

(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  
2012年6月28日(28.06.2012)



(10) 国際公開番号  
WO 2012/086051 A1

- (51) 国際特許分類:  
H02J 17/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/073323
- (22) 国際出願日: 2010年12月24日(24.12.2010)
- (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, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア

[続葉有]

(54) Title: CONTACTLESS POWER SUPPLY SYSTEM, VEHICLE, POWER SUPPLY FACILITY, AND CONTACTLESS POWER SUPPLY SYSTEM CONTROL METHOD

(54) 発明の名称: 非接触給電システム、車両、給電設備および非接触給電システムの制御方法

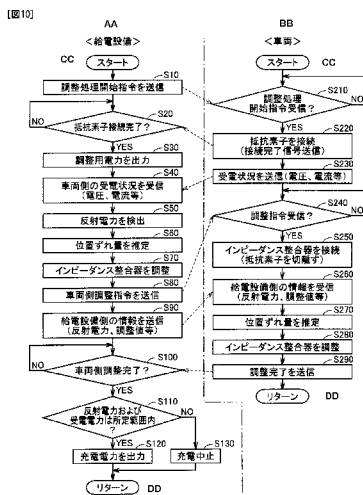


FIG. 10.  
 S10 TRANSMIT ADJUSTMENT-INITIATION COMMAND  
 S20 CONNECTION OF RESISTANCE ELEMENT COMPLETED?  
 S30 SUPPLY ELECTRICAL POWER FOR ADJUSTMENT  
 S40 RECEIVE VEHICLE-SIDE RECEIVED ELECTRICAL POWER STATUS (VOLTAGE, CURRENT, ETC.)  
 S50 DETECT REFLECTED ELECTRICAL POWER  
 S60 ESTIMATE POSITION ABERRATION  
 S70 ADJUST IMPEDANCE-MATCHING BOX  
 S80 TRANSMIT VEHICLE-SIDE ADJUSTMENT COMMAND  
 S90 TRANSMIT INFORMATION ON POWER SUPPLY FACILITY SIDE (REFLECTED ELECTRICAL POWER, ADJUSTMENT VALUE, ETC.)  
 S100 ADJUSTMENT ON VEHICLE SIDE COMPLETED?  
 S110 REFLECTED ELECTRICAL POWER AND RECEIVED ELECTRICAL POWER WITHIN THE PRESCRIBED RANGE?  
 S120 OUTPUT CHARGING POWER  
 S130 STOP CHARGING  
 S210 ADJUSTMENT-INITIATION COMMAND RECEIVED?  
 S220 CONNECT RESISTANCE ELEMENT (TRANSMIT CONNECTION-COMPLETION SIGNAL)  
 S230 RECEIVE STATE OF RECEIVED ELECTRICAL POWER (VOLTAGE, CURRENT, ETC.)  
 S240 ADJUSTMENT COMMAND RECEIVED?  
 S250 CONNECT IMPEDANCE-MATCHING BOX (DISCONNECT RESISTANCE ELEMENT)  
 S260 RECEIVE INFORMATION ON POWER SUPPLY FACILITY SIDE (REFLECTED ELECTRICAL POWER, ADJUSTMENT VALUE, ETC.)  
 S270 ESTIMATE POSITION ABERRATION  
 S280 ADJUST IMPEDANCE-MATCHING BOX  
 S290 TRANSMIT ADJUSTMENT-COMPLETION  
 AA POWER SUPPLY FACILITY  
 BB VEHICLE  
 CC START  
 DD RETURN

(57) Abstract: When an impedance adjustment process for a resonant system is initiated, a power supply facility supplies electrical power for adjustment (S30). Then, the ECU of the power supply facility adjusts an impedance-matching box provided therein (S70) and, upon completion of this adjustment, transmits an adjustment command to a vehicle for prompting adjustment on the vehicle side (S80). When the vehicle receives the adjustment command from the power supply facility (YES at S240), the impedance-matching box provided therein (S280) is adjusted. More specifically, in this contactless power supply system, adjustment on the vehicle side is performed once impedance adjustment has been carried out in the power supply facility.

(57) 要約: 共鳴系のインピーダンス調整処理が開始されると、給電設備は、調整用電力を出力する (S30)。そして、給電設備のECUは、給電設備に設けられるインピーダンス整合器を調整し (S70)、その調整が終了すると、車両側の調整を指示する調整指令を車両へ送信する (S80)。車両は、給電設備から調整指令を受信すると (S240にてYES)、車両に設けられるインピーダンス整合器を調整する (S280)。すなわち、この非接触給電システムにおいては、給電設備においてインピーダンスの調整を行ってから車両側の調整が行なわれる。

WO 2012/086051 A1

(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ 添付公開書類:  
(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).  
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

発明の名称：

非接触給電システム、車両、給電設備および非接触給電システムの制御方法

### 技術分野

[0001] この発明は、非接触給電システム、車両、給電設備および非接触給電システムの制御方法に関し、特に、送電ユニットと受電ユニットとが電磁場を介して共鳴することにより非接触で給電を行なう非接触給電に関する。

### 背景技術

[0002] 環境に配慮した車両として、電気自動車やハイブリッド自動車などの電動車両が大きく注目されている。これらの車両は、走行駆動力を発生する電動機と、その電動機に供給される電力を蓄える再充電可能な蓄電装置とを搭載する。なお、ハイブリッド自動車は、電動機とともに内燃機関をさらに動力源として搭載した自動車や、車両駆動用の直流電源として蓄電装置とともに燃料電池をさらに搭載した自動車等である。

[0003] ハイブリッド自動車においても、電気自動車と同様に、車両外部の電源から車載の蓄電装置を充電可能な車両が知られている。たとえば、家屋に設けられた電源コンセントと車両に設けられた充電口とを充電ケーブルで接続することにより、一般家庭の電源から蓄電装置を充電可能ないわゆる「プラグイン・ハイブリッド自動車」が知られている。

[0004] 一方、送電方法として、電源コードや送電ケーブルを用いないワイヤレス送電が近年注目されている。このワイヤレス送電技術としては、有力なものとして、電磁誘導を用いた送電、マイクロ波を用いた送電、および共鳴法による送電の3つの技術が知られている。

[0005] このうち、共鳴法は、一对の共鳴器（たとえば一对のコイル）を電磁場（近接場）において共鳴させ、電磁場を介して送電する非接触の送電技術であり、数kWの大電力を比較的長距離（たとえば数m）送電することも可能で

ある。

[0006] 特開2010-141976号公報（特許文献1）は、共鳴法により車両へ非接触で送電する非接触電力伝送装置を開示する。この非接触電力伝送装置は、交流電源と、交流電源に接続された一次コイルと、一次側共鳴コイルと、二次側共鳴コイルと、負荷（二次電池）が接続された二次コイルとを備え、交流電源と一次コイルとの間に設けられたインピーダンス可変回路をさらに備える。一次コイル、一次側共鳴コイル、二次側共鳴コイル、二次コイルおよび負荷は、共鳴系を構成する。そして、共鳴周波数における共鳴系の入力インピーダンスと、一次コイルより交流電源側のインピーダンスとが合うように、インピーダンス可変回路のインピーダンスが調整される。

[0007] また、特開2010-141977号公報（特許文献2）に記載の非接触電力伝送装置は、交流電源と、交流電源に接続された一次コイルと、一次側共鳴コイルと、二次側共鳴コイルと、負荷（二次電池）が接続された二次コイルとを備え、二次コイルと負荷との間に設けられたインピーダンス可変回路をさらに備える。一次コイル、一次側共鳴コイル、二次側共鳴コイル、二次コイル、負荷およびインピーダンス可変回路は、共鳴系を構成する。交流電源は、共鳴系の共鳴周波数に等しい周波数で交流電圧を出力する。そして、共鳴系の入力インピーダンスの変化を抑制するように、インピーダンス可変回路のインピーダンスが調整される。

[0008] これらの非接触電力伝送装置によれば、共鳴コイル間の距離や電力を受け取る負荷が変化しても、交流電源の周波数を変更することなく交流電源から負荷へ効率よく電力を供給することができる（特許文献1、2参照）。

## 先行技術文献

### 特許文献

[0009] 特許文献1：特開2010-141976号公報

特許文献2：特開2010-141977号公報

特許文献3：特開2010-119246号公報

### 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

- [0010] 一次側共鳴コイルに対して二次側共鳴コイルの位置ずれが生じると、コイル間の距離が変化することにより共鳴系のインピーダンスが変化し、給電設備から車両への送電効率が低下する。特開2010-141976号公報に開示される非接触電力伝送装置では、給電設備側（一次側）にインピーダンス可変回路が設けられ、共鳴系と電源装置とのインピーダンス整合が図られる。一方、特開2010-141977号公報に開示される非接触電力伝送装置では、受電装置側（二次側）にインピーダンス可変回路が設けられ、インピーダンス整合が図られる。
- [0011] しかしながら、上記の非接触電力伝送装置では、一次側および二次側のいずれか一方にしかインピーダンス可変回路が設けられていないので、インピーダンスの調整範囲が限定される。そこで、一次側および二次側の双方にインピーダンス可変回路を設けることが考えられるが、その場合のインピーダンスの調整方法について、上記公報に具体的な記載はない。
- [0012] それゆえに、この発明の目的は、一次側および二次側の双方にインピーダンス可変回路を備える非接触給電システムにおけるインピーダンスの調整手法を提供することである。

## 課題を解決するための手段

- [0013] この発明によれば、非接触給電システムは、給電設備と、給電設備から非接触で受電する受電装置とを備える。給電設備は、電源装置と、送電ユニットと、第1のインピーダンス可変装置と、第1の制御装置とを含む。電源装置は、所定の周波数を有する電力を発生する。送電ユニットは、電源装置から電力を受け、受電装置と電磁場を介して共鳴することにより受電装置へ非接触で送電する。第1のインピーダンス可変装置は、電源装置と送電ユニットとの間に設けられる。第1の制御装置は、第1のインピーダンス可変装置を調整する。受電装置は、受電ユニットと、負荷と、第2のインピーダンス可変装置と、第2の制御装置とを含む。受電ユニットは、送電ユニットと電磁場を介して共鳴することにより送電ユニットから非接触で受電する。負荷

は、受電ユニットにより受電された電力を受ける。第2のインピーダンス可変装置は、受電ユニットと負荷との間に設けられる。第2の制御装置は、第2のインピーダンス可変装置を調整する。そして、第1の制御装置は、受電装置における第2のインピーダンス可変装置の調整に先立って第1のインピーダンス可変装置を調整する。第2の制御装置は、第1の制御装置による第1のインピーダンス可変装置の調整後、第2のインピーダンス可変装置を調整する。

[0014] 好ましくは、給電設備は、第1の通信装置をさらに含む。受電装置は、第1の通信装置と通信可能な第2の通信装置をさらに含む。第2の通信装置は、受電装置側の情報を給電設備へ送信する。第1の制御装置は、第1の通信装置によって受信される受電装置側の情報を利用して第1のインピーダンス可変装置を調整する。第1の通信装置は、給電設備側の情報を受電装置へ送信する。第2の制御装置は、第2の通信装置によって受信される給電設備側の情報を利用して第2のインピーダンス可変装置を調整する。

[0015] さらに好ましくは、第1の制御装置は、受電装置側の情報に基づき推定される、送電ユニットに対する受電ユニットの位置ずれ量に基づいて第1のインピーダンス可変装置を調整する。第1の通信装置は、推定された位置ずれ量を受電装置へ送信する。第2の制御装置は、第2の通信装置によって受信される位置ずれ量に基づいて第2のインピーダンス可変装置を調整する。

[0016] 好ましくは、受電装置は、抵抗素子と、切替装置とをさらに含む。抵抗素子は、第1および第2のインピーダンス可変装置の調整時に受電ユニットと第2のインピーダンス可変装置との間の電力線対間に電氣的に接続される。切替装置は、第1および第2のインピーダンス可変装置の調整時に、電力線対間に抵抗素子を電氣的に接続し、かつ、第2のインピーダンス可変装置を受電ユニットから電氣的に切離す。

[0017] また、好ましくは、受電装置は、整流器と、抵抗素子と、切替装置とをさらに含む。整流器は、第2のインピーダンス可変装置と負荷との間に設けられ、受電ユニットにより受電された電力を整流する。抵抗素子は、第1およ

び第2のインピーダンス可変装置の調整時に整流器と負荷との間の電力線対間に電氣的に接続される。切替装置は、第1および第2のインピーダンス可変装置の調整時に、電力線対間に抵抗素子を電氣的に接続し、かつ、整流器から負荷を電氣的に切離す。

[0018] 好ましくは、送電ユニットは、一次自己共振コイルを含む。受電ユニットは、二次自己共振コイルを含む。一次自己共振コイルは、電源装置から電力を受けて電磁場を発生する。二次自己共振コイルは、電磁場を介して一次自己共振コイルと共鳴することにより一次自己共振コイルから受電する。

[0019] また、好ましくは、送電ユニットは、一次コイルと、一次自己共振コイルとを含む。受電ユニットは、二次自己共振コイルと、二次コイルとを含む。一次コイルは、電源装置から電力を受ける。一次自己共振コイルは、一次コイルから電磁誘導により給電され、電磁場を発生する。受電ユニットは、二次自己共振コイルと、二次コイルとを含む。二次自己共振コイルは、電磁場を介して一次自己共振コイルと共鳴することにより一次自己共振コイルから受電する。二次コイルは、二次自己共振コイルによって受電された電力を電磁誘導により取出して出力する。

[0020] 好ましくは、受電装置は、車両に搭載される。

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

[0021] 好ましくは、車両は、給電設備と通信可能な通信装置をさらに備える。制

御装置は、通信装置によって受信される給電設備側の情報を利用して第2のインピーダンス可変装置を調整する。

[0022] さらに好ましくは、制御装置は、送電ユニットに対する受電ユニットの位置ずれ量に基づいて第2のインピーダンス可変装置を調整する。

[0023] 好ましくは、車両は、抵抗素子と、切替装置とをさらに備える。抵抗素子は、第1および第2のインピーダンス可変装置の調整時に受電ユニットと第2のインピーダンス可変装置との間の電力線対間に電氣的に接続される。切替装置は、第1および第2のインピーダンス可変装置の調整時に、電力線対間に抵抗素子を電氣的に接続し、かつ、第2のインピーダンス可変装置を受電ユニットから電氣的に切離す。

[0024] また、好ましくは、車両は、整流器と、抵抗素子と、切替装置とをさらに備える。整流器は、第2のインピーダンス可変装置と負荷との間に設けられ、受電ユニットにより受電された電力を整流する。抵抗素子は、第1および第2のインピーダンス可変装置の調整時に整流器と負荷との間の電力線対間に電氣的に接続される。切替装置は、第1および第2のインピーダンス可変装置の調整時に、電力線対間に抵抗素子を電氣的に接続し、かつ、整流器から負荷を電氣的に切離す。

[0025] 好ましくは、送電ユニットは、一次自己共振コイルを含む。受電ユニットは、二次自己共振コイルを含む。一次自己共振コイルは、電源装置から電力を受けて電磁場を発生する。二次自己共振コイルは、電磁場を介して一次自己共振コイルと共鳴することにより一次自己共振コイルから受電する。

[0026] また、好ましくは、送電ユニットは、一次コイルと、一次自己共振コイルとを含む。受電ユニットは、二次自己共振コイルと、二次コイルとを含む。一次コイルは、電源装置から電力を受ける。一次自己共振コイルは、一次コイルから電磁誘導により給電され、電磁場を発生する。二次自己共振コイルは、電磁場を介して一次自己共振コイルと共鳴することにより一次自己共振コイルから受電する。二次コイルは、二次自己共振コイルによって受電された電力を電磁誘導により取出して出力する。

- [0027] また、この発明によれば、給電設備は、受電装置へ非接触で送電可能な給電設備である。受電装置は、第1のインピーダンス可変装置を含む。第1のインピーダンス可変装置は、受電ユニットと受電ユニットにより受電された電力を受ける負荷との間に設けられる。給電設備は、電源装置と、送電ユニットと、第2のインピーダンス可変装置と、制御装置とを備える。電源装置は、所定の周波数を有する電力を発生する。送電ユニットは、電源装置から電力を受け、受電装置と電磁場を介して共鳴することにより受電装置へ非接触で送電する。第2のインピーダンス可変装置は、電源装置と送電ユニットとの間に設けられる。制御装置は、第2のインピーダンス可変装置を調整する。そして、制御装置は、受電装置における第1のインピーダンス可変装置の調整に先立って第2のインピーダンス可変装置を調整する。
- [0028] 好ましくは、給電設備は、受電装置と通信可能な通信装置をさらに備える。制御装置は、通信装置によって受信される受電装置側の情報を利用して第2のインピーダンス可変装置を調整する。
- [0029] さらに好ましくは、制御装置は、受電装置側の情報に基づき推定される、送電ユニットに対する受電ユニットの位置ずれ量に基づいて第2のインピーダンス可変装置を調整する。
- [0030] 好ましくは、送電ユニットは、一次自己共振コイルを含む。受電ユニットは、二次自己共振コイルを含む。一次自己共振コイルは、電源装置から電力を受けて電磁場を発生する。二次自己共振コイルは、電磁場を介して一次自己共振コイルと共鳴することにより一次自己共振コイルから受電する。
- [0031] また、好ましくは、送電ユニットは、一次コイルと、一次自己共振コイルとを含む。受電ユニットは、二次自己共振コイルと、二次コイルとを含む。一次コイルは、電源装置から電力を受ける。一次自己共振コイルは、一次コイルから電磁誘導により給電され、電磁場を発生する。二次自己共振コイルは、電磁場を介して一次自己共振コイルと共鳴することにより一次自己共振コイルから受電する。二次コイルは、二次自己共振コイルによって受電された電力を電磁誘導により取出して出力する。

[0032] また、この発明によれば、制御方法は、給電設備から受電装置へ非接触で給電する非接触給電システムの制御方法である。給電設備は、電源装置と、送電ユニットと、第1のインピーダンス可変装置とを備える。電源装置は、所定の周波数を有する電力を発生する。送電ユニットは、電源装置から電力を受け、受電装置と電磁場を介して共鳴することにより受電装置へ非接触で送電する。第1のインピーダンス可変装置は、電源装置と送電ユニットとの間に設けられる。また、受電装置は、受電ユニットと、負荷と、第2のインピーダンス可変装置とを備える。受電ユニットは、送電ユニットと電磁場を介して共鳴することにより送電ユニットから非接触で受電する。負荷は、受電ユニットにより受電された電力を受ける。第2のインピーダンス可変装置は、受電ユニットと負荷との間に設けられる。そして、制御方法は、第2のインピーダンス可変装置の調整に先立って第1のインピーダンス可変装置を調整するステップと、第1のインピーダンス可変装置の調整後、第2のインピーダンス可変装置を調整するステップとを含む。

### 発明の効果

[0033] この発明においては、給電設備および受電装置は、それぞれ第1および第2のインピーダンス可変装置を含む。これにより、給電設備および受電装置のいずれか一方にしかインピーダンス可変装置が設けられない場合よりもインピーダンスの調整範囲が広がる。そして、受電装置における第2のインピーダンス可変装置の調整に先立って、給電設備において第1のインピーダンス可変装置が調整され、第1の制御装置による第1のインピーダンス可変装置の調整後、第2のインピーダンス可変装置が調整される。これにより、給電設備において反射電力が抑制される。

[0034] したがって、この発明によれば、インピーダンスの調整範囲が広がることによって送電効率が向上し得るとともに、給電設備において反射電力が抑制されることによって電源装置の損傷を防止することができる。

### 図面の簡単な説明

[0035] [図1]この発明の実施の形態1による非接触給電システムの全体構成図である

。

[図2]インピーダンス整合器の回路構成の一例を示した回路図である。

[図3]共鳴法による送電の原理を説明するための図である。

[図4]給電設備のECUの機能ブロック図である。

[図5]受電電圧および反射電力と、位置ずれ量との関係を示した図である。

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

[図7]車両のECUの機能ブロック図である。

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

[図9]位置ずれ量と車両におけるインピーダンス整合器の調整値との関係についての一例を示した図である。

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

[図11]実施の形態2における車両のECUの機能ブロック図である。

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

[図13]実施の形態3による非接触給電システムの全体構成図である。

### 発明を実施するための形態

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

[0038] 給電設備100は、電源装置110と、電力センサ115と、インピーダンス整合器120と、一次コイル130と、一次自己共振コイル140と、

コンデンサ150と、電子制御ユニット（以下「ECU」と称する。）160と、通信装置170とを含む。

- [0039] 電源装置110は、所定の周波数を有する電力を発生する。一例として、電源装置110は、図示されない系統電源から電力を受け、1MHz~10数MHzの所定の周波数を有する電力を発生する。電源装置110は、ECU160から受ける指令に従って、電力の発生および停止ならびに出力電力を制御する。
- [0040] 電力センサ115は、電源装置110における進行波電力および反射電力を検出し、それらの各検出値をECU160へ出力する。なお、進行波電力は、電源装置110から出力される電力である。また、反射電力は、電源装置110から出力された電力が反射して電源装置110へ戻った電力である。なお、この電力センサ115には、電源装置における進行波電力および反射電力を検出可能な種々の公知のセンサを用いることができる。
- [0041] インピーダンス整合器120は、電源装置110と一次コイル130との間に設けられ、内部のインピーダンスを変更可能に構成される。インピーダンス整合器120は、ECU160から受ける指令に従ってインピーダンスを変更することにより、一次コイル130、一次自己共振コイル140およびコンデンサ150、ならびに車両200の二次自己共振コイル210、コンデンサ220および二次コイル230（後述）を含む共鳴系の入力インピーダンスを電源装置110の出力インピーダンスと整合させる。
- [0042] 図2は、インピーダンス整合器120の回路構成の一例を示した回路図である。図2を参照して、インピーダンス整合器120は、可変コンデンサ122、124と、コイル126とを含む。可変コンデンサ122は、電源装置110（図1）に並列に接続される。可変コンデンサ124は、一次コイル130（図1）に並列に接続される。コイル126は、電源装置110と一次コイル130との間に配設される電力線対の一方において、可変コンデンサ122、124の接続ノード間に接続される。
- [0043] このインピーダンス整合器120においては、ECU160（図1）から

受ける指令に従って可変コンデンサ 122, 124 の少なくとも一方の容量が変更されることにより、インピーダンスが変化する。これにより、インピーダンス整合器 120 は、ECU 160 から受ける指令に従って、共鳴系の入力インピーダンスを電源装置 110 の出力インピーダンスと整合させる。

[0044] なお、特に図示しないが、コイル 126 を可変コイルで構成し、可変コイルのインダクタンスを変更することによってインピーダンスを変更可能としてもよい。

[0045] 再び図 1 を参照して、一次コイル 130 は、一次自己共振コイル 140 と所定の間隔をおいて一次自己共振コイル 140 と略同軸上に配設される。一次コイル 130 は、電磁誘導により一次自己共振コイル 140 と磁氣的に結合し、電源装置 110 から供給される高周波電力を電磁誘導により一次自己共振コイル 140 へ供給する。

[0046] 一次自己共振コイル 140 は、一次コイル 130 から電磁誘導により電力を受け、車両 200 に搭載される二次自己共振コイル 210 (後述) と電磁場を介して共鳴することにより二次自己共振コイル 210 へ送電する。なお、一次自己共振コイル 140 には、コンデンサ 150 が設けられる。コンデンサ 150 は、たとえば一次自己共振コイル 140 の両端部間に接続される。そして、Q 値 (たとえば、 $Q > 100$ ) および結合度  $k$  等が大きくなるように一次自己共振コイル 140 のコイル径および巻数ならびにコンデンサ 150 の容量が適宜設計される。

[0047] なお、一次コイル 130 は、電源装置 110 から一次自己共振コイル 140 への給電を容易にするために設けられるものであり、一次コイル 130 を設けずに一次自己共振コイル 140 に電源装置 110 を直接接続してもよい。また、一次自己共振コイル 140 の浮遊容量を利用して、コンデンサ 150 を設けない構成としてもよい。

[0048] ECU 160 は、給電設備 100 から車両 200 への給電時、反射電力および進行波電力の検出値を電力センサ 115 から受け、通信装置 170 により受信される車両 200 側の受電状況を受ける。なお、車両 200 の受電状

況には、車両 200 における受電電圧や受電電流、受電電力等の情報が含まれる。そして、ECU 160 は、予め記憶されたプログラムを CPU (Central Processing Unit) で実行することによるソフトウェア処理および／または専用の電子回路によるハードウェア処理により、所定の処理を実行する。

[0049] 具体的には、ECU 160 は、電源装置 110 の動作を制御する。また、ECU 160 は、給電設備 100 による車両 200 の蓄電装置 280 (後述) の充電に先立ち、インピーダンス整合器 120 のインピーダンスを調整する。そして、インピーダンス整合器 120 の調整が終了すると、ECU 160 は、続いて車両 200 側においてインピーダンス整合器 250 (後述) の調整開始を指示する指令を通信装置 170 によって車両 200 へ送信する。なお、ECU 160 は、インピーダンス整合器 120 の調整値や反射電力の検出値等、車両 200 のインピーダンス整合器 250 の調整に必要な情報も通信装置 170 によって車両 200 へ送信する。

[0050] なお、ECU 160 は、一次自己共振コイル 140 に対する二次自己共振コイル 210 の位置ずれ量 (以下、単に「位置ずれ量」と称する。) を推定し、その推定された位置ずれ量に基づいて、インピーダンス整合器 120 のインピーダンスを調整する。位置ずれ量の推定方法については、ECU 160 は、車両 200 の受電状況および電源装置 110 への反射電力に基づいて位置ずれ量を推定する。なお、一次自己共振コイル 140 と二次自己共振コイル 210 とは中心軸が互いに平行になるように配設され、一次自己共振コイル 140 の中心軸に対する二次自己共振コイル 210 の中心軸のオフセット量を「位置ずれ量」と称する。ECU 160 によるこれらの処理については、後ほど詳しく説明する。

[0051] 通信装置 170 は、車両 200 と通信を行なうための通信インターフェースである。通信装置 170 によって、位置ずれ量の推定およびインピーダンス調整を含む一連の処理 (以下、単に「調整処理」とも称する。) の開始を指示する指令や、車両 200 側の調整開始を指示する指令、インピーダンス

整合器 120 の調整値や反射電力等の給電設備 100 側の情報、蓄電装置 280 を充電するための本格的な給電の開始を指示する指令等が車両 200 へ送信される。また、通信装置 170 によって、車両 200 側の受電状況や蓄電装置 280 の充電状態（以下「SOC (State of Charge)」とも称する。）、車両 200 側の調整完了を示す信号等を車両 200 から受信する。

[0052] 一方、車両 200 は、二次自己共振コイル 210 と、コンデンサ 220 と、二次コイル 230 と、切替装置 240 と、インピーダンス整合器 250 と、整流器 260 と、充電器 270 と、蓄電装置 280 と、動力出力装置 285 とを含む。また、車両 200 は、ECU 290 と、通信装置 300 と、電圧センサ 310 と、電流センサ 312 とをさらに含む。

[0053] 二次自己共振コイル 210 は、給電設備 100 の一次自己共振コイル 140 と電磁場を介して共鳴することにより一次自己共振コイル 140 から受電する。なお、二次自己共振コイル 210 には、コンデンサ 220 が設けられる。コンデンサ 220 は、たとえば二次自己共振コイル 210 の両端部間に接続される。そして、Q 値（たとえば、 $Q > 100$ ）および結合度  $\kappa$  等が大きくなるように二次自己共振コイル 210 のコイル径および巻数ならびにコンデンサ 220 の容量が適宜設計される。

[0054] 二次コイル 230 は、二次自己共振コイル 210 と所定の間隔をおいて二次自己共振コイル 210 と略同軸上に配設される。二次コイル 230 は、電磁誘導により二次自己共振コイル 210 と磁氣的に結合可能であり、二次自己共振コイル 210 によって受電された電力を電磁誘導により取出して切替装置 240 へ出力する。

[0055] なお、二次コイル 230 は、二次自己共振コイル 210 からの電力の取出しを容易にするために設けられるものであり、二次コイル 230 を設けずに二次自己共振コイル 210 に切替装置 240 を直接接続してもよい。また、二次自己共振コイル 210 の浮遊容量を利用して、コンデンサ 220 を設けない構成としてもよい。

[0056] 切替装置 240 は、二次コイル 230 とインピーダンス整合器 250 との

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

[0057] そして、給電設備 100 による蓄電装置 280 の充電時、リレー 242, 244 はそれぞれオン, オフされる。一方、調整処理時においては、給電設備 100 においてインピーダンス整合器 120 の調整が行なわれているとき、リレー 242, 244 はそれぞれオフ, オンされる。これにより、蓄電装置 280 の SOC によってインピーダンスが変動する車両 200 の負荷が共鳴系から切離され、給電設備 100 においてインピーダンスの調整を安定的に行なうことができる。給電設備 100 においてインピーダンスの調整が終了し、車両 200 側の調整開始を指示する指令を給電設備 100 から受けると、リレー 242, 244 はそれぞれオン, オフされる。これにより、インピーダンス整合器 250 が共鳴系に電氣的に接続される。

[0058] インピーダンス整合器 250 は、切替装置 240 と整流器 260 との間に設けられ、内部のインピーダンスを変更可能に構成される。インピーダンス整合器 250 は、ECU 290 から受ける指令に従ってインピーダンスを変更することにより、共鳴系の入力インピーダンスを電源装置 110 の出力インピーダンスと整合させる。なお、このインピーダンス整合器 250 の構成も、図 2 に示した給電設備 100 のインピーダンス整合器 120 と同じである。

[0059] 整流器 260 は、二次コイル 230 から出力される電力（交流）を整流する。充電器 270 は、整流器 260 から出力される直流電力を蓄電装置 280 の充電電圧に電圧変換して蓄電装置 280 へ出力する。蓄電装置 280 は、再充電可能な直流電源であり、たとえばリチウムイオンやニッケル水素などの二次電池から成る。蓄電装置 280 は、充電器 270 から受ける電力を蓄えるほか、動力出力装置 285 によって発電される回生電力も蓄える。そ

して、蓄電装置 280 は、その蓄えた電力を動力出力装置 285 へ供給する。なお、蓄電装置 280 として大容量のキャパシタも採用可能である。

[0060] 動力出力装置 285 は、蓄電装置 280 に蓄えられる電力を用いて車両 200 の走行駆動力を発生する。特に図示しないが、動力出力装置 285 は、たとえば、蓄電装置 280 から電力を受けるインバータ、インバータによって駆動されるモータ、モータによって駆動される駆動輪等を含む。なお、動力出力装置 285 は、蓄電装置 280 を充電するための発電機と、発電機を駆動可能なエンジンを含んでもよい。

[0061] 電圧センサ 310 は、二次コイル 230 から出力される電圧 V を検出し、その検出値を ECU 290 へ出力する。電流センサ 312 は、二次コイル 230 から出力される電流 I を検出し、その検出値を ECU 290 へ出力する。

[0062] ECU 290 は、電圧 V および電流 I の検出値をそれぞれ電圧センサ 310 および電流センサ 312 から受ける。また、ECU 290 は、給電設備 100 から送信される各種指令および情報を通信装置 300 から受ける。そして、ECU 290 は、予め記憶されたプログラムを CPU (Central Processing Unit) で実行することによるソフトウェア処理および/または専用の電子回路によるハードウェア処理により、所定の処理を実行する。

[0063] 具体的には、ECU 290 は、給電設備 100 から受ける調整開始指令に従って、インピーダンス整合器 250 のインピーダンスを調整する。そして、インピーダンス整合器 250 の調整が終了すると、ECU 290 は、充電器 270 を制御することによって蓄電装置 280 を充電する。なお、ECU 290 により実行される処理については、後ほど詳しく説明する。通信装置 300 は、給電設備 100 と通信を行なうための通信インターフェースである。

[0064] この非接触給電システムにおいては、一次自己共振コイル 140 および二次自己共振コイル 210 が電磁場を介して共鳴することにより、給電設備 100 から車両 200 への給電が行なわれる。共鳴系の入力インピーダンスを

電源装置 110 の出カインピーダンスと整合させるためのインピーダンス整合器が給電設備 100 および車両 200 の双方に設けられる。そして、インピーダンスの調整について、まず、車両 200 での調整に先立って、給電設備 100 においてインピーダンス整合器 120 のインピーダンスが調整される。そして、インピーダンス整合器 120 の調整が終了すると、車両 200 のインピーダンス整合器 250 の調整開始を指示する指令が給電設備 100 から車両 200 へ送信され、車両 200 においてインピーダンス整合器 250 のインピーダンスが調整される。すなわち、この非接触給電システムにおいては、まず、給電設備 100 においてインピーダンス整合器 120 の調整が実施され、その後、車両 200 においてインピーダンス整合器 250 の調整が実施される。

[0065] 図 3 は、共鳴法による送電の原理を説明するための図である。図 3 を参照して、この共鳴法では、2 つの音叉が共鳴するのと同様に、同じ固有振動数を有する 2 つの LC 共振コイルが電磁場（近接場）において共鳴することによって、一方のコイルから他方のコイルへ電磁場を介して電力が伝送される。

[0066] 具体的には、電源装置 110 に一次コイル 130 を接続し、電磁誘導により一次コイル 130 と磁氣的に結合される一次自己共振コイル 140 へ 1M ~ 10 数 MHz の高周波電力を給電する。一次自己共振コイル 140 は、コンデンサ 150 とともに LC 共振器を形成し、一次自己共振コイル 140 と同じ共振周波数を有する二次自己共振コイル 210 と電磁場（近接場）を介して共鳴する。そうすると、一次自己共振コイル 140 から二次自己共振コイル 210 へ電磁場を介してエネルギー（電力）が移動する。二次自己共振コイル 210 へ移動したエネルギー（電力）は、電磁誘導により二次自己共振コイル 210 と磁氣的に結合される二次コイル 230 によって取出され、整流器 260（図 1）以降の負荷 350 へ供給される。なお、共鳴法による送電は、一次自己共振コイル 140 と二次自己共振コイル 210 との共鳴強度を示す Q 値がたとえば 100 よりも大きいときに実現される。

- [0067] 図4は、給電設備100のECU160の機能ブロック図である。図4を参照して、ECU160は、通信制御部400と、電力制御部410と、位置ずれ量推定部420と、整合器調整部430とを含む。
- [0068] 通信制御部400は、通信装置170（図1）による車両200との通信を制御する。具体的には、通信制御部400は、給電設備100による車両200の蓄電装置280の充電に先立って調整処理の開始指令を車両200へ送信する。また、通信制御部400は、整合器調整部430によるインピーダンス整合器120の調整が終了すると、車両200の調整開始を指示する指令、およびその調整に必要な給電設備100側の情報（インピーダンス整合器120の調整値や反射電力の検出値等）を車両200へ送信する。さらに、通信制御部400は、車両200側の受電状況を車両200から受信する。
- [0069] 電力制御部410は、電源装置110を制御することによって車両200への給電電力を制御する。ここで、調整処理時は、電力制御部410は、蓄電装置280を充電するための本格的な給電時よりも小さい電力（調整用電力）を出力するように電源装置110を制御する。
- [0070] 位置ずれ量推定部420は、車両200から受信した車両200の受電状況に含まれる受電電圧および電力センサ115（図1）により検出される反射電力に基づいて、一次自己共振コイル140に対する二次自己共振コイル210の位置ずれ量 $\delta$ を推定する。
- [0071] 図5は、受電電圧および反射電力と、位置ずれ量 $\delta$ との関係を示した図である。図5を参照して、位置ずれ量 $\delta$ が小さいときは、車両200における受電電圧は高く、給電設備100における反射電力は小さい。一方、位置ずれ量 $\delta$ が大きいときは、受電電圧は低く、反射電力は大きい。
- [0072] そこで、このような受電電圧および反射電力と、位置ずれ量との関係を予め求めてマップ等を作成しておき、そのマップ等を用いて、給電設備100から車両200への送電時に検出される受電電圧および反射電力に基づいて位置ずれ量 $\delta$ が推定される。

- [0073] なお、特に図示しないが、受電電圧に代えて受電電力を用いることもできる。すなわち、位置ずれ量 $\delta$ が小さいときは、車両200における受電電力は大きく、給電設備100における反射電力は小さい。一方、位置ずれ量 $\delta$ が大きいときは、受電電力は小さく、反射電力は大きい。そこで、受電電力および反射電力と、位置ずれ量との関係を予め求めてマップ等を作成しておき、そのマップ等を用いて、給電設備100から車両200への送電時に検出される受電電力および反射電力に基づいて位置ずれ量 $\delta$ を推定してもよい。
- [0074] 再び図4を参照して、整合器調整部430は、位置ずれ量推定部420により推定された位置ずれ量 $\delta$ に基づいて、共鳴系の入カインピーダンスと電源装置110の出カインピーダンスとが整合するようにインピーダンス整合器120のインピーダンスを調整する。
- [0075] 図6は、位置ずれ量 $\delta$ とインピーダンス整合器120の調整値との関係についての一例を示した図である。図6を参照して、C1, C2は、それぞれ可変コンデンサ122, 124(図2)の調整値を示す。このように、位置ずれ量 $\delta$ によって調整値C1, C2は変化する。そこで、位置ずれ量 $\delta$ と調整値C1, C2との関係を予め求めてマップ等を作成しておき、そのマップ等を用いて、受電電圧および反射電力に基づき推定された位置ずれ量 $\delta$ に基づいて調整値C1, C2が決定される。
- [0076] 再び図4を参照して、整合器調整部430によるインピーダンス整合器120の調整が終了すると、車両200側の調整開始を指示する指令が通信制御部400によって車両200へ送信される。そして、車両200の調整完了を示す信号が受信されると、電力制御部410は、車両200の蓄電装置280を充電するための本格的な給電を行なうように電源装置110を制御する。
- [0077] 一方、図7は、車両200のECU290の機能ブロック図である。図7を参照して、ECU290は、通信制御部500と、調整制御部510と、位置ずれ量推定部520と、整合器調整部530とを含む。

- [0078] 通信制御部500は、通信装置300（図1）による給電設備100との通信を制御する。具体的には、通信制御部500は、給電設備100からの受電状況を給電設備100へ送信する。また、通信制御部500は、調整処理の開始指令や、車両200の調整開始を指示する指令、その調整に必要な給電設備100側の情報（インピーダンス整合器120の調整値や反射電力の検出値）等を給電設備100から受信する。
- [0079] 調整制御部510は、調整処理の開始指令が受信されると、切替装置240のリレー242, 244（図1）をそれぞれオフ, オンさせる。すなわち、調整制御部510は、調整処理の開始指令に応答して、車両200の負荷（蓄電装置280）を共鳴系から切離し、抵抗素子246を電氣的に接続する。また、調整制御部510は、車両200の調整開始を指示する指令が受信されると、切替装置240のリレー242, 244をそれぞれオン, オフさせる。
- [0080] 位置ずれ量推定部520は、電圧センサ310（図1）により検出される受電電圧ならびに車両200から受信した反射電力の検出値およびインピーダンス整合器120の調整値に基づいて、一次自己共振コイル140に対する二次自己共振コイル210の位置ずれ量 $\delta$ を推定する。
- [0081] 図8は、図7に示した位置ずれ量推定部520による位置ずれ量 $\delta$ の推定方法の一例を説明するための図である。図8を参照して、位置ずれ量推定部520は、図8に示す関係を用いて位置ずれ量 $\delta$ を推定する。すなわち、図8において、縦軸は受電電圧を示し、横軸は反射電力を示す。図5でも説明したように、位置ずれ量 $\delta$ が小さいときは、車両200における受電電圧は高く、給電設備100における反射電力は小さい。一方、位置ずれ量 $\delta$ が大きいときは、受電電圧は低く、反射電力は大きい。
- [0082] そこで、このような受電電圧および反射電力と位置ずれ量との関係を、給電設備100におけるインピーダンス整合器120の調整値ごとに予め求めてマップ等を作成しておく。そして、そのマップ等を用いて、給電設備100のインピーダンス整合器120の調整値ならびに受電電圧および反射電力

に基づいて位置ずれ量 $\delta$ が推定される。なお、図5の説明でも述べたように、受電電圧に代えて受電電力を用いてもよい。

[0083] 再び図7を参照して、整合器調整部530は、位置ずれ量推定部520により推定された位置ずれ量 $\delta$ に基づいて、共鳴系の入カインピーダンスと電源装置110の出カインピーダンスとが整合するようにインピーダンス整合器250のインピーダンスを調整する。

[0084] 図9は、位置ずれ量 $\delta$ とインピーダンス整合器250の調整値との関係についての一例を示した図である。図9を参照して、C3、C4は、それぞれインピーダンス整合器250の可変コンデンサ122、124（図2）の調整値を示す。このように、位置ずれ量 $\delta$ によって調整値C3、C4は変化する。そこで、位置ずれ量 $\delta$ と調整値C3、C4との関係を予め求めてマップ等を作成しておき、そのマップ等を用いて、受電電圧および反射電力に基づき推定された位置ずれ量 $\delta$ に基づいて調整値C3、C4が決定される。

[0085] 図10は、この非接触給電システムの処理の流れを説明するためのフローチャートである。図10を参照して、まず、給電設備100側の処理の流れについて説明する。給電設備100のECU160は、調整処理の開始指令を車両200へ送信する（ステップS10）。ECU160は、この調整処理開始指令に応答して車両200における抵抗素子246の接続完了を示す信号を車両200から受けると（ステップS20においてYES）、調整用電力を出力するように電源装置110を制御する（ステップS30）。なお、この調整用電力は、蓄電装置280を充電するための本格的な給電時よりも小さい所定の電力である。

[0086] 次いで、ECU160は、車両200の受電状況（受電電圧や受電電流、受電電力等）を車両200から受信する（ステップS40）。さらに、ECU160は、電力センサ115によって検出される電源装置110への反射電力を電力センサ115から受ける（ステップS50）。

[0087] そして、ECU160は、車両200の受電電圧および給電設備100における反射電力と、位置ずれ量との関係を示す、予め準備された位置ずれ量

推定マップ（図5）を用いて、受信された受電電圧および検出された反射電力の各検出値に基づいて位置ずれ量 $\delta$ を推定する（ステップS60）。さらに、ECU160は、一次自己共振コイル140に対する二次自己共振コイル210の位置ずれ量とインピーダンス整合器120の調整値との関係を示す、予め準備された整合器調整マップ（図6）を用いて、ステップS60において推定された位置ずれ量 $\delta$ に基づいてインピーダンス整合器120を調整する（ステップS70）。

[0088] 給電設備100においてインピーダンス整合器120の調整が完了すると、ECU160は、車両200においてインピーダンス整合器250の調整を指示する調整指令を車両200へ送信する（ステップS80）。さらに、ECU160は、給電設備100側の情報（反射電力の検出値やインピーダンス調整値等）を車両200へ送信する（ステップS90）。

[0089] 次に、ECU160は、車両200においてインピーダンス整合器250の調整が完了したか否かを判定する（ステップS100）。そして、車両200側の調整が完了したと判定されると（ステップS100においてYES）、ECU160は、反射電力および車両200の受電電力が所定範囲内であるか否かを判定する（ステップS110）。この判定処理は、電源装置110から出力される電力（進行波電力）に対して反射電力および受電電力の大きさが妥当か否かを判断するためのものである。

[0090] そして、反射電力および受電電力は所定範囲内であると判定されると（ステップS110においてYES）、ECU160は、蓄電装置280を充電するための充電電力を出力するように電源装置110を制御する（ステップS120）。一方、ステップS110において反射電力および受電電力が所定範囲内にないと判定されると（ステップS110においてNO）、ECU160は、電源装置110を停止し、給電設備100による蓄電装置280の充電を中止する（ステップS130）。

[0091] 次に、車両200側の処理の流れについて説明する。車両200のECU290は、調整処理開始指令を給電設備100から受信すると（ステップS

210においてYES)、切替装置240のリレー242, 244をそれぞれオフ, オンさせる。これにより、抵抗素子246が電氣的に接続され、ECU290は、接続完了信号を給電設備100へ送信する(ステップS220)。この接続完了信号に応答して給電設備100から調整用電力が出力されると、ECU290は、電圧センサ310によって検出される受電電圧を含む車両200の受電状況を給電設備100へ送信する(ステップS230)。

[0092] 次いで、ECU290は、インピーダンス整合器250の調整を指示する調整指令を給電設備100から受信すると(ステップS240においてYES)、リレー242, 244をそれぞれオン, オフさせる。これにより、インピーダンス整合器250が電氣的に接続され、抵抗素子246は切離される(ステップS250)。さらに、ECU290は、給電設備100側の情報(反射電力の検出値やインピーダンス調整値等)を給電設備100から受信する(ステップS260)。

[0093] そして、ECU290は、予め準備された位置ずれ量推定マップ(図8)を用いて、受信されたインピーダンス整合器120の調整値および反射電力の検出値ならびに検出された受電電圧に基づいて位置ずれ量 $\delta$ を推定する(ステップS270)。なお、上述のように、位置ずれ量推定マップは、給電設備100のインピーダンス整合器120の調整値ごとに予め準備される。

[0094] さらに、ECU290は、予め準備された整合器調整マップ(図9)を用いて、ステップS270において推定された位置ずれ量 $\delta$ に基づいてインピーダンス整合器250を調整する(ステップS280)。そして、インピーダンス整合器250の調整が完了すると、ECU290は、調整完了信号を車両200へ送信する(ステップS290)。

[0095] 以上のように、この実施の形態1においては、給電設備100および車両200は、それぞれインピーダンス整合器120, 250を含む。これにより、給電設備100および車両200のいずれか一方にしかインピーダンス整合器が設けられない場合よりもインピーダンスの調整範囲が広がる。そし

て、車両 200 におけるインピーダンス整合器 250 の調整に先立って、給電設備 100 においてインピーダンス整合器 120 が調整され、インピーダンス整合器 120 の調整後、車両 200 においてインピーダンス整合器 250 が調整される。これにより、給電設備 100 において反射電力が抑制される。したがって、この実施の形態 1 によれば、インピーダンスの調整範囲が広がることによって送電効率が向上し得るとともに、給電設備 100 において反射電力が抑制されることによって電源装置 110 の損傷を防止することができる。

[0096] また、この実施の形態 1 では、給電設備 100 と車両 200 との間で情報のやり取りを行なうことにより、給電設備 100 のインピーダンス整合器 120 の調整は、給電設備 100 の ECU 160 により実施され、車両 200 のインピーダンス整合器 250 の調整は、車両 200 の ECU 290 により実施される。したがって、この実施の形態 1 によれば、インピーダンス調整の応答性が高く、短時間で調整を実施できる。

[0097] [実施の形態 2]

上記の実施の形態 1 では、車両 200 においても、マップを用いて、受電電圧および反射電力に基づいて位置ずれ量  $\delta$  を推定したが、給電設備 100 の ECU 160 によって推定された位置ずれ量  $\delta$  を車両 200 へ送信して車両 200 で用いるようにしてもよい。

[0098] 図 11 は、この実施の形態 2 における車両 200 の ECU の機能ブロック図である。図 11 を参照して、この ECU 290 A は、図 7 に示した実施の形態 1 における ECU 290 の構成において、位置ずれ量推定部 520 を含まないものである。すなわち、整合器調整部 530 は、給電設備 100 から受信した、給電設備 100 において推定された位置ずれ量  $\delta$  を通信制御部 500 から受ける。そして、整合器調整部 530 は、その受けた位置ずれ量  $\delta$  に基づいて、共鳴系の入カインピーダンスと電源装置 110 の出カインピーダンスとが整合するようにインピーダンス整合器 250 のインピーダンスを調整する。

- [0099] なお、ECU 290Aのその他の機能は、図7に示した実施の形態1におけるECU 290と同じである。
- [0100] 図12は、実施の形態2における非接触給電システムの処理の流れを説明するためのフローチャートである。図12を参照して、このフローチャートは、図10に示したフローチャートにおいて、ステップS90に代えてステップS95を含み、ステップS260、S270に代えてステップS265を含む。
- [0101] すなわち、ステップS80において、車両200のインピーダンス整合器250の調整を指示する調整指令が車両200へ送信されると、給電設備100のECU160は、さらに、ステップS60において推定された位置ずれ量 $\delta$ を車両200へ送信する（ステップS95）。
- [0102] また、ステップS250において、インピーダンス整合器250が電氣的に接続されるとともに抵抗素子246が切離されると、車両200のECU290は、給電設備100から送信された位置ずれ量 $\delta$ を受信する（ステップS265）。そして、ECU290は、ステップS280へ処理を進め、給電設備100から受信した位置ずれ量 $\delta$ に基づいてインピーダンス整合器250を調整する。
- [0103] なお、上記においては、給電設備100において位置ずれ量 $\delta$ を推定し、その推定値を車両200へ送信するものとしたが、位置ずれ量 $\delta$ の推定を車両200において行ない、その推定値を給電設備100へ送信して給電設備100のインピーダンス整合器120の調整に用いてもよい。
- [0104] 以上のように、この実施の形態2によれば、給電設備100および車両200のいずれかにおいて位置ずれ量 $\delta$ の推定演算を省略できるので、調整処理の時間を短縮することができる。
- [0105] [実施の形態3]
- 上記の実施の形態1、2では、車両200において、調整用の抵抗素子246を含む切替装置240は、二次コイル230とインピーダンス整合器250との間に設けられたが、整流器260と充電器270との間に切替装置

240を設けてもよい。

[0106] 図13は、この実施の形態3による非接触給電システムの全体構成図である。図13を参照して、この非接触給電システムは、図1に示した実施の形態1における非接触給電システムの構成において、車両200に代えて車両200Aを備える。この車両200Aでは、切替装置240は、整流器260と充電器270との間に設けられる。

[0107] この実施の形態3においても、給電設備100においてインピーダンス整合器120が先に調整され、インピーダンス整合器120の調整後、車両200においてインピーダンス整合器250が調整される。一方、この実施の形態3においては、車両200のインピーダンス整合器250の調整時も切替装置240によって抵抗素子246が電氣的に接続される。そして、インピーダンス整合器250の調整が完了すると、抵抗素子246が切離されるとともに充電器270が電氣的に接続される。

[0108] なお、車両200Aのその他の構成は、図1に示した実施の形態1の車両200と同じである。また、上述した構成は、実施の形態2に対しても適用可能である。

[0109] 以上のように、この実施の形態3によっても、実施の形態1, 2と同様の効果を得ることができる。

[0110] なお、上記の各実施の形態においては、給電設備100の一次自己共振コイル140と車両200の二次自己共振コイル210とを共鳴させて送電するものとしたが、一対の高誘電体ディスクによって送電ユニットおよび受電ユニットを構成してもよい。高誘電体ディスクは、高誘電率材から成り、たとえば $TiO_2$ や $BaTi_4O_9$ 、 $LiTaO_3$ 等が用いられる。

[0111] なお、上記において、一次コイル130、一次自己共振コイル140およびコンデンサ150は、この発明における「送電ユニット」の一実施例を形成する。また、二次自己共振コイル210、コンデンサ220および二次コイル230は、この発明における「受電ユニット」の一実施例を形成する。さらに、蓄電装置280は、この発明における「負荷」の一実施例に対応す

る。

[0112] 今回開示された実施の形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施の形態の説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

### 符号の説明

[0113] 100 給電設備、110 電源装置、115 電力センサ、120, 250 インピーダンス整合器、122, 124 可変コンデンサ、126 コイル、130 一次コイル、140 一次自己共振コイル、150, 220 コンデンサ、160, 290, 290A ECU、170, 300 通信装置、200, 200A 車両、230 二次コイル、240 切替装置、242, 244 リレー、246 抵抗素子、260 整流器、270 充電器、280 蓄電装置、285 動力出力装置、310 電圧センサ、312 電流センサ、350 負荷、400, 500 通信制御部、410 電力制御部、420, 520 位置ずれ量推定部、430, 530 整合器制御部、510 調整制御部。

## 請求の範囲

[請求項1]

給電設備（100）と、  
前記給電設備から非接触で受電する受電装置（200）とを備え、  
前記給電設備は、  
所定の周波数を有する電力を発生する電源装置（110）と、  
前記電源装置から電力を受け、前記受電装置と電磁場を介して共鳴することにより前記受電装置へ非接触で送電するための送電ユニット（130, 140, 150）と、  
前記電源装置と前記送電ユニットとの間に設けられる第1のインピーダンス可変装置（120）と、  
前記第1のインピーダンス可変装置を調整する第1の制御装置（160）とを含み、  
前記受電装置は、  
前記送電ユニットと前記電磁場を介して共鳴することにより前記送電ユニットから非接触で受電するための受電ユニット（210, 220, 230）と、  
前記受電ユニットにより受電された電力を受ける負荷（280）と、  
前記受電ユニットと前記負荷との間に設けられる第2のインピーダンス可変装置（250）と、  
前記第2のインピーダンス可変装置を調整する第2の制御装置（290）とを含み、  
前記第1の制御装置は、前記受電装置における前記第2のインピーダンス可変装置の調整に先立って前記第1のインピーダンス可変装置を調整し、  
前記第2の制御装置は、前記第1の制御装置による前記第1のインピーダンス可変装置の調整後、前記第2のインピーダンス可変装置を調整する、非接触給電システム。

- [請求項2] 前記給電設備は、第1の通信装置（170）をさらに含み、  
前記受電装置は、前記第1の通信装置と通信可能な第2の通信装置（300）をさらに含み、  
前記第2の通信装置は、前記受電装置側の情報を前記給電設備へ送信し、  
前記第1の制御装置は、前記第1の通信装置によって受信される前記受電装置側の情報を利用して前記第1のインピーダンス可変装置を調整し、  
前記第1の通信装置は、前記給電設備側の情報を前記受電装置へ送信し、  
前記第2の制御装置は、前記第2の通信装置によって受信される前記給電設備側の情報を利用して前記第2のインピーダンス可変装置を調整する、請求項1に記載の非接触給電システム。
- [請求項3] 前記第1の制御装置は、前記受電装置側の情報に基づき推定される、前記送電ユニットに対する前記受電ユニットの位置ずれ量に基づいて前記第1のインピーダンス可変装置を調整し、  
前記第1の通信装置は、前記推定された位置ずれ量を前記受電装置へ送信し、  
前記第2の制御装置は、前記第2の通信装置によって受信される前記位置ずれ量に基づいて前記第2のインピーダンス可変装置を調整する、請求項2に記載の非接触給電システム。
- [請求項4] 前記受電装置は、  
前記第1および第2のインピーダンス可変装置の調整時に前記受電ユニットと前記第2のインピーダンス可変装置との間の電力線対間に電氣的に接続される抵抗素子（246）と、  
前記第1および第2のインピーダンス可変装置の調整時に、前記電力線対間に前記抵抗素子を電氣的に接続し、かつ、前記第2のインピーダンス可変装置を前記受電ユニットから電氣的に切離すための切替

装置（242, 244）とをさらに含む、請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の非接触給電システム。

[請求項5]

前記受電装置は、

前記第2のインピーダンス可変装置と前記負荷との間に設けられ、前記受電ユニットにより受電された電力を整流する整流器（260）と、

前記第1および第2のインピーダンス可変装置の調整時に前記整流器と前記負荷との間の電力線対間に電氣的に接続される抵抗素子（246）と、

前記第1および第2のインピーダンス可変装置の調整時に、前記電力線対間に前記抵抗素子を電氣的に接続し、かつ、前記整流器から前記負荷を電氣的に切離すための切替装置（242, 244）とをさらに含む、請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の非接触給電システム。

[請求項6]

前記送電ユニットは、前記電源装置から電力を受けて前記電磁場を発生する一次自己共振コイル（140）を含み、

前記受電ユニットは、前記電磁場を介して前記一次自己共振コイルと共鳴することにより前記一次自己共振コイルから受電する二次自己共振コイル（210）を含む、請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の非接触給電システム。

[請求項7]

前記送電ユニットは、

前記電源装置から電力を受け取る一次コイル（130）と、

前記一次コイルから電磁誘導により給電され、前記電磁場を発生する一次自己共振コイル（140）とを含み、

前記受電ユニットは、

前記電磁場を介して前記一次自己共振コイルと共鳴することにより前記一次自己共振コイルから受電する二次自己共振コイル（210）と、

前記二次自己共振コイルによって受電された電力を電磁誘導により取出して出力する二次コイル（230）とを含む、請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の非接触給電システム。

[請求項8] 前記受電装置は、車両に搭載される、請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の非接触給電システム。

[請求項9] 給電設備（100）から非接触で受電可能な車両であって、前記給電設備は、電源装置（110）と送電ユニット（130, 140, 150）との間に設けられる第1のインピーダンス可変装置（120）を含み、

前記送電ユニットと電磁場を介して共鳴することにより前記送電ユニットから非接触で受電するための受電ユニット（210, 220, 230）と、

前記受電ユニットにより受電された電力を受ける負荷（280）と、

前記受電ユニットと前記負荷との間に設けられる第2のインピーダンス可変装置（250）と、

前記第2のインピーダンス可変装置を調整する制御装置（290）とを備え、

前記制御装置は、前記給電設備において前記第1のインピーダンス可変装置の調整後、前記第2のインピーダンス可変装置を調整する、車両。

[請求項10] 前記給電設備と通信可能な通信装置（300）をさらに備え、

前記制御装置は、前記通信装置によって受信される前記給電設備側の情報を利用して前記第2のインピーダンス可変装置を調整する、請求項9に記載の車両。

[請求項11] 前記制御装置は、前記送電ユニットに対する前記受電ユニットの位置ずれ量に基づいて前記第2のインピーダンス可変装置を調整する、請求項10に記載の車両。

[請求項12] 前記第1および第2のインピーダンス可変装置の調整時に前記受電ユニットと前記第2のインピーダンス可変装置との間の電力線対間に電氣的に接続される抵抗素子（246）と、

前記第1および第2のインピーダンス可変装置の調整時に、前記電力線対間に前記抵抗素子を電氣的に接続し、かつ、前記第2のインピーダンス可変装置を前記受電ユニットから電氣的に切離すための切替装置（242, 244）とをさらに備える、請求項9から請求項11のいずれか1項に記載の車両。

[請求項13] 前記第2のインピーダンス可変装置と前記負荷との間に設けられ、前記受電ユニットにより受電された電力を整流する整流器（260）と、

前記第1および第2のインピーダンス可変装置の調整時に前記整流器と前記負荷との間の電力線対間に電氣的に接続される抵抗素子（246）と、

前記第1および第2のインピーダンス可変装置の調整時に、前記電力線対間に前記抵抗素子を電氣的に接続し、かつ、前記整流器から前記負荷を電氣的に切離すための切替装置（242, 244）とをさらに備える、請求項9から請求項11のいずれか1項に記載の車両。

[請求項14] 前記送電ユニットは、前記電源装置から電力を受けて前記電磁場を発生する一次自己共振コイル（140）を含み、

前記受電ユニットは、前記電磁場を介して前記一次自己共振コイルと共鳴することにより前記一次自己共振コイルから受電する二次自己共振コイル（210）を含む、請求項9から請求項11のいずれか1項に記載の車両。

[請求項15] 前記送電ユニットは、

前記電源装置から電力を受ける一次コイル（130）と、

前記一次コイルから電磁誘導により給電され、前記電磁場を発生する一次自己共振コイル（140）とを含み、

前記受電ユニットは、

前記電磁場を介して前記一次自己共振コイルと共鳴することにより前記一次自己共振コイルから受電する二次自己共振コイル（210）と、

前記二次自己共振コイルによって受電された電力を電磁誘導により取出して出力する二次コイル（230）とを含む、請求項9から請求項11のいずれか1項に記載の車両。

[請求項16]

受電装置（200）へ非接触で送電可能な給電設備であって、前記受電装置は、受電ユニット（210、220、230）と前記受電ユニットにより受電された電力を受ける負荷（280）との間に設けられる第1のインピーダンス可変装置（250）を含み、

所定の周波数を有する電力を発生する電源装置（110）と、

前記電源装置から電力を受け、前記受電装置と電磁場を介して共鳴することにより前記受電装置へ非接触で送電するための送電ユニット（130、140、150）と、

前記電源装置と前記送電ユニットとの間に設けられる第2のインピーダンス可変装置（120）と、

前記第2のインピーダンス可変装置を調整する制御装置（160）とを備え、

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

[請求項17]

前記受電装置と通信可能な通信装置（170）をさらに備え、

前記制御装置は、前記通信装置によって受信される前記受電装置側の情報を利用して前記第2のインピーダンス可変装置を調整する、請求項16に記載の給電設備。

[請求項18]

前記制御装置は、前記受電装置側の情報に基づき推定される、前記送電ユニットに対する前記受電ユニットの位置ずれ量に基づいて前記

第2のインピーダンス可変装置を調整する、請求項17に記載の給電設備。

[請求項19] 前記送電ユニットは、前記電源装置から電力を受けて前記電磁場を発生する一次自己共振コイル（140）を含み、

前記受電ユニットは、前記電磁場を介して前記一次自己共振コイルと共鳴することにより前記一次自己共振コイルから受電する二次自己共振コイル（210）を含む、請求項16から請求項18のいずれか1項に記載の給電設備。

[請求項20] 前記送電ユニットは、

前記電源装置から電力を受ける一次コイル（130）と、

前記一次コイルから電磁誘導により給電され、前記電磁場を発生する一次自己共振コイル（140）とを含み、

前記受電ユニットは、

前記電磁場を介して前記一次自己共振コイルと共鳴することにより前記一次自己共振コイルから受電する二次自己共振コイル（210）と、

前記二次自己共振コイルによって受電された電力を電磁誘導により取出して出力する二次コイル（230）とを含む、請求項16から請求項18のいずれか1項に記載の給電設備。

[請求項21] 給電設備（100）から受電装置（200）へ非接触で給電する非接触給電システムの制御方法であって、

前記給電設備は、

所定の周波数を有する電力を発生する電源装置（110）と、

前記電源装置から電力を受け、前記受電装置と電磁場を介して共鳴することにより前記受電装置へ非接触で送電するための送電ユニット（130, 140, 150）と、

前記電源装置と前記送電ユニットとの間に設けられる第1のインピーダンス可変装置（120）とを備え、

前記受電装置は、

前記送電ユニットと前記電磁場を介して共鳴することにより前記送電ユニットから非接触で受電するための受電ユニット（210、220、230）と、

前記受電ユニットにより受電された電力を受ける負荷（280）と

、

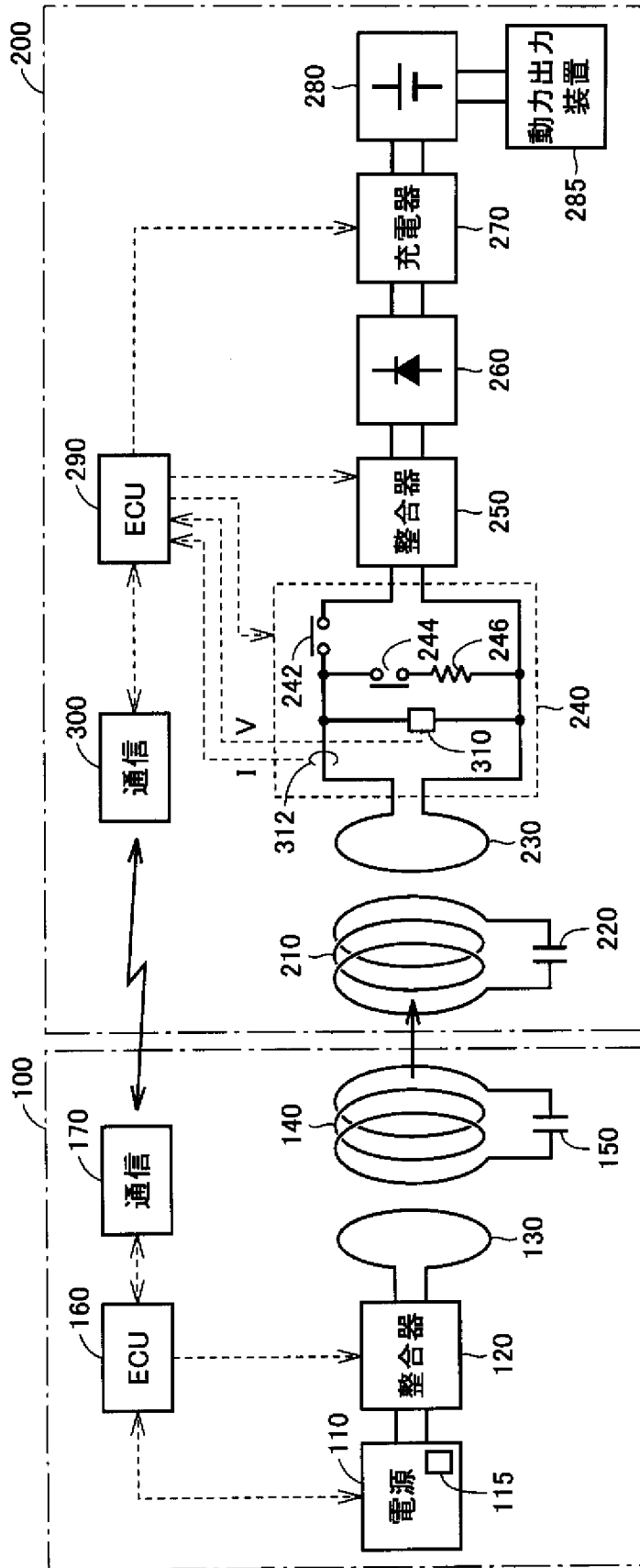
前記受電ユニットと前記負荷との間に設けられる第2のインピーダンス可変装置（250）とを備え、

前記制御方法は、

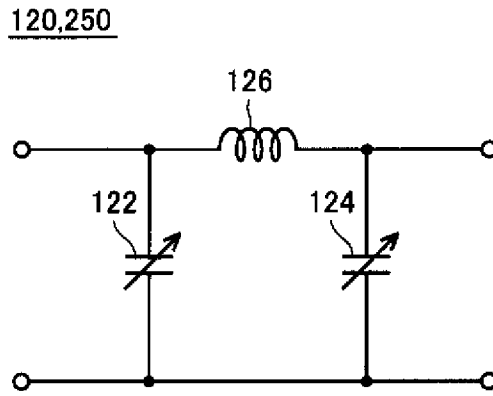
前記第2のインピーダンス可変装置の調整に先立って前記第1のインピーダンス可変装置を調整するステップと、

前記第1のインピーダンス可変装置の調整後、前記第2のインピーダンス可変装置を調整するステップとを含む、非接触給電システムの制御方法。

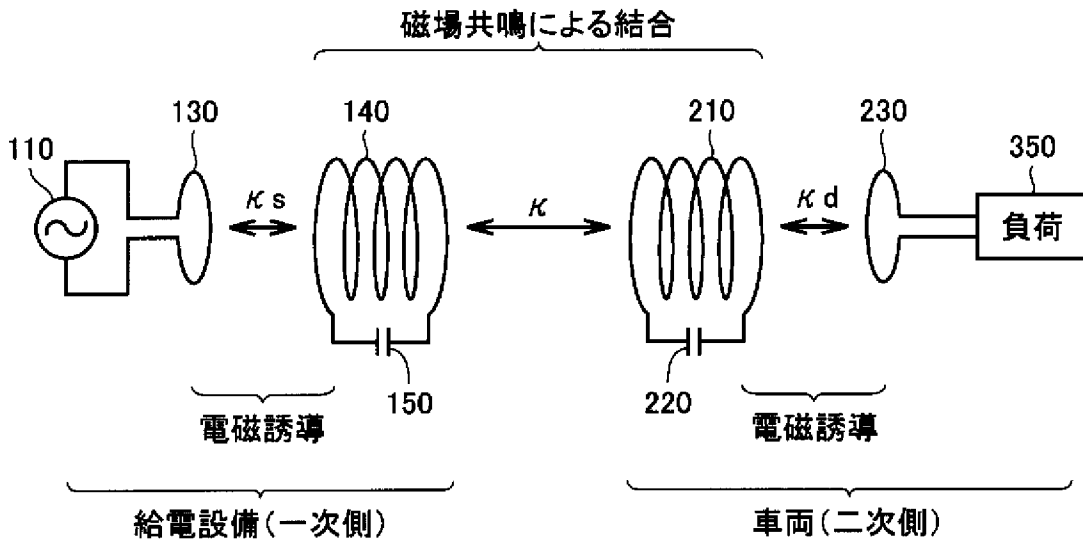
[図1]



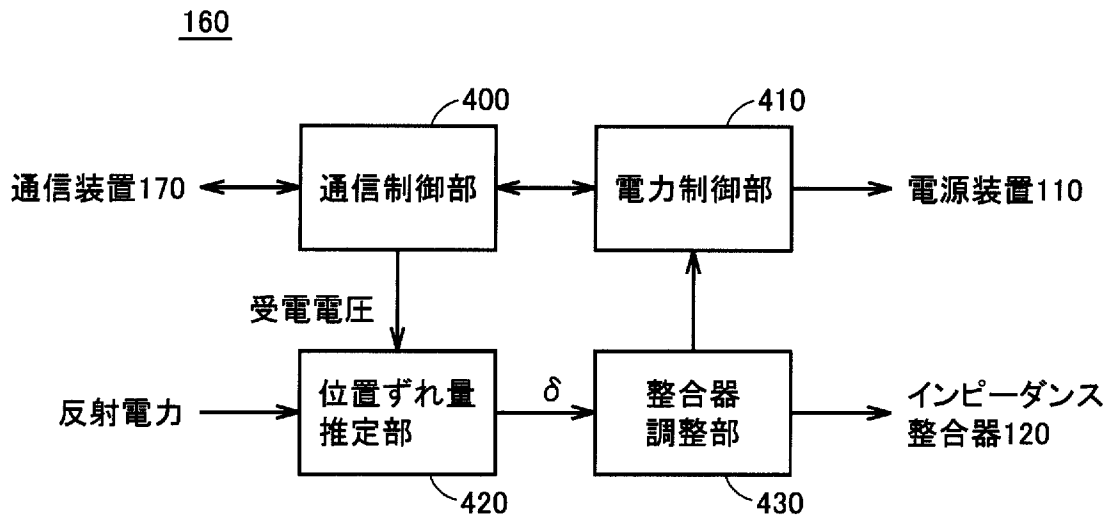
[図2]



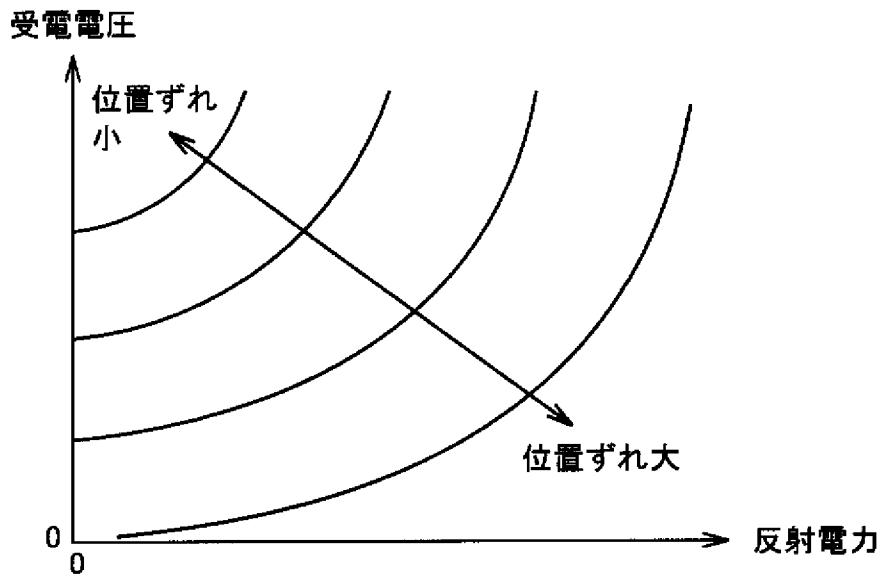
[図3]



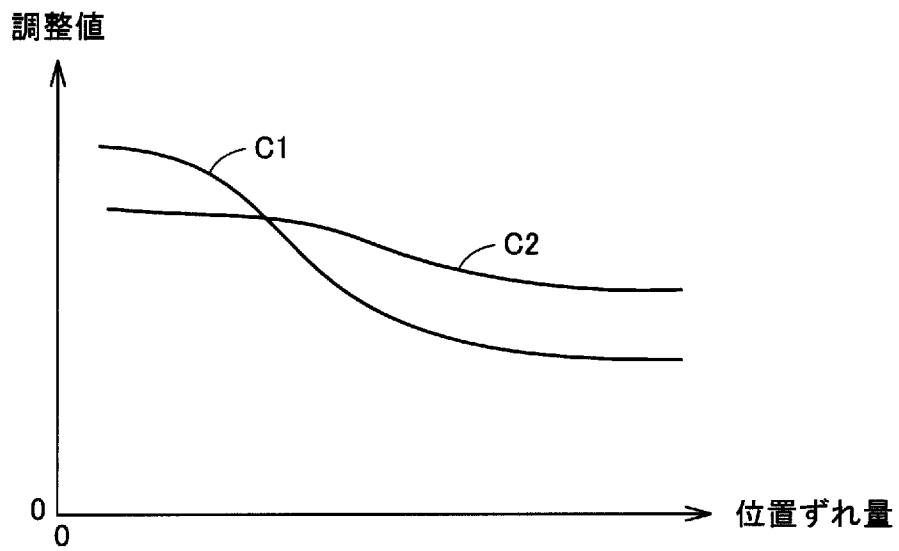
[図4]



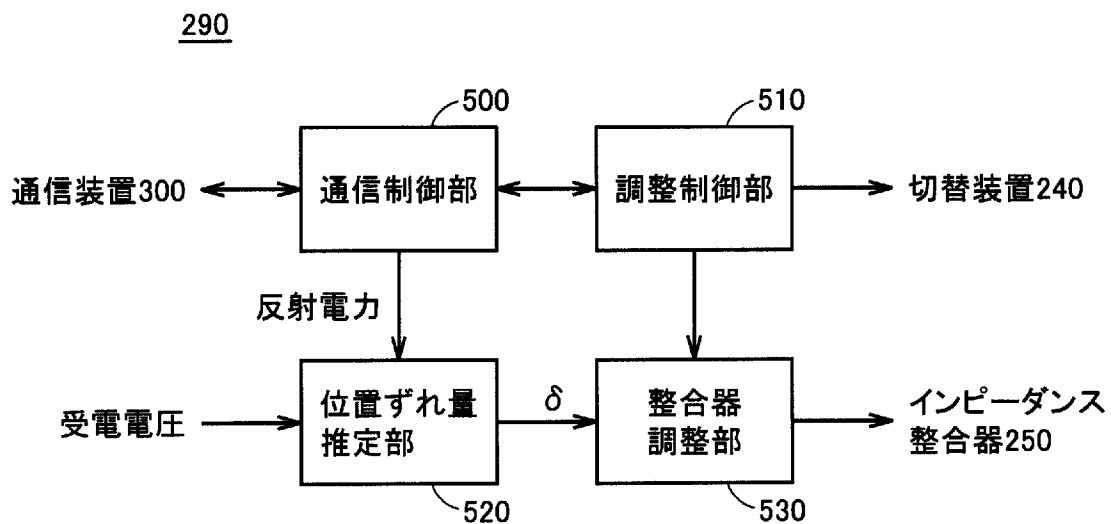
[図5]



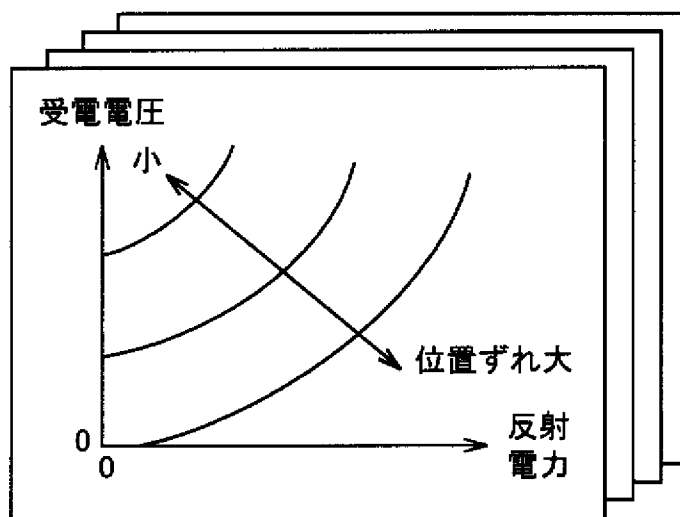
[図6]



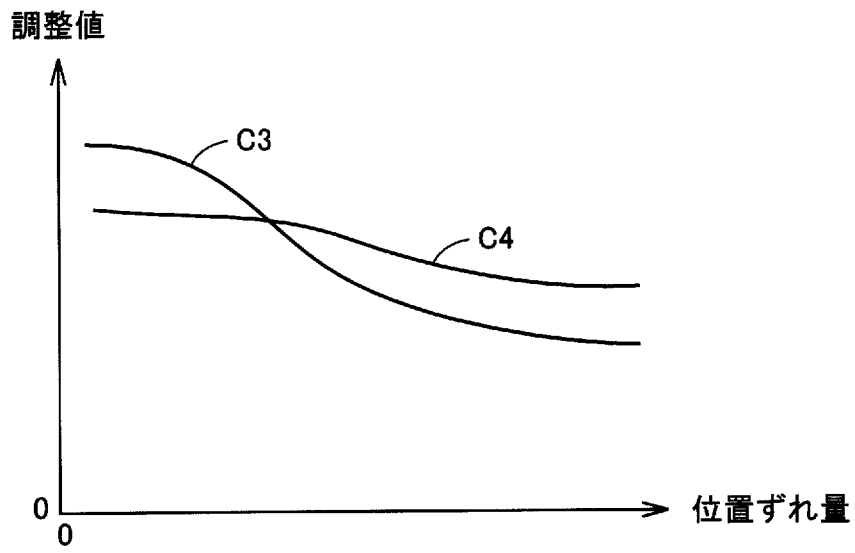
[図7]



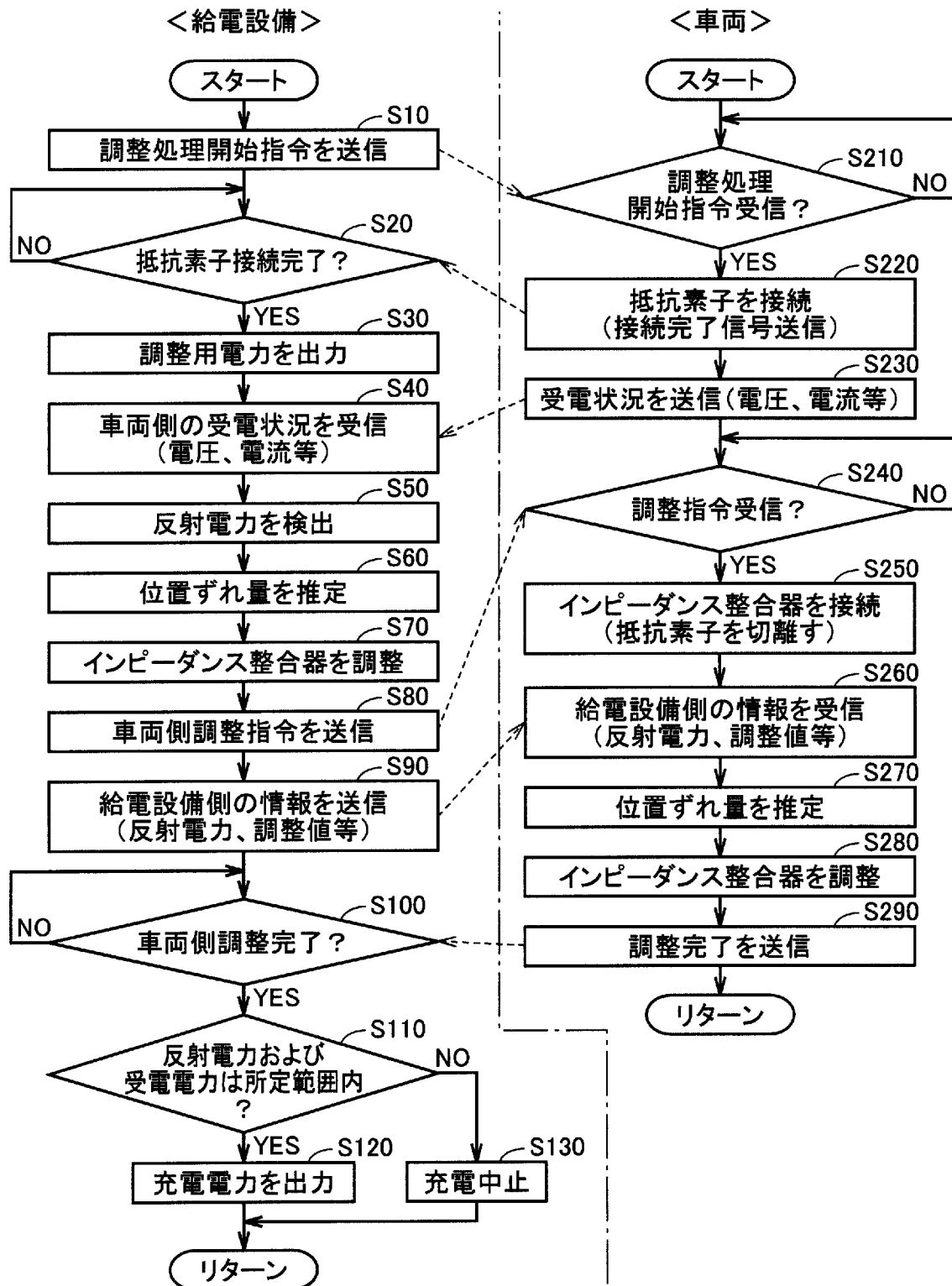
[図8]



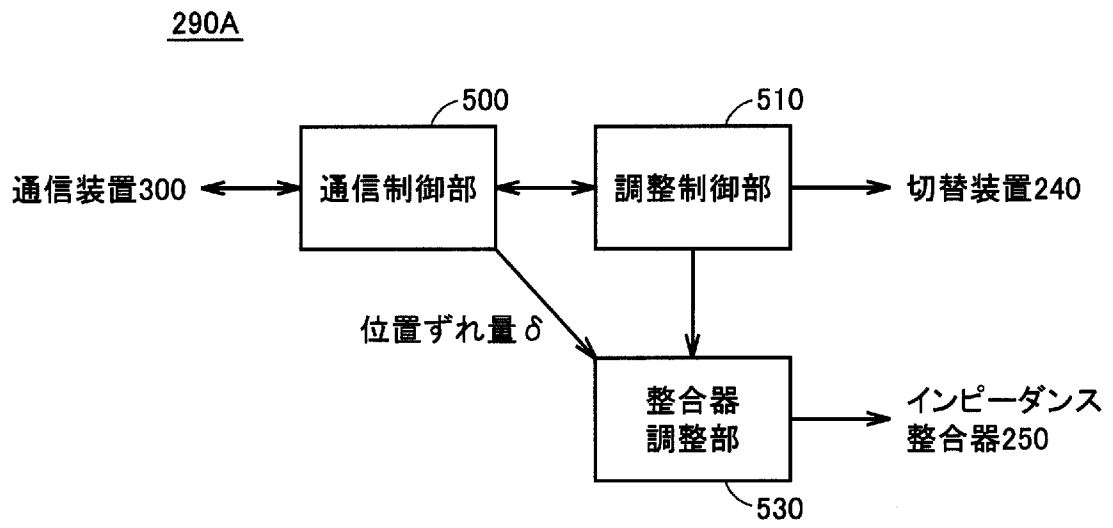
[図9]



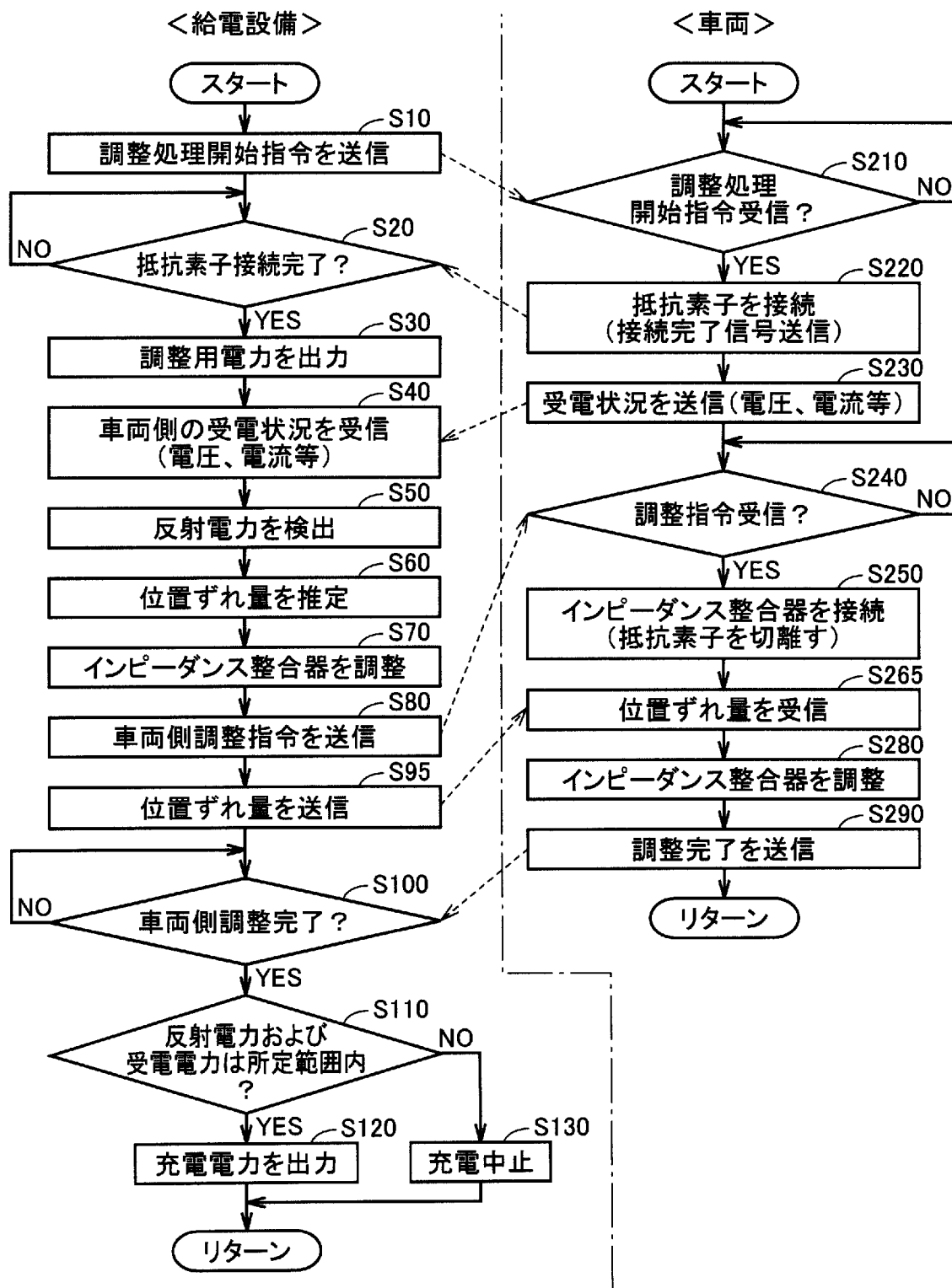
[図10]



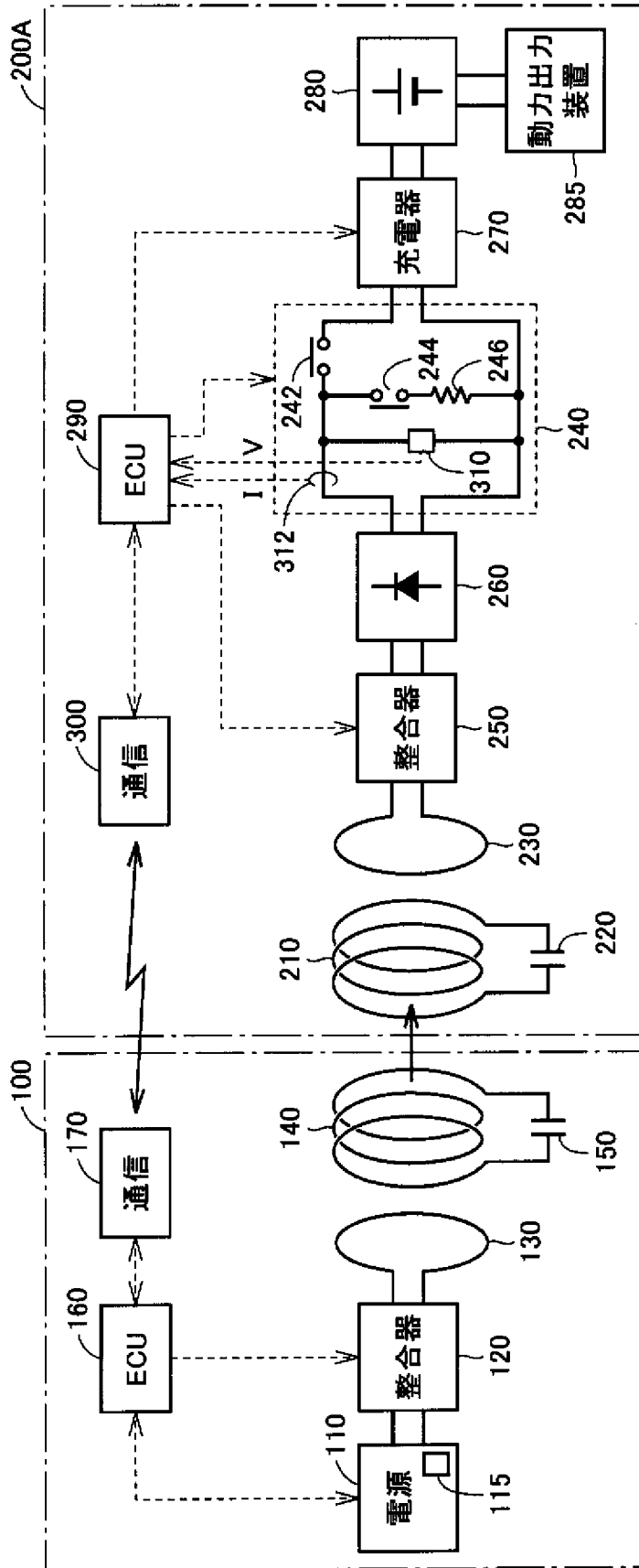
[図11]



[図12]



[図13]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/073323

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02J17/00 (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)

H02J17/00

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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 2010/067763 A1 (KK TOYOTA JIDOSHOKKI), 17 June 2010 (17.06.2010), & JP 2010-141976 A & JP 2010-141977 A	1-21
Y	US 2010/0259109 A1 (SONY CORP.), 14 October 2010 (14.10.2010), & CN 101867229 A & JP 2010-252468 A	1-21
Y	JP 2010-252497 A (Fujitsu Ten Ltd.), 04 November 2010 (04.11.2010), (family none)	1-21
A	WO 2010/055381 A1 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA), 20 May 2010 (20.05.2010), & JP 2010-119246 A	1-21

 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

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
24 March, 2011 (24.03.11)Date of mailing of the international search report  
05 April, 2011 (05.04.11)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2010/073323

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E, A	EP 2290782 A2 (SONY CORP.), 02 March 2011 (02.03.2011), & JP 2011-50140 A & US 2011/049995 A1	1-21

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

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

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	1971-2011年
日本国実用新案登録公報	1996-2011年
日本国登録実用新案公報	1994-2011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	<b>WO 2010/067763 A1</b> (KK TOYOTA JIDOSHOKKI) 2010.06.17, & JP 2010-141976 A & JP 2010-141977 A	1-21
Y	<b>US 2010/0259109 A1</b> (SONY CORP) 2010.10.14, & CN 101867229 A & JP 2010-252468 A	1-21

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。

\* 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

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

国際調査を完了した日

24.03.2011

国際調査報告の発送日

05.04.2011

国際調査機関の名称及びあて先  
 日本国特許庁 (ISA/JP)  
 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)	5T	8936
杉田 恵一		
電話番号 03-3581-1101 内線 3568		

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	<b>JP 2010-252497 A</b> (富士通テン株式会社) 2010. 11. 04, (family none)	1-21
A	<b>WO 2010/055381 A1</b> (TOYOTA JIDOSHA KK) 2010. 05. 20, & JP 2010-119246 A	1-21
E A	<b>EP 2290782 A2</b> (SONY CORP) 2011. 03. 02, & JP 2011-50140 A & US 2011/049995 A1	1-21