

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5962408号
(P5962408)

(45) 発行日 平成28年8月3日 (2016.8.3)

(24) 登録日 平成28年7月8日 (2016.7.8)

(51) Int.Cl.

F I

HO 2 J 50/12 (2016.01)

HO 2 J 50/80 (2016.01)

HO 2 J 7/00 (2006.01)

HO 2 J 50/12

HO 2 J 50/80

HO 2 J 7/00 3 O 1 D

請求項の数 4 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2012-221260 (P2012-221260)	(73) 特許権者	000003218
(22) 出願日	平成24年10月3日 (2012.10.3)		株式会社豊田自動織機
(65) 公開番号	特開2014-75884 (P2014-75884A)		愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地
(43) 公開日	平成26年4月24日 (2014.4.24)	(74) 代理人	100068755
審査請求日	平成27年3月9日 (2015.3.9)		弁理士 恩田 博宣
		(74) 代理人	100105957
			弁理士 恩田 誠
		(72) 発明者	恒川 裕輝
			愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会
			社 豊田自動織機 内
		(72) 発明者	近藤 直
			愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会
			社 豊田自動織機 内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 受電機器及び非接触電力伝送装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

交流電力を出力する交流電源及び前記交流電力が入力される1次側コイルを有する送電機器から非接触で前記交流電力を受電可能な受電機器において、

前記1次側コイルから前記交流電力を受電可能な2次側コイルと、
入力される電力の電力値に応じてインピーダンスが変動する変動負荷と、
前記2次側コイルと前記変動負荷との間に設けられ、インピーダンスが可変に構成されたインピーダンス変換部と、

前記交流電源から出力されている前記交流電力の電力値を把握する把握部と、
を備え、

前記インピーダンス変換部のインピーダンスは、前記交流電源から出力されている前記交流電力の電力値が変動していないことが前記把握部により把握されている状況において前記1次側コイル及び前記2次側コイルの相対位置に依存する電気的特性が変動した場合に可変制御されることを特徴とする受電機器。

【請求項 2】

前記電気的特性は、伝送効率、前記2次側コイルにて受電される交流電力の電力値、反射波電力の電力値、及びインピーダンスの少なくとも一方であることを特徴とする請求項1に記載の受電機器。

【請求項 3】

前記インピーダンス変換部としての第1のインピーダンス変換部と、

前記第 1 のインピーダンス変換部と前記変動負荷との間に設けられ、インピーダンスが可変に構成された第 2 のインピーダンス変換部と、
を備え、

前記第 2 のインピーダンス変換部のインピーダンスは、前記交流電源から出力されている前記交流電力の電力値が変動した場合に可変制御されることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の受電機器。

【請求項 4】

前記送電機器と、

請求項 1 ～ 3 のうちいずれか一項に記載の受電機器と、
を備えていることを特徴とする非接触電力伝送装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、受電機器及び非接触電力伝送装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、電源コードや送電ケーブルを用いない非接触電力伝送装置の受電機器として、例えば磁場共鳴を用いたものが知られている。例えば特許文献 1 の受電機器は、送電機器に設けられた 1 次側コイルと磁場共鳴可能な 2 次側コイルを備えている。そして、1 次側コイルと 2 次側コイルとが磁場共鳴することにより、送電機器から受電機器に交流電力が伝送される。また、受電機器には、整流器と車両用バッテリーとが設けられており、受電した交流電力は、整流器により直流電力に整流され、車両用バッテリーに入力される。これにより、車両用バッテリーが充電される。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2009 - 106136 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

30

ここで、上記のような受電機器及び非接触電力伝送装置においては、例えばバッテリー等といった、入力される電力の電力値に応じてインピーダンスが変動する変動負荷が設けられている構成において各コイルの位置ずれが発生すると、伝送効率が低下し易い。

【0005】

なお、上記の事情は、磁場共鳴を用いて非接触の電力伝送を行うものに限られず、電磁誘導を用いて非接触で電力伝送を行うものについても同様である。

本発明の目的は、上述した事情に鑑みてなされたものであり、伝送効率の低下を好適に抑制することができる受電機器、及びその受電機器を備えた非接触電力伝送装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

40

【0006】

上記目的を達成するために、請求項 1 に係る発明は、交流電力を出力する交流電源及び前記交流電力が入力される 1 次側コイルを有する送電機器から非接触で前記交流電力を受電可能な受電機器において、前記 1 次側コイルから前記交流電力を受電可能な 2 次側コイルと、入力される電力の電力値に応じてインピーダンスが変動する変動負荷と、前記 2 次側コイルと前記変動負荷との間に設けられ、インピーダンスが可変に構成されたインピーダンス変換部と、前記交流電源から出力されている前記交流電力の電力値を把握する把握部と、を備え、前記インピーダンス変換部のインピーダンスは、前記交流電源から出力されている前記交流電力の電力値が変動していないことが前記把握部により把握されている状況において前記 1 次側コイル及び前記 2 次側コイルの相対位置に依存する電気的特性が

50

変動した場合に可変制御されることを特徴とする。

【 0 0 0 7 】

かかる発明によれば、交流電源から出力されている交流電力の電力値が変動していない状況において各コイルの相対位置に依存する電気的特性が変動した場合に、インピーダンス変換部のインピーダンスを可変制御することにより、伝送効率の低下を抑制することができる。

【 0 0 0 8 】

また、交流電源から出力されている交流電力の電力値が変動していない状況においては、変動負荷のインピーダンスは変動しにくい。このため、仮に上記電気的特性が変動負荷のインピーダンスにも依存する場合であっても、交流電源から出力されている交流電力の電力値が変動していない状況において上記電気的特性が変動した場合には、各コイルの相対位置が変動したとみなすことができる。よって、変動負荷のインピーダンスの変動を考慮することなく、インピーダンス変換部のインピーダンスの可変制御を行うことができるため、可変制御の簡素化及びインピーダンス変換部の構成の簡素化を図ることができる。

【 0 0 0 9 】

請求項 2 に係る発明は、前記電気的特性は、伝送効率、前記 2 次側コイルにて受電される交流電力の電力値、反射波電力の電力値、及びインピーダンスの少なくとも一方であることを特徴とする。かかる発明によれば、電気的特性として、伝送効率、2 次側コイルにて受電される交流電力の電力値、反射波電力の電力値、及びインピーダンスの少なくとも一方を採用することにより、各コイルの相対位置の変動を検知することができる。

【 0 0 1 0 】

この場合、上記各パラメータは、各コイルの相対位置だけでなく、変動負荷のインピーダンスにも依存するため、上記各パラメータが変動した場合、その変動の要因を特定することが困難な場合がある。

【 0 0 1 1 】

これに対して、交流電源から出力されている交流電力の電力値が変動していないことに着目することにより、各パラメータの変動の要因が各コイルの相対位置の変動であると特定することができる。これにより、上記各パラメータを用いて、各コイルの相対位置の変動に好適に対応することができる。

【 0 0 1 2 】

請求項 3 に係る発明は、前記インピーダンス変換部としての第 1 のインピーダンス変換部と、前記第 1 のインピーダンス変換部と前記変動負荷との間に設けられ、インピーダンスが可変に構成された第 2 のインピーダンス変換部と、を備え、前記第 2 のインピーダンス変換部のインピーダンスは、前記交流電源から出力されている前記交流電力の電力値が変動した場合に可変制御されることを特徴とする。かかる発明によれば、各コイルの相対位置の変動に対応するインピーダンス変換部と、交流電力の電力値の変動に伴う変動負荷のインピーダンスの変動に対応するインピーダンス変換部とが区別されている。これにより、一方の変動に対応することに起因して他方の変動に対応することができないといった不都合を回避することができる。

【 0 0 1 3 】

請求項 4 に係る発明は、非接触電力伝送装置において、前記送電機器と、請求項 1 ～ 3 のうちいずれか一項に記載の受電機器と、を備えていることを特徴とする。かかる発明によれば、非接触電力伝送装置において伝送効率の低下を好適に抑制することができる。

【発明の効果】

【 0 0 1 4 】

この発明によれば、伝送効率の低下を好適に抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 5 】

【図 1】非接触電力伝送装置の回路図。

【図 2】(a) , (b) は送電器と受電器との相対位置を説明するための概念図。

【図 3】別例の非接触電力伝送装置の回路図。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明に係る受電機器を備えた非接触電力伝送装置（非接触電力伝送システム）の一実施形態について説明する。

図 1 に示すように、非接触電力伝送装置 10 は、地上に設けられた地上側機器 11 と、車両に搭載された車両側機器 21 とを備えている。地上側機器 11 が送電機器（1 次側機器）に対応し、車両側機器 21 が受電機器（2 次側機器）に対応する。

【0017】

地上側機器 11 は、所定の周波数の高周波電力（交流電力）を出力可能な高周波電源 12（交流電源）を備えている。高周波電源 12 は、インフラとしての系統電源から入力される電力を高周波電力に変換し、その変換された高周波電力を出力可能に構成されている。なお、高周波電源 12 は、異なる電力値の高周波電力を出力可能に構成されている。

【0018】

高周波電源 12 から出力された高周波電力は、非接触で車両側機器 21 に伝送され、車両側機器 21 に設けられた負荷 22 に入力される。具体的には、非接触電力伝送装置 10 は、地上側機器 11 及び車両側機器 21 間の電力伝送を行うものとして、地上側機器 11 に設けられた送電器 13（1 次側共振回路）と、車両側機器 21 に設けられた受電器 23（2 次側共振回路）とを備えている。

【0019】

送電器 13 及び受電器 23 は同一の構成となっており、両者は磁場共鳴可能に構成されている。具体的には、送電器 13 は、並列に接続された 1 次側コイル 13a 及び 1 次側コンデンサ 13b からなる共振回路で構成されている。受電器 23 は、並列に接続された 2 次側コイル 23a 及び 2 次側コンデンサ 23b からなる共振回路で構成されている。両者の共振周波数は同一に設定されている。

【0020】

かかる構成によれば、高周波電源 12 から高周波電力が送電器 13（1 次側コイル 13a）に入力された場合、送電器 13 と受電器 23（2 次側コイル 23a）とが磁場共鳴する。これにより、受電器 23 は送電器 13 のエネルギーの一部を受け取る。すなわち、受電器 23 は、送電器 13 から高周波電力を受電する。

【0021】

受電器 23 にて受電された高周波電力が入力される負荷 22 には、高周波電力を直流電力に整流するものであって、予め定められた閾値電圧値が印加されることで動作する半導体素子（ダイオード）を有する整流器（整流部）と、その直流電力が入力される車両用バッテリー（蓄電装置）とが含まれている。受電器 23 にて受電された高周波電力は、車両用バッテリーの充電に用いられる。

【0022】

地上側機器 11 には、高周波電源 12 の制御を行う電源側コントローラ 14 が設けられている。また、車両側機器 21 には、電源側コントローラ 14 と無線通信可能な車両側コントローラ 24 が設けられている。非接触電力伝送装置 10 は、各コントローラ 14、24 間での情報のやり取りを通じて、電力伝送の開始又は終了等を行う。

【0023】

情報のやり取りの具体的な例としては、例えば、電源側コントローラ 14 は、高周波電源 12 からの高周波電力の出力が開始された場合、又は当該高周波電力の電力値が変更された場合には、高周波電力の電力値に関する情報を車両側コントローラ 24 に送信する。車両側コントローラ 24 は、その情報を受信することにより、高周波電源 12 から出力されている高周波電力の電力値を把握する。つまり、車両側コントローラ 24 は、高周波電源 12 から出力されている高周波電力の電力値を把握する把握部であるとも言える。この場合、車両側コントローラ 24 は、高周波電力の電力値に関する情報を受信しない限り、電力値の変更が行われていない、すなわち高周波電源 12 から出力されている高周波電力

10

20

30

40

50

の電力値が変動していないと判断する。

【 0 0 2 4 】

車両側機器 2 1 には、車両用バッテリーの充電量を検知する検知センサ 2 5 が設けられている。検知センサ 2 5 は、検知結果を車両側コントローラ 2 4 に送信する。これにより、車両側コントローラ 2 4 は、車両用バッテリーの充電量を把握することが可能となっている。

【 0 0 2 5 】

非接触電力伝送装置 1 0 は、複数のインピーダンス変換器 3 1 ~ 3 3 を備えている。詳細には、非接触電力伝送装置 1 0 は、地上側機器 1 1 において高周波電源 1 2 と送電器 1 3 との間に設けられた 1 次側インピーダンス変換部としての第 1 インピーダンス変換器 3 1 を備えているとともに、車両側機器 2 1 において受電器 2 3 と負荷 2 2 との間に設けられた第 2 インピーダンス変換器 3 2 及び第 3 インピーダンス変換器 3 3 を備えている。第 2 インピーダンス変換器 3 2 が「インピーダンス変換部」又は「第 1 のインピーダンス変換部」に対応し、第 3 インピーダンス変換器 3 3 が「第 2 のインピーダンス変換部」に対応する。第 2 インピーダンス変換器 3 2 は受電器 2 3 に接続されており、第 3 インピーダンス変換器 3 3 は負荷 2 2 に接続されている。

【 0 0 2 6 】

第 1 インピーダンス変換器 3 1 は、第 1 インダクタ 3 1 a 及び第 1 キャパシタ 3 1 b からなる逆 L 型の LC 回路で構成されている。第 2 インピーダンス変換器 3 2 は、第 2 インダクタ 3 2 a 及び第 2 キャパシタ 3 2 b からなる L 型の LC 回路で構成されている。第 3 インピーダンス変換器 3 3 は、第 3 インダクタ 3 3 a 及び第 3 キャパシタ 3 3 b からなる逆 L 型の LC 回路で構成されている。

【 0 0 2 7 】

ここで、本発明者らは、受電器 2 3 (2 次側コイル 2 3 a) の出力端から負荷 2 2 までのインピーダンスの実部が、送電器 1 3 及び受電器 2 3 間の伝送効率に寄与していることを見出した。具体的には、受電器 2 3 の出力端から負荷 2 2 までのインピーダンスの実部には、相対的に他の抵抗値よりも高い伝送効率となる特定抵抗値 R_{out} が存在することを見出した。換言すれば、受電器 2 3 の出力端から負荷 2 2 までのインピーダンスの実部には、所定の抵抗値 (第 1 抵抗値) よりも伝送効率が高くなる特定抵抗値 R_{out} (第 2 抵抗値) が存在することを見出した。

【 0 0 2 8 】

詳細には、仮に送電器 1 3 の入力端に仮想負荷 X_1 を設けた場合において、当該仮想負荷 X_1 の抵抗値を R_{a1} とし、受電器 2 3 (詳細には受電器 2 3 の出力端) から仮想負荷 X_1 までの抵抗値を R_{b1} とすると、特定抵抗値 R_{out} は $\sqrt{(R_{a1} \times R_{b1})}$ である。

【 0 0 2 9 】

第 2 インピーダンス変換器 3 2 及び第 3 インピーダンス変換器 3 3 は、上記知見に基づいて、受電器 2 3 の出力端から負荷 2 2 までのインピーダンス (第 2 インピーダンス変換器 3 2 の入力端のインピーダンス) が特定抵抗値 R_{out} に近づく (好ましくは一致する) ように負荷 2 2 のインピーダンス Z_L をインピーダンス変換する。

【 0 0 3 0 】

ここで、高周波電源 1 2 から出力される高周波電力の電力値は、高周波電源 1 2 の出力端から負荷 2 2 までのインピーダンス、すなわち第 1 インピーダンス変換器 3 1 の入力端のインピーダンスに依存する。

【 0 0 3 1 】

かかる構成において、第 1 インピーダンス変換器 3 1 は、高周波電源 1 2 から所望の電力値の高周波電力が出力されるべく、受電器 2 3 の出力端から負荷 2 2 までのインピーダンスが特定抵抗値 R_{out} に近づいている状況における送電器 1 3 の入力端から負荷 2 2 までのインピーダンス Z_{in} をインピーダンス変換する。例えば、負荷 2 2 の車両用バッテリーに対して入力される直流電力の電力値が充電に適した電力値となるのに要する高周波

10

20

30

40

50

電源 1 2 の出力電力の電力値を、充電に適した電力値の高周波電力とする。そして、高周波電源 1 2 から充電に適した電力値の高周波電力が出力されるための高周波電源 1 2 の出力端から負荷 2 2 までのインピーダンス（第 1 インピーダンス変換器 3 1 の入力端のインピーダンス）を、充電に適した入力インピーダンス Z_t とする。この場合、第 1 インピーダンス変換器 3 1 は、高周波電源 1 2 の出力端から負荷 2 2 までのインピーダンスが上記充電に適した入力インピーダンス Z_t となるように、送電器 1 3 の入力端から負荷 2 2 までのインピーダンス Z_{in} をインピーダンス変換する。なお、充電に適した入力インピーダンス Z_t が「所定のインピーダンス」に対応する。

【0032】

ここで、特定抵抗値 R_{out} は、送電器 1 3 及び受電器 2 3 の構成（各コイル 1 3 a , 2 3 a の形状及びインダクタンスや各コンデンサ 1 3 b , 2 3 b のキャパシタンス等）、送電器 1 3 及び受電器 2 3 の相対位置によって決定されるものである。このため、送電器 1 3 及び受電器 2 3 が予め定められた基準位置からずれた場合、すなわち送電器 1 3 及び受電器 2 3 の相対位置が変動した場合、特定抵抗値 R_{out} は変動する。

【0033】

送電器 1 3 及び受電器 2 3 の相対位置の変動としては、例えば、図 2 (a) に示すように、送電器 1 3 の全体と受電器 2 3 の全体とが対向する位置を基準位置として設定している状況において、両者がずれた状態で配置される場合がある。また、図 2 (b) に示すように、車両における車両側機器 2 1 の搭載態様や、車両の車高のばらつき等によって、送電器 1 3 及び受電器 2 3 間の距離が変動し得る。

【0034】

また、負荷 2 2 に含まれている車両用バッテリーは、入力される直流電力の電力値に応じてそのインピーダンスが変動する。つまり、負荷 2 2 は、入力される電力の電力値に応じてインピーダンス Z_L が変動（変化）する変動負荷 2 2 である。

【0035】

このように、特定抵抗値 R_{out} や変動負荷 2 2 のインピーダンス Z_L が変動すると、伝送効率が低下したり所望の電力値の高周波電力が得られなかったりする事態が生じ得る。これに対して、本非接触電力伝送装置 1 0 は、送電器 1 3 及び受電器 2 3 間の相対位置の変動や、変動負荷 2 2 のインピーダンス Z_L の変動に追従（対応）するための構成を備えている。当該構成について説明する。

【0036】

図 1 に示すように、各インピーダンス変換器 3 1 ~ 3 3 の定数（インピーダンス）は、実部（レジスタンス）及び虚部（リアクタンス）、あるいはそのいずれかが可変（調整可能）となっている。本実施形態では、図 1 に示すように、各インピーダンス変換器 3 1 ~ 3 3 の各キャパシタ 3 1 b ~ 3 3 b のキャパシタンスは可変となっている。なお、定数（インピーダンス）は、変換比とも、インダクタンスやキャパシタンスとも言える。

【0037】

第 2 インピーダンス変換器 3 2 の初期状態の定数は、送電器 1 3 及び受電器 2 3 が基準位置に配置され、高周波電源 1 2 から充電用の高周波電力が出力されている状況において、第 3 インピーダンス変換器 3 3 の定数が初期状態の第 3 インピーダンス変換器 3 3 の入力端から変動負荷 2 2 までのインピーダンスを特定抵抗値 R_{out} に変換する値である。また、第 1 インピーダンス変換器 3 1 の初期状態の定数は、送電器 1 3 及び受電器 2 3 が基準位置に配置されており、且つ、高周波電源 1 2 から充電用の高周波電力が出力されている状況において、送電器 1 3 の入力端から変動負荷 2 2 までのインピーダンス Z_{in} を、充電に適した入力インピーダンス Z_t に変換する値に設定されている。

【0038】

高周波電源 1 2 と送電器 1 3 との間、詳細には高周波電源 1 2 と第 1 インピーダンス変換器 3 1 との間には、測定部としての 1 次側測定器 4 1 が設けられている。1 次側測定器 4 1 は電源側コントローラ 1 4 に電氣的に接続されており、当該電源側コントローラ 1 4 からの要求に応じて電圧波形及び電流波形を測定し、その測定結果を電源側コントローラ

10

20

30

40

50

1 4 に対して送信する。

【 0 0 3 9 】

受電器 2 3 と変動負荷 2 2 との間、詳細には受電器 2 3 と第 2 インピーダンス変換器 3 2 との間には、測定部としての 2 次側測定器 4 2 が設けられている。2 次側測定器 4 2 は車両側コントローラ 2 4 に電氣的に接続されており、当該車両側コントローラ 2 4 からの要求に応じて電圧波形及び電流波形を測定し、その測定結果を車両側コントローラ 2 4 に対して送信する。各コントローラ 1 4 , 2 4 は、各測定器 4 1 , 4 2 の測定結果に基づいて各インピーダンス変換器 3 1 ~ 3 3 の定数を可変制御する。

【 0 0 4 0 】

また、第 2 インピーダンス変換器 3 2 と第 3 インピーダンス変換器 3 3 との間には、入力される高周波電力の電力値に関わらず同一の抵抗値（インピーダンス）を有する固定抵抗（固定負荷）5 1 が設けられている。そして、車両側機器 2 1 には、第 2 インピーダンス変換器 3 2 の接続先が、固定抵抗 5 1 か、変動負荷 2 2 が接続された第 3 インピーダンス変換器 3 3 になるように切り換える切換部としてのリレー 5 2 が設けられている。なお、第 2 インピーダンス変換器 3 2 の接続先は、受電器 2 3 で受電し第 2 インピーダンス変換器 3 2 から出力される高周波電力の出力先とも言える。

【 0 0 4 1 】

各コントローラ 1 4 , 2 4 は、車両用バッテリーの充電を行う充電シーケンスにて、各インピーダンス変換器 3 1 ~ 3 3 の定数の可変制御とともに、リレー 5 2 の制御を行う。上記充電シーケンスについて以下に詳細に説明する。なお、本充電シーケンスは、各コントローラ 1 4 , 2 4 が互いに情報のやり取りを行いながら実行する。

【 0 0 4 2 】

まず、各コントローラ 1 4 , 2 4 は、情報のやり取りを通じて、車両が充電可能な位置、詳細には送電器 1 3 と受電器 2 3 とが磁場共鳴可能な位置に配置されていることを確認する。

【 0 0 4 3 】

その後、車両側コントローラ 2 4 は、リレー 5 2 を制御することにより、第 2 インピーダンス変換器 3 2 の接続先を固定抵抗 5 1 に設定する。

続いて、電源側コントローラ 1 4 は、高周波電源 1 2 から予め設定された調整用の高周波電力（小交流電力）が出力されるように高周波電源 1 2 を制御する。

【 0 0 4 4 】

その後、各コントローラ 1 4 , 2 4 は、各測定器 4 1 , 4 2 の測定結果を把握する。そして、各コントローラ 1 4 , 2 4 は、電力伝送に支障が無いか否かを判定する。例えば、まず各コントローラ 1 4 , 2 4 は、伝送効率が予め定められた閾値効率以上であるか否かを判定する。

【 0 0 4 5 】

伝送効率が閾値効率以上でない場合には、受電器 2 3 の出力端から変動負荷 2 2 までのインピーダンスが特定抵抗値 R_{out} からずれていることが想定される。この場合、車両側コントローラ 2 4 は、特定抵抗値 R_{out} に近づくように、第 2 インピーダンス変換器 3 2 の定数を可変制御する（充電前可変制御）。なお、この場合、例えば 2 次側測定器 4 2 にて測定される電圧波形及び電流波形から導出される各種パラメータ（電力値、力率等）を用いて、特定抵抗値 R_{out} を特定する。

【 0 0 4 6 】

第 2 インピーダンス変換器 3 2 の定数の可変制御によって、伝送効率が閾値効率以上となったことを確認した場合には、電源側コントローラ 1 4 は、高周波電源 1 2 から出力されている高周波電力の電力値（1 次側測定器 4 1 にて測定される高周波電力の電力値）が調整用の高周波電力の電力値と一致しているか否かを判定する。高周波電源 1 2 から出力されている高周波電力の電力値が調整用の高周波電力の電力値からずれている場合には、高周波電源 1 2 の出力端から変動負荷 2 2 までのインピーダンスが充電に適した入力インピーダンス Z_t からずれていることが想定される。この場合、電源側コントローラ 1 4 は

10

20

30

40

50

、充電に適した入力インピーダンス Z_t に近づくように、１次側測定器４１の測定結果に基づいて第１インピーダンス変換器３１の定数を可変制御する。つまり、第２インピーダンス変換器３２の定数の可変制御の後に、第１インピーダンス変換器３１の定数の可変制御を行う。

【００４７】

なお、各インピーダンス変換器３１，３２の定数の可変制御を行っても、伝送効率が閾値効率未満、又は、高周波電源１２からの出力電力の電力値が調整用の高周波電力の電力値からずれる場合には、電力伝送に支障があるとして、充電を中止するとともに、その旨を報知する。

【００４８】

10

電力伝送に支障がない場合には、電源側コントローラ１４は、高周波電源１２から調整用の高周波電力よりも電力値が大きい充電用の高周波電力（大交流電力）が出力されるように高周波電源１２を制御する。そして、電源側コントローラ１４は、充電用の高周波電力が出力されていることを車両側コントローラ２４に通知する。

【００４９】

車両側コントローラ２４は、上記高周波電力の電力値が変動した場合（上記通知を受信した場合）に、リレー５２を制御して、第２インピーダンス変換器３２の接続先を第３インピーダンス変換器３３に変更する。

【００５０】

ここで、固定抵抗５１の抵抗値（インピーダンス） R_x と、充電用の高周波電力が出力されている状態における第３インピーダンス変換器３３の入力端から変動負荷２２までのインピーダンスとが近づく（好ましくは一致する）ように、固定抵抗５１の抵抗値 R_x 及び第３インピーダンス変換器３３の初期状態の定数が設定されている。このため、リレー５２の切換が行われた場合であっても、第２インピーダンス変換器３２の出力端以降のインピーダンスが変動しにくくなっている。

20

【００５１】

その後、各コントローラ１４，２４は、高周波電源１２から充電用の高周波電力が出力されている状況において、所定の頻度で各測定器４１，４２の測定結果を用いて、各コイル１３ａ，２３ａの相対位置に依存する電気的特性の一種である伝送効率を算出する。そして、各コントローラ１４，２４は、高周波電源１２から充電用の高周波電力が出力されている状況において伝送効率が低下しているか否かを判定する。

30

【００５２】

なお、「高周波電源１２から充電用の高周波電力が出力されている状況」とは、高周波電源１２から出力されている高周波電力の電力値が変動していない状況とも、高周波電源１２から出力されている高周波電力の電力値が一定である状況とも言える。

【００５３】

上記伝送効率の低下の判定については、例えば各コントローラ１４，２４は、前回算出された伝送効率を記憶しておき、今回算出された伝送効率と、前回算出された伝送効率との差が予め定められた許容範囲内か否かを判定することが考えられる。なお、比較対象の伝送効率としては、前回算出された伝送効率に限られず、調整用の高周波電力が出力されている状況において算出された伝送効率を用いてもよいし、電力伝送に支障があるか否かの判定に用いた閾値効率を用いてもよい。

40

【００５４】

各コントローラ１４，２４は、伝送効率が低下していないと判定した場合には、そのまま電力伝送を行う。一方、車両側コントローラ２４は、伝送効率が低下したと判定した場合には、各コイル１３ａ，２３ａの位置ずれが発生したとして、伝送効率が高くなるように（伝送効率の低下量が低減されるように）、第２インピーダンス変換器３２の定数の可変制御を行う（充電中可変制御）。そして、電源側コントローラ１４は、第２インピーダンス変換器３２の定数の可変制御の後に、高周波電源１２の出力端から変動負荷２２までのインピーダンスが充電に適した入力インピーダンス Z_t となるように、第１インピーダ

50

ンス変換器 31 の定数の可変制御を行う。

【0055】

なお、充電中に各インピーダンス変換器 31, 32 の定数の可変制御を行う場合には、リレー 52 の切換は行わない。つまり、充電中の各インピーダンス変換器 31, 32 の定数の可変制御は、第 2 インピーダンス変換器 32 と第 3 インピーダンス変換器 33 及び変動負荷 22 とが接続された状態で行われる。

【0056】

また、車両側コントローラ 24 は、充電中定期的に車両用バッテリーの充電量を把握する。そして、車両側コントローラ 24 は、車両用バッテリーの充電量が変更契機量となった場合に、電源側コントローラ 14 にその旨の通知を行う。電源側コントローラ 14 は、上記通知を受けて、高周波電源 12 から出力される高周波電力の電力値を変更し、車両側コントローラ 24 に対して変更した旨の通知を行う。この電力値の変動（変更）に伴い、変動負荷 22 のインピーダンス Z_L が変動し、受電器 23 の出力端から変動負荷 22 までのインピーダンスが特定抵抗値 R_{out} からずれる。

【0057】

車両側コントローラ 24 は、電力値の変更に係る通知を受信した場合、上記電力値の変動に関わらず、受電器 23 の出力端から変動負荷 22 までのインピーダンスが一定（特定抵抗値 R_{out} ）となるように、第 3 インピーダンス変換器 33 の定数を可変制御する。詳細には、車両側コントローラ 24 は、第 3 インピーダンス変換器 33 の入力端から変動負荷 22 までのインピーダンスが一定となるように、変動負荷 22 のインピーダンス Z_L の変動に対応させて第 3 インピーダンス変換器 33 の定数を可変制御する。

【0058】

なお、第 3 インピーダンス変換器 33 の定数の可変制御は任意であるが、例えば各測定器 41, 42 の測定結果を参照しながらフィードバック制御を行う構成としてもよい。また、例えば、高周波電源 12 から出力される高周波電力の電力値に関する電力値情報と第 3 インピーダンス変換器 33 に関する情報（詳細には第 3 インピーダンス変換器 33 の定数を特定するための定数情報）とが 1 対 1 で対応させて設定されたマップデータを設けてもよい。この場合、車両側コントローラ 24 は、マップデータを参照することにより、現在出力されている高周波電力に対応した定数情報を取得し、その定数情報にて特定される定数となるように第 3 インピーダンス変換器 33 の定数の可変制御を行う。

【0059】

また、各コントローラ 14, 24 は、第 3 インピーダンス変換器 33 の定数の可変制御後に、定期的に伝送効率を算出し、伝送効率が低下した場合には第 1 インピーダンス変換器 31 及び第 2 インピーダンス変換器 32 の定数を可変制御する。

【0060】

その後、車両側コントローラ 24 は、検知センサ 25 の検知結果に基づいて、車両用バッテリーの充電量が満充電量（終了契機量）となったか否かを判定し、満充電量となった場合には、電源側コントローラ 14 にその旨を通知する。電源側コントローラ 14 は、その通知を受けて、高周波電力の出力を停止するよう高周波電源 12 を制御する。

【0061】

本実施形態の非接触電力伝送装置 10 の作用について以下に説明する。

第 2 インピーダンス変換器 32 は、受電器 23 の出力端から変動負荷 22 までのインピーダンスが特定抵抗値 R_{out} となるようにインピーダンス変換しているため、伝送効率の向上が実現されている。

【0062】

また、第 1 インピーダンス変換器 31 は、高周波電源 12 の出力端から変動負荷 22 までのインピーダンスが充電に適した入力インピーダンス Z_t となるようにインピーダンス変換しているため、充電に適した電力値の高周波電力が変動負荷 22 に供給されている。

【0063】

ここで、高周波電源 12 から出力されている高周波電力の電力値が変動していない状況

10

20

30

40

50

において伝送効率が低下した場合には、各コイル 1 3 a , 2 3 a の相対位置が変動した蓋然性が高い。この場合、第 1 インピーダンス変換器 3 1 の定数及び第 2 インピーダンス変換器 3 2 の定数の可変制御が行われる。これにより、各コイル 1 3 a , 2 3 a の相対位置の変動に伴う伝送効率の低下や、高周波電源 1 2 から出力されている高周波電力の電力値の変動が抑制されている。

【 0 0 6 4 】

また、高周波電源 1 2 から出力される高周波電力の電力値が変動した場合には、第 3 インピーダンス変換器 3 3 の定数の可変制御が行われ、第 3 インピーダンス変換器 3 3 の入力端から変動負荷 2 2 までのインピーダンスが変動しないようになっている。このため、受電器 2 3 の出力端から変動負荷 2 2 までのインピーダンスが特定抵抗値 R_{out} に近づいた状態が維持される。

10

【 0 0 6 5 】

以上詳述した本実施形態によれば、以下の優れた効果を奏する。

(1) 車両側機器 2 1 における受電器 2 3 と変動負荷 2 2 との間に、定数 (インピーダンス) が可変の第 2 インピーダンス変換器 3 2 を設けた。そして、高周波電源 1 2 から出力されている高周波電力の電力値が変動していないことが車両側コントローラ 2 4 にて把握されている状況において、各コイル 1 3 a , 2 3 a の相対位置に依存する電気的特性の一種である伝送効率の変動 (低下) に基づいて、第 2 インピーダンス変換器 3 2 の定数の可変制御が行われる構成とした。これにより、各コイル 1 3 a , 2 3 a の相対位置が変動した場合における伝送効率の低下を好適に抑制することができる。

20

【 0 0 6 6 】

特に、仮に高周波電源 1 2 から出力されている高周波電力の電力値が変動している状況において各コイル 1 3 a , 2 3 a の相対位置が変動すると、特定抵抗値 R_{out} と変動負荷 2 2 のインピーダンス Z_L の双方が変動することとなる。この場合、特定抵抗値 R_{out} となる第 2 インピーダンス変換器 3 2 の定数を特定することができなかつたり、その定数を特定するまでの制御が複雑なものとなつたりし得る。また、上記 2 つの変動に追従するために、第 2 インピーダンス変換器 3 2 の構成の複雑化 (例えば定数の可変範囲の広域化) が懸念される。

【 0 0 6 7 】

これに対して、本実施形態では、変動負荷 2 2 のインピーダンス Z_L が変動する要因として、変動負荷 2 2 に入力される高周波電力の電力値があり、その電力値は、高周波電源 1 2 から出力されている高周波電力の電力値に依存している点に着目した。すなわち、高周波電源 1 2 から出力されている高周波電力の電力値が変動していない状況において伝送効率が低下した場合には、各コイル 1 3 a , 2 3 a の相対位置の変動が発生した蓋然性が高いとして、第 2 インピーダンス変換器 3 2 の定数の可変制御を行う。これにより、変動負荷 2 2 のインピーダンス Z_L の変動を考慮することなく、第 2 インピーダンス変換器 3 2 の定数の可変制御を行うことができるため、上記不都合を回避することができる。

30

【 0 0 6 8 】

(2) 各コイル 1 3 a , 2 3 a の相対位置に依存する電気的特性の一種として伝送効率を採用した。これにより、各コイル 1 3 a , 2 3 a の相対位置の変動を好適に検知することができる。

40

【 0 0 6 9 】

ここで、伝送効率は、各コイル 1 3 a , 2 3 a の相対位置だけでなく、変動負荷 2 2 のインピーダンス Z_L に依存するため、伝送効率が変動した場合、その変動の要因を特定することが困難な場合がある。

【 0 0 7 0 】

これに対して、本実施形態では、上述した通り、高周波電源 1 2 から出力されている高周波電力の電力値の変動の有無に着目することにより、伝送効率の変動の要因を特定することができる。これにより、伝送効率を用いて各コイル 1 3 a , 2 3 a の相対位置の変動に好適に追従することができる。

50

【 0 0 7 1 】

(3) 第 2 インピーダンス変換器 3 2 と変動負荷 2 2 との間に、定数が可変の第 3 インピーダンス変換器 3 3 を設け、高周波電源 1 2 から出力されている高周波電力の電力値が変動した場合に、第 3 インピーダンス変換器 3 3 の定数の可変制御が行われる構成とした。これにより、各コイル 1 3 a , 2 3 a の相対位置の変動に追従するインピーダンス変換器と、変動負荷 2 2 のインピーダンス Z L の変動に追従するインピーダンス変換器とが区別されているため、一方の変動に追従することに起因して他方の変動に追従することができないといった不都合を回避することができる。よって、各コイル 1 3 a , 2 3 a の相対位置の変動及び変動負荷 2 2 のインピーダンス Z L の変動の双方に対して、好適に追従することができる。

10

【 0 0 7 2 】

(4) 特に、既に説明した通り、伝送効率のみでは、どちらの変動が発生しているのかを特定することができない。これに対して、本実施形態によれば、伝送効率の低下に加えて、高周波電源 1 2 から出力されている高周波電力の電力値が変動したか否かを把握することにより、上記 2 つの変動のうちどちらが発生しているのかを特定することができる。これにより、第 2 インピーダンス変換器 3 2 及び第 3 インピーダンス変換器 3 3 のうちどちらのインピーダンス変換器の定数を可変制御するのかを特定することができる。

【 0 0 7 3 】

(5) 変動負荷 2 2 とは別に固定抵抗 5 1 を設け、第 2 インピーダンス変換器 3 2 の接続先が、固定抵抗 5 1 か、第 3 インピーダンス変換器 3 3 及び変動負荷 2 2 になるように切り換えるリレー 5 2 を設けた。そして、充電を開始する前においては、第 2 インピーダンス変換器 3 2 の接続先を固定抵抗 5 1 にし、その状態で第 2 インピーダンス変換器 3 2 の定数の可変制御（充電前可変制御）を行う構成とした。これにより、変動負荷 2 2 のインピーダンス Z L の変動を考慮することなく、第 2 インピーダンス変換器 3 2 の定数の可変制御を行うことができるため、各コイル 1 3 a , 2 3 a の相対位置の変動に対応した定数の可変制御を容易に行うことができる。

20

【 0 0 7 4 】

詳細には、仮に第 2 インピーダンス変換器 3 2 と第 3 インピーダンス変換器 3 3 とが接続されている状況において第 2 インピーダンス変換器 3 2 の定数の可変制御を行うと、第 3 インピーダンス変換器 3 3 の入力端に入力される高周波電力の電力値が変動し得る。このため、変動負荷 2 2 のインピーダンス Z L の変動に対応するべく、第 3 インピーダンス変換器 3 3 の定数の可変制御を行う必要が生じる。すなわち、第 2 インピーダンス変換器 3 2 の定数、及び第 3 インピーダンス変換器 3 3 の定数の双方を同時に可変制御する必要が生じ、制御が煩雑となる。これに対して、本実施形態によれば、固定抵抗 5 1 の抵抗値 R x は一定であるため、第 3 インピーダンス変換器 3 3 の定数を可変制御することなく、第 2 インピーダンス変換器 3 2 の定数の可変制御を行うことができる。これにより、各コイル 1 3 a , 2 3 a の相対位置の変動に対応した定数の可変制御を容易に行うことができる。

30

【 0 0 7 5 】

(6) 充電前の第 2 インピーダンス変換器 3 2 の定数の可変制御の終了後には、第 2 インピーダンス変換器 3 2 の接続先を、変動負荷 2 2 に接続された第 3 インピーダンス変換器 3 3 にした。そして、充電中における各コイル 1 3 a , 2 3 a の相対位置が変動した場合には、固定抵抗 5 1 に接続することなく、第 2 インピーダンス変換器 3 2 の定数の可変制御（充電中可変制御）を行う構成とした。これにより、充電を中断することなく、伝送効率の低下を抑制することができる。

40

【 0 0 7 6 】

ここで、通常、充電の開始前においては、車両の駐車態様の自由度の高さに起因して、各コイル 1 3 a , 2 3 a 間のインピーダンスの変動範囲が大きい。一方、充電中においては、各コイル 1 3 a , 2 3 a 間のインピーダンスの変動範囲は小さい。このため、第 2 インピーダンス変換器 3 2 の定数の可変制御は、比較的簡素なものとなり易いため、固定抵

50

抗 5 1 に接続することなく、第 2 インピーダンス変換器 3 2 の定数の可変制御を行うことができる。

【 0 0 7 7 】

なお、第 2 インピーダンス変換器 3 2 の定数の可変制御の回数に着目すれば、リレー 5 2 は、車両側機器 2 1 が地上側機器 1 1 からの受電を開始してから最初の第 2 インピーダンス変換器 3 2 の定数の可変制御が行われる場合には、第 2 インピーダンス変換器 3 2 の接続先を固定抵抗 5 1 とする。そして、リレー 5 2 は、2 回目以降の第 2 インピーダンス変換器 3 2 の定数の可変制御が行われる場合には、第 2 インピーダンス変換器 3 2 の接続先を第 3 インピーダンス変換器 3 3 及び変動負荷 2 2 とするものと言える。この場合、「最初の第 2 インピーダンス変換器 3 2 の定数の可変制御」とは、充電シーケンスが開始されてから最初のものであり、例えば充電シーケンスの途中で一旦中断し、その後再開した場合の最初を除く。

10

【 0 0 7 8 】

(7) 本発明者らは、受電器 2 3 の出力端から変動負荷 2 2 までのインピーダンスの実部には、他の抵抗値と比較して、相対的に伝送効率が高くなる特定抵抗値 R_{out} が存在することを見出した。そして、第 2 インピーダンス変換器 3 2 は、受電器 2 3 の出力端から変動負荷 2 2 までのインピーダンスが特定抵抗値 R_{out} に近づくようにインピーダンス変換する構成とした。これにより、伝送効率の向上を図ることができる。

【 0 0 7 9 】

そして、各コイル 1 3 a , 2 3 a の相対位置の変動に伴い、特定抵抗値 R_{out} が変動することに対応させて、第 2 インピーダンス変換器 3 2 の定数を可変制御する構成とした。これにより、各コイル 1 3 a , 2 3 a の相対位置が変動した場合であっても、高い伝送効率を維持することができる。

20

【 0 0 8 0 】

(8) 受電器 2 3 の出力端から変動負荷 2 2 までのインピーダンスが特定抵抗値 R_{out} に近づいている状況における送電器 1 3 の入力端から変動負荷 2 2 までのインピーダンス Z_{in} をインピーダンス変換する第 1 インピーダンス変換器 3 1 を設けた。詳細には、第 1 インピーダンス変換器 3 1 は、高周波電源 1 2 の出力端から変動負荷 2 2 までのインピーダンスが充電に適した入力インピーダンス Z_t となるようにインピーダンス変換する。これにより、車両用バッテリーの充電を好適に行うことができる。

30

【 0 0 8 1 】

また、電源側コントローラ 1 4 は、各コイル 1 3 a , 2 3 a の位置ずれに対応させて、第 1 インピーダンス変換器 3 1 の定数の可変制御を行うことにより、上記位置ずれに関わらず、高周波電源 1 2 の出力端から変動負荷 2 2 までのインピーダンスが充電に適した入力インピーダンス Z_t となるようにした。すなわち、電源側コントローラ 1 4 は、高周波電源 1 2 の出力端から変動負荷 2 2 のインピーダンスが各コイル 1 3 a , 2 3 a の相対位置の変動に関わらず一定値に近づくように、第 1 インピーダンス変換器 3 1 の定数の可変制御を行う構成とした。これにより、安定した電力供給が実現されている。

【 0 0 8 2 】

(9) 上記送電器 1 3 の入力端から変動負荷 2 2 までのインピーダンス Z_{in} は、第 2 インピーダンス変換器 3 2 の定数によって変動する。この点に着目し、第 2 インピーダンス変換器 3 2 の定数の可変制御を行った後に、第 1 インピーダンス変換器 3 1 の定数の可変制御を行う構成とした。これにより、無駄な可変制御が行われることを回避することができる。

40

【 0 0 8 3 】

詳述すると、例えば第 1 インピーダンス変換器 3 1 の定数の可変制御を行った後に、第 2 インピーダンス変換器 3 2 の定数の可変制御を行う構成とすると、第 2 インピーダンス変換器 3 2 の定数の可変制御によって、高周波電源 1 2 の出力端から変動負荷 2 2 までのインピーダンスが充電に適した入力インピーダンス Z_t からずれてしまう。このため、再度、第 1 インピーダンス変換器 3 1 の定数の可変制御を要することとなる。

50

【0084】

これに対して、本実施形態によれば、先に第2インピーダンス変換器32の定数の可変制御を行うことによって、上記不都合を回避することができる。これにより、制御の簡素化を図ることができる。

【0085】

(10) 第2インピーダンス変換器32が固定抵抗51に接続されている場合には、充電用の高周波電力よりも電力値が小さい調整用の高周波電力が出力され、第2インピーダンス変換器32が第3インピーダンス変換器33に接続されている場合には、充電用の高周波電力が出力されるように高周波電源12を制御した。これにより、各インピーダンス変換器31, 32の定数の可変制御を行う場合に生じ得る電力損失を抑制することができる。

10

【0086】

なお、上記実施形態は以下のように変更してもよい。

○ 実施形態では、各インピーダンス変換器31～33はLC回路で構成されていたが、これに限られない。例えば、図3に示すように、第1インピーダンス変換器31に代えて、1次側コイル13aと協働してトランスを構成するものであってインダクタンスが可変の1次側誘導コイル61を設け、当該1次側誘導コイル61及び送電器13間を、電磁誘導によって電力伝送する構成としてもよい。この場合、1次側誘導コイル61が第1インピーダンス変換器31として機能するように、当該1次側誘導コイル61のインダクタンスを設定するとよい。

20

【0087】

同様に、受電器23と2次側測定器42との間に、第2インピーダンス変換器32に代えて、2次側コイル23aと協働してトランスを構成するものであってインダクタンスが可変の2次側誘導コイル62を設け、受電器23及び2次側誘導コイル62間を、電磁誘導によって電力伝送する構成としてもよい。この場合、2次側誘導コイル62が第2インピーダンス変換器32として動作するように、当該2次側誘導コイル62のインダクタンスを設定するとよい。

【0088】

○ 各インピーダンス変換器31～33のうち少なくとも1のインピーダンス変換器を、トランスに置換してもよい。

30

○ 第1インピーダンス変換器31は、力率が改善されるように(所定のインピーダンスのリアクタンスが0に近づくように)、送電器13の入力端から変動負荷22までのインピーダンス Z_{in} をインピーダンス変換するものであってもよい。

【0089】

○ 実施形態では、3つのインピーダンス変換器31～33が設けられていたが、これに限られない。例えば、第1インピーダンス変換器31を省略する構成としてもよい。また、地上側機器11に、第1インピーダンス変換器31とは別に、力率を改善させるインピーダンス変換器を設けてもよい。また、第3インピーダンス変換器33を省略してもよい。

【0090】

40

○ 実施形態では、第3インピーダンス変換器33の定数が可変であったが、これに限られず、第3インピーダンス変換器33の定数が固定であってもよい。この場合、変動負荷22のインピーダンス Z_L の変動に追従するように第2インピーダンス変換器32の定数を可変制御するとよい。但し、各コイル13a, 23aの相対位置の変動、及び変動負荷22のインピーダンス Z_L の変動の双方に好適に追従することができる点に着目すれば、第3インピーダンス変換器33の定数を可変とするとよい。また、第1インピーダンス変換器31の定数を固定としてもよい。

【0091】

○ 固定抵抗51の抵抗値 R_x を任意に設定してもよい。この場合、固定抵抗51の抵抗値 R_x に対応させて、充電用の高周波電力が出力されている状況における第3インピー

50

ダンス変換器 3 3 の入力端から変動負荷 2 2 までのインピーダンスが固定抵抗 5 1 の抵抗値 R_x と一致するように、第 3 インピーダンス変換器 3 3 の初期状態の定数を設定すればよい。逆に、第 3 インピーダンス変換器 3 3 の定数を任意に設定し、その第 3 インピーダンス変換器 3 3 の定数に対応させて、固定抵抗 5 1 の抵抗値 R_x を設定してもよい。

【 0 0 9 2 】

○ 実施形態では、調整用の高周波電力と、充電用の高周波電力とで電力値が異なっていたが、これに限られず、両者の電力値を同一に設定してもよい。

○ また、充電用の高周波電力が出力されている状況にて、最初の各インピーダンス変換器 3 1 , 3 2 の定数の可変制御を行う構成としてもよい。この場合、第 2 インピーダンス変換器 3 2 の接続先は、固定抵抗 5 1 及び第 3 インピーダンス変換器 3 3 のいずれであってもよい。

10

【 0 0 9 3 】

○ 高周波電源 1 2 から出力されている高周波電力の電力値が調整用の高周波電力の電力値と一致しているか否かの判定に代えて、高周波電源 1 2 の出力端から変動負荷 2 2 までのインピーダンスが充電に適した入力インピーダンス Z_t と一致しているか（又は両者の差が許容範囲内か）否かの判定を行ってもよい。

【 0 0 9 4 】

○ 各インピーダンス変換器 3 1 ~ 3 3 の具体的な構成は、上記実施形態のものに限定されず、任意である。例えば、 π 型、T 型等を用いてもよい。

○ 高周波電源 1 2 から出力される高周波電力の電圧波形としては、パルス波形、正弦波等任意である。

20

【 0 0 9 5 】

○ 実施形態では、送電器 1 3 の共振周波数と受電器 2 3 の共振周波数とは同一に設定されていたが、これに限られず、電力伝送が可能な範囲内で両者を異ならせてもよい。

○ 実施形態では、送電器 1 3 と受電器 2 3 とは同一の構成であったが、これに限られず、異なる構成であってもよい。

【 0 0 9 6 】

○ 実施形態では、各コンデンサ 1 3 b , 2 3 b を設けたが、これらを省略してもよい。この場合、各コイル 1 3 a , 2 3 a の寄生容量を用いて磁場共鳴させる。

○ 実施形態では、非接触の電力伝送を実現させるために磁場共鳴を用いたが、これに限られず、電磁誘導を用いてもよい。

30

【 0 0 9 7 】

○ 実施形態では、非接触電力伝送装置 1 0 は、車両に適用されていたが、これに限られず、他の機器に適用してもよい。例えば、携帯電話のバッテリーを充電するのに適用してもよい。

【 0 0 9 8 】

○ 実施形態では、変動負荷 2 2 には、整流器及び車両用バッテリーが含まれていたが、これに限られず、他の電子機器を含むものであってもよい。

○ 高周波電源 1 2 の制御の主体は、電源側コントローラ 1 4 に限られず、例えば車両側コントローラ 2 4 であってもよい。例えば、車両側コントローラ 2 4 が、高周波電源 1 2 の高周波電力のオンオフ指令及び高周波電源 1 2 から出力される高周波電力の電力値の指令を電源側コントローラ 1 4 に送信し、電源側コントローラ 1 4 がその指令に基づいて高周波電源 1 2 を駆動させる構成であってもよい。この場合、電源側コントローラ 1 4 から高周波電力の電力値に関する情報を受信することなく、高周波電源 1 2 の出力電力の電力値を把握することができる。つまり、「把握部」とは、電源側コントローラ 1 4 から情報を受信することにより把握する構成に限られず、自らが高周波電源 1 2 を制御することにより把握する構成を含むものである。

40

【 0 0 9 9 】

○ また、上記構成においては、電源側コントローラ 1 4 は、車両側コントローラ 2 4 からの指令を受信すること等によって、高周波電源 1 2 から出力される高周波電力の電力値

50

を把握する。すなわち、地上側機器 1 1 及び車両側機器 2 1 の双方は、高周波電源 1 2 から出力されている高周波電力の電力値を把握する把握部を備えている。なお、これに限られず、地上側機器 1 1 及び車両側機器 2 1 のいずれか一方に把握部がある構成であってもよい。

【0100】

○ リレー 5 2 を制御する主体は車両側コントローラ 2 4 であったが、これに限られず、例えば電源側コントローラ 1 4 であってもよい。また、各インピーダンス変換器 3 1 ~ 3 3 の制御主体は任意であり、例えば各コントローラ 1 4 , 2 4 のうち一方のみが制御する構成としてもよいし、各コントローラ 1 4 , 2 4 とは別に専用の制御部を設けてもよい。

10

【0101】

○ 実施形態では、充電中（2 回目以降）に各インピーダンス変換器 3 1 , 3 2 の定数の可変制御を行う場合には、第 2 インピーダンス変換器 3 2 の接続先を第 3 インピーダンス変換器 3 3 に維持する構成であったが、これに限られない。例えば、充電中に各インピーダンス変換器 3 1 , 3 2 の定数の可変制御を行う場合には、固定抵抗 5 1 に切り換える構成であってもよい。

【0102】

○ 送電器 1 3 は、1 次側コイル 1 3 a 及び 1 次側コンデンサ 1 3 b からなる共振回路と、その共振回路と電磁誘導で結合する 1 次側結合コイルとを有する構成であってもよい。この場合、上記共振回路は、上記 1 次側結合コイルから電磁誘導によって高周波電力を受ける構成とする。同様に、受電器 2 3 は、2 次側コイル 2 3 a 及び 2 次側コンデンサ 2 3 b からなる共振回路と、その共振回路と電磁誘導で結合する 2 次側結合コイルとを有し、2 次側結合コイルを用いて受電器 2 3 の共振回路から電力を取り出してもよい。

20

【0103】

○ 高周波電源 1 2 は、電力源、電圧源及び電流源のいずれであってもよい。

○ 高周波電源 1 2 として電力源を採用し、各インピーダンス変換器 3 1 ~ 3 3 を、インピーダンス整合させるのに用いてもよい。詳細には、第 1 インピーダンス変換器 3 1 は、高周波電源 1 2 の出力端から変動負荷 2 2 までのインピーダンスが高周波電源 1 2 の出力インピーダンスと整合するように、送電器 1 3 の入力端から変動負荷 2 2 までのインピーダンス Z_{in} をインピーダンス変換するものであってもよい。この場合、高周波電源 1 2 の出力インピーダンスと整合するインピーダンスが、「所定のインピーダンス」に対応する。

30

【0104】

また、第 2 インピーダンス変換器 3 2 は、受電器 2 3 の出力端から変動負荷 2 2 までのインピーダンスが受電器 2 3 の出力端から高周波電源 1 2 までのインピーダンスと整合するように、第 3 インピーダンス変換器 3 3 の入力端から変動負荷 2 2 までのインピーダンスをインピーダンス変換するものであってもよい。

【0105】

かかる構成においては、1 次側測定器 4 1 は、送電器 1 3 から高周波電源 1 2 に向かう反射波電力を測定し、2 次側測定器 4 2 は、第 2 インピーダンス変換器 3 2 から高周波電源 1 2 に向かう反射波電力を測定する構成としてもよい。そして、各コントローラ 1 4 , 2 4 は、高周波電源 1 2 から出力されている高周波電力の電力値が変動していない状況において各反射波電力の電力値が大きくなった場合に、各反射波電力の電力値が小さくなるように各インピーダンス変換器 3 1 , 3 2 の定数の可変制御を行うとよい。また、上記構成においては、各インピーダンス変換器 3 1 , 3 2 の定数を同時に可変制御するとよい。

40

【0106】

○ 実施形態では、各コイル 1 3 a , 2 3 a の相対位置に依存する電気的特性として伝送効率を採用したが、これに限られず、例えば受電器 2 3 にて受電される高周波電力の電力値や、インピーダンスを採用してもよい。また、これらのパラメータを組み合わせてもよい。要は、電気的特性とは、伝送効率、受電器 2 3 にて受電される高周波電力の電力値

50

、反射波電力の電力値、及びインピーダンスの少なくとも一方であればよい。

【 0 1 0 7 】

なお、インピーダンスとは、例えば受電器 2 3 の出力端から高周波電源 1 2 までのインピーダンスや、送電器 1 3 の入力端から変動負荷 2 2 までのインピーダンス Z_{in} などが考えられる。

【 0 1 0 8 】

○ 地上側機器 1 1 に、2 つ以上のインピーダンス変換器を設けてもよい。また、車両側機器 2 1 に 3 つ以上のインピーダンス変換器を設けてもよい。

○ 第 3 インピーダンス変換器 3 3 に代えて、整流器と車両用バッテリーとの間に、周期的にスイッチングするスイッチング素子を有する DC / DC コンバータを設けてもよい。この場合、変動負荷 2 2 のインピーダンス Z_L は、スイッチング素子のオンオフのデューティ比に依存するため、高周波電源 1 2 から出力される高周波電力の電力値に応じて、デューティ比を調整することにより変動負荷 2 2 のインピーダンス Z_L を一定にすることができる。なお、この場合、車両用バッテリーが「変動負荷」に対応し、DC / DC コンバータが「第 2 のインピーダンス変換部」に対応する。また、デューティ比の調整は、DC / DC コンバータのインピーダンスの調整とも言える。つまり、「変動負荷」は、2 次側コイル 2 3 a にて受電された高周波電力又はそれが整流された直流電力が入力されるものである。

【 0 1 0 9 】

○ なお、第 3 インピーダンス変換器 3 3 に加えて、DC / DC コンバータを設けてもよい。この場合、第 3 インピーダンス変換器 3 3 の定数を固定として、DC / DC コンバータのスイッチング素子のオンオフのデューティ比を調整するとよい。

【 0 1 1 0 】

次に、上記実施形態及び別例から把握できる技術的思想について以下に記載する。

(イ) 前記第 2 のインピーダンス変換部のインピーダンスは、前記変動負荷のインピーダンスが変動する場合、前記第 2 のインピーダンス変換部の入力端から前記変動負荷までのインピーダンスが一定となるように可変制御されることを特徴とする請求項 3 に記載の受電機器。

【 0 1 1 1 】

(ロ) 前記 2 次側コイルの出力端から前記変動負荷までのインピーダンスの実部には、相対的に他の抵抗値よりも伝送効率が高くなる特定抵抗値が存在し、

前記インピーダンス変換部は、前記 2 次側コイルの出力端から前記変動負荷までのインピーダンスが前記特定抵抗値に近づくようにインピーダンス変換することを特徴とする請求項 1 ~ 3 及び技術的思想 (イ) のうちいずれか一項に記載の受電機器。

【 0 1 1 2 】

(ハ) 前記 1 次側コイルの入力端に抵抗値が R_{a1} の仮想負荷を設けた場合の前記 2 次側コイルから前記仮想負荷までの抵抗値を R_{b1} とすると、前記特定抵抗値は $\sqrt{(R_{a1} \times R_{b1})}$ であることを特徴とする技術的思想 (ロ) に記載の受電機器。

【 0 1 1 3 】

(ニ) 前記変動負荷とは別に設けられ、入力される電力の電力値に関わらず同一のインピーダンスを有する固定負荷と、

前記 2 次側コイルで受電し前記第 1 のインピーダンス変換部から出力される前記交流電力の出力先が、前記固定負荷か、前記第 2 のインピーダンス変換部及び前記変動負荷になるよう切り換える切換部と、
を備えていることを特徴とする請求項 3 に記載の受電機器。

【 0 1 1 4 】

(ホ) 前記切換部は、前記 2 次側コイルで受電し前記第 1 のインピーダンス変換部から出力される前記交流電力の出力先が前記第 2 のインピーダンス変換部及び前記変動負荷となっている状況において、前記交流電源から出力されている前記交流電力の電力値が変動していないことが前記把握部により把握され、且つ、前記電気的特性が変動した場合には

、前記２次側コイルで受電し前記第１のインピーダンス変換部から出力される前記交流電力の出力先を、前記第２のインピーダンス変換部及び前記変動負荷に維持するものであることを特徴とする技術的思想（二）に記載の受電機器。

【０１１５】

（ヘ）前記切換部は、前記送電機器からの受電を開始してから最初の前記第１のインピーダンス変換部のインピーダンスの可変制御が行われる場合には前記２次側コイルで受電し前記第１のインピーダンス変換部から出力される前記交流電力の出力先が前記固定負荷となり、２回目以降の前記第１のインピーダンス変換部のインピーダンスの可変制御が行われる場合には前記２次側コイルで受電し前記第１のインピーダンス変換部から出力される前記交流電力の出力先が前記第２のインピーダンス変換部及び前記変動負荷となるように切り換えるものであることを特徴とする技術的思想（二）に記載の受電機器。

10

【０１１６】

（ト）前記送電機器は、前記交流電源と前記１次側コイルとの間に設けられ、前記交流電源の出力端から前記変動負荷までのインピーダンスが所定のインピーダンスに近づくように、前記１次側コイルの入力端から前記変動負荷までのインピーダンスをインピーダンス変換する１次側インピーダンス変換部を備え、

前記交流電源から出力されている前記交流電力の電力値が変動していない状況において前記電気的特性が変動した場合に、前記インピーダンス変換部のインピーダンス及び前記１次側インピーダンス変換部のインピーダンスを可変制御する制御部を備えていることを特徴とする請求項４に記載の非接触電力伝送装置。

20

【０１１７】

なお、各コントローラ１４，２４が「制御部」に対応する。

（チ）交流電力を出力する交流電源と、

前記交流電力が入力される１次側コイルと、

を備え、２次側コイルを有する受電機器に対して非接触で前記交流電力を送電可能な送電機器において、

前記交流電源と前記１次側コイルとの間に設けられ、インピーダンスが可変に構成されたインピーダンス変換部と、

前記交流電源から出力されている前記交流電力の電力値を把握する把握部と、
を備え、

30

前記インピーダンス変換部のインピーダンスは、前記交流電源から出力されている前記交流電力の電力値が変動していないことが前記把握部により把握されている状況において、前記１次側コイル及び前記２次側コイルの相対位置に依存する電気的特性が変動した場合に可変制御されることを特徴とする送電機器。

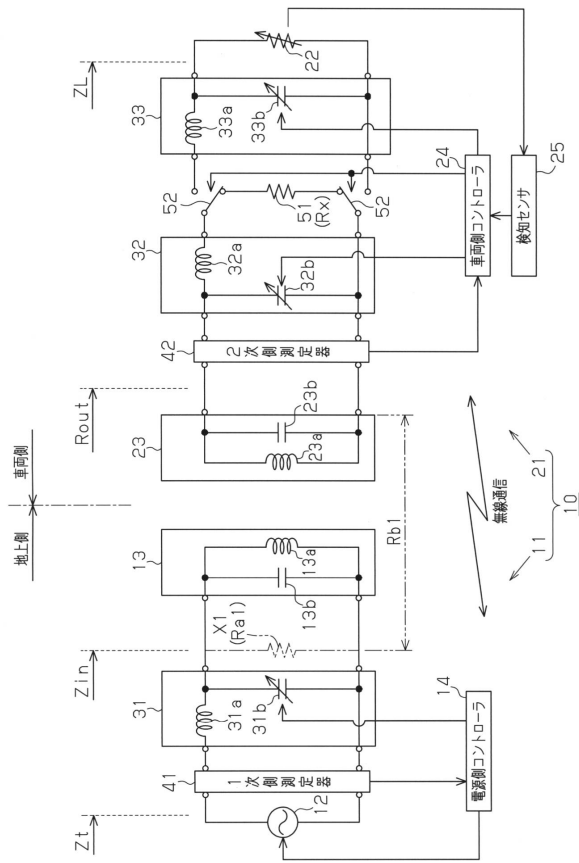
【符号の説明】

【０１１８】

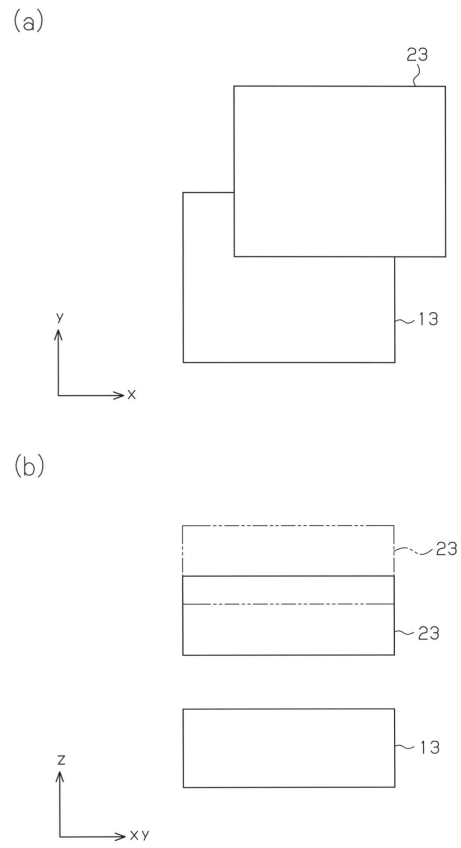
１０…非接触電力伝送装置、１１…地上側機器（送電機器）、１２…高周波電源、１３…送電器、１３ａ…１次側コイル、１４…電源側コントローラ、２１…車両側機器（受電機器）、２２…負荷（変動負荷）、２３…受電器、２３ａ…２次側コイル、２４…車両側コントローラ、３１…第１インピーダンス変換器（１次側インピーダンス変換部）、３２…第２インピーダンス変換器（インピーダンス変換部又は第１のインピーダンス変換部）、３３…第３インピーダンス変換器（第２のインピーダンス変換部）、４１，４２…測定器、５１…固定抵抗（固定負荷）、５２…リレー（切換部）。

40

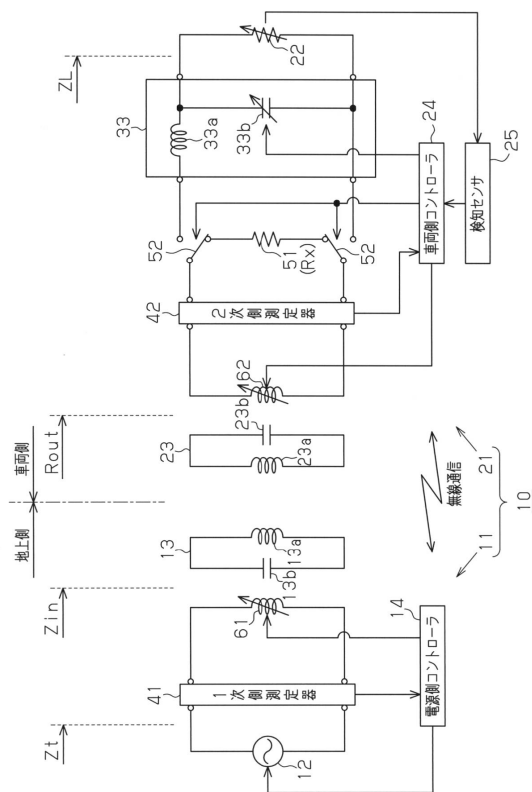
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

- (72)発明者 古池 剛
愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社 豊田自動織機 内
- (72)発明者 勝永 浩史
愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社 豊田自動織機 内
- (72)発明者 松倉 啓介
愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社 豊田自動織機 内
- (72)発明者 田口 雄一
愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社 豊田自動織機 内
- (72)発明者 戸叶 博樹
愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社 豊田自動織機 内
- (72)発明者 井上 啓介
愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社 豊田自動織機 内

審査官 坂東 博司

- (56)参考文献 特開2011-244530(JP, A)
国際公開第2012/111085(WO, A1)
国際公開第2011/061821(WO, A1)
特開2012-110154(JP, A)
特開2012-85426(JP, A)
特開2010-141977(JP, A)
特開2010-141976(JP, A)
特開2012-135117(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02J 50/12
H02J 7/00
H02J 50/80