

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5648694号
(P5648694)

(45) 発行日 平成27年1月7日(2015.1.7)

(24) 登録日 平成26年11月21日(2014.11.21)

(51) Int.Cl.

F I

H O 2 J 17/00 (2006.01)

H O 2 J 17/00 B

H O 2 J 7/00 (2006.01)

H O 2 J 17/00 X

H O 1 F 38/14 (2006.01)

H O 2 J 7/00 P

H O 2 J 7/00 3 O 1 D

H O 1 F 23/00 B

請求項の数 9 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2012-549543 (P2012-549543)
 (86) (22) 出願日 平成22年12月24日(2010.12.24)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2010/073323
 (87) 国際公開番号 W02012/086051
 (87) 国際公開日 平成24年6月28日(2012.6.28)
 審査請求日 平成25年5月16日(2013.5.16)

(73) 特許権者 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 110001195
 特許業務法人深見特許事務所
 (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

審査官 高野 誠治

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 非接触給電システム及び給電設備

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

給電設備と、

前記給電設備から非接触で受電する受電装置とを備え、

前記給電設備は、

所定の周波数を有する電力を発生する電源装置と、

前記電源装置から電力を受け、前記受電装置と電磁場を介して共鳴することにより前記受電装置へ非接触で送電するための送電ユニットと、

前記電源装置と前記送電ユニットとの間に設けられる第1のインピーダンス可変装置と

、

前記第1のインピーダンス可変装置を調整する第1の制御装置とを含み、

前記受電装置は、

前記送電ユニットと前記電磁場を介して共鳴することにより前記送電ユニットから非接触で受電するための受電ユニットと、

前記受電ユニットにより受電された電力を受ける負荷と、

前記受電ユニットと前記負荷との間に設けられる第2のインピーダンス可変装置と、

前記第2のインピーダンス可変装置を調整する第2の制御装置とを含み、

前記第1の制御装置は、前記受電装置における前記第2のインピーダンス可変装置の調整に先立って前記第1のインピーダンス可変装置を調整し、

前記第2の制御装置は、前記第1の制御装置による前記第1のインピーダンス可変装置

10

20

の調整後、前記第 2 のインピーダンス可変装置を調整し、
前記給電設備は、第 1 の通信装置をさらに含み、
前記受電装置は、前記第 1 の通信装置と通信可能な第 2 の通信装置をさらに含み、
前記第 2 の通信装置は、前記受電装置側の情報を前記給電設備へ送信し、
前記第 1 の制御装置は、前記第 1 の通信装置によって受信される前記受電装置側の情報に基づき推定される、前記送電ユニットに対する前記受電ユニットの位置ずれ量に基づいて前記第 1 のインピーダンス可変装置を調整し、
前記第 1 の通信装置は、前記推定された位置ずれ量を前記受電装置へ送信し、
前記第 2 の制御装置は、前記第 2 の通信装置によって受信される前記位置ずれ量に基づいて前記第 2 のインピーダンス可変装置を調整する、非接触給電システム。

10

【請求項 2】

前記受電装置は、
前記第 1 および第 2 のインピーダンス可変装置の調整時に前記受電ユニットと前記第 2 のインピーダンス可変装置との間の電力線対間に電氣的に接続される抵抗素子と、
前記第 1 および第 2 のインピーダンス可変装置の調整時に、前記電力線対間に前記抵抗素子を電氣的に接続し、かつ、前記第 2 のインピーダンス可変装置を前記受電ユニットから電氣的に切離すための切替装置とをさらに含む、請求項 1 に記載の非接触給電システム。

【請求項 3】

前記受電装置は、
前記第 2 のインピーダンス可変装置と前記負荷との間に設けられ、前記受電ユニットにより受電された電力を整流する整流器と、
前記第 1 および第 2 のインピーダンス可変装置の調整時に前記整流器と前記負荷との間の電力線対間に電氣的に接続される抵抗素子と、
前記第 1 および第 2 のインピーダンス可変装置の調整時に、前記電力線対間に前記抵抗素子を電氣的に接続し、かつ、前記整流器から前記負荷を電氣的に切離すための切替装置とをさらに含む、請求項 1 に記載の非接触給電システム。

20

【請求項 4】

前記送電ユニットは、前記電源装置から電力を受けて前記電磁場を発生する一次自己共振コイルを含み、
前記受電ユニットは、前記電磁場を介して前記一次自己共振コイルと共鳴することにより前記一次自己共振コイルから受電する二次自己共振コイルを含む、請求項 1 に記載の非接触給電システム。

30

【請求項 5】

前記送電ユニットは、
前記電源装置から電力を受ける一次コイルと、
前記一次コイルから電磁誘導により給電され、前記電磁場を発生する一次自己共振コイルとを含み、
前記受電ユニットは、
前記電磁場を介して前記一次自己共振コイルと共鳴することにより前記一次自己共振コイルから受電する二次自己共振コイルと、
前記二次自己共振コイルによって受電された電力を電磁誘導により取出して出力する二次コイルとを含む、請求項 1 に記載の非接触給電システム。

40

【請求項 6】

前記受電装置は、車両に搭載される、請求項 1 に記載の非接触給電システム。

【請求項 7】

受電装置へ非接触で送電可能な給電設備であって、前記受電装置は、受電ユニットと前記受電ユニットにより受電された電力を受ける負荷との間に設けられる第 1 のインピーダンス可変装置を含み、
所定の周波数を有する電力を発生する電源装置と、

50

前記電源装置から電力を受け、前記受電装置と電磁場を介して共鳴することにより前記受電装置へ非接触で送電するための送電ユニットと、

前記電源装置と前記送電ユニットとの間に設けられる第2のインピーダンス可変装置と

、

前記第2のインピーダンス可変装置を調整する制御装置とを備え、

前記制御装置は、前記受電装置における前記第1のインピーダンス可変装置の調整に先立って前記第2のインピーダンス可変装置を調整し、

前記受電装置と通信可能な通信装置をさらに備え、

前記制御装置は、前記通信装置によって受信される前記受電装置側の情報に基づき推定される、前記送電ユニットに対する前記受電ユニットの位置ずれ量に基づいて前記第2のインピーダンス可変装置を調整する、給電設備。

10

【請求項8】

前記送電ユニットは、前記電源装置から電力を受けて前記電磁場を発生する一次自己共振コイルを含み、

前記受電ユニットは、前記電磁場を介して前記一次自己共振コイルと共鳴することにより前記一次自己共振コイルから受電する二次自己共振コイルを含む、請求項7に記載の給電設備。

【請求項9】

前記送電ユニットは、

前記電源装置から電力を受ける一次コイルと、

前記一次コイルから電磁誘導により給電され、前記電磁場を発生する一次自己共振コイルとを含み、

20

前記受電ユニットは、

前記電磁場を介して前記一次自己共振コイルと共鳴することにより前記一次自己共振コイルから受電する二次自己共振コイルと、

前記二次自己共振コイルによって受電された電力を電磁誘導により取出して出力する二次コイルとを含む、請求項7に記載の給電設備。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

この発明は、非接触給電システム、車両、給電設備および非接触給電システムの制御方法に関し、特に、送電ユニットと受電ユニットとが電磁場を介して共鳴することにより非接触で給電を行なう非接触給電に関する。

【背景技術】

【0002】

環境に配慮した車両として、電気自動車やハイブリッド自動車などの電動車両が大きく注目されている。これらの車両は、走行駆動力を発生する電動機と、その電動機に供給される電力を蓄える再充電可能な蓄電装置とを搭載する。なお、ハイブリッド自動車は、電動機とともに内燃機関をさらに動力源として搭載した自動車や、車両駆動用の直流電源として蓄電装置とともに燃料電池をさらに搭載した自動車等である。

40

【0003】

ハイブリッド自動車においても、電気自動車と同様に、車両外部の電源から車載の蓄電装置を充電可能な車両が知られている。たとえば、家屋に設けられた電源コンセントと車両に設けられた充電口とを充電ケーブルで接続することにより、一般家庭の電源から蓄電装置を充電できないいわゆる「プラグイン・ハイブリッド自動車」が知られている。

【0004】

一方、送電方法として、電源コードや送電ケーブルを用いないワイヤレス送電が近年注目されている。このワイヤレス送電技術としては、有力なものとして、電磁誘導を用いた送電、マイクロ波を用いた送電、および共鳴法による送電の3つの技術が知られている。

【0005】

50

このうち、共鳴法は、一對の共鳴器（たとえば一對のコイル）を電磁場（近接場）において共鳴させ、電磁場を介して送電する非接触の送電技術であり、数 kW の大電力を比較的長距離（たとえば数 m）送電することも可能である。

【 0 0 0 6 】

特開 2 0 1 0 - 1 4 1 9 7 6 号公報（特許文献 1）は、共鳴法により車両へ非接触で送電する非接触電力伝送装置を開示する。この非接触電力伝送装置は、交流電源と、交流電源に接続された一次コイルと、一次側共鳴コイルと、二次側共鳴コイルと、負荷（二次電池）が接続された二次コイルとを備え、交流電源と一次コイルとの間に設けられたインピーダンス可変回路をさらに備える。一次コイル、一次側共鳴コイル、二次側共鳴コイル、二次コイルおよび負荷は、共鳴系を構成する。そして、共鳴周波数における共鳴系の入力インピーダンスと、一次コイルより交流電源側のインピーダンスとが合うように、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。

10

【 0 0 0 7 】

また、特開 2 0 1 0 - 1 4 1 9 7 7 号公報（特許文献 2）に記載の非接触電力伝送装置は、交流電源と、交流電源に接続された一次コイルと、一次側共鳴コイルと、二次側共鳴コイルと、負荷（二次電池）が接続された二次コイルとを備え、二次コイルと負荷との間に設けられたインピーダンス可変回路をさらに備える。一次コイル、一次側共鳴コイル、二次側共鳴コイル、二次コイル、負荷およびインピーダンス可変回路は、共鳴系を構成する。交流電源は、共鳴系の共鳴周波数に等しい周波数で交流電圧を出力する。そして、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。

20

【 0 0 0 8 】

これらの非接触電力伝送装置によれば、共鳴コイル間の距離や電力を受ける負荷が変化しても、交流電源の周波数を変更することなく交流電源から負荷へ効率よく電力を供給することができる（特許文献 1，2 参照）。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 9 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 0 - 1 4 1 9 7 6 号公報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 1 0 - 1 4 1 9 7 7 号公報

【 特許文献 3 】 特開 2 0 1 0 - 1 1 9 2 4 6 号公報

30

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 0 】

一次側共鳴コイルに対して二次側共鳴コイルの位置ずれが生じると、コイル間の距離が変化することにより共鳴系のインピーダンスが変化し、給電設備から車両への送電効率が低下する。特開 2 0 1 0 - 1 4 1 9 7 6 号公報に開示される非接触電力伝送装置では、給電設備側（一次側）にインピーダンス可変回路が設けられ、共鳴系と電源装置とのインピーダンス整合が図られる。一方、特開 2 0 1 0 - 1 4 1 9 7 7 号公報に開示される非接触電力伝送装置では、受電装置側（二次側）にインピーダンス可変回路が設けられ、インピーダンス整合が図られる。

40

【 0 0 1 1 】

しかしながら、上記の非接触電力伝送装置では、一次側および二次側のいずれか一方にしかインピーダンス可変回路が設けられていないので、インピーダンスの調整範囲が限定される。そこで、一次側および二次側の双方にインピーダンス可変回路を設けることが考えられるが、その場合のインピーダンスの調整方法について、上記公報に具体的な記載はない。

【 0 0 1 2 】

それゆえに、この発明の目的は、一次側および二次側の双方にインピーダンス可変回路を備える非接触給電システムにおけるインピーダンスの調整手法を提供することである。

50

【課題を解決するための手段】

【0013】

この発明によれば、非接触給電システムは、給電設備と、給電設備から非接触で受電する受電装置とを備える。給電設備は、電源装置と、送電ユニットと、第1のインピーダンス可変装置と、第1の制御装置とを含む。電源装置は、所定の周波数を有する電力を発生する。送電ユニットは、電源装置から電力を受け、受電装置と電磁場を介して共鳴することにより受電装置へ非接触で送電する。第1のインピーダンス可変装置は、電源装置と送電ユニットとの間に設けられる。第1の制御装置は、第1のインピーダンス可変装置を調整する。受電装置は、受電ユニットと、負荷と、第2のインピーダンス可変装置と、第2の制御装置とを含む。受電ユニットは、送電ユニットと電磁場を介して共鳴することにより送電ユニットから非接触で受電する。負荷は、受電ユニットにより受電された電力を受ける。第2のインピーダンス可変装置は、受電ユニットと負荷との間に設けられる。第2の制御装置は、第2のインピーダンス可変装置を調整する。そして、第1の制御装置は、受電装置における第2のインピーダンス可変装置の調整に先立って第1のインピーダンス可変装置を調整する。第2の制御装置は、第1の制御装置による第1のインピーダンス可変装置の調整後、第2のインピーダンス可変装置を調整する。

10

【0014】

好ましくは、給電設備は、第1の通信装置をさらに含む。受電装置は、第1の通信装置と通信可能な第2の通信装置をさらに含む。第2の通信装置は、受電装置側の情報を給電設備へ送信する。第1の制御装置は、第1の通信装置によって受信される受電装置側の情報を利用して第1のインピーダンス可変装置を調整する。第1の通信装置は、給電設備側の情報を受電装置へ送信する。第2の制御装置は、第2の通信装置によって受信される給電設備側の情報を利用して第2のインピーダンス可変装置を調整する。

20

【0015】

さらに好ましくは、第1の制御装置は、受電装置側の情報に基づき推定される、送電ユニットに対する受電ユニットの位置ずれ量に基づいて第1のインピーダンス可変装置を調整する。第1の通信装置は、推定された位置ずれ量を受電装置へ送信する。第2の制御装置は、第2の通信装置によって受信される位置ずれ量に基づいて第2のインピーダンス可変装置を調整する。

【0016】

30

好ましくは、受電装置は、抵抗素子と、切替装置とをさらに含む。抵抗素子は、第1および第2のインピーダンス可変装置の調整時に受電ユニットと第2のインピーダンス可変装置との間の電力線対間に電氣的に接続される。切替装置は、第1および第2のインピーダンス可変装置の調整時に、電力線対間に抵抗素子を電氣的に接続し、かつ、第2のインピーダンス可変装置を受電ユニットから電氣的に切離す。

【0017】

また、好ましくは、受電装置は、整流器と、抵抗素子と、切替装置とをさらに含む。整流器は、第2のインピーダンス可変装置と負荷との間に設けられ、受電ユニットにより受電された電力を整流する。抵抗素子は、第1および第2のインピーダンス可変装置の調整時に整流器と負荷との間の電力線対間に電氣的に接続される。切替装置は、第1および第2のインピーダンス可変装置の調整時に、電力線対間に抵抗素子を電氣的に接続し、かつ、整流器から負荷を電氣的に切離す。

40

【0018】

好ましくは、送電ユニットは、一次自己共振コイルを含む。受電ユニットは、二次自己共振コイルを含む。一次自己共振コイルは、電源装置から電力を受けて電磁場を発生する。二次自己共振コイルは、電磁場を介して一次自己共振コイルと共鳴することにより一次自己共振コイルから受電する。

【0019】

また、好ましくは、送電ユニットは、一次コイルと、一次自己共振コイルとを含む。受電ユニットは、二次自己共振コイルと、二次コイルとを含む。一次コイルは、電源装置か

50

ら電力を受ける。一次自己共振コイルは、一次コイルから電磁誘導により給電され、電磁場を発生する。受電ユニットは、二次自己共振コイルと、二次コイルとを含む。二次自己共振コイルは、電磁場を介して一次自己共振コイルと共鳴することにより一次自己共振コイルから受電する。二次コイルは、二次自己共振コイルによって受電された電力を電磁誘導により取出して出力する。

【 0 0 2 0 】

好ましくは、受電装置は、車両に搭載される。

また、この発明によれば、車両は、給電設備から非接触で受電可能な車両である。給電設備は、第1のインピーダンス可変装置を含む。第1のインピーダンス可変装置は、電源装置と送電ユニットとの間に設けられる。車両は、受電ユニットと、負荷と、第2のインピーダンス可変装置と、制御装置とを備える。受電ユニットは、送電ユニットと電磁場を介して共鳴することにより送電ユニットから非接触で受電する。負荷は、受電ユニットにより受電された電力を受ける。第2のインピーダンス可変装置は、受電ユニットと負荷との間に設けられる。制御装置は、第2のインピーダンス可変装置を調整する。そして、制御装置は、給電設備において第1のインピーダンス可変装置の調整後、第2のインピーダンス可変装置を調整する。

10

【 0 0 2 1 】

好ましくは、車両は、給電設備と通信可能な通信装置をさらに備える。制御装置は、通信装置によって受信される給電設備側の情報を利用して第2のインピーダンス可変装置を調整する。

20

【 0 0 2 2 】

さらに好ましくは、制御装置は、送電ユニットに対する受電ユニットの位置ずれ量に基づいて第2のインピーダンス可変装置を調整する。

【 0 0 2 3 】

好ましくは、車両は、抵抗素子と、切替装置とをさらに備える。抵抗素子は、第1および第2のインピーダンス可変装置の調整時に受電ユニットと第2のインピーダンス可変装置との間の電力線対間に電氣的に接続される。切替装置は、第1および第2のインピーダンス可変装置の調整時に、電力線対間に抵抗素子を電氣的に接続し、かつ、第2のインピーダンス可変装置を受電ユニットから電氣的に切離す。

【 0 0 2 4 】

30

また、好ましくは、車両は、整流器と、抵抗素子と、切替装置とをさらに備える。整流器は、第2のインピーダンス可変装置と負荷との間に設けられ、受電ユニットにより受電された電力を整流する。抵抗素子は、第1および第2のインピーダンス可変装置の調整時に整流器と負荷との間の電力線対間に電氣的に接続される。切替装置は、第1および第2のインピーダンス可変装置の調整時に、電力線対間に抵抗素子を電氣的に接続し、かつ、整流器から負荷を電氣的に切離す。

【 0 0 2 5 】

好ましくは、送電ユニットは、一次自己共振コイルを含む。受電ユニットは、二次自己共振コイルを含む。一次自己共振コイルは、電源装置から電力を受けて電磁場を発生する。二次自己共振コイルは、電磁場を介して一次自己共振コイルと共鳴することにより一次自己共振コイルから受電する。

40

【 0 0 2 6 】

また、好ましくは、送電ユニットは、一次コイルと、一次自己共振コイルとを含む。受電ユニットは、二次自己共振コイルと、二次コイルとを含む。一次コイルは、電源装置から電力を受ける。一次自己共振コイルは、一次コイルから電磁誘導により給電され、電磁場を発生する。二次自己共振コイルは、電磁場を介して一次自己共振コイルと共鳴することにより一次自己共振コイルから受電する。二次コイルは、二次自己共振コイルによって受電された電力を電磁誘導により取出して出力する。

【 0 0 2 7 】

また、この発明によれば、給電設備は、受電装置へ非接触で送電可能な給電設備である

50

。受電装置は、第1のインピーダンス可変装置を含む。第1のインピーダンス可変装置は、受電ユニットと受電ユニットにより受電された電力を受ける負荷との間に設けられる。給電設備は、電源装置と、送電ユニットと、第2のインピーダンス可変装置と、制御装置とを備える。電源装置は、所定の周波数を有する電力を発生する。送電ユニットは、電源装置から電力を受け、受電装置と電磁場を介して共鳴することにより受電装置へ非接触で送電する。第2のインピーダンス可変装置は、電源装置と送電ユニットとの間に設けられる。制御装置は、第2のインピーダンス可変装置を調整する。そして、制御装置は、受電装置における第1のインピーダンス可変装置の調整に先立って第2のインピーダンス可変装置を調整する。

【0028】

10

好ましくは、給電設備は、受電装置と通信可能な通信装置をさらに備える。制御装置は、通信装置によって受信される受電装置側の情報を利用して第2のインピーダンス可変装置を調整する。

【0029】

さらに好ましくは、制御装置は、受電装置側の情報に基づき推定される、送電ユニットに対する受電ユニットの位置ずれ量に基づいて第2のインピーダンス可変装置を調整する。

【0030】

好ましくは、送電ユニットは、一次自己共振コイルを含む。受電ユニットは、二次自己共振コイルを含む。一次自己共振コイルは、電源装置から電力を受けて電磁場を発生する。二次自己共振コイルは、電磁場を介して一次自己共振コイルと共鳴することにより一次自己共振コイルから受電する。

20

【0031】

また、好ましくは、送電ユニットは、一次コイルと、一次自己共振コイルとを含む。受電ユニットは、二次自己共振コイルと、二次コイルとを含む。一次コイルは、電源装置から電力を受ける。一次自己共振コイルは、一次コイルから電磁誘導により給電され、電磁場を発生する。二次自己共振コイルは、電磁場を介して一次自己共振コイルと共鳴することにより一次自己共振コイルから受電する。二次コイルは、二次自己共振コイルによって受電された電力を電磁誘導により取出して出力する。

【0032】

30

また、この発明によれば、制御方法は、給電設備から受電装置へ非接触で給電する非接触給電システムの制御方法である。給電設備は、電源装置と、送電ユニットと、第1のインピーダンス可変装置とを備える。電源装置は、所定の周波数を有する電力を発生する。送電ユニットは、電源装置から電力を受け、受電装置と電磁場を介して共鳴することにより受電装置へ非接触で送電する。第1のインピーダンス可変装置は、電源装置と送電ユニットとの間に設けられる。また、受電装置は、受電ユニットと、負荷と、第2のインピーダンス可変装置とを備える。受電ユニットは、送電ユニットと電磁場を介して共鳴することにより送電ユニットから非接触で受電する。負荷は、受電ユニットにより受電された電力を受ける。第2のインピーダンス可変装置は、受電ユニットと負荷との間に設けられる。そして、制御方法は、第2のインピーダンス可変装置の調整に先立って第1のインピーダンス可変装置を調整するステップと、第1のインピーダンス可変装置の調整後、第2のインピーダンス可変装置を調整するステップとを含む。

40

【発明の効果】

【0033】

この発明においては、給電設備および受電装置は、それぞれ第1および第2のインピーダンス可変装置を含む。これにより、給電設備および受電装置のいずれか一方にしかインピーダンス可変装置が設けられない場合よりもインピーダンスの調整範囲が広がる。そして、受電装置における第2のインピーダンス可変装置の調整に先立って、給電設備において第1のインピーダンス可変装置が調整され、第1の制御装置による第1のインピーダンス可変装置の調整後、第2のインピーダンス可変装置が調整される。これにより、給電設

50

備において反射電力が抑制される。

【 0 0 3 4 】

したがって、この発明によれば、インピーダンスの調整範囲が広がることによって送電効率が向上し得るとともに、給電設備において反射電力が抑制されることによって電源装置の損傷を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 5 】

【図 1】この発明の実施の形態 1 による非接触給電システムの全体構成図である。

【図 2】インピーダンス整合器の回路構成の一例を示した回路図である。

【図 3】共鳴法による送電の原理を説明するための図である。

【図 4】給電設備の ECU の機能ブロック図である。

【図 5】受電電圧および反射電力と、位置ずれ量との関係を示した図である。

【図 6】位置ずれ量と給電設備におけるインピーダンス整合器の調整値との関係について
の一例を示した図である。

【図 7】車両の ECU の機能ブロック図である。

【図 8】図 7 に示す位置ずれ量推定部による位置ずれ量の推定方法の一例を説明するた
めの図である。

【図 9】位置ずれ量と車両におけるインピーダンス整合器の調整値との関係についての一
例を示した図である。

【図 10】非接触給電システムの処理の流れを説明するためのフローチャートである。

【図 11】実施の形態 2 における車両の ECU の機能ブロック図である。

【図 12】実施の形態 2 における非接触給電システムの処理の流れを説明するためのフロ
ーチャートである。

【図 13】実施の形態 3 による非接触給電システムの全体構成図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 3 6 】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中
同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰返さない。

【 0 0 3 7 】

[実施の形態 1]

図 1 は、この発明の実施の形態 1 による非接触給電システムの全体構成図である。図 1
を参照して、この非接触給電システムは、給電設備 100 と、車両 200 とを備える。

【 0 0 3 8 】

給電設備 100 は、電源装置 110 と、電力センサ 115 と、インピーダンス整合器 1
20 と、一次コイル 130 と、一次自己共振コイル 140 と、コンデンサ 150 と、電子
制御ユニット（以下「ECU」と称する。）160 と、通信装置 170 とを含む。

【 0 0 3 9 】

電源装置 110 は、所定の周波数を有する電力を発生する。一例として、電源装置 11
0 は、図示されない系統電源から電力を受け、1MHz ~ 10 数 MHz の所定の周波数を
有する電力を発生する。電源装置 110 は、ECU 160 から受ける指令に従って、電力
の発生および停止ならびに出力電力を制御する。

【 0 0 4 0 】

電力センサ 115 は、電源装置 110 における進行波電力および反射電力を検出し、そ
れらの各検出値を ECU 160 へ出力する。なお、進行波電力は、電源装置 110 から出
力される電力である。また、反射電力は、電源装置 110 から出力された電力が反射して
電源装置 110 へ戻った電力である。なお、この電力センサ 115 には、電源装置におけ
る進行波電力および反射電力を検出可能な種々の公知のセンサを用いることができる。

【 0 0 4 1 】

インピーダンス整合器 120 は、電源装置 110 と一次コイル 130 との間に設けられ
、内部のインピーダンスを変更可能に構成される。インピーダンス整合器 120 は、EC

10

20

30

40

50

Ｕ１６０から受ける指令に従ってインピーダンスを変更することにより、一次コイル１３０、一次自己共振コイル１４０およびコンデンサ１５０、ならびに車両２００の二次自己共振コイル２１０、コンデンサ２２０および二次コイル２３０（後述）を含む共鳴系の入力インピーダンスを電源装置１１０の出力インピーダンスと整合させる。

【００４２】

図２は、インピーダンス整合器１２０の回路構成の一例を示した回路図である。図２を参照して、インピーダンス整合器１２０は、可変コンデンサ１２２，１２４と、コイル１２６とを含む。可変コンデンサ１２２は、電源装置１１０（図１）に並列に接続される。可変コンデンサ１２４は、一次コイル１３０（図１）に並列に接続される。コイル１２６は、電源装置１１０と一次コイル１３０との間に配設される電力線対の一方において、可変コンデンサ１２２，１２４の接続ノード間に接続される。

10

【００４３】

このインピーダンス整合器１２０においては、ＥＣＵ１６０（図１）から受ける指令に従って可変コンデンサ１２２，１２４の少なくとも一方の容量が変更されることにより、インピーダンスが変化する。これにより、インピーダンス整合器１２０は、ＥＣＵ１６０から受ける指令に従って、共鳴系の入力インピーダンスを電源装置１１０の出力インピーダンスと整合させる。

【００４４】

なお、特に図示しないが、コイル１２６を可変コイルで構成し、可変コイルのインダクタンスを変更することによってインピーダンスを変更可能としてもよい。

20

【００４５】

再び図１を参照して、一次コイル１３０は、一次自己共振コイル１４０と所定の間隔において一次自己共振コイル１４０と略同軸上に配設される。一次コイル１３０は、電磁誘導により一次自己共振コイル１４０と磁氣的に結合し、電源装置１１０から供給される高周波電力を電磁誘導により一次自己共振コイル１４０へ供給する。

【００４６】

一次自己共振コイル１４０は、一次コイル１３０から電磁誘導により電力を受け、車両２００に搭載される二次自己共振コイル２１０（後述）と電磁場を介して共鳴することにより二次自己共振コイル２１０へ送電する。なお、一次自己共振コイル１４０には、コンデンサ１５０が設けられる。コンデンサ１５０は、たとえば一次自己共振コイル１４０の両端部間に接続される。そして、Ｑ値（たとえば、 $Q > 100$ ）および結合度 κ 等が大きくなるように一次自己共振コイル１４０のコイル径および巻数ならびにコンデンサ１５０の容量が適宜設計される。

30

【００４７】

なお、一次コイル１３０は、電源装置１１０から一次自己共振コイル１４０への給電を容易にするために設けられるものであり、一次コイル１３０を設けずに一次自己共振コイル１４０に電源装置１１０を直接接続してもよい。また、一次自己共振コイル１４０の浮遊容量を利用して、コンデンサ１５０を設けない構成としてもよい。

【００４８】

ＥＣＵ１６０は、給電設備１００から車両２００への給電時、反射電力および進行波電力の検出値を電力センサ１１５から受け、通信装置１７０により受信される車両２００側の受電状況を受ける。なお、車両２００の受電状況には、車両２００における受電電圧や受電電流、受電電力等の情報が含まれる。そして、ＥＣＵ１６０は、予め記憶されたプログラムをＣＰＵ（Central Processing Unit）で実行することによるソフトウェア処理および／または専用の電子回路によるハードウェア処理により、所定の処理を実行する。

40

【００４９】

具体的には、ＥＣＵ１６０は、電源装置１１０の動作を制御する。また、ＥＣＵ１６０は、給電設備１００による車両２００の蓄電装置２８０（後述）の充電に先立ち、インピーダンス整合器１２０のインピーダンスを調整する。そして、インピーダンス整合器１２０の調整が終了すると、ＥＣＵ１６０は、続いて車両２００側においてインピーダンス整

50

合器 250 (後述) の調整開始を指示する指令を通信装置 170 によって車両 200 へ送信する。なお、ECU 160 は、インピーダンス整合器 120 の調整値や反射電力の検出値等、車両 200 のインピーダンス整合器 250 の調整に必要な情報も通信装置 170 によって車両 200 へ送信する。

【0050】

なお、ECU 160 は、一次自己共振コイル 140 に対する二次自己共振コイル 210 の位置ずれ量 (以下、単に「位置ずれ量」と称する。) を推定し、その推定された位置ずれ量に基づいて、インピーダンス整合器 120 のインピーダンスを調整する。位置ずれ量の推定方法については、ECU 160 は、車両 200 の受電状況および電源装置 110 への反射電力に基づいて位置ずれ量を推定する。なお、一次自己共振コイル 140 と二次自己共振コイル 210 とは中心軸が互いに平行になるように配設され、一次自己共振コイル 140 の中心軸に対する二次自己共振コイル 210 の中心軸のオフセット量を「位置ずれ量」と称する。ECU 160 によるこれらの処理については、後ほど詳しく説明する。

【0051】

通信装置 170 は、車両 200 と通信を行なうための通信インターフェースである。通信装置 170 によって、位置ずれ量の推定およびインピーダンス調整を含む一連の処理 (以下、単に「調整処理」とも称する。) の開始を指示する指令や、車両 200 側の調整開始を指示する指令、インピーダンス整合器 120 の調整値や反射電力等の給電設備 100 側の情報、蓄電装置 280 を充電するための本格的な給電の開始を指示する指令等が車両 200 へ送信される。また、通信装置 170 によって、車両 200 側の受電状況や蓄電装置 280 の充電状態 (以下「SOC (State Of Charge)」とも称する。) 、車両 200 側の調整完了を示す信号等を車両 200 から受信する。

【0052】

一方、車両 200 は、二次自己共振コイル 210 と、コンデンサ 220 と、二次コイル 230 と、切替装置 240 と、インピーダンス整合器 250 と、整流器 260 と、充電器 270 と、蓄電装置 280 と、動力出力装置 285 とを含む。また、車両 200 は、ECU 290 と、通信装置 300 と、電圧センサ 310 と、電流センサ 312 とをさらに含む。

【0053】

二次自己共振コイル 210 は、給電設備 100 の一次自己共振コイル 140 と電磁場を介して共鳴することにより一次自己共振コイル 140 から受電する。なお、二次自己共振コイル 210 には、コンデンサ 220 が設けられる。コンデンサ 220 は、たとえば二次自己共振コイル 210 の両端部間に接続される。そして、Q 値 (たとえば、 $Q > 100$) および結合度 κ 等が大きくなるように二次自己共振コイル 210 のコイル径および巻数ならびにコンデンサ 220 の容量が適宜設計される。

【0054】

二次コイル 230 は、二次自己共振コイル 210 と所定の間隔をおいて二次自己共振コイル 210 と略同軸上に配設される。二次コイル 230 は、電磁誘導により二次自己共振コイル 210 と磁氣的に結合可能であり、二次自己共振コイル 210 によって受電された電力を電磁誘導により取出して切替装置 240 へ出力する。

【0055】

なお、二次コイル 230 は、二次自己共振コイル 210 からの電力の取出しを容易にするために設けられるものであり、二次コイル 230 を設けずに二次自己共振コイル 210 に切替装置 240 を直接接続してもよい。また、二次自己共振コイル 210 の浮遊容量を利用して、コンデンサ 220 を設けない構成としてもよい。

【0056】

切替装置 240 は、二次コイル 230 とインピーダンス整合器 250 との間に設けられる。切替装置 240 は、リレー 242、244 と、抵抗素子 246 とを含む。リレー 242 は、二次コイル 230 とインピーダンス整合器 250 との間の電力線に設けられる。リレー 244 および抵抗素子 246 は、リレー 242 よりも二次コイル 230 側において、

10

20

30

40

50

二次コイル 230 とインピーダンス整合器 250 との間の電力線対間に直列に接続される。

【0057】

そして、給電設備 100 による蓄電装置 280 の充電時、リレー 242, 244 はそれぞれオン, オフされる。一方、調整処理時においては、給電設備 100 においてインピーダンス整合器 120 の調整が行なわれているとき、リレー 242, 244 はそれぞれオフ, オンされる。これにより、蓄電装置 280 の SOC によってインピーダンスが変動する車両 200 の負荷が共鳴系から切離され、給電設備 100 においてインピーダンスの調整を安定的に行なうことができる。給電設備 100 においてインピーダンスの調整が終了し、車両 200 側の調整開始を指示する指令を給電設備 100 から受けると、リレー 242, 244 はそれぞれオン, オフされる。これにより、インピーダンス整合器 250 が共鳴系に電氣的に接続される。

10

【0058】

インピーダンス整合器 250 は、切替装置 240 と整流器 260 との間に設けられ、内部のインピーダンスを変更可能に構成される。インピーダンス整合器 250 は、ECU 290 から受ける指令に従ってインピーダンスを変更することにより、共鳴系の入力インピーダンスを電源装置 110 の出力インピーダンスと整合させる。なお、このインピーダンス整合器 250 の構成も、図 2 に示した給電設備 100 のインピーダンス整合器 120 と同じである。

【0059】

20

整流器 260 は、二次コイル 230 から出力される電力（交流）を整流する。充電器 270 は、整流器 260 から出力される直流電力を蓄電装置 280 の充電電圧に電圧変換して蓄電装置 280 へ出力する。蓄電装置 280 は、再充電可能な直流電源であり、たとえばリチウムイオンやニッケル水素などの二次電池から成る。蓄電装置 280 は、充電器 270 から受ける電力を蓄えるほか、動力出力装置 285 によって発電される回生電力も蓄える。そして、蓄電装置 280 は、その蓄えた電力を動力出力装置 285 へ供給する。なお、蓄電装置 280 として大容量のキャパシタも採用可能である。

【0060】

動力出力装置 285 は、蓄電装置 280 に蓄えられる電力を用いて車両 200 の走行駆動力を発生する。特に図示しないが、動力出力装置 285 は、たとえば、蓄電装置 280 から電力を受けるインバータ、インバータによって駆動されるモータ、モータによって駆動される駆動輪等を含む。なお、動力出力装置 285 は、蓄電装置 280 を充電するための発電機と、発電機を駆動可能なエンジンを含んでもよい。

30

【0061】

電圧センサ 310 は、二次コイル 230 から出力される電圧 V を検出し、その検出値を ECU 290 へ出力する。電流センサ 312 は、二次コイル 230 から出力される電流 I を検出し、その検出値を ECU 290 へ出力する。

【0062】

ECU 290 は、電圧 V および電流 I の検出値をそれぞれ電圧センサ 310 および電流センサ 312 から受ける。また、ECU 290 は、給電設備 100 から送信される各種指令および情報を通信装置 300 から受ける。そして、ECU 290 は、予め記憶されたプログラムを CPU (Central Processing Unit) で実行することによるソフトウェア処理および / または専用の電子回路によるハードウェア処理により、所定の処理を実行する。

40

【0063】

具体的には、ECU 290 は、給電設備 100 から受ける調整開始指令に従って、インピーダンス整合器 250 のインピーダンスを調整する。そして、インピーダンス整合器 250 の調整が終了すると、ECU 290 は、充電器 270 を制御することによって蓄電装置 280 を充電する。なお、ECU 290 により実行される処理については、後ほど詳しく説明する。通信装置 300 は、給電設備 100 と通信を行なうための通信インターフェ

50

ースである。

【 0 0 6 4 】

この非接触給電システムにおいては、一次自己共振コイル 1 4 0 および二次自己共振コイル 2 1 0 が電磁場を介して共鳴することにより、給電設備 1 0 0 から車両 2 0 0 への給電が行なわれる。共鳴系の入力インピーダンスを電源装置 1 1 0 の出力インピーダンスと整合させるためのインピーダンス整合器が給電設備 1 0 0 および車両 2 0 0 の双方に設けられる。そして、インピーダンスの調整について、まず、車両 2 0 0 での調整に先立って、給電設備 1 0 0 においてインピーダンス整合器 1 2 0 のインピーダンスが調整される。そして、インピーダンス整合器 1 2 0 の調整が終了すると、車両 2 0 0 のインピーダンス整合器 2 5 0 の調整開始を指示する指令が給電設備 1 0 0 から車両 2 0 0 へ送信され、車両 2 0 0 においてインピーダンス整合器 2 5 0 のインピーダンスが調整される。すなわち、この非接触給電システムにおいては、まず、給電設備 1 0 0 においてインピーダンス整合器 1 2 0 の調整が実施され、その後、車両 2 0 0 においてインピーダンス整合器 2 5 0 の調整が実施される。

10

【 0 0 6 5 】

図 3 は、共鳴法による送電の原理を説明するための図である。図 3 を参照して、この共鳴法では、2 つの音叉が共鳴するのと同様に、同じ固有振動数を有する 2 つの LC 共振コイルが電磁場（近接場）において共鳴することによって、一方のコイルから他方のコイルへ電磁場を介して電力が伝送される。

20

【 0 0 6 6 】

具体的には、電源装置 1 1 0 に一次コイル 1 3 0 を接続し、電磁誘導により一次コイル 1 3 0 と磁気的に結合される一次自己共振コイル 1 4 0 へ 1 M ~ 1 0 数 M H z の高周波電力を給電する。一次自己共振コイル 1 4 0 は、コンデンサ 1 5 0 とともに LC 共振器を形成し、一次自己共振コイル 1 4 0 と同じ共振周波数を有する二次自己共振コイル 2 1 0 と電磁場（近接場）を介して共鳴する。そうすると、一次自己共振コイル 1 4 0 から二次自己共振コイル 2 1 0 へ電磁場を介してエネルギー（電力）が移動する。二次自己共振コイル 2 1 0 へ移動したエネルギー（電力）は、電磁誘導により二次自己共振コイル 2 1 0 と磁気的に結合される二次コイル 2 3 0 によって取出され、整流器 2 6 0（図 1）以降の負荷 3 5 0 へ供給される。なお、共鳴法による送電は、一次自己共振コイル 1 4 0 と二次自己共振コイル 2 1 0 との共鳴強度を示す Q 値がたとえば 1 0 0 よりも大きいときに実現される。

30

【 0 0 6 7 】

図 4 は、給電設備 1 0 0 の E C U 1 6 0 の機能ブロック図である。図 4 を参照して、E C U 1 6 0 は、通信制御部 4 0 0 と、電力制御部 4 1 0 と、位置ずれ量推定部 4 2 0 と、整合器調整部 4 3 0 とを含む。

【 0 0 6 8 】

通信制御部 4 0 0 は、通信装置 1 7 0（図 1）による車両 2 0 0 との通信を制御する。具体的には、通信制御部 4 0 0 は、給電設備 1 0 0 による車両 2 0 0 の蓄電装置 2 8 0 の充電に先立って調整処理の開始指令を車両 2 0 0 へ送信する。また、通信制御部 4 0 0 は、整合器調整部 4 3 0 によるインピーダンス整合器 1 2 0 の調整が終了すると、車両 2 0 0 の調整開始を指示する指令、およびその調整に必要な給電設備 1 0 0 側の情報（インピーダンス整合器 1 2 0 の調整値や反射電力の検出値等）を車両 2 0 0 へ送信する。さらに、通信制御部 4 0 0 は、車両 2 0 0 側の受電状況を車両 2 0 0 から受信する。

40

【 0 0 6 9 】

電力制御部 4 1 0 は、電源装置 1 1 0 を制御することによって車両 2 0 0 への給電電力を制御する。ここで、調整処理時は、電力制御部 4 1 0 は、蓄電装置 2 8 0 を充電するための本格的な給電時よりも小さい電力（調整用電力）を出力するように電源装置 1 1 0 を制御する。

【 0 0 7 0 】

位置ずれ量推定部 4 2 0 は、車両 2 0 0 から受信した車両 2 0 0 の受電状況に含まれる

50

受電電圧および電力センサ 115 (図 1) により検出される反射電力に基づいて、一次自己共振コイル 140 に対する二次自己共振コイル 210 の位置ずれ量 δ を推定する。

【0071】

図 5 は、受電電圧および反射電力と、位置ずれ量 δ との関係を示した図である。図 5 を参照して、位置ずれ量 δ が小さいときは、車両 200 における受電電圧は高く、給電設備 100 における反射電力は小さい。一方、位置ずれ量 δ が大きいときは、受電電圧は低く、反射電力は大きい。

【0072】

そこで、このような受電電圧および反射電力と、位置ずれ量 δ との関係を予め求めてマップ等を作成しておき、そのマップ等を用いて、給電設備 100 から車両 200 への送電時に検出される受電電圧および反射電力に基づいて位置ずれ量 δ が推定される。

10

【0073】

なお、特に図示しないが、受電電圧に代えて受電電力を用いることもできる。すなわち、位置ずれ量 δ が小さいときは、車両 200 における受電電力は大きく、給電設備 100 における反射電力は小さい。一方、位置ずれ量 δ が大きいときは、受電電力は小さく、反射電力は大きい。そこで、受電電力および反射電力と、位置ずれ量 δ との関係を予め求めてマップ等を作成しておき、そのマップ等を用いて、給電設備 100 から車両 200 への送電時に検出される受電電力および反射電力に基づいて位置ずれ量 δ を推定してもよい。

【0074】

再び図 4 を参照して、整合器調整部 430 は、位置ずれ量推定部 420 により推定された位置ずれ量 δ に基づいて、共鳴系の入力インピーダンスと電源装置 110 の出力インピーダンスとが整合するようにインピーダンス整合器 120 のインピーダンスを調整する。

20

【0075】

図 6 は、位置ずれ量 δ とインピーダンス整合器 120 の調整値との関係についての一例を示した図である。図 6 を参照して、C1, C2 は、それぞれ可変コンデンサ 122, 124 (図 2) の調整値を示す。このように、位置ずれ量 δ によって調整値 C1, C2 は変化する。そこで、位置ずれ量 δ と調整値 C1, C2 との関係を予め求めてマップ等を作成しておき、そのマップ等を用いて、受電電圧および反射電力に基づき推定された位置ずれ量 δ に基づいて調整値 C1, C2 が決定される。

【0076】

30

再び図 4 を参照して、整合器調整部 430 によるインピーダンス整合器 120 の調整が終了すると、車両 200 側の調整開始を指示する指令が通信制御部 400 によって車両 200 へ送信される。そして、車両 200 の調整完了を示す信号が受信されると、電力制御部 410 は、車両 200 の蓄電装置 280 を充電するための本格的な給電を行なうように電源装置 110 を制御する。

【0077】

一方、図 7 は、車両 200 の ECU 290 の機能ブロック図である。図 7 を参照して、ECU 290 は、通信制御部 500 と、調整制御部 510 と、位置ずれ量推定部 520 と、整合器調整部 530 とを含む。

【0078】

40

通信制御部 500 は、通信装置 300 (図 1) による給電設備 100 との通信を制御する。具体的には、通信制御部 500 は、給電設備 100 からの受電状況を給電設備 100 へ送信する。また、通信制御部 500 は、調整処理の開始指令や、車両 200 の調整開始を指示する指令、その調整に必要な給電設備 100 側の情報 (インピーダンス整合器 120 の調整値や反射電力の検出値) 等を給電設備 100 から受信する。

【0079】

調整制御部 510 は、調整処理の開始指令が受信されると、切替装置 240 のリレー 242, 244 (図 1) をそれぞれオフ, オンさせる。すなわち、調整制御部 510 は、調整処理の開始指令に応答して、車両 200 の負荷 (蓄電装置 280) を共鳴系から切離し、抵抗素子 246 を電氣的に接続する。また、調整制御部 510 は、車両 200 の調整開

50

始を指示する指令が受信されると、切替装置 240 のリレー 242, 244 をそれぞれオン, オフさせる。

【0080】

位置ずれ量推定部 520 は、電圧センサ 310 (図 1) により検出される受電電圧ならびに車両 200 から受信した反射電力の検出値およびインピーダンス整合器 120 の調整値に基づいて、一次自己共振コイル 140 に対する二次自己共振コイル 210 の位置ずれ量 δ を推定する。

【0081】

図 8 は、図 7 に示した位置ずれ量推定部 520 による位置ずれ量 δ の推定方法の一例を説明するための図である。図 8 を参照して、位置ずれ量推定部 520 は、図 8 に示す関係を用いて位置ずれ量 δ を推定する。すなわち、図 8 において、縦軸は受電電圧を示し、横軸は反射電力を示す。図 5 でも説明したように、位置ずれ量 δ が小さいときは、車両 200 における受電電圧は高く、給電設備 100 における反射電力は小さい。一方、位置ずれ量 δ が大きいときは、受電電圧は低く、反射電力は大きい。

【0082】

そこで、このような受電電圧および反射電力と位置ずれ量との関係を、給電設備 100 におけるインピーダンス整合器 120 の調整値ごとに予め求めてマップ等を作成しておく。そして、そのマップ等を用いて、給電設備 100 のインピーダンス整合器 120 の調整値ならびに受電電圧および反射電力に基づいて位置ずれ量 δ が推定される。なお、図 5 の説明でも述べたように、受電電圧に代えて受電電力を用いてもよい。

【0083】

再び図 7 を参照して、整合器調整部 530 は、位置ずれ量推定部 520 により推定された位置ずれ量 δ に基づいて、共鳴系の入力インピーダンスと電源装置 110 の出力インピーダンスとが整合するようにインピーダンス整合器 250 のインピーダンスを調整する。

【0084】

図 9 は、位置ずれ量 δ とインピーダンス整合器 250 の調整値との関係についての一例を示した図である。図 9 を参照して、C3, C4 は、それぞれインピーダンス整合器 250 の可変コンデンサ 122, 124 (図 2) の調整値を示す。このように、位置ずれ量 δ によって調整値 C3, C4 は変化する。そこで、位置ずれ量 δ と調整値 C3, C4 との関係を予め求めてマップ等を作成しておき、そのマップ等を用いて、受電電圧および反射電力に基づき推定された位置ずれ量 δ に基づいて調整値 C3, C4 が決定される。

【0085】

図 10 は、この非接触給電システムの処理の流れを説明するためのフローチャートである。図 10 を参照して、まず、給電設備 100 側の処理の流れについて説明する。給電設備 100 の ECU 160 は、調整処理の開始指令を車両 200 へ送信する (ステップ S10)。ECU 160 は、この調整処理開始指令に応答して車両 200 における抵抗素子 246 の接続完了を示す信号を車両 200 から受けると (ステップ S20 において YES)、調整用電力を出力するように電源装置 110 を制御する (ステップ S30)。なお、この調整用電力は、蓄電装置 280 を充電するための本格的な給電時よりも小さい所定の電力である。

【0086】

次いで、ECU 160 は、車両 200 の受電状況 (受電電圧や受電電流、受電電力等) を車両 200 から受信する (ステップ S40)。さらに、ECU 160 は、電力センサ 115 によって検出される電源装置 110 への反射電力を電力センサ 115 から受ける (ステップ S50)。

【0087】

そして、ECU 160 は、車両 200 の受電電圧および給電設備 100 における反射電力と、位置ずれ量との関係を示す、予め準備された位置ずれ量推定マップ (図 5) を用いて、受信された受電電圧および検出された反射電力の各検出値に基づいて位置ずれ量 δ を推定する (ステップ S60)。さらに、ECU 160 は、一次自己共振コイル 140 に対

10

20

30

40

50

する二次自己共振コイル 210 の位置ずれ量とインピーダンス整合器 120 の調整値との関係を示す、予め準備された整合器調整マップ（図 6）を用いて、ステップ S60 において推定された位置ずれ量 δ に基づいてインピーダンス整合器 120 を調整する（ステップ S70）。

【0088】

給電設備 100 においてインピーダンス整合器 120 の調整が完了すると、ECU160 は、車両 200 においてインピーダンス整合器 250 の調整を指示する調整指令を車両 200 へ送信する（ステップ S80）。さらに、ECU160 は、給電設備 100 側の情報（反射電力の検出値やインピーダンス調整値等）を車両 200 へ送信する（ステップ S90）。

10

【0089】

次いで、ECU160 は、車両 200 においてインピーダンス整合器 250 の調整が完了したか否かを判定する（ステップ S100）。そして、車両 200 側の調整が完了したと判定されると（ステップ S100 において YES）、ECU160 は、反射電力および車両 200 の受電電力が所定範囲内であるか否かを判定する（ステップ S110）。この判定処理は、電源装置 110 から出力される電力（進行波電力）に対して反射電力および受電電力の大きさが妥当か否かを判断するためのものである。

【0090】

そして、反射電力および受電電力は所定範囲内であると判定されると（ステップ S110 において YES）、ECU160 は、蓄電装置 280 を充電するための充電電力を出力するように電源装置 110 を制御する（ステップ S120）。一方、ステップ S110 において反射電力および受電電力が所定範囲内にないと判定されると（ステップ S110 において NO）、ECU160 は、電源装置 110 を停止し、給電設備 100 による蓄電装置 280 の充電を中止する（ステップ S130）。

20

【0091】

次に、車両 200 側の処理の流れについて説明する。車両 200 の ECU290 は、調整処理開始指令を給電設備 100 から受信すると（ステップ S210 において YES）、切替装置 240 のリレー 242、244 をそれぞれオフ、オンさせる。これにより、抵抗素子 246 が電氣的に接続され、ECU290 は、接続完了信号を給電設備 100 へ送信する（ステップ S220）。この接続完了信号に応答して給電設備 100 から調整用電力が出力されると、ECU290 は、電圧センサ 310 によって検出される受電電圧を含む車両 200 の受電状況を給電設備 100 へ送信する（ステップ S230）。

30

【0092】

次いで、ECU290 は、インピーダンス整合器 250 の調整を指示する調整指令を給電設備 100 から受信すると（ステップ S240 において YES）、リレー 242、244 をそれぞれオン、オフさせる。これにより、インピーダンス整合器 250 が電氣的に接続され、抵抗素子 246 は切離される（ステップ S250）。さらに、ECU290 は、給電設備 100 側の情報（反射電力の検出値やインピーダンス調整値等）を給電設備 100 から受信する（ステップ S260）。

【0093】

40

そして、ECU290 は、予め準備された位置ずれ量推定マップ（図 8）を用いて、受信されたインピーダンス整合器 120 の調整値および反射電力の検出値ならびに検出された受電電圧に基づいて位置ずれ量 δ を推定する（ステップ S270）。なお、上述のように、位置ずれ量推定マップは、給電設備 100 のインピーダンス整合器 120 の調整値ごとに予め準備される。

【0094】

さらに、ECU290 は、予め準備された整合器調整マップ（図 9）を用いて、ステップ S270 において推定された位置ずれ量 δ に基づいてインピーダンス整合器 250 を調整する（ステップ S280）。そして、インピーダンス整合器 250 の調整が完了すると、ECU290 は、調整完了信号を車両 200 へ送信する（ステップ S290）。

50

【 0 0 9 5 】

以上のように、この実施の形態 1 においては、給電設備 1 0 0 および車両 2 0 0 は、それぞれインピーダンス整合器 1 2 0 , 2 5 0 を含む。これにより、給電設備 1 0 0 および車両 2 0 0 のいずれか一方にしかインピーダンス整合器が設けられない場合よりもインピーダンスの調整範囲が広がる。そして、車両 2 0 0 におけるインピーダンス整合器 2 5 0 の調整に先立って、給電設備 1 0 0 においてインピーダンス整合器 1 2 0 が調整され、インピーダンス整合器 1 2 0 の調整後、車両 2 0 0 においてインピーダンス整合器 2 5 0 が調整される。これにより、給電設備 1 0 0 において反射電力が抑制される。したがって、この実施の形態 1 によれば、インピーダンスの調整範囲が広がることによって送電効率が向上し得るとともに、給電設備 1 0 0 において反射電力が抑制されることによって電源装置 1 1 0 の損傷を防止することができる。

10

【 0 0 9 6 】

また、この実施の形態 1 では、給電設備 1 0 0 と車両 2 0 0 との間で情報のやり取りを行なうことにより、給電設備 1 0 0 のインピーダンス整合器 1 2 0 の調整は、給電設備 1 0 0 の E C U 1 6 0 により実施され、車両 2 0 0 のインピーダンス整合器 2 5 0 の調整は、車両 2 0 0 の E C U 2 9 0 により実施される。したがって、この実施の形態 1 によれば、インピーダンス調整の応答性が高く、短時間で調整を実施できる。

【 0 0 9 7 】

[実施の形態 2]

上記の実施の形態 1 では、車両 2 0 0 においても、マップを用いて、受電電圧および反射電力に基づいて位置ずれ量 δ を推定したが、給電設備 1 0 0 の E C U 1 6 0 によって推定された位置ずれ量 δ を車両 2 0 0 へ送信して車両 2 0 0 で用いるようにしてもよい。

20

【 0 0 9 8 】

図 1 1 は、この実施の形態 2 における車両 2 0 0 の E C U の機能ブロック図である。図 1 1 を参照して、この E C U 2 9 0 A は、図 7 に示した実施の形態 1 における E C U 2 9 0 の構成において、位置ずれ量推定部 5 2 0 を含まないものである。すなわち、整合器調整部 5 3 0 は、給電設備 1 0 0 から受信した、給電設備 1 0 0 において推定された位置ずれ量 δ を通信制御部 5 0 0 から受ける。そして、整合器調整部 5 3 0 は、その受けた位置ずれ量 δ に基づいて、共鳴系の入力インピーダンスと電源装置 1 1 0 の出力インピーダンスとが整合するようにインピーダンス整合器 2 5 0 のインピーダンスを調整する。

30

【 0 0 9 9 】

なお、E C U 2 9 0 A のその他の機能は、図 7 に示した実施の形態 1 における E C U 2 9 0 と同じである。

【 0 1 0 0 】

図 1 2 は、実施の形態 2 における非接触給電システムの処理の流れを説明するためのフローチャートである。図 1 2 を参照して、このフローチャートは、図 1 0 に示したフローチャートにおいて、ステップ S 9 0 に代えてステップ S 9 5 を含み、ステップ S 2 6 0 , S 2 7 0 に代えてステップ S 2 6 5 を含む。

【 0 1 0 1 】

すなわち、ステップ S 8 0 において、車両 2 0 0 のインピーダンス整合器 2 5 0 の調整を指示する調整指令が車両 2 0 0 へ送信されると、給電設備 1 0 0 の E C U 1 6 0 は、さらに、ステップ S 6 0 において推定された位置ずれ量 δ を車両 2 0 0 へ送信する（ステップ S 9 5 ）。

40

【 0 1 0 2 】

また、ステップ S 2 5 0 において、インピーダンス整合器 2 5 0 が電氣的に接続されるとともに抵抗素子 2 4 6 が切離されると、車両 2 0 0 の E C U 2 9 0 は、給電設備 1 0 0 から送信された位置ずれ量 δ を受信する（ステップ S 2 6 5 ）。そして、E C U 2 9 0 は、ステップ S 2 8 0 へ処理を進め、給電設備 1 0 0 から受信した位置ずれ量 δ に基づいてインピーダンス整合器 2 5 0 を調整する。

【 0 1 0 3 】

50

なお、上記においては、給電設備 100 において位置ずれ量 δ を推定し、その推定値を車両 200 へ送信するものとしたが、位置ずれ量 δ の推定を車両 200 において行ない、その推定値を給電設備 100 へ送信して給電設備 100 のインピーダンス整合器 120 の調整に用いてもよい。

【0104】

以上のように、この実施の形態 2 によれば、給電設備 100 および車両 200 のいずれかにおいて位置ずれ量 δ の推定演算を省略できるので、調整処理の時間を短縮することができる。

【0105】

[実施の形態 3]

上記の実施の形態 1, 2 では、車両 200 において、調整用の抵抗素子 246 を含む切替装置 240 は、二次コイル 230 とインピーダンス整合器 250 との間に設けられたが、整流器 260 と充電器 270 との間に切替装置 240 を設けてもよい。

【0106】

図 13 は、この実施の形態 3 による非接触給電システムの全体構成図である。図 13 を参照して、この非接触給電システムは、図 1 に示した実施の形態 1 における非接触給電システムの構成において、車両 200 に代えて車両 200A を備える。この車両 200A では、切替装置 240 は、整流器 260 と充電器 270 との間に設けられる。

【0107】

この実施の形態 3 においても、給電設備 100 においてインピーダンス整合器 120 が先に調整され、インピーダンス整合器 120 の調整後、車両 200 においてインピーダンス整合器 250 が調整される。一方、この実施の形態 3 においては、車両 200 のインピーダンス整合器 250 の調整時も切替装置 240 によって抵抗素子 246 が電氣的に接続される。そして、インピーダンス整合器 250 の調整が完了すると、抵抗素子 246 が切離されるとともに充電器 270 が電氣的に接続される。

【0108】

なお、車両 200A のその他の構成は、図 1 に示した実施の形態 1 の車両 200 と同じである。また、上述した構成は、実施の形態 2 に対しても適用可能である。

【0109】

以上のように、この実施の形態 3 によっても、実施の形態 1, 2 と同様の効果を得ることができる。

【0110】

なお、上記の各実施の形態においては、給電設備 100 の一次自己共振コイル 140 と車両 200 の二次自己共振コイル 210 とを共鳴させて送電するものとしたが、一對の高誘電体ディスクによって送電ユニットおよび受電ユニットを構成してもよい。高誘電体ディスクは、高誘電率材から成り、たとえば TiO_2 や BaTi_4O_9 、 LiTaO_3 等が用いられる。

【0111】

なお、上記において、一次コイル 130、一次自己共振コイル 140 およびコンデンサ 150 は、この発明における「送電ユニット」の一実施例を形成する。また、二次自己共振コイル 210、コンデンサ 220 および二次コイル 230 は、この発明における「受電ユニット」の一実施例を形成する。さらに、蓄電装置 280 は、この発明における「負荷」の一実施例に対応する。

【0112】

今回開示された実施の形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施の形態の説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【符号の説明】

【0113】

10

20

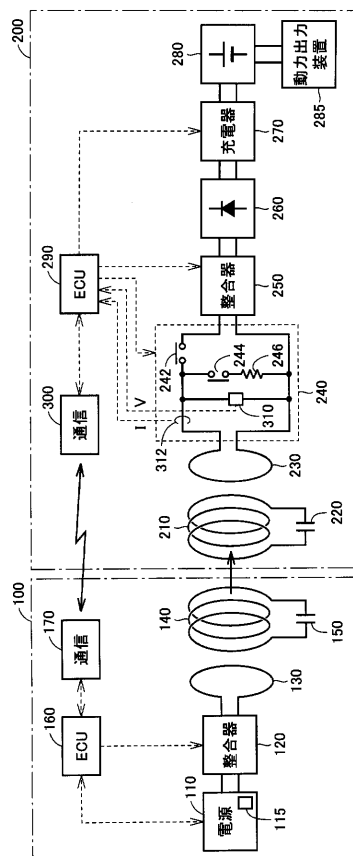
30

40

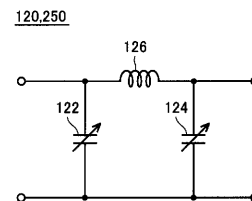
50

100 給電設備、110 電源装置、115 電力センサ、120, 250 インピーダンス整合器、122, 124 可変コンデンサ、126 コイル、130 一次コイル、140 一次自己共振コイル、150, 220 コンデンサ、160, 290, 290A ECU、170, 300 通信装置、200, 200A 車両、230 二次コイル、240 切替装置、242, 244 リレー、246 抵抗素子、260 整流器、270 充電器、280 蓄電装置、285 動力出力装置、310 電圧センサ、312 電流センサ、350 負荷、400, 500 通信制御部、410 電力制御部、420, 520 位置ずれ量推定部、430, 530 整合器制御部、510 調整制御部。

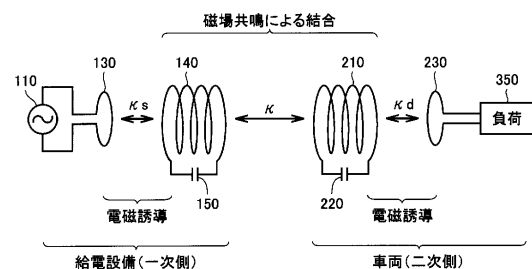
【図 1】



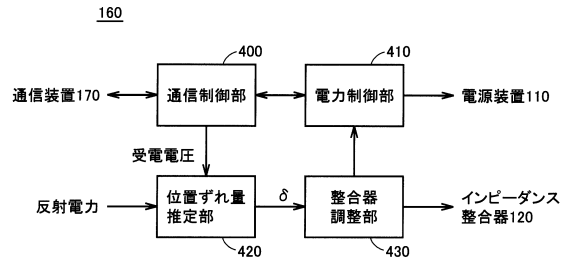
【図 2】



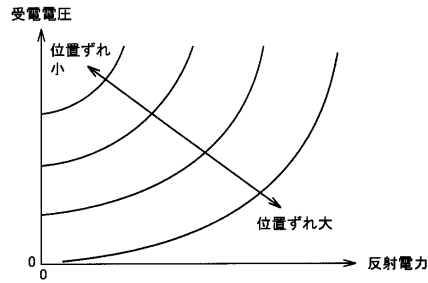
【図 3】



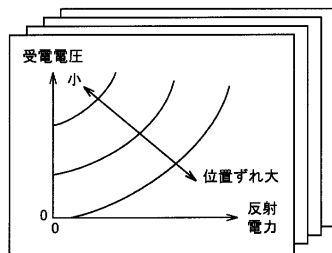
【図 4】



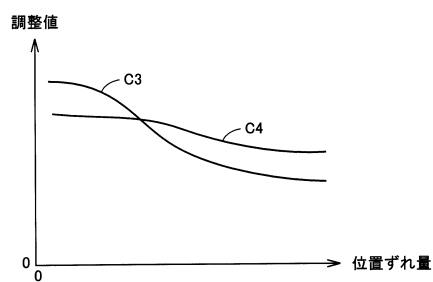
【図 5】



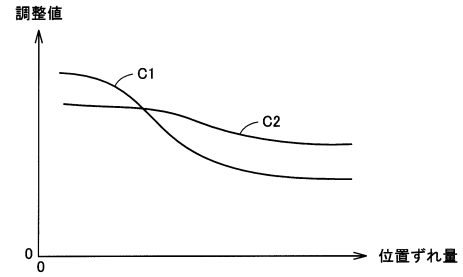
【図 8】



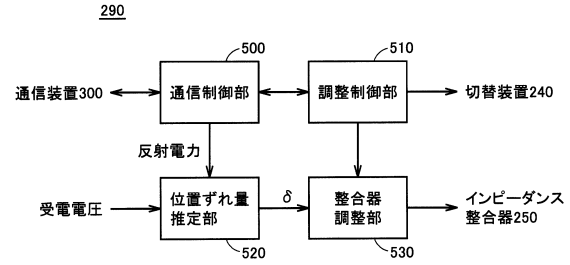
【図 9】



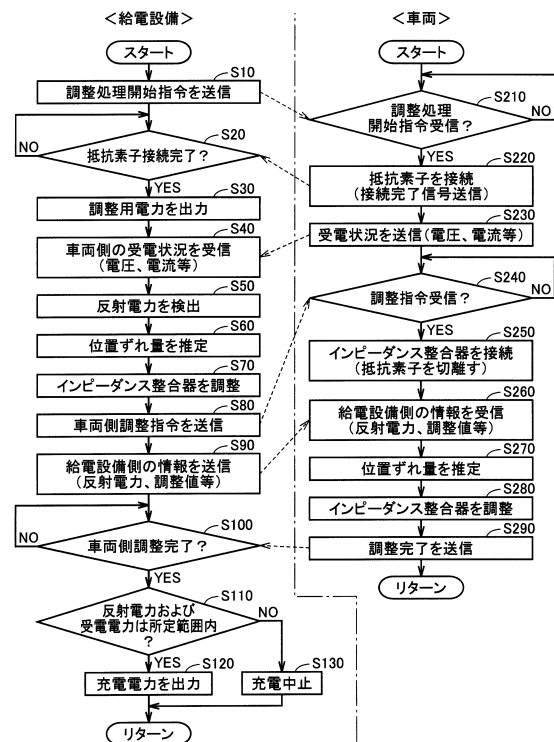
【図 6】



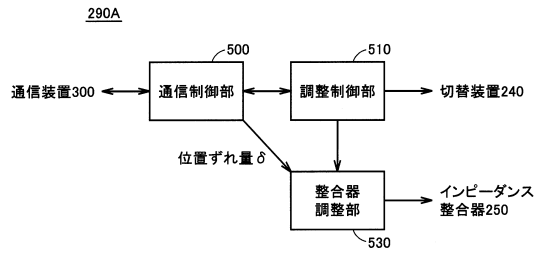
【図 7】



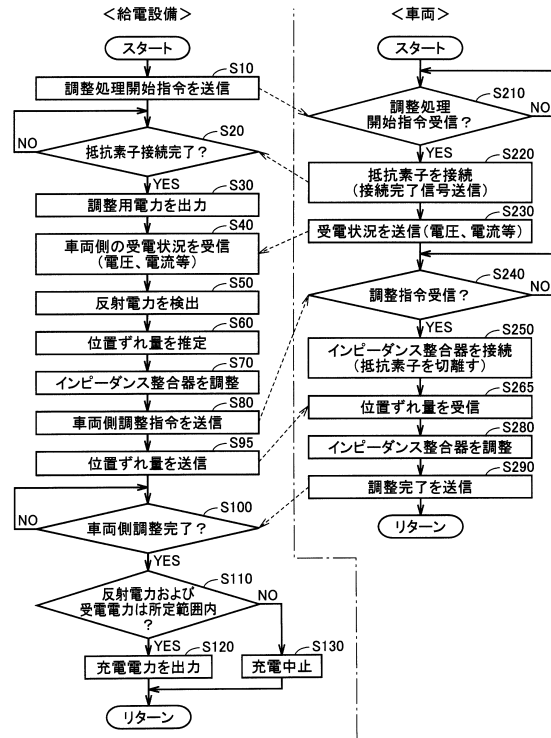
【図 10】



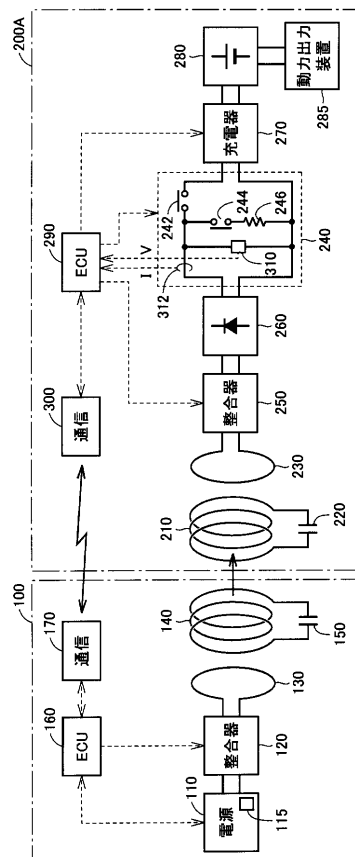
【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



【 圖 1 3 】



フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2010/067763(WO,A1)
米国特許出願公開第2010/0259109(US,A1)
特開2010-252497(JP,A)
特開2010-268531(JP,A)
国際公開第2010/144885(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)
H02J 17/00
H01F 38/14
H02J 7/00