送電共振器および受電共振器の共振周波数 8 2 k H z より大きい。

40

【 0 0 4 3 】

周波数制御回路 1 0 2 A の周波数掃引は、一例として、電圧制御回路 1 0 2 B によるインバータ 1 2 4 の出力電圧の調整が完了した後で行い、掃引範囲の 1 回分の掃引（一周分の掃引）を行っている間は、電圧調整を行わないようにしてもよい。掃引の途中で、周波数掃引に追従した電圧調整を行わないことで、構成を簡単にできる。この場合、掃引範

50

囲の1回分の掃引が終わり、開始周波数に戻ったら、再度、インバータ出力電圧の調整を行う。あるいは、掃引範囲で掃引を行っている間も、適宜、電圧調整を行ってもよい。例えば、掃引範囲より短い周波数幅 f の掃引を行うごとに、電圧調整を行ってもよい。これにより、周波数掃引に追従した電圧調整が発生するものの、本実施形態の電圧調整は、電圧比を所定の値に近づけるまたは所定の範囲内に収める簡単なものであるため、大きな負荷は生じない。

【0044】

図8は、本実施形態に係る制御回路102の動作のフローチャートである。

【0045】

ステップS11において、制御回路102の電圧制御回路102Bは、外部の装置から充電制御命令を受信すると、インバータ124の出力電圧を目標電圧まで上昇させるように、立ち上げ動作を行う。外部の装置は、ユーザの入力インタフェース（タッチパネル等）でもよいし、無線電力伝送システムの制御装置でもよいし、その他の装置でもよい。立ち上げ動作時の送電周波数は、送電共振器または受電共振器の共振周波数またはこれに近い周波数でもよいし、掃引周波数範囲内の任意の周波数でもよい。目標電圧の代わりに、目標電流を用いて、インバータ124の出力電流を目標電流まで上昇させてもよい。

10

【0046】

ステップS12において、インバータ124の出力電圧が目標電圧まで達すると、送電が開始され、電圧制御回路102Bは、高周波電源装置111内の1つまたは複数の所定箇所の電圧または電流またはこれらの両方（以下、電圧/電流）を取得する。

20

【0047】

ステップS13において、電圧制御回路102Bは、取得した電圧/電流から、予め取得した関係式またはテーブル等のデータを利用して、受電側の整流器221の入力電圧を予測する。

【0048】

ステップS14において、電圧制御回路102Bは、整流器221の入力電圧とインバータ124の出力電圧との電圧比が、所定の範囲内かどうか、すなわち目標条件を満たすかを判断する。所定の範囲は、例えば、所定値（以下、所定比と記載する場合がある）を1.2とすると、1.15以上1.25以下の範囲である。所定値は、掃引範囲内で周波数を掃引しても、受電共振器の電流および送電共振器の電流の少なくとも一方の変動量が少なくなる値であることが望ましい。電圧制御回路102Bは、所定値または所定の範囲を、周波数の掃引範囲に基づいて、決定してもよい（図6、図7の説明を参照）。例えば当該掃引範囲内で上記変動比の変化幅が最小の電圧比を所定値としてもよい。または、当該電圧比を中心とする一定幅の範囲を所定の範囲としてもよい。ここで述べた以外の方法で決定してもよい。

30

【0049】

当該電圧比が所定の範囲内であれば（S14のYES）、ステップS15において、周波数掃引が開始済みか判断する。フローチャートの処理の開始後、1回目のステップS15では、まだ周波数掃引は開始されていない（S15のNO）。このため、ステップS16に進み、周波数制御回路102Aが、周波数掃引を開始する。この後、ステップS17に進む。

40

【0050】

ステップS17で、充電の終了条件が満たされたか判断する。終了条件の例として、送電開始から一定時間経過した場合、バッテリー301の充電が完了した場合、バッテリーのユーザから終了指示を、入力インタフェースを介して受信した場合などがある。終了条件が満たされた場合（YES）、本処理を終了する。終了条件が満たされない場合（NO）、ステップS12に戻る。

【0051】

ステップS14で、電圧比が所定の範囲内でないと判断した場合は、ステップS18で、一周期分の掃引が終わったかを判断する。すなわち、掃引範囲の開始周波数から終了周

50

波数まで掃引が完了し、次の周期の掃引の開始周波数に戻ったかを判断する。一周期分の掃引が終わっていない場合は（NO）、ステップS 1 7に進む。ステップS 1 7で終了条件が満たされなければ（NO）、ステップS 1 2に戻る。

【0052】

ステップS 1 8で、一周期分の掃引が終わったと判断された場合、ステップS 1 9において、現在計測されるインバータ1 2 4の出力電圧が、所定比（例えば1.2）から計算されるインバータ出力電圧より小さいかを判断する。例えば現在の整流器の入力電圧を V_1 、所定比をHとすると、所定比Hから計算されるインバータ出力電圧は、 V_1 / H である。現在計測されるインバータ1 2 4の出力電圧を V_2 とすれば、 V_2 が V_1 / H より小さいかを判断する。

10

【0053】

現在計測されるインバータ1 2 4の出力電圧が、所定比から計算されるインバータ出力電圧より小さい場合は（ステップS 1 9のYES）、ステップS 1 1において、インバータ1 2 4の出力電圧を増加させる。例えば、現在の出力電圧と、計算された出力電圧と差分だけ出力電圧を増加させる。これにより、電圧比を所定値に近づける、または所定の範囲内に収めることができる。なお、上記の差分だけ出力電圧を増加させる代わりに、予め定めた増加幅 Δ_1 だけ、インバータ1 2 4の出力電圧を増加させるようにしてもよい。

【0054】

一方、現在計測されるインバータ1 2 4の出力電圧が、所定比から計算されるインバータ出力電圧以上の場合は（ステップS 1 9のNO）、ステップS 2 0において、インバータ1 2 4の出力電圧を減少させる。例えば、現在の出力電圧と、計算された出力電圧と差分だけ出力電圧を減少させる。これにより、電圧比を所定値に近づける、または所定の範囲内に収めることができる。なお、上記の差分だけ出力電圧を減少させる代わりに、例えば予め定めた減少幅 Δ_1 だけ、インバータ1 2 4の出力電圧を減少させるようにしてもよい。

20

【0055】

ステップS 1 1またはS 2 0を経た後、ステップS 1 4で電圧比が所定の範囲内でないと判断された場合（S 1 4のNO）、ステップS 1 8でNOとなる。このため、電圧比が所定の範囲内でないと判断されたまま、今回の周期の掃引を終了周波数まで継続して行うこととなる。そして、今回の周期の掃引が完了したときに、電圧比が所定の範囲内でなければ、整流器入力電圧の増加または減少を行う（S 1 1またはS 2 0）。

30

【0056】

本フローチャートの動作では、開始周波数に戻ったときにインバータ1 2 4の出力電圧の調整を行ったが、終了周波数での送電のときにインバータ1 2 4の出力電圧の調整を行ってもよい。また、前述したように、掃引の途中で1回もしくは複数回、インバータ1 2 4の出力電圧の調整を行ってもよい。ステップS 1 4の判断で電圧比が所定の範囲内でないと判断された場合、その時点で（現在の周期完了を待たずに）、電圧調整を行ってもよい。

【0057】

本フローチャートの動作では、送電開始時に、電圧比が所定の範囲内に収まった後、周波数掃引を開始し、掃引開始後、電圧比が所定の範囲外にならなければ、インバータ1 2 4の出力電圧の調整は不要である。よって、処理負荷が大きく低減される。

40

【0058】

このように、電圧比を目標値（所定の値）、または目標範囲（所定の範囲）内に制御しつつ、周波数掃引を行うことで、放射磁界強度を低減させつつ、受電側の受電電流の変動（リップルの発生）を抑制できる。これにより、受電側の電気回路へ大きな負荷がかかることを防止し、またバッテリー寿命の低下を抑制できる。また、所定の値または所定の範囲を、受電側だけでなく、送電側での電流の変動を抑制するように選択することで、送電側の回路への負荷も低減できる。

【0059】

50

また、本動作によれば、送電側は、高周波電源装置内の所定箇所の電圧／電流から整流器の入力電圧を予測する。すなわち、予め当該所定箇所の電圧／電流と、整流器の入力電圧との関係を取得しておき、この関係のデータを利用して、受電側の電圧を予測する。このため、受電装置の状態を送電装置にフィードバックする必要はなく、構成が簡単である。

【 0 0 6 0 】

(第 2 の実施形態)

図 9 は、第 2 の実施形態に係る無線電力伝送システムを示す。図 1 と同じまたは対応する要素には同一の符号を付し、説明は適宜省略する。図 1 のシステムに対して、送電側に通信回路 1 0 3、受電側に通信回路 2 0 3 が追加されている。送電側の通信回路 1 0 3 は、制御回路 1 0 2 に接続されている。受電側の通信回路 2 0 3 は、受電回路 2 1 2 に接続されている。通信回路 1 0 3、2 0 3 は、予め定めた手順に従って、互いに通信を行う。通信は、無線通信でも、有線通信でもよい。無線通信の場合は、通信回路 1 0 3、2 0 3 にはそれぞれ 1 つ以上のアンテナが搭載される。

10

【 0 0 6 1 】

第 1 の実施形態では、送電側の電圧制御回路 1 0 2 B が、高周波電源装置 1 1 1 内の所定箇所の電圧／電流から、受電側の整流器 2 2 1 の入力電圧（受電回路 2 1 2 の入力電圧）を予測した。本実施形態では、整流器 2 2 1 の入力電圧を予測するのではなく、電圧制御回路 1 0 2 B は、受電側の通信回路 2 0 3 から、整流器 2 2 1 の入力電圧を表す情報を取得する。具体的には、通信回路 1 0 3 が通信回路 2 0 3 から当該情報を受信し、制御回路 1 0 2 の電圧制御回路 1 0 2 B に渡す。

20

【 0 0 6 2 】

受電回路 2 1 2 または整流器 2 2 1 は、入力電圧を検出する検出回路を備えている。検出回路は、検出した入力電圧を表す情報を、通信回路 2 0 3 に通知する。通信回路 2 0 3 は当該情報を送電装置 1 に送信する。検出回路は、予め定めた間隔で入力電圧を検出してもよいし、送電装置から測定指示を受けたタイミングで入力電圧を検出してもよい。後者の場合、電圧制御回路 1 0 2 B は、入力電圧の測定指示を、通信回路 1 0 3 を介して送信する。通信回路 2 0 3 は、測定指示を受信して、受電回路 2 1 2 または整流器 2 2 1 に通知する。

30

【 0 0 6 3 】

図 1 0 は、本実施形態に係る制御回路 1 0 2 の動作のフローチャートである。図 7 のステップ S 1 2 が S 2 1 に、ステップ S 1 3 が S 2 2 に変更されている。ステップ S 2 1 では、インバータの出力電圧を取得する。ステップ S 2 2 では、受電装置から、受電側の整流器 2 2 1 の入力電圧（受電回路 2 1 2 の入力電圧）を表す情報を、通信により取得する。ステップ S 1 4 では、第 1 の実施形態と同様に、整流器 2 2 1 の入力電圧とインバータ 1 2 4 の出力電圧との比が所定の範囲内かを判断する。以降の処理は、第 1 の実施形態と同様である。

【 0 0 6 4 】

本実施形態によれば、送電装置の制御回路 1 0 2 は、整流器 2 2 1 の入力電圧を予測する必要はないため、送電装置の制御回路 1 0 2 の構成を簡単にできる。

40

【 0 0 6 5 】

(第 3 の実施形態)

図 1 1 は、第 3 の実施形態に係る無線電力伝送システムを示す。図 9 と同じまたは対応する要素には同一の符号を付して、説明を適宜省略する。

【 0 0 6 6 】

第 1 または第 2 の実施形態では、整流器 2 2 1 の入力電圧とインバータ 1 2 4 の出力電圧との比（以下、電圧比）が、目標値（所定の値）に近づく、または目標範囲（所定の範囲）に収まるように、インバータ 1 2 4 の出力電圧を制御したが、本実施形態では、インバータ 1 2 4 の出力電圧を制御するのではなく、整流器 2 2 1 の入力電圧を制御することを特徴とする。

50

【 0 0 6 7 】

受電装置 2 は、第 2 制御回路である制御回路 2 0 2 を備える。制御回路 2 0 2 は、電圧比が、目標条件を満たすように、具体的には、所定の値に近づく、または所定の範囲に収まるように、整流器 2 2 1 の入力電圧を制御する。電圧制御回路 2 0 2 は、第 1 の実施形態の電圧制御回路 1 0 2 B と同様に、所定の値または所定の範囲を、周波数の掃引範囲に基づいて、決定してもよい。

【 0 0 6 8 】

送電側の制御回路（第 1 制御回路）1 0 2 の電圧制御回路 1 0 2 B は、インバータ 1 2 4 の出力電圧を表す情報を、高周波電源装置 1 1 1 から取得し、取得した情報を、通信回路 1 0 3 から送信する。受電側の通信回路 2 0 3 は、当該情報を受信し、受信した情報を制御回路 2 0 2 に渡す。これにより、制御回路 2 0 2 は、インバータ 1 2 4 の出力電圧を把握する。

10

【 0 0 6 9 】

図 1 2 は、本実施形態に係る無線電力伝送システムの動作のフローチャートを示す。

ステップ S 3 1 において、送電装置 1 の電圧制御回路 1 0 2 B は、外部の装置から充電制御命令を受信すると、インバータ 1 2 4 の出力電圧（送電電圧）を目標電圧まで上昇させる立ち上げ動作を行う。

【 0 0 7 0 】

ステップ S 3 2 において、受電装置 2 の制御回路 2 0 2 は、インバータ 1 2 4 の出力電圧を表す情報を、送電装置 1 から取得する。

20

【 0 0 7 1 】

ステップ S 3 3 において、受電装置 2 の制御回路 2 0 2 は、整流器 2 2 1 の入力電圧を表す情報を、受電回路 2 1 2 から取得する。

【 0 0 7 2 】

ステップ S 3 4 において、受電装置 2 の制御回路 2 0 2 は、電圧比（整流器 2 2 1 の入力電圧とインバータ 1 2 4 の出力電圧との比）が所定の範囲内かどうかを判断する。

【 0 0 7 3 】

所定の範囲内と判断した場合（ステップ S 3 4 の Y E S ）、ステップ S 3 5 において、受電装置 2 の制御回路 2 0 2 は、周波数掃引が開始済みかを判断する。まだ開始されていないため（S 3 5 の N O ）、ステップ S 3 6 に進み、受電装置 2 の制御回路 2 0 2 は、通信回路 2 0 3 を介して、電圧調整が完了した旨の通知を送電装置 1 に送信する。当該通知を受信した送電装置 1 の制御回路 1 0 2 は、周波数掃引を開始する。この後、ステップ S 3 7 に進む。

30

【 0 0 7 4 】

ステップ S 3 7 において、充電の終了条件が満たされたか判断する。終了条件の例として、受電装置 2 の制御回路 2 0 2 が、送電装置から送電終了指示を受信した場合、バッテリーのユーザから終了指示を、入力インタフェース（タッチパネル等）を介して受信した場合などがある。終了条件が満たされた場合（ステップ S 3 7 の Y E S ）、本処理を終了する。終了条件が満たされない場合（ステップ S 3 7 の N O ）、ステップ S 3 2 に戻る。

【 0 0 7 5 】

ステップ S 3 4 で、受電装置 2 の制御回路 2 0 2 が、電圧比が所定の範囲内でないと判断した場合は（ステップ S 3 4 の N O ）、ステップ S 3 8 で、一周期分の掃引が終わったか（すなわち、開始周波数に戻ったか）を判断する。例えば、一周期分の掃引が終わったかどうかは、送電装置から一周期分の掃引が終わったことの情報を受信したかどうかで判断してもよいし、掃引の開始から一定時間が経過したかで判断してもよい。あらかじめ掃引する周波数の順序を把握している場合、周波数の変化を監視し、終了周波数での送電が行われたか、あるいは、開始周波数に戻った場合は、一周期分の掃引が終わったと判断してもよい。ここで述べた以外の方法で判断してもよい。一周期分の掃引が終わってないと判断した場合は（ステップ S 3 8 の N O ）、ステップ S 3 7 に進み、一周期分の掃引が終わったと判断した場合は（ステップ S 3 8 の Y E S ）、ステップ S 3 9 に進む。本フロー

40

50

チャートの処理の開始後、まだ一度も掃引が開始されていない場合は、ステップ S 3 9 に進む。

【 0 0 7 6 】

ステップ S 3 9 では、現在計測される整流器 2 2 1 の入力電圧が、所定値（所定比）から計算される整流器入力電圧より小さいかを判断する。例えば現在のインバータ 1 2 4 の出力電圧を V_2 、所定比を H とすると、所定比 H から計算される整流器入力電圧は、 $V_2 \times H$ である。現在計測される整流器 2 2 1 の入力電圧を V_1 とすれば、 V_1 が $V_2 \times H$ より小さいかを判断する。

【 0 0 7 7 】

現在計測される整流器 2 2 1 の入力電圧が、所定比から計算される整流器入力電圧より小さい場合は（ステップ S 3 9 の YES）、ステップ S 4 0 において、制御回路 2 0 2 は、整流器 2 2 1 の入力電圧を増加させる。例えば、現在の入力電圧と、計算された入力電圧と差分だけ入力電圧を増加させる。これにより、電圧比を所定値に近づける、または所定の範囲内に収めることができる。あるいは、予め定めた増加幅 Δ_2 だけ、整流器 2 2 1 の入力電圧を増加させるようにしてもよい。

10

【 0 0 7 8 】

一方、受電装置 2 の制御回路 2 0 2 は、現在計測される整流器 2 2 1 の入力電圧が、所定比から計算される整流器入力電圧以上の場合は（ステップ S 4 1 の NO）、整流器 2 2 1 の入力電圧を減少させる。例えば、現在の入力電圧と、計算された入力電圧と差分だけ入力電圧を減少させる。これにより、電圧比を所定値に近づける、または所定の範囲内に収めることができる。あるいは、予め定めた減少幅 Δ_2 だけ、整流器 2 2 1 の入力電圧を減少させるようにしてもよい。

20

【 0 0 7 9 】

整流器 2 2 1 の入力電圧の増加または減少は、例えば DC / DC コンバータ 2 2 2 の昇降圧比を変更することで行ってもよいし、受電回路 2 1 2 のインピーダンスを変更してもよい。所定の回路を整流器 2 2 1 と受電共振器 2 1 1 との間に配置し、当該所定の回路のインピーダンスを調整してもよい。

【 0 0 8 0 】

ステップ S 3 2、3 3 を経た後、ステップ S 3 4 で電圧比が所定の範囲内でないと判断された場合（S 3 4 の NO）、ステップ S 3 8 の NO となり、電圧比が所定の範囲内でないと判断されたまま、今回の周期の掃引を終了周波数まで継続して行う。そして、今回の周期の掃引が完了時に、電圧比が所定の範囲内でなければ、整流器入力電圧の増加または減少を行う（S 4 0 または S 3 8）。

30

【 0 0 8 1 】

本フローチャートの動作では、ステップ S 3 1 でインバータ 1 2 4 の出力電圧を立ち上げた後、電圧比が所定の範囲内になった場合に、周波数掃引を開始したが、インバータ 1 2 4 の出力電圧を立ち上げた時点で、周波数掃引を開始してもよい。この場合、ステップ S 3 5、S 3 6 は不要である。

【 0 0 8 2 】

本フローチャートの動作では、一周期分の掃引が行われるごとに整流器 2 2 1 の入力電圧の調整を行ったが、第 1 または第 2 の実施形態と同様に、掃引範囲において一定の周波数幅 f だけ変化するとともに、入力電圧の調整を行ってもよいし、その他の任意のタイミングで入力電圧の調整を行ってもよい。ステップ S 3 4 の判断で電圧比が所定の範囲内でないと判断された場合、その時点で（現在の周期完了を待たずに）、電圧調整を行ってもよい。

40

【 0 0 8 3 】

本実施形態では、インバータ 1 2 4 の出力電圧を、送電装置 1 からインバータ 1 2 4 の出力電圧を表す情報を受信することで把握したが、第 1 の実施形態と同様に、受電回路 2 1 2 内の 1 つ又は複数の所定箇所の電圧 / 電流から、インバータ 1 2 4 の出力電圧を推測するようにしてもよい。この場合、受電回路 2 1 2 内の 1 つ又は複数の所定箇所の電圧 /

50

電流と、インバータ124の出力電圧とを対応づけたデータを用意し、このデータを利用して推測すればよい。

【0084】

本実施形態によれば、受電装置側で、電圧比を所定の値、または所定の範囲内に調整することで、送電側で周波数掃引を行っても、受電側の受電電流の変動を抑制することができる。

【0085】

(第4の実施形態)

図13は、第4の実施形態に係る無線電力伝送システムを示す。図1、図2および図4と同じまたは対応する要素には同一の符号を付して、説明を適宜省略する。

10

【0086】

第1の実施形態では、送電共振器および受電共振器はそれぞれ1つであったが、本実施形態ではそれぞれ2つの場合を示す。つまり、2系統で無線電力伝送を行う。

【0087】

送電共振器112Aと送電共振器112Bのそれぞれが、インバータ124の出力端子(プラス端子、マイナス端子)に接続されている。ただし、接続の極性は互いに逆になっている。すなわち、送電共振器112Aのプラス端子はインバータ124のプラス端子に接続され、送電共振器112Aのマイナス端子は、インバータ124のマイナス端子に接続されている。一方、送電共振器112Bのプラス端子はインバータ124のマイナス端子に接続され、送電共振器112Bのマイナス端子は、インバータ124のプラス端子に接続されている。これにより、インバータ124から出力された電流は、互いに180度または略180度だけ位相のずれた電流(逆相の電流)として、送電共振器112Aと送電共振器112Bに入力される。このように逆相にすることで、送電共振器112Aと送電共振器112Bから放射する磁界を遠方で互いに打ち消し、これにより漏洩磁界を低減する。なお、磁界の打ち消し効果を得るために、必ずしも180度の位相差である必要はなく、例えば180度に対しプラスマイナスの範囲の位相差を持たせることで、所望の程度の低減効果を得るようにしてもよい。

20

【0088】

送電共振器112Aと送電共振器112Bで発生させられた磁界は、それぞれ受電共振器211A、211Bで結合される。受電共振器211Aと受電共振器211Bは、整流器221の入力端子(プラス端子、マイナス端子)に接続されている。ただし、接続の極性は互いに逆になっている。すなわち、受電共振器211Aのプラス端子は整流器221のプラス端子に接続され、受電共振器211Aのマイナス端子は、整流器221のマイナス端子に接続されている。一方、受電共振器211Bのプラス端子は整流器221のマイナス端子に接続され、受電共振器211Bのマイナス端子は、整流器221のプラス端子に接続されている。これにより、受電共振器211Aと受電共振器211Bからは同相の電流が出力され、これらの電流の合計に応じた合計電力が整流器221に供給される。

30

【0089】

本実施形態では、2系統で無線電力伝送を行ったが、3系統以上でもよい。この場合、系統数をNとすると、360度/Nまたは略360度/Nだけずれた位相が、N個の送電共振器にそれぞれ入力されるように、インバータ124の出力電流の位相を制御すればよい。

40

【0090】

他の構成は、第1の実施形態と同じである。制御回路102の電圧制御回路102Bは、整流器221の入力電圧とインバータ124の出力電圧との比が所定の値に近づくように、もしくは所定の範囲内になるように、インバータ124の出力電圧を制御すればよい。本実施形態のように、系統数を2以上にする形態は、第2および第3の実施形態にも同様に適用可能である。

【0091】

なお、本発明は上記実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要

50

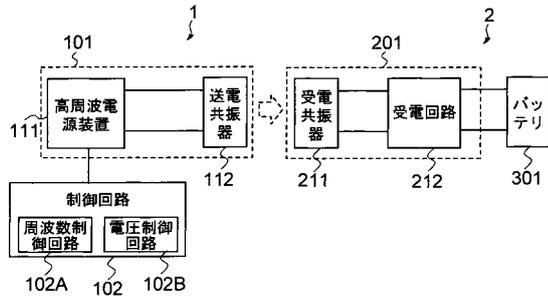
旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

【符号の説明】

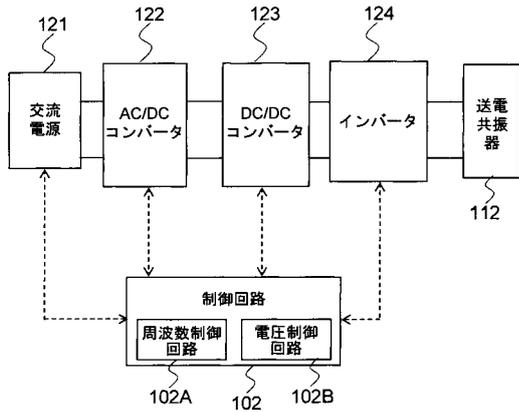
【0092】

1	：送電装置	
2	：受電装置	
101	：送電ユニット	
102	：制御回路	10
102A	：周波数制御回路	
102B	：電圧制御回路	
103	：通信回路	
111	：高周波電源装置	
112	：送電共振器	
112A	：送電共振器	
112B	：送電共振器	
121	：交流電源	
122	：AC / DCコンバータ	
123	：DC / DCコンバータ	20
124	：インバータ	
211	：受電共振器	
211A	：受電共振器	
211B	：受電共振器	
201	：受電ユニット	
202	：制御回路	
203	：通信回路	
221	：整流器（整流回路）	
222	：DC / DCコンバータ	
301	：バッテリー	30
401、403、404、406	：コンデンサ	
402、405、407、408	：コイル	

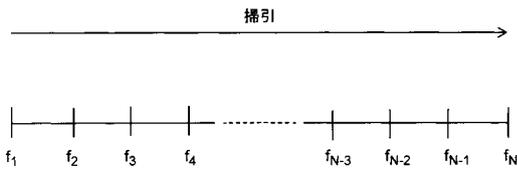
【 図 1 】



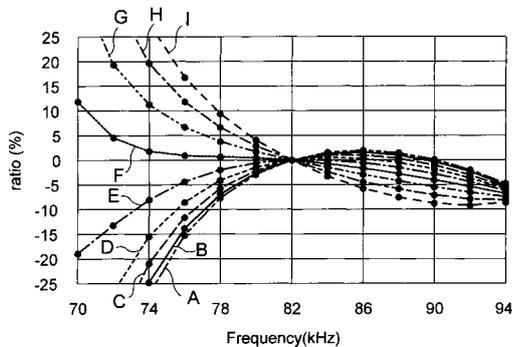
【 図 2 】



【 図 5 】



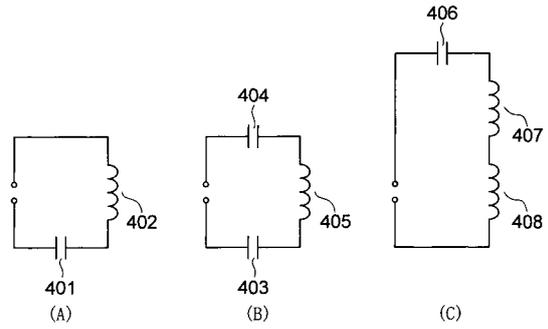
【 図 6 】



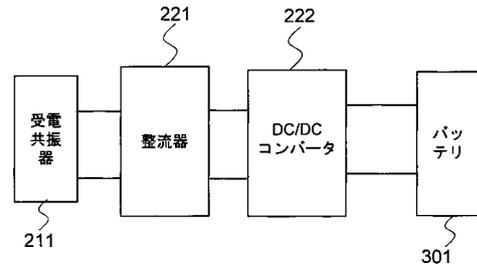
- A: $\beta=0.2$ B: $\beta=0.4$ C: $\beta=0.6$
- D: $\beta=0.8$ E: $\beta=1.0$ F: $\beta=1.2$
- G: $\beta=1.4$ H: $\beta=1.6$ I: $\beta=1.8$

受電共振器の電流 (整流器への入力電流)

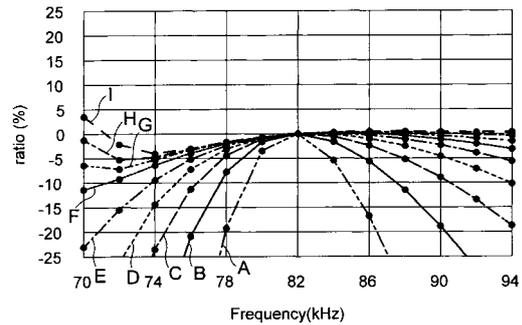
【 図 3 】



【 図 4 】



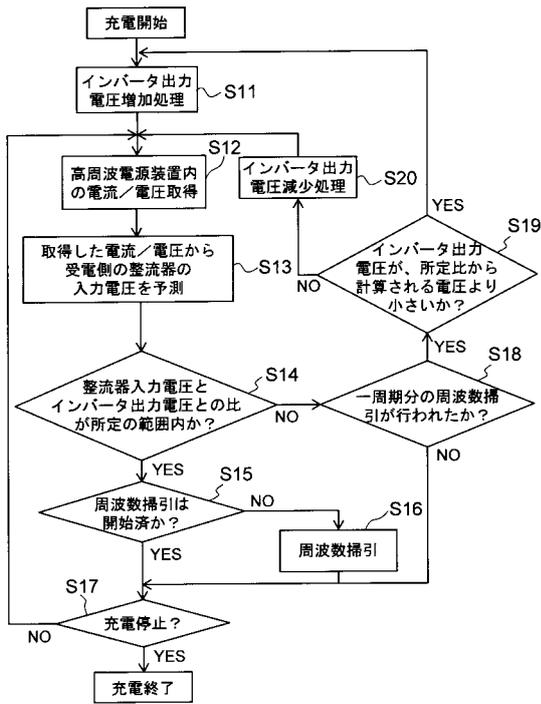
【 図 7 】



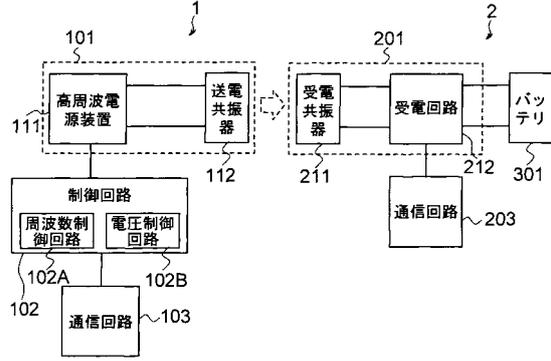
- A: $\beta=0.2$ B: $\beta=0.4$ C: $\beta=0.6$
- D: $\beta=0.8$ E: $\beta=1.0$ F: $\beta=1.2$
- G: $\beta=1.4$ H: $\beta=1.6$ I: $\beta=1.8$

送電共振器の電流 (インバータの出力電流)

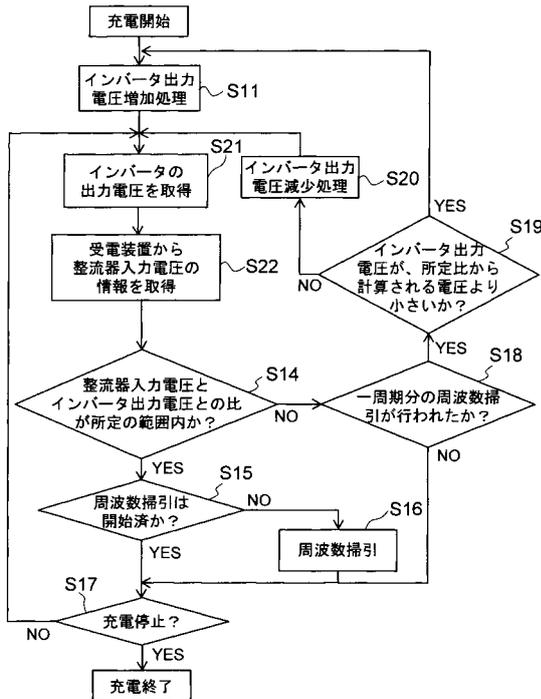
【図 8】



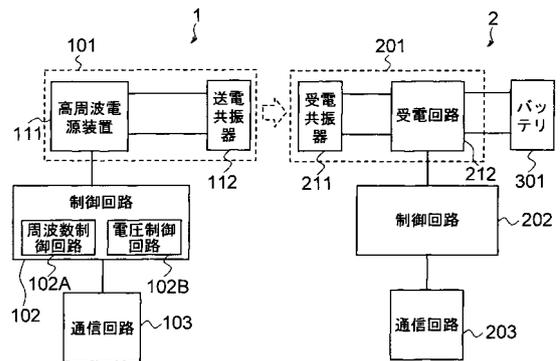
【図 9】



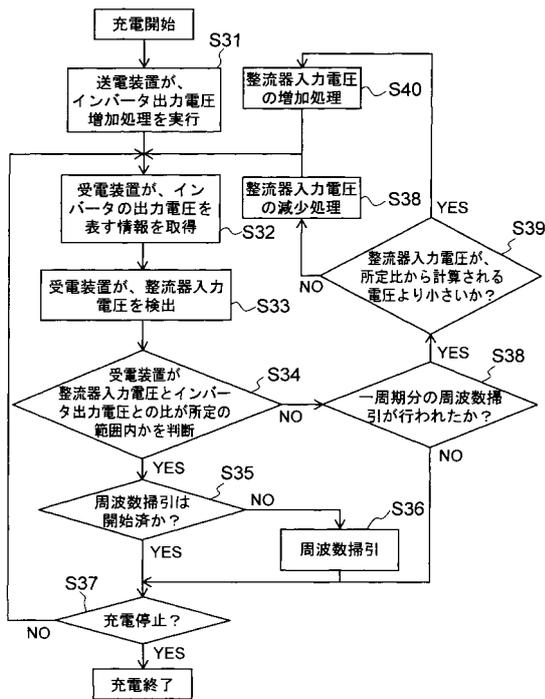
【図 10】



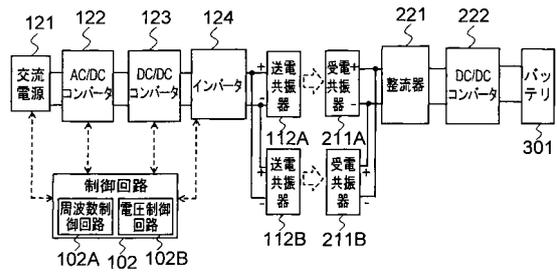
【図 11】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



フロントページの続き

- (72)発明者 鈴木 正俊
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 兼清 靖弘
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 司城 徹
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 小川 健一郎
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 小倉 浩嗣
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 尾林 秀一
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 石田 正明
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- Fターム(参考) 5G503 BA01 BB01 GB03 GB06 GB08