

(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
2014年3月20日(20.03.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/041655 A1

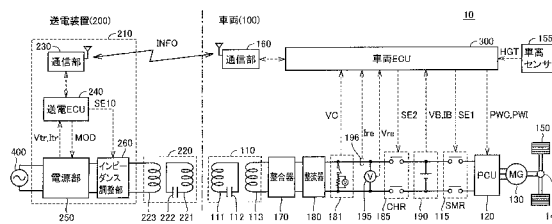
- (51) 国際特許分類:
H02J 17/00 (2006.01) B60L 11/18 (2006.01)
B60L 3/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/073445
- (22) 国際出願日: 2012年9月13日(13.09.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 牛来 直樹 (GORAI, Naoki) [JP/JP]; 〒4441192 愛知県安城市藤井町高根10番地 アイシン・エイ・ダブリュ株式会社内 Aichi (JP). 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). 近藤直 (KONDO, Tadashi) [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, BN, 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, PA, 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, 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).

[続葉有]

(54) Title: NON-CONTACT POWER SUPPLY SYSTEM, POWER TRANSMISSION DEVICE USED THEREIN, AND VEHICLE

(54) 発明の名称: 非接触給電システム、ならびにそれに用いられる送電装置および車両

[図1]



- 100 Vehicle
- 200 Power transmission device
- 155 Vehicle height sensor
- 240 Power transmission ECU
- 160, 230 Communication unit
- 250 Power source unit
- 170 Matcher
- 260 Impedance adjusting unit
- 180 Rectifier
- 300 Vehicle ECU

(57) Abstract: This non-contact power supply system (10) contactlessly supplies power from a power transmission device (200) to a vehicle (100). The power transmission device includes an impedance adjusting unit (260) for adjusting the impedance between a power source unit (260) and a power transmission unit (220). On the basis of the efficiency of power transmission between the power transmission unit and a power receiving unit (110) of the vehicle, a vehicle ECU (300) supports positioning of the power transmission unit and the power receiving unit during parking operations. When positioning during a parking operation, a power transmission ECU (240) controls the impedance adjusting unit (260) on the basis of the distance in the vertical direction between the power transmission unit and the power receiving unit (the vehicle height) detected by a detection unit (155). By this means, decreases in power transmission efficiency due to changes in impedance accompanying changes in vehicle height are avoided.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2014/041655 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

非接触給電システム (10) は、送電装置 (200) から車両 (100) へ非接触で電力を供給する。送電装置は、電源部 (250) と送電部 (220) との間のインピーダンスを調整するためのインピーダンス調整部 (260) を含む。車両 ECU (300) は、送電部と車両の受電部 (110) との間の電力伝送効率に基づいて、駐車動作において送電部と受電部との位置合わせを支援する。送電 ECU (240) は、駐車動作における位置合わせの際に、検出部 (155) によって検出された送電部と受電部との間の鉛直方向の距離 (車高) に基づいてインピーダンス調整部 (260) を制御する。これによって、車高の変化に伴って生じるインピーダンス変化に起因する電力伝送効率の低下を抑制する。

明 細 書

発明の名称：

非接触給電システム、ならびにそれに用いられる送電装置および車両

技術分野

[0001] 本発明は、非接触給電システム、ならびにそれに用いられる送電装置および車両に関し、より特定的には、非接触給電システムにおいて電力伝送効率を改善するための技術に関する。

背景技術

[0002] 電源コードや送電ケーブルを用いない非接触のワイヤレス電力伝送が近年注目されており、車両外部の電源（以下「外部電源」とも称する。）からの電力によって車載の蓄電装置を充電可能な電気自動車やハイブリッド車両等への適用が提案されている。

[0003] このような非接触給電システムにおいては、電力伝送効率を向上させるために、送電側と受電側との位置合わせを適切にすることが重要となる。

[0004] 特開2011-193671号公報（特許文献1）は、送電装置から車両へ非接触で電力を供給するシステムにおいて、車両の受電コイルと送電装置の送電コイルとの位置合わせを行なう際に、車両に搭載されたカメラからの情報に基づいた車両の誘導制御と、送電装置から車両への電力伝送状態に基づいた車両の誘導制御を用いることにより、簡易な構成で送電装置への駐車精度を確保する構成を開示する。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2011-193671号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 送電装置から非接触で車両に電力を送電する非接触給電システムにおいては、電力伝送効率は、送電装置における送電部と車両における受電部との位

置関係によって変化し得る。この位置関係の変化としては、送電部と受電部との垂直方向の距離を示す車高と、送電部と受電部との水平方向の距離である位置ズレとがある。

[0007] この車高については、車両に乗っている乗員の数や、トランクルームに積載された荷物の重量によって変化する。そうすると、送電部の入力インピーダンスが変動してしまうために、送電部と受電部との位置関係が設計時に想定された最適な位置関係となっていたとしても、設計上の最適な状態に比べて伝送効率が低下してしまう可能性がある。そのため、伝送効率を向上させるためには、実際の車高を考慮して、車両と送電装置との位置合わせおよびインピーダンスの調整を行なうことが必要となる。

[0008] 本発明は、このような課題を解決するためになされたものであって、その目的は、送電装置から車両へ非接触で電力を伝達する非接触給電システムにおいて、車高の変化に伴う電力伝送効率の低下を抑制することである。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明による非接触給電システムは、送電装置から車両へ非接触で電力を供給する。車両は、送電装置からの電力を非接触で受電する受電部を含む。送電装置は、電源部と、電源部からの電力を受電部に非接触で供給する送電部と、電源部と送電部との間に電氣的に接続されて電源部と送電部との間のインピーダンスを調整するためのインピーダンス調整部とを含む。非接触給電システムは、送電部と受電部との間の鉛直方向の距離を検出する検出部と、インピーダンス調整部を制御するための制御装置とを備える。制御装置は、送電部と受電部との間の電力伝送効率に基づいて、車両の送電装置への駐車動作において送電部と受電部との位置合わせを支援する。制御装置は、駐車動作における位置合わせの際に、検出部により検出された鉛直方向の距離に基づいてインピーダンス調整部を制御する。

[0010] 好ましくは、制御装置は、鉛直方向の距離において、送電部と受電部との間における予め定められた位置からの水平方向の位置ズレが大きくなるにつれて電力伝送効率が低下するような受電特性となるように、インピーダンス

調整部を制御する。

- [0011] 好ましくは、制御装置は、位置合わせの完了後、当該停車位置における電力伝送効率に基づいて位置ズレの大きさを判定し、判定された位置ズレの大きさに基づいてインピーダンス調整部をさらに調整する。
- [0012] 好ましくは、検出部は、車両に搭載される。
好ましくは、検出部は、送電装置に含まれる。
- [0013] 好ましくは、インピーダンス調整部は、互いに異なるインピーダンスに設定された複数の整合器を含む。制御装置は、鉛直方向の距離に応じて、複数の整合器のうちの1つを選択する。
- [0014] 好ましくは、インピーダンス調整部は、少なくとも一方が可変要素であるリアクトルおよびキャパシタを有する整合器を含む。制御装置は、鉛直方向の距離に応じて、整合器の可変要素を変化することによってインピーダンスを調整する。
- [0015] 好ましくは、車両は、受電部で受電した電力を蓄える蓄電装置（190）をさらに含む。制御装置は、駐車動作における位置合わせの際に、蓄電装置を充電するときの送電電力よりも低い電力を送電装置から車両へ送電させ、低い電力を用いた場合の電力伝送効率が予め定められた所定値を上回ったことに応答して、ユーザに車両の停止を促す通知を行なう。
- [0016] 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±10%以下である。
- [0017] 好ましくは、送電部と受電部との結合係数は0.1以下である。
好ましくは、受電部は、受電部と送電部との間に形成される特定の周波数で振動する磁界、および、受電部と送電部との間に形成される特定の周波数で振動する電界の少なくとも一方を通じて、送電部から受電する。
- [0018] 本発明による車両は、インピーダンス調整部によりインピーダンスの調整が可能な送電装置からの電力を非接触で受電する。車両は、送電装置の送電部からの電力を非接触で受電する受電部と、送電部と受電部との間の電力伝送効率に基づいて、送電装置への駐車動作において送電部と受電部との位置

合わせを制御する制御装置とを備える。制御装置は、駐車動作における位置合わせの際に、送電部と受電部との間の鉛直方向の距離に基づいて、送電装置のインピーダンス調整部を制御する。

[0019] 本発明による送電装置は、車両に電力を非接触で送電する。送電装置は、電源部と、電源部からの電力を車両の受電部に非接触で供給する送電部と、電源部と送電部との間に電氣的に接続され、電源部と送電部との間のインピーダンスを調整するためのインピーダンス調整部と、インピーダンス調整部を制御するための制御装置とを備える。車両は、送電部と受電部との間の電力伝送効率に基づいて、送電装置への駐車動作において送電部と受電部との位置合わせを行なう。制御装置は、駐車動作における位置合わせの際に、送電部と受電部との間の鉛直方向の距離に基づいて、インピーダンス調整部を制御する。

発明の効果

[0020] 本発明によれば、車高を考慮したインピーダンス調整を行なうことによって、非接触給電システムにおいて車高の変化により発生し得る電力伝送効率の低下を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]本発明の実施の形態に従う車両の非接触給電システムの全体構成図である。

[図2]図1における整合器の構成の一例を示す図である。

[図3]図1における整合器の構成の他の例を示す図である。

[図4]本発明の実施の形態に従う車両の非接触給電システムの他の例の全体構成図である。

[図5]送電装置から車両への電力伝送時の等価回路図である。

[図6]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7]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8]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9]電流源（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]電力伝送効率に対する送電部と受電部との位置関係の影響を説明するための図である。

[図11]本実施の形態において、駐車動作中に実行されるインピーダンス調整制御処理を説明するためのフローチャートである。

[図12]送電装置側に車高センサが設けられる構成の一例を示す図である。

[図13]RFIDを用いた車高の検出手法の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0022] 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り返さない。

[0023] （非接触給電システムの構成）

図1は、本実施の形態に従う非接触給電システム10の全体構成図である。図1を参照して、非接触給電システム10は、車両100と、送電装置200とを備える。

[0024] 送電装置200は、電源装置210と、送電部220とを含む。電源装置210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、電源装置210は、商用電源400から電力を受けて高周波の交流電力を発生し、その発生した交流電力を送電部220へ供給する。そして、送電部220は、送電部220の周囲に発生する電磁界を介して、車両100の受電部110へ非接触で電力を出力する。

[0025] 電源装置210は、通信部230と、制御装置である送電ECU240と、電源部250と、インピーダンス調整部260とをさらに含む。また、送電部220は、共振コイル221と、キャパシタ222と、電磁誘導コイル223とを含む。

[0026] 電源部250は、送電ECU240からの制御信号MODによって制御さ

れ、商用電源400などの交流電源から受ける電力を高周波の電力に変換する。そして、電源部250は、その変換した高周波電力を、インピーダンス調整部260を介して電磁誘導コイル223へ供給する。

[0027] また、電源部250は、図示されない電圧センサ、電流センサによってそれぞれ検出される送電電圧 V_{tr} および送電電流 I_{tr} を送電ECU240へ出力する。

[0028] インピーダンス調整部260は、送電部220の入力インピーダンスを調整するためのものであり、典型的には、リアクトルとキャパシタとを含んで構成される。インピーダンス調整部260の具体的な構成の例を図2および図3に示す。

[0029] たとえば、図2に示されるインピーダンス調整部260は、互いに異なる入出力インピーダンスに設定された複数の整合器261、262、263を含む。整合器261は、キャパシタC10およびリアクトルL10を含んで構成され、リレーRY11を介して電源部250へ結合されるとともにリレーRY12を介して送電部220へ結合される。整合器262は、キャパシタC20およびリアクトルL20を含んで構成され、リレーRY21を介して電源部250へ結合されるとともにリレーRY22を介して送電部220へ結合される。整合器263は、キャパシタC30およびリアクトルL30を含んで構成され、リレーRY31を介して電源部250へ結合されるとともにリレーRY32を介して送電部220へ結合される。送電ECU240からの制御信号SE10によって、複数の整合器261、262、263のうちの1つが選択され、選択された整合器に対応するリレーが閉成される。

[0030] 図3におけるインピーダンス調整部は、インピーダンスの調節が可能な整合器260Aにより構成される。整合器260Aは、キャパシタC40およびリアクトルL40を含み、キャパシタC40およびリアクトルL40の少なくとも一方が可変に構成される。整合器260Aは、制御信号SE10に基づいて、キャパシタC40のキャパシタンスおよび／またはリアクトルL40のリアクタンスを変化させることによって、所望のインピーダンスに調

整する。なお、このような可変素子を用いることで、図2の構成に比べて回路数が少ないシンプルな構成とすることができるが、広い可変範囲が必要な場合には素子のサイズが大きくなったり、高価になったりする可能性がある。そのため、インピーダンス調整部の構成は、必要となる可変範囲およびコスト等を勘案して適宜設定される。なお、上記の可変素子は、連続的にキャパシタンスおよびリアクタンスなどが変化するものに限られず、直列および／または並列に接続されたキャパシタ、リアクトルを、リレーなどの切換スイッチで切換えることによって段階的にキャパシタンス等を変化させるものであってもよい。

[0031] なお、図には示していないが、図2および図3を組合せ、異なる調整範囲を有する複数の可変整合器を切換える構成とすることも可能である。このような組合せの構成を用いることで、より広範な調整範囲とできるとともに微調整をすることが可能となる。また、整合器におけるキャパシタおよびリアクトルの接続方法は、図2および図3には限られない。たとえば、いわゆるT型回路や π 型回路のように接続するようにしてもよい。

[0032] 再び図1を参照して、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、電源部250から供給された高周波電力を、電磁誘導によって共振コイル221に伝達する。

[0033] 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に含まれる共振コイル111へ非接触で電力を転送する。共振コイル221はキャパシタ222とともにLC共振回路を構成する。なお、受電部110と送電部220との間の電力伝送については、図5を用いて後述する。

[0034] 通信部230は、送電装置200と車両100との間で無線通信を行なうための通信インターフェースであり、車両100側の通信部160と情報INFOの授受を行なう。通信部230は、車両100側の通信部160から送信される車両情報、ならびに、送電の開始および停止を指示する信号等を

受信し、受信したこれらの情報を送電ECU240へ出力する。また、通信部230は、送電ECU240からの送電電圧 V_{tr} および送電電流 I_{tr} 等の情報を車両100へ送信する。

[0035] 送電ECU240は、いずれも図1には図示しないがCPU (Central Processing Unit)、記憶装置および入出力バッファを含み、各センサ等からの信号の入力や各機器への制御信号の出力を行なうとともに、電源装置210における各機器の制御を行なう。なお、これらの制御については、ソフトウェアによる処理に限られず、専用のハードウェア（電子回路）で処理することも可能である。

[0036] 車両100は、受電部110と、整合器170と、整流器180と、電圧検出部181と、充電リレーCHR185と、蓄電装置190と、システムメインリレーSMR115と、パワーコントロールユニットPCU (Power Control Unit) 120と、モータジェネレータ130と、動力伝達ギヤ140と、駆動輪150と、制御装置である車両ECU (Electronic Control Unit) 300と、通信部160と、電圧センサ195と、電流センサ196とを含む。受電部110は、共振コイル111と、キャパシタ112と、電磁誘導コイル113とを含む。

[0037] なお、本実施の形態においては、車両100として電気自動車を例として説明するが、蓄電装置に蓄えられた電力を用いて走行が可能な車両であれば車両100の構成はこれに限られない。車両100の他の例としては、エンジンを搭載したハイブリッド車両や、燃料電池を搭載した燃料電池車などが含まれる。

[0038] 共振コイル111は、送電装置200に含まれる共振コイル221から非接触で電力を受電する。共振コイル111は、キャパシタ112とともにLC共振回路を構成する。

[0039] 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。この電磁誘導コイル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、整合器170を介して整流器180へ

出力する。

- [0040] 整合器170は、共振コイル111により受電された電力を供給する負荷の入力インピーダンスを調整するためのものである。整合器170は、たとえば、図2に示した整合器261、262、263と同様の構成を有する。
- [0041] 整流器180は、整合器170を介して電磁誘導コイル113から受けた交流電力を整流し、その整流された直流電力を蓄電装置190に出力する。整流器180としては、たとえば、ダイオードブリッジおよび平滑用のキャパシタ（いずれも図示せず）を含む構成とすることができる。整流器180として、スイッチング制御を用いて整流を行なう、いわゆるスイッチングレギュレータを用いることも可能である。整流器180が受電部110に含まれる場合には、発生する電磁場に伴うスイッチング素子の誤動作等を防止するために、ダイオードブリッジのような静止型の整流器とすることがより好ましい。
- [0042] 電圧検出部181は、たとえば、直列に接続されたスイッチおよび抵抗と、当該抵抗に並列に接続された電圧センサとを含んで構成される。電圧検出部181は、スイッチが閉成された場合に、整流器180と蓄電装置190とを結ぶ電力線間の電圧VCを検出する。この電圧検出部181は、後述するように、車両100が送電装置200の駐車スペースに駐車する際に、送電部220と受電部110との位置合わせを行なうために用いられる。
- [0043] CHR185は、整流器180と蓄電装置190との間に電氣的に接続される。CHR185は、車両ECU300からの制御信号SE2により制御され、整流器180から蓄電装置190への電力の供給と遮断とを切替える。
- [0044] 蓄電装置190は、充放電可能に構成された電力貯蔵要素である。蓄電装置190は、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。
- [0045] 蓄電装置190は、整流器180に接続される。そして、蓄電装置190

は、受電部 110 で受電され、かつ整流器 180 で整流された電力を蓄電する。また、蓄電装置 190 は、SMR 115 を介して PCU 120 とも接続される。蓄電装置 190 は、車両駆動力を発生させるための電力を PCU 120 へ供給する。さらに、蓄電装置 190 は、モータジェネレータ 130 で発電された電力を蓄電する。蓄電装置 190 の出力は、たとえば 200V 程度である。

[0046] 蓄電装置 190 には、いずれも図示しないが、蓄電装置 190 の電圧 V_B および入出力される電流 I_B を検出するための電圧センサおよび電流センサが設けられる。これらの検出値は、車両 ECU 300 へ出力される。車両 ECU 300 は、この電圧 V_B および電流 I_B に基づいて、蓄電装置 190 の充電状態（「SOC (State of Charge)」とも称する。）を演算する。

[0047] SMR 115 は、蓄電装置 190 と PCU 120 との間に電氣的に接続される。そして、SMR 115 は、車両 ECU 300 からの制御信号 SE1 によって制御され、蓄電装置 190 と PCU 120 との間での電力の供給と遮断とを切替える。

[0048] PCU 120 は、いずれも図示しないが、コンバータやインバータを含む。コンバータは、車両 ECU 300 からの制御信号 PWC により制御されて蓄電装置 190 からの電圧を変換する。インバータは、車両 ECU 300 からの制御信号 PWI により制御されて、コンバータで変換された電力を用いてモータジェネレータ 130 を駆動する。

[0049] モータジェネレータ 130 は交流回転電機であり、たとえば、永久磁石が埋設されたロータを備える永久磁石型同期電動機である。

[0050] モータジェネレータ 130 の出力トルクは、動力伝達ギヤ 140 を介して駆動輪 150 に伝達される。車両 100 は、このトルクを用いて走行する。モータジェネレータ 130 は、車両 100 の回生制動動作時には、駆動輪 150 の回転力によって発電することができる。そして、その発電電力は、PCU 120 によって蓄電装置 190 の充電電力に変換される。

[0051] また、モータジェネレータ 130 の他にエンジン（図示せず）が搭載され

たハイブリッド自動車では、エンジンおよびモータジェネレータ130を協調的に動作させることによって、必要な車両駆動力が発生される。この場合、エンジンの回転による発電電力を用いて、蓄電装置190を充電することも可能である。

[0052] 通信部160は、車両100と送電装置200との間で無線通信を行なうための通信インターフェースであり、送電装置200の通信部230と情報INFOの授受を行なう。通信部160から送電装置200へ出力される情報INFOには、車両ECU300からの車両情報や、送電の開始および停止を指示する信号、ならびに送電装置200のインピーダンス調整部260の切換指令などが含まれる。

[0053] 車両ECU300は、いずれも図1には図示しないがCPU、記憶装置および入出力バッファを含み、各センサ等からの信号の入力や各機器への制御信号の出力を行なうとともに、車両100における各機器の制御を行なう。なお、これらの制御については、ソフトウェアによる処理に限られず、専用のハードウェア（電子回路）で処理することも可能である。

[0054] 車高センサ155は、たとえば、車両100のフロアパネル下面に設けられ、フロアパネルと地面との距離、すなわち受電部110と送電部220との間の鉛直方向の距離を検出し、その検出値HGTを車両ECU300に出力する。なお、ここで鉛直方向の距離とは、受電部110と送電部220とを結ぶ線分の鉛直方向の長さ成分を表わしており、すなわち、受電部110と送電部220とが理想的に位置合わせされたときの距離に対応する。

[0055] 電圧センサ195は、電圧検出部181とCHR185とを結ぶ電力線間に接続され、受電部110で受電された受電電圧 V_{re} を検出する。電流センサ196は、電圧検出部181とCHR185とを結ぶ電力線に設けられ、受電電流 I_{re} を検出する。受電電圧 V_{re} および受電電流 I_{re} の検出値は、車両ECU300に送信され、電力伝送効率の演算等に用いられる。

[0056] また、車両ECU300は、車両の駐車動作の際に、送電装置200からの電力を受電しているときの電圧 V_C に基づいて、受電部110と送電部2

20との水平方向の位置ズレ量を検出する。より具体的には、駐車動作の際に、車両ECU300は、電圧検出部181のリレーを閉成するとともにCHR185を開放する。そして、駐車動作中に、送電装置200から、蓄電装置190を充電する場合の送電電力よりも低い電力を用いた送電（以下、「テスト送電」とも称する。）により受電した電力について、整流後の直流電圧VCを電圧検出部181によって検出する。送電部220と受電部110との間の位置ズレと、受電電圧VCとの間には、図10において後述するような所定の関係が成立するので、駐車動作中の受電電圧VCによって、送電部220と受電部110との間の位置ズレを判定することができる。

[0057] なお、図1においては、受電部110および送電部220に、電磁誘導コイル113、223がそれぞれ設けられる構成を示したが、図4の非接触給電システム10Aにおける受電部110Aおよび送電部220Aのように電磁誘導コイルが設けられない構成とすることも可能である。この場合には、送電部220Aにおいては共振コイル221Aが電源部250に接続され、受電部110Aにおいては共振コイル111Aが整流器180に接続される。

[0058] また、車両におけるインピーダンス調整手段として、図4に示されるように、図1における整合器170に代えて、整流器180により整流された直流電圧の電圧変換を行なうDC/DCコンバータ170Aが設けられる構成であってもよい。あるいは、整合器170とDC/DCコンバータ170Aを併用する構成であってもよい。

[0059] （電力伝送の原理）

図5は、送電装置200から車両100への電力伝送時の等価回路図である。図5を参照して、送電装置200の送電部220は、共振コイル221と、キャパシタ222と、電磁誘導コイル223とを含む。

[0060] 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、たとえば共振コイル221と略同軸上に設けられる。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、電源装置210から供

給される高周波電力を電磁誘導により共振コイル 221 へ供給する。

[0061] 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。共振コイル 221 およびキャパシタ 222 によって形成される LC 共振回路の固有周波数と、受電部 110 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 221 は、電磁誘導コイル 223 から電磁誘導により電力を受け、車両 100 の受電部 110 へ非接触で送電する。

[0062] なお、電磁誘導コイル 223 は、電源装置 210 から共振コイル 221 への給電を容易にするために設けられるものであり、電磁誘導コイル 223 を設けずに共振コイル 221 に電源装置 210 を直接接続してもよい。また、キャパシタ 222 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 221 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 222 を設けない構成としてもよい。

[0063] 車両 100 の受電部 110 は、共振コイル 111 と、キャパシタ 112 と、電磁誘導コイル 113 とを含む。共振コイル 111 は、キャパシタ 112 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 111 およびキャパシタ 112 によって形成される LC 共振回路の固有周波数と、送電装置 200 の送電部 220 における、共振コイル 221 およびキャパシタ 222 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 111 は、送電装置 200 の送電部 220 から非接触で受電する。

[0064] 電磁誘導コイル 113 は、共振コイル 111 と所定の間隔をおいて、たとえば共振コイル 111 と略同軸上に設けられる。電磁誘導コイル 113 は、電磁誘導により共振コイル 111 と磁氣的に結合し、共振コイル 111 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装置 118 へ出力する。なお、電気負荷装置 118 は、受電部 110 によって受電された電力を利用する電気機器であり、具体的には、整流器 180 (図 1) 以降の電気機

器を包括的に表わしたものである。

- [0065] 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、電磁誘導コイル 1 1 3 を設けずに共振コイル 1 1 1 に整流器 1 8 0 を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。
- [0066] 送電装置 2 0 0 において、電源装置 2 1 0 から電磁誘導コイル 2 2 3 へ高周波の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 の電気負荷装置 1 1 8 へ伝送される。
- [0067] 上述のように、この電力伝送システムにおいては、送電装置 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。
- [0068] 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）の共振周波数とも呼ばれる。
- [0069] 図 6 および図 7 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 6 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7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。

[0070] 図6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。

[0071] 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。

$$[0072] \quad f_1 = 1 / \{ 2 \pi (L_t \times C_1)^{1/2} \} \quad \dots \quad (1)$$

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

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7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。

[0073] 図7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。

$$[0074] \quad (\text{固有周波数のズレ}) = \{ (f_1 - f_2) / f_2 \} \times 100 (\%) \quad \dots \quad (3)$$

図7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。

[0075] 再び図5を参照して、送電装置200の送電部220および車両100の受電部110は、送電部220と受電部110との間に形成され、かつ、特定の周波数で振動する磁界と、送電部220と受電部110との間に形成され、かつ、特定の周波数で振動する電界と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との結合係数 κ は0.1以下が好ましく、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。

[0076] ここで、送電部220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220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220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220から受電部110に電力を伝送するときの電力伝送効率は、送電部220および受電部110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220および受電部110の固有周波数(共振周波数)を f_0 とし、送電部220に供給される電流の周波数を f_3 とし、送電部2

20および受電部110の間のエアギャップをエアギャップAGとする。

[0077] 図8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220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8を参照して、横軸は、送電部220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220に供給される電流の周波数 f_3 との関係を模式的に示す。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220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。

[0078] 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220に供給される電流の周波数を一定として、キャパシタ222やキャパシタ112のキャパシタンスを変化させることで、送電部220と受電部110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220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222およびキャパシタ112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220および受電部110に流れる電流の周波数は一定である。

[0079] 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220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 f_4 または f_5 の電流を送電部220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 f の電流を送電部 220 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 220 および受電部 110 に流れる電流の周波数を変化させることになる。

[0080] 第1の手法では、送電部 220 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 220 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 220 に供給される。送電部 220 に特定の周波数の電流が流れることで、送電部 220 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 110 は、受電部 110 と送電部 220 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 220 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 220 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 220 および受電部 110 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 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。

[0083] 図9は、電流源（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9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、 $\lambda / 2\pi$ 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。

[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。そして、送電部220と受電部110との間の結合係数（ κ ）は、たとえば、0.3以下が好ましく、より好ましくは0.1以下である。当然のことながら、結合係数（ κ ）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（ κ ）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。

[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」、「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。

[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] （インピーダンス調整制御）

上述のような非接触給電システムにおいて、電力伝送効率を向上させるには、理想的には送電部と受電部との間のインピーダンスを一致させることが好ましい。通常、設計時においては、送電部と受電部との位置関係（鉛直方向および水平方向の距離）が理想的な位置関係となった状態で電力伝送効率が最大となるように、送電部および受電部のインピーダンスが設定される。

[0089] そして、駐車動作において送電部と受電部との水平方向の位置ズレが生じたり、あるいは、乗員の数や積載されている荷物の重量によって車両側の受電部の高さ（すなわち車高）が変化したりしたような場合には、送電部と受電部との間の距離が設計時の理想的な状態からずれてしまうために、電力伝送効率の低下が生じ得る。

[0090] しかしながら、駐車動作においてユーザが設計上の理想的な位置に車両を停止することは非常に困難であり、また乗員数や積載量も変化し得るため、最終的な停車位置は、最適な位置から少なからず位置ズレが生じた状態となり得る。

[0091] そこで、本実施の形態においては、駐車動作においてできるだけ理想的な位置への駐車ができるようにユーザへの駐車位置のガイダンスを行なうとともに、駐車動作完了後の最終停車位置についてできるだけ電力伝送効率が向上させるようなインピーダンス制御を実行する。

[0092] 図 10 は、電力伝送効率に対する、送電部と受電部との位置関係（車高および水平方向の位置ズレ）の影響を説明するための図である。図 10 におい

ては、横軸に送電部と受電部との水平方向の位置ズレ量が示され、縦軸には電力伝送効率が示される。なお、位置ズレ量については、たとえば送電部の位置に対する受電部の位置が車両の進行方向にずれている場合を正とした場合には、車両の後退方向の位置ズレが負の値で示される。また、送電部の位置に対する受電部の位置が車両の進行方向に向かって右方向にずれている場合を正とした場合には、進行方向に向かって左方向の位置ズレが負の値で示される。

[0093] 図10を参照して、図10中の曲線W10は、送電部と受電部とが設計上の理想的な位置関係である場合の電力伝送効率の変化を示す。この場合には、位置ズレ量がゼロの場合に電力伝送効率が最大となり、位置ズレ量が大きくなるにしたがって電力伝送効率が徐々に低下するような、ピークが1つである単峰特性を有する。

[0094] 送電部と受電部との鉛直方向の距離（車高）が理想状態よりも大きくなると、送電部と受電部との間に生じる電磁場の強度が弱まるため、図10中の曲線W11のように、単峰特性を有した状態で全体の電力伝送効率が低下する。

[0095] 一方、車高が理想状態よりも低くなると、送電部と受電部との間のインピーダンスの変化のために、送電電力のうち受電部によって反射されて伝送できなくなる電力（反射電力）が徐々に大きくなる。そのため、図10中の曲線W12、W13のように、車高が低く送電部と受電部との間の鉛直方向の距離が小さくなるにしたがって、位置ズレ量がゼロである場合の電力伝送効率が低下し、理想状態の位置からずれた位置において電力伝送効率のピークが生じる双峰特性を有するようになる。

[0096] このような双峰特性となった場合には、駐車動作において、送電部と受電部との間の位置ズレ量を、電力伝送効率で判定することが必ずしも容易ではなくなる。さらに、双峰特性の電力伝送効率に従って駐車動作を行なった場合に、駐車完了後に乗員が降車したり荷物を降ろしたりして車高が高くなると、電力伝送効率の特性がより単峰特性に近づくために、位置ズレの影響に

よって電力伝送効率がかえって悪化してしまう状態となり得る。そのため、電力伝送効率に基づいた駐車位置のガイダンスを行なう場合には、電力伝送効率の特性を単峰特性とすることが必要となる。

[0097] 本実施の形態では、駐車動作におけるユーザへの駐車位置のガイダンスにおいて、駐車動作の開始に先立ってあるいは駐車動作の実行中に、電力伝送効率の特性が単峰特性となるように、車高に応じて送電装置側のインピーダンスを調整する。これにより、駐車動作において、ユーザによる送電部と受電部との位置合わせが容易になる。

[0098] なお、電力伝送効率は、送電部からの送電電力に対する受電部での受電電力の割合で示される。そのため、負荷のインピーダンスが一定である場合には、電力伝送効率は受電側の受電電圧として表わすこともできる。したがって、図1の電圧検出部181において、駐車動作中の整流後の受電電圧VCを検出することで、電力伝送効率を評価することができる。

[0099] また、本実施の形態においては、駐車動作が完了した後に、送電部と受電部との間の最終的な水平方向の位置ズレ量を電力伝送効率から判定し、当該位置ズレ量において電力伝送効率がより大きくなるような双峰特性の電力伝送効率となるように、送電装置側のインピーダンスをさらに調整する。これによって、さらに電力伝送効率を向上させることができる。

[0100] 図11は、本実施の形態において、駐車動作中に実行されるインピーダンス調整制御処理を説明するためのフローチャートである。図11においては、車両100側の車両ECU300で実行される処理と、送電装置200側の送電ECU240で実行される処理が示されている。なお、図11に示されるフローチャート中の各ステップについては、車両ECU300および送電ECU240に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、所定周期もしくは所定の条件が成立したことに応答して実行されることによって実現される。あるいは、一部のステップについては、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。

[0101] 図1および図11を参照して、車両ECU300は、ステップ（以下、ス

トップをSと略す。) 100にて、非接触による充電を行なうために、送電装置200への駐車動作が開始されたか否かを判定する。この駐車動作開始の判定については、実際に車両が送電装置200の駐車スペースへ動き出した場合だけでなく、車両が停止した状態でユーザが駐車動作を実行するように操作スイッチ等により設定を行なった場合も含まれる。

[0102] 駐車動作が開始されていない場合(S100にてNO)は、当該インピーダンス制御は不要であるため、車両ECU300は処理を終了する。

[0103] 駐車動作が開始された場合(S100にてNO)は、処理がS110に進められ、車両ECU300は、車高センサ155からの車高を示す情報HGTを検出し、検出した車高情報を送電装置200へ無線通信により送信する。

[0104] 送電ECU240は、車両100からの車高情報を受信し(S300)、車高に応じて、電力伝送効率が単峰特性を有するようにインピーダンス調整を実行する(S310)。

[0105] 車両ECU300は、S120にて、電力伝送効率に基づいた送電部220と受電部110との距離検出のために、電圧検出部181のリレーを閉成して距離検出用の抵抗を接続するとともに、CHR185を開放する。

[0106] そして、車両ECU300はS130にて、送電装置200に対して、距離検出のためのテスト送電を開始するための指令を出力する。

[0107] これに応答して、送電ECU240は、蓄電装置190を充電する場合の送電電力よりも低い電力を用いたテスト送電を開始する(S320)。

[0108] 車両ECU300は、S140にて、駐車動作を実行中に、送電装置200からのテスト送電による電力を受電し、電圧検出部181の距離検出抵抗にかかる電圧VCを検出する。

[0109] そして、車両ECU300は、S150にて、図10に示したようなマップを用いて、電圧VCが、停車時の許容位置ズレ量を定めるしきい値 α を上回ったか否かを判定する。

[0110] 電圧VCがしきい値 α 以下である場合(S150にてNO)は、車両EC

U300は、充電装置の充電を行なうための送電を行なう位置に車両100が到達していないと判断し、処理をS140に戻して、電圧VCを検出しながら駐車動作を継続する。

[0111] 電圧VCがしきい値 α を上回っている場合（S150にてYES）は、処理がS150に進められ、車両ECU300は、S160にて、ユーザに対して車両の停止を促すガイダンスを通知する。なお、自動駐車機能を用いて駐車動作が自動で行われる場合には、このS150において、駐車動作が停止される。

[0112] そして、車両ECU300は、S170にて、駐車動作が完了したか否かを判定する。この駐車動作完了の判定は、たとえば、シフトポジションが駐車ポジションであるPレンジに設定された場合、サイドブレーキが操作された場合、あるいは、イグニッションスイッチがオフに設定された場合などに基づいて行なわれる。

[0113] 駐車動作が完了していない場合は（S170にてNO）は、処理がS160に戻され、ユーザにより駐車動作が完了するのを待つ。

[0114] 駐車動作が完了した場合は（S170にてYES）は、処理がS180に進められて、車両ECU300は、停車状態における電力伝送効率から、送電部220と受電部110との間の水平方向の位置ズレを演算する。

[0115] そして、車両ECU300は、S190にて、送電装置200に対してテスト送電の停止指令を送信する。これに応答して、送電ECU240はテスト送電を停止する（S330）。

[0116] その後、車両ECU300は、S200にて、演算により得られた、送電部220と受電部110との間の水平方向の位置ズレの情報を送電装置200へ送信する。

[0117] 送電ECU240は、この車両100からの位置ズレ情報に基づいて、当該位置ズレ量において電力伝送効率がより大きくなるようにインピーダンス調整部260を調整する（S340）。S340におけるインピーダンス調整は、予め定められた図10のようなマップを用いて行なってもよいし、実

際にインピーダンス調整部260のインピーダンスを調整し、得られる電力伝送効率が最も大きくなるように調整するようにしてもよい。

[0118] 車両ECU300は、駐車動作における位置ズレ量の検出が終了すると、S210において電圧検出部181のリレーを開放するとともにCHR185を閉成する。そして、車両ECU300は、S220にて蓄電装置190の充電を実行するための送電の開始指令を送電装置200へ出力する。

[0119] 送電ECU240は、車両100からの送電開始指令に従って、テスト送電よりも大きな電力を用いた送電を開始する(S350)。

[0120] そして、車両ECU300は、S230にて、受電した電力による充電処理を実行する。

[0121] 以上のような処理に従って制御を行なうことによって、送電装置から車両へ非接触で電力を伝送する非接触給電システムにおいて、車高の変化が生じた場合においても、送電部への受電部の位置合わせが容易になるとともに、電力伝送効率の低下を抑制することが可能となる。また、電力伝送効率を把握できるので、充電完了時間の予測をより正確に行なうことができる。

[0122] (車高検出の変形例)

なお、図1および図4においては、送電部と受電部との鉛直方向の距離(車高)を検出する車高センサが車両側に搭載される構成について説明したが、車高センサの配置はこれに限られず、送電装置200側に設けられる構成とすることもできる。

[0123] たとえば、図12に示すように、地面に車高センサ270が配置され、上方の車両のフロアパネルとの距離を検出するようにしてもよい。この場合、検出された車高は、送電装置200の送電ECU240に出力される。

[0124] また、図13に示されるように、車両100に設けられるRFIDからの信号に基づいて車高を検出することも可能である。この構成においては、車両100に設けられる少なくとも3つのRFIDタグ(ID1~ID3)からの信号を、送電装置側のRFIDリーダ280により読取り、その読取った信号の強度に基づいて三角測量の原理により車高を検出する。このような

R F I Dタグは、車両と送電装置との間のペアリングを行なうために設けられる場合があり、その場合には、ペアリングのためのR F I Dを車高センサとして用いることで、車高センサを個別のセンサとして設ける必要がなくなるという利点がある。なお、車両側にR F I Dリーダが備えられ、送電装置側にR F I Dタグが設けられる構成であってもよい。

[0125] 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説明ではなく、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

[0126] 10, 10A 非接触給電システム, 89 電力伝送システム, 90, 220, 220A 送電部、91, 110, 110A 受電部、92, 93, 96, 97 コイル、94, 99, 111, 111A, 221, 221A 共振コイル、95, 98, 112, 222, C10, C20, C30, C40 キャパシタ、100, 100A 車両、113, 223 電磁誘導コイル、115 SMR、118 電気負荷装置、120 PCU、130 モータジェネレータ、140 動力伝達ギヤ、150 駆動輪、155, 270 車高センサ、160, 230 通信部、170, 260A, 261~263 整合器、170A DC/DCコンバータ、180 整流器、181 電圧検出部、185 CHR、190 蓄電装置、195 電圧センサ、196 電流センサ、200, 200A 送電装置、210 電源装置、240 送電ECU、250 電源部、260 インピーダンス調整部、280 R F I Dリーダ、300 車両ECU、400 商用電源、ID1~ID3 R F I D、RY11, RY12, RY21, RY22, RY31, RY32 リレー。

請求の範囲

- [請求項1] 送電装置（200）から車両（100）へ非接触で電力を供給する非接触給電システム（10, 10A）であって、
- 前記車両は、前記送電装置からの電力を非接触で受電する受電部（110）を含み、
- 前記送電装置は、電源部（210）と、前記電源部からの電力を前記受電部に非接触で供給する送電部（220）と、前記電源部と前記送電部との間に電氣的に接続されて前記電源部と前記送電部との間のインピーダンスを調整するためのインピーダンス調整部（260）とを含み、
- 前記非接触給電システムは、
- 前記送電部と前記受電部との間の鉛直方向の距離を検出する検出部（155, 270, 280）と、
- 前記インピーダンス調整部を制御するための制御装置（240）とを備え、
- 前記制御装置は、前記送電部と前記受電部との間の電力伝送効率に基づいて、前記車両の前記送電装置への駐車動作において前記送電部と前記受電部との位置合わせを支援し、
- 前記制御装置は、前記駐車動作における前記位置合わせの際に、前記検出部により検出された前記鉛直方向の距離に基づいて前記インピーダンス調整部を制御する、非接触給電システム。
- [請求項2] 前記制御装置は、前記鉛直方向の距離において、前記送電部と前記受電部との間における予め定められた位置からの水平方向の位置ズレが大きくなるにつれて電力伝送効率が低下するような受電特性となるように、前記インピーダンス調整部を制御する、請求項1に記載の非接触給電システム。
- [請求項3] 前記制御装置は、前記位置合わせの完了後、当該停車位置における電力伝送効率に基づいて前記位置ズレの大きさを判定し、判定された

前記位置ズレの大きさに基づいて前記インピーダンス調整部をさらに調整する、請求項2に記載の非接触給電システム。

[請求項4] 前記検出部(155)は、前記車両に搭載される、請求項1に記載の非接触給電システム。

[請求項5] 前記検出部(270, 280)は、前記送電装置に含まれる、請求項1に記載の非接触給電システム。

[請求項6] 前記インピーダンス調整部は、互いに異なるインピーダンスに設定された複数の整合器(261, 262, 263)を含み、

前記制御装置は、前記鉛直方向の距離に応じて、前記複数の整合器のうちの1つを選択する、請求項1に記載の非接触給電システム。

[請求項7] 前記インピーダンス調整部は、少なくとも一方が可変要素であるリアクトルおよびキャパシタを有する整合器(260A)を含み、

前記制御装置は、前記鉛直方向の距離に応じて、前記整合器の前記可変要素を変化することによってインピーダンスを調整する、請求項1に記載の非接触給電システム。

[請求項8] 前記車両は、前記受電部で受電した電力を蓄える蓄電装置(190)をさらに含み、

前記制御装置は、前記駐車動作における前記位置合わせの際に、前記蓄電装置を充電するときの送電電力よりも低い電力を前記送電装置から前記車両へ送電させ、前記低い電力を用いた場合の電力伝送効率が予め定められた所定値を上回ったことに応答して、ユーザに前記車両の停止を促す通知を行なう、請求項1に記載の非接触給電システム。

[請求項9] 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±10%以下である、請求項1に記載の非接触給電システム。

[請求項10] 前記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1に記載の非接触給電システム。

[請求項11] 前記受電部は、前記受電部と前記送電部との間に形成される特定の周波数で振動する磁界、および、前記受電部と前記送電部との間に形成される特定の周波数で振動する電界の少なくとも一方を通じて、前記送電部から受電する、請求項1に記載の非接触給電システム。

[請求項12] インピーダンス調整部（260）によりインピーダンスの調整が可能な送電装置（200）からの電力を非接触で受電する車両であって、

前記送電装置の送電部（220）からの電力を非接触で受電する受電部（110）と、

前記送電部と前記受電部との間の電力伝送効率に基づいて、前記送電装置への駐車動作において前記送電部と前記受電部との位置合わせを制御する制御装置（300）とを備え、

前記制御装置は、前記駐車動作における前記位置合わせの際に、前記送電部と前記受電部との間の鉛直方向の距離に基づいて、前記送電装置の前記インピーダンス調整部を制御する、車両。

[請求項13] 車両（100）に電力を非接触で送電する送電装置であって、電源部（250）と、

前記電源部からの電力を前記車両の受電部に非接触で供給する送電部（220）と、

前記電源部と前記送電部との間に電氣的に接続され、前記電源部と前記送電部との間のインピーダンスを調整するためのインピーダンス調整部（260）と、

前記インピーダンス調整部を制御するための制御装置（240）とを備え、

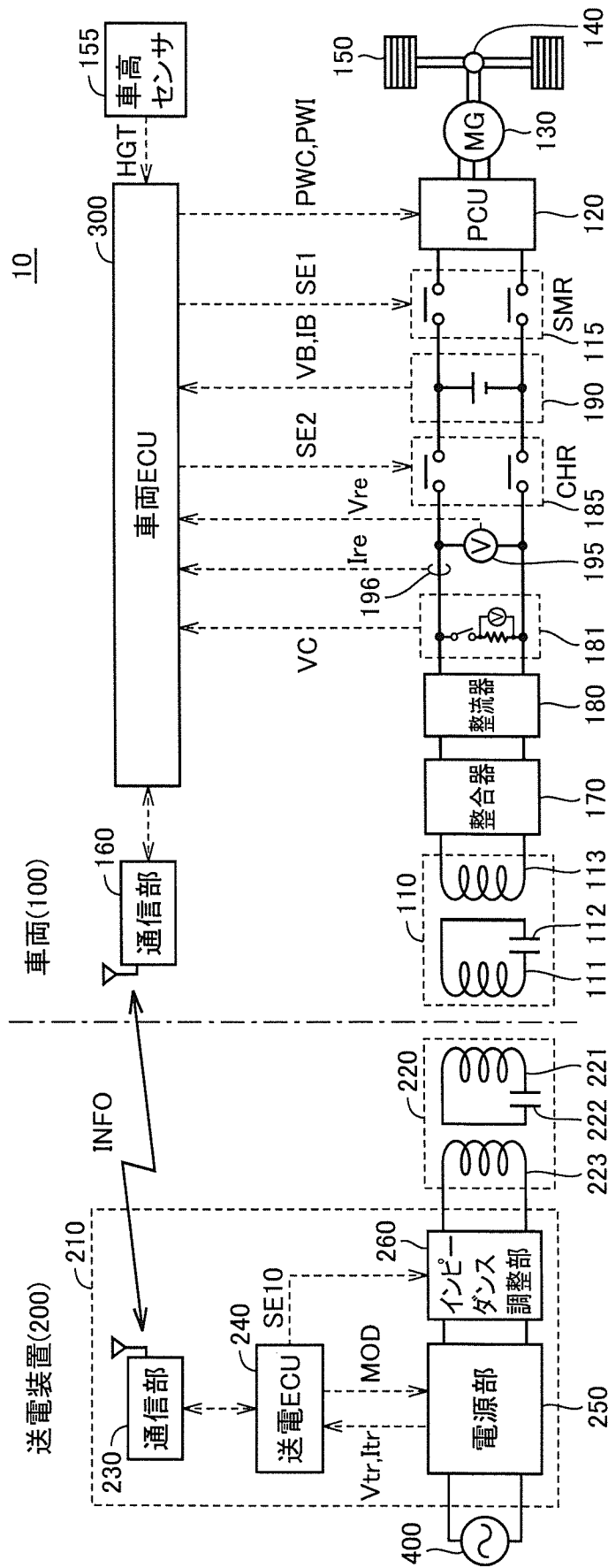
前記車両は、前記送電部と前記受電部との間の電力伝送効率に基づいて、前記送電装置への駐車動作において前記送電部と前記受電部との位置合わせを行ない、

前記制御装置は、前記駐車動作における前記位置合わせの際に、前

記送電部と前記受電部との間の鉛直方向の距離に基づいて、前記インピーダンス調整部を制御する、送電装置。

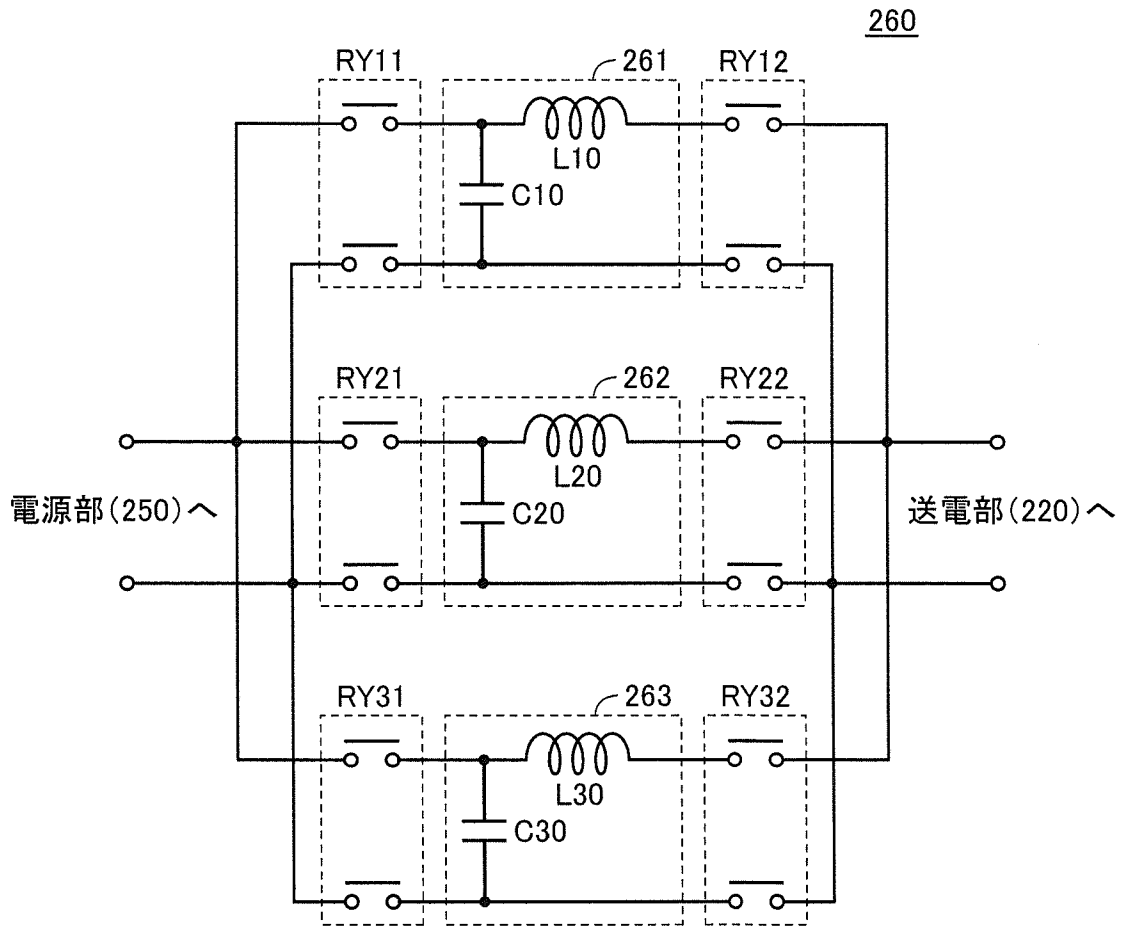
[図1]

図1



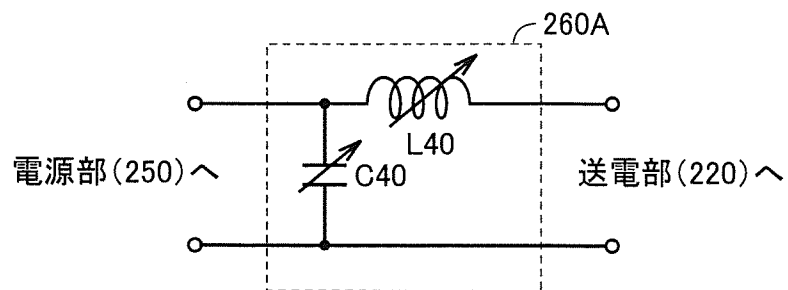
[図2]

図2



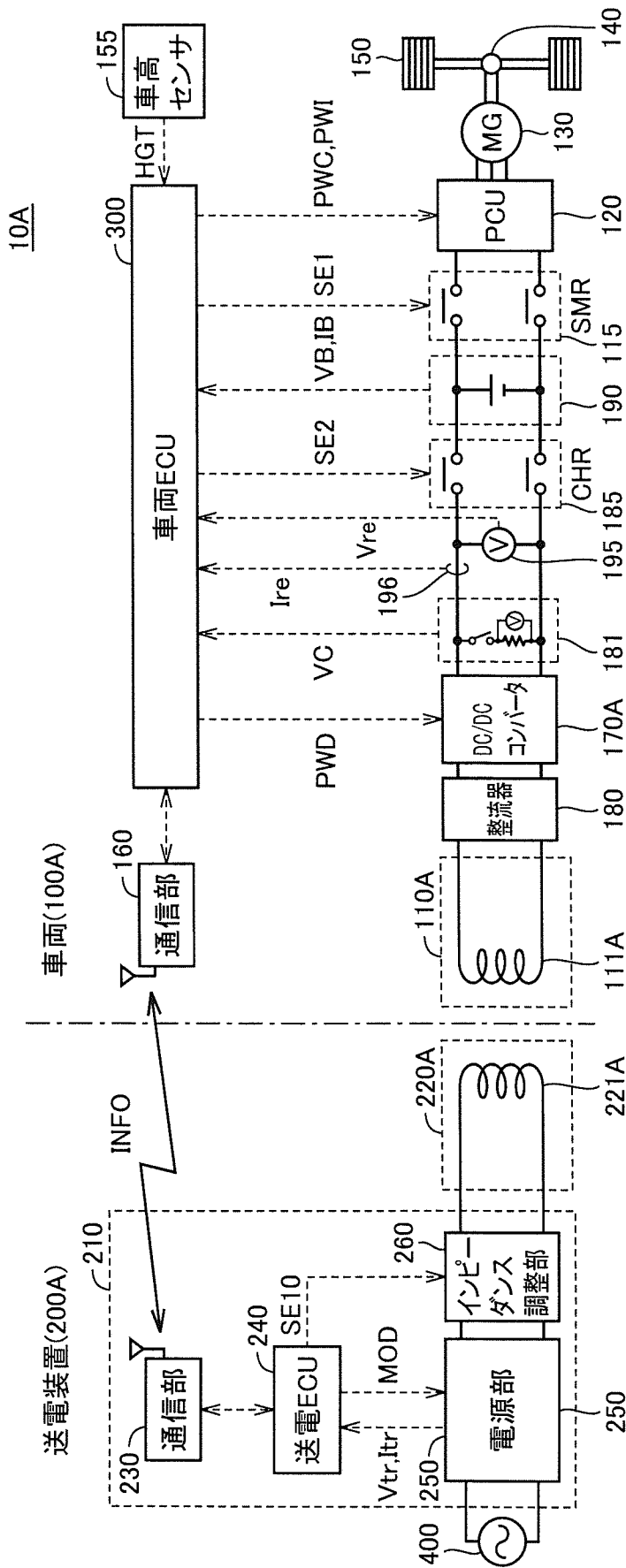
[図3]

図3



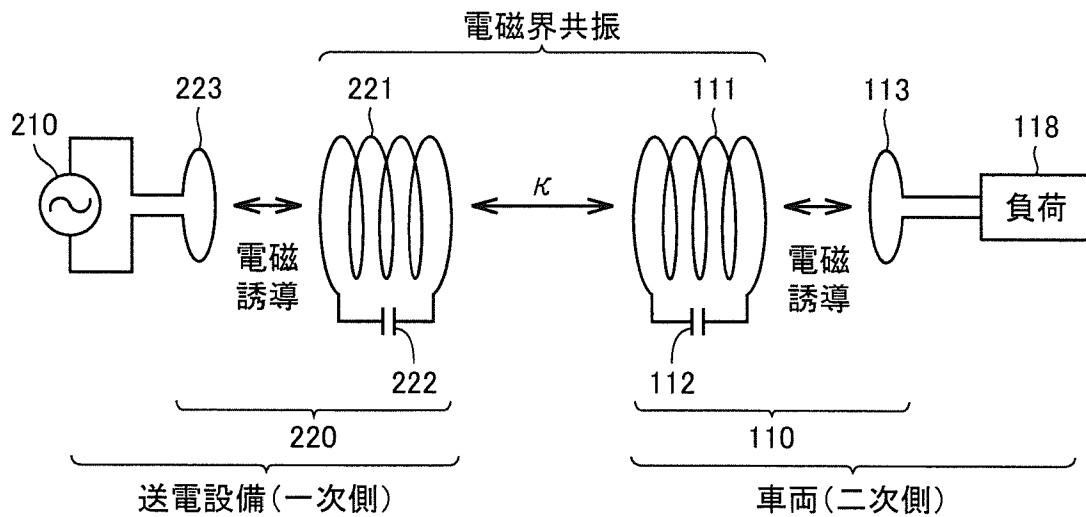
[図4]

図4



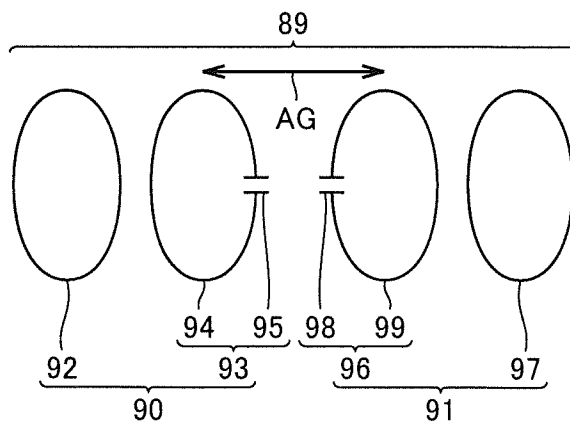
[図5]

図5



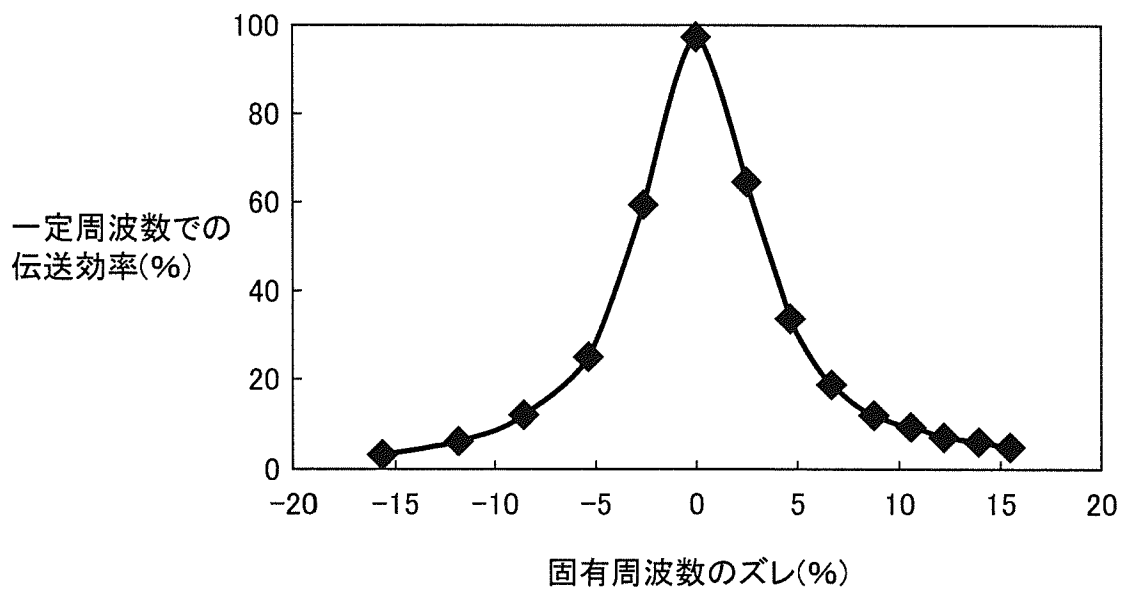
[図6]

図6



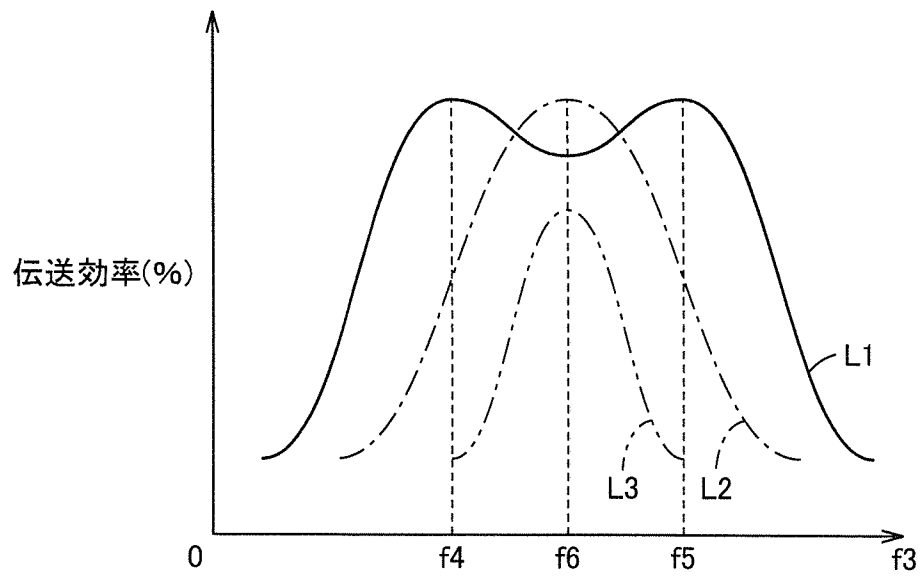
[図7]

図7



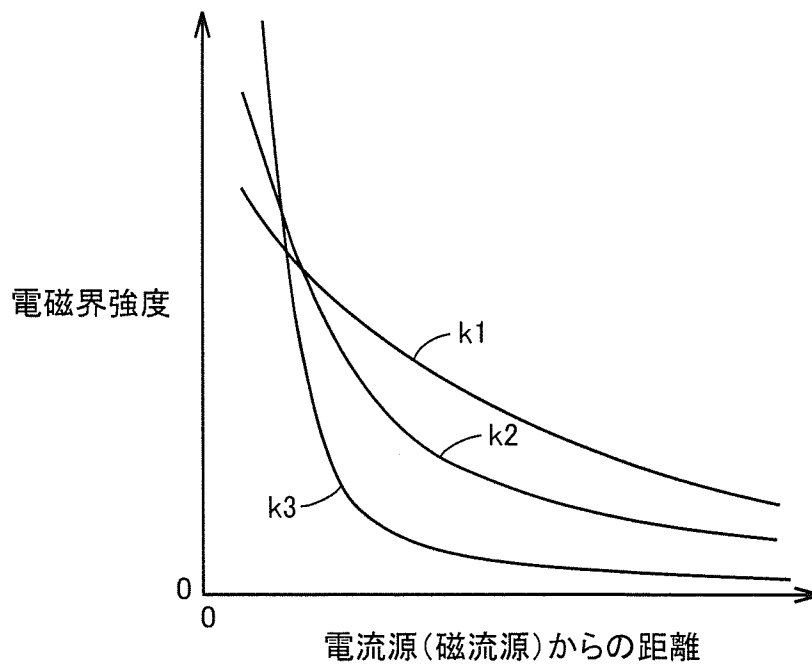
[図8]

図8



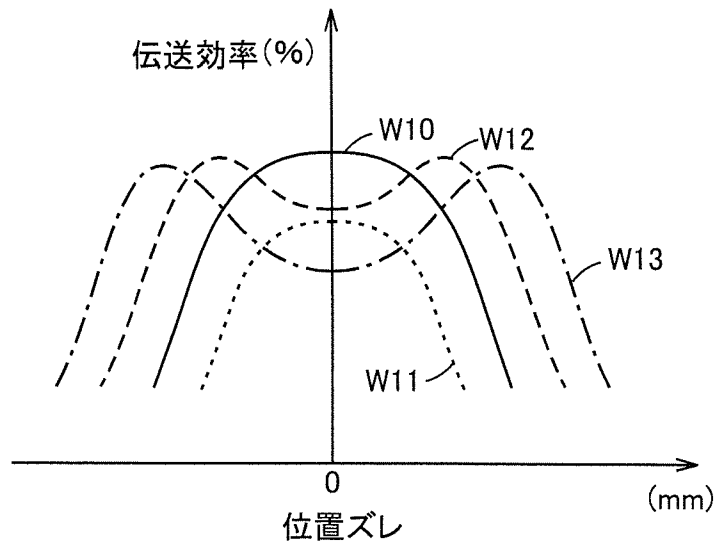
[図9]

図9



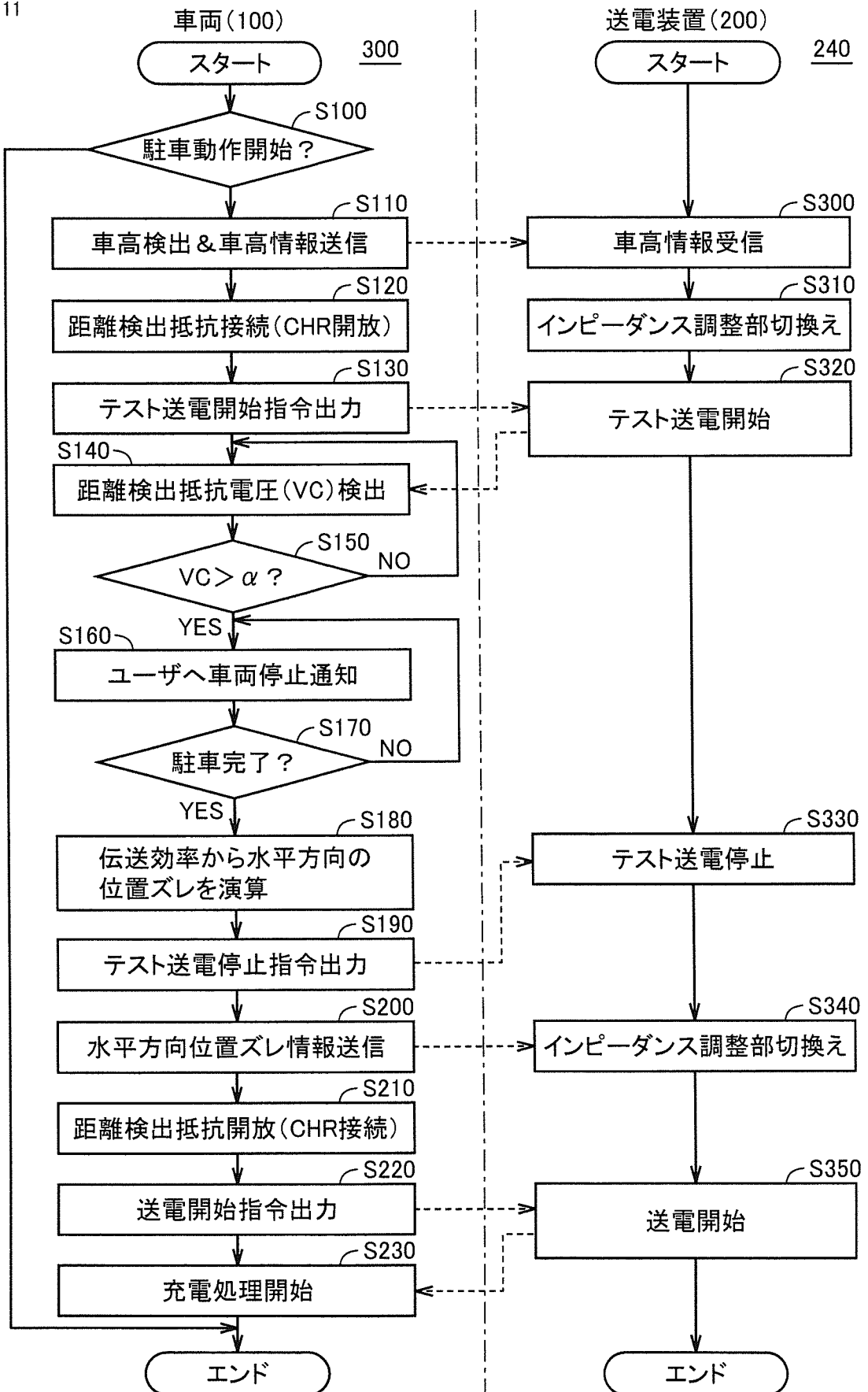
[図10]

図10

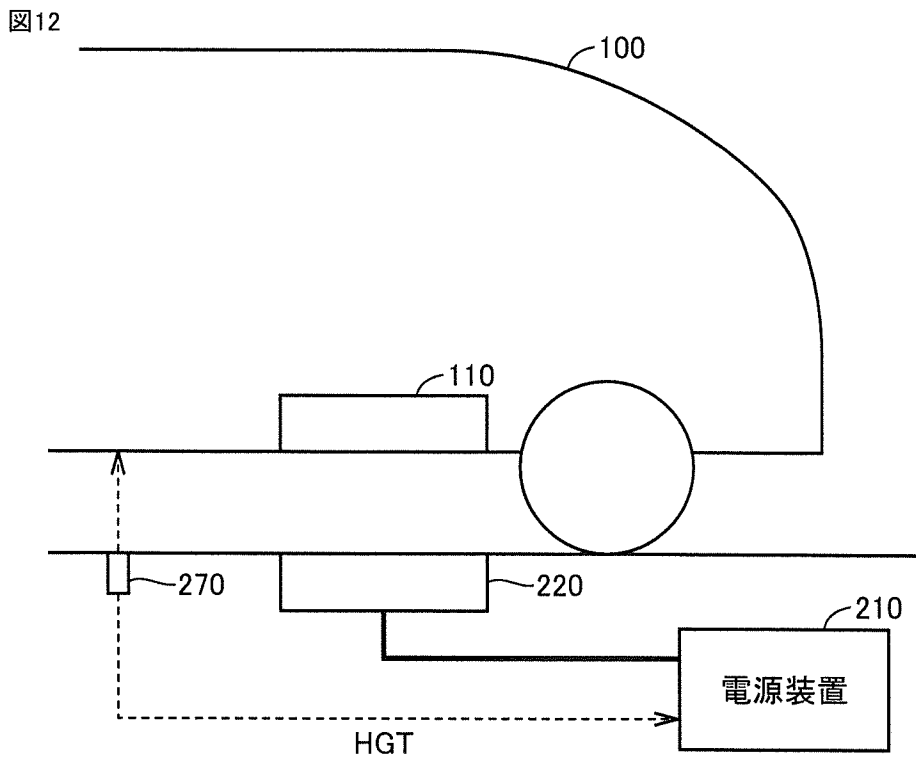


[図11]

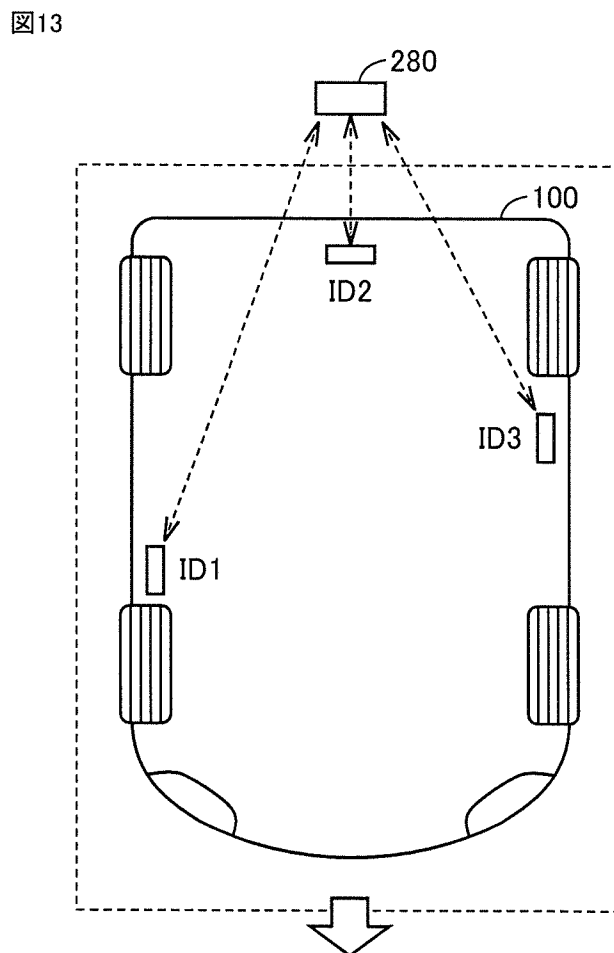
図11



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/073445

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H02J17/00(2006.01) i, B60L3/00(2006.01) i, B60L11/18(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) H02J17/00, H02J7/00, H01M10/42-10/48, B60L3/00, B60L11/18		
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 1996-2013 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013		
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 A	JP 2012-34468 A (Toyota Industries Corp.), 16 February 2012 (16.02.2012), paragraphs [0007] to [0009], [0011] to [0027], [0030], [0033]; fig. 1 & US 2012/0025761 A1	1, 4-13 2, 3
Y A	JP 2012-135109 A (Yazaki Corp.), 12 July 2012 (12.07.2012), paragraphs [0006] to [0016], [0018], [0019], [0022] to [0045]; fig. 1 to 6 & WO 2012/086625 A1	1, 4-13 2, 3
Y A	JP 2010-239769 A (Fujitsu Ltd.), 21 October 2010 (21.10.2010), paragraphs [0053] to [0062]; fig. 2 & US 2010/0244580 A1	6, 7 2, 3
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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 20 May, 2013 (20.05.13)		Date of mailing of the international search report 28 May, 2013 (28.05.13)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/073445

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	WO 2011/093292 A1 (Equos Research Co., Ltd.), 04 August 2011 (04.08.2011), paragraphs [0035] to [0041], [0046]; fig. 5 to 7 & JP 2011-155732 A & CN 102725940 A	6,7 2,3
Y A	WO 2011/132272 A1 (Toyota Motor Corp.), 27 October 2011 (27.10.2011), paragraphs [0023], [0025] to [0027], [0054] to [0062], [0072] to [0075], [0078]; fig. 1 to 9 & US 2013/0030615 A1 & CN 102300744 A	8 2,3

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H02J17/00(2006.01)i, B60L3/00(2006.01)i, B60L11/18(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. H02J17/00, H02J7/00, H01M10/42-10/48, B60L3/00, B60L11/18		
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 1971-2013年 日本国実用新案登録公報 1996-2013年 日本国登録実用新案公報 1994-2013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 A	JP 2012-34468 A (株式会社豊田自動織機) 2012.02.16, 段落【0007】-【0009】,【0011】-【0027】,【0030】,【0033】, 第1図 & US 2012/0025761 A1	1,4-13 2,3
Y A	JP 2012-135109 A (矢崎総業株式会社) 2012.07.12, 段落【0006】-【0016】,【0018】,【0019】,【0022】-【0045】, 第1-6図 & WO 2012/086625 A1	1,4-13 2,3
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 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		
国際調査を完了した日 20.05.2013	国際調査報告の発送日 28.05.2013	
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) 早川 卓哉 電話番号 03-3581-1101 内線 3568	5 T 9 2 9 5

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
Y A	JP 2010-239769 A (富士通株式会社) 2010.10.21, 段落【0053】 －【0062】, 第2図 & US 2010/0244580 A1	6,7 2,3
Y A	WO 2011/093292 A1 (株式会社エクォス・リサーチ) 2011.08.04, 段落 [0035]－[0041], [0046], 第5－7図 & JP 2011-155732 A & CN 102725940 A	6,7 2,3
Y A	WO 2011/132272 A1 (トヨタ自動車株式会社) 2011.10.27, 段落 [0023], [0025]－[0027], [0054]－ [0062], [0072]－[0075], [0078], 第1－9図 & US 2013/0030615 A1 & CN 102300744 A	8 2,3