

(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2014-155278

(P2014-155278A)

(43) 公開日 平成26年8月25日(2014.8.25)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H02J 7/00 (2006.01)	H02J 7/00 301D	5G503
H02J 17/00 (2006.01)	H02J 7/00 301B	5H030
H01M 10/46 (2006.01)	H02J 7/00 P	5H125
B60L 11/18 (2006.01)	H02J 17/00 X	
B60M 7/00 (2006.01)	H02J 17/00 B	

審査請求 未請求 請求項の数 17 O L (全 21 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2013-21471 (P2013-21471)
 (22) 出願日 平成25年2月6日 (2013.2.6)

(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 110001195
 特許業務法人深見特許事務所
 (72) 発明者 光谷 典丈
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 Fターム(参考) 5G503 AA01 BA01 BB01 FA03 FA06
 FA07 GB09 GD03 GD04
 5H030 AS08 DD18
 5H125 AA01 AC12 AC24 AC26 BC22
 CC06 DD03 EE41 FF15

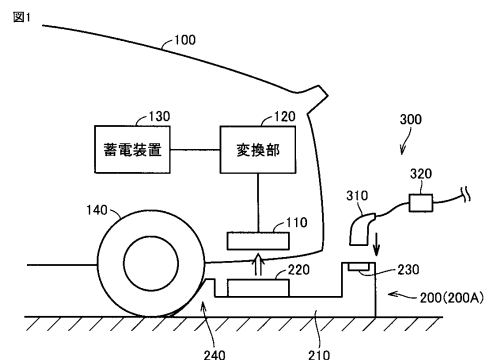
(54) 【発明の名称】 変換ユニット

(57) 【要約】

【課題】車両のコスト増加を抑え、かつ、簡易な構成で、接触充電と非接触充電との双方に対応可能とする。

【解決手段】変換ユニット200は、地面に設置して利用され、かつ、外部電源から車両100へ電力を供給する際の電力インターフェースを変換する。変換ユニット200は、送電部220と、インレット230とを備える。送電部220は、車両100に設けられる受電部110へ非接触で電力を供給する。インレット230は、外部電源と車両100との間で電力を伝送するための電力ケーブル300のコネクタ310を接続可能に構成され、外部電源から電力ケーブル300を介して供給される電力を受けて送電部220へ出力する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

地面または車両外部の設備に設置して利用され、車両外部の電源から車両へ電力を供給する際の電力インターフェースを変換する変換ユニットであって、

車両に設けられる受電部へ非接触で電力を供給するための送電部と、

前記電源と前記車両との間で電力を伝送するための電力ケーブルを接続可能に構成され、前記電源から前記電力ケーブルを介して供給される電力を受けて前記送電部へ出力するための接続部とを備える変換ユニット。

【請求項 2】

前記送電部と前記受電部との相対位置関係を規定するための位置決め部をさらに備える、請求項 1 に記載の変換ユニット。 10

【請求項 3】

前記位置決め部は、車両における車輪と前記受電部との位置関係に基づいて前記送電部との位置関係が規定される輪止めを含む、請求項 2 に記載の変換ユニット。

【請求項 4】

前記接続部と前記送電部との間に設けられる電力変換器と、

前記電力変換器を制御する制御部と、

前記変換ユニットの起動を利用者が指示するためのスイッチと、

車両と通信を行なう通信部とをさらに備え、

前記制御部は、前記スイッチがオン操作されると起動され、前記電力ケーブルからの所定の制御信号の入力を検知すると、前記通信部による車両との通信内容に従って前記電力変換器を制御する、請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の変換ユニット。 20

【請求項 5】

前記制御部は、前記スイッチがオフ操作されると停止する、請求項 4 に記載の変換ユニット。

【請求項 6】

前記接続部と前記送電部との間に設けられる電力変換器と、

前記電力変換器を制御する制御部と、

前記接続部への前記電力ケーブルの接続を検知する検知部と、

前記車両と通信を行なう通信部とをさらに備え、 30

前記制御部は、前記検知部により前記電力ケーブルの接続が検知されると起動され、前記電力ケーブルからの所定の制御信号の入力を検知すると、前記通信部による車両との通信内容に従って前記電力変換器を制御する、請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の変換ユニット。

【請求項 7】

前記制御部は、前記検知部により前記電力ケーブルの非接続が検知されると停止する、請求項 6 に記載の変換ユニット。

【請求項 8】

前記送電部の固有周波数と前記受電部の固有周波数との差は、前記送電部の固有周波数または前記受電部の固有周波数の $\pm 10\%$ 以下である、請求項 1 に記載の変換ユニット。 40

【請求項 9】

前記送電部と前記受電部との結合係数は 0.3 以下である、請求項 1 に記載の変換ユニット。

【請求項 10】

前記送電部は、前記送電部と前記受電部との間に形成される磁界と、前記送電部と前記受電部との間に形成される電界との少なくとも一方を通じて、前記受電部へ送電し、

前記磁界および前記電界は、前記送電部と前記受電部との間に形成され、かつ、特定の周波数で振動する、請求項 1 に記載の変換ユニット。

【請求項 11】

地面または車両外部の設備に設置して利用され、車両から車両外部の電気負荷へ電力を 50

供給する際の電力インターフェースを変換する変換ユニットであって、

車両に設けられる送電部から非接触で受電するための受電部と、

前記車両と前記電気負荷との間で電力を伝送するための電力ケーブルを接続可能に構成され、前記受電部によって受電された電力を受けて前記電力ケーブルへ出力するための接続部とを備える変換ユニット。

【請求項 1 2】

前記送電部と前記受電部との相対位置関係を規定するための位置決め部をさらに備える、請求項 1 1 に記載の変換ユニット。

【請求項 1 3】

前記位置決め部は、車両における車輪と前記送電部との位置関係に基づいて前記受電部との位置関係が規定される輪止めを含む、請求項 1 2 に記載の変換ユニット。

10

【請求項 1 4】

前記受電部と前記接続部との間に設けられる電力変換器と、

前記電力変換器を制御する制御部と、

前記変換ユニットの起動を利用者が指示するためのスイッチと、

車両と通信を行なう通信部とをさらに備え、

前記制御部は、前記スイッチがオン操作されると起動され、前記電力ケーブルからの所定の制御信号の入力を検知すると、前記通信部による車両との通信内容に従って前記電力変換器を制御する、請求項 1 1 から 1 3 のいずれか 1 項に記載の変換ユニット。

【請求項 1 5】

前記制御部は、前記スイッチがオフ操作されると停止する、請求項 1 4 に記載の変換ユニット。

20

【請求項 1 6】

前記受電部と前記接続部との間に設けられる電力変換器と、

前記電力変換器を制御する制御部と、

前記接続部への前記電力ケーブルの接続を検知する検知部と、

前記車両と通信を行なう通信部とをさらに備え、

前記制御部は、前記検知部により前記電力ケーブルの接続が検知されると起動され、前記電力ケーブルからの所定の制御信号の入力を検知すると、前記通信部による車両との通信内容に従って前記電力変換器を制御する、請求項 1 1 から 1 3 のいずれか 1 項に記載の変換ユニット。

30

【請求項 1 7】

前記制御部は、前記検知部により前記電力ケーブルの非接続が検知されると停止する、請求項 1 6 に記載の変換ユニット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、変換ユニットに関し、特に、車両と車両外部の電源または電気負荷との間で電力をやり取りする際の電力インターフェースを変換する変換ユニットに関する。

【背景技術】

40

【0002】

国際公開第 2010/131348 号パンフレット（特許文献 1）は、車両に搭載された蓄電装置を車両外部の交流電源から充電可能な車両を開示する。この車両は、受電端子と、充電器と、非接触受電部とを備える。受電端子は、交流電源に電氣的に接続可能に構成される。充電器は、受電端子から入力される交流電力を所定の直流電圧に変換するように構成される。非接触受電部は、交流電源の送電部と磁氣的に結合することによって交流電源から非接触で受電するように構成され、充電器の電力変換回路に接続される。

【0003】

この車両によれば、車両外部の交流電源から供給される交流電力を受電端子によって受電するコンダクティブ充電（接触充電）と、上記交流電力を非接触受電部によって受電す

50

るインダクティブ充電（非接触充電）との双方に対応可能である（特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】国際公開第2010/131348号パンフレット

【特許文献2】特開2008-220130号公報

【特許文献3】特開2003-47163号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

10

上記の車両は、受電端子による接触充電と非接触受電部による非接触充電との双方に対応するための充電装置を搭載するので、車両のコストが増加し、充電装置も複雑化する。なお、充電用の電力変換部を双方向に構成することによって、車両から車両外部の電気負荷へ電力を供給することが可能であるが、この場合においても上記の充電装置と同様の問題は発生する。

【0006】

それゆえに、この発明の目的は、車両のコスト増加を抑え、かつ、簡易な構成で、接触充電と非接触充電との双方に対応可能とすることである。

【0007】

また、この発明の別の目的は、車両から車両外部の電気負荷へ電力を供給する際に、車両のコスト増加を抑え、かつ、簡易な構成で、接触給電と非接触給電との双方に対応可能とすることである。

20

【課題を解決するための手段】

【0008】

この発明によれば、変換ユニットは、地面または車両外部の設備に設置して利用され、かつ、車両外部の電源（以下「外部電源」と称する。）から車両へ電力を供給する際の電力インターフェースを変換する変換ユニットであって、送電部と、接続部とを備える。送電部は、車両に設けられる受電部へ非接触で電力を供給する。接続部は、外部電源と車両との間で電力を伝送するための電力ケーブルを接続可能に構成され、外部電源から電力ケーブルを介して供給される電力を受けて送電部へ出力する。

30

【0009】

好ましくは、変換ユニットは、送電部と受電部との相対位置関係を規定するための位置決め部をさらに備える。

【0010】

さらに好ましくは、位置決め部は、車両における車輪と受電部との位置関係に基づいて送電部との位置関係が規定される輪止めを含む。

【0011】

好ましくは、変換ユニットは、電力変換器と、制御部と、スイッチと、通信部とをさらに備える。電力変換器は、接続部と送電部との間に設けられる。制御部は、電力変換器を制御する。スイッチは、変換ユニットの起動を利用者が指示するためのものである。通信部は、車両と通信を行なう。制御部は、スイッチがオン操作されると起動され、電力ケーブルからの所定の制御信号の入力を検知すると、通信部による車両との通信内容に従って電力変換器を制御する。

40

【0012】

好ましくは、制御部は、上記スイッチがオフ操作されると停止する。

また、好ましくは、変換ユニットは、電力変換器と、制御部と、検知部と、通信部とをさらに備える。電力変換器は、接続部と送電部との間に設けられる。制御部は、電力変換器を制御する。検知部は、接続部への電力ケーブルの接続を検知する。通信部は、車両と通信を行なう。制御部は、検知部により電力ケーブルの接続が検知されると起動され、電力ケーブルからの所定の制御信号の入力を検知すると、通信部による車両との通信内容に

50

従って電力変換器を制御する。

【0013】

さらに好ましくは、制御部は、検知部により電力ケーブルの非接続が検知されると停止する。

【0014】

好ましくは、送電部の固有周波数と受電部の固有周波数との差は、送電部の固有周波数または受電部の固有周波数の $\pm 10\%$ 以下である。

【0015】

好ましくは、送電部と受電部との結合係数は0.3以下である。

好ましくは、送電部は、送電部と受電部との間に形成される磁界と、送電部と受電部との間に形成される電界との少なくとも一方を通じて、受電部へ送電する。磁界および電界は、送電部と受電部との間に形成され、かつ、特定の周波数で振動する。

10

【0016】

また、この発明によれば、変換ユニットは、地面または車両外部の設備に設置して利用され、かつ、車両から車両外部の電気負荷へ電力を供給する際の電力インターフェースを変換する変換ユニットであって、受電部と、接続部とを備える。受電部は、車両に設けられる送電部から非接触で受電する。接続部は、車両と電気負荷との間で電力を伝送するための電力ケーブルを接続可能に構成され、受電部によって受電された電力を受けて電力ケーブルへ出力する。

【0017】

好ましくは、変換ユニットは、送電部と受電部との相対位置関係を規定するための位置決め部をさらに備える。

20

【0018】

さらに好ましくは、位置決め部は、車両における車輪と送電部との位置関係に基づいて受電部との位置関係が規定される輪止めを含む。

【0019】

好ましくは、変換ユニットは、電力変換器と、制御部と、スイッチと、通信部とをさらに備える。電力変換器は、受電部と接続部との間に設けられる。制御部は、電力変換器を制御する。スイッチは、変換ユニットの起動を利用者が指示するためのものである。通信部は、車両と通信を行なう。制御部は、スイッチがオン操作されると起動され、電力ケーブルからの所定の制御信号の入力を検知すると、通信部による車両との通信内容に従って電力変換器を制御する。

30

【0020】

さらに好ましくは、制御部は、上記スイッチがオフ操作されると停止する。

好ましくは、変換ユニットは、電力変換器と、制御部と、検知部と、通信部とをさらに備える。電力変換器は、受電部と接続部との間に設けられる。制御部は、電力変換器を制御する。検知部は、接続部への電力ケーブルの接続を検知する。通信部は、車両と通信を行なう。制御部は、検知部により電力ケーブルの接続が検知されると起動され、電力ケーブルからの所定の制御信号の入力を検知すると、通信部による車両との通信内容に従って電力変換器を制御する。

40

【0021】

さらに好ましくは、制御部は、検知部により電力ケーブルの非接続が検知されると停止する。

【発明の効果】

【0022】

この変換ユニットによれば、車両のコスト増加を抑え、かつ、簡易な構成で、接触充電と非接触充電との双方に対応することができる。また、この変換ユニットによれば、車両のコスト増加を抑え、かつ、簡易な構成で、接触給電と非接触給電との双方に対応することができる。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 2 3 】

【 図 1 】 この発明の実施の形態 1 による変換ユニットを用いた充電システムの全体構成図である。

【 図 2 】 変換ユニットの外観図である。

【 図 3 】 変換ユニットおよび電力ケーブルの詳細な構成を示した図である。

【 図 4 】 C P L T 制御回路と変換ユニットの I / F 部とによって形成されるコントロールパイロット回路の等価回路図である。

【 図 5 】 パイロット信号の波形図である。

【 図 6 】 送電部および受電部の構成を示した図である。

【 図 7 】 送電部および受電部の他の構成例を示した図である。

10

【 図 8 】 変換ユニットから車両への電力伝送時の等価回路図である。

【 図 9 】 電力伝送システムのシミュレーションモデルを示す図である。

【 図 1 0 】 送電部および受電部の固有周波数のズレと電力伝送効率との関係を示す図である。

【 図 1 1 】 固有周波数を固定した状態で、エアギャップを変化させたときの電力伝送効率と、送電部に供給される電流の周波数との関係を示すグラフである。

【 図 1 2 】 電流源または磁流源からの距離と電磁界の強度との関係を示した図である。

【 図 1 3 】 変換ユニットの動作を説明するためのフローチャートである。

【 図 1 4 】 実施の形態 2 による変換ユニットの構成を示した図である。

【 図 1 5 】 実施の形態 2 におけるコントロールパイロット回路の等価回路図である。

20

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 4 】

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 2 5 】

[実施の形態 1]

(充電システムの構成)

図 1 は、この発明の実施の形態 1 による変換ユニットを用いた充電システムの全体構成図である。図 1 を参照して、充電システムは、車両 1 0 0 と、変換ユニット 2 0 0 と、電力ケーブル 3 0 0 とを備える。

30

【 0 0 2 6 】

車両 1 0 0 は、受電部 1 1 0 と、変換部 1 2 0 と、蓄電装置 1 3 0 と、車輪 1 4 0 とを含む。受電部 1 1 0 は、車両外部の送電装置から送出される電力を非接触で受電可能に構成され、受電した電力を変換部 1 2 0 へ出力する。具体的には、受電部 1 1 0 は、変換ユニット 2 0 0 の送電部 2 2 0 (後述) や、車両 1 0 0 へ非接触で電力を供給するための給電設備 (図示せず) の送電部から非接触で受電可能である。

【 0 0 2 7 】

なお、図 1 では、車両外部の送電装置の送電部が地面に配置されるものとし、それに応じて受電部 1 1 0 が車両後方の車体下部に配置される構成が代表的に示されているが、受電部 1 1 0 の配置はこれに限定されるものではない。たとえば、車両外部の送電装置の送電部が車体後面に対向するように配置されるものとして、受電部 1 1 0 を車体後面に配置してもよい。なお、受電部 1 1 0 の具体的な構成については、変換ユニット 2 0 0 の送電部 2 2 0 の構成とともに後ほど詳しく説明する。

40

【 0 0 2 8 】

変換部 1 2 0 は、受電部 1 1 0 によって受電される交流電力を直流電力に変換して蓄電装置 1 3 0 へ出力する。変換部 1 2 0 としては、たとえば、ダイオードブリッジから成る整流器を用いてもよいし、スイッチング素子をスイッチング制御して整流を行なうスイッチングレギュレータを用いてもよい。

【 0 0 2 9 】

蓄電装置 1 3 0 は、再充電可能に構成された電力貯蔵要素である。蓄電装置 1 3 0 は、

50

たとえば、リチウムイオン電池、ニッケル水素電池あるいは鉛蓄電池などの二次電池や、電気二重層キャパシタなどの蓄電素子を含んで構成される。蓄電装置 130 は、受電部 110 により受電された電力を変換部 120 から受けて蓄電する。蓄電装置 130 は、走行用の電力を蓄えており、図示されない走行用モータへ電力を供給する。また、車両 100 の制動時には、走行用モータが発電する電力を蓄えることも可能である。

【0030】

なお、車両 100 がエンジンを搭載したハイブリッド車両の場合には、蓄電装置 130 は、エンジンの動力を用いて発電用モータ（図示せず）により発電された電力を蓄える。また、発電用モータがエンジンの始動モータとして用いられる場合には、蓄電装置 130 は、エンジンを始動するための電力を発電用モータへ供給する。なお、特に図示しないが、変換部 120 と蓄電装置 130 との間には、電路を電氣的に接続/遮断可能なリレーが設けられる。

10

【0031】

変換ユニット 200 は、筐体 210 と、送電部 220 と、インレット 230 と、位置決め部 240 とを含む。この変換ユニット 200 は、可搬式のユニットであり、地面に設置して利用される。変換ユニット 200 は、電力ケーブル 300 に接続される外部電源（図示せず）から車両 100 へ電力を供給する際の電力インターフェースを変換する。具体的には、変換ユニット 200 は、電力ケーブル 300 を用いた接触給電方式を、受電部 110 および送電部 220（後述）を用いた非接触給電方式に変換する。

20

【0032】

インレット 230 は、電力ケーブル 300 のコネクタ 310 を嵌合可能に構成され、外部電源から電力ケーブル 300 を介して供給される電力を受けて送電部 220 へ出力する。送電部 220 は、インレット 230 から入力される電力を車両 100 の受電部 110 へ非接触で送電可能に構成される。筐体 210 内には、インレット 230 と送電部 220 との間の電力変換回路や、電力変換回路を制御するための制御装置等が格納される。送電部 220 の具体的な構成、および筐体 210 内の回路構成については、後ほど詳しく説明する。

【0033】

位置決め部 240 は、車両 100 の車輪 140 に対する輪止めとして機能するとともに、車両 100 の受電部 110 と変換ユニット 200 の送電部 220 との相対位置関係を規定する。具体的には、図 2 に示すように、車両 100 における車輪 140 と受電部 110 との位置関係に基づいて、位置決め部 240 と送電部 220 との位置関係（距離 L）が規定される。

30

【0034】

なお、筐体 210 から位置決め部 240 を取外可能とし、車両側の車輪と受電部との位置関係に応じて距離 L を設定可能な位置決め部 240 を複数作成しておくことで、種々の車両に対して変換ユニット 200 の本体を流用することができる。あるいは、筐体 210 に対して位置決め部 240 を種々の位置に移動可能な構成としてもよい。

【0035】

また、位置決め部 240 の形状は、車輪 140 が位置決め部 240（輪止め）に乗り上げるような形状にするのが好ましい。これにより、車重を用いて変換ユニット 200 を固定することができ、ユーザが車両 100 を移動させない限り変換ユニット 200 を容易に動かすことができないようにすることができる。

40

【0036】

再び図 1 を参照して、電力ケーブル 300 は、コネクタ 310 と、EVSE（Electric Vehicle Supply Equipment）320 とを含む。コネクタ 310 は、インレットを備える車両へ電力ケーブル 300 を接続するための接続端子である。この実施の形態 1 では、車両 100 はインレットを備えておらず、コネクタ 310 は、コネクタ 310 を嵌合可能に構成された変換ユニット 200 のインレット 230 に接続される。そして、コネクタ 310 は、図示されない外部電源から電力ケーブル 300 を介して供給される電力を変換ユ

50

ニット 200 へ供給する。

【0037】

EVSE320 は、電力ケーブル 300 の電路を電氣的に遮断可能に構成される。EVSE320 は、コネクタ 310 がインレット 230 に接続されているときにパイロット信号を生成して変換ユニット 200 へ出力する。そうすると、変換ユニット 200 においてパイロット信号の電位が操作され、パイロット信号の電位に基づいて EVSE320 が制御される。EVSE320 は、電力ケーブル 300 が接続される電源スタンド（図示せず）内に設けてもよい。EVSE320 の構成については、後ほど詳しく説明する。

【0038】

図 3 は、変換ユニット 200 および電力ケーブル 300 の詳細な構成を示した図である。図 3 を参照して、変換ユニット 200 は、インレット 230 と、電力線 252, 258 と、コンバータ 254, 256 と、送電部 220 とを含む。また、変換ユニット 200 は、DC/DC コンバータ 260 と、補機電池 262 と、電源スイッチ 264 と、リレー 266 とをさらに含む。さらに、変換ユニット 200 は、I/F 部 268 と、制御部 270 と、通信部 272 とをさらに含む。

10

【0039】

電力線 252 は、インレット 230 とコンバータ 254 との間に配線される。コンバータ 254 は、インレット 230 から入力される外部電源 400 からの交流電力を直流電力に変換して電力線 258 へ出力する。電力線 258 は、コンバータ 254 とコンバータ 256 との間に配線される。コンバータ 256 は、電力線 258 から受ける直流電力を、所定の送電周波数を有する交流電力に変換して送電部 220 へ出力する。

20

【0040】

DC/DC コンバータ 260 は、電力線 258 と補機電池 262 との間に設けられ、電力線 258 から受ける直流電力を電圧変換（降圧）して補機電池 262 へ出力する。補機電池 262 は、再充電可能な直流電源であり、たとえば、鉛やニッケル水素、リチウムイオン等の二次電池によって構成される。補機電池 262 に代えてキャパシタを用いてもよい。補機電池 262 は、DC/DC コンバータ 260 から供給される電力を蓄え、I/F 部 268、制御部 270 および通信部 272 へ動作電力を供給する。

【0041】

電源スイッチ 264 は、変換ユニット 200 を起動するためのスイッチであり、ユーザによって操作可能である。ユーザによって電源スイッチ 264 がオン操作されると、補機電池 262 から電源スイッチ 264 を介して I/F 部 268 へ動作電力が供給される。

30

【0042】

I/F 部 268 は、ユーザによって電源スイッチ 264 がオン操作されると、補機電池 262 から電力の供給を受けて起動する。そして、I/F 部 268 は、インレット 230 にコネクタ 310 が接続されているとき、インレット 230 から入力されるパイロット信号 C P L T の電位を操作することによって EVSE320 の C C I D リレー 322（後述）を遠隔制御する。また、I/F 部 268 は、インレット 230 からの入力電圧（電力線 252 の電圧）が正常であると判断すると、リレー 266 を導通状態にする。

【0043】

制御部 270 および通信部 272 は、ユーザによって電源スイッチ 264 がオン操作され、かつ、I/F 部 268 によってリレー 266 が導通状態にされると、補機電池 262 から電力の供給を受けて起動する。そして、通信部 272 は、車両 100 との無線通信を確立し、車両 100 への送電開始や停止、送電電力等の各種情報を車両 100 と無線によりやり取りする。

40

【0044】

制御部 270 は、通信部 272 による車両 100 との通信内容に従ってコンバータ 254, 256 を制御する。具体的には、制御部 270 は、電力線 258 の電圧が所定の目標となるようにコンバータ 254 を制御する。また、制御部 270 は、所定の送電周波数を有する送電電力が送電部 220 から車両 100 へ出力されるようにコンバータ 256 を制

50

御する。また、制御部 270 は、コンバータ 254 の駆動時、DC/DCコンバータ 260 によって補機電池 262 を充電するように DC/DCコンバータ 260 を制御する。

【0045】

電力ケーブル 300 の EVSE 320 は、CCID (Charging Circuit Interrupt Device) リレー 322 と、CPLT 制御回路 324 とを含む。CCID リレー 322 は、外部電源 400 とコネクタ 310 との間の電路に設けられ、CPLT 制御回路 324 によって制御される。

【0046】

CPLT 制御回路 324 は、電力ケーブル 300 から電力を受ける装置 (ここでは変換ユニット 200) とともにコントロールパイロット回路を形成する。CPLT 制御回路 324 は、パイロット信号 CPLT を生成してコネクタ 310 へ出力する。コネクタ 310 がインレット 230 に接続されると、変換ユニット 200 の I/F 部 268 にパイロット信号 CPLT が入力される。そして、I/F 部 268 においてパイロット信号 CPLT の電位を操作することによって、変換ユニット 200 から CCID リレー 322 が遠隔操作される。なお、パイロット信号 CPLT は、たとえば、アメリカ合衆国の「SAE J1772 (SAE Electric Vehicle Conductive Charge Coupler)」に準拠するものである。

10

【0047】

(コントロールパイロット回路の構成)

図 4 は、CPLT 制御回路 324 と変換ユニット 200 の I/F 部 268 とによって形成されるコントロールパイロット回路の等価回路図である。図 4 を参照して、CPLT 制御回路 324 は、発振器 332 と、抵抗素子 334 と、電圧センサ 336 とを含む。発振器 332 は、抵抗素子 334 の出力電位が規定の電位 V_1 (たとえば 12V) 近傍のときは非発振のパイロット信号 CPLT を出力し、抵抗素子 334 の出力電位が V_1 から低下すると、規定の周波数 (たとえば 1kHz) およびデューティ比で発振するパイロット信号 CPLT を出力する。なお、デューティ比は、電力ケーブル 300 から供給可能な定格電流に基づいて設定される。

20

【0048】

変換ユニット 200 の I/F 部 268 は、抵抗素子 342, 344 と、リレー 346 と、CPU (Central Processing Unit) 348 とを含む。抵抗素子 342 は、パイロット信号 CPLT が伝送されるコントロールパイロット線と接地ノードとの間に接続される。抵抗素子 344 およびリレー 346 は、コントロールパイロット線と接地ノードとの間に直列に接続される。

30

【0049】

CPU 348 は、リレー 346 を制御する。具体的には、パイロット信号 CPLT が I/F 部 268 に入力されると、抵抗素子 342 によってパイロット信号 CPLT の電位は V_1 から V_2 に低下し、パイロット信号 CPLT が発振する。変換ユニット 200 において車両 100 への送電の準備が完了すると、CPU 348 は、リレー 346 をオンさせる。これによりパイロット信号 CPLT の電位が V_2 から V_3 へさらに低下し、パイロット信号 CPLT の電位が V_3 となったことを検知した CPLT 制御回路 324 によって CCID リレー 322 (図 3) が導通状態に制御される。

40

【0050】

図 5 は、パイロット信号 CPLT の波形図である。図 5 とともに図 4 を参照して、時刻 t_1 以前においては、変換ユニット 200 のインレット 230 (図 3) にコネクタ 310 が接続されていないものとする。このとき、パイロット信号 CPLT の電位は V_1 であり、パイロット信号 CPLT は非発振状態である。

【0051】

時刻 t_1 において、インレット 230 にコネクタ 310 が接続されると、パイロット信号 CPLT が I/F 部 268 に入力される。そうすると、パイロット信号 CPLT の電位は V_1 から V_2 に低下し、パイロット信号 CPLT は発振する。

50

【 0 0 5 2 】

時刻 t_2 において、所定の送電準備が完了すると、CPU 348 は、リレー 346 をオンにする。そうすると、パイロット信号 C P L T の電位は V_2 から V_3 へさらに低下する。パイロット信号 C P L T の電位が V_3 になると、E V S E 320 において、C P L T 制御回路 324 によって C C I D リレー 322 が導通状態に制御される。

【 0 0 5 3 】

(非接触電力伝送の原理)

次に、変換ユニット 200 の送電部 220 から車両 100 の受電部 110 への電力伝送の原理について説明する。

【 0 0 5 4 】

図 6 は、送電部 220 および受電部 110 の構成を示した図である。図 6 を参照して、送電部 220 は、コイル 221 (以下「共振コイル」とも称し、「共鳴コイル」等と適宜称してもよい。)と、キャパシタ 222 と、コイル 223 (以下「電磁誘導コイル」とも称する。)とを含む。

10

【 0 0 5 5 】

電磁誘導コイル 223 は、電磁誘導により共振コイル 221 と磁氣的に結合可能である。電磁誘導コイル 223 は、コンバータ 256 (図 3) から供給される交流電力を、電磁誘導によって共振コイル 221 に伝達する。共振コイル 221 は、電磁誘導コイル 223 から伝達された電力を、車両 100 の受電部 110 へ非接触で転送する。

【 0 0 5 6 】

受電部 110 は、コイル 111 (以下「共振コイル」とも称し、「共鳴コイル」等と適宜称してもよい。)と、キャパシタ 112 と、コイル 113 (以下「電磁誘導コイル」とも称する。)とを含む。

20

【 0 0 5 7 】

共振コイル 111 は、送電部 220 の共振コイル 221 から非接触で電力を受電する。電磁誘導コイル 113 は、電磁誘導により共振コイル 111 と磁氣的に結合可能である。電磁誘導コイル 113 は、共振コイル 111 により受電された電力を電磁誘導により取出して変換部 120 (図 3) へ出力する。

【 0 0 5 8 】

なお、図 6 においては、受電部 110 および送電部 220 がそれぞれ電磁誘導コイル 113, 223 を有する構成を示したが、図 7 に示される構成のように、受電部 110 および送電部 220 が電磁誘導コイルを備えない構成とすることも可能である。この場合には、送電部 220 においては、共振コイル 221 がコンバータ 256 (図 3) に接続され、受電部 110 においては、共振コイル 111 が変換部 120 (図 3) に接続される。

30

【 0 0 5 9 】

なお、送電部 220 において、キャパシタ 222 (224) は、共振コイル 221 に直列に接続されて共振コイル 221 と LC 共振回路を形成するが、キャパシタ 222 (224) は、共振コイル 221 に並列に接続してもよい。また、受電部 110 においても、キャパシタ 112 (114) は、共振コイル 111 に直列に接続されて共振コイル 111 と LC 共振回路を形成するが、キャパシタ 112 (114) は、共振コイル 111 に並列に接続してもよい。

40

【 0 0 6 0 】

図 8 は、変換ユニット 200 から車両 100 への電力伝送時の等価回路図である。図 8 を参照して、変換ユニット 200 において、送電部 220 の電磁誘導コイル 223 は、共振コイル 221 と所定の間隔をおいて配置される。電磁誘導コイル 223 は、電磁誘導により共振コイル 221 と磁氣的に結合し、コンバータ 256 から供給される交流電力を電磁誘導により共振コイル 221 へ供給する。

【 0 0 6 1 】

共振コイル 221 は、キャパシタ 222 とともに LC 共振回路を形成する。なお、後述するように、車両 100 の受電部 110 においても LC 共振回路が形成される。共振コイ

50

ル 2 2 1 およびキャパシタ 2 2 2 によって形成される LC 共振回路の固有周波数と、受電部 1 1 0 の LC 共振回路の固有周波数との差は、前者の固有周波数または後者の固有周波数の $\pm 10\%$ 以下である。そして、共振コイル 2 2 1 は、電磁誘導コイル 2 2 3 から電磁誘導により電力を受け、車両 1 0 0 の受電部 1 1 0 へ非接触で送電する。

【 0 0 6 2 】

なお、電磁誘導コイル 2 2 3 は、コンバータ 2 5 6 から共振コイル 2 2 1 への給電を容易にするために設けられるものであり、図 7 に示したように、電磁誘導コイル 2 2 3 を設けずに共振コイル 2 2 1 にコンバータ 2 5 6 を直接接続してもよい。また、キャパシタ 2 2 2 は、共振回路の固有周波数を調整するために設けられるものであり、共振コイル 2 2 1 の浮遊容量を利用して所望の固有周波数が得られる場合には、キャパシタ 2 2 2 を設けない構成としてもよい。

10

【 0 0 6 3 】

一方、車両 1 0 0 において、受電部 1 1 0 の共振コイル 1 1 1 は、キャパシタ 1 1 2 とともに LC 共振回路を形成する。上述のように、共振コイル 1 1 1 およびキャパシタ 1 1 2 によって形成される LC 共振回路の固有周波数と、変換ユニット 2 0 0 の送電部 2 2 0 における、共振コイル 2 2 1 およびキャパシタ 2 2 2 によって形成される LC 共振回路の固有周波数との差は、前者の固有周波数または後者の固有周波数の $\pm 10\%$ である。そして、共振コイル 1 1 1 は、変換ユニット 2 0 0 の送電部 2 2 0 から非接触で受電する。

【 0 0 6 4 】

電磁誘導コイル 1 1 3 は、共振コイル 1 1 1 と所定の間隔をおいて配置される。電磁誘導コイル 1 1 3 は、電磁誘導により共振コイル 1 1 1 と磁氣的に結合し、共振コイル 1 1 1 によって受電された電力を電磁誘導により取出して電気負荷 1 1 8 へ出力する。電気負荷 1 1 8 は、受電部 1 1 0 によって受電された電力を受ける電気機器であり、具体的には、変換部 1 2 0 (図 3) 以降の電気機器を包括的に表わしたものである。

20

【 0 0 6 5 】

なお、電磁誘導コイル 1 1 3 は、共振コイル 1 1 1 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、図 7 に示したように、電磁誘導コイル 1 1 3 を設けずに共振コイル 1 1 1 を電気負荷 1 1 8 に直接接続してもよい。また、キャパシタ 1 1 2 は、共振回路の固有周波数を調整するために設けられるものであり、共振コイル 1 1 1 の浮遊容量を利用して所望の固有周波数が得られる場合には、キャパシタ 1 1 2 を設けない構成としてもよい。

30

【 0 0 6 6 】

変換ユニット 2 0 0 において、コンバータ 2 5 6 から電磁誘導コイル 2 2 3 へ交流電力が供給され、電磁誘導コイル 2 2 3 を用いて共振コイル 2 2 1 へ電力が供給される。そうすると、共振コイル 2 2 1 と車両 1 0 0 の共振コイル 1 1 1 との間に形成される磁界を通じて共振コイル 2 2 1 から共振コイル 1 1 1 へエネルギー (電力) が移動する。共振コイル 1 1 1 へ移動したエネルギー (電力) は、電磁誘導コイル 1 1 3 を用いて取出され、車両 1 0 0 の電気負荷 1 1 8 へ伝送される。

【 0 0 6 7 】

上述のように、この電力伝送システムにおいては、変換ユニット 2 0 0 の送電部 2 2 0 の固有周波数と、車両 1 0 0 の受電部 1 1 0 の固有周波数との差は、送電部 2 2 0 の固有周波数または受電部 1 1 0 の固有周波数の $\pm 10\%$ 以下である。このような範囲に送電部 2 2 0 および受電部 1 1 0 の固有周波数を設定することで電力伝送効率を高めることができる。一方、上記の固有周波数の差が $\pm 10\%$ よりも大きくなると、電力伝送効率が 10% よりも小さくなり、電力伝送時間が長くなるなどの弊害が生じる可能性がある。

40

【 0 0 6 8 】

なお、送電部 2 2 0 (受電部 1 1 0) の固有周波数とは、送電部 2 2 0 (受電部 1 1 0) を構成する電気回路 (共振回路) が自由振動する場合の振動周波数を意味する。なお、送電部 2 2 0 (受電部 1 1 0) を構成する電気回路 (共振回路) において、制動力または電気抵抗を実質的に零としたときの固有周波数は、送電部 2 2 0 (受電部 1 1 0) の共振

50

周波数とも呼ばれる。

【 0 0 6 9 】

図 9 および図 10 を用いて、固有周波数の差と電力伝送効率との関係とを解析したシミュレーション結果について説明する。図 9 は、電力伝送システムのシミュレーションモデルを示す図である。また、図 10 は、送電部および受電部の固有周波数のズレと電力伝送効率との関係を示す図である。

【 0 0 7 0 】

図 9 を参照して、電力伝送システム 89 は、送電部 90 と、受電部 91 とを備える。送電部 90 は、第 1 コイル 92 と、第 2 コイル 93 とを含む。第 2 コイル 93 は、共振コイル 94 と、共振コイル 94 に設けられたキャパシタ 95 とを含む。受電部 91 は、第 3 コイル 96 と、第 4 コイル 97 とを備える。第 3 コイル 96 は、共振コイル 99 とこの共振コイル 99 に接続されたキャパシタ 98 とを含む。

10

【 0 0 7 1 】

共振コイル 94 のインダクタンスをインダクタンス L_t とし、キャパシタ 95 のキャパシタンスをキャパシタンス C_1 とする。また、共振コイル 99 のインダクタンスをインダクタンス L_r とし、キャパシタ 98 のキャパシタンスをキャパシタンス C_2 とする。このように各パラメータを設定すると、第 2 コイル 93 の固有周波数 f_1 は、下記の式 (1) によって示され、第 3 コイル 96 の固有周波数 f_2 は下記の式 (2) によって示される。

【 0 0 7 2 】

$$f_1 = 1 / \{ 2 \pi (L_t \times C_1)^{1/2} \} \dots (1)$$

$$f_2 = 1 / \{ 2 \pi (L_r \times C_2)^{1/2} \} \dots (2)$$

20

ここで、インダクタンス L_r およびキャパシタンス C_1 , C_2 を固定して、インダクタンス L_t のみを変化させた場合において、第 2 コイル 93 および第 3 コイル 96 の固有周波数のズレと電力伝送効率との関係を図 5 に示す。なお、このシミュレーションにおいては、共振コイル 94 および共振コイル 99 の相対的な位置関係は固定とし、さらに、第 2 コイル 93 に供給される電流の周波数は一定である。

【 0 0 7 3 】

図 10 に示すグラフのうち、横軸は固有周波数のズレ (%) を示し、縦軸は一定周波数の電流における電力伝送効率 (%) を示す。固有周波数のズレ (%) は、下記の式 (3) によって示される。

30

【 0 0 7 4 】

$$(\text{固有周波数のズレ}) = \{ (f_1 - f_2) / f_2 \} \times 100 (\%) \dots (3)$$

図 10 から明らかなように、固有周波数のズレ (%) が 0 % の場合には、電力伝送効率は 100 % 近くとなる。固有周波数のズレ (%) が ± 5 % の場合には、電力伝送効率は 40 % 程度となる。固有周波数のズレ (%) が ± 10 % の場合には、電力伝送効率は 10 % 程度となる。固有周波数のズレ (%) が ± 15 % の場合には、電力伝送効率は 5 % 程度となる。すなわち、固有周波数のズレ (%) の絶対値 (固有周波数の差) が、第 3 コイル 96 の固有周波数の 10 % 以下の範囲となるように第 2 コイル 93 および第 3 コイル 96 の固有周波数を設定することで、電力伝送効率を実用的なレベルに高めることができることがわかる。さらに、固有周波数のズレ (%) の絶対値が第 3 コイル 96 の固有周波数の 5 % 以下となるように第 2 コイル 93 および第 3 コイル 96 の固有周波数を設定すると、電力伝送効率をさらに高めることができるのでより好ましい。なお、シミュレーションソフトでは、電磁界解析ソフトウェア (J M A G (登録商標) : 株式会社 J S O L 製) を採用している。

40

【 0 0 7 5 】

再び図 8 を参照して、送電部 220 および受電部 110 は、送電部 220 と受電部 110 との間に形成される磁界および電界の少なくとも一方を通じて、非接触で電力を授受する。送電部 220 と受電部 110 との間に形成される磁界および / または電界は、特定の周波数で振動する。そして、送電部 220 と受電部 110 とを電磁界によって共振 (共鳴) させることで、送電部 220 から受電部 110 へ電力が伝送される。

50

【 0 0 7 6 】

ここで、送電部 2 2 0 の周囲に形成される特定の周波数の磁界について説明する。「特定の周波数の磁界」は、典型的には、電力伝送効率と送電部 2 2 0 に供給される電流の周波数と関連性を有する。そこで、まず、電力伝送効率と、送電部 2 2 0 に供給される電流の周波数との関係について説明する。送電部 2 2 0 から受電部 1 1 0 に電力を伝送するときの電力伝送効率は、送電部 2 2 0 および受電部 1 1 0 間の距離などの様々な要因によって変化する。たとえば、送電部 2 2 0 および受電部 1 1 0 の固有周波数（共振周波数）を f_0 とし、送電部 2 2 0 に供給される電流の周波数を f_3 とし、送電部 2 2 0 および受電部 1 1 0 の間のエアギャップをエアギャップ A G とする。

【 0 0 7 7 】

図 1 1 は、固有周波数 f_0 を固定した状態で、エアギャップ A G を変化させたときの電力伝送効率と、送電部 2 2 0 に供給される電流の周波数 f_3 との関係を示すグラフである。図 1 1 を参照して、横軸は、送電部 2 2 0 に供給される電流の周波数 f_3 を示し、縦軸は、電力伝送効率（%）を示す。効率曲線 L 1 は、エアギャップ A G が小さいときの電力伝送効率と、送電部 2 2 0 に供給される電流の周波数 f_3 との関係を示す。この効率曲線 L 1 に示すように、エアギャップ A G が小さい場合には、電力伝送効率のピークは周波数 f_4 , f_5 ($f_4 < f_5$) において生じる。エアギャップ A G を大きくすると、電力伝送効率が高くなるときの 2 つのピークは、互いに近づくように変化する。そして、効率曲線 L 2 に示すように、エアギャップ A G を所定距離よりも大きくすると、電力伝送効率のピークは 1 つとなり、送電部 2 2 0 に供給される電流の周波数が周波数 f_6 のときに電力伝送効率がピークとなる。エアギャップ A G を効率曲線 L 2 の状態よりもさらに大きくすると、効率曲線 L 3 に示すように電力伝送効率のピークが小さくなる。

【 0 0 7 8 】

たとえば、電力伝送効率の向上を図るため手法として次のような手法が考えられる。第 1 の手法としては、エアギャップ A G にあわせて、送電部 2 2 0 に供給される電流の周波数を一定として、キャパシタ 2 2 2 やキャパシタ 1 1 2 のキャパシタンスを変化させることで、送電部 2 2 0 と受電部 1 1 0 との間での電力伝送効率の特性を変化させる手法が考えられる。具体的には、送電部 2 2 0 に供給される電流の周波数を一定とした状態で、電力伝送効率がピークとなるように、キャパシタ 2 2 2 およびキャパシタ 1 1 2 のキャパシタンスを調整する。この手法では、エアギャップ A G の大きさに関係なく、送電部 2 2 0 および受電部 1 1 0 に流れる電流の周波数は一定である。

【 0 0 7 9 】

また、第 2 の手法としては、エアギャップ A G の大きさに基づいて、送電部 2 2 0 に供給される電流の周波数を調整する手法である。たとえば、電力伝送特性が効率曲線 L 1 となる場合には、周波数 f_4 または f_5 の電流を送電部 2 2 0 に供給する。周波数特性が効率曲線 L 2 , L 3 となる場合には、周波数 f_6 の電流を送電部 2 2 0 に供給する。この場合においては、エアギャップ A G の大きさに合わせて送電部 2 2 0 および受電部 1 1 0 に流れる電流の周波数を変化させることになる。

【 0 0 8 0 】

第 1 の手法では、送電部 2 2 0 を流れる電流の周波数は、固定された一定の周波数となり、第 2 の手法では、送電部 2 2 0 を流れる周波数は、エアギャップ A G によって適宜変化する周波数となる。第 1 の手法や第 2 の手法などによって、電力伝送効率が高くなるように設定された特定の周波数の電流が送電部 2 2 0 に供給される。送電部 2 2 0 に特定の周波数の電流が流れることで、送電部 2 2 0 の周囲には、特定の周波数で振動する磁界（電磁界）が形成される。受電部 1 1 0 は、受電部 1 1 0 と送電部 2 2 0 との間に形成され、かつ特定の周波数で振動する磁界を通じて送電部 2 2 0 から電力を受電している。したがって、「特定の周波数で振動する磁界」とは、必ずしも固定された周波数の磁界とは限らない。なお、上記の例では、エアギャップ A G に着目して、送電部 2 2 0 に供給される電流の周波数を設定するようにしているが、電力伝送効率は、送電部 2 2 0 および受電部 1 1 0 の水平方向のズレ等のように他の要因によっても変化するものであり、当該他の要

10

20

30

40

50

因に基づいて、送電部 220 に供給される電流の周波数を調整する場合がある。

【0081】

なお、上記では、送電部 220 および受電部 110 にコイル（たとえばヘリカルコイル）を採用したが、コイルに代えて、メアンダラインなどのアンテナなどを採用してもよい。メアンダラインなどのアンテナなどを採用した場合には、送電部 220 に特定の周波数の電流が流れることで、特定の周波数の電界が送電部 220 の周囲に形成される。そして、この電界を通して、送電部 220 と受電部 110 との間で電力伝送が行なわれる。

【0082】

この電力伝送システムにおいては、電磁界の「静電磁界」が支配的な近接場（エバネッセント場）を利用することで、送電および受電効率の向上が図られている。

10

【0083】

図 12 は、電流源または磁流源からの距離と電磁界の強度との関係を示した図である。図 12 を参照して、電磁界は 3 つの成分から成る。曲線 k1 は、波源からの距離に反比例した成分であり、「輻射電磁界」と称される。曲線 k2 は、波源からの距離の 2 乗に反比例した成分であり、「誘導電磁界」と称される。また、曲線 k3 は、波源からの距離の 3 乗に反比例した成分であり、「静電磁界」と称される。なお、電磁界の波長を「 λ 」とすると、「輻射電磁界」と「誘導電磁界」と「静電磁界」との強さが略等しくなる距離は、 $\lambda/2$ と表わすことができる。

【0084】

「静電磁界」は、波源からの距離とともに急激に電磁波の強度が減少する領域であり、この実施の形態に係る電力伝送システムでは、この「静電磁界」が支配的な近接場（エバネッセント場）を利用してエネルギー（電力）の伝送が行なわれる。すなわち、「静電磁界」が支配的な近接場において、近接する固有周波数を有する送電部 220 および受電部 110（たとえば一对の LC 共振コイル）を共鳴させることにより、送電部 220 から他方の受電部 110 へエネルギー（電力）を伝送する。この「静電磁界」は遠方にエネルギーを伝播しないので、遠方までエネルギーを伝播する「輻射電磁界」によってエネルギー（電力）を伝送する電磁波に比べて、共鳴法は、より少ないエネルギー損失で送電することができる。

20

【0085】

このように、この電力伝送システムにおいては、送電部 220 と受電部 110 とを電磁界によって共振（共鳴）させることで、送電部 220 と受電部 110 との間で非接触によって電力が伝送される。送電部 220 と受電部 110 との間に形成されるこのような電磁場は、たとえば、近接場共振（共鳴）結合場という場合がある。送電部 220 と受電部 110 との間の結合係数（ k ）は、たとえば、0.3 以下程度であり、好ましくは、0.1 以下である。当然のことながら、結合係数（ k ）を 0.1 ~ 0.3 程度の範囲も採用することができる。結合係数（ k ）は、このような値に限定されるものでなく、電力伝送が良好となる種々の値をとり得る。

30

【0086】

なお、電力伝送における、上記のような送電部 220 と受電部 110 との結合を、たとえば、「磁気共鳴結合」、「磁界（磁場）共鳴結合」、「磁場共振（共鳴）結合」、「近接場共振（共鳴）結合」、「電磁界（電磁場）共振結合」、「電界（電場）共振結合」等という。「電磁界（電磁場）共振結合」は、「磁気共鳴結合」、「磁界（磁場）共鳴結合」、「電界（電場）共振結合」のいずれも含む結合を意味する。

40

【0087】

送電部 220 と受電部 110 とが上記のようにコイルによって形成される場合には、送電部 220 と受電部 110 とは、主に磁界（磁場）によって結合し、「磁気共鳴結合」または「磁界（磁場）共鳴結合」が形成される。なお、送電部 220 と受電部 110 とに、たとえば、メアンダライン等のアンテナを採用することも可能であり、この場合には、送電部 220 と受電部 110 とは、主に電界（電場）によって結合し、「電界（電場）共鳴結合」が形成される。

【0088】

50

(変換ユニット200の動作説明)

図13は、変換ユニット200の動作を説明するためのフローチャートである。このフローチャートについては、電源スイッチ264(図3)がオンされると、予め格納されたプログラムがメインルーチンから呼び出されて実行されることにより実現される。あるいは、全部または一部のステップについて、専用のハードウェア(電子回路)を構築して処理を実現することも可能である。

【0089】

図13とともに図3を参照して、電源スイッチ264がオンされると、補機電池262からI/F部268へ動作電力が供給され、I/F部268において所定の起動処理が実行される(ステップS10)。I/F部268が起動すると、I/F部268は、電力ケーブル300のEVSE320において生成されるパイロット信号CPLTの発振を検知したか否かを判定する(ステップS20)。

10

【0090】

インレット230に電力ケーブル300のコネクタ310が接続され、インレット230から入力されるパイロット信号CPLTの電位がV1からV2に低下すると、パイロット信号CPLTが発振する。パイロット信号CPLTの発振が検知されると(ステップS20においてYES)、I/F部268は、リレー346(図4)をオンにする。これにより、パイロット信号CPLTの電位がV3に低下し、EVSE320においてCCIDリレー322がオンされる(ステップS30)。

20

【0091】

パイロット信号CPLTの発振が検知されないときは(ステップS20においてNO)、利用者に対して警報が出力され(ステップS130)、I/F部268を含む変換ユニット200の停止処理が実行される(ステップS140)。

【0092】

ステップS30においてCCIDリレー322がオンされると、I/F部268は、インレット230から入力される電圧が正常であるか否かを判定する(ステップS40)。入力電圧が異常であると判定されると(ステップS40においてNO)、ステップS130へ処理が移行される。

【0093】

ステップS40において入力電圧は正常であると判定されると(ステップS40においてYES)、I/F部268は、低圧リレー(リレー266)をオンにする(ステップS50)。これにより、補機電池262から制御部270および通信部272へ動作電力が供給され、制御部270および通信部272が起動する。

30

【0094】

次いで、通信部272は、変換ユニット200から電力を受ける車両100との間で通信(無線通信)の確立を試みる。通信部272と車両100との間で通信が確立できないときは(ステップS60においてNO)、ステップS130へ処理が移行される。通信部272と車両100との間で通信が確立すると(ステップS60においてYES)、制御部270は、通信部272により車両100から受信される電力指令に基づいてコンバータ254, 256を駆動する(ステップS70)。これにより、インレット230から入力される外部電源400からの電力が所定の送電周波数を有する交流電力に変換されて送電部220に供給され、送電部220から車両100の受電部110へ非接触で電力が伝送される。

40

【0095】

次いで、制御部270(またはI/F部268)は、異常が発生したか否かを判定する(ステップS80)。この異常には、たとえば、停止処理が実行されていない状態でのコネクタ310の取外しや、インレット230から入力される電圧の低下(外部電源400の停電含む。)、内部モニターにより検知される所定の異常等が含まれる。そして、異常が発生したものと判定されると(ステップS80)、ステップS130へ処理が移行される。

50

【0096】

異常が検知されていないときは（ステップS80においてNO）、I/F部268は、通信部272により車両100から終了要求を受信したか否かを判定する（ステップS90）。車両100から終了要求を受信していないときは（ステップS90においてNO）、ステップS70へ処理が戻され、制御部270によるコンバータ254, 256の駆動が継続される。

【0097】

ステップS90において通信部272により車両100から終了要求を受信したと判定されると（ステップS90においてYES）、制御部270は、コンバータ254, 256を停止する（ステップS100）。次いで、I/F部268により低圧リレー（リレー266）がオフにされ（ステップS110）、その後、I/F部268において所定の停止処理が実行される（ステップS120）。

10

【0098】

以上のように、この実施の形態1においては、変換ユニット200を用いることによって、外部電源400から車両100へ電力を供給する際の電力インターフェースを変換可能である。したがって、この実施の形態1によれば、車両100のコスト増加を抑え、かつ、簡易な構成で、接触充電と非接触充電との双方に対応することができる。

【0099】

また、この実施の形態1においては、ユーザにより電源スイッチ264がオン操作されると変換ユニット200が起動され、変換ユニット200において電力ケーブル300からのパイロット信号CPLTの入力が検知されると、通信部272により車両100から受信される電力指令に基づいてコンバータ254, 256が駆動される。したがって、この実施の形態1によれば、車両100側の変更なしに電力インターフェースを変換することができ、車両100のコスト増加を抑えることができる。

20

【0100】

また、この実施の形態1においては、変換ユニット200は、送電部220と車両側の受電部110との相対位置関係を規定するための位置決め部240を備えるので、送電部220と受電部110との相対位置関係をユーザが特に意識することなく、送電部220と受電部110との位置合わせを行なうことができる。

【0101】

30

[実施の形態2]

実施の形態1では、変換ユニット200は補機電池262を備えているが、この実施の形態2では、変換ユニットが補機電池262を備えない構成が示される。

【0102】

図14は、実施の形態2による変換ユニットの構成を示した図である。図14を参照して、この変換ユニット200Aは、図3に示した実施の形態1による変換ユニット200の構成において、補機電池262を備えておらず、サーキットブレーカ276をさらに備え、I/F部268およびDC/DCコンバータ260に代えてそれぞれI/F部268AおよびAC/DCコンバータ274を備える。

【0103】

40

サーキットブレーカ276は、電力線252に設けられ、電力線252に過電流が流れると電力線252を電氣的に遮断する。AC/DCコンバータ274は、サーキットブレーカ276とコンバータ254との間において電力線252に電氣的に接続され、インレット230からの電圧入力をトリガーとして起動する。そして、AC/DCコンバータ274は、外部電源400から供給されインレット230から入力される交流電力を、I/F部268A、制御部270および通信部272の動作電圧（直流）のレベルに電圧変換する。

【0104】

I/F部268Aは、電力ケーブル300のコネクタ310がインレット230に接続されると、EVSE320のCPLT制御回路324からパイロット信号CPLTを受け

50

る。そして、I/F部268Aは、それが未起動状態であっても、パイロット信号CPLTを受けるとパイロット信号CPLTの電位をV3に低下させる。これにより、EVSE320においてCCIDリレー322が導通状態となる。

【0105】

図15は、実施の形態2におけるコントロールパイロット回路の等価回路図である。図15を参照して、I/F部268Aは、図4に示したI/F部268と比べてリレー346を備えない点異なる。すなわち、抵抗素子344は、コントロールパイロット線と接地ノードとの間に接続される。リレー346を除くI/F部268Aのその他の構成は、I/F部268と同じである。

【0106】

コネクタ310がインレット230に接続されてパイロット信号CPLTがI/F部268Aに入力されると、抵抗素子342, 344によってパイロット信号CPLTの電位は直ちにV3に低下する。そうすると、パイロット信号CPLTの電位がV3となったことを検知したCPLT制御回路324によって、CCIDリレー322(図14)が導通状態に制御される。すなわち、この実施の形態2では、コネクタ310がインレット230に接続されると、変換ユニット200Aが未起動状態であってもCCIDリレー322が導通状態となり、外部電源400からの電力がインレット230に供給される。

【0107】

再び図14を参照して、コネクタ310がインレット230に接続されている場合にユーザによって電源スイッチ264がオン操作されると、I/F部268Aは、AC/DCコンバータ274から電力の供給を受けて起動する。そして、I/F部268Aによりリレー266が導通状態にされると、制御部270および通信部272もAC/DCコンバータ274から電力の供給を受けて起動する。

【0108】

なお、変換ユニット200Aのその他の構成および機能は、図3に示した実施の形態1における変換ユニット200と同じである。

【0109】

以上のように、この実施の形態2によれば、変換ユニット200Aは蓄電部(補機電池)を備える必要がないので、変換ユニット200Aの利便性がさらに向上する。

【0110】

なお、上記の各実施の形態においては、電源スイッチ264がオン操作されると、変換ユニット200(200A)が起動されるものとしたが、I/F部268(268A)によってインレット230へのコネクタ310の接続が検知されると、変換ユニット200(200A)を起動するようにしてもよい。そしてさらに、I/F部268(268A)によってインレット230とコネクタ310との非接続が検知されると、変換ユニット200(200A)を停止するようにしてもよい。

【0111】

また、上記の各実施の形態においては、変換ユニット200(200A)は、地面に設置して利用されるものとしたが、地面以外の設備等に設定して利用されるものであってもよい。なお、地面以外の設備に変換ユニットを設置して利用する場合、変換ユニットの設置位置に合わせて車両の受電部110も配置されている必要がある。

【0112】

また、上記の各実施の形態においては、変換ユニット200(200A)を用いて、外部電源400により車両100の蓄電装置130を充電するものとしたが、蓄電装置130に蓄えられた電力を受電部110から変換ユニット200(200A)の送電部220へ出力し、インレット230から電気負荷へ電力を供給するようにしてもよい。なお、この場合、変換部120は、蓄電装置130から供給される直流電力を所定の送電周波数を有する交流電力に変換して受電部110へ供給可能に構成される。また、変換ユニット200(200A)のコンバータ256は、送電部220によって受電された交流電力を直流に変換可能に構成され、コンバータ254は、コンバータ256から出力される直流電

10

20

30

40

50

力を電気負荷用の電力（たとえば商用交流電力）に変換可能に構成される。

【0113】

なお、上記において、インレット230は、この発明における「接続部」の一実施例に対応し、コンバータ254、256は、この発明における「電力変換器」の一実施例を形成する。また、電源スイッチ264は、この発明における「スイッチ」の一実施例に対応する。

【0114】

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特許請求の範囲によって示され、特許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。

10

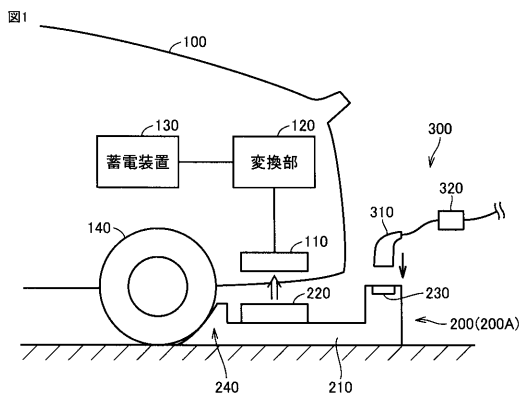
【符号の説明】

【0115】

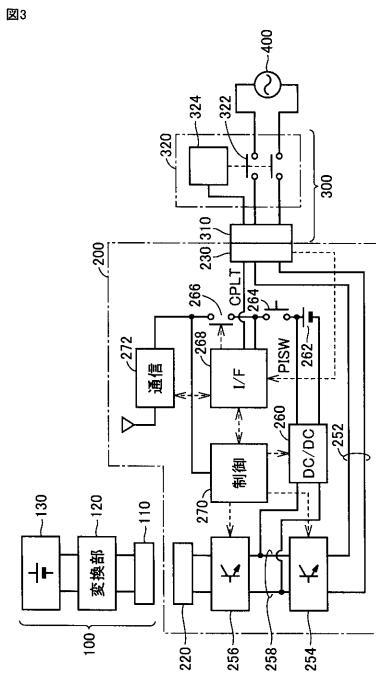
100 車両、110 受電部、111, 113, 221, 223 コイル、112, 114, 222, 224 キャパシタ、118 電気負荷、120 変換部、130 蓄電装置、140 車輪、200, 200A 変換ユニット、210 筐体、220 送電部、230 インレット、240 位置決め部、252, 258 電力線、254, 256 コンバータ、260 DC/DCコンバータ、262 補機電池、264 電源スイッチ、266, 346 リレー、268, 268A I/F部、270 制御部、272 通信部、300 電力ケーブル、310 コネクタ、320 EVSE、322 CCIDリレー、324 CPLT制御回路、332 発振器、334, 342, 344 抵抗素子、336 電圧センサ、348 CPU、400 外部電源。

20

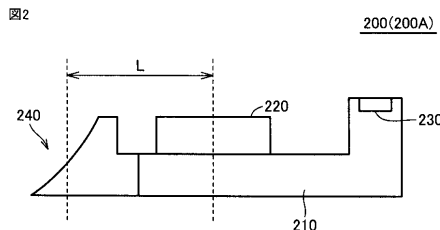
【図1】



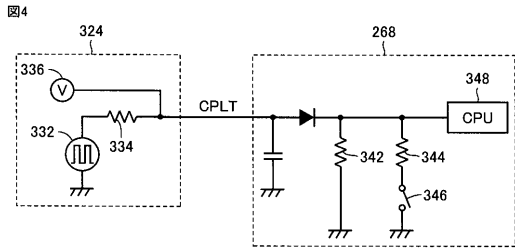
【図3】



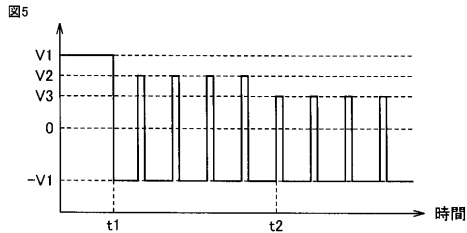
【図2】



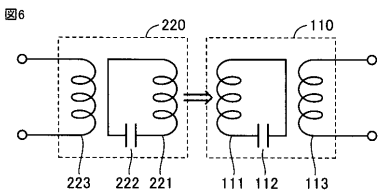
【 図 4 】



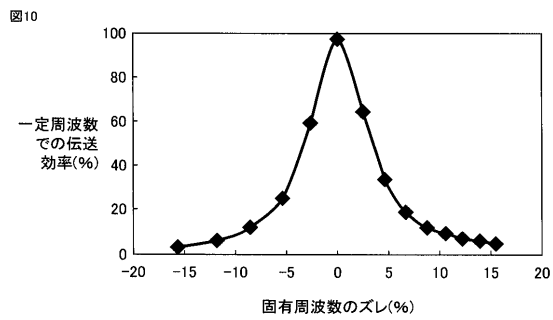
【 図 5 】



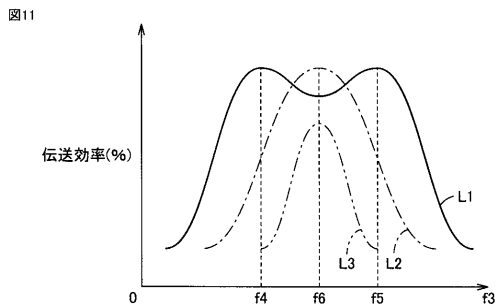
【 図 6 】



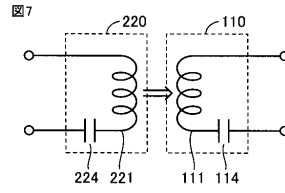
【 図 1 0 】



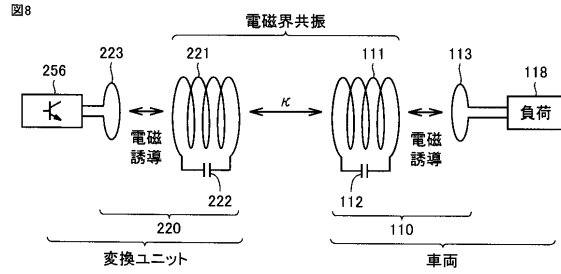
【 図 1 1 】



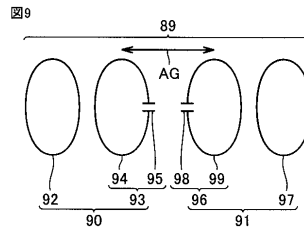
【 図 7 】



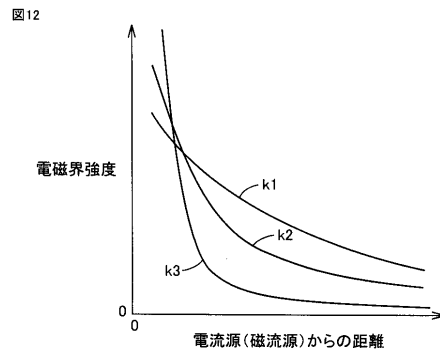
【 図 8 】



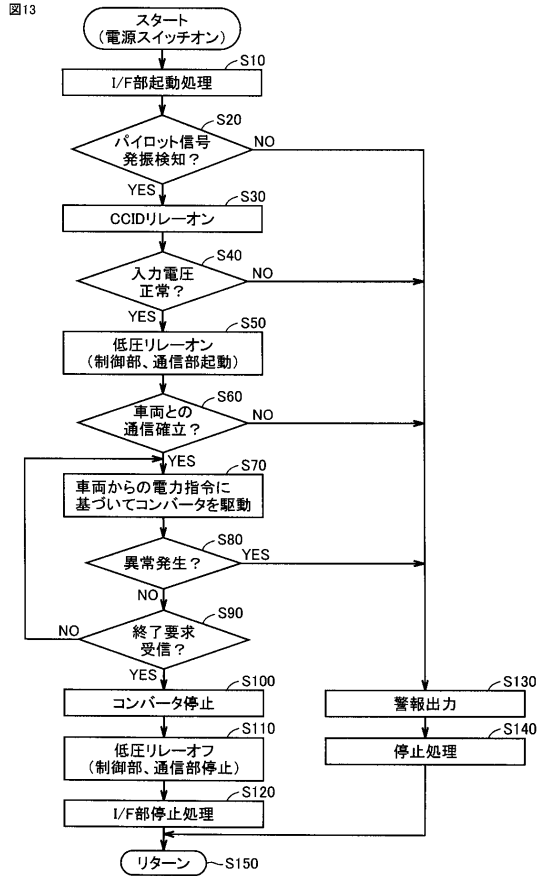
【 図 9 】



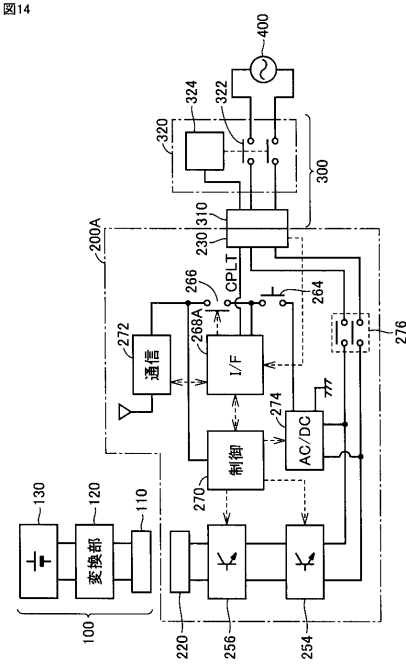
【 図 1 2 】



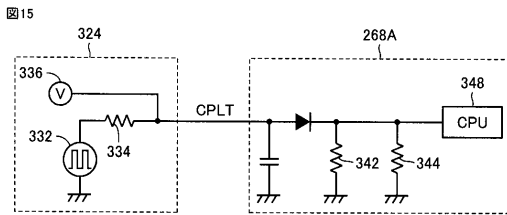
【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



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 1 M 10/46

B 6 0 L 11/18

C

B 6 0 M 7/00

X