

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-60863
(P2014-60863A)

(43) 公開日 平成26年4月3日(2014.4.3)

(5) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
H02J	17/00	(2006.01)	H02J	17/00	B	5G503		
H02M	3/155	(2006.01)	H02M	3/155	H	5H105		
B60L	11/18	(2006.01)	H02M	3/155	U	5H125		
B60M	7/00	(2006.01)	B60L	11/18	C	5H730		
B60L	5/00	(2006.01)	B60M	7/00	X			

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2012-204581 (P2012-204581)
(22) 出願日 平成24年9月18日 (2012.9.18)

(71) 出願人 000003218
株式会社豊田自動織機
愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地
(74) 代理人 100068755
弁理士 恩田 博宣
(74) 代理人 100105957
弁理士 恩田 誠
(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 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

最終頁に続く

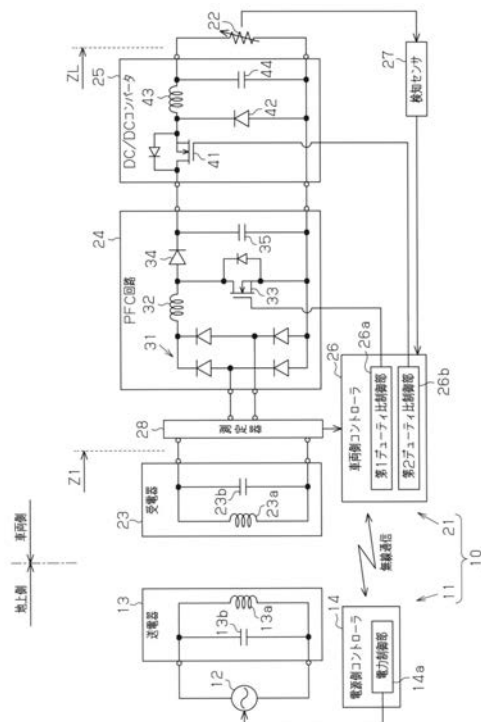
(54) 【発明の名称】 受電機器及び非接触電力伝送装置

(57) 【要約】

【課題】変動負荷のインピーダンスの変動に好適に対応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。

【解決手段】非接触電力伝送装置10は、送電機器としての地上側機器11と、受電機器としての車両側機器21とを備えている。地上側機器11に設けられた1次側コイル13aと、車両側機器21に設けられた2次側コイル23aとが磁場共鳴することによって、地上側機器11から車両側機器21に高周波電力が伝送される。ここで、車両側機器21は、2次側コイル23aにて受電された高周波電力を整流するとともに力率を改善させるPFC回路24と、PFC回路24から出力された直流電力の電圧を異なる大きさの電圧に変換するDC/DCコンバータ25とを備えている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

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 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、
を備えた受電機器において、

所定の周期でスイッチング動作を行う第 1 スwitching素子を有し、前記 2 次側コイルにて受電された交流電力を整流するとともに、前記変動負荷のインピーダンスの変動に対応させて前記第 1 スwitching素子のスイッチング動作のデューティ比が調整されることにより力率を改善させる P F C 回路と、

所定の周期でスイッチング動作を行う第 2 スwitching素子を有し、前記 P F C 回路にて整流された直流電力の電圧を、異なる電圧に変換して前記変動負荷に出力するとともに、前記変動負荷のインピーダンスの変動に対応させて前記第 2 スwitching素子のスイッチング動作のデューティ比が調整される D C / D C コンバータと、
を備えていることを特徴とする受電機器。

【請求項 2】

前記第 1 スwitching素子のスイッチング動作のデューティ比は、前記変動負荷のインピーダンスの変動に応じて、前記 P F C 回路を流れる電流の包絡線の位相が前記電流に対応する電圧の包絡線の位相に近づくように調整され、

前記第 2 スwitching素子のスイッチング動作のデューティ比は、前記変動負荷のインピーダンスの変動に応じて、前記 P F C 回路の入力端から前記変動負荷までのインピーダンスの実部が一定となるように調整され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】

交流電力が入力される 1 次側コイルを有する送電機器と、

前記送電機器から非接触で前記交流電力を受電可能な 2 次側コイル、及び状況に応じてインピーダンスが変動する変動負荷を有する受電機器と、
を備えた非接触電力伝送装置において、

前記受電機器として、請求項 1 又は請求項 2 に記載の受電機器を備えていることを特徴とする非接触電力伝送装置。

【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 の非接触電力伝送装置は、交流電源と、交流電源から交流電力が入力される 1 次側の共振コイルとを有する送電機器を備えている。また、非接触電力伝送装置は、1 次側の共振コイルと磁場共鳴可能な 2 次側の共振コイルを有する受電機器を備えている。そして、1 次側の共振コイルと 2 次側の共振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。受電機器に伝送された交流電力は、受電機器に設けられた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。

【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】**

ここで、車両用バッテリーのような、入力される直流電力の電力値等に応じてインピーダンスが変動する変動負荷を備えている構成においては、変動負荷のインピーダンスの変動に起因して、伝送効率が低下する場合がある。なお、上述した事情は、磁場共鳴によって非接触の伝力伝送を行う構成に限られず、電磁誘導によって非接触電力伝送を行う構成についても同様である。

【0005】

本発明は、上述した事情を鑑みてなされたものであり、変動負荷のインピーダンスの変動に好適に対応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を目的とする。

【課題を解決するための手段】

10

【0006】

上記目的を達成するために、請求項1に記載の発明は、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、を備えた受電機器において、所定の周期でスイッチング動作を行う第1スイッチング素子を有し、前記2次側コイルにて受電された交流電力を整流するとともに、前記変動負荷のインピーダンスの変動に対応させて前記第1スイッチング素子のスイッチング動作のデューティ比が調整されることにより力率を改善させるPFC回路と、所定の周期でスイッチング動作を行う第2スイッチング素子を有し、前記PFC回路にて整流された直流電力の電圧を、異なる電圧に変換して前記変動負荷に出力するとともに、前記変動負荷のインピーダンスの変動に対応させて前記第2スイッチング素子のスイッチング動作のデューティ比が調整されるDC/DCコンバータと、を備えていることを特徴とする。

20

【0007】

かかる発明によれば、変動負荷のインピーダンスの変動に対応させて、第1スイッチング素子のスイッチング動作のデューティ比が調整されることにより、変動負荷のインピーダンスの変動に起因する力率の低下を抑制することができる。また、変動負荷のインピーダンスの変動に対応させて、第2スイッチング素子のスイッチング動作のデューティ比が調整されることにより、変動負荷のインピーダンスの変動に起因する伝送効率の低下を抑制することができる。よって、変動負荷のインピーダンスの変動に好適に対応することができる。

30

【0008】

請求項2に記載の発明は、前記第1スイッチング素子のスイッチング動作のデューティ比は、前記変動負荷のインピーダンスの変動に応じて、前記PFC回路を流れる電流の包絡線の位相が前記電流に対応する電圧の包絡線の位相に近づくように調整され、前記第2スイッチング素子のスイッチング動作のデューティ比は、前記変動負荷のインピーダンスの変動に応じて、前記PFC回路の入力端から前記変動負荷までのインピーダンスの実部が一定となるように調整されることを特徴とする。かかる発明によれば、変動負荷のインピーダンスが変動した場合であっても、力率が高い状態が維持される。また、変動負荷のインピーダンスの変動した場合であっても、PFC回路の入力端から変動負荷までのインピーダンスの実部が一定となっている。これにより、変動負荷のインピーダンスの変動に起因する伝送効率の低下を抑制することができる。

40

【0009】

請求項3に記載の発明は、交流電力が入力される1次側コイルを有する送電機器と、前記送電機器から非接触で前記交流電力を受電可能な2次側コイル、及び状況に応じてインピーダンスが変動する変動負荷を有する受電機器と、を備えた非接触電力伝送装置において、前記受電機器として、請求項1又は請求項2に記載の受電機器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、変動負荷のインピーダンスの変動に好適に対応することができる。

【発明の効果】

【0010】

50

この発明によれば、変動負荷のインピーダンスの変動に好適に対応することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】第1実施形態の非接触電力伝送装置の回路図。

【図2】第2実施形態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】

【0012】

(第1実施形態)

以下、本発明に係る非接触電力伝送装置(非接触電力伝送システム)について以下に説明する。

【0013】

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(1次側)機器に対応し、車両側機器21が受電(2次側)機器に対応する。

【0014】

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。

【0015】

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に設けられた車両用バッテリー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。

【0016】

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。

【0017】

かかる構成によれば、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。

【0018】

車両側機器21には、受電器23にて受電された高周波電力を整流する整流部としてのPFC回路24が設けられている。また、車両側機器21には、PFC回路24にて整流された直流電力の電圧を、異なる大きさの電圧に変換して車両用バッテリー22に出力するDC/DCコンバータ25が設けられている。DC/DCコンバータ25から出力された直流電力が車両用バッテリー22に入力されることにより、車両用バッテリー22の充電が行われる。

【0019】

ちなみに、車両用バッテリー22は、複数の電池セルが接続されて構成されており、車両用バッテリー22のインピーダンスZLは入力される直流電力の電力値に応じて変動する。つまり、車両用バッテリー22は、入力される直流電力の電力値に応じてインピーダンスZLが変動する変動負荷である。

【0020】

地上側機器11には、地上側機器11の各種制御を行う電源側コントローラ14が設けられている。電源側コントローラ14は、高周波電源12から出力される高周波電力のオ

10

20

30

40

50

ンオフ制御及び電力値制御を行う電力制御部 14 a を備えている。電力制御部 14 a は、高周波電源 12 から出力される高周波電力を、充電用電力と、当該充電用電力よりも電力値が小さい押し込み充電用電力とに切り換えることが可能に構成されている。押し込み充電用電力とは、複数の電池セルから構成された車両用バッテリー 22 を、各電池セルの容量ばらつきを補償するように充電するのに用いられるものである。

【0021】

また、車両側機器 21 には、電源側コントローラ 14 と無線通信が可能に構成された車両側コントローラ 26 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, 26 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。

【0022】

車両側機器 21 には、車両用バッテリー 22 の充電量を検知する検知センサ 27 が設けられている。検知センサ 27 は、その検知結果を車両側コントローラ 26 に対して送信する。これにより、車両側コントローラ 26 は、車両用バッテリー 22 の充電量を把握することが可能となっている。

【0023】

ちなみに、車両側コントローラ 26 は、検知センサ 27 によって車両用バッテリー 22 の充電量が予め定められた閾値量となったことが検知された場合に、その旨の通知を電源側コントローラ 14 に送信する。電源側コントローラ 14 の電力制御部 14 a は、上記通知を受信したことに基づいて、高周波電源 12 の出力電力を、充電用電力から押し込み充電用電力に切り換える。

【0024】

また、車両側機器 21 の受電器 23 と PFC 回路 24 との間には測定器 28 が設けられている。測定器 28 は、電圧及び電流を測定し、その測定結果を車両側コントローラ 26 に対して送信する。

【0025】

PFC 回路 24 及び DC / DC コンバータ 25 の回路構成及びこれらの制御に係る構成について以下に詳細に説明する。

PFC 回路 24 は、受電器 23 にて受電された高周波電力が、測定器 28 を介して、入力されるように構成されており、その入力された高周波電力を整流するものである。詳細には、PFC 回路 24 は、本実施形態では所謂昇圧チョップパ型力率改善コンバータであり、高周波電力を全波整流するダイオードブリッジ 31 を備えている。また、PFC 回路 24 は、ダイオードブリッジ 31 によって全波整流された高周波電力が入力されるチョークコイル 32 と、当該チョークコイル 32 に対して並列に接続された第 1 スイッチング素子 33 と、を備えている。チョークコイル 32 の一端は、ダイオードブリッジ 31 の出力端に接続されている。第 1 スイッチング素子 33 は、例えば n 型のパワー MOSFET で構成されており、ドレインはチョークコイル 32 の他端に接続され、ソースは接地されている。また、PFC 回路 24 は、整流しつつ逆流を抑制するためのダイオード 34 と、ダイオード 34 に対して並列に接続されたコンデンサ 35 とを備えている。ダイオード 34 は、アノードがチョークコイル 32 の他端及び第 1 スイッチング素子 33 のドレインに接続されており、カソードが PFC 回路 24 の出力端に接続されている。コンデンサ 35 の一端は、ダイオード 34 のカソードに接続されており、コンデンサ 35 の他端は接地されている。

【0026】

DC / DC コンバータ 25 は、本実施形態では所謂非絶縁降圧チョップパであり、第 2 スイッチング素子 41 と、第 2 スイッチング素子 41 に対して並列に接続されたダイオード 42 と、第 2 スイッチング素子 41 に対して直列に接続されたコイル 43 と、コイル 43 に対して並列に接続されたコンデンサ 44 と、を備えている。第 2 スイッチング素子 41 は、例えば n 型のパワー MOSFET で構成されている。

【0027】

第 2 スイッチング素子 41 のドレインは、DC / DC コンバータ 25 の入力端、すなわ

10

20

30

40

50

ちPFC回路24の出力端に接続されている。第2スイッチング素子41のソースは、コイル43の一端に接続されているとともに、ダイオード42のカソードに接続されている。ダイオード42のアノードは接地されている。コイル43の他端は、DC/DCコンバータ25の出力端を介して、車両用バッテリー22に接続されている。コンデンサ44の一端はコイル43の他端に接続され、他端は接地されている。

【0028】

車両側コントローラ26は、第1スイッチング素子33のスイッチング動作（オンオフ）のデューティ比（以降、単に第1デューティ比という）を制御する第1デューティ比制御部26aを備えている。第1デューティ比制御部26aは、第1スイッチング素子33のゲートに対して所定の周期のパルス信号を出力することにより、第1デューティ比を制御する。なお、第1スイッチング素子33のスイッチング動作の周期は、高周波電源12から出力される高周波電力の周期よりも低く設定されている。

10

【0029】

ここで、第1デューティ比制御部26aは、力率が改善される（位相が近づく（「1」に近づく）又は位相が一致する（「1」になる））ように第1デューティ比を制御する。詳細には、チョークコイル32を流れる電流は、第1デューティ比に依存している。これに対応させて、第1デューティ比制御部26aは、1周期ごとに第1デューティ比を調整することにより、チョークコイル32を流れる電流の包絡線の位相とチョークコイル32に印加される電圧の包絡線の位相とが近づくように制御する。

20

【0030】

車両側コントローラ26は、第2スイッチング素子41のスイッチング動作（オンオフ）のデューティ比（以降、単に第2デューティ比という）を制御する第2デューティ比制御部26bを備えている。第2デューティ比制御部26bは、第2スイッチング素子41のゲートに対して所定の周期のパルス信号を出力することにより、第2デューティ比を制御する。

【0031】

ここで、PFC回路24（測定器28）の入力端から車両用バッテリー22までのインピーダンスZ1（以降、単に負荷インピーダンスZ1という）の実部は、DC/DCコンバータ25の入力端から車両用バッテリー22までのインピーダンスの実部に依存する。そして、DC/DCコンバータ25の入力端から車両用バッテリー22までのインピーダンスの実部は第2デューティ比に依存している。かかる構成において、第2デューティ比制御部26bは、負荷インピーダンスZ1の実部が一定となるように第2デューティ比を制御する。なお、負荷インピーダンスZ1の実部は、PFC回路24の入力端から車両用バッテリー22までを1の負荷とした場合の当該負荷のレジスタンスである。

30

【0032】

ちなみに、各デューティ比の初期値（基準値）は、送電器13及び受電器23の相対位置が予め定められた基準位置であり、且つ高周波電源12から出力されている高周波電力がある値（例えば充電用電力の電力値）である状況において、負荷インピーダンスZ1の実部が予め定められた特定値となり、力率が「1」に近づくように設定されている。

【0033】

各デューティ比制御部26a、26bは、車両用バッテリー22のインピーダンスZLの変動に対応させて各デューティ比を制御する。例えば、各デューティ比制御部26a、26bは、高周波電源12から出力される高周波電力が、充電用電力から押し込み充電用電力に切り換わった場合、測定器28の測定結果に基づいて、各デューティ比を可変制御する。

40

【0034】

詳細には、第1デューティ比制御部26aは、測定器28の測定結果に基づいて、車両用バッテリー22のインピーダンスZL（詳細には車両用バッテリー22のリアクタンス）の変動に応じて力率が改善される（「1」に近づく）ように、第1デューティ比を可変制御する。第2デューティ比制御部26bは、測定器28の測定結果に基づいて、車両用バッ

50

テリ 2 2 のインピーダンス Z_L (詳細には車両用バッテリー 2 2 のレジスタンス) の変動に応じて第 2 デューティ比を可変制御することで、負荷インピーダンス Z_1 の実部が一定となるようにする。言い換えると、第 2 デューティ比制御部 2 6 b は、車両用バッテリー 2 2 のインピーダンス Z_L の変動に応じて負荷インピーダンス Z_1 の実部が一定となるように第 2 デューティ比を可変制御する。

【 0 0 3 5 】

なお、車両用バッテリー 2 2 の入力電圧 (バッテリ電圧) は、車両用バッテリー 2 2 の仕様によって決まる。また、DC / DC コンバータ 2 5 の降圧比は、第 2 デューティ比によって決まる。また、PFC 回路 2 4 の昇圧比は、第 1 デューティ比、詳細にはチョークコイル 3 2 を流れる電流の振幅で決まる。各デューティ比 (昇圧比及び降圧比) は、力率の改善と、負荷インピーダンス Z_1 の変動の抑制とが両立するように設定される。

10

【 0 0 3 6 】

次に本実施形態の作用について説明する。

車両用バッテリー 2 2 のインピーダンス Z_L が変動した場合には、第 1 デューティ比及び第 2 デューティ比の双方が調整される。詳細には、力率が改善されるように第 1 デューティ比の調整 (可変制御) が行われ、負荷インピーダンス Z_1 の実部が一定となるように、第 2 デューティ比の調整 (可変制御) が行われる。これにより、車両用バッテリー 2 2 のインピーダンス Z_L の変動した場合であっても、力率の低下が抑制され、伝送効率が低下しないようになっている。

20

【 0 0 3 7 】

なお、力率と、負荷インピーダンス Z_1 の虚部との関係に着目すれば、「力率が改善される」とは、「負荷インピーダンス Z_1 の虚部が「0」に近づく」とも言える。また、第 1 デューティ比は、車両用バッテリー 2 2 のインピーダンス Z_L の変動に伴う負荷インピーダンス Z_1 の虚部の変化を抑制するように調整されるとも言える。負荷インピーダンス Z_1 の虚部は、PFC 回路 2 4 の入力端から車両用バッテリー 2 2 までを 1 の負荷とした場合の当該負荷のリアクタンスである。

【 0 0 3 8 】

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、第 1 スwitching 素子 3 3 を有する PFC 回路 2 4 と、第 2 スwitching 素子 4 1 を有する DC / DC コンバータ 2 5 とを設けた。そして、車両用バッテリー 2 2 のインピーダンス Z_L の変動に対応させて、力率が改善されるように第 1 スwitching 素子 3 3 のスwitching 動作のデューティ比 (第 1 デューティ比) を調整する。そして、車両用バッテリー 2 2 のインピーダンス Z_L の変動に対応させて、負荷インピーダンス Z_1 の実部が一定となるように、第 2 スwitching 素子 4 1 のスwitching 動作のデューティ比 (第 2 デューティ比) を調整する。これにより、力率の改善と、伝送効率の低下の抑制との両立を図ることができる。

30

【 0 0 3 9 】

(2) 第 1 デューティ比の調整で力率を改善させ、第 2 デューティ比の調整で負荷インピーダンス Z_1 の実部の調整を行う構成としたことにより、可変コンデンサや可変キャパシタ等といった素子を設けることなく、車両用バッテリー 2 2 のインピーダンス Z_L の変動に追従することができる。

40

【 0 0 4 0 】

特に、車両用バッテリー 2 2 は、携帯電話のバッテリー等と比較して大きな充電容量が要求される。このため、上記のような可変コンデンサとして、高耐圧のものが要求される場合がある。そのような素子は、現実的でない場合があったり、非常にコストが高くなったりする場合がある。また、そのような素子は大型になり易いため、設置スペースを確保しにくい。

【 0 0 4 1 】

これに対して、本実施形態によれば、各デューティ比を調整することにより、車両用バッテリー 2 2 のインピーダンス Z_L の変動に好適に追従することができ、上記不都合を回避

50

することができる。

【0042】

(3)特に、車両用バッテリー22のインピーダンス Z_L の変動に追従するものとして、PFC回路24及びDC/DCコンバータ25を採用したことにより、PFC回路24よりも前段側(高周波電源12から受電器23まで)において、車両用バッテリー22のインピーダンス Z_L の変動を考慮する必要がない。これにより、高周波電源12から受電器23までの各部素子において、上記変動を考慮する必要がない分だけ、これらの構成の簡素化を図ることができる。

【0043】

(第2実施形態)

本実施形態では、図2に示すように、地上側機器11に第1インピーダンス変換器51(1次側インピーダンス変換部)が設けられており、車両側機器21に第2インピーダンス変換器52(2次側インピーダンス変換部)が設けられている。これら各インピーダンス変換器51,52について詳細に説明する。なお、第1実施形態と同一の構成については同一の符号を付すとともに、その詳細な説明を省略する。

【0044】

図2に示すように、第1インピーダンス変換器51は、高周波電源12と送電器13との間に設けられている。第1インピーダンス変換器51は、第1インダクタ51a及び第1キャパシタ51bからなるLC回路で構成されている。第2インピーダンス変換器52は、受電器23と測定器28との間に設けられている。第2インピーダンス変換器52は、第2インダクタ52a及び第2キャパシタ52bからなるLC回路で構成されている。

【0045】

ここで、本発明者らは、受電器23(2次側コイル23a)の出力端から車両用バッテリー22までのインピーダンスの実部が、送電器13及び受電器23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23の出力端から車両用バッテリー22までのインピーダンスの実部には、他の(所定の)抵抗値と比較して相対的に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23の出力端から車両用バッテリー22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(第2抵抗値)が存在することを見出した。

【0046】

特定抵抗値 R_{out} は、送電器13及び受電器23の構成(各コイル13a,23aの形状及びインダクタンスや各コンデンサ13b,23bのキャパシタン等)、送電器13及び受電器23間の距離等によって決定される。

【0047】

詳細には、仮に送電器13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23(詳細には受電器23の出力端)から仮想負荷 X_1 までのインピーダンスを R_{b1} とすると、特定抵抗値 R_{out} は($R_{a1} \times R_{b1}$)である。

【0048】

第2インピーダンス変換器52は、上記知見に基づいて、受電器23の出力端から車両用バッテリー22までのインピーダンス(第2インピーダンス変換器52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)ように負荷インピーダンス Z_1 をインピーダンス変換する。

【0049】

かかる構成において、PFC回路24は、車両用バッテリー22のインピーダンス Z_L の変動に対応させて力率が「1」に近づくように動作し、DC/DCコンバータ25は、車両用バッテリー22のインピーダンス Z_L の変動に応じて、負荷インピーダンス Z_1 の実部が一定となるように動作する。

【0050】

第1インピーダンス変換器51は、高周波電源12の出力端から車両用バッテリー22ま

10

20

30

40

50

でのインピーダンスが所定値となるように、受電器 23 の出力端から車両用バッテリー 22 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 13 の入力端から車両用バッテリー 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。なお、高周波電源 12 の出力端から車両用バッテリー 22 までのインピーダンスとは、第 1 インピーダンス変換器 51 の入力端のインピーダンスとも言える。なお、「所定値」とは、例えば所望の電力値が得られる値等が考えられる。

【0051】

次に、本実施形態の作用について説明する。

第 2 インピーダンス変換器 52 は、受電器 23 の出力端から車両用バッテリー 22 までのインピーダンス（第 2 インピーダンス変換器 52 の入力端のインピーダンス）が、相対的に伝送効率が高くなる特定抵抗値 R_{out} に近づくように負荷インピーダンス Z_1 をインピーダンス変換している。これにより、伝送効率の向上が実現されている。

10

【0052】

かかる構成において、車両用バッテリー 22 のインピーダンス Z_L が変動した場合であっても、負荷インピーダンス Z_1 （PFC 回路 24 の入力端から車両用バッテリー 22 までのインピーダンス）の実部が一定となっている。このため、車両用バッテリー 22 のインピーダンス Z_L が変動した場合であっても、受電器 23 の出力端から車両用バッテリー 22 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。よって、車両用バッテリー 22 のインピーダンス Z_L が変動した場合であっても、伝送効率の高い状態が維持される。

20

【0053】

以上詳述した本実施形態によれば、上記（1）～（3）の効果に加えて、以下の効果を奏する。

（4）本発明者らは、受電器 23 の出力端から車両用バッテリー 22 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。特定抵抗値 R_{out} は、送電器 13 の入力端に設けた仮想負荷 X_1 の抵抗値を R_{a1} とし、受電器 23 から仮想負荷 X_1 までのインピーダンスを R_{b1} とすると、 $(R_{a1} \times R_{b1})$ である。そして、受電器 23 の出力端から車両用バッテリー 22 までのインピーダンスが特定抵抗値 R_{out} に近づくように負荷インピーダンス Z_1 をインピーダンス変換する第 2 インピーダンス変換器 52 を設けた。これにより、伝送効率の向上を図ることができる。

30

【0054】

かかる構成において、車両用バッテリー 22 のインピーダンス Z_L の変動に対応させて、PFC 回路 24 及び DC/DC コンバータ 25 を制御する構成とした。これにより、車両用バッテリー 22 のインピーダンス Z_L の変動に伴う力率の低下を抑制することができる。また、負荷インピーダンス Z_1 の変動に起因して、受電器 23 の出力端から車両用バッテリー 22 までのインピーダンスが特定抵抗値 R_{out} からずれることを回避することができる。

【0055】

なお、上記実施形態は以下のように変更してもよい。

第 1 実施形態では、第 2 デューティ比制御部 26b は、車両用バッテリー 22 のインピーダンス Z_L の変動に応じて、負荷インピーダンス Z_1 の実部が一定となるように制御する構成であったが、これに限られない。例えば、高周波電源 12 として電力源を採用し、負荷インピーダンス Z_1 の実部と、受電器 23 の出力端から高周波電源 12 までのインピーダンスの実部とが整合するように、負荷インピーダンス Z_1 の実部を制御する構成であってもよい。

40

【0056】

各実施形態において、厳密には、第 2 デューティ比は、測定器 28 の入力端から車両用バッテリー 22 までのインピーダンスの実部が一定となるように調整される。但し、測定器 28 のインピーダンスは、PFC 回路 24 の入力端から車両用バッテリー 22 までのインピーダンスよりも十分に小さいため、測定器 28 のインピーダンスを無視できるものと

50

する。

【0057】

また、第1実施形態において、負荷インピーダンス Z_1 の実部が特定値として伝送効率が相対的に高くなる特定抵抗値 R_{out} に近づくように第2デューティ比の初期値が設定されている構成であってもよい。

【0058】

第2実施形態では、各インピーダンス変換器51, 52の定数(インピーダンス)は固定であったが、これに限られず、定数を可変としてもよい。この場合、各コイル13a, 23aの相対位置の変動に対応させて、各インピーダンス変換器51, 52の定数を可変制御してもよい。これにより、各コイル13a, 23aの位置ずれが発生している場合であっても、高い伝送効率を維持することができる。

10

【0059】

なお、各コイル13a, 23aの相対位置としては、各コイル13a, 23a間の距離だけでなく、各コイル13a, 23aの軸線方向、各コイル13a, 23aの重ね合わせの態様等が含まれている。各コイル13a, 23aの重ね合わせの態様とは、例えば送電器13及び受電器23が上下方向に配置される構成においては、上方から見た場合の1次側コイル13a及び2次側コイル23aの位置ずれ等が考えられる。

【0060】

各インピーダンス変換器51, 52の定数が可変である構成においては、例えば第2インピーダンス変換器52(又は測定器28)とPFC回路24との間に、入力される電力の電力値に関わらず一定の抵抗値(インピーダンス)を有する固定抵抗を設ける。また、第2インピーダンス変換器52の接続先を、固定抵抗と、PFC回路24とに切り換えるリレーを設ける。そして、各インピーダンス変換器51, 52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52の接続先を固定抵抗にする。

20

【0061】

ちなみに、各インピーダンス変換器51, 52の定数の可変制御を行う場合には、高周波電源12から充電用電力よりも電力値が小さい調整用電力が出力されるようにしてもよい。この場合、固定抵抗の抵抗値は、負荷インピーダンス Z_1 の初期値と同一に設定するとよい。

【0062】

第2実施形態における各インピーダンス変換器51, 52の具体的な構成は任意である。例えば、型、T型のLC回路で構成してもよい。また、LC回路に限られず、トランス等を用いてもよい。

30

【0063】

第2実施形態では、地上側機器11及び車両側機器21に1つずつインピーダンス変換器が設けられていたが、これに限られず、地上側機器11及び車両側機器21のいずれか又は双方に2つずつインピーダンス変換器を設けてもよい。

【0064】

各実施形態において、PFC回路24は昇圧チョッパ型力率コンバータであったが、これに限られない。力率を改善させつつ、高周波電力を整流することが可能であれば、その具体的な回路構成は任意であり、降圧型であってもよい。

40

【0065】

各実施形態において、DC/DCコンバータ25は非絶縁降圧チョッパであったが、これに限られず、具体的な回路構成は任意であり、昇圧型であってもよい。

各実施形態では、各スイッチング素子33, 41は、パワーMOSFETで構成されていたが、これに限られず、IGBT等を用いてもよい。

【0066】

各実施形態では、測定器28の測定結果に基づいて各デューティ比を可変制御する構成であったが、これに限られず、例えば予め高周波電源12の出力電力と、各デューティ比とを対応付けたマップデータを設け、そのマップデータに基づいて各デューティ比を

50

決定する構成としてもよい。

【0067】

第1実施形態では、各デューティ比の調整する契機として、高周波電源12から出力される高周波電力の電力値の切換（充電用電力から押し込み充電用電力への切換）を採用したが、これに限られない。例えば、測定器28の測定結果から定期的に伝送効率を算出し、その算出された伝送効率が予め定められた閾値効率以下である場合に各デューティ比を調整する構成としてもよい。また、伝送効率に代えて、車両用バッテリー22の充電量を、各デューティ比の調整契機として採用してもよい。

【0068】

各実施形態では、各デューティ比を制御する各デューティ比制御部26a, 26bは車両側コントローラ26に設けられていたが、これに限られず、電源側コントローラ14に設けられていてもよく、これらとは別に設けられていてもよい。要は、各デューティ比を制御する主体は任意である。

10

【0069】

各実施形態では、第2デューティ比は、負荷インピーダンスZ1の実部が一定となるように調整されていたが、これに限られない。例えば、負荷インピーダンスZ1の実部が予め定められた許容範囲内で変動するのを許容する態様で第2デューティ比を調整する構成であってもよい。これにより、第2デューティ比の調整の容易化を図ることができる。

【0070】

同様に、力率が予め定められた許容範囲内で変動するのを許容してもよい。この場合、第1デューティ比の調整の容易化を図ることができる。

20

高周波電源12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。

【0071】

高周波電源12は、電力源や電圧源であってもよく、電流源であってもよい。また、電圧源としては、内部抵抗が無視可能(0)な電圧源(スイッチング電源)や、所定の内部抵抗(例えば50)を有する電圧源であってもよい。

【0072】

高周波電源12を省略してもよい。この場合、系統電力が送電器13に入力されるようにする。

30

各実施形態では、各コンデンサ13b, 23bを設けたが、これらを省略してもよい。この場合、各コイル13a, 23aの寄生容量を用いて磁場共鳴させる。

【0073】

各実施形態では、送電器13の共振周波数と受電器23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。

各実施形態では、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。

【0074】

各実施形態では、非接触電力伝送装置10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。

40

【0075】

送電器13は、1次側コイル13a及び1次側コンデンサ13bからなる共振回路とその共振回路に対して電磁誘導で結合する1次側誘導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次側誘導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23は、2次側コイル23a及び2次側コンデンサ23bからなる共振回路と、その共振回路に対して電磁誘導で結合する2次側誘導コイルとを有する構成とし、2次側誘導コイルを用いて受電器23の共振回路から高周波電力を取り出してもよい。

50

【 0 0 7 6 】

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 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 2 次側コイルと前記 P F C 回路との間には、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 2 次側インピーダンス変換部を備えてい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。

【 0 0 7 7 】

(ロ) 前記第 1 スイッチング素子のスイッチング動作のデューティ比は、前記変動負荷のインピーダンスの虚部の変動に対応させて調整されるものであり、

前記第 2 スイッチング素子のスイッチング動作のデューティ比は、前記変動負荷のインピーダンスの実部の変動に対応させて調整されるものであることを特徴とする請求項 1、2 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 0 7 8 】

(ハ) 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 2 次側コイルと、

負荷と、

を備えた受電機器において、

所定の周期でスイッチング動作を行う第 1 スイッチング素子を有し、前記 2 次側コイルにて受電された交流電力を整流する P F C 回路と、

所定の周期でスイッチング動作を行う第 2 スイッチング素子を有し、前記 P F C 回路にて整流された直流電力の電圧を異なる電圧に変換して前記負荷に出力する D C / D C コンバータと、

を備え、

前記第 1 スイッチング素子のスイッチング動作のデューティ比は、力率が改善するように設定され、

前記第 2 スイッチング素子のスイッチング動作のデューティ比は、前記 P F C 回路の入力端から前記負荷までのインピーダンスの実部が予め定められた特定値となるように設定されていることを特徴とする受電機器。

【 0 0 7 9 】

なお、上記技術的思想に着目した場合、負荷として、車両用バッテリー 2 2 のような入力される電力値に応じてインピーダンス Z_L が変動するものに限られず、入力される電力値に関わらずインピーダンスが一定のものを採用してもよい。

【 符号の説明 】

【 0 0 8 0 】

1 0 ... 非接触電力伝送装置、1 1 ... 地上側機器 (受電機器)、1 2 ... 高周波電源、1 3 a ... 1 次側コイル、2 1 ... 車両側機器 (送電機器)、2 2 ... 車両用バッテリー (変動負荷)、2 3 a ... 2 次側コイル、2 4 ... P F C 回路、2 5 ... D C / D C コンバータ、2 6 a ... 第 1 デューティ比制御部、2 6 b ... 第 2 デューティ比制御部、2 8 ... 測定器、3 3 ... 第 1 スイッチング素子、4 1 ... 第 2 スイッチング素子。

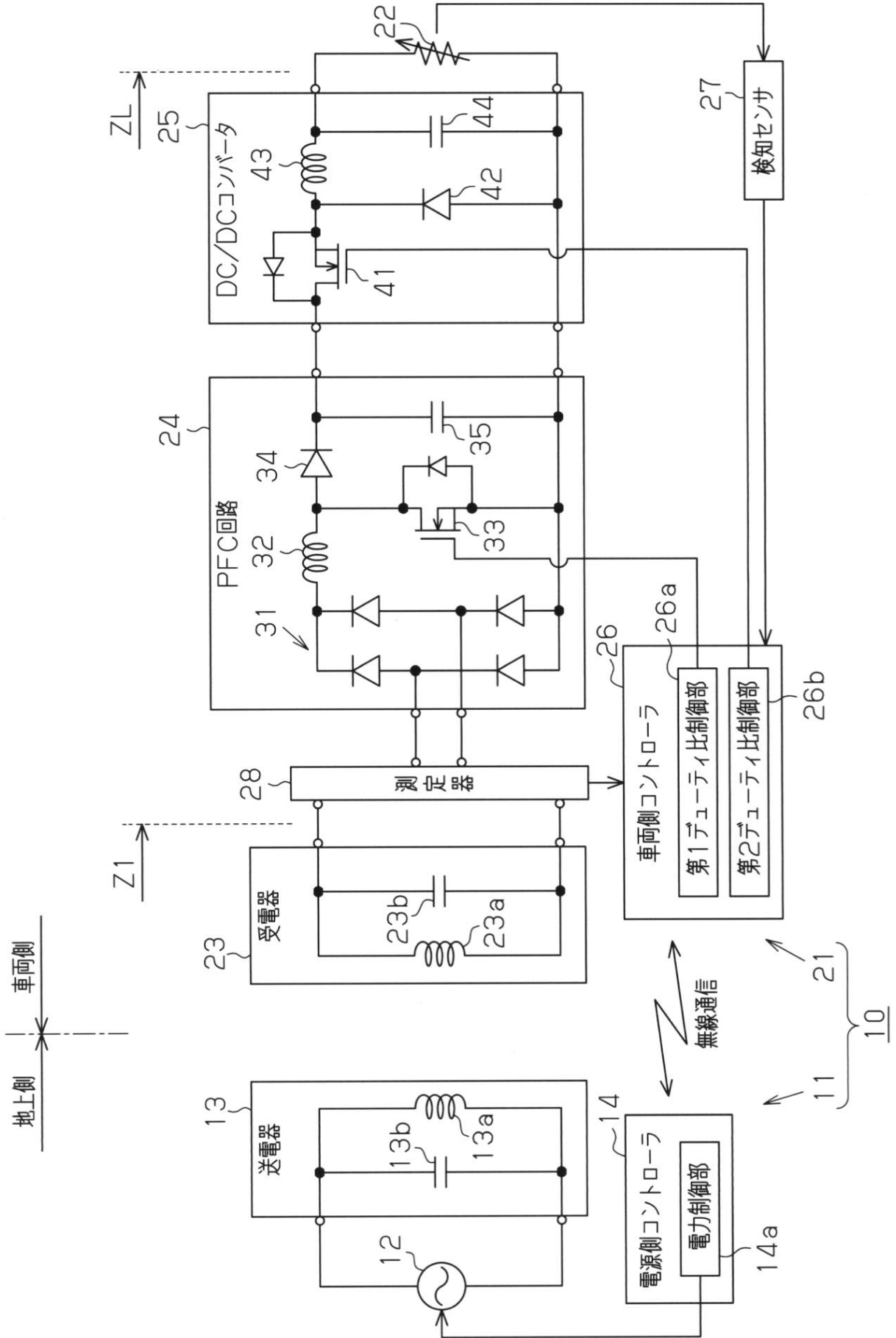
10

20

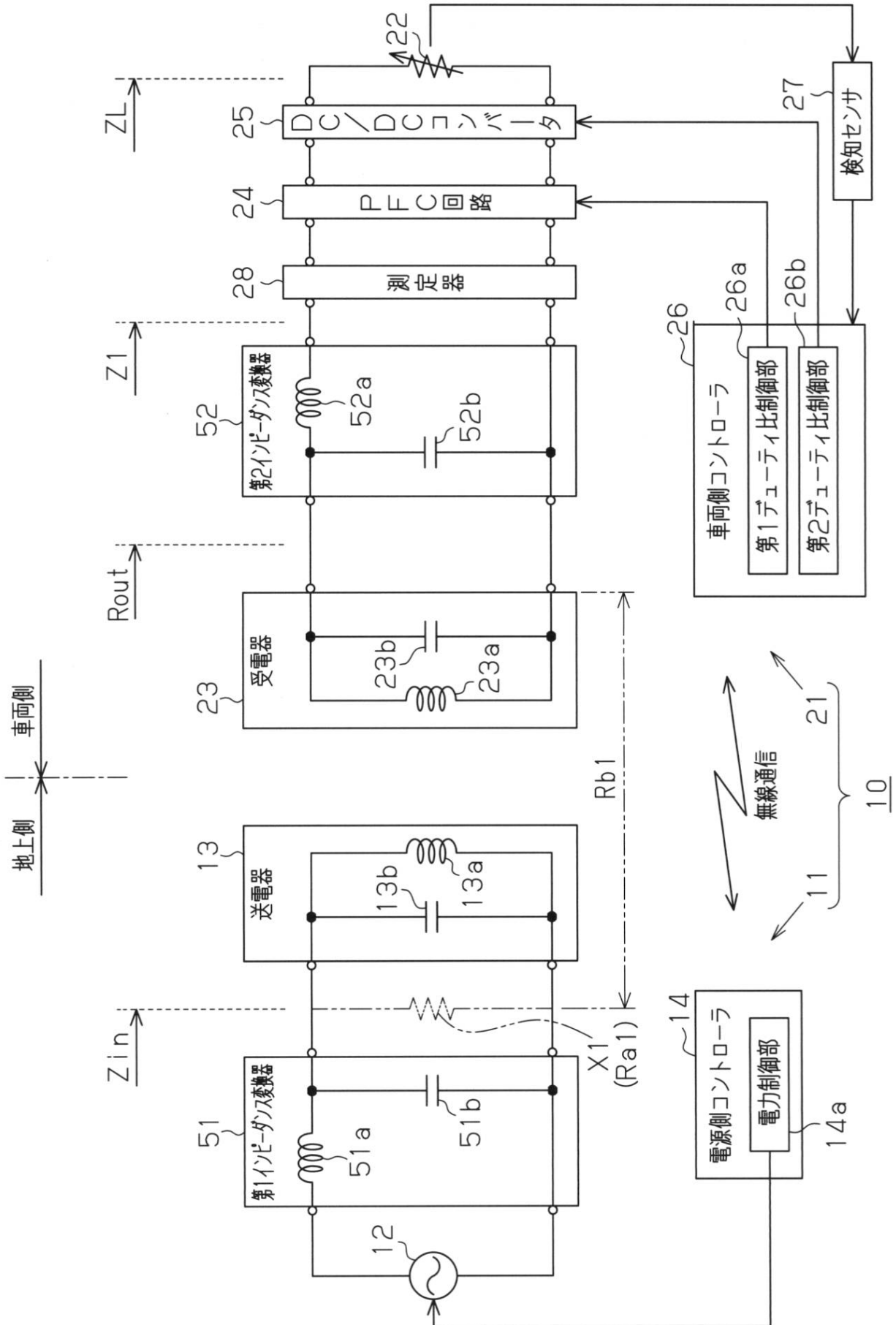
30

40

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード(参考)
H 0 2 J	7/00	(2006.01)	B 6 0 L 5/00	B
			H 0 2 J 7/00	P
			H 0 2 J 7/00	3 0 1 D

(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 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 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 小野 琢磨
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

Fターム(参考) 5G503 AA01 BA01 BB01 FA06 GB03 GB08 GD02 GD03 GD04
5H105 BA09 BB05 CC07 CC19 DD10 GG04
5H125 AA01 AC12 AC27 BB00 BB05 BC21 FF16
5H730 AA04 AA18 AS17 BB13 BB14 BB57 CC01 DD03 DD04 EE59
FD61 FG05