

(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2010-141977

(P2010-141977A)

(43) 公開日 平成22年6月24日(2010.6.24)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
H02J 17/00 H01F 38/14	(2006.01) (2006.01)	H02J 17/00 H01F 23/00
		B B

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2008-313633 (P2008-313633)	(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
(22) 出願日	平成20年12月9日 (2008.12.9)	(71) 出願人	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町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	追田 慎平 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

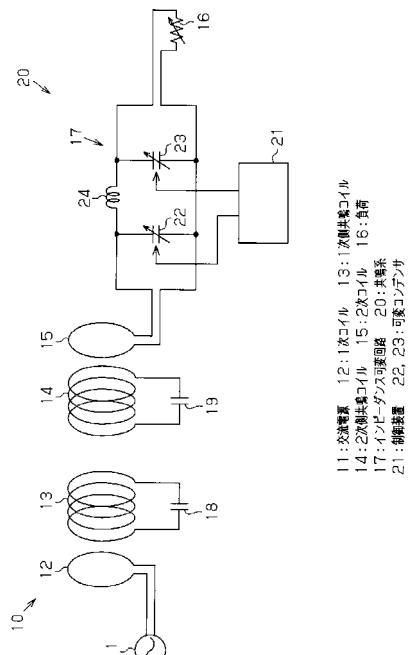
(54) 【発明の名称】非接触電力伝送装置における電力伝送方法及び非接触電力伝送装置

## (57) 【要約】

【課題】2つの共鳴コイル間の距離や負荷の少なくとも一方が変化しても、交流電源の交流出力電圧の周波数を変更せずに、交流電源から電力を効率良く負荷に供給する。

【解決手段】非接触電力伝送装置10は、交流電源11と、交流電源11に接続された1次コイル12と、1次側共鳴コイル13と、2次側共鳴コイル14と、負荷16が接続された2次コイル15と、2次コイル15と負荷16との間に設けられたインピーダンス可変回路17とを備えている。1次コイル12、1次側共鳴コイル13、2次側共鳴コイル14、2次コイル15、負荷16及びインピーダンス可変回路17は共鳴系20を構成する。交流電源11は共鳴系20の共鳴周波数に等しい周波数で交流電圧を出し、インピーダンス可変回路17は、共鳴系20の入力インピーダンスの変化を抑制するようにインピーダンスが調整される。

【選択図】図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

交流電源と、

前記交流電源に接続された 1 次コイルと、

1 次側共鳴コイルと、

2 次側共鳴コイルと、

2 次コイルと、

前記 2 次コイルに接続された負荷とを備え、

前記 1 次コイル、前記 1 次側共鳴コイル、前記 2 次側共鳴コイル、前記 2 次コイル及び前記負荷は共鳴系を構成する非接触電力伝送装置における電力伝送方法であって、

前記 2 次コイルと前記負荷との間にインピーダンス可変回路を設け、前記共鳴系のパラメータ変化に対して、前記交流電源から出力される交流電圧の周波数における前記共鳴系の入力インピーダンスの変化を抑制するように前記インピーダンス可変回路のインピーダンスを調整することを特徴とする非接触電力伝送装置における電力伝送方法。

## 【請求項 2】

交流電源と、

前記交流電源に接続された 1 次コイルと、

1 次側共鳴コイルと、

2 次側共鳴コイルと、

2 次コイルと、

前記 2 次コイルに接続された負荷と、

前記 2 次コイルと前記負荷との間に設けられるとともに可変リアクタンス素子を有するインピーダンス可変回路と、

前記インピーダンス可変回路を制御する制御装置とを備え、

前記 1 次コイル、前記 1 次側共鳴コイル、前記 2 次側共鳴コイル、前記 2 次コイル、前記インピーダンス可変回路及び前記負荷は共鳴系を構成し、

前記共鳴系のパラメータ変化に対して、前記制御装置は前記可変リアクタンス素子のリアクタンスを制御して、前記交流電源から出力される交流電圧の周波数における前記共鳴系の入力インピーダンスの変化を抑制するように前記インピーダンス可変回路のインピーダンスを調整することを特徴とする非接触電力伝送装置。

## 【請求項 3】

前記負荷を検出する負荷検出手段を備え、前記制御装置は、前記負荷検出手段の検出結果に基づいて前記インピーダンス可変回路のインピーダンスの調整を行う請求項 2 に記載の非接触電力伝送装置。

## 【請求項 4】

前記 1 次側共鳴コイルと前記 2 次側共鳴コイルとの距離を測定する距離測定手段を備え、前記制御装置は、前記距離測定手段の測定結果に基づいて前記インピーダンス可変回路のインピーダンスの調整を行う請求項 2 に記載の非接触電力伝送装置。

## 【請求項 5】

前記負荷を検出する負荷検出手段と、前記 1 次側共鳴コイルと前記 2 次側共鳴コイルとの距離を測定する距離測定手段とを備え、前記制御装置は、前記距離測定手段の測定結果と、前記負荷検出手段の検出結果とに基づいて前記インピーダンス可変回路のインピーダンスの調整を行う請求項 2 に記載の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、非接触電力伝送装置における電力伝送方法及び非接触電力伝送装置に係り、詳しくは共鳴型の非接触電力伝送装置における電力伝送方法及び非接触電力伝送装置に関する。

## 【背景技術】

10

20

30

40

50

## 【0002】

非接触電力伝送装置として、例えば非特許文献1及び特許文献1に記載されたものが知られている。この非接触電力伝送装置は、図5に示すように、二つの銅線コイル51, 52を離れた状態で配置し、一方の銅線コイル51から他方の銅線コイル52に電磁場の共鳴によって電力を伝送することが紹介されている。具体的には、交流電源53に接続された1次コイル54で発生した磁場を銅線コイル51, 52による磁場共鳴により増強し、2次コイル55により増強された銅線コイル52付近の磁場から電磁誘導を利用して電力を取り出し、負荷56に供給する。そして、半径30cmの銅線コイル51, 52を2m離して配置した場合に、負荷56としての60Wの電灯を点灯できることが確認されている。

10

【非特許文献1】NIKKEI ELECTRONICS 2007.12.3 117  
頁～128頁

【特許文献1】国際公開特許WO/2007/008646 A2

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

## 【0003】

この共鳴型非接触電力伝送装置において交流電源の電力を負荷に効率良く供給するには、交流電源から電力を効率良く共鳴系に供給することが必要になる。ところが、非特許文献1及び特許文献1にはこの非接触電力伝送装置を設計（製造）する際ににおける、送信側（送電側）の銅線コイル51、受信側（受電側）の銅線コイル52の共鳴周波数と交流電源の出力交流の周波数との関係が明記されていない。

20

## 【0004】

送電側と受電側との距離が一定で、かつ受電側に接続される負荷の抵抗が一定の状態で使用される非接触電力伝送装置の場合は、最初に共鳴系の共鳴周波数となる交流電源53の出力周波数を実験により求めて、その周波数で交流電源53から1次コイル54に交流電圧を出力すればよい。しかし、共鳴コイル間の距離、即ち2つの銅線コイル51, 52間の距離や負荷56の抵抗値が変化すると、共鳴系の共鳴周波数における共鳴系の入力インピーダンスが変化する。そのため、交流電源53と共鳴系の入力インピーダンスとのマッチングが取れなくなり、交流電源53への反射電力が増えるため、電力を効率良く負荷56に供給することができない。ここで、「共鳴系の共鳴周波数」とは、電力伝送効率が最大になる周波数を意味する。

30

## 【0005】

本発明の目的は、2つの共鳴コイル間の距離や負荷の少なくとも一方が変化しても、交流電源の交流出力電圧の周波数を変更せずに、交流電源から電力を効率良く負荷に供給することができる非接触電力伝送装置における電力伝送方法及び非接触電力伝送装置を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

## 【0006】

前記の目的を達成するため、請求項1に記載の発明の非接触電力伝送装置の電力伝送方法は、交流電源と、前記交流電源に接続された1次コイルと、1次側共鳴コイルと、2次側共鳴コイルと、2次コイルと、前記2次コイルに接続された負荷とを備え、前記1次コイル、前記1次側共鳴コイル、前記2次側共鳴コイル、前記2次コイル及び前記負荷は共鳴系を構成する非接触電力伝送装置における電力伝送方法である。そして、前記2次コイルと前記負荷との間にインピーダンス可変回路を設け、前記共鳴系のパラメータ変化に対して、前記交流電源から出力される交流電圧の周波数における前記共鳴系の入力インピーダンスの変化を抑制するように前記インピーダンス可変回路のインピーダンスを調整する。

40

## 【0007】

ここで、「交流電源」とは、交流電圧を出力する電源を意味し、直流電源から入力された直流を交流に変換して出力するものも含む。また、「共鳴系の入力インピーダンス」と

50

は、1次コイルの両端で測定した共鳴系全体のインピーダンスを指す。また、「共鳴系のパラメータ変化」には、例えば、2つの共鳴コイル間の距離の変化や負荷の変化がある。

**【0008】**

この発明によれば、共鳴系のパラメータ変化に対して、交流電源から出力される交流電圧の周波数における共鳴系の入力インピーダンスの変化を抑制するようにインピーダンス可変回路のインピーダンスが調整される。そのため、2つの共鳴コイル間の距離や負荷の少なくとも一方が変化しても、交流電源の交流出力電圧の周波数を変更せずに、交流電源への反射電力を低減して、交流電源から電力を効率良く負荷に供給することができる。

**【0009】**

請求項2に記載の発明の非接触電力伝送装置は、交流電源と、前記交流電源に接続された1次コイルと、1次側共鳴コイルと、2次側共鳴コイルと、2次コイルと、前記2次コイルに接続された負荷と、前記2次コイルと前記負荷との間に設けられるとともに可変リアクタンス素子を有するインピーダンス可変回路と、前記インピーダンス可変回路を制御する制御装置とを備え、前記1次コイル、前記1次側共鳴コイル、前記2次側共鳴コイル、前記2次コイル、前記インピーダンス可変回路及び前記負荷は共鳴系を構成する。前記共鳴系のパラメータ変化に対して、前記制御装置は前記可変リアクタンス素子のリアクタンスを制御して、前記交流電源から出力される交流電圧の周波数における前記共鳴系の入力インピーダンスの変化を抑制するように前記インピーダンス可変回路のインピーダンスを調整する。

**【0010】**

この発明では、例えば、2つの共鳴コイル間の距離や負荷の少なくとも一方が共鳴周波数を設定する際に基準とした値から変化すると、即ち、共鳴系のパラメータ変化に対して、その変化に伴って共鳴系の共鳴周波数における入力インピーダンスが変化するのを抑制するように、制御装置によりインピーダンス可変回路のインピーダンスが調整される。インピーダンス可変回路は、インピーダンス可変回路を構成する可変リアクタンス素子のリアクタンスが調整されることにより、共鳴系の共鳴周波数における入力インピーダンスが元の値に合うように調整される。そのため、2つの共鳴コイル間の距離や負荷の少なくとも一方が変化した場合、交流電源の交流出力電圧の周波数を変更しなくとも、交流電源への反射電力を低減して、交流電源から電力を効率良く負荷に供給することができる。「入力インピーダンスが元の値に合うように」とは、元の値に完全に一致することだけでなく、例えば、非接触電力伝送装置の電力伝送効率80%以上、または、交流電源への反射電力が5%以下等、所望の性能を達成する範囲内での差異は許容される。以下、この明細書では同じ意味で記載する。

**【0011】**

請求項3に記載の発明は、請求項2に記載の発明において、前記負荷を検出する負荷検出手段を備え、前記制御装置は、前記負荷検出手段の検出結果に基づいて前記インピーダンス可変回路のインピーダンスの調整を行う。この発明では、負荷検出手段の検出結果に基づいて負荷の値が共鳴周波数を設定する際に基準とした値から変化したことが確認されると、制御装置によりインピーダンス可変回路のインピーダンスが、共鳴系の入力インピーダンスが元の値に合うように調整される。

**【0012】**

請求項4に記載の発明は、請求項2に記載の発明において、前記1次側共鳴コイルと前記2次側共鳴コイルとの距離を測定する距離測定手段を備え、前記制御装置は、前記距離測定手段の測定結果に基づいて前記インピーダンス可変回路のインピーダンスの調整を行う。この発明では、距離測定手段の測定結果に基づいて2つの共鳴コイルの距離が変化したことが確認されると、制御装置によりインピーダンス可変回路のインピーダンスが、共鳴系の入力インピーダンスが元の値に合うように調整される。

**【0013】**

請求項5に記載の発明は、請求項2に記載の発明において、前記負荷を検出する負荷検出手段と、前記1次側共鳴コイルと前記2次側共鳴コイルとの距離を測定する距離測定手

10

20

30

40

50

段とを備え、前記制御装置は、前記距離測定手段の測定結果と、前記負荷検出手段の検出結果とに基づいて前記インピーダンス可変回路のインピーダンスの調整を行う。この発明では、2つの共鳴コイル間の距離及び負荷の両方が変化しても、交流電源の交流出力電圧の周波数を変更せずに、交流電源から電力を効率良く負荷に供給することができる。

#### 【発明の効果】

#### 【0014】

本発明によれば、2つの共鳴コイル間の距離や負荷の少なくとも一方が変化しても、交流電源の交流出力電圧の周波数を変更せずに、交流電源から電力を効率良く負荷に供給することができる。

10

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0015】

##### (第1の実施形態)

以下、本発明を具体化した第1の実施形態を図面にしたがって説明する。

図1は、非接触電力伝送装置10の構成を模式的に示す。図1に示すように、非接触電力伝送装置10は、交流電源11と、交流電源11に接続された1次コイル12と、1次側共鳴コイル13と、2次側共鳴コイル14と、2次コイル15と、2次コイル15に接続された負荷16と、2次コイル15と負荷16との間に設けられたインピーダンス可変回路17とを備えている。1次側共鳴コイル13及び2次側共鳴コイル14にはそれぞれコンデンサ18, 19が並列に接続されている。1次コイル12、1次側共鳴コイル13、2次側共鳴コイル14、2次コイル15、負荷16、インピーダンス可変回路17及びコンデンサ18, 19は共鳴系20を構成する。また、非接触電力伝送装置10はインピーダンス可変回路17を制御する制御装置21を備えている。

20

#### 【0016】

交流電源11は、交流電圧を出力する電源である。交流電源11の出力交流電圧の周波数は、共鳴系20の予め設定された共鳴周波数に等しい周波数に設定されている。

1次コイル12、1次側共鳴コイル13、2次側共鳴コイル14及び2次コイル15は電線により形成されている。コイルを構成する電線には、例えば、絶縁ビニル被覆線が使用される。コイルの巻径や巻数は、伝送しようとする電力の大きさ等に対応して適宜設定される。この実施形態では1次コイル12、1次側共鳴コイル13、2次側共鳴コイル14及び2次コイル15は、同じ巻径に形成されている。1次側共鳴コイル13及び2次側共鳴コイル14は同じに形成され、各コンデンサ18, 19として同じコンデンサが使用されている。

30

#### 【0017】

インピーダンス可変回路17は、可変リアクタンスとしての2つの可変コンデンサ22, 23とインダクタ24とから構成されている。一方の可変コンデンサ22は2次コイル15に並列に接続され、他方の可変コンデンサ23は負荷16に並列に接続されている。インダクタ24は両可変コンデンサ22, 23間に接続されている。インピーダンス可変回路17は、可変コンデンサ22, 23の容量が変更されることでそのインピーダンスが変更される。可変コンデンサ22, 23は、例えば、図示しない回転軸がモータにより駆動される公知の構成で、モータが制御装置21からの駆動信号により駆動されるようになっている。

40

#### 【0018】

制御装置21は共鳴系20のパラメータ変化に対して、交流電源11から出力される交流電圧の周波数における共鳴系20の入力インピーダンスの変化を抑制するようにインピーダンス可変回路17のインピーダンスを調整する。制御装置21は可変コンデンサ22, 23の容量(リアクタンス)を制御して、共鳴系20の入力インピーダンスの変化を抑制するようにインピーダンス可変回路17のインピーダンスを調整する。

#### 【0019】

図2は、非接触電力伝送装置10を移動体(例えば、車両)30に搭載された2次電池31に対して非接触充電を行うシステムに適用した場合の充電装置35と移動体30とを

50

模式的に示す。移動体30には2次側共鳴コイル14、2次コイル15、負荷16としての2次電池31、インピーダンス可変回路17、制御装置21及び負荷検出手段としての充電量センサ32が搭載されている。充電量センサ32は2次電池31の充電量を検出する。

#### 【0020】

制御装置21はCPU33及びメモリ34を備えている。メモリ34には、2次コイル15より2次電池31側のインピーダンスを、共鳴周波数を設定する際に基準とした値にするための、2次電池31の充電量と、可変コンデンサ22，23の容量との関係を示すデータがマップ又は関係式として記憶されている。これらのデータは予め試験により求められる。制御装置21は、充電量センサ32の検出結果に基づいて、2次コイル15より2次電池31側のインピーダンスの変化を抑制する値に可変コンデンサ22，23の容量を変更してインピーダンス可変回路17のインピーダンスの調整を行う。10

#### 【0021】

充電装置35は充電ステーションに設けられている。充電装置35には、交流電源11、1次コイル12及び1次側共鳴コイル13が設けられている。

次に前記のように構成された非接触電力伝送装置10の作用を説明する。

#### 【0022】

2次電池31への充電時には、移動体30が充電装置35との距離が一定となる所定の充電位置に停止した状態で充電が行われる。移動体30が充電位置に停止すると、充電量センサ32が2次電池31の充電量の検出を開始する。検出された充電量のデータは制御装置21に送られる。制御装置21は、充電量のデータを入力して、充電量に対応する可変コンデンサ22，23の容量をメモリ34に記憶されたデータから決定する。次に制御装置21は、可変コンデンサ22，23の容量を決定された容量に変更するように可変コンデンサ22，23に駆動信号を出力する。そして、可変コンデンサ22，23の容量が充電量に適した値、即ち充電量が変化しても2次コイル15より2次電池31側のインピーダンスが変化しないようにする容量に変更される。20

#### 【0023】

次に交流電源11から1次コイル12に共鳴系20の共鳴周波数で交流電圧が出力され、1次コイル12に磁場が発生する。この磁場が1次側共鳴コイル13と2次側共鳴コイル14とによる磁場共鳴により増強される。増強された2次側共鳴コイル14付近の磁場から2次コイル15により電磁誘導を利用して電力が取り出されて2次電池31に供給される。30

#### 【0024】

充電中も、充電量センサ32は2次電池31の充電量を検出し、その検出データを制御装置21に送る。また、制御装置21は、充電量のデータから充電量に適した可変コンデンサ22，23の容量を決定し、可変コンデンサ22，23の容量がその値になるように可変コンデンサ22，23の容量を調整する。そのため、充電中に2次電池31の充電量が変化しても、2次コイル15より2次電池31側のインピーダンスが変化しないようにインピーダンス可変回路17のインピーダンスが調整され、共鳴系20の入力インピーダンス $Z_{in}$ の変化が抑制される。即ち、共鳴系20のパラメータ変化（この実施形態では負荷としての2次電池31の充電量の変化）に対して、交流電源11から出力される交流電圧の周波数における共鳴系20の入力インピーダンスの変化を抑制するようにインピーダンス可変回路17のインピーダンスが調整される。40

#### 【0025】

図3は、負荷を変えて測定した場合における周波数と共鳴系の入力インピーダンス $Z_{in}$ との関係を示す。図3に示すように、負荷が変わっても共鳴周波数（図3では2.6MHz）は変化しないが、共鳴周波数における入力インピーダンス $Z_{in}$ の値は変化する。交流電源11からは予め設定された共鳴系の入力インピーダンス $Z_{in}$ と合うように、共鳴周波数と等しい一定の周波数で交流電圧が出力される。そのため、充電中に負荷としての2次電池31の充電量が変化して、共鳴系20の入力インピーダンス $Z_{in}$ の値が小さ50

になると、交流電源 11 の出力インピーダンスと共鳴系 20 の入力インピーダンス  $Z_{in}$  とのマッチングが取れずに、交流電源 11 への反射電力が生じる。

#### 【0026】

しかし、この実施形態の非接触電力伝送装置 10 では、充電時に充電量センサ 32 により 2 次電池 31 の充電量が検出される。そして、2 次コイル 15 より 2 次電池 31 側のインピーダンスの変化を抑制するように、検出された充電量に適した可変コンデンサ 22, 23 の容量が制御装置 21 により決定され、可変コンデンサ 22, 23 の容量がその値に変更される。そのため、共鳴系 20 の入力インピーダンス  $Z_{in}$  が一定に維持される。

#### 【0027】

この実施形態によれば、以下に示す効果を得ることができる。

10

(1) 非接触電力伝送装置 10 は、交流電源 11 と、交流電源 11 に接続された 1 次コイル 12 と、1 次側共鳴コイル 13 と、2 次側共鳴コイル 14 と、2 次コイル 15 と、2 次コイル 15 に接続された負荷 16 と、2 次コイル 15 と負荷 16 との間に設けられたインピーダンス可変回路 17 を備える。1 次コイル 12、1 次側共鳴コイル 13、2 次側共鳴コイル 14、2 次コイル 15、負荷 16 及びインピーダンス可変回路 17 は共鳴系 20 を構成する。そして、共鳴系 20 のパラメータ変化に対して、交流電源 11 から出力される交流電圧の周波数における共鳴系 20 の入力インピーダンス  $Z_{in}$  の変化を抑制するように制御装置 21 がインピーダンス可変回路 17 のインピーダンスを調整する。したがって、共鳴コイル間の距離や負荷の少なくとも一方が共鳴周波数を設定する際に基準とした値から変化した場合、交流電源 11 の交流出力電圧の周波数を変更しなくても、交流電源 11 への反射電力を低減して、交流電源 11 から電力を効率良く負荷 16 に供給することができる。

20

#### 【0028】

(2) 非接触電力伝送装置 10 は、負荷 16 の大きさを検出する負荷検出手段（充電量センサ 32）を備え、インピーダンス可変回路 17 は、負荷検出手段の検出結果に基づいてインピーダンスが調整される。したがって、非接触で電力伝送中に負荷 16 の変化によって共鳴系 20 の入力インピーダンス  $Z_{in}$  が変化した場合でも、交流電源 11 の交流出力電圧の周波数を変更しなくても、交流電源 11 への反射電力を低減して、交流電源 11 から電力を効率良く負荷 16 に供給することができる。

30

#### 【0029】

(3) 非接触電力伝送装置 10 は、移動体 30 に搭載された 2 次電池 31 に対して非接触充電を行うシステムに適用され、移動体 30 は充電時に充電装置 35 から一定の距離となる停止位置に停止し、移動体 30 に 2 次電池 31 の充電量を検出する充電量センサ 32 が設けられている。制御装置 21 は、充電量が変化しても 2 次コイル 15 より 2 次電池 31 側のインピーダンスの変化を抑制するようにインピーダンス可変回路 17 のインピーダンスを調整する。したがって、2 次電池 31 への充電を効率良く行うことができる。

40

#### 【0030】

(4) 1 次側共鳴コイル 13 及び 2 次側共鳴コイル 14 にコンデンサ 18, 19 が接続されている。そのため、1 次側共鳴コイル 13 及び 2 次側共鳴コイル 14 のコイルの巻数を増やすことなく共鳴系 20 の共鳴周波数を下げることができる。また、共鳴周波数が同じであれば、1 次側共鳴コイル 13 及び 2 次側共鳴コイル 14 を、コンデンサ 18, 19 を接続しない場合に比べて小型化することができる。

50

#### 【0031】

（第 2 の実施形態）

次に第 2 の実施形態を図 4 にしたがって説明する。この実施形態では、充電時における移動体 30 の停止位置は充電装置 35 との距離が決められた位置ではなく、停止位置によって 1 次側共鳴コイル 13 と 2 次側共鳴コイル 14 との距離が異なり、距離の違いによつても共鳴系 20 の入力インピーダンス  $Z_{in}$  が変化する場合に対応するように構成されている点が前記第 1 の実施形態と異なっている。第 1 の実施形態と基本的に同一部分は同一符号を付して詳しい説明を省略する。

50

## 【0032】

移動体30は、充電量センサ32に加えて、距離測定手段としての距離センサ36を備えている。距離センサ36は、移動体30が充電位置に停止した状態において充電装置35との距離を測定し、間接的に1次側共鳴コイル13と2次側共鳴コイル14との距離を測定する。

## 【0033】

メモリ34には、2次電池31の充電量と、その充電量における共鳴系20の入力インピーダンス $Z_{in}$ との関係を示すデータがマップ又は関係式として記憶されている。このデータは、1次側共鳴コイル13と2次側共鳴コイル14間の距離が異なる場合に対してもそれぞれ記憶されている。これらのデータは予め試験により求められる。また、メモリ34には、2次コイル15より2次電池31側のインピーダンスを、共鳴周波数を設定する際に基準とした値にするための、1次側共鳴コイル13と2次側共鳴コイル14との距離と、2次電池31の充電量との組み合わせに対する可変コンデンサ22, 23の容量との関係を示すデータが記憶されている。

10

## 【0034】

2次電池31への充電時には、移動体30が充電装置35の近くの充電位置に停止した状態で充電が行われる。移動体30が充電位置に停止すると、距離センサ36が充電装置35との距離を測定する。また、充電量センサ32が2次電池31の充電量の検出を開始する。距離センサ36の測定データ及び充電量センサ32の検出データは制御装置21に送られる。制御装置21は、距離センサ36の測定データから1次側共鳴コイル13と2次側共鳴コイル14との距離をメモリ34に記憶されているデータから求める。また、制御装置21は、充電量のデータを入力して、1次側共鳴コイル13及び2次側共鳴コイル14間の距離における充電量に対応する可変コンデンサ22, 23の適切容量をメモリ34に記憶されているデータから決定する。次に制御装置21は、可変コンデンサ22, 23の容量を決定された容量に変更するように可変コンデンサ22, 23に駆動信号を出力する。そして、可変コンデンサ22, 23の容量が充電量に適した値に変更される。

20

## 【0035】

次に交流電源11から1次コイル12に共鳴系20の共鳴周波数で交流電圧が出力され充電が開始される。充電中、充電量センサ32は2次電池31の充電量を検出し、制御装置21は、充電量のデータから充電量に適した可変コンデンサ22, 23の容量を決定し、可変コンデンサ22, 23の容量がその値になるように可変コンデンサ22, 23の容量を調整する。そのため、充電中に2次電池31の充電量が変化しても、2次コイル15より2次電池31側のインピーダンス変化しないように、即ち共鳴系20の入力インピーダンス $Z_{in}$ が変化しないようにインピーダンス可変回路17のインピーダンスが調整される。

30

## 【0036】

この第2の実施形態によれば、第1の実施形態の(1), (4)の効果に加えて以下の効果を得ることができる。

(5) 非接触電力伝送装置10は、負荷を検出する負荷検出手段(充電量センサ32)と、1次側共鳴コイル13と2次側共鳴コイル14との距離を測定する距離測定手段(距離センサ36)とを備え、制御装置21は、距離測定手段の測定結果と、負荷検出手段の検出結果とに基づいてインピーダンス可変回路17のインピーダンスの調整を行う。したがって、2つの共鳴コイル間の距離及び負荷の両方が変化しても、交流電源11の交流出力電圧の周波数を変更せずに、交流電源11から電力を効率良く負荷に供給することができる。

40

## 【0037】

(6) 非接触電力伝送装置10は、移動体30に搭載された2次電池31に対して非接触充電を行うシステムに適用され、移動体30が距離センサ36を備えている。そのため、充電時に移動体30が停止した状態において、移動体30と充電装置35との距離が充電時毎に異なっても、交流電源11の交流出力電圧の周波数を変更せずに、2次電池31

50

に効率良く充電することができる。また、移動体30を充電装置35との距離が決められた値となる所定位置に停止させなくてよいため、充電位置への停止時に、ハンドル操作やアクセル及びブレーキ操作が容易になる。

#### 【0038】

実施形態は前記に限定されるものではなく、例えば、次のように具体化してもよい。

非接触電力伝送装置10は、共鳴系20の共鳴周波数における入力インピーダンス  $Z_{in}$  の変化の要因として、1次側共鳴コイル13と2次側共鳴コイル14との距離のみを考慮し、負荷検出手段を備えずに、距離測定手段（距離センサ36）のみを備える構成としてもよい。例えば、第2の実施形態において、移動体30に設けた充電量センサ32を省略し、メモリ34には充電量に関するデータの記憶を省略する。この場合、制御装置21は、距離測定手段（距離センサ36）の測定結果に基づいてインピーダンス可変回路17のインピーダンスの調整を行う。したがって、2つの共鳴コイル間の距離が変化しても、交流電源11の交流出力電圧の周波数を変更せずに、交流電源11から電力を効率良く負荷に供給することができる。また、移動体30を充電装置35との距離が決められた値となる所定位置に停止させなくてよいため、充電位置への停止操作が容易になる。

10

#### 【0039】

インピーダンス可変回路17は2個の可変コンデンサ22，23と1個のインダクタ24とで構成されるものに限らない。例えば、インピーダンス可変回路17を構成する可変コンデンサ22，23のいずれか一方を省略して、インピーダンス可変回路17を1個の可変コンデンサと1個のインダクタ24とで構成してもよい。また、インピーダンス可変回路17を、固定容量のコンデンサと可変リアクタンス素子としての可変インダクタとで構成してもよい。

20

#### 【0040】

非接触電力伝送装置10を移動体30に搭載された2次電池31の充電システムに適用する場合、定格容量が同じ2次電池31にのみ充電を行う構成に代えて、定格容量が異なる2次電池31を搭載した移動体30の2次電池31に対しても充電を行う構成としてもよい。例えば、制御装置21のメモリ34に、定格容量が異なる2次電池31毎に、2次コイル15より2次電池31側のインピーダンスを、共鳴周波数を設定する際に基準とした値にするための、共鳴コイル間の距離及び2次電池31の充電量と、可変コンデンサ22，23の容量との関係を示すデータがマップ又は関係式としてメモリ34に記憶される。そして、制御装置21は移動体30に搭載されている2次電池31の定格容量によって、充電時における適切な可変コンデンサ22，23の容量を演算して、インピーダンス可変回路17のインピーダンスを調整する。

30

#### 【0041】

充電時における2次電池31の負荷の変化を充電量の変化から間接的に検出する代わりに、負荷検出手段として負荷を直接検出する構成のセンサを使用してもよい。例えば、2次電池31に供給される電流を検出する電流センサを負荷検出手段としてもよい。

#### 【0042】

非接触電力伝送装置10は充電装置35に限らず、使用中に段階的に負荷が変化する電気機器を負荷として使用する場合や負荷の値が異なる複数の電気機器に対して電力を供給する装置に適用してもよい。

40

#### 【0043】

非接触電力伝送装置10が使用中に段階的に負荷が変化する電気機器を負荷16として使用する場合、負荷の変化する時期が予め決まっている場合、負荷16の駆動開始時（非接触電力伝送装置10の電力伝送開始時）からの経過時間で、インピーダンス可変回路17のインピーダンスを調整するようにしてもよい。

#### 【0044】

1次側共鳴コイル13及び2次側共鳴コイル14に接続されたコンデンサ18，19を省略してもよい。しかし、コンデンサ18，19を接続した構成の方が、コンデンサ18，19を省略した場合に比べて、共鳴周波数を下げることができる。また、共鳴周波

50

数が同じであれば、コンデンサ18，19を省略した場合に比べて、1次側共鳴コイル13及び2次側共鳴コイル14の小型化が可能になる。

#### 【0045】

交流電源11は、出力交流電圧の周波数が変更可能でも変更不能でもよい。

1次コイル12、1次側共鳴コイル13、2次側共鳴コイル14及び2次コイル15の外形は、円形に限らず、例えば、四角形や六角形や三角形等の多角形にしたり、あるいは橢円形にしたりしてもよい。

#### 【0046】

1次コイル12、1次側共鳴コイル13、2次側共鳴コイル14及び2次コイル15の外形は、ほぼ左右対称な形状に限らず、非対称な形状であってもよい。10

電線は断面円形の一般的な銅線に限らず、矩形断面の板状の銅線であってもよい。

#### 【0047】

電線の材料は銅に限らず、例えば、アルミニウムや銀を用いてもよい。

1次側共鳴コイル13及び2次側共鳴コイル14は、電線が筒状に巻回されたコイルに限らず、例えば、電線が一平面上に巻回された形状としてもよい。

#### 【0048】

1次コイル12、1次側共鳴コイル13、2次側共鳴コイル14及び2次コイル15が全て同じ径に形成されている必要はない。例えば、1次側共鳴コイル13及び2次側共鳴コイル14は同じ径で、1次コイル12及び2次コイル15は異なる径としてもよい。20

#### 【0049】

1次コイル12、1次側共鳴コイル13、2次側共鳴コイル14及び2次コイル15を電線で形成する代わりに、基板上に設けられた配線パターンで形成してもよい。

以下の技術的思想（発明）は前記実施形態から把握できる。

#### 【0050】

(1) 請求項1～請求項5のいずれか一項に記載の発明において、前記インピーダンス可変回路は可変コンデンサとインダクタとで構成され、前記制御装置は、メモリに記憶された前記2次コイルより負荷側のインピーダンスを、共鳴周波数を設定する際に基準とした値にするための、前記1次側共鳴コイル及び前記2次側共鳴コイル間の距離あるいは前記負荷と、前記可変コンデンサの容量との関係を示すデータとに基づいて前記可変コンデンサの容量を調整する。30

#### 【0051】

(2) 請求項3に記載の発明の非接触電力伝送装置は移動体に搭載された2次電池への充電を行うシステムに適用され、前記移動体には前記2次側共鳴コイル、前記2次コイル、前記インピーダンス可変回路、前記負荷としての2次電池、前記制御装置及び前記負荷検出手段が搭載され、充電ステーションに設けられた充電装置には前記交流電源、前記1次コイル、前記1次側共鳴コイルが設けられ、前記制御装置は前記負荷検出手段の検出結果と、メモリに記憶された前記2次コイルより負荷側のインピーダンスを、共鳴周波数を設定する際に基準とした値にするための、前記負荷と前記可変コンデンサの容量との関係を示すデータとに基づいて前記可変コンデンサの容量を調整する。40

#### 【0052】

(3) 請求項4に記載の発明の非接触電力伝送装置は移動体に搭載された2次電池への充電を行うシステムに適用され、前記移動体には前記2次側共鳴コイル、前記2次コイル、前記インピーダンス可変回路、前記負荷としての2次電池、前記制御装置及び前記距離測定手段が搭載され、充電ステーションに設けられた充電装置には前記交流電源、前記1次コイル、前記1次側共鳴コイルが設けられ、前記制御装置は前記距離測定手段の測定結果と、メモリに記憶された前記2次コイルより負荷側のインピーダンスを、共鳴周波数を設定する際に基準とした値にするための、前記1次側共鳴コイル及び前記2次側共鳴コイル間の距離と前記可変コンデンサの容量との関係を示すデータとに基づいて前記可変コンデンサの容量を調整する。50

## 【図面の簡単な説明】

【0053】

【図1】第1の実施形態に係る非接触電力伝送装置の構成図。

【図2】充電装置と移動体とを示す模式図。

【図3】共鳴コイル間の距離を変えた場合における共鳴系の入力インピーダンスと周波数との関係を示すグラフ。

【図4】第2の実施形態の充電装置と移動体とを示す模式図。

【図5】従来技術の非接触電力伝送装置の構成図。

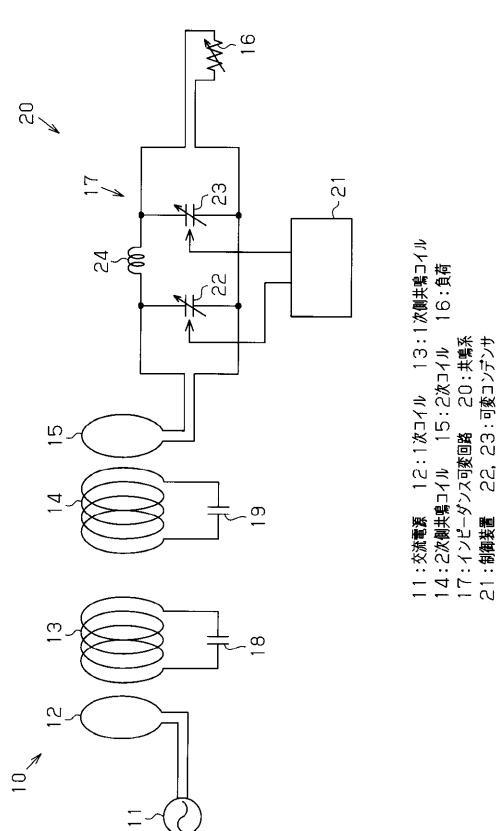
## 【符号の説明】

【0054】

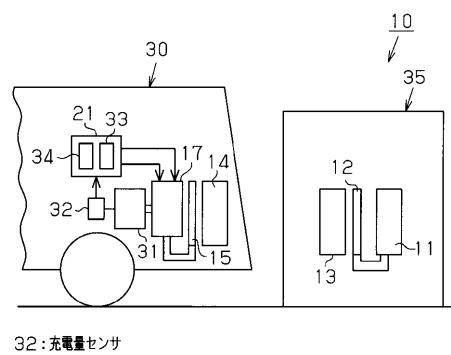
10...非接触電力伝送装置、11...交流電源、12...1次コイル、13...1次側共鳴コイル、14...2次側共鳴コイル、15...2次コイル、16...負荷、17...インピーダンス可変回路、20...共鳴系、21...制御装置、22, 23...可変リアクタンス素子としての可変コンデンサ、32...負荷検出手段としての充電量センサ、36...距離測定手段としての距離センサ。

10

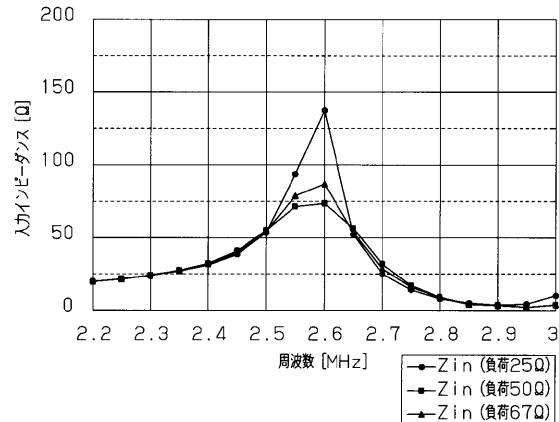
【図1】



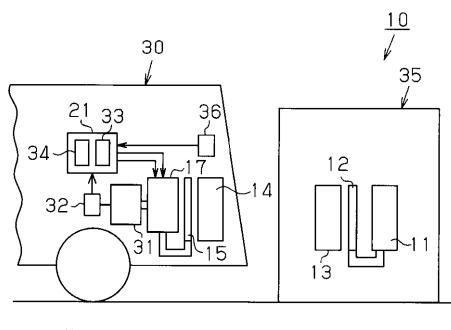
【図2】



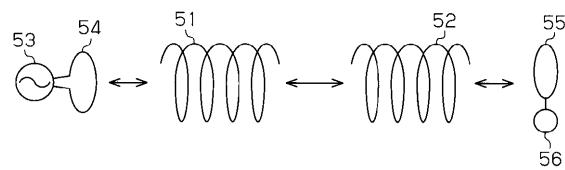
【図3】



【図4】



【図5】



---

フロントページの続き

(72)発明者 鈴木 定典  
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 高田 和良  
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 中田 健一  
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 山本 幸宏  
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 市川 真士  
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車 株式会社内

(72)発明者 石川 哲浩  
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車 株式会社内