

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2013年8月8日(08.08.2013)



(10) 国際公開番号
WO 2013/114522 A1

- (51) 国際特許分類:
B60L 11/18 (2006.01) H02J 7/00 (2006.01)
 - (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/051930
 - (22) 国際出願日: 2012年1月30日(30.01.2012)
 - (25) 国際出願の言語: 日本語
 - (26) 国際公開の言語: 日本語
 - (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 Aichi (JP).
 - (72) 発明者; および
 - (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 市川 真士 (ICHIKAWA, Shinji) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).
 - (74) 代理人: 特許業務法人深見特許事務所 (Fukami Patent Office, p.c.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島二丁目2番7号 中之島セントラルタワー Osaka (JP).
 - (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
 - (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告(条約第21条(3))

(54) Title: VEHICLE POWER RECEIVING DEVICE, POWER SUPPLY EQUIPMENT AND ELECTRICAL POWER TRANSMISSION SYSTEM

(54) 発明の名称: 車両用受電装置、給電設備、および電力伝送システム

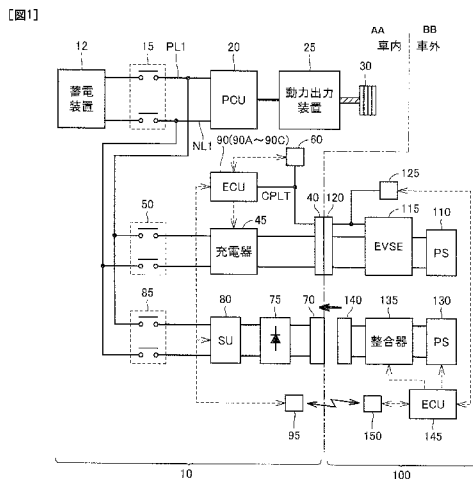


FIG. 1:
12 Power storage device
20 PCU
25 Power output device
45 Charger
80 SU
110 PS
115 EVSE
130 PS
135 Matching box
145 ECU
150 ECU
AA Inside the car
BB Outside the car

(57) Abstract: Contact charging is performed using a charging inlet (40) and a charger (45), and non-contact charging is performed using a power transmission unit (140) and a power receiving unit (70). An ECU (90) controls the charging power of contact charging and non-contact charging so that the total of the charging power of contact charging and the charging power of non-contact charging does not exceed a predetermined limit. When the total of the power receivable from contact charging and the power receivable from non-contact charging exceeds a predetermined limit, the ECU (90) controls the charging power from contact charging and non-contact charging so as to limit the less efficient of contact charging and non-contact charging.

(57) 要約: 充電インレット(40)および充電器(45)を用いて接触充電が行なわれ、送電部(140)および受電部(70)を用いて非接触充電が行なわれる。ECU(90)は、接触充電による充電電力と、非接触充電による充電電力との合計が所定の制限を超えないように、接触充電および非接触充電による充電電力を制御する。接触充電により受電可能な電力と、非接触充電により受電可能な電力との合計が所定の制限を超えると、ECU(90)は、接触充電と非接触充電とのうち効率の悪い方を制限するように、接触充電および非接触充電による充電電力を制御する。

WO 2013/114522 A1

明 細 書

発明の名称：

車両用受電装置、給電設備、および電力伝送システム

技術分野

[0001] この発明は、車両用受電装置、給電設備、および電力伝送システムに関し、特に、車両外部の電源から車両への電力伝送に用いられる車両用受電装置、給電設備、および電力伝送システムに関する。

背景技術

[0002] 国際公開第2010/131348号パンフレット（特許文献1）は、電力線を介して給電設備から車両へ電力を伝送することにより車載の蓄電装置を充電する所謂プラグイン充電（コンダクティブ充電）と、電磁場を介して給電設備から車両へ非接触で電力を伝送することにより蓄電装置を充電する非接触充電（インダクティブ充電）との双方が可能な車両用充電装置を開示する。この車両用充電装置においては、プラグイン充電用の受電端子は、車両外部の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る。ここで、非接触受電部は、充電器の電力変換回路に接続される。

[0003] このような構成とすることにより、電力変換回路を構成するパワー素子の少なくとも一部がプラグイン充電と非接触充電とで共用される。これにより、プラグイン充電用の充電器と非接触充電用の充電器とを全く別体で設ける場合に比べて部品点数を削減できる。したがって、この車両用充電装置によれば、プラグイン充電と非接触充電との双方を可能としつつコスト増を抑制することができる（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：国際公開第2010/131349号パンフレット

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1に記載の車両用充電装置は、プラグイン充電と非接触充電との双方を実施可能であり有用であるが、プラグイン充電と非接触充電とをどのように使い分けるかについての具体的な検討はされていない。特に、プラグイン充電と非接触充電とを同時に実施する場合の電力制御について、特許文献1では具体的な検討は行なわれていない。

[0006] それゆえに、この発明の目的は、プラグイン充電と非接触充電とを同時に実施可能な車両用受電装置、給電設備、および電力伝送システムにおける電力制御手法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0007] この発明によれば、車両用受電装置は、車両外部の電源（以下「外部電源」とも称する。）から受電するための車両用受電装置であって、第1および第2の受電部と、制御部とを備える。第1の受電部は、外部電源から電力線を介して受電する。第2の受電部は、外部電源から非接触で受電する。制御部は、車両が受電可能な電力を外部電源からの受電電力が超えないように、第1の受電部により受電される電力を示す第1の電力および第2の受電部により受電される電力を示す第2の電力を制御する。

[0008] 好ましくは、制御部は、第1の電力と第2の電力との合計に基づいて、第1の電力および第2の電力を制御する。

[0009] 好ましくは、制御部は、第1および第2の電力の合計が所定の制限を超えないように第1および第2の電力を制御する。

[0010] 好ましくは、第1の受電部によって受電可能な電力と第2の受電部によって受電可能な電力との合計が所定の制限以下のとき、制御部は、第1および第2の受電部の双方を用いて外部電源から受電するように第1および第2の電力を制御する。

[0011] 好ましくは、第1の受電部によって受電可能な電力と第2の受電部によって受電可能な電力との合計が所定の制限を超えると、制御部は、第1の受電部による受電と第2の受電部による受電とのうち効率の悪い方の受電を制限するように第1および第2の電力を制御する。

[0012] 好ましくは、車両用受電装置は、蓄電装置をさらに備える。蓄電装置は、第1および第2の電力によって充電される。所定の制限は、蓄電装置へ入力可能な電力を示す入力許容電力である。

[0013] 好ましくは、所定の制限は、外部電源から受電可能な電力に基づいて設定される。

好ましくは、第1および第2の受電部の双方を用いた受電が要求された場合、制御部は、第1の受電部による受電よりも第2の受電部による受電を先に開始する。

[0014] 好ましくは、第1および第2の受電部の双方を用いた受電が要求された場合、制御部は、第2の受電部による受電の準備完了後、第1の受電部による受電の準備完了前に、第2の受電部による受電を開始する。

[0015] 好ましくは、車両用受電装置は、蓄電装置をさらに備える。蓄電装置は、第1および第2の電力によって充電される。制御部は、蓄電装置の充電状態（SOC）が満充電状態に近づいたことを示す所定量にSOCが達すると蓄電装置の充電電力を低減させる満充電制御を実行し、満充電制御の実行時、第2の受電部による受電を制限する。

[0016] 好ましくは、車両用受電装置は、電動空調装置をさらに備える。電動空調装置は、利用者が車両を利用する前に車室内を空調するプレ空調を実施可能である。制御部は、プレ空調の暖房時、第1の受電部による受電を実行する。

[0017] 好ましくは、車両用受電装置は、電動空調装置をさらに備える。電動空調装置は、利用者が車両を利用する前に車室内を空調するプレ空調を実施可能である。制御部は、プレ空調の冷房時、第2の受電部による受電を実行する。

- [0018] 好ましくは、外部電源は、第2の受電部へ非接触で送電する送電部を含む。第2の受電部の固有周波数と送電部の固有周波数との差は、第2の受電部の固有周波数または送電部の固有周波数の±10%以下である。
- [0019] 好ましくは、外部電源は、第2の受電部へ非接触で送電する送電部を含む。第2の受電部と送電部との結合係数は0.1以下である。
- [0020] 好ましくは、外部電源は、第2の受電部へ非接触で送電する送電部を含む。第2の受電部は、第2の受電部と送電部との間に形成される磁界と、第2の受電部と送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、送電部から受電する。磁界および電界は、第2の受電部と送電部との間に形成され、かつ、特定の周波数で振動する。
- [0021] また、この発明によれば、給電設備は、車両へ給電するための給電設備であって、第1および第2の送電部と、制御部とを備える。第1の送電部は、電力線を介して車両へ送電する。第2の送電部は、車両へ非接触で送電する。制御部は、車両が受電可能な電力を車両への送電電力が超えないように、第1の送電部により送電される電力を示す第1の電力および第2の送電部により送電される電力を示す第2の電力を制御する。
- [0022] 好ましくは、制御部は、第1の電力と第2の電力との合計に基づいて、第1の電力および第2の電力を制御する。
- [0023] 好ましくは、制御部は、第1および第2の電力の合計が所定の制限を超えないように第1および第2の電力を制御する。
- [0024] 好ましくは、第1の送電部によって送電可能な電力と第2の送電部によって送電可能な電力との合計が所定の制限以下のとき、制御部は、第1および第2の送電部の双方を用いて車両へ送電するように第1および第2の電力を制御する。
- [0025] 好ましくは、第1の送電部によって送電可能な電力と第2の送電部によって送電可能な電力との合計が所定の制限を超えると、制御部は、第1の送電部による送電と第2の送電部による送電とのうち効率の悪い方の送電を制限するように第1および第2の電力を制御する。

- [0026] 好ましくは、第1および第2の送電部の双方を用いた送電が要求された場合、制御部は、第1の送電部による送電よりも第2の送電部による送電を先に開始する。
- [0027] 好ましくは、第1および第2の送電部の双方を用いた送電が要求された場合、制御部は、第2の送電部による送電の準備完了後、第1の送電部による送電の準備完了前に、第2の送電部による送電を開始する。
- [0028] 好ましくは、車両は、蓄電装置と、満充電制御部とを含む。蓄電装置は、第1および第2の電力によって充電される。満充電制御部は、蓄電装置のSOCが満充電状態に近づいたことを示す所定量にSOCが達すると蓄電装置の充電電力を低減させる満充電制御を実行する。制御部は、満充電制御の実行時、第2の送電部による送電を制限する。
- [0029] 好ましくは、車両は、第2の送電部から非接触で受電する受電部を含む。第2の送電部の固有周波数と受電部の固有周波数との差は、第2の送電部の固有周波数または受電部の固有周波数の±10%以下である。
- [0030] 好ましくは、車両は、第2の送電部から非接触で受電する受電部を含む。第2の送電部と受電部との結合係数は0.1以下である。
- [0031] 好ましくは、車両は、第2の送電部から非接触で受電する受電部を含む。第2の送電部は、第2の送電部と受電部との間に形成される磁界と、第2の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、第2の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。
- [0032] また、この発明によれば、電力伝送システムは、給電設備から車両へ電力を伝送する電力伝送システムであって、第1および第2の送受電部と、制御部とを備える。第1の送受電部は、給電設備から電力線を介して車両へ電力を伝送する。第2の送受電部は、給電設備から車両へ非接触で電力を伝送する。制御部は、給電設備から車両へ伝送される電力が、車両が受電可能な電力を超えないように、第1の送受電部により伝送される電力を示す第1の電力および第2の送受電部により伝送される電力を示す第2の電力を制御する

。

[0033] 好ましくは、制御部は、第1の送受電部により伝送される電力を示す第1の電力と、第2の送受電部により伝送される電力を示す第2の電力との合計に基づいて、第1の電力および第2の電力を制御する。

発明の効果

[0034] この発明によれば、車両が受電可能な電力を外部電源からの受電電力が超えないように、プラグイン充電による第1の電力、および非接触充電による第2の電力が制御されるので、蓄電装置への過大入力や外部電源からの過大な受電等の抑制を図りつつ、ユーザメリットに見合った適切な条件でプラグイン充電と非接触充電とを使い分けて蓄電装置を充電することが可能となる。

図面の簡単な説明

- [0035] [図1]この発明の実施の形態1による車両充電システムの全体構成図である。
- [図2]図1に示す車両に搭載されるECUの、充電制御に関する部分の機能ブロック図である。
- [図3]蓄電装置の入力許容電力を示した図である。
- [図4]ECUにより実行される電力制御の処理手順を説明するためのフローチャートである。
- [図5]接触充電を実行するための充電器およびEVSEの回路図である。
- [図6]非接触充電を実行するための受電部およびセンサユニット、ならびに整流器および送電部の回路図である。
- [図7]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8]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9]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10]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11]変形例1における電力制御の処理手順を説明するためのフローチャートである。

[図12]変形例2における電力制御の処理手順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2におけるECUの、充電制御に関する部分の機能ブロック図である。

[図14]送電部および受電部間の距離と一次側電圧との関係を示した図である。

[図15]送電部および受電部間の距離と二次側電圧との関係を示した図である。

[図16]実施の形態2におけるECUにより実行される充電開始時の制御の処理手順を説明するフローチャートである。

[図17]満充電制御時の蓄電装置の充電電力およびSOCの変化の一例を示した図である。

[図18]接触充電と非接触充電との電力伝送効率を示した図である。

[図19]実施の形態3におけるECUの、充電制御に関する部分の機能ブロック図である。

[図20]実施の形態3におけるECUにより実行される充電終了時の電力制御の処理手順を説明するフローチャートである。

[図21]実施の形態4におけるECUの、充電制御に関する部分の機能ブロック図である。

[図22]実施の形態4におけるECUにより実行されるプレ空調時の電力制御を説明するフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0036] 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。

[0037] [実施の形態1]

図1は、この発明の実施の形態1による車両充電システムの全体構成図である。図1を参照して、車両充電システムは、車両10と、給電設備100とを備える。車両10は、蓄電装置12と、システムメインリレー（以下「SMR (System Main Relay)」と称する。）15と、パワーコントロールユニット（以下「PCU (Power Control Unit)」と称する。）20と、動力出力装置25と、駆動輪30を含む。

[0038] 蓄電装置12は、再充電可能な直流電源であり、たとえば、ニッケル水素やリチウムイオン等の二次電池によって構成される。蓄電装置12には、給電設備100の外部電源110、130（後述）から供給される電力の他、動力出力装置25において発電された電力が蓄えられる。なお、蓄電装置12として、大容量のキャパシタも採用可能である。SMR15は、蓄電装置12と正極線PL1、負極線NL1との間に設けられる。SMR15は、蓄電装置12と正極線PL1、負極線NL1との電気的な接続／切離を行なうためのリレーである。

[0039] PCU20は、蓄電装置12から電力を受けて動力出力装置25を駆動するための電力変換装置を総括して示したものである。たとえば、PCU20は、動力出力装置25に含まれるモータを駆動するためのインバータや、蓄電装置12から出力される電力を昇圧するコンバータ等を含む。動力出力装置25は、駆動輪30を駆動するための装置を総括して示したものである。たとえば、動力出力装置25は、駆動輪30を駆動するモータやエンジン等を含む。また、動力出力装置25は、駆動輪30を駆動するモータによって車両の制動時等に発電し、その発電された電力をPCU20へ出力する。

[0040] 車両10は、さらに、充電インレット40と、充電器45と、第1充電リレー50を含む。充電インレット40は、給電設備100の外部電源110から車両10へ電力を供給する充電ケーブルのコネクタ120と接続可能に構成される。充電インレット40は、外部電源110による蓄電装置12の充電時、外部電源110から充電ケーブルを介して供給される電力を受ける。なお、以下では、充電ケーブルを用いた、外部電源110による蓄電装

置 1 2 の充電を「接触充電」とも称する。

[0041] 充電器 4 5 は、SMR 1 5 と PCU 2 0 との間に配設される正極線 PL 1，負極線 NL 1 に第 1 充電リレー 5 0 を介して接続される。接触充電の実行時、充電器 4 5 は、ECU 9 0（後述）からの制御信号に基づいて、外部電源 1 1 0 から供給される電力を蓄電装置 1 2 の充電電力に変換する。そして、充電器 4 5 から出力された電力は、蓄電装置 1 2 へ供給されて蓄電装置 1 2 が充電される。第 1 充電リレー 5 0 は、充電器 4 5 と正極線 PL 1，負極線 NL 1 との間に設けられ、充電器 4 5 と正極線 PL 1，負極線 NL 1 との電気的な接続／切離を行なう。

[0042] 車両 1 0 は、さらに、受電部 7 0 と、整流器 7 5 と、センサユニット 8 0 と、第 2 充電リレー 8 5 と、電子制御装置（以下「ECU (Electronic Control Unit)」と称する。）9 0 と、第 1 通信装置 6 0 と、第 2 通信装置 9 5 とを含む。受電部 7 0 は、給電設備 1 0 0 の外部電源 1 3 0 による蓄電装置 1 2 の充電時、給電設備 1 0 0 の送電部 1 4 0（後述）から出力される交流電力を非接触で受電する。なお、以下では、受電部 7 0 および送電部 1 4 0 を用いた、外部電源 1 3 0 による蓄電装置 1 2 の充電を「非接触充電」とも称する。

[0043] 整流器 7 5 は、受電部 7 0 によって受電された交流電力を整流する。センサユニット 8 0 は、整流器 7 5 から出力される受電電圧や受電電流を検出して ECU 9 0 へ出力する。なお、センサユニット 8 0 には、非接触充電に先立って行なわれる、受電部 7 0 と給電設備 1 0 0 の送電部 1 4 0 との位置合わせやインピーダンスマッチング等の調整制御の実行時に、車両 1 0 側のインピーダンスを一定にするための調整用抵抗が設けられる。第 2 充電リレー 8 5 は、センサユニット 8 0 と正極線 PL 1，負極線 NL 1 との間に設けられ、センサユニット 8 0 と正極線 PL 1，負極線 NL 1 との電気的な接続／切離を行なう。

[0044] なお、受電部 7 0 およびセンサユニット 8 0 の構成については、給電設備 1 0 0 側の送電部 1 4 0 および整合器 1 3 5 の構成、ならびに送電部 1 4 0

から受電部70への非接触電力伝送とともに、後ほど説明する。

[0045] ECU90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、接触充電および非接触充電を制御する。

[0046] 具体的には、ECU90は、接触充電の実行時、第1充電リレー50、および給電設備100のEVSE (Electric Vehicle Supply Equipment) 115に含まれる遮断器のオン／オフ操作を実行する。EVSE115の操作については、ECU90は、充電ケーブルのコントロールパイロット線を介してEVSE115から受けるパイロット信号CPLTの電位を操作することによってEVSE115を遠隔操作する。そして、ECU90は、充電器45の起動／停止指令や接触充電による充電電力の目標値を示す電力指令等を生成して充電器45へ出力する。

[0047] また、ECU90は、非接触充電の実行に先立って、受電部70と給電設備100の送電部140との位置合わせやインピーダンスマッチング等の調整制御を実行する。具体的には、ECU90は、非接触充電のための上記調整制御の実行時、センサユニット80内の調整用抵抗を回路に接続するようにセンサユニット80へ指令を出力する。調整制御が終了すると、ECU90は、第2充電リレー85へオン指令を出力する。これにより、非接触充電が可能となる。

[0048] さらに、ECU90は、車両10が受電可能な電力を給電設備100からの受電電力が超えないように、接触充電および非接触充電時の電力制御を実行する。具体的には、ECU90は、充電器45を用いた接触充電による充電電力と、受電部70を用いた非接触充電による充電電力との合計が所定の制限を超えないように、接触充電および非接触充電による充電電力を制御する。所定の制限は、たとえば、蓄電装置12へ入力可能な電力を示す入力可能電力 W_{in} である。なお、蓄電装置12の入力可能電力 W_{in} に代えて、外部電源から受電可能な電力に基づいて所定の制限を設定してもよく、たと

例えば、外部電源における制限（たとえば給電設備 100 が家屋の場合の契約電力）を上記の所定の制限として設定してもよい。なお、この電力制御については、後ほど詳しく説明する。

[0049] 第 1 通信装置 60 は、接触充電に関する情報を車両外部（給電設備 100）と通信するための通信インターフェースである。この実施の形態 1 では、第 1 通信装置 60 は、充電ケーブルを介して給電設備 100 と通信する（このような充電ケーブルを介した通信は「電力線通信（PLC（Power Line Communication））」とも称される。）。一例として、第 1 通信装置 60 は、充電ケーブルのコントロールパイロット線に接続され、コントロールパイロット線を介して給電設備 100 と通信を行なう。

[0050] 第 2 通信装置 95 は、非接触充電に関する情報を車両外部（給電設備 100）と通信するための通信インターフェースである。第 2 通信装置 95 は、無線により給電設備 100 と通信する。なお、第 1 および第 2 通信装置 60、95 の 2 つを備えることは必ずしも必要ではなく、第 1 および第 2 通信装置 60、95 を 1 つの通信装置で構成して PLC または無線通信を行なってもよい。

[0051] 一方、給電設備 100 は、外部電源 110 と、EVSE 115 と、コネクタ 120 とを含む。外部電源 110 は、たとえば商用系統電源によって構成されるが、これに限定されるものではなく、種々の電源を適用可能である。EVSE 115 は、外部電源 110 から車両 10 へ電力を供給するための電路を遮断可能に構成される。EVSE 115 は、外部電源 110 から車両 10 へ電力を供給するための充電ケーブルや、充電ケーブルを介して車両 10 へ電力を供給するための充電スタンド内に設けられる。そして、EVSE 115 は、車両 10 と所定の情報をやり取りするためのパイロット信号 CPLT を生成し、コントロールパイロット線を介して車両 10 へ出力する。なお、パイロット信号 CPLT は、車両 10 の ECU 90 において電位が操作され、EVSE 115 は、パイロット信号 CPLT の電位に基づいて充電電路の接続／遮断を切替える。

- [0052] コネクタ120は、コントロールパイロット線を含む充電ケーブルに接続され、車両10の充電インレット40と嵌合可能に構成される。
- [0053] 給電設備100は、さらに、外部電源130と、整合器135と、送電部140と、ECU145と、第3通信装置125と、第4通信装置150とを含む。外部電源130は、所定の周波数を有する交流電力を発生する。一例として、外部電源130は、商用系統電源から電力を受けて高周波の交流電力を発生する。なお、外部電源110, 130を一つの電源設備として構成してもよい。
- [0054] 整合器135は、外部電源130と送電部140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。一例として、整合器135は、可変コンデンサとコイルとによって構成され、可変コンデンサの容量を変化させることによってインピーダンスを変更することができる。この整合器135においてインピーダンスを変更することによって、給電設備100のインピーダンスを車両10のインピーダンスと整合させることができる（インピーダンスマッチング）。なお、外部電源130がインピーダンスの整合機能を有する場合には、整合器135を省略することも可能である。
- [0055] 送電部140は、外部電源130から交流電力の供給を受ける。そして、送電部140は、送電部140の周囲に発生する電磁界を介して車両10の受電部70へ非接触で電力を出力する。なお、送電部140および整合器135の構成については、車両10側の受電部70およびセンサユニット80の構成、ならびに送電部140から受電部70への非接触電力伝送とともに、後ほど説明する。
- [0056] 第3通信装置125は、接触充電に関する情報を車両10と通信するための通信インターフェースである。この実施の形態1では、第3通信装置125は、充電ケーブルを介して車両10と通信する。一例として、第3通信装置125は、充電ケーブルのコントロールパイロット線に接続され、コントロールパイロット線を介して車両10の第1通信装置60と通信を行なう。
- [0057] 第4通信装置150は、非接触充電に関する情報を車両10と通信するた

めの通信インターフェースである。第4通信装置150は、無線により車両10と通信する。なお、第3および第4通信装置125, 150の2つを備えることは必ずしも必要ではなく、第3および第4通信装置125, 150を1つの通信装置で構成してPLCまたは無線通信を行なってもよい。

[0058] ECU145は、予め記憶されたプログラムをCPU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、外部電源130および整合器135を制御する。具体的には、ECU145は、非接触充電の実行前に行なわれる調整制御の実行時、蓄電装置12を充電するための電力よりも小さい調整用電力を出力するように外部電源130を制御するとともに、整合器135を制御してインピーダンスマッチングを行なう。調整制御が終了すると、ECU145は、蓄電装置12を充電するための電力を出力するように外部電源130を制御する。

[0059] この車両充電システムにおいては、充電インレット40および充電器45を用いた接触充電と、送電部140および受電部70を用いた非接触充電とが可能である。そして、接触充電による充電電力と非接触充電による充電電力との合計が蓄電装置12の入力可能電力 W_{in} を超えないように、接触充電および非接触充電による充電電力が制御される。

[0060] 図2は、図1に示した車両10に搭載されるECU90の、充電制御に関する部分の機能ブロック図である。図2を参照して、ECU90は、充電電力制御部170と、接触充電制御部172と、非接触充電制御部174とを含む。

[0061] 充電電力制御部170は、接触充電による充電電力および非接触充電による充電電力を制御する。具体的には、充電電力制御部170は、接触充電による充電電力 P_c と非接触充電による充電電力 P_w との合計が蓄電装置12の入力許容電力 W_{in} を超えないように充電電力 P_c , P_w を制御する。

[0062] 図3は、蓄電装置12の入力許容電力 W_{in} を示した図である。なお、この図3では、蓄電装置12から出力可能な電力を示す出力可能電力 W_{out} も併せて示される。図3を参照して、横軸は、蓄電装置12の充電状態（以

下「SOC (State Of Charge)」と称し、蓄電装置12の容量に対する百分率(%)で示される。)を示し、縦軸は、蓄電装置12の充放電電力を示す。なお、電力が正值であることは放電を示し、電力が負値であることは充電を示す。

[0063] 図3に示されるように、SOCが所定値を超えると、蓄電装置12の過充電を防止するために入力許容電力 W_{in} が絞られる。なお、SOCが所定値を下回ると、蓄電装置12の過放電を防止するために出力可能電力 W_{out} が絞られる。また、特に図示しないが、入力許容電力 W_{in} および出力可能電力 W_{out} は、蓄電装置12の温度等によっても変化する。そして、接触充電による充電電力 P_c と非接触充電による充電電力 P_w との合計がこの入力許容電力 W_{in} を超えないように充電電力 P_c 、 P_w が制御される。

[0064] 再び図2を参照して、充電電力制御部170は、より詳しくは、接触充電による充電電力 P_c の上限を示す最大電力 P_{c_max} と、非接触充電による充電電力 P_w の上限を示す最大電力 P_{w_max} とを合計することによって得られる値を蓄電装置12の入力許容電力 W_{in} と比較する。なお、最大電力 P_{c_max} 、 P_{w_max} の情報については、第1通信装置60および第2通信装置95を用いて給電設備100から入手される。そして、最大電力 P_{c_max} 、 P_{w_max} の合計値が入力許容電力 W_{in} 以下の場合には、充電電力制御部170は、充電電力 P_c が最大電力 P_{c_max} に一致するように接触充電制御部172へ電力指令を出力し、充電電力 P_w が最大電力 P_{w_max} に一致するように非接触充電制御部174へ電力指令を出力する。

[0065] 一方、最大電力 P_{c_max} 、 P_{w_max} の合計値が入力許容電力 W_{in} を超える場合には、充電電力制御部170は、接触充電と非接触充電とのうち効率の悪い方の受電を制限することによって充電電力 P_c と充電電力 P_w との合計が入力許容電力 W_{in} を超えないように、充電電力 P_c 、 P_w を制御する。上記の「効率」には、種々の指標を用いることができ、たとえば、コスト面から見た効率(電力コスト)や、電力伝送の面から見た効率(電

力伝送効率)、電力を生成する際の二酸化炭素(CO₂)排出量から見た効率(CO₂量)等に基づいて、接触充電と非接触充電との「効率」を比較することができる。なお、効率の悪い方を制限するとは、効率の悪い方の充電電力を絞る(制限する)ことと、効率の悪い方の充電を停止することとの双方を含む。

[0066] 接触充電制御部172は、充電電力制御部170から受ける電力指令に基づいて、充電器45を駆動するための駆動信号を生成し、その生成された駆動信号を充電器45へ出力する。非接触充電制御部174は、充電電力制御部170から受ける電力指令に基づいて、外部電源130(図1)の出力電力を制御するための信号を生成し、その生成された信号を第2通信装置95によって給電設備100へ送信する。

[0067] 図4は、ECU90により実行される電力制御の処理手順を説明するためのフローチャートである。なお、このフローチャートの処理は、一定時間毎または所定の条件が成立するごとにメインルーチンから呼び出されて繰り返し実行される。

[0068] 図4を参照して、ECU90は、非接触充電による充電電力 P_w の上限を示す最大電力 P_{w_max} と、接触充電による充電電力 P_c の上限を示す最大電力 P_{c_max} との合計が、蓄電装置12の入力許容電力 W_{in} 以下であるか否かを判定する(ステップS10)。

[0069] ステップS10において最大電力 P_{w_max} 、 P_{c_max} の和が入力許容電力 W_{in} 以下であると判定されると(ステップS10においてYES)、ECU90は、非接触充電による充電電力 P_w が最大電力 P_{w_max} に一致するように充電電力 P_w を制御し、接触充電による充電電力 P_c が最大電力 P_{c_max} に一致するように充電電力 P_c を制御する(ステップS20)。

[0070] ステップS10において最大電力 P_{w_max} 、 P_{c_max} の和が入力許容電力 W_{in} よりも大きいと判定されると(ステップS10においてNO)、ECU90は、非接触充電の電力コスト C_{pw} が接触充電の電力コスト

C_{pc} よりも低いか否かを判定する（ステップS30）。なお、電力コスト C_{pw} 、 C_{pc} の情報については、第1通信装置60および第2通信装置95を用いて給電設備100から入手される。

[0071] そして、ステップS30において、非接触充電の電力コスト C_{pw} が接触充電の電力コスト C_{pc} よりも低いと判定されると（ステップS30においてYES）、ECU90は、電力コストの高い接触充電による受電を制限する。たとえば、ECU90は、非接触充電による充電電力 P_w については、充電電力 P_w が最大電力 P_{w_max} に一致するように充電電力 P_w を制御し、接触充電による充電電力 P_c については、蓄電装置12の入力許容電力 W_{in} から非接触充電の最大電力 P_{w_max} を差引いた値に一致するように充電電力 P_c を制御する（ステップS40）。

[0072] 一方、ステップS30において、非接触充電の電力コスト C_{pw} が接触充電の電力コスト C_{pc} 以上であると判定されると（ステップS30においてNO）、ECU90は、電力コストの高い非接触充電による受電を制限する。たとえば、ECU90は、非接触充電による充電電力 P_w については、蓄電装置12の入力許容電力 W_{in} から接触充電の最大電力 P_{c_max} を差引いた値に一致するように充電電力 P_w を制御し、接触充電による充電電力 P_c については、充電電力 P_c が最大電力 P_{c_max} に一致するように充電電力 P_c を制御する（ステップS50）。

[0073] 図5は、接触充電を実行するための充電器45およびEVSE115の回路図である。なお、この図5に示される構成は一例であって、接触充電を実行するための構成が図5の構成に限定されるものではない。図5を参照して、充電器45は、AC/DC変換部210と、DC/AC変換部215と、絶縁トランス220と、整流部225とを含む。

[0074] AC/DC変換部210は、ECU90からの制御信号に基づいて、外部電源110から供給される交流電力を直流電力に変換してDC/AC変換部215へ出力する。なお、AC/DC変換部210は、AC/DC変換部210の入力側に設けられるリアクトルとともに昇圧チョッパ回路を構成し、

充電インレット40から入力される電力を昇圧することができる。DC/AC変換部215は、ECU90からの制御信号に基づいて、AC/DC変換部210から受ける直流電力を交流電力に変換して絶縁トランス220へ出力する。DC/AC変換部215は、たとえば単相ブリッジ回路によって構成される。

[0075] 絶縁トランス220は、磁性材から成るコアと、コアに巻回された一次コイルおよび二次コイルを含む。一次コイルおよび二次コイルは、電氣的に絶縁されており、それぞれDC/AC変換部215および整流部225に接続される。そして、絶縁トランス220は、DC/AC変換部215からの交流電力を一次コイルおよび二次コイルの巻数比に応じた電圧に変換して整流部225へ出力する。整流部225は、絶縁トランス220から受ける交流電力を直流電力に変換して第1充電リレー50へ出力する。

[0076] なお、AC/DC変換部210および整流部225を、双方向に電力変換可能な単相ブリッジ回路によって構成してもよい。これにより、車両10から車両外部へ電力を出力することも可能となる。

[0077] 一方、EVSE115は、CCID (Charging Circuit Interrupt Device) 235と、CPLT制御装置240とを含む。CCID235は、外部電源110から車両10への給電経路に設けられる遮断器であり、CPLT制御装置240によって制御される。CPLT制御装置240は、接触充電時にEVSE115と車両10との間で所定の情報をやり取りするためのパイロット信号CPLTを生成し、コントロールパイロット線を介して車両10へ出力する。

[0078] パイロット信号CPLTは、車両10のECU90において電位が操作され、CPLT制御装置240は、パイロット信号CPLTの電位に基づいてCCID235を制御する。すなわち、車両10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、車両10からCCID235を遠隔操作できる。なお、このパイロット信号CPLTは、たとえば、アメリカ合衆国の「SAE J1772 (SAE Electric Vehicle Conductive Charg

e Coupler) 」に準拠するものである。

[0079] そして、車両10の第1通信装置60は、車両10側において、パイロット信号CPLTがやり取りされるコントロールパイロット線に接続され、給電設備100の第3通信装置125は、給電設備100側においてコントロールパイロット線に接続される。これにより、接触充電時、充電ケーブル（コントロールパイロット線）を介して第1通信装置60と第3通信装置125との間で、接触充電に関する情報（たとえば、接触充電の最大電力 P_{c_max} に関する情報等）が通信される。

[0080] 図6は、非接触充電を実行するための受電部70およびセンサユニット80、ならびに整合器135および送電部140の回路図である。なお、この図6に示される構成も一例であって、非接触充電を実行するための構成が図6の構成に限定されるものではない。図6を参照して、受電部70は、コイル340と、キャパシタ350とを含む。

[0081] コイル340は、キャパシタ350とともに共振回路を形成し、送電部140から送出される電力を非接触で受電する。整流器75は、コイル340によって受電された交流電力を整流して電力線L5、L6へ出力する。なお、特に図示しないが、コイル340およびキャパシタ350によって閉ループを形成し、コイル340により受電された交流電力を電磁誘導によりコイル340から取出して整流器75へ出力するコイルを別途設けてもよい。

[0082] センサユニット80は、リレー355と、調整用抵抗360と、電圧センサ365、370と、電流センサ375とを含む。リレー355および調整用抵抗360は、電力線L5、L6間に直列に接続される。リレー355は、非接触充電に先立って行なわれる調整制御の実行時にオン（導通）される。これにより、調整制御時の車両10側のインピーダンスが一定となり、調整制御を効率的に実施できる。

[0083] 電圧センサ365は、調整用抵抗360の電圧を検出してECU90へ出力する。電圧センサ370は、電力線L5、L6間の電圧、すなわち非接触充電時の蓄電装置12の充電電圧を検出し、その検出値をECU90へ出力

する。電流センサ 375 は、電力線 L5（電力線 L6 でもよい。）に流れる電流、すなわち非接触充電時の蓄電装置 12 の充電電流を検出し、その検出値を ECU90 へ出力する。

[0084] 一方、給電設備 100 の整合器 135 は、可変コンデンサ 310、315 と、コイル 320 とを含む。整合器 135 は、可変コンデンサ 310、315 の容量を変化させることによってインピーダンスを変更することができる。この整合器 135 においてインピーダンスを変更することによって、給電設備 100 のインピーダンスを車両 10 のインピーダンスと整合させることができる（インピーダンスマッチング）。なお、外部電源 130 がインピーダンスの整合機能を有する場合には、この整合器 135 を省略することも可能である。

[0085] 送電部 140 は、コイル 330 と、キャパシタ 335 とを含む。コイル 330 は、キャパシタ 335 とともに共振回路を形成し、外部電源 130 から供給される交流電力を車両 10 の受電部 70 へ非接触で送電する。なお、特に図示しないが、コイル 330 およびキャパシタ 335 によって閉ループを形成し、外部電源 130 から出力される交流電力を電磁誘導によりコイル 330 へ供給するコイルを別途設けてもよい。

[0086] なお、キャパシタ 335、350 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、コイル 330、340 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 335、350 を設けない構成としてもよい。

[0087] 以下に、送電部 140 から受電部 70 への非接触電力伝送について詳細に説明する。この電力伝送システムにおいては、送電部 140 の固有周波数と、受電部 70 の固有周波数との差は、送電部 140 の固有周波数または受電部 70 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 140 および受電部 70 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。

[0088] なお、受電部 70（送電部 140）の固有周波数とは、受電部 70（送電部 140）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、受電部 70（送電部 140）の共振周波数とは、受電部 70（送電部 140）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零としたときの固有周波数を意味する。

[0089] 図 7 および図 8 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 7 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 8 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。

[0090] 図 7 を参照して、電力伝送システム 389 は、送電部 390 と、受電部 391 とを備える。送電部 390 は、第 1 コイル 392 と、第 2 コイル 393 とを含む。第 2 コイル 393 は、共振コイル 394 と、共振コイル 394 に設けられたキャパシタ 395 とを含む。受電部 391 は、第 3 コイル 396 と、第 4 コイル 397 とを備える。第 3 コイル 396 は、共振コイル 399 とこの共振コイル 399 に接続されたキャパシタ 398 とを含む。

[0091] 共振コイル 394 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 395 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 399 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 398 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 393 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 396 の固有周波数 f_2 は、下記の式 (2) によって示される。

$$[0092] \quad f_1 = 1 / \{ 2 \pi (L_t \times C_1)^{1/2} \} \dots (1)$$

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

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 393 および第 3 コイル 396 の固有周波数のズレと電力伝送効率との関係を図 8 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394および共振コイル399の相対的な位置関係は固定とし、さらに、第2コイル393に供給される電流の周波数は一定である。

[0093] 図8に示すグラフのうち、横軸は固有周波数のズレ(%)を示し、縦軸は一定周波数での電力伝送効率(%)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。

[0094] (固有周波数のズレ) = { (f1 - f2) / f2 } × 100 (%) . . .
(3)

図8からも明らかのように、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396の固有周波数の10%以下の範囲となるように第2コイル393および第3コイル396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396の固有周波数の5%以下となるように第2コイル393および第3コイル396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としては、電磁界解析ソフトウェア(JMAG(登録商標):株式会社JSOL製)を採用している。

[0095] 再び図6を参照して、車両10の受電部70および給電設備100の送電部140は、受電部70と送電部140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。磁界および電界は、特定の周波数で振動する。受電部70と送電部140との結合係数κは、0.1~0.3程度であり、0.1以下であることが好ましい。そして、受電部70と送電部140とを電磁界によって共振(共鳴)させることで、送電

部 140 から受電部 70 へ電力が伝送される。

[0096] ここで、送電部 140 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 140 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 140 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 140 から受電部 70 に電力を伝送するときの電力伝送効率は、送電部 140 および受電部 70 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 140 および受電部 70 の固有周波数（共振周波数）を f_0 とし、送電部 140 に供給される電流の周波数を f_3 とし、送電部 140 および受電部 70 の間のエアギャップをエアギャップ AG とする。

[0097] 図 9 は、固有周波数 f_0 を固定した状態で、エアギャップ AG を変化させたときの電力伝送効率と、送電部 140 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 9 を参照して、横軸は、送電部 140 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 L1 は、エアギャップ AG が小さいときの電力伝送効率と、送電部 140 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 L1 に示すように、エアギャップ AG 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 AG 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 L2 に示すように、エアギャップ AG 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 140 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 AG を効率曲線 L2 の状態よりもさらに大きくすると、効率曲線 L3 に示すように電力伝送効率のピークが小さくなる。

[0098] 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 AG にあわせて、送電部 140 に供給される電流の周波数を一定として、キャパシタ 335、350 のキャパシタンスを変化させることで、送電部 140 と受電部 70 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140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335, 350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AGの大きさに関係なく、送電部140および受電部70に流れる電流の周波数は一定である。なお、電力伝送効率の特性を変化させる手法としては、給電設備100の整合器135を利用する手法や、車両10において整流器75と蓄電装置12との間に設けられるコンバータを利用する手法などを採用することも可能である。

[0099] また、第2の手法としては、エアギャップAGの大きさに基づいて、送電部140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L1となる場合には、周波数f4またはf5の電流を送電部140に供給する。周波数特性が効率曲線L2, L3となる場合には、周波数f6の電流を送電部140に供給する。この場合においては、エアギャップAGの大きさに合わせて送電部140および受電部70に流れる電流の周波数を変化させることになる。

[0100] 第1の手法では、送電部140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140を流れる周波数は、エアギャップAG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140に供給される。送電部140に特定の周波数の電流が流れることで、送電部140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70は、受電部70と送電部140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140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AGに着目して、送電部140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140および受電部70の水平方向のずれ等のように他の要因によっても変化するものであり、当該他の要因に基づい

て、送電部 140 に供給される電流の周波数を調整する場合がある。

[0101] なお、上記の説明では、共振コイルとしてヘリカルコイルを採用した例について説明したが、共振コイルとして、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 140 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 140 の周囲に形成される。そして、この電界を通して、送電部 140 と受電部 70 との間で電力伝送が行われる。

[0102] 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。

[0103] 図 10 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 10 を参照して、電磁界は 3 つの成分から成る。曲線 k 1 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 k 2 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 k 3 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、 $\lambda / 2\pi$ と表わすことができる。

[0104] 「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 1 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 140 および受電部 70（たとえば一対の共振コイル）を共鳴させることにより、送電部 140 から他方の受電部 70 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。

[0105] このように、この電力伝送システムにおいては、送電部 140 と受電部 70

0とを電磁界によって共振（共鳴）させることで、送電部140と受電部70との間で非接触で電力が伝送される。そして、送電部140と受電部70との間の結合係数 κ は、0.1~0.3程度であり、0.1以下であることが好ましい。但し、結合係数 κ は、このような値に限定されるものではなく、電力伝送が良好となる種々の値をとり得る。一般的に、電磁誘導を利用した電力伝送では、送電部と受電部と間の結合係数 κ は1.0に近いものとなっている。

[0106] なお、電力伝送における、上記のような送電部140と受電部70との結合を、たとえば、「磁気共鳴結合」、「磁界（磁場）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。

[0107] 送電部140と受電部70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140と受電部70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140と受電部70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140と受電部70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。

[0108] 以上のように、この実施の形態1においては、接触充電による充電電力 P_c と非接触充電による充電電力 P_w との合計に基づいて充電電力 P_c 、 P_w が制御される。より詳しくは、接触充電による充電電力 P_c の上限を示す最大電力 P_{c_max} と、非接触充電による充電電力 P_w の上限を示す最大電力 P_{w_max} との合計値が所定の制限（蓄電装置12の入力許容電力 W_{in} や、外部電源から受電可能な電力等）以下の場合には、充電電力 P_c 、 P_w がそれぞれ最大電力 P_{c_max} 、 P_{w_max} に一致するように充電電力 P_c 、 P_w が制御される。最大電力 P_{c_max} 、 P_{w_max} の合計値が所定の制限を超える場合には、接触充電と非接触充電とのうち効率（電力

コスト)の悪い方の受電を制限することによって充電電力 P_c 、 P_w との合計が所定の制限を超えないように、充電電力 P_c 、 P_w が制御される。したがって、この実施の形態1によれば、蓄電装置12への過大入力や外部電源からの過大な受電等の抑制を図りつつ、ユーザメリットに見合った適切な条件で接触充電と非接触充電とを使い分けて蓄電装置12を充電することができる。

[0109] [実施の形態1の変形例1]

上記においては、接触充電による充電電力 P_c の上限を示す最大電力 P_{c_max} と、非接触充電による充電電力 P_w の上限を示す最大電力 P_{w_max} との合計値が所定の制限を超える場合に、接触充電と非接触充電とのうち電力コストの悪い方の受電を制限するものとしたが、電力コストに代えて電力伝送効率を指標としてもよい。すなわち、この変形例1では、最大電力 P_{c_max} 、 P_{w_max} の合計が所定の制限を超える場合、接触充電と非接触充電とのうち電力伝送効率の悪い方の受電が制限される。なお、電力伝送効率の悪い方を制限するとは、電力伝送効率の悪い方の充電電力を絞る(制限する)ことと、電力伝送効率の悪い方の充電を停止することとの双方を含む。

[0110] 図11は、この変形例1における電力制御の処理手順を説明するためのフローチャートである。なお、このフローチャートの処理も、一定時間毎または所定の条件が成立するごとにメインルーチンから呼び出されて繰り返し実行される。図11を参照して、このフローチャートは、図4に示したフローチャートにおいて、ステップS30に代えてステップS32を含む。

[0111] すなわち、ステップS10において最大電力 P_{w_max} 、 P_{c_max} の和が入力許容電力 W_{in} よりも大きいと判定されると(ステップS10においてNO)、ECU90は、非接触充電の電力伝送効率 E_{pw} が接触充電の電力伝送効率 E_{pc} よりも高いか否かを判定する(ステップS32)。この電力伝送効率は、充電インレット40や受電部70によって受電される電力に基づく受電効率や、実際に蓄電装置12に充電される電力に基づく充電

効率、給電設備 100 側の反射電力に基づく送電効率等を含む広い概念である。

[0112] そして、ステップ S 3 2 において、非接触充電の電力伝送効率 E_{pw} が接触充電の電力伝送効率 E_{pc} よりも高いと判定されると（ステップ S 3 2 において YES）、ステップ S 4 0 へ処理が移行され、電力伝送効率が相対的に低い接触充電による充電電力 P_c が制限される。一方、ステップ S 3 2 において、非接触充電の電力伝送効率 E_{pw} が接触充電の電力伝送効率 E_{pc} 以下であると判定されると（ステップ S 3 2 において NO）、ステップ S 5 0 へ処理が移行され、電力伝送効率が相対的に低い非接触充電による充電電力 P_w が制限される。

[0113] この実施の形態 1 の変形例 1 によっても、実施の形態 1 と同様の効果が得られる。

[実施の形態 1 の変形例 2]

変形例 1 では、最大電力 P_{c_max} 、 P_{w_max} の合計が所定の制限を超える場合、接触充電と非接触充電とのうち電力伝送効率の悪い方の受電を制限するものとしたが、電力伝送効率に代えて、電力生成に伴なう CO_2 量を指標としてもよい。

[0114] 図 1 2 は、この変形例 2 における電力制御の処理手順を説明するためのフローチャートである。なお、このフローチャートの処理も、一定時間毎または所定の条件が成立するごとにメインルーチンから呼び出されて繰り返し実行される。図 1 2 を参照して、このフローチャートは、図 4 に示したフローチャートにおいて、ステップ S 3 0 に代えてステップ S 3 4 を含む。

[0115] すなわち、ステップ S 1 0 において最大電力 P_{w_max} 、 P_{c_max} の和が入力許容電力 W_{in} よりも大きいと判定されると（ステップ S 1 0 において NO）、ECU 9 0 は、非接触充電の二酸化炭素量 CO_2_{pw} が接触充電の二酸化炭素量 CO_2_{pc} よりも少ないか否かを判定する（ステップ S 3 4）。一例として、二酸化炭素量 CO_2_{pw} は、外部電源 1 3 0（図 1）の単位電力あたり CO_2 排出量と非接触充電の電力伝送効率とを掛け合わせ

ることによって算出され、二酸化炭素量 CO_2pc は、外部電源110（図1）の単位電力あたり CO_2 排出量と接触充電の電力伝送効率とを掛け合わせることで算出される。なお、二酸化炭素量 CO_2pw 、 CO_2pc の情報については、第1通信装置60および第2通信装置95を用いて給電設備100から入手される。

[0116] そして、ステップS34において、非接触充電の二酸化炭素量 CO_2pw が接触充電の二酸化炭素量 CO_2pc よりも少ないと判定されると（ステップS34においてYES）、ステップS40へ処理が移行され、二酸化炭素量が相対的に多い接触充電による充電電力 Pc が制限される。一方、ステップS34において、非接触充電の二酸化炭素量 CO_2pw が接触充電の二酸化炭素量 CO_2pc 以上であると判定されると（ステップS34においてNO）、ステップS50へ処理が移行され、二酸化炭素量が相対的に多い非接触充電による充電電力 Pw が制限される。

[0117] この実施の形態1の変形例2によっても、実施の形態1と同様の効果が得られる。

[実施の形態2]

充電インレット40および充電器45を用いた接触充電については、給電設備100から充電ケーブルによって車両10へ給電可能な位置に車両10を誘導して停車した後、充電ケーブルを充電インレット40に接続することによって充電が開始される。一方、非接触充電については、給電設備100の送電部140から車両10の受電部70へ送電可能な位置に車両10を誘導すれば、接触充電の場合のようなケーブルの接続を行なうことなく充電を開始することができる。

[0118] そこで、この実施の形態2では、接触充電および非接触充電の双方を用いた電力伝送が要求された場合、接触充電よりも非接触充電が先に開始される。すなわち、給電設備100の送電部140から車両10の受電部70へ送電可能な位置に車両10が誘導されると（以下、このような誘導制御を、受電部70と送電部140との「位置合わせ制御」とも称する。）、非接触充

電が開始される。その後、充電ケーブルが充電インレット40に接続されると、接触充電が開始される。

[0119] この実施の形態2による車両充電システムの全体構成図は、図1に示した実施の形態1の構成と同じである。

[0120] 図13は、実施の形態2におけるECU90Aの、充電制御に関する部分の機能ブロック図である。図13を参照して、ECU90Aは、図2に示した実施の形態1におけるECU90の構成において、位置合わせ制御部176をさらに含み、充電電力制御部170に代えて充電電力制御部170Aを含む。

[0121] 位置合わせ制御部176は、給電設備100の送電部140から車両10の受電部70への電力伝送が適切な効率で行なわれるための、送電部140と受電部70との位置合わせを制御する。具体的には、図14に示すような一定の一次側電圧（給電設備100からの出力電圧）に対して、二次側電圧（車両10の受電電圧）は、図15に示すように、送電部140と受電部70との間の距離Lに応じて変化する。そこで、この図14、15に示される一次側電圧および二次側電圧の関係を予め測定する等してマップ等を作成しておき、二次側電圧（車両10の受電電圧）の検出値に基づいて送電部140と受電部70との間の距離を検知することができる。

[0122] なお、特に図示しないが、車両10の受電電圧に代えて車両10の受電電力や受電効率等を用いてもよい。あるいは、送電部140と受電部70との間の距離Lに応じて一次側電流（給電設備100からの出力電流）が変化するので、この関係を用いて、給電設備100からの出力電流の検出値に基づいて送電部140と受電部70との間の距離を検知してもよい。

[0123] 再び図13を参照して、送電部140と受電部70との間の距離に基づいて、送電部140から受電部70へ適切な効率で送電可能な送電部140と受電部70との位置合わせが完了し、非接触充電の準備が完了すると、位置合わせ制御部176は、充電電力制御部170Aへその旨を通知する。なお、非接触充電の準備完了の判断として、上記位置合わせの完了のほか、パー

キングブレーキの作動や、車両システムの停止を示す Ready-Off 状態への移行、専用に設けられる非接触充電開始スイッチのオン操作等を用いてもよい。

[0124] そして、充電電力制御部 170A は、位置合わせ制御部 176 から上記の通知を受けると、非接触充電制御部 174 へ非接触充電の開始を指示する。その後、充電インレット 40 に充電ケーブルが接続され、接触充電の準備が完了すると、充電電力制御部 170A は、接触充電制御部 172 へ接触充電の開始を指示する。なお、接触充電の準備完了の判断として、充電ケーブルの接続のほか、専用に設けられる接触充電開始スイッチのオン操作等を用いてもよい。なお、非接触充電による充電電力 P_w および接触充電による充電電力 P_c の制御については、実施の形態 1 における充電電力制御部 170 と同じである。

[0125] 図 16 は、実施の形態 2 における ECU 90A により実行される充電開始時の制御の処理手順を説明するフローチャートである。なお、このフローチャートの処理も、一定時間毎または所定の条件が成立するごとにメインルーチンから呼び出されて繰り返し実行される。

[0126] 図 16 を参照して、ECU 90A は、非接触充電に関する通信が確立したか否かを判定する（ステップ S110）。なお、非接触充電に関する通信は、車両 10 の第 2 通信装置 95 と給電設備 100 の第 4 通信装置 150 との間で無線によって行なわれるので、ここでは、第 2 通信装置 95 と第 4 通信装置 150 との間の通信が確立したか否かが判定される。非接触充電に関する通信が確立すると（ステップ S110 において YES）、ECU 90A は、車両 10 の受電部 70 と給電設備 100 の送電部 140 との位置合わせ制御を実行する（ステップ S120）。

[0127] 次いで、ECU 90A は、車両 10 の車速が値 δ よりも低いかなかを判定する（ステップ S130）。値 δ は、車両 10 の停車を判定するためのしきい値である。そして、車速が値 δ よりも低いと判定されると（ステップ S130 において YES）、ECU 90A は非接触充電を開始する（ステップ S

140)。

[0128] 続いて、ECU90Aは、接触充電用の充電ケーブルが充電インレット40に接続されたか否かを判定する(ステップS150)。そして、充電ケーブルの接続が判定され(ステップS150においてYES)、その後、接触充電の準備が完了すると、ECU90Aは、充電器45を用いた接触充電を開始する(ステップS160)。

[0129] 以上のように、この実施の形態2においては、接触充電および非接触充電の双方を用いた電力伝送が要求された場合、送電部140と受電部70との位置合わせが完了すると、接触充電のための準備(充電ケーブルの接続等)を待たずに非接触充電が先に開始される。したがって、この実施の形態2によれば、外部電源による蓄電装置12の充電を早く終了させることができる。

[0130] [実施の形態3]

充電器45を用いた接触充電および受電部70を用いた非接触充電により、蓄電装置12は、所定の満充電状態(たとえばSOC80%)まで充電される。この実施の形態3では、外部電源により蓄電装置12を満充電状態に充電するための満充電制御が2段階に分けて実施される。

[0131] 図17は、満充電制御時の蓄電装置12の充電電力 P_{chg} およびSOCの変化の一例を示した図である。図17を参照して、外部電源による充電が開始されると、蓄電装置12は、充電電力 P_{chg} の最大値 P_1 (たとえば入力許容電力 W_{in})で充電される。時刻 t_2 において、満充電状態 S_f の直前の所定値 S_u にSOCが達すると、充電電力 P_{chg} は P_2 に制限される。そして、時刻 t_3 においてSOCが満充電状態 S_f に達すると、充電が終了する。

[0132] 図18は、接触充電と非接触充電との電力伝送効率を示した図である。図18を参照して、横軸は充電電力を示し、縦軸は電力伝送効率を示す。そして、線L11は接触充電の効率曲線を示し、線L12は非接触充電の効率曲線を示す。図示されるように、接触充電については、充電電力の大きさによ

って効率はそれ程変化しないが、非接触充電については、充電電力が小さくなると、等価的にインピーダンスが変化することとなって電力伝送効率が低下する。

[0133] そこで、この実施の形態3では、満充電直前の充電電力の制限時（図17の時刻 t_2 以降）は、非接触充電を制限し、接触充電を用いて蓄電装置12を充電する。これにより、満充電直前の充電電力の制限時における電力伝送効率の低下を抑制することができる。

[0134] この実施の形態3による車両充電システムの全体構成図は、図1に示した実施の形態1の構成と同じである。

[0135] 図19は、実施の形態3におけるECU90Bの、充電制御に関する部分の機能ブロック図である。図19を参照して、ECU90Bは、図2に示した実施の形態1におけるECU90の構成において、SOC算出部178と、満充電制御部180とをさらに含み、充電電力制御部170に代えて充電電力制御部170Bを含む。

[0136] SOC算出部178は、図示されないセンサによって検出される蓄電装置12の電圧および電流に基づいて、蓄電装置12のSOCを算出する。なお、SOCの算出方法については、種々の公知の手法を用いることができる。

[0137] 満充電制御部180は、SOC算出部178からSOCの算出値を受ける。そして、満充電制御部180は、満充電直前の所定値 S_u にSOCが達すると、充電電力制御部170Bにその旨を通知する。また、満充電制御部180は、SOCが満充電状態 S_f に達すると、充電電力制御部170Bにその旨を通知する。

[0138] 充電電力制御部170Bは、SOCが所定値 S_u に達するまでは、実施の形態1で示した充電電力制御部170と同様に、接触充電による充電電力 P_c と非接触充電による充電電力 P_w との合計が蓄電装置12の入力許容電力 W_{in} を超えないように充電電力 P_c 、 P_w を制御する。

[0139] SOCが所定値 S_u に達すると、充電電力制御部170Bは、非接触充電を停止するように非接触充電制御部174へ指示する。なお、非接触充電の

停止まではせずに、非接触充電による充電電力 P_w を低減することによって相対的に接触充電の比率を大きくしてもよい。

[0140] 図20は、実施の形態3におけるECU90Bにより実行される充電終了時の電力制御の処理手順を説明するフローチャートである。なお、このフローチャートの処理も、一定時間毎または所定の条件が成立するごとにメインルーチンから呼び出されて繰り返し実行される。

[0141] 図20を参照して、ECU90Bは、蓄電装置12のSOCが満充電直前の所定値 S_u を越えたか否かを判定する（ステップS210）。SOCが所定値 S_u に達していないと判定されると（ステップS210においてNO）、ECU90Bは、蓄電装置12の充電電力 P_{chg} を P_1 （図17）に設定する（ステップS220）。なお、上述のように、この P_1 は、たとえば入力許容電力 W_{in} である。SOCが所定値 S_u に達すると（ステップS210においてYES）、ECU90Bは、蓄電装置12の充電電力 P_{chg} を P_2 （図17）に制限する（ステップS230）。

[0142] 次いで、ECU90Bは、充電電力 P_{chg} が所定値よりも小さいか否かを判定する（ステップS240）。この所定値は、非接触充電の効率低下による電力伝送効率の低下を抑制するために非接触充電を制限するためのしきい値であり、図18に示した効率曲線等に基づいて設定される。

[0143] 充電電力 P_{chg} が所定値よりも小さいと判定されると（ステップS240においてYES）、ECU90Bは、非接触充電を制限する（ステップS250）。上述のように、ECU90Bは、非接触充電を停止させてもよいし、非接触充電の停止まではせずに、非接触充電による充電電力 P_w を低減してもよい。ステップS240において充電電力 P_{chg} が所定値以上であると判定された場合には（ステップS240においてNO）、ECU90Bは、ステップS250は実行せずにステップS260へ処理を移行する。

[0144] 次いで、ECU90Bは、蓄電装置12のSOCが満充電状態 S_f を越えたか否かを判定する（ステップS260）。そして、SOCが満充電状態 S_f を越えたと判定されると（ステップS260においてYES）、ECU9

0 Bは、蓄電装置12の充電を終了する（ステップS270）。なお、ステップS260においてSOCが満充電状態Sf以下であると判定されると（ステップS260においてNO）、ECU90Bは、ステップS270は実行せずにステップS280へ処理を移行する。

[0145] なお、上記においては、満充電状態Sfの直前の所定値SuにSOCが達すると、充電電力Pchgを一定値P2に制限して蓄電装置を充電するものとしたが（このような充電は、定電力充電（CP充電）とも称される。）、SOCが所定値Suに達すると、蓄電装置12の電圧を一定値に制御する定電圧充電（CV充電）を行なってもよい。このCV充電においても、SOCが満充電状態Sfに近づくにつれて充電電力Pchgが小さくなる場所、充電電力Pchgが所定値よりも小さくなると非接触充電が制限され、電力伝送効率の低下が抑制される。

[0146] 以上のように、この実施の形態3においては、満充電直前の所定値SuにSOCが達すると、非接触充電が制限され、接触充電を用いて蓄電装置12が充電される。これにより、満充電直前の充電電力制限時における電力伝送効率の低下が抑制される。したがって、この実施の形態3によれば、蓄電装置12をより高効率に充電することができる。

[0147] [実施の形態4]

この実施の形態4では、乗車前に車室内を事前に空調するプレ空調を実施可能に構成される。プレ空調は、電動エアコンを用いて実施される。したがって、プレ空調の実施に伴ない車両10の充電電力は低下する。プレ空調時に給電設備100から車両10を充電可能な状態のとき（たとえば、外部電源による蓄電装置12の充電終了後、充電ケーブルが取外されることもなく車両10の利用前にプレ空調が要求された場合等）、プレ空調による充電電力の低下を給電設備100から補充することができる。

[0148] ここで、充電器45を用いた接触充電については、充電器45を構成する電力半導体素子のスイッチング動作等による発熱により、受電部70を用いた非接触充電に比べて相対的に発熱が大きい。そこで、この実施の形態4に

においては、プレ空調が暖房設定の場合には、発熱が相対的に大きい接触充電によって、プレ空調の実施に伴う充電電力の低下が補われる。一方、プレ空調が冷房設定の場合には、発熱が相対的に小さい非接触充電によって、プレ空調の実施に伴う充電電力の低下が補われる。

[0149] この実施の形態4による車両充電システムの全体構成図は、図1に示した実施の形態1の構成と同じである。

[0150] 図21は、実施の形態4におけるECU90Cの、充電制御に関する部分の機能ブロック図である。図21を参照して、ECU90Cは、図2に示した実施の形態1におけるECU90の構成において、プレ空調制御部182をさらに含み、充電電力制御部170に代えて充電電力制御部170Cを含む。

[0151] プレ空調制御部182は、プレ空調の実施要求があった場合に、暖房または冷房のプレ空調を実施する。暖房または冷房の設定は、利用者が設定してもよいし、外気温と設定温度との差に応じて設定されてもよい。そして、プレ空調制御部182は、プレ空調を実施する旨および暖房／冷房の設定について充電電力制御部170Cへ通知する。

[0152] 充電電力制御部170Cは、暖房のプレ空調が実施される場合には、プレ空調による充電電力の低下を補うための電力指令を接触充電制御部172へ出力する。外部電源による蓄電装置12の充電が一旦終了している場合には、プレ空調に使用される電力に相当する電力指令が接触充電制御部172へ出力される。外部電源により蓄電装置12の充電中の場合には、プレ空調分の電力指令を接触充電の電力指令に上乘せした電力指令が接触充電制御部172へ出力される。

[0153] 一方、充電電力制御部170Cは、冷房のプレ空調が実施される場合には、プレ空調による充電電力の低下を補うための電力指令を非接触充電制御部174へ出力する。外部電源による蓄電装置12の充電が一旦終了している場合には、プレ空調に使用される電力に相当する電力指令が非接触充電制御部174へ出力される。外部電源により蓄電装置12の充電中の場合には、

プレ空調分の電力指令を非接触充電の電力指令に上乗せした電力指令が非接触充電制御部 174 へ出力される。

[0154] 図 22 は、実施の形態 4 における ECU 90C により実行されるプレ空調時の電力制御を説明するフローチャートである。なお、このフローチャートの処理も、一定時間毎または所定の条件が成立するごとにメインルーチンから呼び出されて繰り返し実行される。

[0155] 図 22 を参照して、ECU 90C は、プレ空調中であるか否かを判定する（ステップ S 310）。プレ空調中であると判定されると（ステップ S 310 において YES）、ECU 90C は、プレ空調が暖房設定であるか否かを判定する（ステップ S 320）。なお、この設定は、利用者が設定してもよいし、外気温と設定温度との差に応じて設定されてもよい。そして、ステップ S 320 において暖房設定であると判定されると（ステップ S 320 において YES）、ECU 90C は、相対的に発熱の大きい接触充電を実行することにより、プレ空調による充電電力の低下を補う（ステップ S 330）。

[0156] 一方、ステップ S 320 において暖房設定でないと判定されると（ステップ S 320 において NO）、ECU 90C は、プレ空調が冷房設定であるか否かを判定する（ステップ S 340）。なお、この設定についても、利用者が設定してもよいし、外気温と設定温度との差に応じて設定されてもよい。そして、ステップ S 340 において冷房設定であると判定されると（ステップ S 340 において YES）、ECU 90C は、相対的に発熱の小さい非接触充電を実行することにより、プレ空調による充電電力の低下を補う（ステップ S 350）。

[0157] なお、ステップ S 310 においてプレ空調中でないと判定された場合（ステップ S 310 において NO）、またはステップ S 340 において冷房設定でないと判定された場合（ステップ S 340 において NO）、ECU 90C は、接触充電および非接触充電の双方を用いて蓄電装置 12 を充電するように電力制御を実行する（ステップ S 360）。

[0158] 以上のように、この実施の形態 4 においては、暖房設定のプレ空調時は、

プレ空調による充電電力の低下を補うために、相対的に発熱の大きい接触充電が実行される。これにより、接触充電に伴う発熱による暖房効果が期待できる。一方、冷房設定のプレ空調時は、プレ空調による充電電力の低下を補うために、相対的に発熱の小さい非接触充電が実行される。これにより、冷房効果を大きく阻害することがない。したがって、この実施の形態4によれば、効率的にプレ空調を実行することができる。

[0159] なお、上記の各実施の形態1～4は、互いに組み合わせることができる。

また、上記の実施の形態1～4においてECU90、90A～90Cにより実行される各制御は、給電設備100のECU145において実行することが可能である。車両10と給電設備100とは、第1通信装置60および第3通信装置125による有線通信、ならびに第2通信装置95および第4通信装置150による無線通信によって、双方向に情報を送受することができるからである。

[0160] また、上記の各実施の形態1～3に記載の発明については、車両以外の受電設備にも適用可能である。たとえば、情報携帯端末や家電製品等にも適用可能である。

[0161] また、上記においては、給電設備100の送電部140と車両10の受電部70とを電磁界によって共振（共鳴）させることで、送電部140から受電部70へ非接触で電力が伝送されるものとしたが、電磁誘導により送電部140から受電部70へ非接触で電力を伝送してもよい。なお、送電部140と受電部70との間で電磁誘導により電力が伝送される場合には、送電部140と受電部70との結合係数 κ は、1.0に近い値となる。

[0162] なお、上記において、充電インレット40および充電器45は、この発明における「第1の受電部」の一実施例を形成し、受電部70は、この発明における「第2の受電部」の一実施例に対応する。また、ECU90（90A～90C）は、車両用受電装置の発明における「制御部」の一実施例に対応する。

[0163] さらに、EVSE115およびコネクタ120は、この発明における「第

1の送電部」の一実施例を形成し、送電部140は、この発明における「第2の送電部」の一実施例に対応する。また、さらに、ECU145は、給電設備の発明における「制御部」の一実施例に対応する。

[0164] 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

[0165] 10 車両、12 蓄電装置、15 SMR、20 PCU、25 動力出力装置、30 駆動輪、40 充電インレット、45 充電器、50 第1充電リレー、60 第1通信装置、70 受電部、75 整流器、80 センサユニット、85 第2充電リレー、90, 145 ECU、95 第2通信装置、100 給電設備、110, 130 外部電源、115 EVSE、120 コネクタ、125 第3通信装置、135 整合器、140 送電部、150 第4通信装置、170, 170A~170C 充電電力制御部、172 接触充電制御部、174 非接触充電制御部、176 位置合わせ制御部、178 SOC算出部、180 満充電制御部、182 プレ空調制御部、210 AC/DC変換部、215 DC/AC変換部、220 絶縁トランス、225 整流部、235 CCID、240 CPLT制御装置、310, 315 可変コンデンサ、320, 330, 340 コイル、335, 350 キャパシタ、355 リレー、360 調整用抵抗、365, 370 電圧センサ、375 電流センサ、PL1, PL2 正極線、NL1, NL2 負極線、L1~L6 電力線。

請求の範囲

- [請求項1] 車両外部の電源から受電するための車両用受電装置であって、前記電源から電力線を介して受電する第1の受電部（40, 45）と、
前記電源から非接触で受電する第2の受電部（70）と、
前記車両が受電可能な電力を前記電源からの受電電力が超えないように、前記第1の受電部により受電される電力を示す第1の電力および前記第2の受電部により受電される電力を示す第2の電力を制御する制御部（90, 90A~90C）とを備える車両用受電装置。
- [請求項2] 前記制御部は、前記第1の電力と前記第2の電力との合計に基づいて、前記第1の電力および前記第2の電力を制御する、請求項1に記載の車両用受電装置。
- [請求項3] 前記制御部は、前記第1および第2の電力の合計が所定の制限を超えないように前記第1および第2の電力を制御する、請求項2に記載の車両用受電装置。
- [請求項4] 前記第1の受電部によって受電可能な電力と前記第2の受電部によって受電可能な電力との合計が前記所定の制限以下のとき、前記制御部は、前記第1および第2の受電部の双方を用いて前記電源から受電するように前記第1および第2の電力を制御する、請求項3に記載の車両用受電装置。
- [請求項5] 前記第1の受電部によって受電可能な電力と前記第2の受電部によって受電可能な電力との合計が前記所定の制限を超えると、前記制御部は、前記第1の受電部による受電と前記第2の受電部による受電とのうち効率の悪い方の受電を制限するように前記第1および第2の電力を制御する、請求項3または4に記載の車両用受電装置。
- [請求項6] 前記第1および第2の電力によって充電される蓄電装置（12）をさらに備え、
前記所定の制限は、前記蓄電装置へ入力可能な電力を示す入力許容

電力である、請求項3に記載の車両用受電装置。

[請求項7] 前記所定の制限は、前記電源から受電可能な電力に基づいて設定される、請求項3に記載の車両用受電装置。

[請求項8] 前記第1および第2の受電部の双方を用いた受電が要求された場合、前記制御部(90A)は、前記第1の受電部による受電よりも前記第2の受電部による受電を先に開始する、請求項1に記載の車両用受電装置。

[請求項9] 前記第1および第2の受電部の双方を用いた受電が要求された場合、前記制御部(90A)は、前記第2の受電部による受電の準備完了後、前記第1の受電部による受電の準備完了前に、前記第2の受電部による受電を開始する、請求項1に記載の車両用受電装置。

[請求項10] 前記第1および第2の電力によって充電される蓄電装置(12)をさらに備え、

前記制御部(90B)は、前記蓄電装置の充電状態が満充電状態に近づいたことを示す所定量に前記充電状態が達すると前記蓄電装置の充電電力を低減させる満充電制御を実行し、前記満充電制御の実行時、前記第2の受電部による受電を制限する、請求項1に記載の車両用受電装置。

[請求項11] 利用者が前記車両を利用する前に車室内を空調するプレ空調を実施可能な電動空調装置をさらに備え、

前記制御部(90C)は、前記プレ空調の暖房時、前記第1の受電部による受電を実行する、請求項1に記載の車両用受電装置。

[請求項12] 利用者が前記車両を利用する前に車室内を空調するプレ空調を実施可能な電動空調装置をさらに備え、

前記制御部(90C)は、前記プレ空調の冷房時、前記第2の受電部による受電を実行する、請求項1に記載の車両用受電装置。

[請求項13] 前記電源は、前記第2の受電部へ非接触で送電する送電部(140)を含み、

前記第2の受電部の固有周波数と前記送電部の固有周波数との差は、前記第2の受電部の固有周波数または前記送電部の固有周波数の±10%以下である、請求項1に記載の車両用受電装置。

[請求項14] 前記電源は、前記第2の受電部へ非接触で送電する送電部(140)を含み、

前記第2の受電部と前記送電部との結合係数は0.1以下である、請求項1に記載の車両用受電装置。

[請求項15] 前記電源は、前記第2の受電部へ非接触で送電する送電部(140)を含み、

前記第2の受電部は、前記第2の受電部と前記送電部との間に形成される磁界と、前記第2の受電部と前記送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、前記送電部から受電し、

前記磁界および前記電界は、前記第2の受電部と前記送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に記載の車両用受電装置。

[請求項16] 車両へ給電するための給電設備であって、

電力線を介して前記車両へ送電する第1の送電部(115, 120)と、

前記車両へ非接触で送電する第2の送電部(140)と、

前記車両が受電可能な電力を前記車両への送電電力が超えないように、前記第1の送電部により送電される電力を示す第1の電力および前記第2の送電部により送電される電力を示す第2の電力を制御する制御部(145)とを備える給電設備。

[請求項17] 前記制御部は、前記第1の電力と前記第2の電力との合計に基づいて、前記第1の電力および前記第2の電力を制御する、請求項16に記載の給電設備。

[請求項18] 前記制御部は、前記第1および第2の電力の合計が所定の制限を超えないように前記第1および第2の電力を制御する、請求項17に記載

載の給電設備。

[請求項19] 前記第1の送電部によって送電可能な電力と前記第2の送電部によって送電可能な電力との合計が前記所定の制限以下のとき、前記制御部は、前記第1および第2の送電部の双方を用いて前記車両へ送電するように前記第1および第2の電力を制御する、請求項18に記載の給電設備。

[請求項20] 前記第1の送電部によって送電可能な電力と前記第2の送電部によって送電可能な電力との合計が前記所定の制限を超えると、前記制御部は、前記第1の送電部による送電と前記第2の送電部による送電とのうち効率の悪い方の送電を制限するように前記第1および第2の電力を制御する、請求項18または19に記載の給電設備。

[請求項21] 前記第1および第2の送電部の双方を用いた送電が要求された場合、前記制御部は、前記第1の送電部による送電よりも前記第2の送電部による送電を先に開始する、請求項16に記載の給電設備。

[請求項22] 前記第1および第2の送電部の双方を用いた送電が要求された場合、前記制御部は、前記第2の送電部による送電の準備完了後、前記第1の送電部による送電の準備完了前に、前記第2の送電部による送電を開始する、請求項16に記載の給電設備。

[請求項23] 前記車両は、
前記第1および第2の電力によって充電される蓄電装置（12）と、
、
前記蓄電装置の充電状態が満充電状態に近づいたことを示す所定量に前記充電状態が達すると前記蓄電装置の充電電力を低減させる満充電制御を実行する満充電制御部（180）とを含み、
前記制御部は、前記満充電制御の実行時、前記第2の送電部による送電を制限する、請求項16に記載の給電設備。

[請求項24] 前記車両は、前記第2の送電部から非接触で受電する受電部（70）を含み、

前記第2の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、前記第2の送電部の固有周波数または前記受電部の固有周波数の±10%以下である、請求項16に記載の給電設備。

[請求項25] 前記車両は、前記第2の送電部から非接触で受電する受電部(70)を含み、

前記第2の送電部と前記受電部との結合係数は0.1以下である、請求項16に記載の給電設備。

[請求項26] 前記車両は、前記第2の送電部から非接触で受電する受電部(70)を含み、

前記第2の送電部は、前記第2の送電部と前記受電部との間に形成される磁界と、前記第2の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、前記第2の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16に記載の給電設備。

[請求項27] 給電設備から車両へ電力を伝送する電力伝送システムであって、

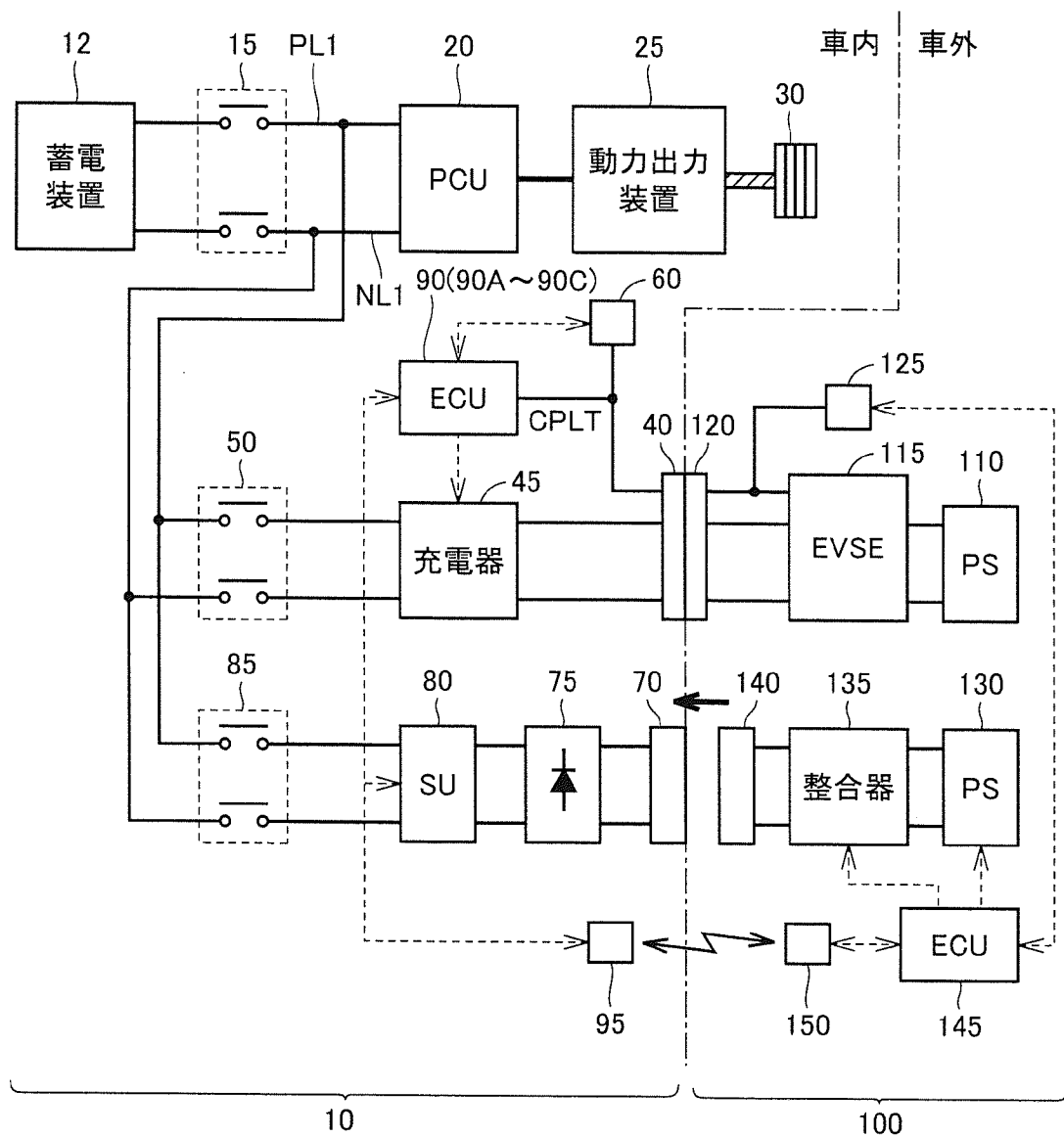
前記給電設備から電力線を介して前記車両へ電力を伝送する第1の送受電部(115, 120, 40, 45)と、

前記給電設備から前記車両へ非接触で電力を伝送する第2の送受電部(140, 70)と、

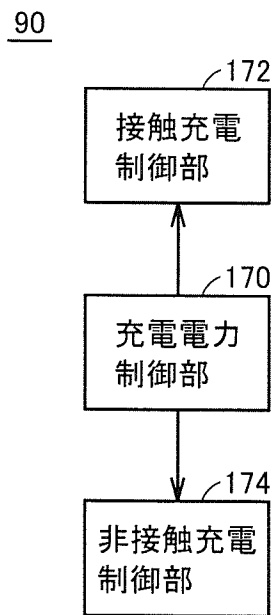
前記給電設備から前記車両へ伝送される電力が、前記車両が受電可能な電力を超えないように、前記第1の送受電部により伝送される電力を示す第1の電力および前記第2の送受電部により伝送される電力を示す第2の電力を制御する制御部(90, 90A~90C, 145)とを備える電力伝送システム。

[請求項28] 前記制御部は、前記第1の電力と前記第2の電力との合計に基づいて、前記第1の電力および前記第2の電力を制御する、請求項27に記載の電力伝送システム。

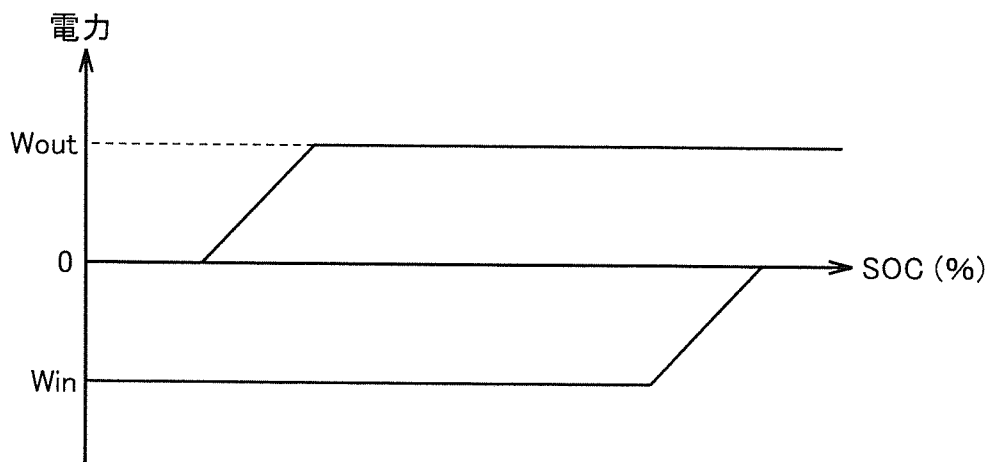
[図1]



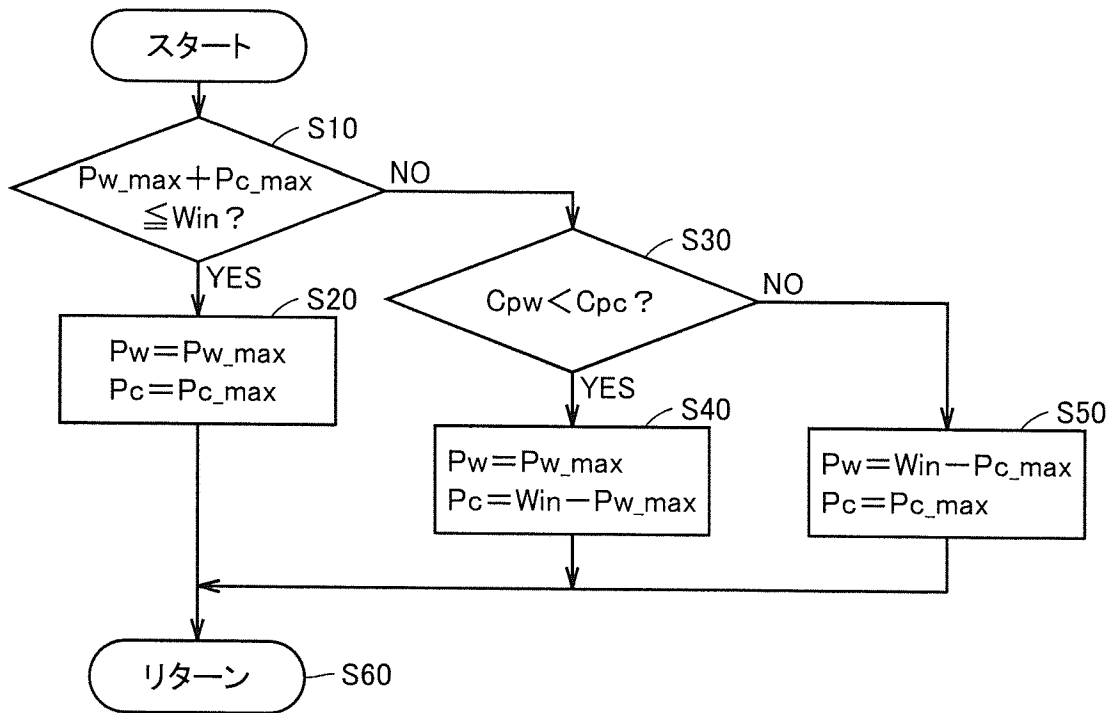
[図2]



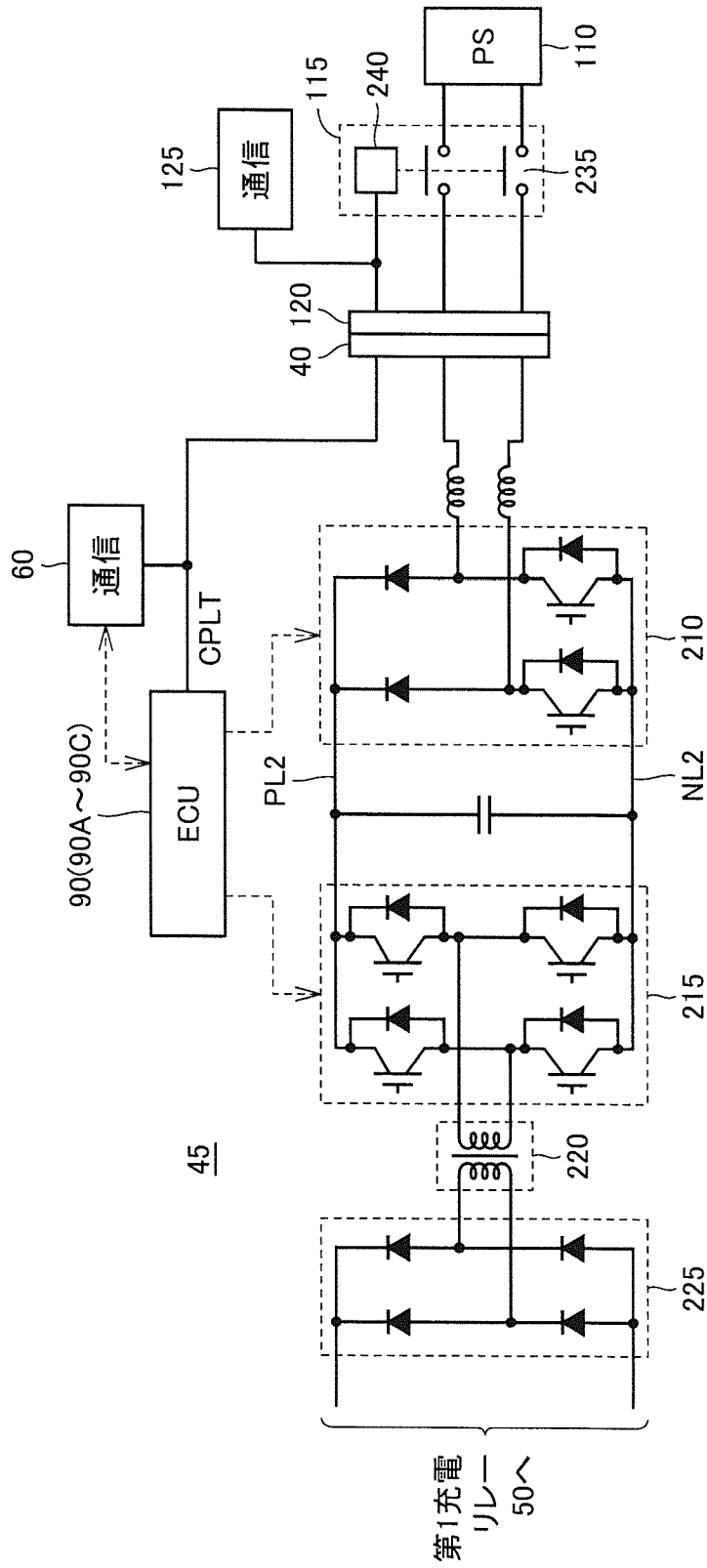
[図3]



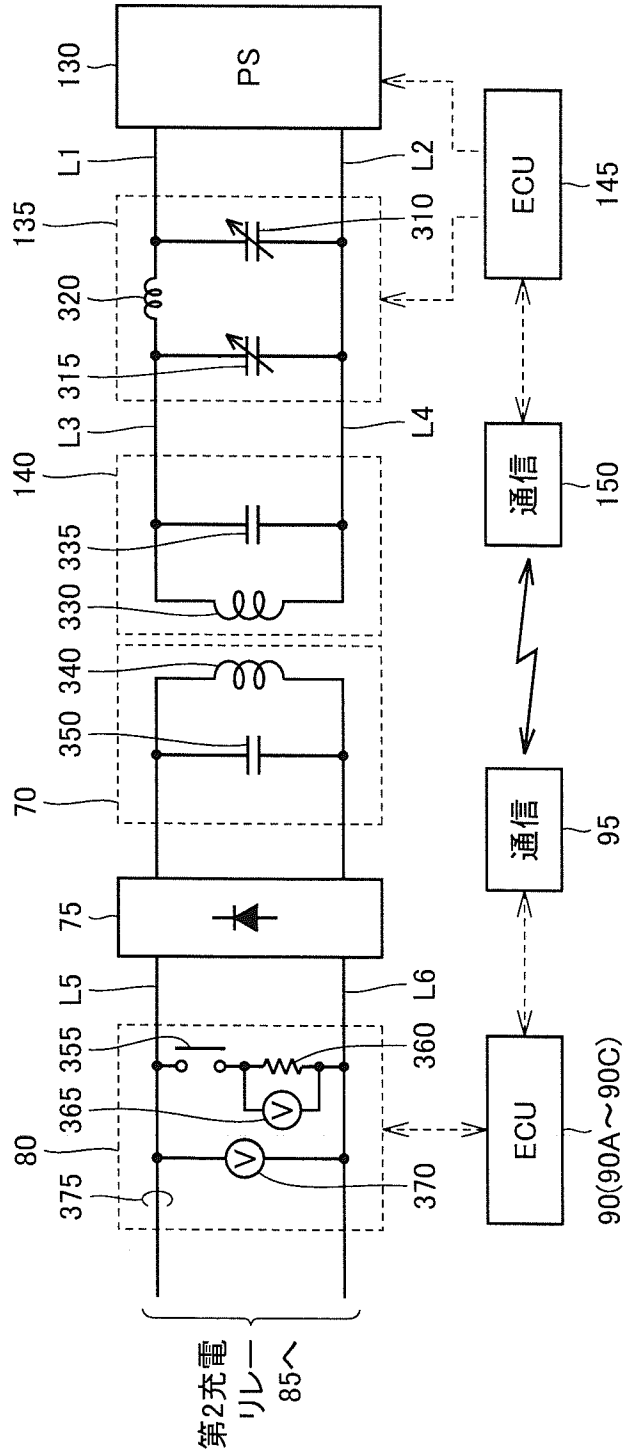
[図4]



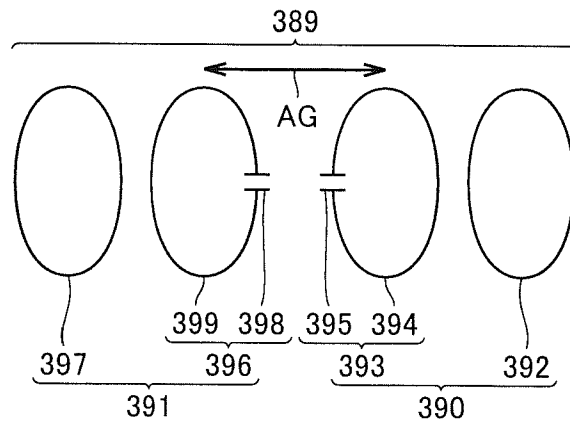
[図5]



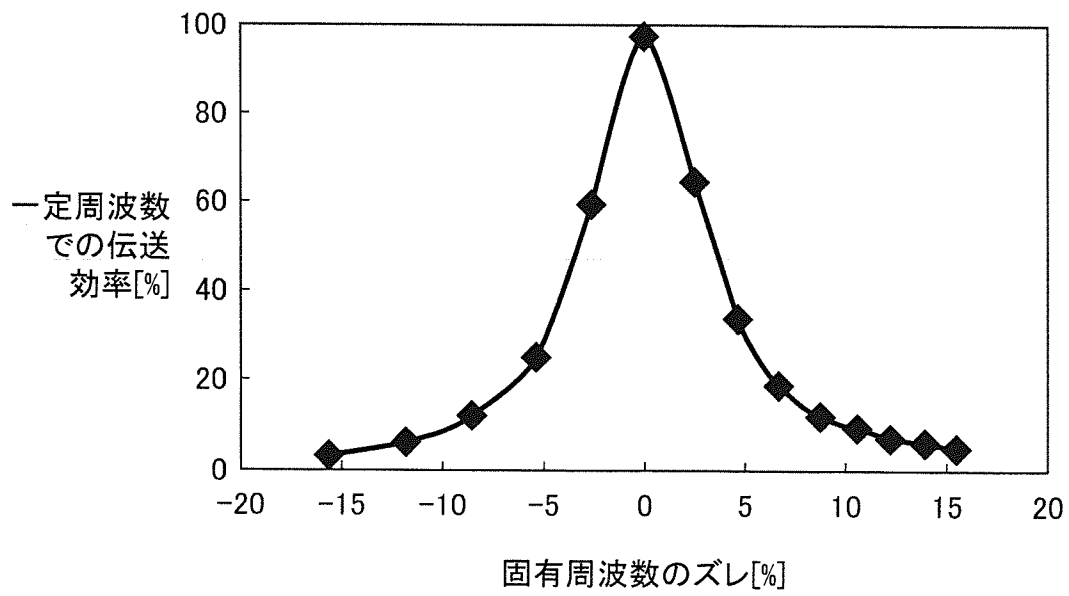
[図6]



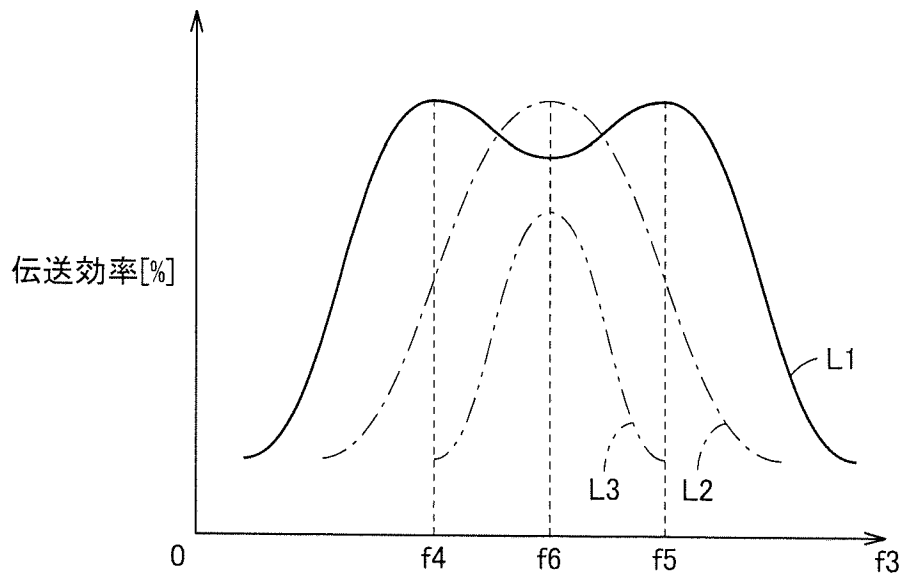
[図7]



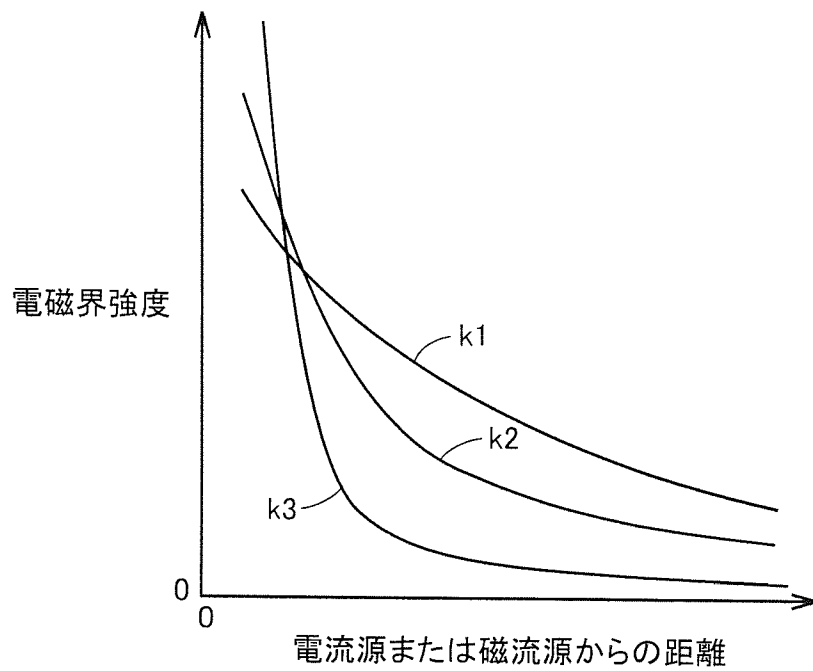
[図8]



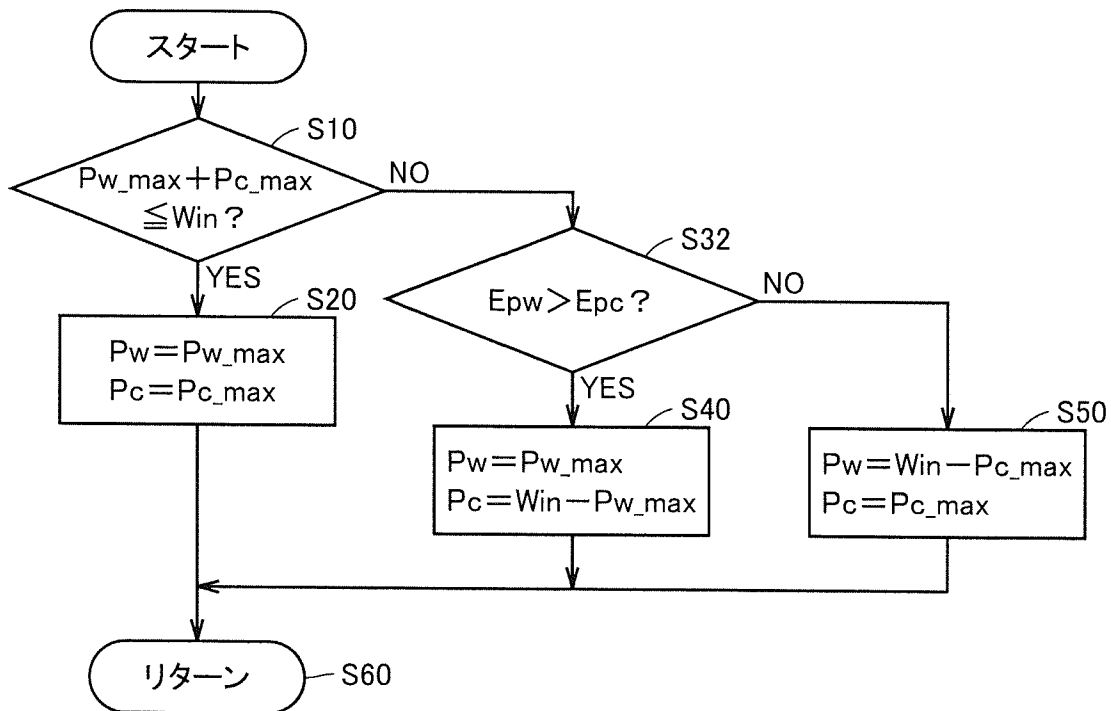
[図9]



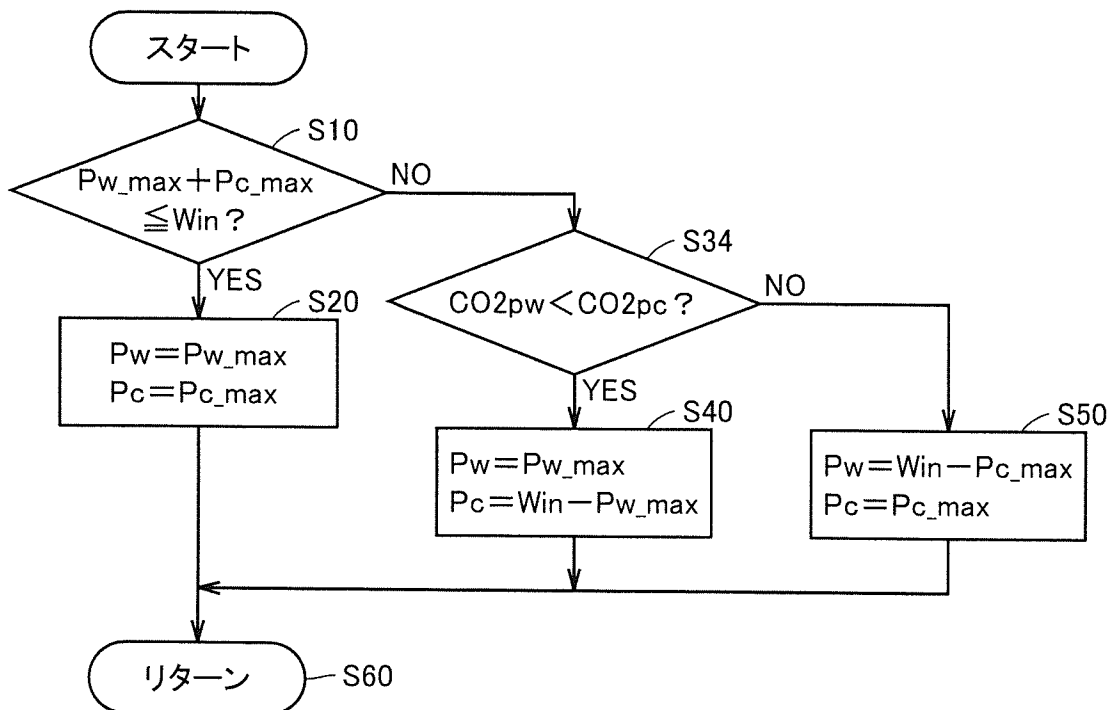
[図10]



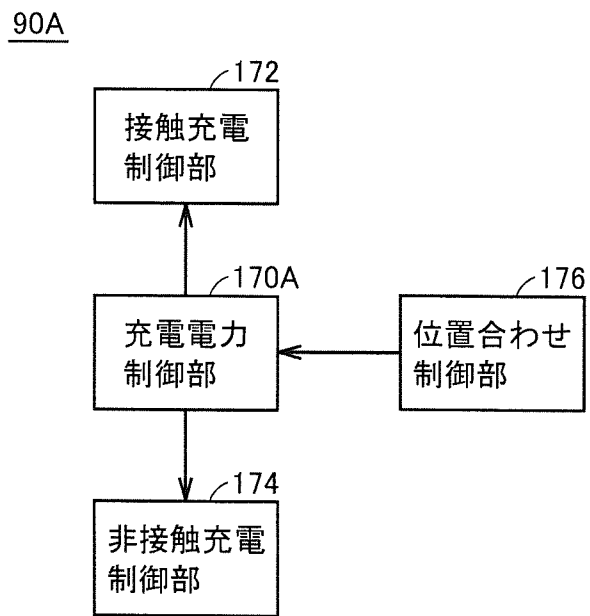
[図11]



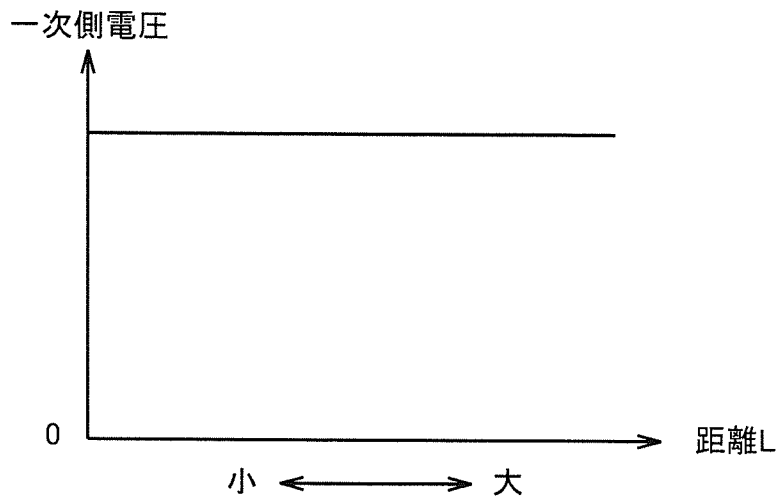
[図12]



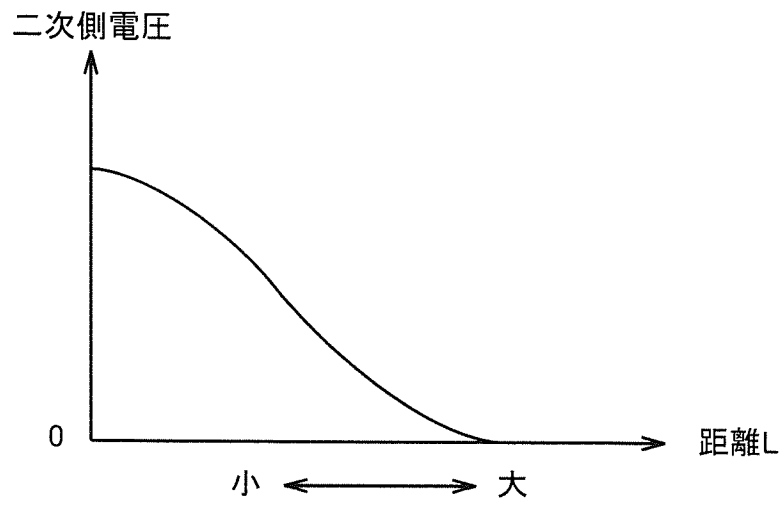
[図13]



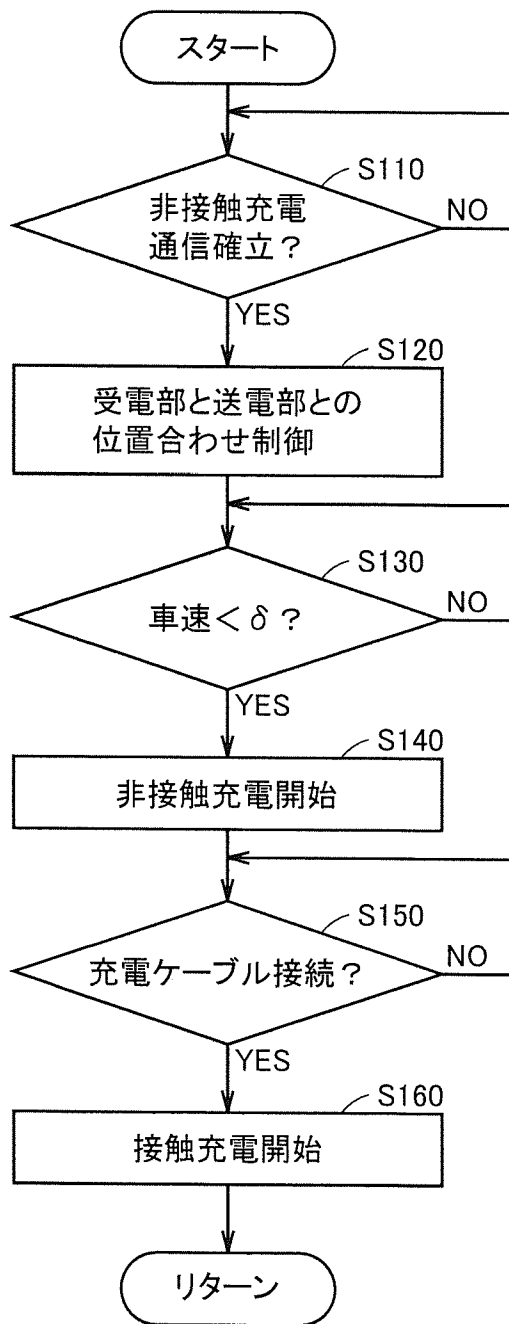
[図14]



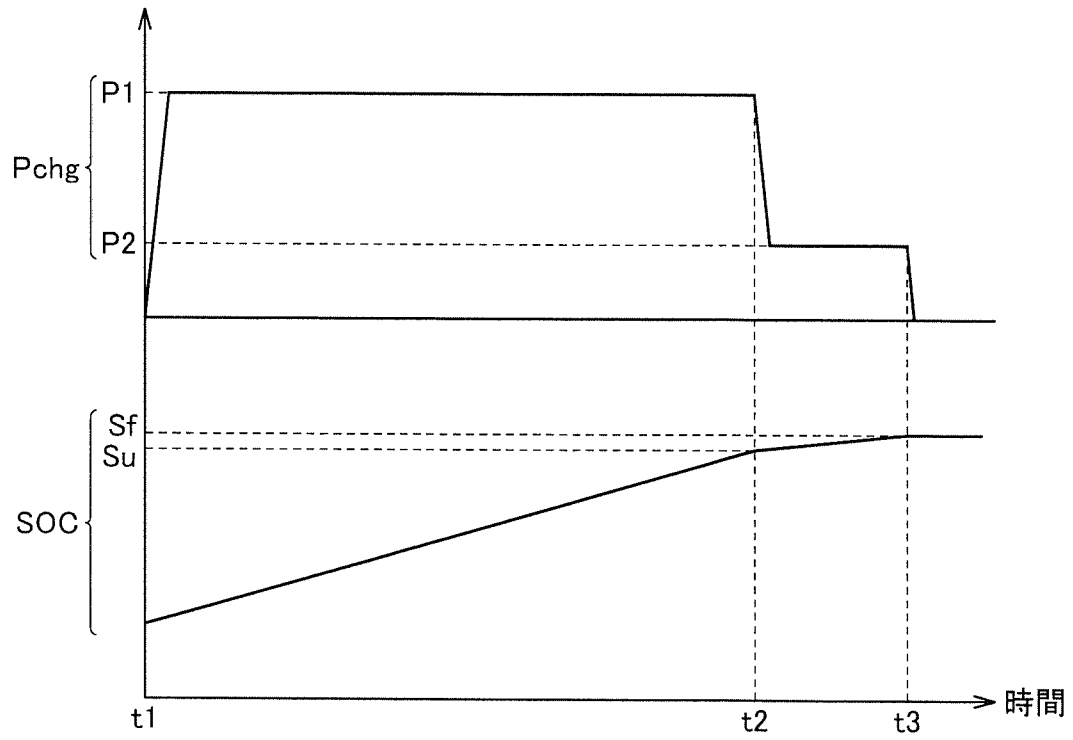
[図15]



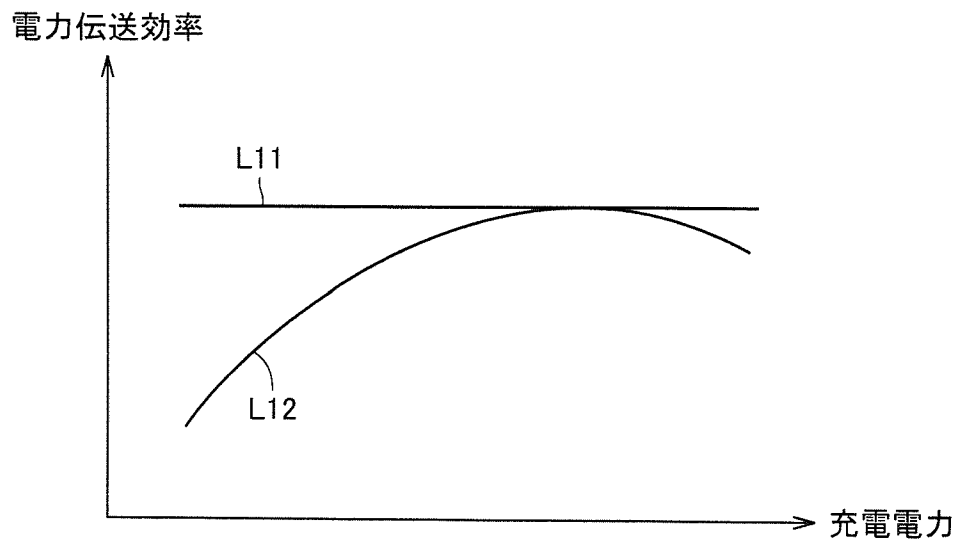
[図16]



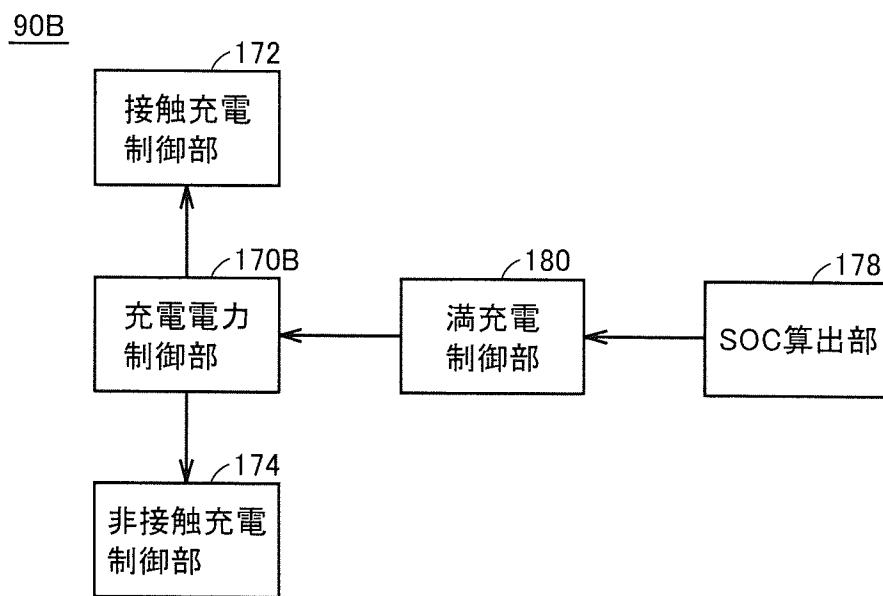
[図17]



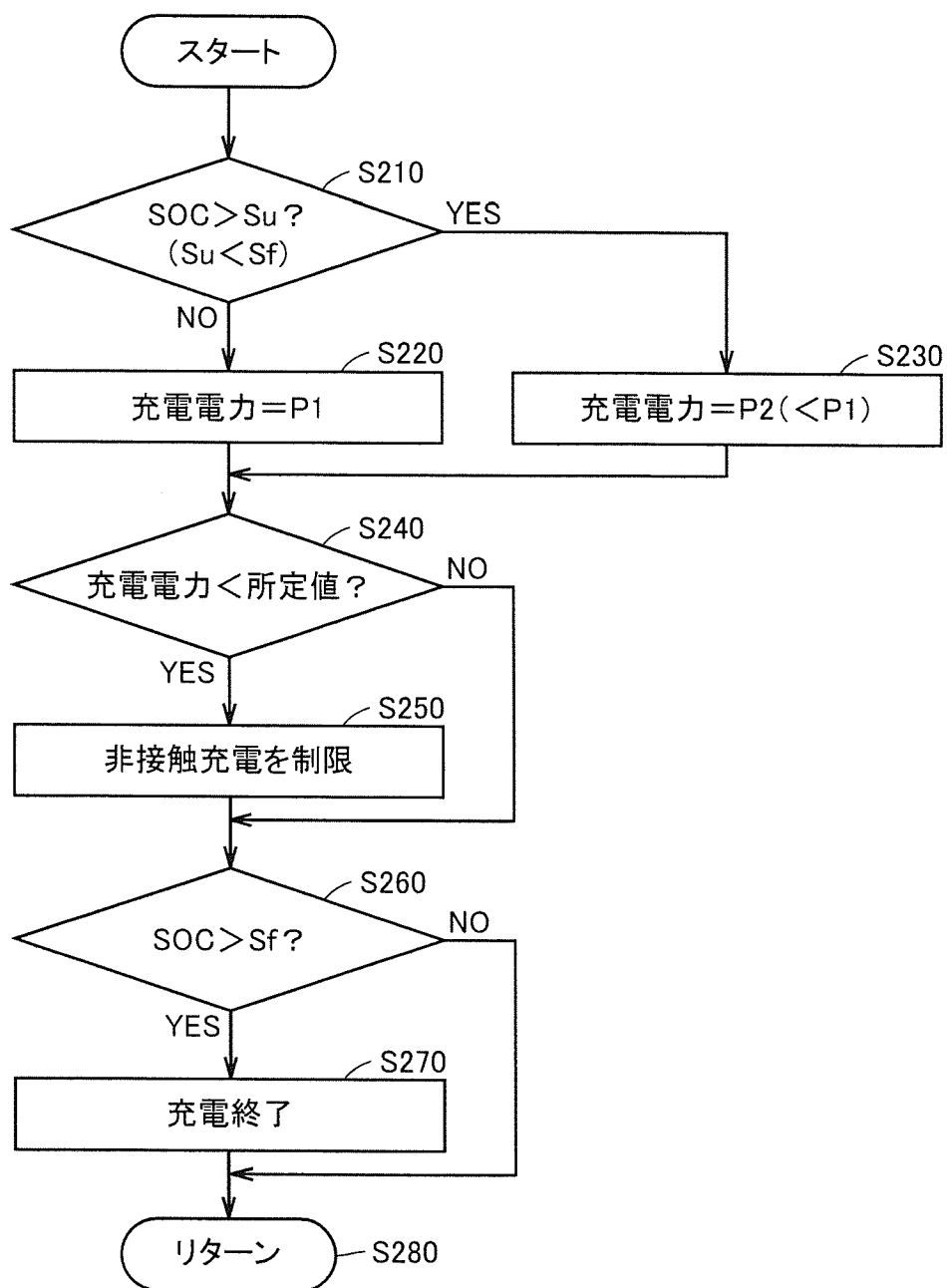
[図18]



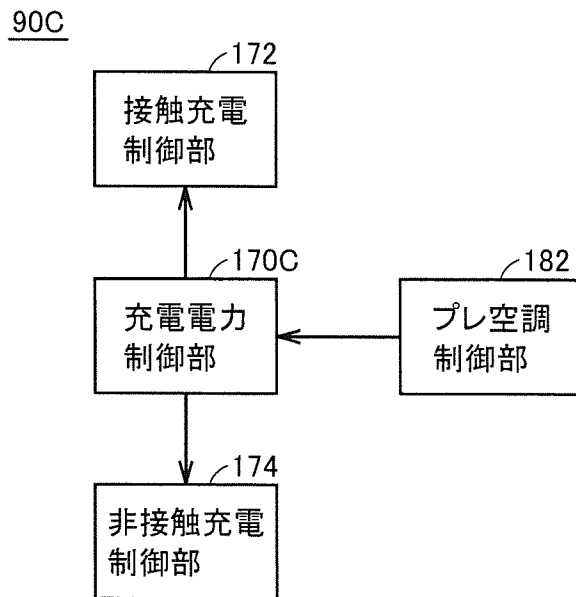
[図19]



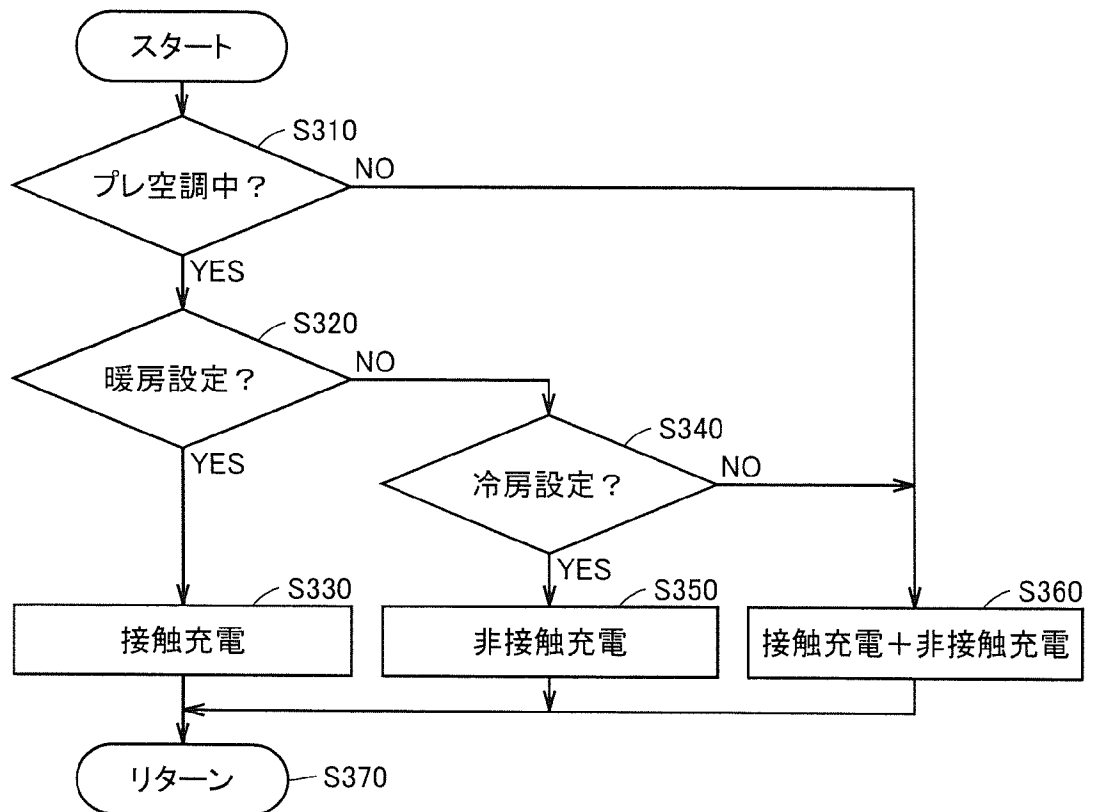
[図20]



[図21]



[図22]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/051930

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60L11/18 (2006.01) i, H02J7/00 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B60L1/00-15/42, H02J7/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2010/131348 A1 (Toyota Motor Corp.), 18 November 2010 (18.11.2010), paragraphs [0021] to [0037], [0067] to [0076]; fig. 1, 6 (Family: none)	1-4, 6, 7, 13-19, 24-28
Y	JP 2011-50175 A (Toyota Motor Corp.), 10 March 2011 (10.03.2011), paragraphs [0026] to [0028], [0046] to [0048]; fig. 1, 8 & WO 2011/024532 A1	1-4, 6, 7, 13-19, 24-28
A	WO 2010/131349 A1 (Toyota Motor Corp.), 18 November 2010 (18.11.2010), paragraphs [0080] to [0088] (Family: none)	1-28

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
12 April, 2012 (12.04.12)Date of mailing of the international search report
24 April, 2012 (24.04.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/051930

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-234471 A (Denso Corp.), 17 November 2011 (17.11.2011), paragraphs [0071] to [0076]; fig. 9 (Family: none)	1-28
A	JP 2011-83076 A (Toyota Motor Corp.), 21 April 2011 (21.04.2011), entire text (Family: none)	11, 12

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. B60L11/18(2006.01)i, H02J7/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野
 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. B60L1/00-15/42, H02J7/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
 日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2012年
 日本国実用新案登録公報 1996-2012年
 日本国登録実用新案公報 1994-2012年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	WO 2010/131348 A1 (トヨタ自動車株式会社) 2010. 11. 18, 段落 0021-0037, 0067-0076, 図 1, 6 (ファミリーなし)	1-4, 6, 7, 13-1 9, 24-28
Y	JP 2011-50175 A (トヨタ自動車株式会社) 2011. 03. 10, 段落 0026-0028, 0046-0048, 図 1, 8 & WO 2011/024532 A1	1-4, 6, 7, 13-1 9, 24-28
A	WO 2010/131349 A1 (トヨタ自動車株式会社) 2010. 11. 18, 段落 0080-0088 (ファミリーなし)	1-28

C 欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

<p>* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願</p>	<p>の日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献</p>
---	---

国際調査を完了した日 12. 04. 2012	国際調査報告の発送日 24. 04. 2012
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 竹下 晋司 電話番号 03-3581-1101 内線 3316

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2011-234471 A (株式会社デンソー) 2011. 11. 17, 段落 0071-0076, 図 9 (ファミリーなし)	1-28
A	JP 2011-83076 A (トヨタ自動車株式会社) 2011. 04. 21, 全文 (ファミリーなし)	11, 12