

(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
2024年1月11日(11.01.2024)



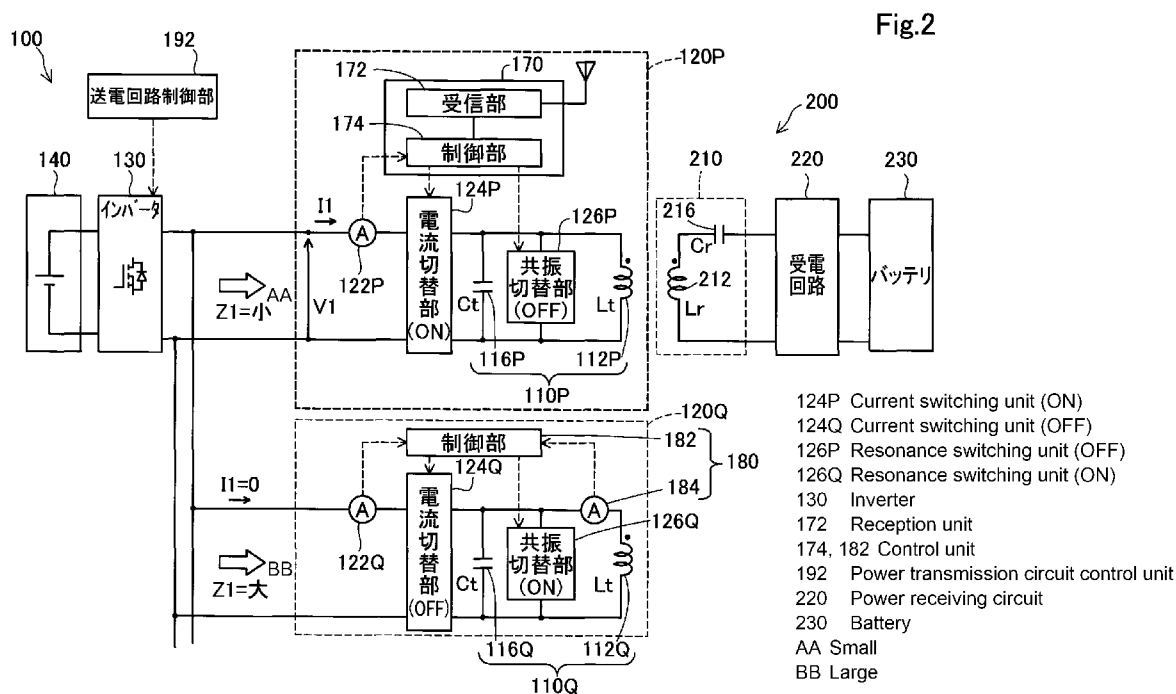
(10) 国際公開番号

WO 2024/009652 A1

- (51) 国際特許分類:
H02J 50/90 (2016.01) H02J 50/12 (2016.01)
H02J 7/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/020072
- (22) 国際出願日: 2023年5月30日(30.05.2023)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2022-109644 2022年7月7日(07.07.2022) JP
- (71) 出願人: 株式会社デンソー (DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 金 ▲ 崎 ▼ 正 樹 (KANESAKI Masaki); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地株式会社デンソー内 Aichi (JP). ▲ 高 ▼ 橋 将也 (TAKAHASHI Masaya); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地株式会社デンソー内 Aichi (JP). 山口 宜久 (YAMAGUCHI Nobuhisa); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地株式会社デンソー内 Aichi (JP). 大林 和良 (OBAYASHI Kazuyoshi); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地株式会社デンソー内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 弁理士法人 明成国際特許事務所 (BENRISHIHOJIN MEISEI INTERNATIONAL)

(54) Title: POWER TRANSMISSION DEVICE, CONTACTLESS POWER FEEDING SYSTEM, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 送電装置、非接触給電システムおよびプログラム



(57) Abstract: A power transmission device (100) that feeds power to a movable power receiving device (200) in a contactless manner comprises: an end coil unit (120P) equipped with an end resonant circuit (110P) that has an end coil (112P) and an end resonant capacitor (116P), and an end current switching unit (124P) that switches the power supply to the end resonant circuit; an end power transmission signal reception unit (172) that receives an end power transmission request signal for starting power transmission by the end coil unit; an end power transmission control unit (174) that

PATENT FIRM); 〒4600008 愛知県名古屋市中
区栄一丁目12番17号 Aichi (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, 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, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

controls the power supply to the end resonant circuit; an adjacent coil unit equipped with an adjacent resonant circuit (110Q) that has an adjacent coil (112Q) and an adjacent resonant capacitor (116Q), and an adjacent current switching unit (124Q) that switches the power supply to the adjacent resonant circuit; and an adjacent power transmission control unit (182) that controls the on/off of the power supply to the adjacent resonant circuit by the adjacent current switching unit.

(57) 要約: 移動可能な受電装置(200)に非接触で給電を行う送電装置(100)は、端部コイル(112P)および端部共振コンデンサ(116P)を有する端部共振回路(110P)と、端部共振回路への電力供給を切り替える端部電流切替部(124P)と、を備える端部コイルユニット(120P)と、端部コイルユニットによる送電を開始するための端部送電要求信号を受信する端部送電信号受信部(172)と、端部共振回路への電力供給を制御する端部送電制御部(174)と、隣接コイル(112Q)および隣接共振コンデンサ(116Q)を有する隣接共振回路(110Q)と、隣接共振回路への電力供給を切り替える隣接電流切替部(124Q)と、を備える隣接コイルユニットと、隣接電流切替部による隣接共振回路への電力供給のオンオフを制御する隣接送電制御部(182)と、を備える。

明 細 書

発明の名称：送電装置、非接触給電システムおよびプログラム 関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2022年7月7日に提出された日本出願番号2022-109644号に基づくもので、ここにその記載内容を援用する。

技術分野

[0002] 本開示は、送電装置、非接触給電システムおよびプログラムに関する。

背景技術

[0003] 高周波電源に並列に接続された複数の送電コイルと、移動体に搭載された受電コイルとを備えるワイヤレス給電システムが知られている（例えば、特開2019-71719号公報）。このワイヤレス給電システムでは、高周波電源と各送電コイルとの間に可飽和リアクトルを配置することにより、送電コイルと受電コイルとが対向状態である場合には、高周波電源から送電コイルに流れる電流が閾値以上となり、インピーダンスが低下する。送電コイルと受電コイルとが非対向状態である場合には、高周波電源から送電コイルに流れる電流が閾値未満となり、インピーダンスが上昇する。この結果、送電コイルへの電力供給が抑制される。

発明の概要

[0004] しかしながら、受電コイルのサイズや形状のばらつき、送電コイルに対する受電コイルの相対位置のばらつきなどに起因して、受電コイルが送電コイルに対して非対向状態から対向状態に変化した場合であっても送電コイルに発生する磁束の変化が小さくなることがある。この場合には、送電コイルと受電コイルとが共振できず、送電装置から受電装置への給電が開始されないことがある。

[0005] 本開示は、以下の形態として実現することが可能である。

[0006] 本開示の一形態によれば、移動可能な受電装置に非接触で給電を行うための送電装置が提供される。この送電装置は、端部コイルユニットであって、

端部コイルおよび前記端部コイルを並列共振させるための端部共振コンデンサを有する端部共振回路と、電源から前記端部共振回路への電力供給のオンオフを切り替えるための端部電流切替部と、を備える端部コイルユニットと、前記端部コイルユニットによる送電を開始するための端部送電要求信号を受信する端部送電信号受信部と、前記端部送電要求信号を用いて、前記端部電流切替部による前記電源から前記端部共振回路への電力供給のオンオフを制御する端部送電制御部と、前記端部コイルユニットに隣接する隣接コイルユニットであって、隣接コイルおよび前記隣接コイルを並列共振させるための隣接共振コンデンサを有する隣接共振回路と、前記電源から前記隣接共振回路への電力供給のオンオフを切り替えるための隣接電流切替部と、を備える隣接コイルユニットと、前記隣接電流切替部による前記電源から前記隣接共振回路への電力供給のオンオフを制御する隣接送電制御部と、を備える。

[0007] この形態の送電装置によれば、端部送電要求信号の受信により、端部共振回路への電力供給のオンオフを切り替えることができ、受電コイルが端部コイルに対して非対向状態から対向状態に変化した場合に送電装置から受電装置への給電が開始されないといった不具合を抑制または防止することができる。

本開示は、送電装置、非接触給電システム以外の種々の形態で実現することも可能である。例えば、コイルユニット、非接触給電方法、送電装置の制御方法、非接触給電システムの制御方法、その制御方法を実現するコンピュータプログラム、そのコンピュータプログラムを記録した一時的でない記録媒体等の形態で実現することができる。

図面の簡単な説明

[0008] 本開示についての上記目的およびその他の目的、特徴や利点は、添付の図面を参照しながら下記の詳細な記述により、より明確になる。その図面は、
[図1]図1は、第1実施形態に係る送電装置の構成を示す説明図であり、
[図2]図2は、送電装置の回路構成を示す説明図であり、
[図3]図3は、端部コイルユニットの回路構成を示す説明図であり、

[図4]図4は、他の実施形態での端部コイルユニットの回路構成を示す説明図であり、

[図5]図5は、隣接コイルユニットに流れる電流値のシミュレーション結果を示す説明図であり、

[図6]図6は、送電装置の切り替え処理を示す説明図であり、

[図7]図7は、送電装置の待機状態への移行処理の処理ルーチンを示すフロー図であり、

[図8]図8は、送電装置の通電状態への移行処理の処理ルーチンを示すフロー図であり、

[図9]図9は、端部コイル通電処理の処理ルーチンを示すフロー図であり、

[図10]図10は、隣接コイル通電処理の処理ルーチンを示すフロー図であり、

[図11]図11は、送電装置の停止状態への移行処理の処理ルーチンを示すフロー図であり、

[図12]図12は、走行中の車両と送電装置との関係を示す第1の説明図であり、

[図13]図13は、走行中の車両と送電装置との関係を示す第2の説明図であり、

[図14]図14は、走行中の車両と送電装置との関係を示す第3の説明図であり、

[図15]図15は、走行中の車両と送電装置との関係を示す第4の説明図であり、

[図16]図16は、走行中の車両と送電装置との関係を示す第5の説明図であり、

[図17]図17は、走行中の車両と送電装置との関係を示す第6の説明図であり、

[図18]図18は、第2実施形態に係る送電装置の回路構成を示す説明図であり、

[図19]図 1 9 は、第 2 実施形態での端部コイル通電処理の処理ルーチンを示すフロー図であり、

[図20]図 2 0 は、第 2 実施形態での隣接コイル通電処理の処理ルーチンを示すフロー図であり、

[図21]図 2 1 は、第 3 実施形態での端部コイル通電処理の処理ルーチンを示すフロー図であり、

[図22]図 2 2 は、第 3 実施形態での隣接コイル通電処理の処理ルーチンを示すフロー図であり、

[図23]図 2 3 は、第 4 実施形態に係る送電装置の構成を示す説明図であり、

[図24]図 2 4 は、第 4 実施形態での端部コイルユニットの回路構成を示す説明図であり、

[図25]図 2 5 は、他の実施形態での端部コイルユニットの回路構成を示す第 2 の説明図であり、

[図26]図 2 6 は、他の実施形態での端部コイルユニットの回路構成を示す第 3 の説明図であり、

[図27]図 2 7 は、他の実施形態での端部コイルユニットの回路構成を示す第 4 の説明図であり、

[図28]図 2 8 は、他の実施形態での端部コイルユニットの回路構成を示す第 5 の説明図であり、

[図29]図 2 9 は、他の実施形態での端部コイルユニットの回路構成を示す第 6 の説明図であり、

[図30]図 3 0 は、他の実施形態での端部コイルユニットの回路構成を示す第 7 の説明図である。

発明を実施するための形態

[0009] A. 第 1 実施形態：

図 1 は、本開示の第 1 実施形態に係る送電装置 1 0 0 を備える非接触給電システムを示す概略構成図である。非接触給電システムは、送電装置 1 0 0 と、受電装置 2 0 0 とを備えており、送電装置 1 0 0 から受電装置 2 0 0 に

非接触で電力を供給することが可能なシステムである。図 1 ならびに図 1 以降の各図に示す X、Y、Z は、互いに直交する 3 つの空間軸を表している。本明細書では、これらの軸に沿った方向を X 軸方向、Y 軸方向、及び Z 軸方向とも呼ぶ。図 1 の例では、X 軸方向は、車両走行路 R S の車線に沿った車両 C R の進行方向と一致し、Y 軸方向は、車両走行路 R S の幅方向と一致し、Z 軸方向は重力方向と一致している。

[0010] 受電装置 200 は、電子機器や電気自動車等のように、電力を利用して動作する種々の装置に搭載され得る。受電装置 200 は、移動可能に構成されており、本実施形態では、車両 C R に搭載されている。車両 C R は、例えば、電気自動車やハイブリッド車等の電力を動力として利用する駆動モータを搭載する車両である。受電装置 200 は、受電共振回路 210 と、受電回路 220 と、バッテリー 230 と、受電側狭域通信部 270 とを備えている。

[0011] 受電共振回路 210 は、受電コイル 212 を含んでいる。受電コイル 212 は、車両 C R の底部において、送電装置 100 の共振回路が有する送電コイルと対向可能な位置に設置されている。図 2 の右側に示すように、受電共振回路 210 は、直列に接続された受電コイル 212 と受電共振コンデンサ 216 とを有する共振回路である。

[0012] 受電コイル 212 が送電コイルに対して対向する対向状態になると、送電コイルと受電コイル 212 とが電磁氣的に結合し、共振回路と共振する。受電共振回路 210 は、受電コイル 212 と送電コイルとが磁氣的に結合された共振結合の状態において、送電装置 100 から受電コイル 212 に誘導された交流電力を非接触で受電する。なお、図 2 には、受電コイル 212 のインダクタンスは L_r 、受電共振コンデンサ 216 のキャパシタンスは C_r で表されている。

[0013] 受電回路 220 は、受電共振回路 210 から出力される交流電力を直流電力に変換する。受電回路 220 は、例えば、フィルタ回路と、交流電力を直流電力に変換する整流回路と、バッテリー 230 の充電に適した直流電力に変換する電力変換回路とを有している。受電回路 220 から出力される直流電

力は、バッテリー 230 の充電などに利用することができる。バッテリー 230 は、例えば、車両 CR の駆動源である駆動モータを駆動するための直流電力を出力する二次電池である。受電回路 220 からの直流電力は、駆動モータの駆動、図示しない補機バッテリーの充電、補機の駆動などに利用されてもよい。

[0014] 受電側狭域通信部 270 は、狭域通信によって、送電装置 100 に対して、端部送電要求信号を送電装置 100 に発信する端部送電要求信号送信部として機能する。本開示において、「狭域通信」とは、通信距離が 5 メートル以下の無線通信を意味する。狭域通信での通信距離は、走行する複数の車両に対する一の車両 CR の識別性の向上、送電装置 100 の電磁両立性（EMC）の向上、ならびに受電装置 200 との非対向状態における不要な電力消費や不要な磁束の発生を抑制する観点などから、10～100 センチメートル程度であることがより好ましい。

[0015] 「端部送電要求信号」とは、後述するように、送電装置 100 の端部コイルユニット 120 P を給電可能な通電状態に切り替えるために用いられる制御信号である。本実施形態では、端部送電要求信号には、車両 CR の位置情報と ID 情報とが含まれ得る。「端部送電要求信号に含まれる車両 CR の位置情報」とは、受電側狭域通信部 270 と端部送電制御装置 170 との狭域通信の成立に基づき、車両 CR が端部送電制御装置 170 から所定の距離以内に存在することを検出した場合を含む。ただし、これに限らず、「端部送電要求信号に含まれる車両 CR の位置情報」には、車両 CR の絶対位置の情報と、送電装置 100 に対する車両 CR の相対位置の情報とが含まれてもよい。

[0016] 「ID 情報」とは、受電装置 200 あるいは受電装置 200 を搭載する車両 CR の識別情報である。ただしこれらに限らず、受電装置 200 に含まれる受電コイル 212 の識別情報、あるいは受電装置 200 の使用者の識別情報であってもよく、またこれら複数の情報を組み合わせてもよく、これらに関連付けられた種々の情報であってもよい。

[0017] 本実施形態では、受電側狭域通信部270には、900MHz帯や2.45GHz帯の電波方式を利用したアクティブタイプのRF-ID (Radio Frequency-Identification: 無線移動識別) タグが採用されている。以下の説明において、RF-IDタグを「RFタグ」とも呼ぶ。受電側狭域通信部270は、アクティブタイプのRFタグを採用することにより、予め定められた単位時間ごとの定期的な通信を行い、端部送電要求信号を定期的に発信することができる。ただし、受電側狭域通信部270は、パッシブタイプのRFタグであってもよい。受電側狭域通信部270は、電波方式に代えて、電磁誘導方式のRFタグであってもよい。また、受電側狭域通信部270は、RF-IDタグには限定されず、例えば、ループアンテナを利用する近距離無線通信技術でもよく、例えば磁界を用いた通信方式に直交周波数分割多重方式としての「Wavelet OFDM (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing)」を適用した近距離無線通信技術が用いられてもよく、また、DSRC (Dedicated Short Range Communication) などの5.8GHz帯を利用した双方向の無線通信方式を利用した無線通信が用いられてもよい。

[0018] 図1に示すように、本実施形態では、車両CRは、さらに、車両情報取得部260と、車両制御部280と、受電側広域通信部290と、を備えている。車両制御部280は、CPUとメモリとを含む回路である。車両制御部280は、受電装置200ならびに車両CRの各部の制御を統括する。車両制御部280は、車両CRの運転のための各種の制御を実行し、自動運転と手動運転のいずれの場合にも利用される。メモリには、本実施形態において提供される機能を実現するための各種プログラムが格納されており、車両制御部280は、CPUによってメモリに格納されたコンピュータプログラムが実行されることによって、車両情報取得部260と車両制御部280との機能をそれぞれ実現する。なお、車両制御部280の機能の一部をハードウェア回路で実現するようにしてもよい。

[0019] 車両情報取得部260は、非接触給電システムならびに車両CRの走行に関わる各種の支援情報を取得する。車両情報取得部260は、GNSS受信

機 2 6 2 と、ナビゲーション装置 2 6 4 と、を含んでいる。G N S S 受信機 2 6 2 は、G N S S (Global Navigation Satellite System) を構成する人工衛星から受信した航法信号に基づいて、車両 C R の現在位置 (経度・緯度) を測位する。ナビゲーション装置 2 6 4 は、目的地と、G N S S 受信機 2 6 2 で検出される自車位置とに基づいて、走行予定ルートを決する機能を有する。走行予定ルートの決定や修正のために、G N S S 受信機 2 6 2 に加えて、ジャイロ等の他のセンサを利用してもよい。

[0020] 受電側広域通信部 2 9 0 は、送電装置 1 0 0 の利用予約の申請を行うための広域通信を行う。「広域通信」とは、通信距離が後述する狭域通信の通信距離よりも広い無線通信を意味する。広域通信は、例えば、第 5 世代移動通信システム (5 G、L o c a l 5 G) や第 4 世代移動通信システム (LTE-Advanced、4 G)、L T E などの移動通信システム、I E E E 8 0 2 . 1 1 規格に準拠した無線ローカルネットワーク (L A N) や B l u e t o o t h (登録商標) を用いた無線通信などによって実現され得る。送電装置 1 0 0 との無線通信には、基地局やサーバなどを介した間接的な送電装置 1 0 0 との無線通信が含まれる。

[0021] 受電側広域通信部 2 9 0 は、利用予約の申請において、送電装置 1 0 0 の利用予約の申請のために必要な情報、例えば、車両 C R の自車位置や走行予定ルート、ならびに車両 C R の I D 情報を、送電装置 1 0 0 に送信する。車両 C R の I D 情報には、照合のために、上述した受電側狭域通信部 2 7 0 によって送信される I D 情報と同じ情報が用いられる。

[0022] 図 1 に示すように、送電装置 1 0 0 は、複数のコイルユニット 1 2 0 P, 1 2 0 Q と、送電回路 1 3 0 と、電源回路 1 4 0 と、を備えている。本実施形態では、複数のコイルユニット 1 2 0 P, 1 2 0 Q と、送電回路 1 3 0 と、電源回路 1 4 0 とは、車両走行路 R S の内部に埋設されている。なお、複数のコイルユニット 1 2 0 P, 1 2 0 Q、送電回路 1 3 0、ならびに電源回路 1 4 0 は、車両走行路 R S の内部には限らず、車両走行路 R S 上に露出されていてもよい。送電回路 1 3 0、および電源回路 1 4 0 は、例えば側道に

配置されてもよく、車両走行路RS上において車両CRの走行の弊害とならない位置に配置されてもよい。

[0023] 電源回路140は、例えばAC／DCコンバータ回路であり、系統電源などの交流電源からの交流電力を直流電力に変換して送電回路130に供給する。送電回路130は、電源回路140から供給される直流電力を動作周波数の交流電力に変換して複数のコイルユニット120P、120Qに供給するインバータ等を含む装置である。送電回路130には、整流回路やフィルタ回路などが含まれてもよい。

[0024] 複数のコイルユニット120P、120Qおよび一つの送電回路130は、車両走行路RSに沿った略直線状の一つの送電可能領域SC1を形成している。図1の例では、送電可能領域SC1から所定の距離だけ離れた位置には、さらに、送電可能領域SC1と同様に構成された送電可能領域SC2が設けられている。なお、図1の例では、送電可能領域SC1と送電可能領域SC2とで1つの電源回路140が設けられているが、送電可能領域SC1と送電可能領域SC2とで異なる電源回路140がそれぞれ設けられてもよい。

[0025] 複数のコイルユニット120P、120Qには、送電可能領域SC1の端部に位置する端部コイルユニット120Pと、隣接コイルユニット120Qとが含まれている。「送電可能領域SC1の端部に位置するコイルユニット」とは、送電可能領域SC1を形成する複数のコイルユニットにおける配列上の端部に位置するコイルユニットのうち、受電装置200が送電可能領域SC1に進入する際に、受電コイル212と最初に対向状態になり得るコイルユニットを意味する。図1の例では、送電可能領域SC1に含まれる4つのコイルユニットのうち、X軸方向に進行する車両CRが車両走行路RS上を走行して送電可能領域SC1に進入する際に、受電装置200と最初に対向状態になるコイルユニットは、端部コイルユニット120Pのみである。ただし、送電可能領域SC1の端部に位置するコイルユニットは、送電可能領域SC1に含まれるコイルユニットのうち一つのコイルユニットには限定

されず、複数のコイルユニットであってもよい。例えば、送電可能領域 SC 1 が交差点に配置されるなど、送電可能領域 SC 1 に対して複数の方向から受電装置 200 が進入可能である場合には、「送電可能領域 SC 1 の端部に位置するコイルユニット」には、受電装置 200 が各方向から進入する場合に、進入する方向ごとに最初に対向状態になり得るそれぞれのコイルユニットが含まれる。

[0026] 隣接コイルユニット 120Q は、端部コイルユニット 120P に隣接するコイルユニットである。「端部コイルユニット 120P に隣接するコイルユニット」には、送電可能領域 SC 1 に複数のコイルユニットが含まれる場合には、端部コイルユニット 120P に直接的に隣接するコイルユニットとともに、端部コイルユニット 120P に直接的に隣接するコイルユニットに連続して配置されるコイルユニットも含まれる。図 1 の例では、送電可能領域 SC 1 において、左端の端部コイルユニット 120P 以外のコイルユニット 120P は、すべて隣接コイルユニット 120Q に該当する。

[0027] 図 1 の例では、端部コイル 112P および複数の隣接コイル 112Q が互いに当接して配列されている例を用いて説明するが、必ずしも互いに当接している必要は無く互いに離隔されていてもよい。ただし、車両 CR の走行中における受電コイル 212 への給電を円滑にするために、端部コイル 112P および複数の隣接コイル 112Q は互いに当接していることが好ましい。端部コイル 112P および複数の隣接コイル 112Q が互いに離隔する場合には、離隔距離は、例えば、端部コイル 112P および複数の隣接コイル 112Q の幅の半分（円形で有ればその半径）以下であることが好ましい。

[0028] 図 2 に示すように、端部コイルユニット 120P は、端部共振回路 110P と、端部電流センサ 122P と、端部電流切替部 124P と、を備えている。端部電流切替部 124P は、送電回路 130 と端部共振回路 110P との間に設けられており、送電回路 130 から端部共振回路 110P への電力供給のオンオフを切り替える。端部電流センサ 122P は、送電回路 130 から端部共振回路 110P へ供給される電力の電流値（以下、「端部電流値

」とも呼ぶ)を検出する。端部電流センサ122Pに代えて、あるいはそれとともに、例えばシャント抵抗、あるいは配線インダクタンスなどの比較的小さなインダクタンスなどを配置してもよく、電流値に代えて、あるいはそれとともに、電流が流れたことによって発生する電圧を検出してもよい。

[0029] 端部共振回路110Pは、端部コイル112Pおよび共振コンデンサとして機能する端部共振コンデンサ116Pを有している。端部共振回路110Pは、電磁誘導現象を利用して端部コイル112Pに誘導された交流電力を受電共振回路210に送電する。

[0030] 図2に示すように、端部共振回路110Pは、端部コイル112Pと、端部共振コンデンサ116Pとが並列に接続されている並列共振回路である。本実施形態では、端部共振回路110Pには、一次並列二次直列方式(「PS方式」とも呼ばれる)が適用されている。端部共振コンデンサ116Pは、端部コイル112Pに供給された電力を共振させるための共振コンデンサである。図2には、端部コイル112Pと、受電装置200に設けられた受電コイル212とが互いに対向する対向状態が示されている。対向状態では、端部コイル112Pに対して受電コイル212が電磁氣的に結合した状態となる。

[0031] 対向状態では、端部共振回路110Pが並列共振するように、端部共振コンデンサ116Pのキャパシタンス C_t および端部コイル112Pのインダクタンス L_t が設定されている。対向状態では、端部共振回路110Pと受電共振回路210とが電磁氣的に結合した状態となり、等価回路では二次側の負荷としてのバッテリー230が端部共振回路110Pに並列に接続され、電源から見た端部共振回路110Pの入力インピーダンス Z_1 は非共振状態よりも小さい状態となる。この結果、送電回路130から端部コイル112Pに交流電力が供給されて、受電コイル212を介して受電装置200に交流電力が供給される。

[0032] 本実施形態では、端部コイルユニット120Pは、さらに、端部共振切替部126Pと、後述する端部送電制御装置170とを含んでいる。端部共振

切替部 126P は、端部送電制御装置 170 によって制御される。端部共振切替部 126P は、端部コイル 112P と端部共振コンデンサ 116P とのインピーダンスを変化させることによって端部コイル 112P と端部共振コンデンサ 116P との共振状態および非共振状態を切り替える。

[0033] 隣接コイルユニット 120Q は、隣接共振回路 110Q と、隣接電流切替部 124Q と、を備えている。隣接電流切替部 124Q は、送電回路 130 と隣接共振回路 110Q との間に設けられており、送電回路 130 から隣接共振回路 110Q への電力供給のオンオフを切り替える。隣接電流センサ 122Q は、送電回路 130 から隣接共振回路 110Q へ供給される電力の電流値（以下、「隣接電流値」とも呼ぶ）を検出する。隣接電流センサ 122Q の構成は、端部電流センサ 122P と同様に構成されている。ただし、隣接電流センサ 122Q に代えて、あるいはそれとともに、例えばシャント抵抗、あるいは配線インダクタンスなどの比較的小さなインダクタンスなどを配置してもよく、電流値に代えて、あるいはそれとともに、電流が流れたことによって発生する電圧を検出してもよい。

[0034] 隣接共振回路 110Q は、隣接コイル 112Q および共振コンデンサとして機能する隣接共振コンデンサ 116Q を備えている。隣接共振回路 110Q は、電磁誘導現象を利用して隣接コイル 112Q に誘導された交流電力を受電共振回路 210 に送電する。図 1 に示すように、端部共振回路 110P および複数の隣接共振回路 110Q は、車両走行路 RS において車両 CR の進行方向（X 軸方向）に沿った直線状に連続的に敷設されている。

[0035] 図 2 には、隣接コイル 112Q と受電コイル 212 とが互いに対向しない非対向状態が示されている。非対向状態では、隣接コイル 112Q に対して受電コイル 212 が電磁氣的に結合せず、隣接共振回路 110Q の共振状態が崩れた状態となる。この結果、隣接共振回路 110Q の入力インピーダンス Z_1 が略無限大のハイインピーダンスの状態になり、隣接共振回路 110Q の入力電流 I_1 をゼロに近づけることができる。このように、並列共振回路を用いた端部共振回路 110P および隣接共振回路 110Q によれば、直

列共振回路を用いた共振回路に比べて、送電回路 130 からの電流、すなわち、待機電力を抑制することができる。

[0036] 本実施形態では、隣接コイルユニット 120 Q は、さらに、隣接共振切替部 126 Q と、隣接送電制御装置 180 とを含んでいる。隣接共振切替部 126 Q は、隣接送電制御装置 180 によって制御される。隣接共振切替部 126 Q は、隣接コイル 112 Q と隣接共振コンデンサ 116 Q とのインピーダンスを変化させることによって隣接コイル 112 Q と隣接共振コンデンサ 116 Q との共振状態および非共振状態を切り替える。

[0037] 隣接送電制御装置 180 は、隣接送電制御部 182 と、隣接コイル特性検出部 184 とを備えている。隣接コイル特性検出部 184 は、隣接コイル 112 Q の電気的特性値を検出する。「隣接コイル 112 Q の電気的特性値」には、例えば、隣接コイル 112 Q に印加される電圧、隣接コイル 112 Q を流れる電流、および隣接コイル 112 Q に発生する磁界が含まれる。本実施形態では、図 2 に示すように、隣接コイル特性検出部 184 は、電気的特性値として隣接コイル 112 Q に流れる電流値を測定するための電流センサである。

[0038] 隣接送電制御部 182 は、CPU とメモリとを有し、隣接電流切替部 124 Q および隣接共振切替部 126 Q のオンオフを制御する。本実施形態では、隣接送電制御部 182 は、隣接コイル特性検出部 184 によって取得された隣接コイル 112 Q の電気的特性値（本実施形態において、電流値）を用いて、隣接電流切替部 124 Q および隣接共振切替部 126 Q のオンオフを制御する。

[0039] 図 3 に示すように、端部電流切替部 124 P および端部共振切替部 126 P は、例えば、IGBT、MOSFET、あるいは FET など、電流を制御するための半導体素子である。ここで、可飽和リアクトルは、インピーダンスを高くするためにはインダクタンスを大きくする必要があるため端部電流切替部 124 P が大型化するという問題がある。また、可飽和リアクトルは、インピーダンスを高くするために大きなインダクタンス成分となり得るた

め、送電回路 130 から見た負荷では、可飽和リアクトルのインダクタンス成分が支配的になる。そのため、端部共振回路 110P の共振特性が低下してしまうことが考えられる。本実施形態の送電装置 100 によれば、端部電流切替部 124P に半導体素子を用いることにより、可飽和リアクトルを用いる場合と比較して端部共振回路 110P の共振特性を向上させることができる。

[0040] 図 3 に示すように、端部電流切替部 124P および端部共振切替部 126P は、交流電力の半導体素子を用いた双方向スイッチで構成されている。端部共振切替部 126P は、端部共振コンデンサ 116P と端部コイル 112P との間に配置され、端部コイル 112P に並列に接続されている。端部送電制御部 174 は、端部共振切替部 126P を短絡（オン）させることにより、端部コイル 112P と端部共振コンデンサ 116P とを非共振状態にさせ、端部共振切替部 126P を開放（オフ）させることにより、端部コイル 112P と端部共振コンデンサ 116P とを共振可能な共振状態にさせる。なお、図 3 では、端部電流切替部 124P および端部共振切替部 126P を例に説明したが、隣接電流切替部 124Q および隣接共振切替部 126Q は、端部送電制御部 174 に代えて隣接送電制御部 182 によって制御されること以外は、端部電流切替部 124P および端部共振切替部 126P と同様に構成されているため、説明を省略する。

[0041] 端部送電制御部 174 は、端部電流切替部 124P を短絡（オン）させることにより、送電回路 130 から端部共振回路 110P への電力供給をオンにさせ、端部電流切替部 124P を開放（オフ）させることにより、送電回路 130 から端部共振回路 110P への電力供給をオフにさせる。図 3 の例では、端部電流切替部 124P としての双方向スイッチは、送電回路 130 と、端部共振回路 110P との間の正極側のみに配置されている。ただし、図 4 に示す端部コイルユニット 120P2 のように、双方向スイッチを正極側と負極側とに分けて配置した端部電流切替部 124P2 を用いてもよい。このように構成された送電装置 100 によれば、送電回路 130 から端部共

振回路 110P への電力供給の遮断箇所を正極側と負極側とに分けることにより、正極側と負極側とで発生するいわゆるコモンモードノイズを抑制または防止することができる。

[0042] 図 1 に示すように、本実施形態では、送電装置 100 は、さらに、送電側広域通信部 190 と、送電回路制御部 192 と、端部送電制御装置 170 とを備えている。送電側広域通信部 190 は、広域通信によって、車両 CR からの利用予約の申請を受信する。送電側広域通信部 190 が取得した情報は、送電回路制御部 192 に出力される。送電回路制御部 192 は、CPU とメモリとを含む回路である。送電回路制御部 192 は、車両 CR から送電側広域通信部 190 を介して受信した情報に基づいて送電回路 130 を制御して、送電装置 100 の停止状態と、待機状態とを切り替える。「送電装置 100 の停止状態」とは、送電回路 130 の駆動が停止されることにより、送電回路 130 から端部共振回路 110P への電力供給が停止されている状態を意味する。「送電装置 100 の待機状態」とは、送電回路 130 が駆動されているが受電装置 200 への給電が行われない状態である。

[0043] 端部送電制御装置 170 は、狭域通信によって、受電側狭域通信部 270 から発信される端部送電要求信号などを受信し、受信した端部送電要求信号に基づいて端部共振回路 110P の入力インピーダンス Z_1 を変化させる。図 2 に示すように、端部送電制御装置 170 は、端部送電信号受信部 172 と、端部送電制御部 174 とを備えている。

[0044] 端部送電信号受信部 172 は、受電側狭域通信部 270 から発信される端部送電要求信号などを取得する。端部送電信号受信部 172 には、例えば、受電側狭域通信部 270 に用いられる無線通信の方法に対応する受信器やリーダなどを用いることができる。本実施形態では、端部送電信号受信部 172 は、RF タグを認識可能な RF リーダを採用している。ただし、端部送電信号受信部 172 は、上述したループアンテナを用いた磁界を用いた通信方式に対応する受信機とすることも可能である。

[0045] 端部送電制御部 174 は、端部共振回路 110P に流れる電流値を切り替

えるための回路である。具体的には、端部送電制御部 174 は、端部送電信
号受信部 172 が受電側狭域通信部 270 からの送電要求信号を取得した場
合に、端部共振回路 110P に設けられる端部電流切替部 124P および端
部共振切替部 126P を切り替えることで、端部共振回路 110P の入力イ
ンピーダンス Z_1 を変化させ、端部コイル 112P に流れる電流値を受電装
置 200 に対して給電可能な電流値へと切り替える。本実施形態において、
端部送電制御部 174 は、例えば、端部コイル 112P のコイル中心に配置
されており、端部コイル 112P と一体に設けられている。

[0046] 図 2 に示すように、本実施形態では、端部送電制御装置 170 は、送電可
能領域 SC1 の端部コイルユニット 120P に含まれている。ただし、端部
送電制御装置 170 は、送電装置 100 に含まれれば足り、隣接コイルユニ
ット 120Q の一部とされてもよく、端部コイルユニット 120P や隣接コ
イルユニット 120Q とは異なる任意の位置に配置されてもよく、例えば、
車両走行路 RS の内部に配置されてもよく、車両走行路 RS 上に配置されて
いてもよい。車両 CR の識別性の向上、送電装置 100 の電磁両立性 (EM
C) の向上などの観点から、車両 CR が端部コイル 112P に近接したこと
を高い精度で検出できることが好ましい。そのため、端部送電信号受信部 1
72 は、端部コイル 112P に近い位置に配置されることが好ましく、例え
ば、端部送電信号受信部 172 が端部コイル 112P のコイル面内に配置さ
れるなど、端部送電信号受信部 172 と端部コイル 112P との座標が平面
視で互いに重なっていることがより好ましい。

[0047] 図 5 には、本実施形態に係る非接触給電システムを用いたシミュレーショ
ン結果が示されている。より具体的には、端部コイル 112P が受電コイル
212 と対向状態、かつ隣接コイル 112Q が非対向状態である場合に、隣
接電流切替部 124Q および隣接共振切替部 126Q を短絡 (オン) あるい
は開放 (オフ) させた場合の隣接電流値と、隣接コイル 112Q に流れるコ
イル電流 (以下、「隣接コイル電流」とも呼ぶ) の電流値とが示されている。
図 5 の左側に示すように、端部コイル 112P が対向状態である場合には

、端部電流切替部 1 2 4 P は短絡（オン）となり、送電回路 1 3 0 から端部コイルユニット 1 2 0 P への電力供給がオンの状態にされ、かつ端部共振切替部 1 2 6 P は開放（オフ）となり、端部コイル 1 1 2 P と端部共振コンデンサ 1 1 6 P とが共振状態にされている。シミュレーション結果によれば、このとき、端部電流値は、約 6 0 A であり、端部コイルに流れるコイル電流（以下、「端部コイル電流」とも呼ぶ）の電流値は約 1 0 0 A であった。

[0048] 図 5 の上段の列 # 1 の右側に示すように、隣接電流切替部 1 2 4 Q が短絡（オン）であり送電回路 1 3 0 から隣接コイルユニット 1 2 0 Q への電力供給がオンの状態、かつ隣接共振切替部 1 2 6 Q が開放（オフ）であり隣接コイル 1 1 2 Q と隣接共振コンデンサ 1 1 6 Q とが共振状態である場合には、隣接電流値は 1 0 A であり、隣接コイル電流は 2 0 0 A であった。このことから、隣接コイルユニット 1 2 0 Q が受電装置 2 0 0 への電力伝送に寄与していない状態であっても、隣接コイルユニット 1 2 0 Q への電力供給がオンの状態かつ共振状態である場合には、送電回路 1 3 0 から隣接コイルユニット 1 2 0 Q へと電流が流れるとともに、非対向状態でのコイル電流（以下、「待機電流」とも呼ばれる）が流れ、余分な電力損失が発生していることが理解できる。

[0049] 図 5 の中段の列 # 2 の右側に示すように、隣接電流切替部 1 2 4 Q が開放（オフ）であり送電回路 1 3 0 から隣接コイルユニット 1 2 0 Q への電力供給がオフの状態、かつ隣接共振切替部 1 2 6 Q が開放（オフ）であり隣接コイル 1 1 2 Q と隣接共振コンデンサ 1 1 6 Q とが共振状態である場合には、隣接電流値は約 0 A であり、隣接コイル電流は約 5 0 A であった。シミュレーション結果によれば、上段の列 # 1 の結果と比較して分かるように、隣接電流切替部 1 2 4 Q のオフにより、送電回路 1 3 0 から隣接コイルユニット 1 2 0 Q への電力供給を略ゼロにできるとともに、待機電流を低減できることを理解できる。

[0050] 図 5 の下段の列 # 3 の右側に示すように、隣接電流切替部 1 2 4 Q が開放（オフ）であり隣接コイルユニット 1 2 0 Q への電力供給がオフの状態、か

つ隣接共振切替部 126Q が短絡（オン）であり隣接コイル 112Q と隣接共振コンデンサ 116Q とが非共振状態である場合には、隣接電流値および隣接コイル電流は約 0 A であった。シミュレーション結果によれば、非対向状態において、隣接電流切替部 124Q が開放（オフ）であり、かつ隣接共振切替部 126Q が短絡（オン）であれば、隣接コイルユニット 120Q への電力供給と待機電流とを略ゼロにできることが理解できる。

[0051] 図 6 から図 17 を用いて、本実施形態の送電装置 100 によって実行される給電処理について説明する。図 12 から図 17 では、受電装置 200 を搭載した車両 CR が送電装置 100 の送電可能領域 SC1 に向かって走行し、送電可能領域 SC1 を通過する様子が示されている。なお、図 12 から図 17 では、図示の便宜のために、端部送電制御装置 170 が端部コイル 112P から離隔して示されているが、実際には、端部コイル 112P と端部送電制御装置 170 との座標は平面視で互いに一致している。図 12 から図 17 では、技術の理解を容易にするために、機能がアクティブな状態の部分にハッチングを付している。また、図 12 から図 17 では、図示の便宜のために、一部の構成要素の名称が略して記載されている。

[0052] 図 12 から図 17 には、送電装置 100 の端部コイル 112P からの通電開始距離 DT2 と、端部コイル 112P からの準備距離 DT1 とが模式的に示されている。通電開始距離 DT2 は、例えば、受電側狭域通信部 270 と、端部送電制御装置 170 の端部送電信号受信部 172 との間で送電要求信号の授受が可能な距離を用いて設定することができる。本実施形態では、通電開始距離 DT2 は、受電側狭域通信部 270 の通信距離としての 100 センチメートルで設定されている。準備距離 DT1 は、通電開始距離 DT2 よりも長い距離であり、車両 CR の進入により送電装置 100 を準備状態に移行させるための領域を規定している。準備距離 DT1 は、車両 CR が準備距離 DT1 から通電開始距離 DT2 を差し引いた距離 ($DT1 - DT2$) を走行している間に送電回路 130 を待機状態に移行できればよく、例えば、送電回路 130 を準備状態に移行するために必要な時間と、車両 CR と送電装

置１００との離隔距離と、車両ＣＲの走行速度とから導出することができる。

[0053] 図６に示すように、送電装置１００から受電装置２００への給電処理において、ステップＳ１０では、停止状態の送電装置１００が待機状態へと移行する。なお、送電装置１００の待機状態および停止状態において、端部電流切替部１２４Ｐおよび隣接電流切替部１２４Ｑは、開放（オフ）され、端部共振切替部１２６Ｐおよび端部共振切替部１２６Ｑは、短絡（オン）された状態である。

[0054] 図７に示すように、ステップＳ１１０では、車両ＣＲが送電装置１００の利用予約の申請を開始する。送電装置１００の利用予約とは、送電装置１００あるいは送電装置１００の管理者に対して、送電装置１００による受電装置２００への給電を申請することを意味する。送電装置１００の利用予約は、例えば、車両制御部２８０が行ってもよく、車両ＣＲの利用者の手動によって行われてもよい。車両制御部２８０は、例えば、ナビゲーション装置２６４が生成した走行予定ルートに送電可能領域ＳＣ１が含まれているという情報を車両情報取得部２６０から取得したことを契機に送電装置１００の利用予約の申請を行う。あるいは、車両ＣＲからの利用予約の申請の有無に関わらず、車両ＣＲから受電側広域通信部２９０を介して送電装置１００に送信される車両ＣＲの位置情報に基づき、車両ＣＲが送電装置１００から所定の範囲内にいることを検知した送電装置１００が利用予約を受け付けてもよい。車両制御部２８０は、例えば、バッテリー２３０のＳＯＣが低い状態を判定するなど、バッテリー２３０の充電状態に応じて送電装置１００の利用予約を申請してもよい。

[0055] 送電装置１００の利用予約の申請が開始されると、ステップＳ１２０では、図１２に示すように、車両ＣＲの車両制御部２８０は、受電側広域通信部２９０を介して、利用予約の申請とともに車両ＣＲの位置情報および車両ＣＲのＩＤ情報を、送電側広域通信部１９０に発信する。これらの情報は、申請の開始後において所定の時間ごとに定期的に発信されてもよい。広域通信

により送信される車両ＣＲの位置情報は、ＧＮＳＳ受信機２６２あるいはナビゲーション装置２６４により取得される車両ＣＲの現在位置情報である。ただし、これに限らず、広域通信により送信される車両ＣＲの位置情報には、座標などの位置情報のみには限らず、受電側広域通信部２９０と送電側広域通信部１９０との通信可能距離に基づく広域通信の成立に基づき送電側広域通信部１９０から通信可能距離以内に車両ＣＲが検出されたことが含まれてもよい。

[0056] ステップＳ１３０では、送電装置１００の送電側広域通信部１９０が車両ＣＲの現在位置情報および車両ＣＲのＩＤ情報を取得すると、送電回路制御部１９２は、車両ＣＲによる送電装置１００の利用予約の申請を受け付けるとともに、取得した車両ＣＲのＩＤ情報を、例えば端部送電制御部１７４のメモリに記憶させる。

[0057] ステップＳ１４０では、送電回路制御部１９２は、取得した車両ＣＲの現在位置情報を用いて、車両ＣＲが端部コイル１１２Ｐから準備距離ＤＴ１までの範囲に到達したか否かを判定する。端部コイル１１２Ｐから車両ＣＲまでの距離が準備距離ＤＴ１以上である場合（Ｓ１４０：ＮＯ）、送電回路制御部１９２は、車両ＣＲの現在位置情報の取得を継続して、車両ＣＲが端部コイル１１２Ｐから準備距離ＤＴ１までの範囲に到達するまで待機する。端部コイル１１２Ｐからの距離が準備距離ＤＴ１よりも短くなった場合には（Ｓ１４０：ＹＥＳ）、送電回路制御部１９２は、ステップＳ１５０へと移行し、図１３に示すように、送電回路１３０を駆動させることにより、送電装置１００を停止状態から待機状態へと切り替えて、処理を完了する。

[0058] 図６に戻り、ステップＳ２０では、待機状態の送電装置１００が通電状態へと移行する。より具体的には、図８に示すように、ステップＳ２２では、端部コイル通電処理が実行され、ステップＳ２４では、隣接コイル通電処理が実行される。図９に示すように、端部コイル通電処理では、ステップＳ２２０において、端部送電制御部１７４は、取得した車両ＣＲの現在位置情報を用いて、車両ＣＲが端部コイル１１２Ｐから通電開始距離ＤＴ２までの範

囲に到達したか否かを判定する。端部コイル 1 1 2 P から車両 C R までの距離が通電開始距離 D T 2 以上である場合 (S 2 2 0 : N O)、端部送電制御部 1 7 4 は、車両 C R の現在位置情報の取得を継続して、車両 C R が端部コイル 1 1 2 P から通電開始距離 D T 2 までの範囲に到達するまで待機する。端部送電制御部 1 7 4 は、端部コイル 1 1 2 P からの距離が通電開始距離 D T 2 よりも短くなった場合には (S 2 2 0 : Y E S)、ステップ S 2 2 2 に移行する。

[0059] ステップ S 2 2 2 では、車両制御部 2 8 0 は、送電装置 1 0 0 に対して給電開始の申請を開始する。車両制御部 2 8 0 は、車両 C R の現在位置が通電開始距離 D T 2 までの範囲に到達したことを契機として、給電開始の申請を開始し、受電側狭域通信部 2 7 0 による狭域通信を利用して、車両 C R の位置情報と、車両 C R の I D 情報とを発信する。

[0060] ステップ S 2 2 4 では、端部送電信号受信部 1 7 2 は、受電側狭域通信部 2 7 0 から発信された車両 C R の位置情報と、車両 C R の I D 情報とを取得する。端部送電制御部 1 7 4 は、上述した送電装置 1 0 0 の利用予約の申請においてメモリに記憶された車両 C R の I D 情報と、受電側狭域通信部 2 7 0 を介して取得した車両 C R の I D 情報とを照合する。車両 C R の I D 情報が互いに一致する場合には、端部送電制御部 1 7 4 は、給電開始の申請を許可し、ステップ S 2 2 6 へと移行する。

[0061] 図 1 4 に示すように、車両 C R が進行方向である X 軸方向に沿って移動すると、車両 C R は送電可能領域 S C 1 のうち端部コイルユニット 1 2 0 P に最初に到達する。車両 C R は、送電装置 1 0 0 に対して、受電側狭域通信部 2 7 0 を介して車両 C R の位置情報、すなわち車両 C R が端部コイルユニット 1 2 0 P に近接していることを伝達し、I D 情報を用いた給電開始申請を完了させる。

[0062] ステップ S 2 2 6 では、端部送電制御部 1 7 4 は、端部共振回路 1 1 0 P を待機状態から通電状態へと移行する端部送電制御を実行する。具体的には、端部送電制御部 1 7 4 は、端部電流切替部 1 2 4 P を短絡 (オン) させて

送電回路 130 から端部共振回路 110P への電力供給をオンに切り替えるとともに、端部共振切替部 126P を開放（オフ）させて端部コイル 112P と 114P とを共振状態に切り替える。この結果、端部共振回路 110P の入力インピーダンス Z_1 は小さい値に変化し、給電用の大きな電流が端部コイル 112P に流れる。

[0063] ステップ S228 では、端部送電制御部 174 は、端部電流センサ 122P から端部電流値を取得し、端部電流値と閾値 TH_1 とを比較する。閾値 TH_1 は、受電コイル 212 が端部コイル 112P との対向状態から非対向状態となるか否かを判定するための閾値である。閾値 TH_1 は、端部コイル 112P から受電コイル 212 への給電時に流れる端部電流値より低い値を用いて、任意に設定することができる。端部送電制御部 174 は、端部電流値が閾値 TH_1 以下になったことを確認するとステップ S230 に移行する。

[0064] ステップ S230 では、端部送電制御部 174 は、端部共振回路 110P を通電状態から待機状態へと移行する端部送電停止制御を実行する。具体的には、端部送電制御部 174 は、端部電流切替部 124P を開放（オフ）させて送電回路 130 から端部共振回路 110P への電力供給をオフに切り替えるとともに、端部共振切替部 126P を短絡（オン）させて端部コイル 112P と端部共振コンデンサ 116P とを非共振状態に切り替える。この結果、端部共振回路 110P の入力インピーダンス Z_1 は略無限大のハイインピーダンスの状態になり、端部コイル 112P の端部コイル電流がほぼ流れなくなる。

[0065] ここで、例えば、端部共振切替部 126P を端部電流切替部 124P の開放よりも先に短絡させると、端部コイルユニット 120P に短絡電流が流れる可能性がある。本実施形態では、端部送電制御部 174 は、上記の端部送電停止制御において、最初に端部電流切替部 124P を開放（オフ）させた後に、端部共振切替部 126P を短絡（オン）させる。このように構成することにより、端部コイルユニット 120P に短絡電流が発生することを抑制または防止することができる。ただし、短絡電流が問題とならない場合など

には、端部共振切替部 1 2 6 P の短絡と端部電流切替部 1 2 4 P の開放とを同時あるいは任意の順序で行ってもよい。

[0066] 図 1 5 に示すように、車両 C R は、走行しながら給電開始申請を完了させて、通電状態となり給電用の電流が流れた状態の端部コイル 1 1 2 P 上に到達する。端部コイル 1 1 2 P 上に受電コイル 2 1 2 が近づき対向状態となると、端部コイル 1 1 2 P から発生する磁束 G 2 により、受電コイル 2 1 2 の磁束 G 1 が共振により誘起され、磁気結合する。この結果、送電装置 1 0 0 から受電装置 2 0 0 への給電が開始する。

[0067] 図 1 0 に示すように、隣接コイル通電処理では、ステップ S 2 4 0 において、隣接送電制御部 1 8 2 は、隣接コイル特性検出部 1 8 4 から隣接コイル電流値を取得し、隣接コイル電流値と第一特性値 C V 1 とを比較する。第一特性値 C V 1 は、隣接コイル 1 1 2 Q が受電コイル 2 1 2 と磁氣的に結合し得る状態であるか否かを判定するための閾値である。第一特性値 C V 1 は、後述する第二特性値 C V 2 よりも小さい値を用いて設定され、例えば、対向状態での隣接コイル電流値よりも小さい値を用いて設定することができる。ここで、端部コイル 1 1 2 P が受電コイル 2 1 2 と対向状態となり磁氣的に結合して給電が開始されると、隣接コイル 1 1 2 Q には、対向状態となる前であっても受電コイル 2 1 2 に発生する磁束により隣接コイル電流が流れ始める。第一特性値 C V 1 は、隣接コイル 1 1 2 Q に隣接コイル電流が発生し始めたことを検出するために用いられる閾値であり、還元すれば、隣接コイル 1 1 2 Q に受電コイル 2 1 2 が接近して対向状態となり得る状態であるか否かを判定するための閾値であるといえる。

[0068] 隣接送電制御部 1 8 2 は、隣接コイル特性検出部 1 8 4 から検出した隣接コイル電流値が第一特性値 C V 1 以上であれば（S 2 4 0 : Y E S）、ステップ S 2 4 2 に移行し、隣接電流切替部 1 2 4 Q を制御して、隣接コイル 1 1 2 Q を通電状態に切り替える。より具体的には、隣接送電制御部 1 8 2 は、隣接電流切替部 1 2 4 Q を短絡（オン）に切り替え、隣接共振切替部 1 2 6 Q を開放（オフ）に切り替える隣接送電制御を実行する。

[0069] ステップS 2 4 4 では、隣接送電制御部 1 8 2 は、隣接コイル電流値と第二特性値 C V 2 とを比較する。第二特性値 C V 2 は、受電コイル 2 1 2 への給電用の大きな隣接コイル電流値が隣接コイル 1 1 2 Q に流れているかを判定するための閾値であり、換言すれば、隣接コイル 1 1 2 Q が受電コイル 2 1 2 と対向状態であるか否かを判定するための閾値である。第二特性値 C V 2 は、例えば、受電コイル 2 1 2 への給電中に隣接コイル 1 1 2 Q に流れる電流値の平均値、下限値、下側規格限界などを用いて設定することができる。

[0070] 隣接送電制御部 1 8 2 は、隣接コイル特性検出部 1 8 4 から検出した隣接コイル電流値が第二特性値 C V 2 以上であれば（S 2 4 4 : Y E S）、ステップS 2 4 6 に移行する。ステップS 2 4 6 において、隣接送電制御部 1 8 2 は、隣接コイル電流値が閾値 T H 2 以下になったことを確認するとステップS 2 5 0 に移行する。閾値 T H 2 は、隣接コイル 1 1 2 Q に隣接コイル電流が流れなくなったことを検出するために用いられる閾値であり、換言すれば、受電コイル 2 1 2 が隣接コイル 1 1 2 Q から離隔して対向状態から非対向状態となったかを判定するための閾値である。閾値 T H 2 は、例えば、上述した閾値 T H 1 と同様に設定することができる。

[0071] ステップS 2 5 0 では、隣接送電制御部 1 8 2 は、隣接共振回路 1 1 0 Q を通電状態から待機状態へと移行させるために隣接送電停止制御を実行する。具体的には、隣接送電制御部 1 8 2 は、隣接電流切替部 1 2 4 Q を開放（オフ）させて送電回路 1 3 0 から隣接共振回路 1 1 0 Q への電力供給をオフに切り替えるとともに、隣接共振切替部 1 2 6 Q を短絡（オン）させて隣接コイル 1 1 2 Q と隣接共振コンデンサ 1 1 6 Q とを非共振状態に切り替える。この結果、隣接共振回路 1 1 0 Q の入力インピーダンス Z 1 は略無限大のハイインピーダンスの状態となり、隣接コイル 1 1 2 Q のコイル電流が流れなくなる。

[0072] ここで、例えば、隣接共振切替部 1 2 6 Q を先に短絡（オン）させると、隣接コイルユニット 1 2 0 Q に短絡電流が流れる可能性がある。本実施形態

では、隣接送電制御部 182 は、上記の隣接送電停止制御において、最初に隣接電流切替部 124 Q を開放（オフ）させた後に、隣接共振切替部 126 Q を短絡（オン）させる。このように構成することにより、隣接コイルユニット 120 Q に短絡電流が発生することを抑制または防止することができる。ただし、短絡電流が問題とならない場合などには、隣接共振切替部 126 Q の短絡と隣接電流切替部 124 Q の開放とを任意の順序で行ってもよい。

[0073] ステップ S244 において、隣接コイル電流値が第二特性値 CV2 未満である場合には（S244：NO）、ステップ S248 に移行し、隣接送電制御部 182 は、隣接送電制御を実行した時点から所定時間が経過したか否かを確認する。なお、「隣接送電制御を実行した時点」には、ステップ S240 で隣接コイル電流値が第一特性値 CV1 以上であることを確認した時点を含む。所定時間が経過していなければ（S248：NO）、ステップ S244 に戻る。なお、ステップ S244 およびステップ S248 の処理は、端部コイル通電処理にも適用することができ、具体的には、例えば、図 9 に示すステップ S226 と、ステップ S228 との間にステップ S244 およびステップ S248 の処理を適用することができる。

[0074] 隣接コイル電流値が第二特性値 CV2 以上となることなく所定時間が経過すると（S248：YES）、ステップ S250 に移行し、後述するように隣接送電停止制御を実行する。このように構成することにより、受電コイル 212 が端部コイル 112 P 上を通過して隣接コイル 112 Q を通電状態に切り替えたものの、例えば、端部コイル 112 P を通過した車両 CR の車線変更、停止などの理由により、隣接コイル 112 Q と対向状態に至らなかった場合に、隣接コイル 112 Q を待機状態へと移行することで、隣接コイル 112 Q への不要な通電が継続されることを抑制または防止することができる。

[0075] 図 16 に示すように、図 15 で示した受電コイル 212 と端部コイル 112 P との対向状態から車両 CR がさらに走行を続けると、受電コイル 212 に発生する磁束 G3 により、隣接コイル 112 Q に電流が流れる。隣接送電

制御部 182 は、隣接コイル特性検出部 184 により検出された隣接コイル 112Q の隣接コイル電流が第一特性値 $CV1$ 以上になったことを検出し、隣接共振回路 110Q の隣接送電制御を実行する。この結果、隣接共振回路 110Q の入力インピーダンス $Z1$ は小さい値に変更され、隣接コイル 112Q に給電用の大きな電流が流れる。車両 CR が走行してさらに受電コイル 212 と隣接コイル 112Q とが対向状態となると、隣接コイル 112Q と受電コイル 212 との磁氣的結合による給電が開始する。給電の開始により、隣接送電制御部 182 は、隣接コイル 112Q の隣接コイル電流が第二特性値 $CV2$ 以上になったことを検出する。このように、送電可能領域 SC1 において、端部コイル 112P による給電が開始された後では、端部コイル 112P に隣接する隣接コイル 112Q ならびにこれに連続する隣接コイル 112Q は、狭域通信を利用することなく給電を開始することができる。

[0076] 図 6 に戻り、ステップ S30 では、通電状態の送電装置 100 が停止状態へと移行して処理は完了する。図 11 に示すように、ステップ S310 では、送電回路制御部 192 は、送電可能領域 SC1 の給電が終了したこと、すなわち送電装置 100 が通電状態から待機状態へと切り替えられた状態であることを確認する。図 17 の例では、送電回路制御部 192 は、送電可能領域 SC1 に含まれるすべての送電共振回路による給電が終了していることを確認する。より具体的には、送電回路制御部 192 は、端部コイル 112P の端部コイル電流値が閾値 $TH1$ 以下になったこと、およびすべての隣接コイル 112Q の隣接コイル電流値が閾値 $TH2$ 以下になったことを確認することによって、送電可能領域 SC1 による給電の終了を確認する。

[0077] 車両 CR の走行により、受電装置 200 が端部送電制御装置 170 と受電側狭域通信部 270 との通信距離よりも離れた位置まで送電装置 100 から離隔すると、端部送電制御装置 170 は車両 CR からの送電要求信号を受信できなくなる。したがって、コイルユニットに流れる電流を利用する方法に代えて、またはこれとともに、端部送電制御装置 170 が送電要求信号を受信しなくなったことを検出すること、あるいは車両 CR が送電可能領域 SC

1 を通過し得る所定時間の経過により給電が終了したと判断されてもよい。このように構成された送電装置 100 によれば、端部電流センサ 122P ならびに隣接電流センサ 122Q を省略することができ、部品点数の増加を抑制することができる。

[0078] ステップ S320 では、送電回路制御部 192 は、送電装置 100 を待機状態に切り替えた時点からの計時を行い、予め定められた待機時間の経過を待機する。停止状態に移行するまえに待機状態で待機することにより、次の車両が送電可能領域 SC1 に進入した場合に通電状態への移行期間を短縮することができる。待機時間が経過すると、ステップ S330 では、送電回路制御部 192 は、送電回路 130 の駆動を停止し、送電装置 100 を停止状態へと切り替えて処理を終了する。なお、受電側広域通信部 290 と送電側広域通信部 190 との広域通信が途絶えたことを検知して、処理を終了してもよい。

[0079] 以上、説明したように、本実施形態の送電装置 100 によれば、端部コイルユニット 120P と、端部コイルユニット 120P に隣接する隣接コイルユニット 120Q と、端部コイルユニット 120P による送電を開始するための端部送電要求信号を受信する端部送電信号受信部 172 と、端部送電要求信号を用いて端部電流切替部 124P による電源から端部共振回路 110P への電力供給のオンオフを制御する端部送電制御部 174 と、隣接電流切替部 124Q による電源から隣接共振回路 110Q への電力供給のオンオフを制御する隣接送電制御部 182 と、を備えている。端部コイルユニット 120P は、端部コイル 112P および端部共振コンデンサ 116P を有する端部共振回路 110P と、送電回路 130 から端部共振回路 110P への電力供給のオンオフを切り替えるための端部電流切替部 124P と、を備えている。隣接コイルユニット 120Q は、隣接コイル 112Q および隣接共振コンデンサ 116Q を有する隣接共振回路 110Q と、送電回路 130 から隣接共振回路 110Q への電力供給のオンオフを切り替えるための隣接電流切替部 124Q と、を備えている。端部送電制御部 174 は、受電装置 20

0からの端部送電要求信号の受信により、端部共振回路110Pへの電力供給のオンオフを切り替えることができる。そのため、電流値や磁束などの端部コイル112Pの電気的特性値等を利用して電力供給のオンオフを切り替える場合よりも確実に端部コイルユニット120P、ひいては送電装置100を給電可能な状態に切り替えることができる。したがって、受電コイル212が端部コイル112Pに対して非対向状態から対向状態に変化した場合に送電装置100から受電装置200への給電が開始されないといった不具合を抑制または防止することができる。本実施形態の送電装置100によれば、端部コイルユニット120Pが端部電流切替部124Pを備えることにより、端部コイルユニット120Pに不要な待機電流が流れることを抑制または防止することができる。また、隣接コイルユニット120Qが隣接電流切替部124Qを備えることにより、隣接コイル112Qが非対向状態である場合に不要な待機電流が流れることを抑制することができる。

[0080] 本実施形態の送電装置100によれば、端部コイルユニット120Pは、端部コイル112Pと端部共振コンデンサ116Pとのインピーダンスを変化させることによって端部コイル112Pと端部共振コンデンサ116Pとの共振状態および非共振状態を切り替える端部共振切替部126Pを備えている。端部送電制御部174は、さらに、端部送電要求信号を用いて、端部共振切替部126Pによる端部コイル112Pと端部共振コンデンサ116Pとの共振状態および非共振状態の切り替えを制御する。並列共振回路としての端部共振回路110Pの共振状態と非共振状態を、端部共振切替部126Pによって切り替えることができるので、端部コイルユニット120Pが直列共振回路である場合と比較して、非対向状態などの端部コイル112Pが電力伝送に寄与していない状態での待機電流を小さくすることができ、電力損失を低減することができる。

[0081] 本実施形態の送電装置100によれば、端部送電制御部174は、端部送電信号受信部172が端部送電要求信号を受信した場合に、端部電流切替部124Pを制御して、電源から端部共振回路110Pへと電力を供給させ、

端部共振切替部 126P を制御して、端部コイル 112P と端部共振コンデンサ 116P とを共振状態にさせる端部送電制御を実行する。端部電流切替部 124P と端部共振切替部 126P とを用いた簡易な制御により、待機状態と通電状態とを切り替えることができる。

[0082] 本実施形態の送電装置 100 によれば、端部コイルユニット 120P は、さらに、電源から端部共振回路 110P へ供給される電力の端部電流値を検出するための端部電流センサ 122P を備えている。端部送電制御部 174 は、端部電流値が予め定められた閾値 TH1 以下になった場合に、端部電流切替部 124P を制御して、電源から端部共振回路 110P への電力の供給を停止させ、端部共振切替部 126P を制御して、端部コイル 112P と端部共振コンデンサ 116P とを非共振状態にさせる端部送電停止制御を実行する。電流センサの検出値と、端部電流切替部 124P と端部共振切替部 126P とを用いた簡易な制御により、待機状態と通電状態とを切り替えることができる。

[0083] 本実施形態の送電装置 100 によれば、端部送電制御部 174 は、端部送電停止制御において、端部電流切替部 124P を制御して電源から端部共振回路 110P への電力の供給を停止させた後に、端部共振切替部 126P を制御して端部コイル 112P と端部共振コンデンサ 116P とを非共振状態にさせる。したがって、端部コイルユニット 120P に短絡電流が発生することを抑制または防止することができる。

[0084] 本実施形態の送電装置 100 によれば、隣接コイルユニット 120Q は、隣接送電制御部 182 によって制御される隣接共振切替部 126Q を備えている。隣接共振切替部 126Q は、隣接コイル 112Q と隣接共振コンデンサ 116Q とのインピーダンスを変化させることによって、隣接コイル 112Q と隣接共振コンデンサ 116Q との共振状態および非共振状態を切り替える。並列共振回路としての隣接共振回路 110Q の共振状態と非共振状態を隣接共振切替部 126Q によって切り替えることができるので、隣接コイルユニット 120Q が直列共振回路である場合と比較して、非対向状態など

、隣接コイル 112Q が電力伝送に寄与していない状態での待機電流を小さくすることができ、電力損失を低減することができる。

[0085] 本実施形態の送電装置 100 は、さらに、隣接コイル 112Q に印加される電圧、隣接コイル 112Q を流れる電流、および隣接コイル 112Q に発生する磁界のいずれかである隣接コイル 112Q の電気的特性値を検出する隣接コイル特性検出部 184 を備えている。隣接送電制御部 182 は、電気的特性値が予め定められた第一特性値 CV1 以上である場合に、隣接電流切替部 124Q を制御して、電源から隣接共振回路 110Q へと電力を供給させ、隣接共振切替部 126Q を制御して、隣接コイル 112Q と隣接共振コンデンサ 116Q とを共振状態にさせる隣接送電制御を実行する。隣接コイル 112Q の電気的特性値を利用することにより、受電装置 200 との通信を行うことなく簡易な方法により、隣接コイル 112Q と受電コイル 212 との対向状態を判定することができる。

[0086] 本実施形態の送電装置 100 によれば、隣接コイルユニット 120Q は、さらに、電源から隣接共振回路 110Q へ供給される電力の隣接電流値を検出するための隣接電流センサ 122Q を備えている。隣接送電制御部 182 は、隣接電流値が予め定められた閾値 TH2 以下になった場合に隣接電流切替部 124Q を制御して送電回路 130 から隣接共振回路 110Q への電力の供給を停止させるとともに、隣接共振切替部 126Q を制御して隣接コイル 112Q と隣接共振コンデンサ 116Q とを非共振状態にさせる隣接送電停止制御を実行する。電流センサの検出値と、隣接電流切替部 124Q と隣接共振切替部 126Q とを用いた簡易な制御により、待機状態と通電状態とを切り替えることができる。

[0087] 本実施形態の送電装置 100 によれば、隣接送電制御部 182 は、隣接送電停止制御において、隣接電流切替部 124Q を制御して送電回路 130 から隣接共振回路 110Q への電力の供給を停止させた後に、隣接共振切替部 126Q を制御して隣接コイル 112Q と隣接共振コンデンサ 116Q とを非共振状態にさせる。したがって、隣接コイルユニット 120Q に短絡電流

が発生することを抑制または防止することができる。

[0088] 本実施形態の送電装置 100 によれば、隣接送電制御部 182 は、隣接送電制御を実行した後に、電気的特性値が第一特性値 CV1 よりも高い予め定められた第二特性値 CV2 以上である場合に、隣接送電停止制御を実行する。隣接送電制御を実行した後に、電気的特性値が第二特性値 CV2 未満である場合には、隣接送電制御を実行した時点から予め定められた期間を経過した時点で、隣接送電停止制御を実行する。この形態の送電装置 100 によれば、隣接コイル 112Q を通電可能な状態に切り替えたものの、隣接コイル 112Q とは対向状態とならなかった場合など、隣接コイル 112Q への不要な通電が継続して発生することを抑制または防止することができる。

[0089] 本実施形態の送電装置 100 によれば、端部送電信号受信部 172 は、通信距離が 5 メートル以下である狭域通信信号を端部送電要求信号として受信する。したがって、狭域通信の通信距離を利用して送電の対象となる車両の検出範囲を狭めることにより、送電装置 100 を利用し得る複数の車両のうち一の車両の識別性を向上させることができる。また、電力伝送のオンオフを近距離で制御することができ、送電装置 100 の電磁両立性 (EMC) を向上することができるとともに、受電装置 200 との非対向状態における不要な電力消費や不要な磁束の発生を抑制することができる。

[0090] 本実施形態の送電装置 100 は、さらに、端部コイルユニット 120P および隣接コイルユニット 120Q に交流電力を供給するための送電回路 130 と、送電回路 130 を駆動可能な送電回路制御部 192 と、通信距離が 5 メートルよりも長い広域通信信号を受信するための送電側広域通信部 190 と、を備えている。送電回路制御部 192 は、送電側広域通信部 190 が広域通信信号を受信した場合に、送電回路 130 を駆動する。したがって、給電開始前に予め送電装置 100 を待機状態とすることができ、受電装置 200 が近接した場合に通電状態に切り替えるまでの時間を短縮することができる。

[0091] B. 第 2 実施形態：

図 18 に示すように、第 2 実施形態に係る送電装置 100b は、端部コイルユニット 120P に代えて端部コイルユニット 120Pb を備える点と、隣接コイルユニット 120Q に代えて隣接コイルユニット 120Qb を備える点とにおいて、第 1 実施形態の送電装置 100 と相違し、それ以外の構成は同様である。本実施形態では、端部コイルユニット 120Pb と、隣接コイルユニット 120Qb とが互いに通信可能に構成されている。なお、図 18 において、受電装置 200 の図示は省略されているが、受電コイル 212 は端部コイル 112P と対向状態である。

[0092] 端部コイルユニット 120Pb は、端部送電制御装置 170 に代えて、端部送電制御装置 170b を備える点において、端部コイルユニット 120P とは相違し、それ以外の構成は同様である。隣接コイルユニット 120Qb は、隣接送電制御装置 180 に代えて、隣接送電制御装置 180b を備える点において隣接コイルユニット 120Q とは相違し、それ以外の構成は同様である。

[0093] 隣接送電制御装置 180b は、隣接コイル特性検出部 184 に代えて隣接通信部 186 を備えている。端部送電制御装置 170b は、さらに端部通信部 176 を備えている。端部通信部 176 と、隣接通信部 186 とは、互いに有線接続されており、双方向に通信可能に構成されている。なお、端部通信部 176 と隣接通信部 186 とは、互いに無線接続されていてもよい。端部送電制御装置 170b は、端部共振回路 110P の端部電流切替部 124P および端部共振切替部 126P が切り替え可能であれば、端部コイルユニット 120Pb に含まれていなくてもよく、同様に、隣接送電制御装置 180b は、隣接共振回路 110Q の隣接電流切替部 124Q および隣接共振切替部 126Q が切り替え可能であれば、隣接コイルユニット 120Qb に含まれていなくてもよい。なお、隣接送電制御装置 180b は、隣接通信部 186 とともに電流センサ等の隣接コイル特性検出部 184 を備えていてもよい。

[0094] 本実施形態において、端部通信部 176 は、隣接コイルユニット 120Q

による送電を開始するための隣接送電要求信号を送信する隣接送電信号送信部として機能し、隣接通信部186は、隣接送電要求信号を受信する隣接送電信号受信部として機能する。また、本実施形態では、隣接通信部186は、隣接送電制御部182による制御のもと、さらに、他の隣接コイルユニット120Qによる送電を開始するための隣接送電供給信号を送信することができる。端部通信部176は、端部送電制御部174による制御のもと、端部コイルユニット120Pによる受電装置200への送電が開始される場合に、隣接送電要求信号を隣接送電信号受信部に送信する。隣接送電制御部182は、隣接送電要求信号を受信すると、隣接送電制御を実行する。なお、隣接送電要求信号は、例えば、送電回路制御部192など、端部通信部176以外の構成から送信されてもよい。

[0095] 図19に示すように、本実施形態の端部コイル通電処理では、ステップS226の後に、さらにステップS227bが実行される点において、第1実施形態の端部コイル通電処理とは相違し、それ以外の構成は同じである。端部送電制御部174は、ステップS226において、端部共振回路110Pを待機状態から通電状態へと移行する端部送電制御を実行すると、ステップS227bに移行し、端部通信部176を制御して隣接送電要求信号を隣接通信部186に送信する。

[0096] 図20に示すように、本実施形態の隣接コイル通電処理では、ステップS240に代えてステップS240bを備える点と、ステップS244の後に、さらにステップS245bが実行される点とにおいて、第1実施形態の隣接コイル通電処理とは相違し、それ以外の構成は同じである。ステップS240bでは、隣接送電制御部182は、隣接送電要求信号の受信を待機する。隣接送電制御部182は、隣接通信部186が隣接送電要求信号を受信すると（S240b：YES）、ステップS242に移行して、隣接送電制御を実行する。

[0097] ステップS244において、隣接送電制御部182は、隣接コイル特性検出部184から検出した隣接コイル電流値が第二特性値CV2以上であれば

(S 2 4 4 : Y E S)、ステップS 2 4 5 bに移行する。ステップS 2 4 5 bでは、隣接通信部1 8 6は、隣接送電制御部1 8 2による制御のもと、さらに、他の隣接コイルユニット1 2 0 Qによる送電を開始するための隣接送電供給信号を送信する。本実施形態では、隣接通信部1 8 6は、本フローにより隣接送電制御を実行された隣接コイルユニット1 2 0 Qに隣接する隣接コイルユニット1 2 0 Qに隣接送電供給信号を送信する。これにより、他の隣接コイルユニット1 2 0 Qも送電可能な状態に切り替えることができる。

「隣接コイルユニット1 2 0 Qに隣接する隣接コイルユニット1 2 0 Q」とは、車両C Rの進行方向にしたがって次に受電コイル2 1 2と対向状態となり得る隣接コイルユニット1 2 0 Qを意味する。ただし、これに限らず、隣接送電供給信号は、隣接送電制御を実行された隣接コイルユニット1 2 0 Qからすべての隣接コイルユニット1 2 0 Qに送信されてもよい。

[0098] 本実施形態の送電装置1 0 0 bは、さらに、隣接コイルユニット1 2 0 Qによる送電を開始するための隣接送電要求信号を受信する隣接送電信号受信部としての隣接通信部1 8 6を備えている。隣接送電制御部1 8 2は、隣接送電要求信号を受信した場合に、隣接電流切替部1 2 4 Qを制御して隣接送電制御を実行する。したがって、電流値や磁束などの端部コイル1 1 2 Pの電気的特性値等を利用して電力供給のオンオフを切り替える形態の送電装置よりも確実に隣接コイルユニット1 2 0 Qを給電可能な状態に切り替えることができる。また、隣接コイル特性検出部1 8 4を省略することができ、隣接コイルユニット1 2 0 Qの部品点数を低減することができる。

[0099] 本実施形態の送電装置1 0 0 bは、さらに、隣接送電要求信号を送信する隣接送電信号送信部としての端部通信部1 7 6を備えている。端部通信部1 7 6は、端部コイルユニット1 2 0 Pによる送電が開始される場合に、隣接送電要求信号を隣接送電信号受信部に送信する。隣接コイルユニット1 2 0 Qによる送電が必要となり得る適切なタイミングで隣接コイルユニット1 2 0 Qを給電可能な状態に切り替えることができ、電力伝送に寄与しない不要な電力供給を抑制また防止することができる。

[0100] C. 第3実施形態：

第3実施形態に係る送電装置は、図18で示した第2実施形態に係る送電装置100bの構成と同様である。本実施形態において、隣接通信部186は、端部コイルユニット120Pbによる受電装置200への送電を停止するための端部送電停止信号を送信する端部停止信号送信部として機能し、端部通信部176は、隣接通信部186から発信された端部送電停止信号を受信するための端部停止信号受信部として機能する。

[0101] 本実施形態では、図21に示すように、端部コイル通電処理において、ステップS227bおよびステップS228に代えて、ステップS228cを備える点で第2実施形態とは相違する。また、図22に示すように、隣接コイル通電処理において、ステップS240bに代えて、第1実施形態と同じステップS240を備える点と、ステップS245bに代えて、ステップS245cを備える点とにおいて、第2実施形態とは相違する。

[0102] 図21に示すステップS226において端部コイルユニット120Pによる送電が開始されると、図22に示すステップS240において、隣接コイル特性検出部184から検出した隣接コイル電流値が第一特性値CV1以上となり（S240：YES）、ステップS242に移行する。隣接送電制御部182は、隣接電流切替部124Qの制御により隣接コイル112Qを通電可能な状態に切り替える。隣接送電制御部182は、隣接コイル電流値が第二特性値CV2以上となれば（S244：YES）、ステップS245cに移行して、隣接通信部186を介して端部送電停止信号を端部通信部176に送信する。

[0103] 図21に示すように、ステップS228cでは、端部送電制御部174は、端部通信部176を介して、隣接通信部186からの端部送電停止信号を取得する。端部送電停止信号を取得した端部送電制御部174は、ステップS230において、端部送電停止制御を実行して端部共振回路110Pを通電状態から待機状態へと移行する。

[0104] 本実施形態の送電装置によれば、隣接通信部186は、端部コイルユニッ

ト 1 2 0 P による送電を停止するための端部送電停止信号を送信する端部停止信号送信部として機能し、端部通信部 1 7 6 は、端部送電停止信号を受信するための端部停止信号受信部として機能する。隣接送電制御部 1 8 2 は、隣接コイルユニット 1 2 0 Q による送電が開始される場合に、隣接通信部 1 8 6 を制御して、端部送電停止信号を送信し、端部送電制御部 1 7 4 は、端部送電停止信号を受信した場合に、端部電流切替部 1 2 4 P を制御して端部送電停止制御を実行する。したがって、電気的特性値等を利用する場合よりも確実に端部コイルユニット 1 2 0 P の送電を停止することができる。また、端部コイルユニット 1 2 0 P による給電が完了したタイミングで端部コイルユニット 1 2 0 P の送電を停止することができ、電力伝送に寄与しない不要な電力供給を抑制また防止することができる。

[0105] D. 第 4 実施形態：

図 2 3 に示すように、第 4 実施形態に係る送電装置 1 0 0 d は、端部コイルユニット 1 2 0 P に代えて端部コイルユニット 1 2 0 P d を備える点と、隣接コイルユニット 1 2 0 Q に代えて隣接コイルユニット 1 2 0 Q d を備える点とにおいて、第 1 実施形態の送電装置 1 0 0 と相違し、それ以外の構成は同様である。端部コイルユニット 1 2 0 P d は、端部共振回路 1 1 0 P に代えて端部共振回路 1 1 0 P d を備え、隣接コイルユニット 1 2 0 Q d は、隣接共振回路 1 1 0 Q に代えて隣接共振回路 1 1 0 Q d を備えている。

[0106] 第 1 実施形態では、端部共振回路 1 1 0 P および隣接共振回路 1 1 0 Q には一次並列二次直列方式が適用されている例を示した。これに対して、本実施形態では、端部共振回路 1 1 0 P d および隣接共振回路 1 1 0 Q d には、図 2 3 に示すように、一次並列直列二次直列方式（「P S S 方式」とも呼ばれる）が採用されている。隣接共振回路 1 1 0 Q d の構成は、端部共振回路 1 1 0 P d と同様に P S S 方式である点において、第 1 実施形態での隣接共振回路 1 1 0 Q とは相違し、それ以外の構成は、隣接共振回路 1 1 0 Q と同様であるので説明を省略し、以下、端部コイルユニット 1 2 0 P d を例に説明する。

[0107] 端部コイルユニット 120Pd は、第 1 実施形態での端部コイルユニット 120P と同様に端部コイル 112P および端部共振コンデンサ 116P を備えるとともに、さらに、端部コイル 112P と端部共振コンデンサ 116P との間に配置された端部直列コンデンサを備えている。本実施形態では、端部コイル 112P の両端にそれぞれ直列に接続された端部直列コンデンサ 116PA と端部直列コンデンサ 116PB との 2 つの端部直列コンデンサ 116PA を備えている。なお、端部直列コンデンサ 116PA と端部直列コンデンサ 116PB とのいずれか一方のみが備えられてもよく、3 以上の任意の数の端部直列コンデンサが備えられてもよい。端部共振コンデンサ 116P と、端部直列コンデンサ 116PA および端部直列コンデンサ 116PB とは、合成値が端部コイル 112P と共振する値になるように設定されており、端部コイル 112P に供給された電力を共振させるための共振コンデンサとして機能する。なお、隣接コイルユニット 120Qd は、第 1 実施形態での隣接コイルユニット 120Q と同様に隣接コイル 112Q および隣接共振コンデンサ 116Q を備えるとともに、さらに、隣接コイル 112Q と隣接共振コンデンサ 116Q との間に配置された隣接直列コンデンサを備えている。図 23 の例では、隣接直列コンデンサは、上述した端部直列コンデンサ 116PA および端部直列コンデンサ 116PB と同様に構成された隣接直列コンデンサ 116QA および隣接直列コンデンサ 116QB を備えている。

[0108] 図 24 に示すように、本実施形態では、端部コイルユニット 120Pd は、図 4 で示した端部コイルユニット 120P2 と同様に、端部共振切替部 126P と、双方向スイッチを正極側と負極側とに分けて配置した端部電流切替部 124P2 とを備えている。本実施形態では、端部共振切替部 126P は、端部共振コンデンサ 116P と端部直列コンデンサ 116PA, 116PB との間に備えられ、端部コイル 112P に並列に接続されている。端部共振切替部 126P が開放（オフ）された場合に端部共振回路 110Pd は共振状態となり、端部共振切替部 126P が短絡（オン）された場合に端部

共振回路 110Pd は非共振状態となる。ただし、これに限らず、他の実施形態では、図 25 に示す端部コイルユニット 120Pd2 が備える端部共振回路 110Pd2 のように、端部共振回路 110Pd2 が 2 つの半導体素子を用いた双方向スイッチである場合には、端部共振コンデンサ 116P と端部コイル 112P との間において、一方のスイッチが正極側に配置され、他方のスイッチが負極側に配置された端部共振切替部 126Pd2 が用いられてもよい。このように構成しても端部共振回路 110Pd2 の共振状態および非共振状態を切り替えることができるとともに、端部共振回路 110Pd2 に発生したコモンモードノイズを抑制または防止することができる。なお、この場合には、端部共振切替部 126Pd2 が開放（オフ）された場合に端部共振回路 110Pd2 は共振状態となり、端部共振切替部 126Pd2 が短絡（オン）された場合に端部共振回路 110Pd2 が非共振状態となる。

[0109] 図 24 では、端部共振切替部 126P が端部共振コンデンサ 116P と端部直列コンデンサ 116PA との間に備えられる例を示した。これに対して、他の実施形態では、図 26 に示す端部コイルユニット 120Pd3 が備える端部共振回路 110Pd3 のように、端部共振切替部 126Pd3 は、端部コイル 112P に並列に接続され、端部直列コンデンサ 116PA、116PB と端部コイル 112P との間に備えられてもよい。このように構成しても端部共振切替部 126Pd3 の短絡および開放により、端部共振回路 110Pd3 の共振状態および非共振状態を切り替えることができる。なお、端部共振切替部 126Pd3 が開放（オフ）された場合に端部共振回路 110Pd3 は共振状態となり、端部共振切替部 126Pd3 が短絡（オン）された場合に端部共振回路 110Pd3 が非共振状態となる。

[0110] また、他の実施形態では、図 27 に示す端部コイルユニット 120Pd4 が備える端部共振回路 110Pd4 のように、端部共振切替部は、端部直列コンデンサに並列に接続されてもよい。なお、端部共振切替部は、端部直列コンデンサごとに設けることができる。例えば、図 27 に示すように、端部

共振切替部 1 2 6 P d 4 は、端部直列コンデンサ 1 1 6 P A に並列に接続される端部共振切替部 1 2 6 P d 4 1 と、端部直列コンデンサ 1 1 6 P B に並列に接続される端部共振切替部 1 2 6 P d 4 2 とを備えている。なお、複数の端部直列コンデンサが備えられる場合において、必ずしもすべての端部直列コンデンサに端部共振切替部 1 2 6 P d 4 が接続されていなくてもよく、複数の端部直列コンデンサのうち任意の数の端部直列コンデンサに端部共振切替部 1 2 6 P d 4 が接続されていてもよい。このように構成しても端部共振切替部 1 2 6 P d 4 の短絡および開放により、端部共振回路 1 1 0 P d 4 の共振状態および非共振状態を切り替えることができる。なお、端部共振切替部 1 2 6 P d 4 が開放（オフ）された場合に端部共振回路 1 1 0 P d 2 は共振状態となり、端部共振切替部 1 2 6 P d 2 が短絡（オン）された場合に端部共振回路 1 1 0 P d 2 が非共振状態となる。

[0111] また、他の実施形態では、図 2 8 に示す端部コイルユニット 1 2 0 P d 5 が備える端部共振回路 1 1 0 P d 5 のように、端部共振切替部 1 2 6 P d 5 が端部共振コンデンサ 1 1 6 P と端部コイル 1 1 2 P の間において、端部共振コンデンサ 1 1 6 P に直列に接続されてもよい。このように構成しても端部共振回路 1 1 0 P d 5 の共振状態および非共振状態を切り替えることができる。なお、端部共振切替部 1 2 6 P d 5 が開放（オフ）された場合に端部共振回路 1 1 0 P d 5 は非共振状態となり、端部共振切替部 1 2 6 P d 2 が短絡（オン）された場合に端部共振回路 1 1 0 P d 2 が共振状態となる。

[0112] E. 他の実施形態：

（E 1）上記実施形態では、複数の端部コイル 1 1 2 P が互いに当接して配列されている例を用いて説明した。これに対して、複数の端部コイル 1 1 2 P は、必ずしも互いに当接している必要は無く、複数の端部コイル 1 1 2 P が互いに離隔されていてもよい。ただし、車両 C R の走行中において複数の端部コイル 1 1 2 P から受電コイル 2 1 2 への給電を円滑にするために、端部コイル 1 1 2 P は互いに当接していることが好ましく、離隔する場合には、離隔距離は、例えば、端部コイル 1 1 2 P の幅の半分（端部コイル 1 1 2

Pが円形で有ればその半径)以下であることが好ましい。

[0113] (E 2) 上記第3実施形態では、隣接送電制御部182は、隣接コイルユニット120Qbによる送電が開始される場合に、端部停止信号送信部を制御して、端部送電停止信号を端部コイルユニット120Pbに送信する例を示した。これに対して、隣接送電制御部182は、さらに、隣接コイルユニット120Qbによる送電が開始されるか否かにかかわらず、例えば、送電装置の異常検出時など、任意のタイミングで端部送電停止信号を送信してもよい。また、隣接送電制御部182は、端部送電停止信号に代えて、またはそれとともに、他の隣接コイルユニット120Qbによる送電を停止するための隣接送電停止信号を送信してもよい。端部送電停止信号を取得した端部送電制御部174は、端部送電停止制御に加え、さらに、送電回路130を停止させることによって送電装置100を停止状態へと切り替えてもよい。また、端部送電停止信号を取得した端部送電制御部174は、端部送電停止制御に代えて、送電回路130を停止させてもよい。「端部送電制御部174が送電回路130を停止させる」には、端部送電停止信号を取得した端部送電制御部174が送電回路制御部192に制御信号を送信することにより、送電回路制御部192が送電回路130を停止することが含まれる。また、端部送電停止信号を取得した端部送電制御部174は、端部送電停止制御を実行するとともに、または、端部送電停止制御に代えて、隣接送電制御を実行してもよい。この場合において、端部送電制御部174は、端部通信部176から隣接送電停止信号を送信して隣接送電制御部182に隣接送電停止制御を実行させてもよく、端部送電制御部174が直接的に隣接電流切替部124Qおよび隣接共振切替部126Qを切り替えることによって隣接送電停止制御が実行されてもよい。

[0114] (E 3) 上記各実施形態では、端部電流切替部124Pが半導体素子である例を示した。これに対して、端部電流切替部124Pは、端部コイル112Pと端部共振コンデンサ116Pとのインピーダンスを変化させることによって端部コイル112Pと端部共振コンデンサ116Pとの共振状態および

非共振状態を切り替えることができる種々の部材を適用することができる。
端部電流切替部 124P は、半導体素子に代えて、例えば、可変コンデンサを用いてもよい。隣接電流切替部 124Q も同様である。

[0115] (E4) 図29に示すように、中継共振回路 310P を含む端部共振回路 110Pe を採用することもできる。中継共振回路 310P は、中継コイル 312P と、共振コンデンサである中継コンデンサ 316P とが並列に接続された閉回路で構成されている。この場合には、端部共振切替部 126P は、中継共振回路 310P に設けられる。中継共振回路 310P では、中継コンデンサ 316P のキャパシタンスは、中継コンデンサ 316P と中継コイル 312P とが共振するキャパシタンスに設定される。

[0116] 送電装置 100 から受電装置 200 への給電が行なわれる場合には、受電共振回路 210 は、受電コイル 212 が端部コイル 112P と磁氣的に結合された状態となるように配置される。また、中継共振回路 310P は、中継コイル 312P が端部コイル 112P および受電コイル 212 のそれぞれと磁氣的に結合された状態となるように配置される。そのため、等価回路では、端部共振回路 110P および中継共振回路 310P は、電源から見た場合には、並列共振のように作用する。したがって、中継コイル 312P および中継コンデンサ 316P は、その機能・作用から端部共振回路に含まれることができる。なお、図29では、各コイルが互いに磁氣的に結合された状態にあることを2本の平行な直線にて示している。このように構成された送電装置 100 においても、上記第1実施形態の送電装置 100 と同様の効果を得ることができる。

[0117] (E5) 上記各実施形態では、車両 CR が1つの受電共振回路 210 を備える例を示した。これに対して、車両 CR は、2以上の受電共振回路 210 を備えてもよい。この場合において、受電側狭域通信部 270 は、車両 CR の進行方向における先頭に位置する受電コイル 212 の近傍に設けられることが好ましい。受電側狭域通信部 270 を車両 CR の先頭に配置することにより、車両 CR の走行中において送電装置 100 に早期に狭域通信を行うこと

ができる。したがって、例えば狭域通信の遅延などにより送電装置１００の端部コイル１１２Ｐへの通電が遅れることを抑制または防止することができる。

[0118] (E 6) 上記実施形態では、隣接コイル特性検出部１８４が隣接コイル１１２Ｑに流れる電流値を測定するための電流センサ３２２である例を示した。これに対して、端部コイル１１２Ｐに印加されるコイル電圧もコイル電流と同様に変化することから、隣接コイル特性検出部１８４は、隣接コイル１１２Ｑに印加される電圧を検出するための電圧センサであってもよい。また、隣接コイル特性検出部１８４は、端部コイル１１２Ｐの近傍における磁界（磁束）を検出する磁気センサやコイル等の磁束検出素子であってもよい。なお、送電装置１００が隣接共振切替部１２６Ｑを備えない場合には、隣接コイル特性検出部１８４は、隣接共振コンデンサ１１６Ｑの電圧変化を検出するための電圧センサとすることができる。隣接共振切替部１２６Ｑを備えず隣接共振コンデンサ１１６Ｑに電流が流れる状態であれば、隣接共振コンデンサ１１６Ｑには、電流（充電電荷）に応じた電圧が発生する。この場合には、隣接送電制御部１８２は、隣接コイル１１２Ｑに発生した電圧を用いて、隣接コイル１１２Ｑが受電コイル２１２と磁氣的に結合し得る状態であるかを判定することができ、隣接電流切替部１２４Ｑおよび隣接共振切替部１２６Ｑのオンオフを制御することができる。

[0119] (E 7) 上記実施形態では、端部コイルユニット１２０Ｐおよび複数の隣接コイルユニット１２０Ｑが車両走行路ＲＳにおいて車両ＣＲの進行方向（Ｘ軸方向）に沿った直線状に連続的に敷設されており、これにより、略直線状に配列された一つの送電可能領域ＳＣ１を形成する例を示した。これに対して、端部コイルユニット１２０Ｐおよび複数の隣接コイルユニット１２０Ｑは、直線状には限らず、例えば、車両ＣＲの進行方向に沿った直線状に加え、さらに、車両走行路ＲＳにおいて車両ＣＲの進行方向に交差する方向、すなわち車両ＣＲの幅方向（Ｙ軸方向）に沿って連続的に敷設されてもよい。このように構成することにより、略平面状に配列された一つの送電可能領域

SC1を形成することができる。また、送電可能領域SC1に含まれるコイルユニットは、4つには限らず、2以上の任意の数だけ設けられてよい。

[0120] 端部コイルユニット120Pおよび複数の隣接コイルユニット120Qがさらに車両CRの幅方向（Y軸方向）に沿って敷設されて略平面状の送電可能領域SC1を形成している場合には、「送電可能領域SC1の端部に位置するコイルユニット」とは、矩形平面状の送電可能領域SC1の周縁部に位置するコイルユニットを意味する。この場合には、平面状の送電可能領域SC1の周縁部に位置する端部コイル112Pに端部送電制御装置170を設けることにより、車両CRの車線変更や進行方向の切り替え、あるいは交差点など、送電可能領域SC1に対して車両CRが進入し得る方向が複数ある場合であっても、受電装置200が送電可能領域SC1へ進入する際に、送電可能領域SC1に含まれる端部コイル112Pを確実に給電可能な状態に切り替えることができる。

[0121] (E8) 上記各実施形態では端部コイル112Pから受電コイル212へ電力を送電する場合を例に説明したが、送電装置100ならびに受電装置200が、例えば、中継コイルなど、送電装置100から受電装置200への給電時に用いられ得るその他の共振コイルを備える場合には、端部送電制御部174や隣接送電制御部182などの構成を、その他の共振コイルの共振状態を切り替える切替部として適用することができる。

[0122] (E9) 上記各実施形態では、送電可能領域SC1から所定の距離だけ離れた位置に送電可能領域SC1と同様に構成された送電可能領域SC2が設けられている例を示した。ここで、送電装置100が複数の送電可能領域SC1、SC2を備える場合には、複数の送電可能領域SC1、SC2のうちの送電可能領域SC1に備えられる送電要求信号受信部と、一の送電可能領域SC1に隣接する他の送電可能領域SC2に備えられる送電要求信号受信部とが互いに離隔されてもよい。離隔される距離は、例えば、狭域通信の通信距離よりも大きい距離で設定されることが好ましい。「一の送電可能領域に隣接する他の送電可能領域」とは、図1に示す車両CRの進行方向に沿っ

て隣接する場合のみには限定されず、車両走行路 R S が走行方向を同じくする複数の車線を備える場合における隣接する他方の車線に備えられる送電可能領域が含まれ、また、隣接する対向車線に備えられる送電可能領域が含まれ得る。この形態の送電装置 100 によれば、複数の送電可能領域 S C 1, S C 2 間で狭域通信が混信する不具合を抑制または防止することができる。

[0123] (E 1 0) 上記第 1 実施形態では、隣接送電制御部 182 は、ステップ S 242 で隣接送電制御を実行した後に、隣接コイル電流値が第二特性値 C V 2 未満である場合には、隣接送電制御を実行した時点から予め定められた期間を経過した時点で、隣接送電停止制御を実行する例を示した。これに対して、隣接送電制御部 182 は、ステップ S 242 で隣接送電制御を実行した後に、隣接送電制御を実行した時点から予め定められた期間を経過した時点で、隣接送電停止制御を実行してもよい。この場合において、予め定められた期間は、例えば、車両 C R が通常の車速で送電可能領域 S C 1 を通過するまでに経過する時間など、移動する受電装置 200 に対して隣接送電制御を開始してから給電が実行される時間の推定値を用いて設定することができる。この形態の送電装置 100 によれば、隣接コイル電流値を確認することなく隣接送電停止制御を実行することができる。したがって、隣接コイル特性検出部 184 の省略、あるいは隣接送電制御部 182 の処理を簡易化することができる。なお、この構成は、端部コイル通電処理にも同様に、適用することができる。

[0124] (E 1 1) 上記各実施形態では、送電回路制御部 192 は、送電側広域通信部 190 が広域通信信号を受信した場合に、送電回路 130 を駆動する例を示した。これに対して、例えば、送電装置 100 の待機状態を省略可能である場合などには、送電回路制御部 192 は、端部送電信号受信部 172 が端部送電要求信号を受信した場合に、送電回路 130 を駆動してもよい。この構成の送電装置 100 によれば、広域通信を行わないので処理を簡易化できるとともに、送電回路 130 を駆動させる期間を短縮することができる。

[0125] (E 1 2) 上記各実施形態では、端部コイルユニット 120 P が 124 P お

よび126Pの双方を備え、隣接コイルユニット120Qが隣接電流切替部124Qおよび隣接共振切替部126Qの双方を備える例を示した。これに対して、端部共振切替部126Pと、隣接共振切替部126Qとの少なくともいずれかを省略することもできる。

[0126] (E13) 上記第1実施形態では、図3および図4に示すように、端部共振切替部126Pとしての双方向スイッチが端部共振コンデンサ116Pと端部コイル112Pとの間に配置され、端部コイル112Pに並列に接続されている例を示した。これに対して、図30に示す端部コイルユニット120P3のように、双方向スイッチを正極側と負極側とに分けて配置した端部共振切替部126P3が用いられてもよい。端部共振切替部126P3は、端部共振コンデンサ116Pと端部コイル112Pとの間に配置され、端部コイル112Pに直列に接続されている。この構成の送電装置100によれば、端部共振切替部126P3の開放（オフ）に切り替えることにより、端部コイル112Pと端部共振コンデンサ116Pとを導通不可とし、端部共振回路110Pを非共振状態とすることができる。

[0127] 本開示は、上述の実施形態に限られるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲において種々の構成で実現することができる。例えば、発明の概要の欄に記載した各形態中の技術的特徴に対応する実施形態中の技術的特徴は、上述の課題の一部又は全部を解決するために、あるいは、上述の効果の一部又は全部を達成するために、適宜、差し替えや、組み合わせを行うことが可能である。また、その技術的特徴が本明細書中に必須なものとして説明されていなければ、適宜、削除することが可能である。

[0128] 本開示に記載の制御部及びその手法は、コンピュータプログラムにより具体化された一つ乃至は複数の機能を実行するようにプログラムされたプロセッサ及びメモリを構成することによって提供された専用コンピュータにより、実現されてもよい。あるいは、本開示に記載の制御部及びその手法は、一つ以上の専用ハードウェア論理回路によってプロセッサを構成することによって提供された専用コンピュータにより、実現されてもよい。もしくは、本

開示に記載の制御部及びその手法は、一つ乃至は複数ハードウェアするようにプログラムされたプロセッサ及びメモリと一つ以上のハードウェアメモリによって構成されたプロセッサとの組み合わせにより構成された一つ以上の専用コンピュータにより、実現されてもよい。また、コンピュータプログラムは、コンピュータにより実行されるインストラクションとして、コンピュータ読み取り可能な非遷移有形記録媒体に記憶されていてもよい。

請求の範囲

- [請求項1] 移動可能な受電装置（200）に非接触で給電を行うための送電装置（100, 100b, 100d）であって、
- 端部コイルユニット（120P, 120P2, 120P3, 120Pb, 120Pd～120Pd5）であって、
- 端部コイル（112P）および前記端部コイルを並列共振させるための端部共振コンデンサ（116P, 116P2, 116P3, 316P）を有する端部共振回路（110P, 110Pd～110Pd5, 110Pe）と、
- 電源から前記端部共振回路への電力供給のオンオフを切り替えるための端部電流切替部（124P, 124P2）と、を備える端部コイルユニットと、
- 前記端部コイルユニットによる送電を開始するための端部送電要求信号を受信する端部送電信号受信部（172）と、
- 前記端部送電要求信号を用いて、前記端部電流切替部による前記電源から前記端部共振回路への電力供給のオンオフを制御する端部送電制御部（174）と、
- 前記端部コイルユニットに隣接する隣接コイルユニット（120Q, 120Qb）であって、
- 隣接コイル（112Q）および前記隣接コイルを並列共振させるための隣接共振コンデンサ（116Q）を有する隣接共振回路（110Q）と、
- 前記電源から前記隣接共振回路への電力供給のオンオフを切り替えるための隣接電流切替部（124Q）と、を備える隣接コイルユニットと、
- 前記隣接電流切替部による前記電源から前記隣接共振回路への電力供給のオンオフを制御する隣接送電制御部（182）と、を備える、送電装置。

- [請求項2] 請求項1に記載の送電装置であって、
前記端部コイルユニットは、前記端部コイルと前記端部共振コンデンサとのインピーダンスを変化させることによって前記端部コイルと前記端部共振コンデンサとの共振状態および非共振状態を切り替える端部共振切替部（126P）、を備え、
前記端部送電制御部は、さらに、前記端部送電要求信号を用いて、前記端部共振切替部による前記端部コイルと前記端部共振コンデンサとの共振状態および非共振状態の切り替えを制御する、
送電装置。
- [請求項3] 請求項2に記載の送電装置であって、
前記端部共振回路は、さらに、前記端部コイルと前記端部共振コンデンサとの間に配置され、前記端部コイルに直列に接続される端部直列コンデンサを備え、
前記端部直列コンデンサは、前記端部共振コンデンサとともに前記端部コイルを並列共振させる、
送電装置。
- [請求項4] 請求項3に記載の送電装置であって、
前記端部共振切替部は、前記端部共振コンデンサと前記端部直列コンデンサとの間に備えられ、前記端部コイルに並列に接続される、
送電装置。
- [請求項5] 請求項3に記載の送電装置であって、
前記端部共振切替部は、2つの半導体素子を用いた双方向スイッチであり、前記端部共振コンデンサと前記端部コイルとの間において、一方のスイッチが正極側に配置され、他方のスイッチが負極側に配置される、
送電装置。
- [請求項6] 請求項3に記載の送電装置であって、
前記端部共振切替部は、前記端部直列コンデンサと前記端部コイル

との間に備えられ、前記端部コイルに並列に接続される、
送電装置。

[請求項7] 請求項3に記載の送電装置であって、
前記端部共振切替部は、前記端部直列コンデンサに並列に接続される、
送電装置。

[請求項8] 請求項3に記載の送電装置であって、
前記端部共振切替部は、前記端部共振コンデンサと前記端部コイル
の間に備えられ、前記端部共振コンデンサに直列に接続される、
送電装置。

[請求項9] 請求項2から請求項8までのいずれか一項に記載の送電装置であっ
て、
前記端部送電制御部は、前記端部送電信号受信部が前記端部送電要
求信号を受信した場合に、
前記端部電流切替部の制御による前記電源から前記端部共振回路
への電力の供給と、
前記端部共振切替部の制御による前記端部コイルと前記端部共振
コンデンサとの共振状態への切り替えとを行う端部送電制御を実行す
る、
送電装置。

[請求項10] 請求項9に記載の送電装置であって、
前記端部コイルユニットは、さらに、前記電源から前記端部共振回
路へ供給される電力の端部電流値を検出するための端部電流センサ（
122P）を備え、
前記端部送電制御部は、前記端部電流値が予め定められた閾値（
TH1）以下になった場合に、
前記端部電流切替部の制御による前記電源から前記端部共振回路
への電力供給の停止と、

前記端部共振切替部の制御による前記端部コイルと前記端部共振コンデンサとの非共振状態への切り替えとを行う端部送電停止制御を実行する、
送電装置。

[請求項11]

請求項10に記載の送電装置であって、

前記端部送電制御部は、前記端部送電停止制御において、前記端部電流切替部を制御して前記電源から前記端部共振回路への電力の供給を停止させた後に、前記端部共振切替部を制御して前記端部コイルと前記端部共振コンデンサとを非共振状態にさせる、
送電装置。

[請求項12]

請求項1に記載の送電装置であって、

前記隣接コイルユニットは、前記隣接送電制御部によって制御される隣接共振切替部（126Q）であって、前記隣接コイルと前記隣接共振コンデンサとのインピーダンスを変化させることによって、前記隣接コイルと前記隣接共振コンデンサとの共振状態および非共振状態を切り替える隣接共振切替部、を備える、
送電装置。

[請求項13]

請求項12に記載の送電装置であって、

前記隣接共振回路は、さらに、前記隣接コイルと前記隣接共振コンデンサとの間に配置され、前記隣接コイルに直列に接続される隣接直列コンデンサを備え、

前記隣接直列コンデンサは、前記隣接共振コンデンサとともに前記隣接コイルを並列共振させる、
送電装置。

[請求項14]

請求項12または請求項13に記載の送電装置であって、

さらに、前記隣接コイルに印加される電圧、前記隣接コイルを流れる電流、前記隣接コイルに発生する磁界、および前記隣接共振コンデンサに発生する電圧のいずれかである前記隣接コイルの電気的特性値

の変化を検出する隣接コイル特性検出部（184）を備え、

前記隣接送電制御部は、前記電気的特性値が予め定められた第一特性値（CV1）以上である場合に、

前記隣接電流切替部の制御による前記電源から前記隣接共振回路への電力の供給と、

前記隣接共振切替部の制御による前記隣接コイルと前記隣接共振コンデンサとの共振状態への切り替えとを行う隣接送電制御を実行する、

送電装置。

[請求項15]

請求項14に記載の送電装置であって、

前記隣接コイルユニットは、さらに、前記電源から前記隣接共振回路へ供給される電力の隣接電流値を検出するための隣接電流センサ（122Q）を備え、

前記隣接送電制御部は、前記隣接電流値が予め定められた閾値（TH2）以下になった場合に、

前記隣接電流切替部の制御による前記電源から前記隣接共振回路への電力供給の停止と、

前記隣接共振切替部の制御による前記隣接コイルと前記隣接共振コンデンサとの非共振状態への切り替えとを行う隣接送電停止制御を実行する、

送電装置。

[請求項16]

請求項15に記載の送電装置であって、

前記隣接送電制御部は、前記隣接送電停止制御において、前記隣接電流切替部を制御して前記電源から前記隣接共振回路への電力の供給を停止させた後に、前記隣接共振切替部を制御して前記隣接コイルと前記隣接共振コンデンサとを非共振状態にさせる、

送電装置。

[請求項17]

請求項15に記載の送電装置であって、

前記隣接送電制御部は、前記隣接送電制御を実行した後に、前記電
気的特性値が前記第一特性値よりも高い予め定められた第二特性値（
C V 2）未満である場合には、前記隣接送電制御を実行した時点から
予め定められた期間を経過した時点で、前記隣接送電停止制御を実行
する、
送電装置。

[請求項18]

請求項 1 5 に記載の送電装置であって、

前記隣接送電制御部は、前記隣接送電制御を実行した時点から予め
定められた期間を経過した時点で、前記隣接送電停止制御を実行する
、
送電装置。

[請求項19]

請求項 1 2 または請求項 1 3 に記載の送電装置であって、

さらに、前記隣接コイルユニットによる送電を開始するための隣接
送電要求信号を受信する隣接送電信号受信部（1 8 6）を備え、

前記隣接送電制御部は、前記隣接送電要求信号を受信した場合に、

前記隣接電流切替部の制御による前記電源から前記隣接共振回路
への電力の供給と、

前記隣接共振切替部の制御による前記隣接コイルと前記隣接共振
コンデンサとの共振状態への切り替えとを行う隣接送電制御を実行す
る、
送電装置。

[請求項20]

請求項 1 9 に記載の送電装置であって、

さらに、前記隣接送電要求信号を送信する隣接送電信号送信部（1
7 6）を備え、

前記隣接送電信号送信部は、前記端部コイルユニットによる送電が
開始される場合に、前記隣接送電要求信号を前記隣接送電信号受信部
に送信する、
送電装置。

[請求項21] 請求項 9 に記載の送電装置であって、

さらに、前記端部コイルユニットによる送電を停止するための端部送電停止信号を送信する端部停止信号送信部（186）と、

前記端部送電停止信号を受信するための端部停止信号受信部（176）と、を備え、

前記端部送電制御部は、前記端部送電停止信号を受信した場合に、

前記端部電流切替部の制御による前記電源から前記端部共振回路への電力供給の停止と、

前記端部共振切替部の制御による前記端部コイルと前記端部共振コンデンサとの非共振状態への切り替えとを行う端部送電停止制御を実行する、

送電装置。

[請求項22] 請求項 21 に記載の送電装置であって、

前記隣接コイルユニットは、前記隣接送電制御部によって制御される隣接共振切替部（126Q）であって、前記隣接コイルと前記隣接共振コンデンサとのインピーダンスを変化させることによって、前記隣接コイルと前記隣接共振コンデンサとの共振状態および非共振状態を切り替える隣接共振切替部、を備え、

前記端部送電制御部は、前記端部送電停止信号を受信した場合に、

さらに、

前記隣接電流切替部の制御による前記電源から前記隣接共振回路への電力供給の停止と、

前記隣接共振切替部の制御による前記隣接コイルと前記隣接共振コンデンサとの非共振状態への切り替えとを行う隣接送電停止制御を実行する、

送電装置。

[請求項23] 請求項 9 に記載の送電装置であって、

さらに、前記端部コイルユニットによる送電を停止するための端部

送電停止信号を送信する端部停止信号送信部（１８６）と、

前記端部送電停止信号を受信するための端部停止信号受信部（１７６）と、

前記端部送電制御部によって制御され、前記端部コイルユニットおよび前記隣接コイルユニットに交流電力を供給するための送電回路（１３０）を備え、

前記端部送電制御部は、前記端部送電停止信号を受信した場合に、送電回路１３０を停止させる、送電装置。

[請求項24] 請求項１に記載の送電装置であって、

前記端部送電信号受信部は、通信距離が５メートル以下である狭域通信信号を前記端部送電要求信号として受信する、送電装置。

[請求項25] 請求項２４に記載の送電装置であって、

さらに、前記端部コイルユニットおよび前記隣接コイルユニットに交流電力を供給するための送電回路（１３０）と、

前記送電回路を駆動可能な送電回路制御部（１９２）と、を備え、

前記送電回路制御部は、前記端部送電信号受信部が前記端部送電要求信号を受信した場合に、前記送電回路を駆動する、送電装置。

[請求項26] 請求項１に記載の送電装置であって、

さらに、前記端部コイルユニットおよび前記隣接コイルユニットに交流電力を供給するための送電回路（１３０）と、

前記送電回路を駆動可能な送電回路制御部（１９２）と、

通信距離が５メートルよりも長い広域通信信号を受信するための広域通信部（１９０）と、を備え、

前記送電回路制御部は、前記広域通信部が前記広域通信信号を受信した場合に、前記送電回路を駆動する、

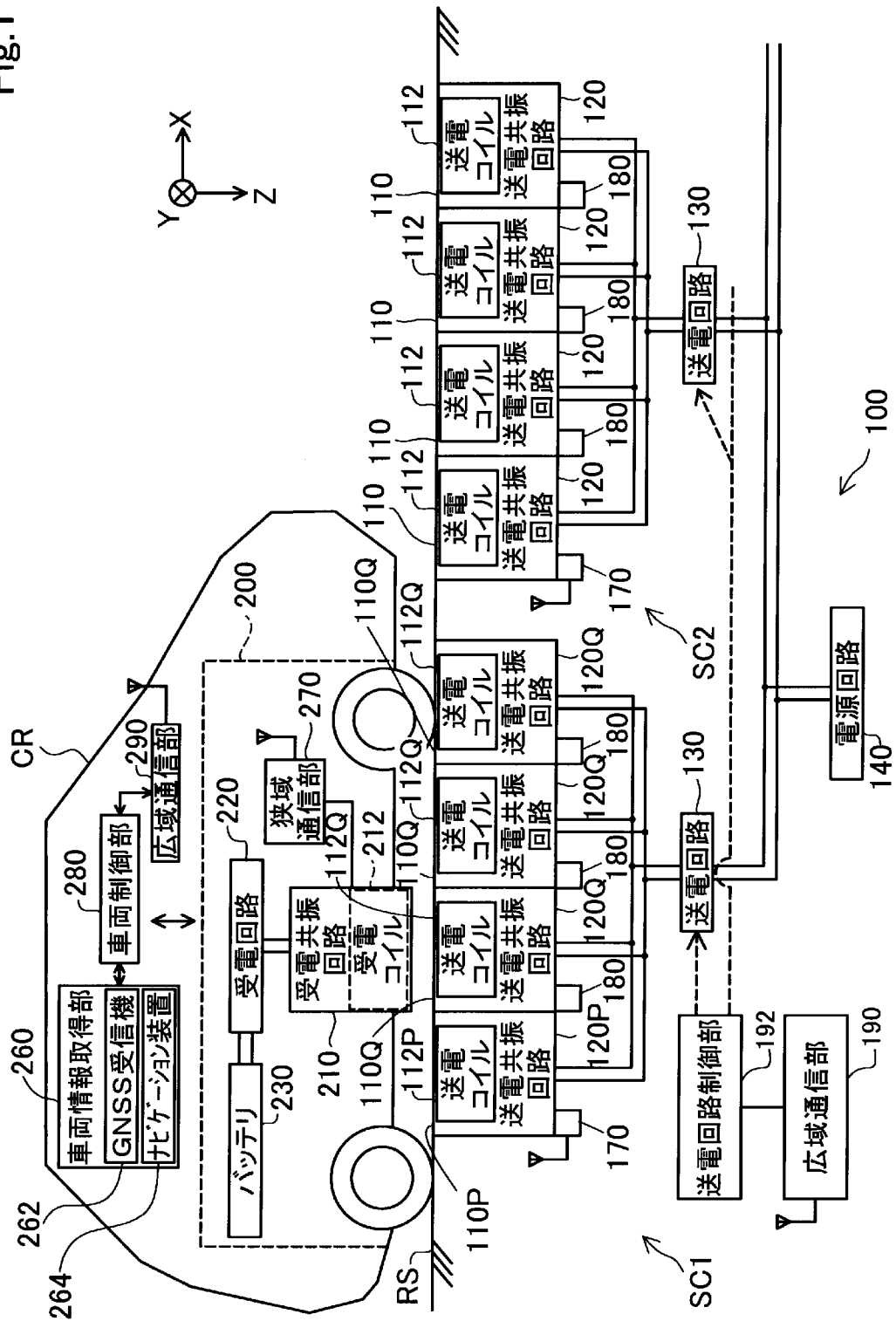
送電装置。

[請求項27] 非接触給電システムであって、
請求項1に記載の送電装置と、
前記端部送電要求信号を送信するための送電要求信号送信部（270）を有する前記受電装置と、を備える、
非接触給電システム。

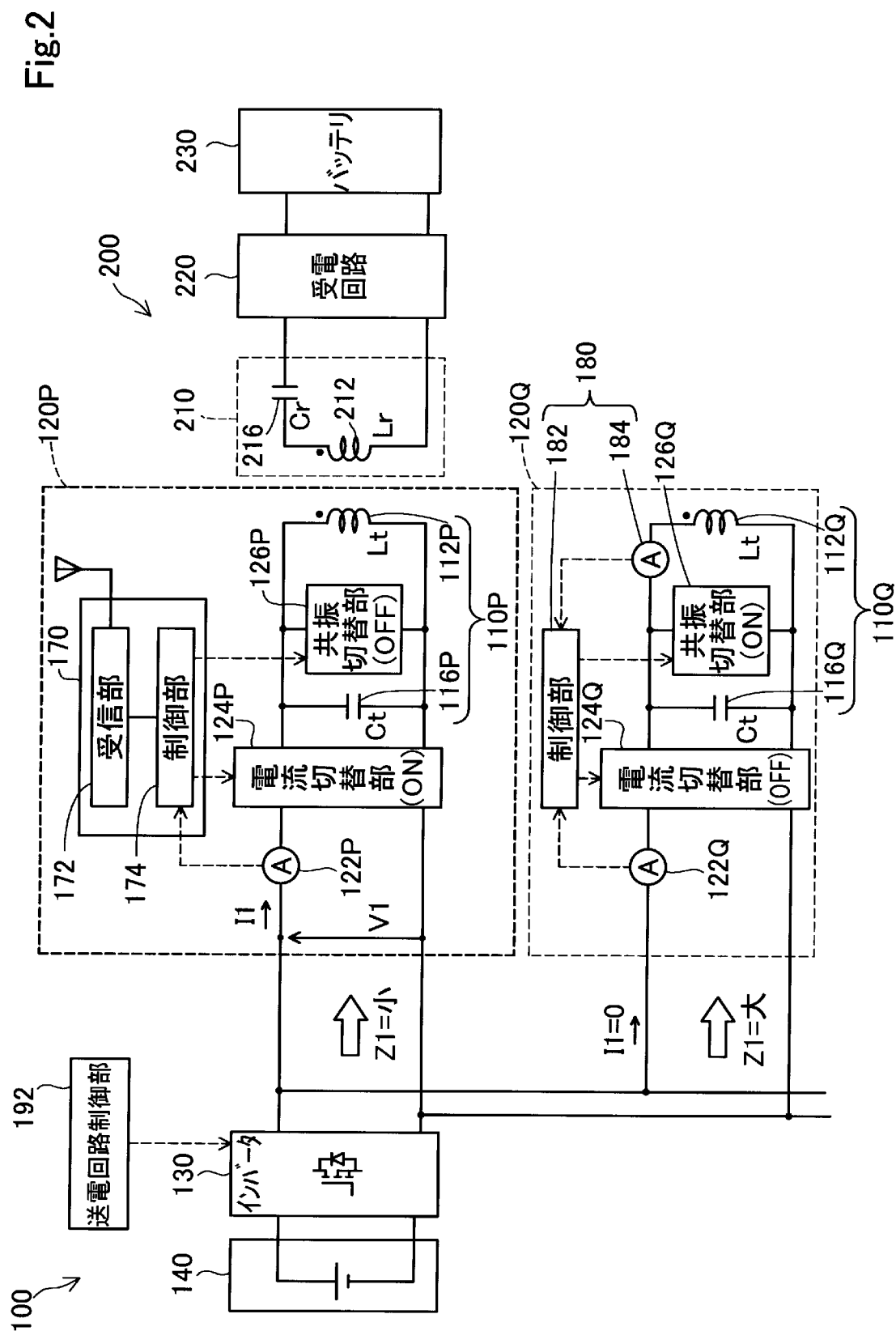
[請求項28] 移動可能な受電装置（200）に非接触で給電を行うための送電装置（100, 100b, 100d）に備えられるコンピュータが実行するプログラムであって、
端部コイルユニット（120P, 120P2, 120P3, 120Pb, 120Pd～120Pd5）による送電を開始するための端部送電要求信号を受信する機能と、
前記端部送電要求信号を用いて、電源から端部共振回路への電力供給のオンオフを制御する機能と、
前記電源から、前記端部コイルユニットに隣接する隣接コイルユニット（120Q, 120Qb）の隣接共振回路への電力供給のオンオフを制御する機能と、を前記コンピュータに実現させる、
プログラム。

[図1]

Fig.1

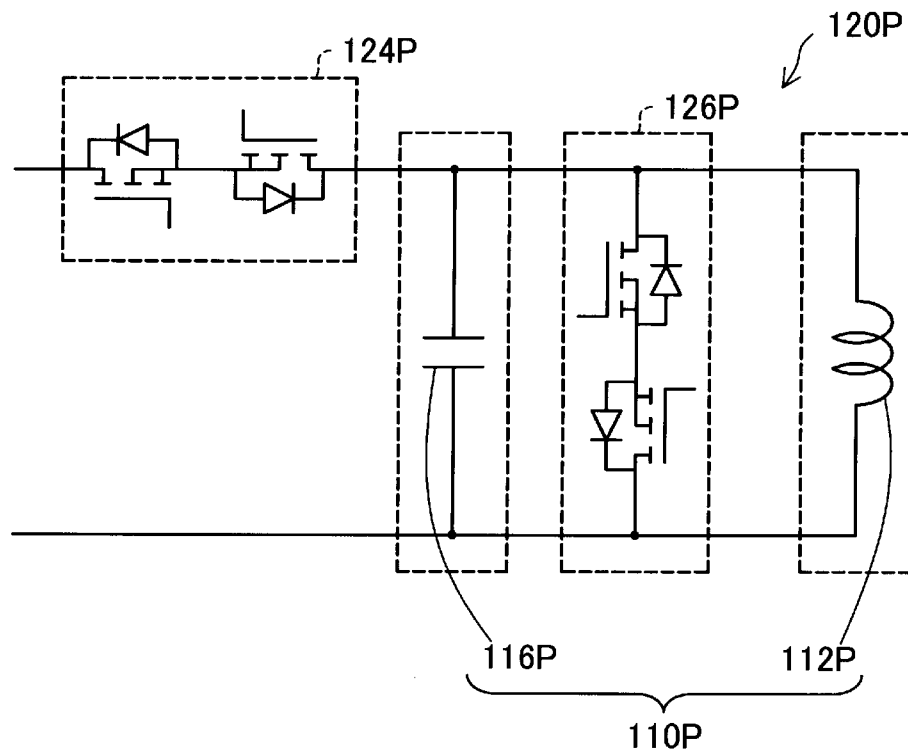


[図2]



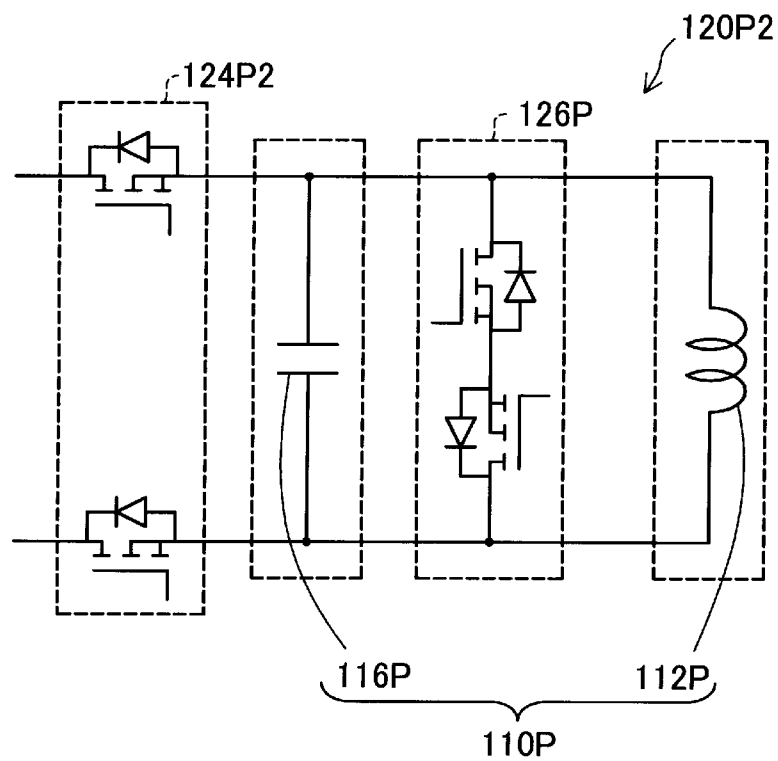
[図3]

Fig.3



[図4]

Fig.4



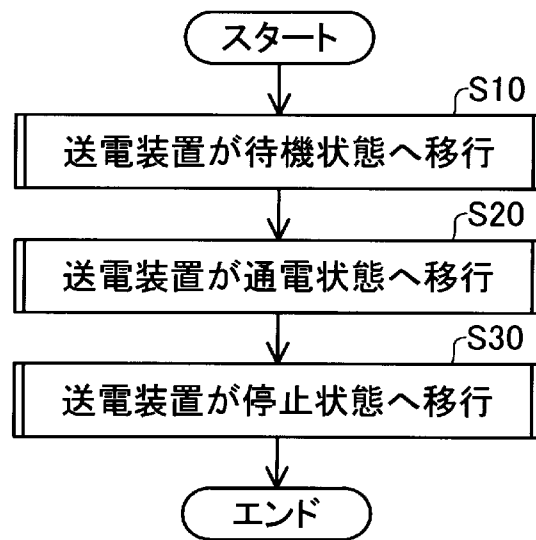
[図5]

Fig.5

#	端部コイルユニット：対向状態				隣接コイルユニット：非対向状態			
	端部 電流切替部	端部 共振切替部	端部 電流値[A]	端部コイル 電流値[A]	隣接 電流切替部	隣接 共振切替部	隣接 電流値[A]	隣接コイル 電流値[A]
1	短絡 (電力供給オン)	開放 (共振状態)	60	100	短絡 (電力供給オン)	開放 (共振状態)	10	200
2					開放 (電力供給オフ)	開放 (共振状態)	0	50
3					開放 (電力供給オフ)	短絡 (非共振状態)	0	0

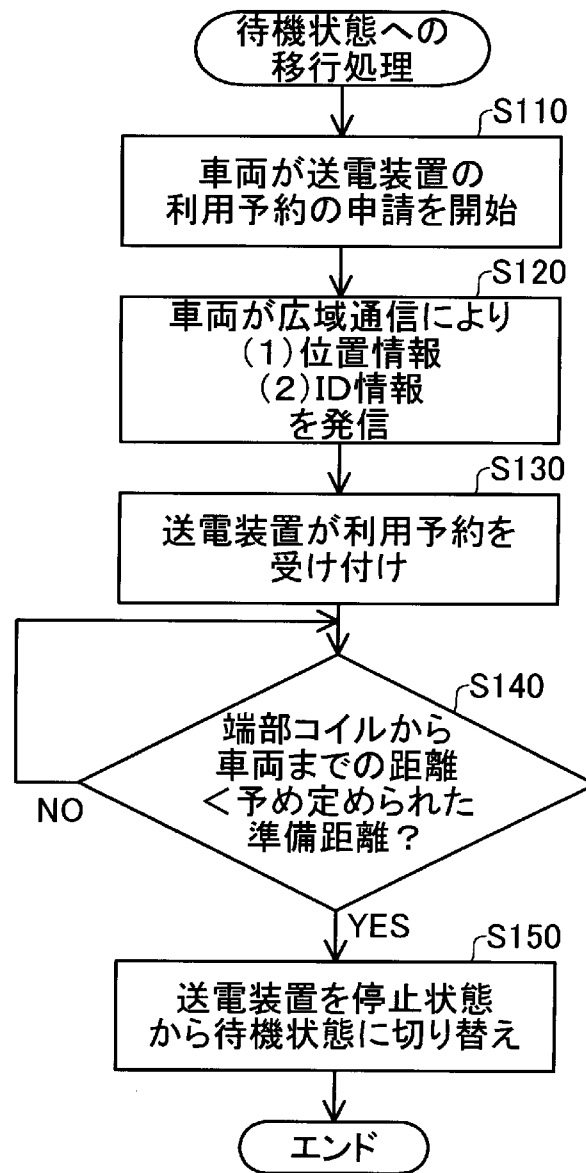
[図6]

Fig.6



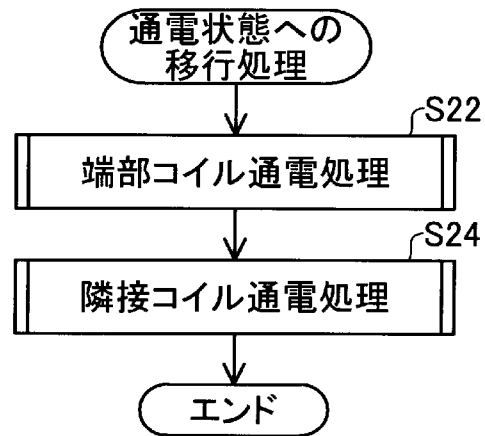
[図7]

Fig.7



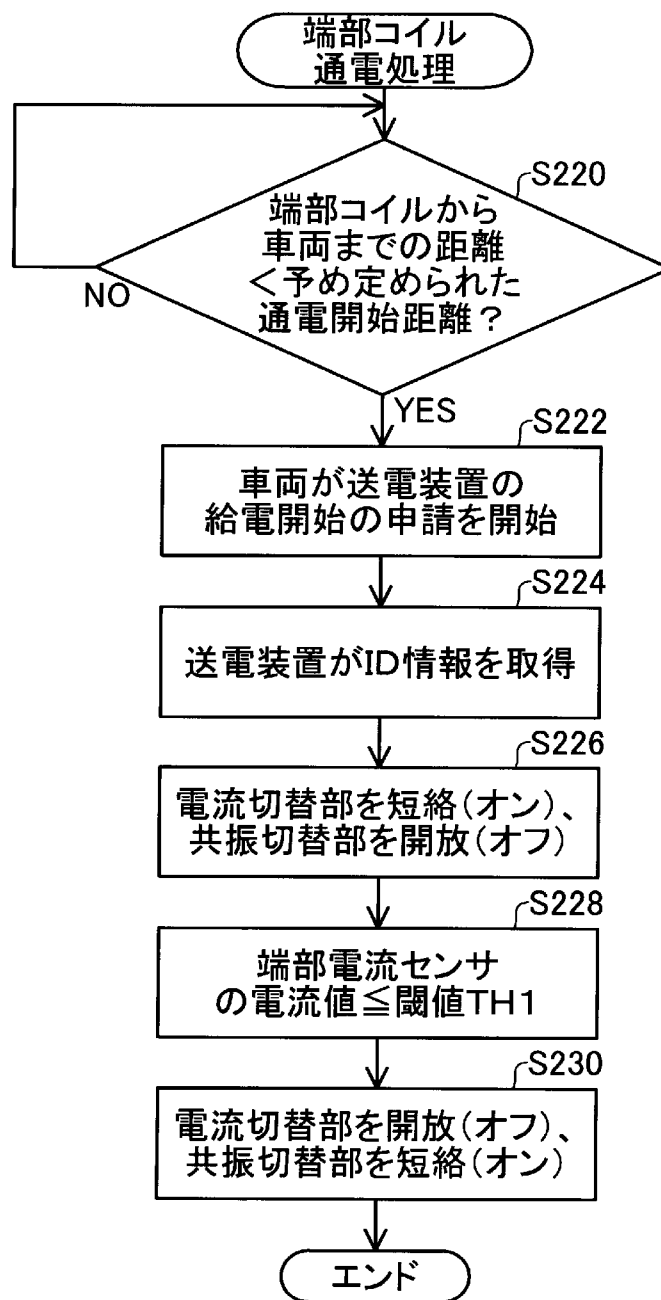
[図8]

Fig.8



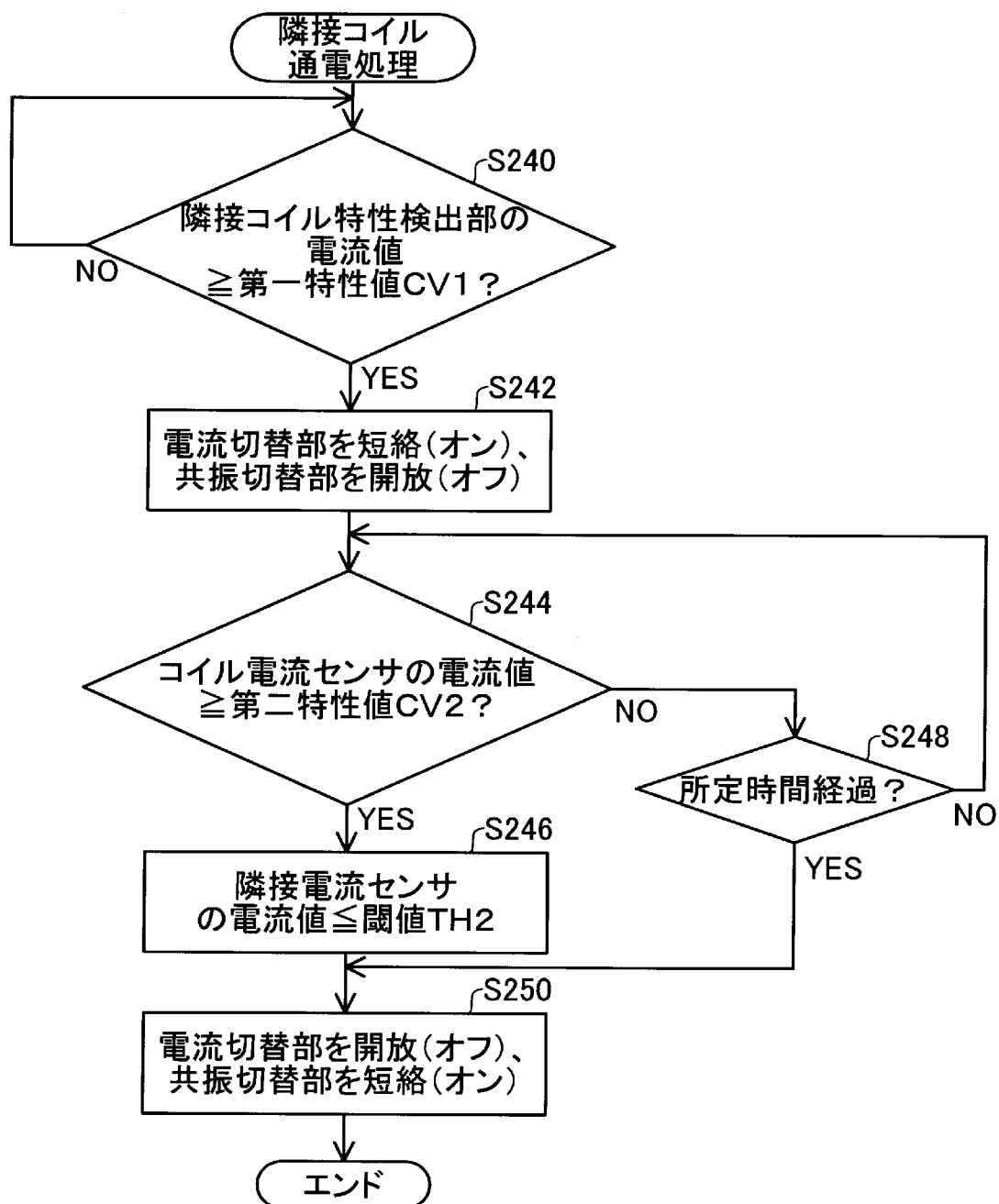
[図9]

Fig.9



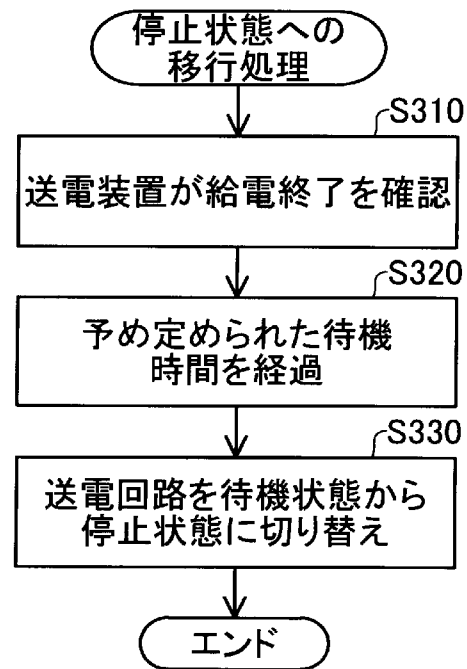
[図10]

Fig.10



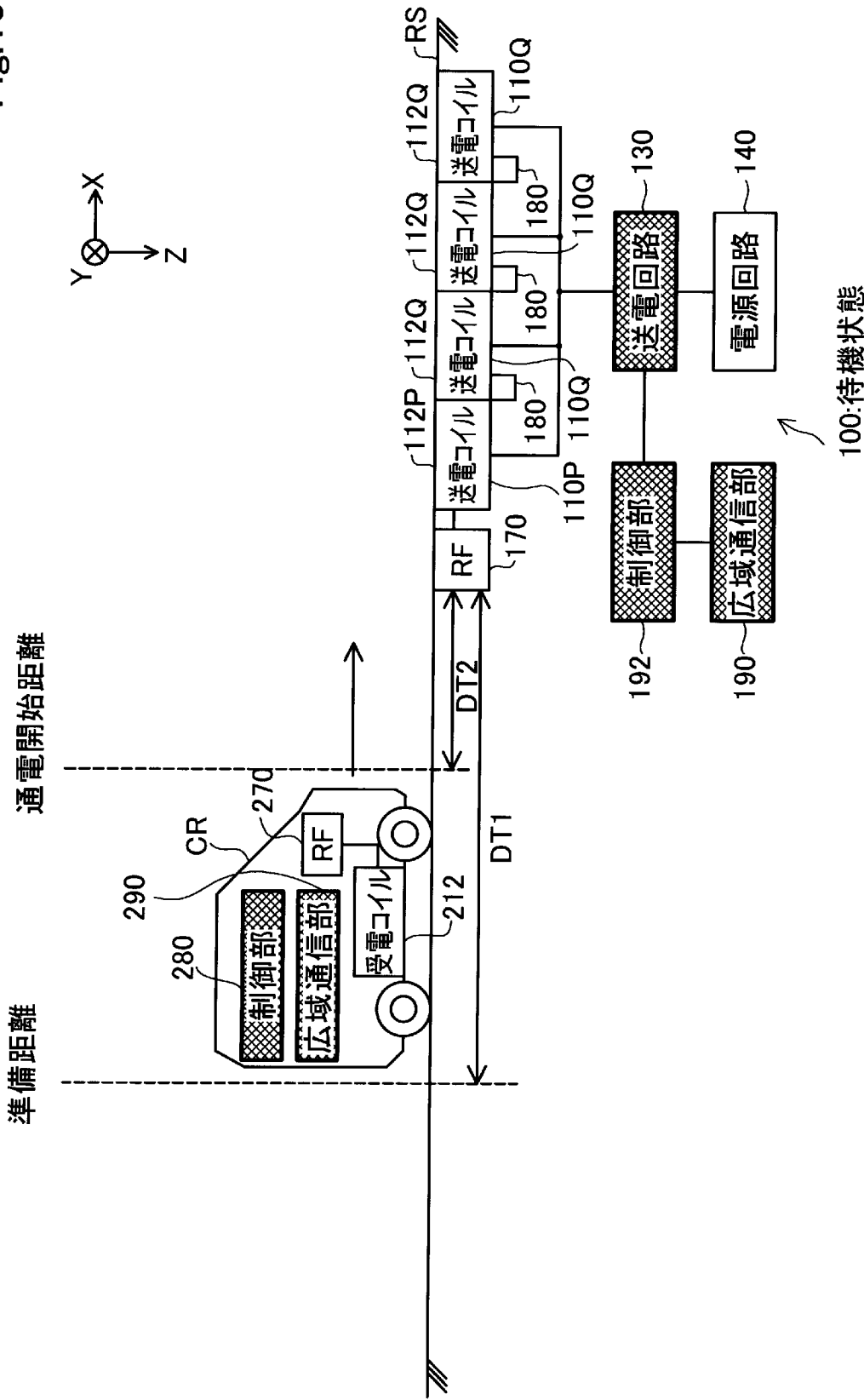
[図11]

Fig.11



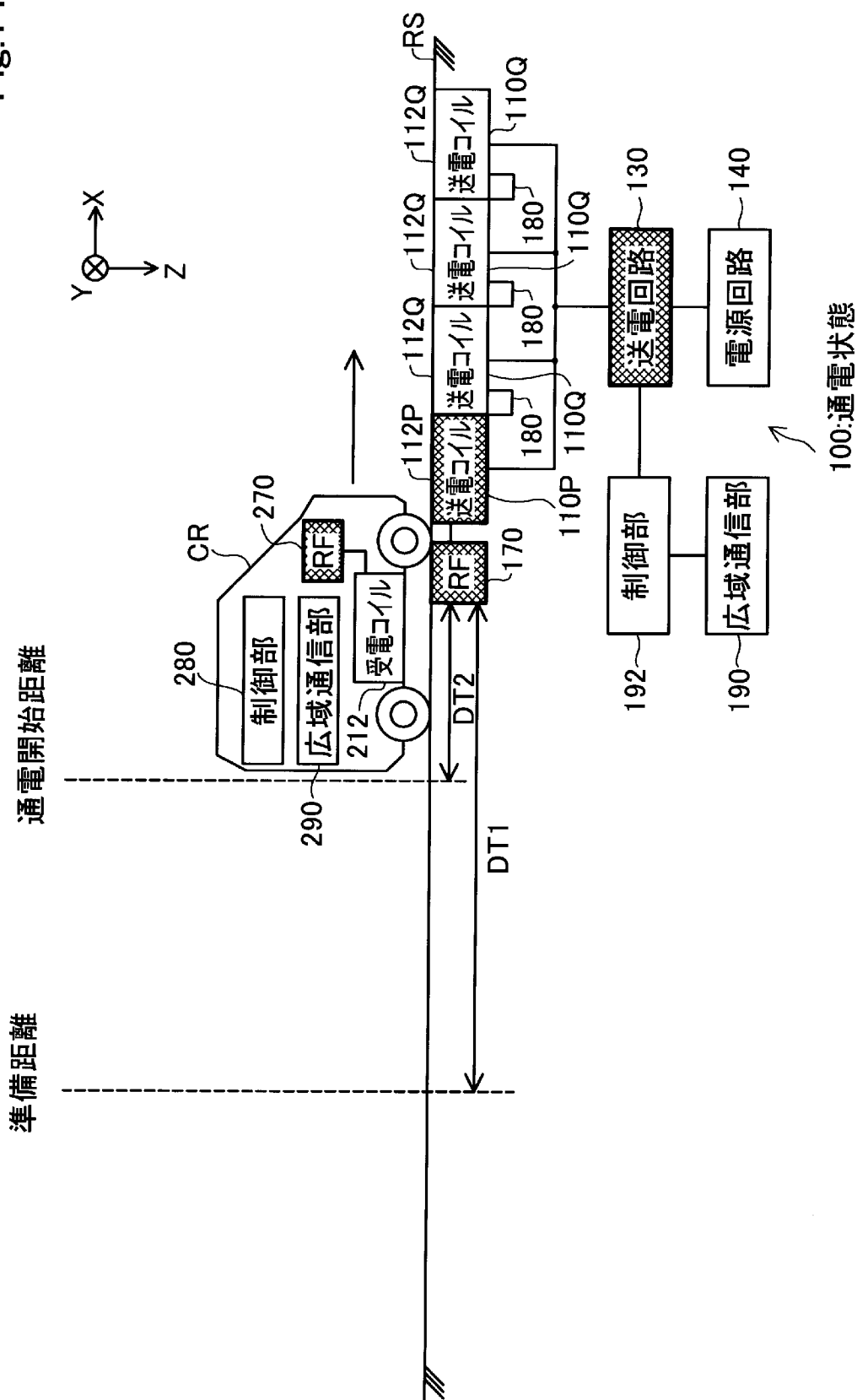
[図13]

Fig.13



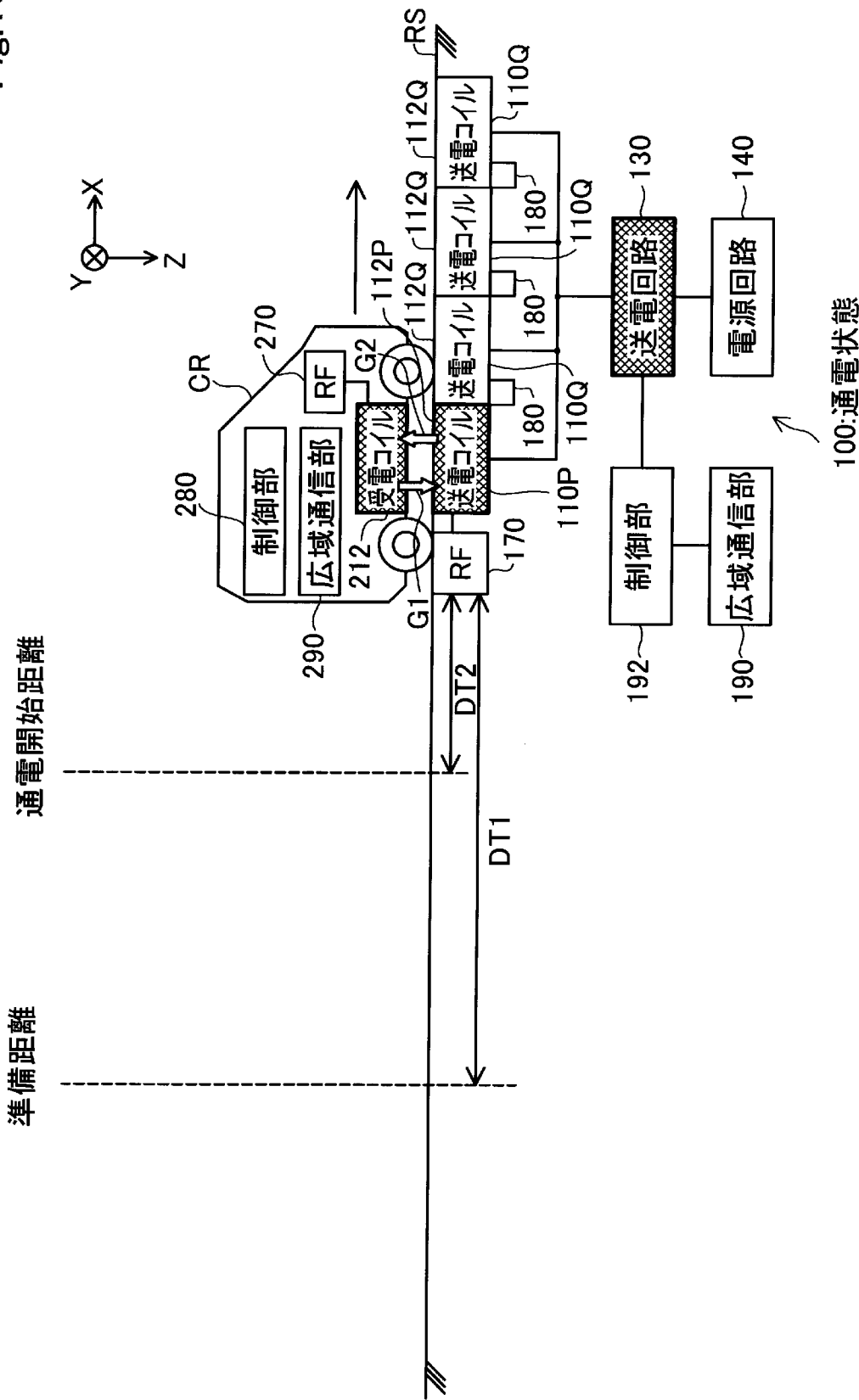
[図14]

Fig.14



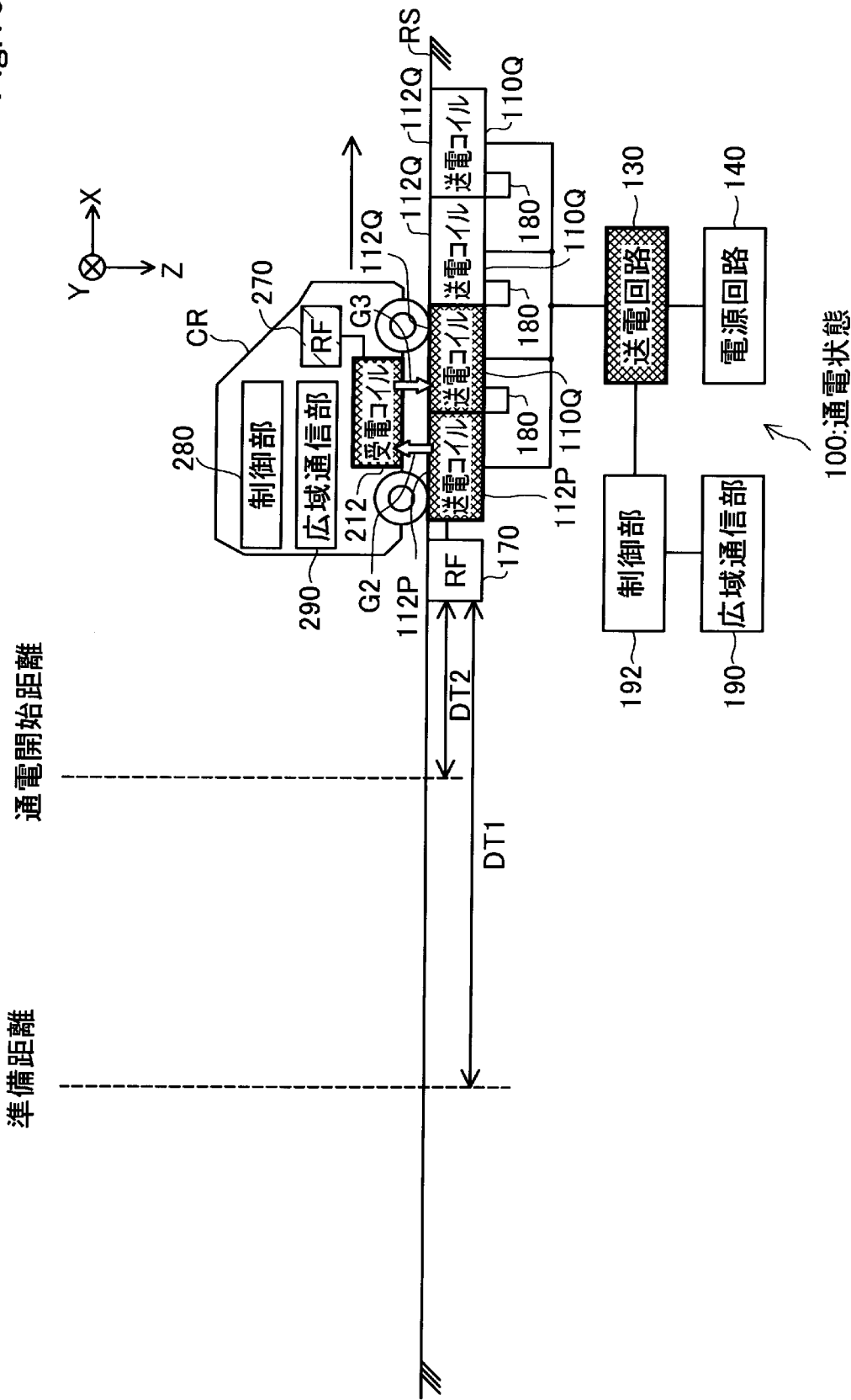
[図15]

Fig.15



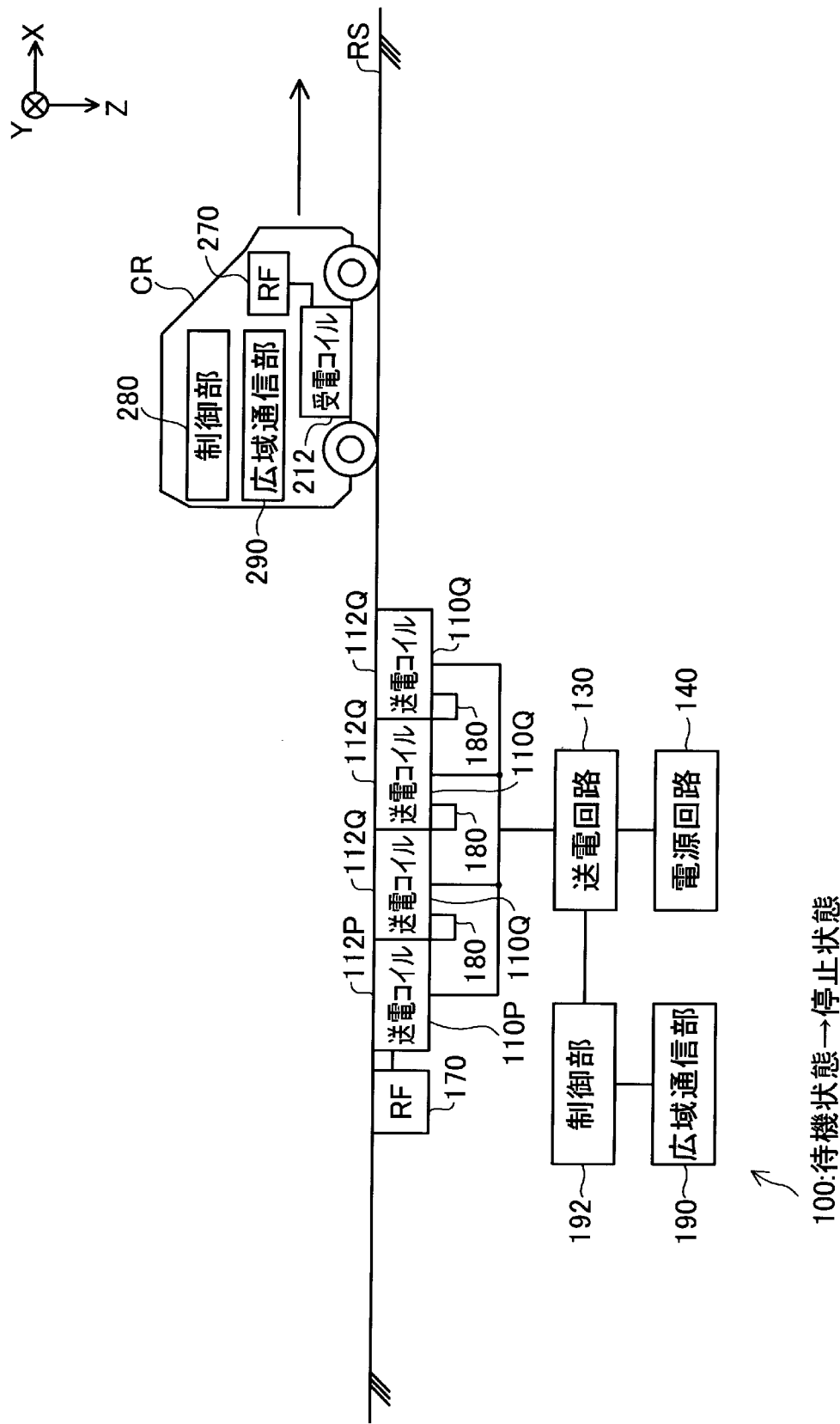
[図16]

Fig.16



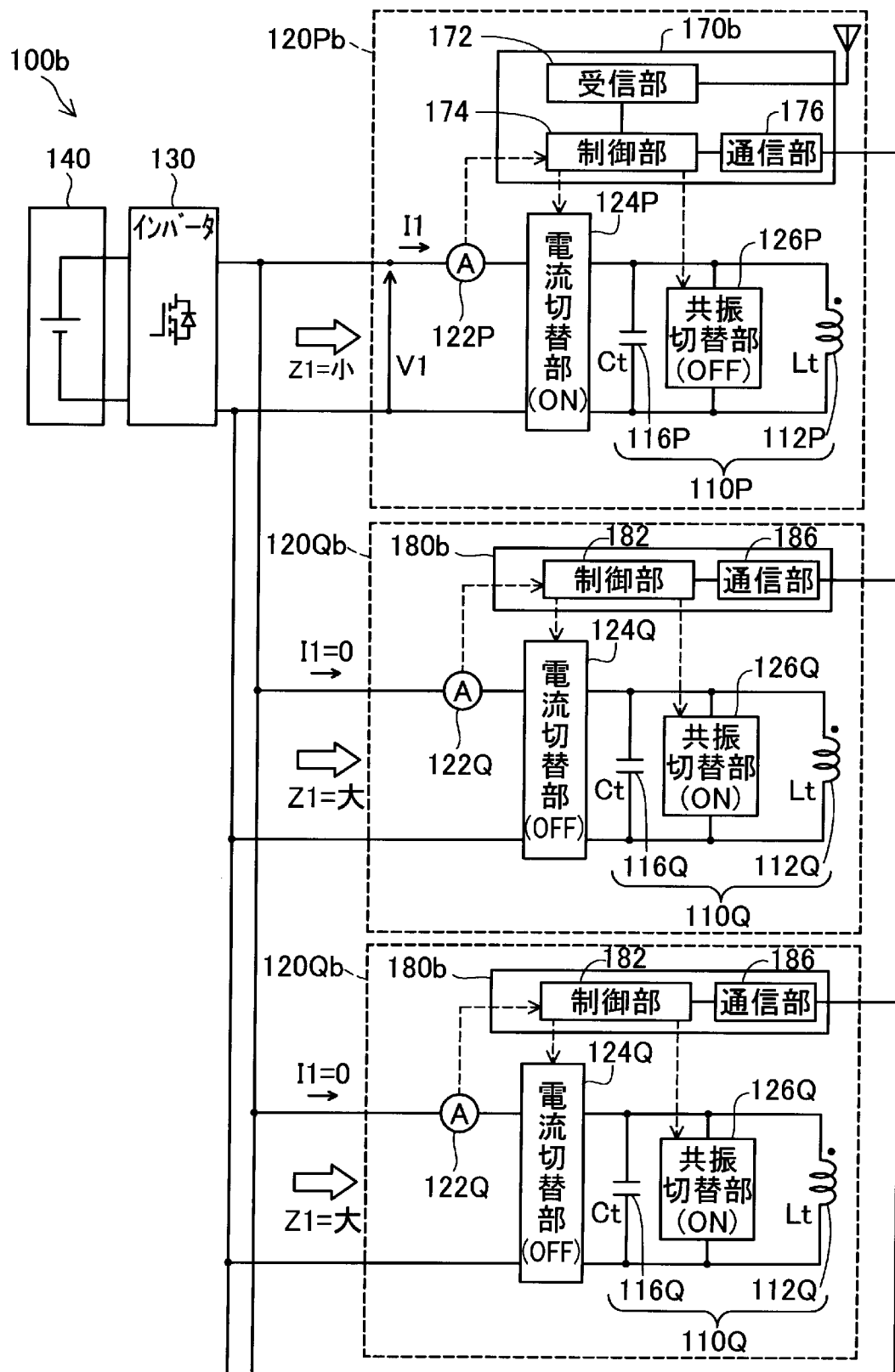
[図17]

Fig.17



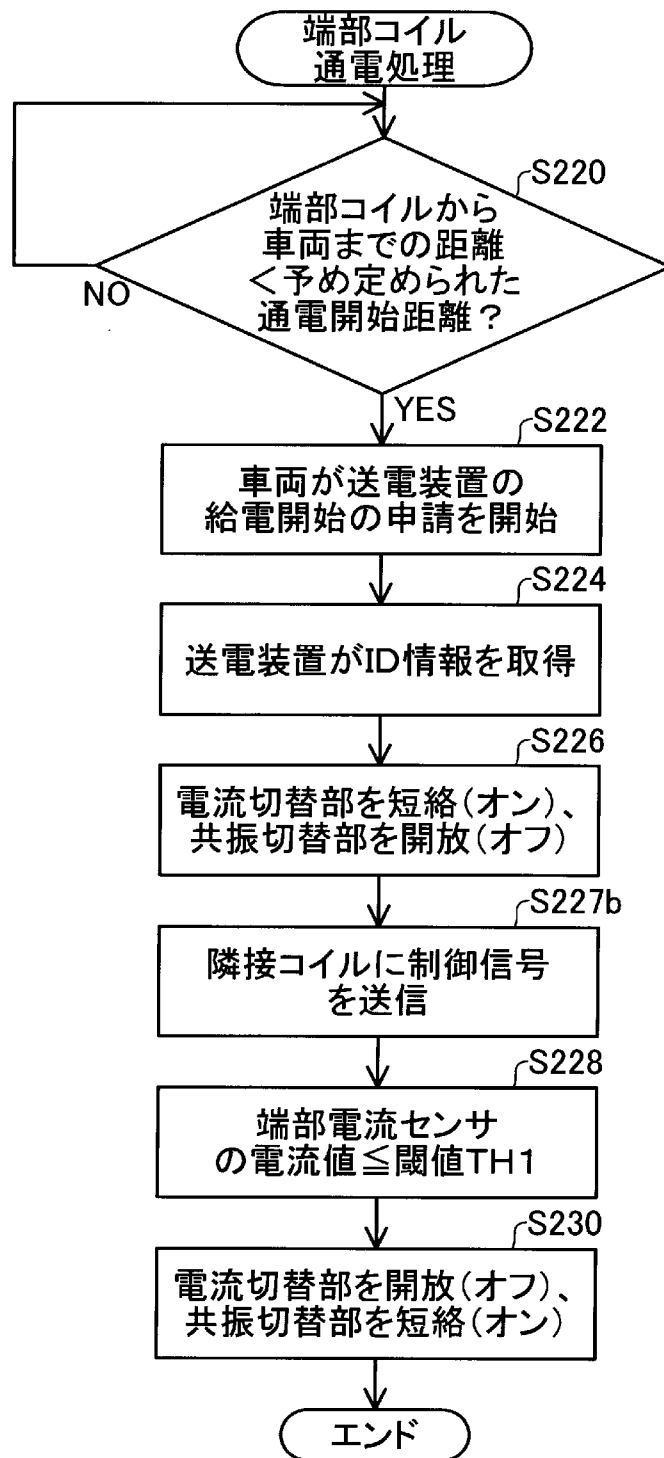
[図18]

Fig.18



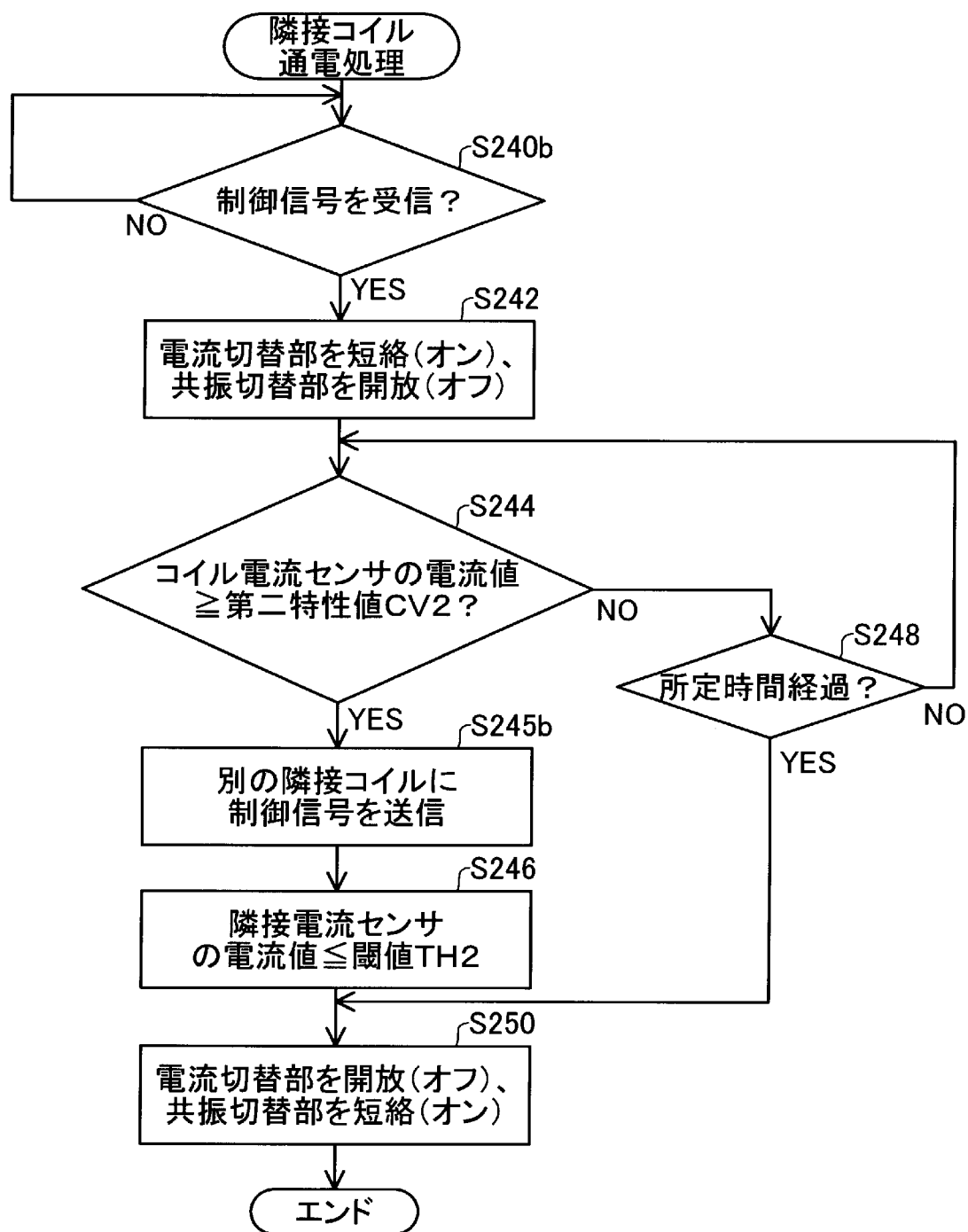
[図19]

Fig.19



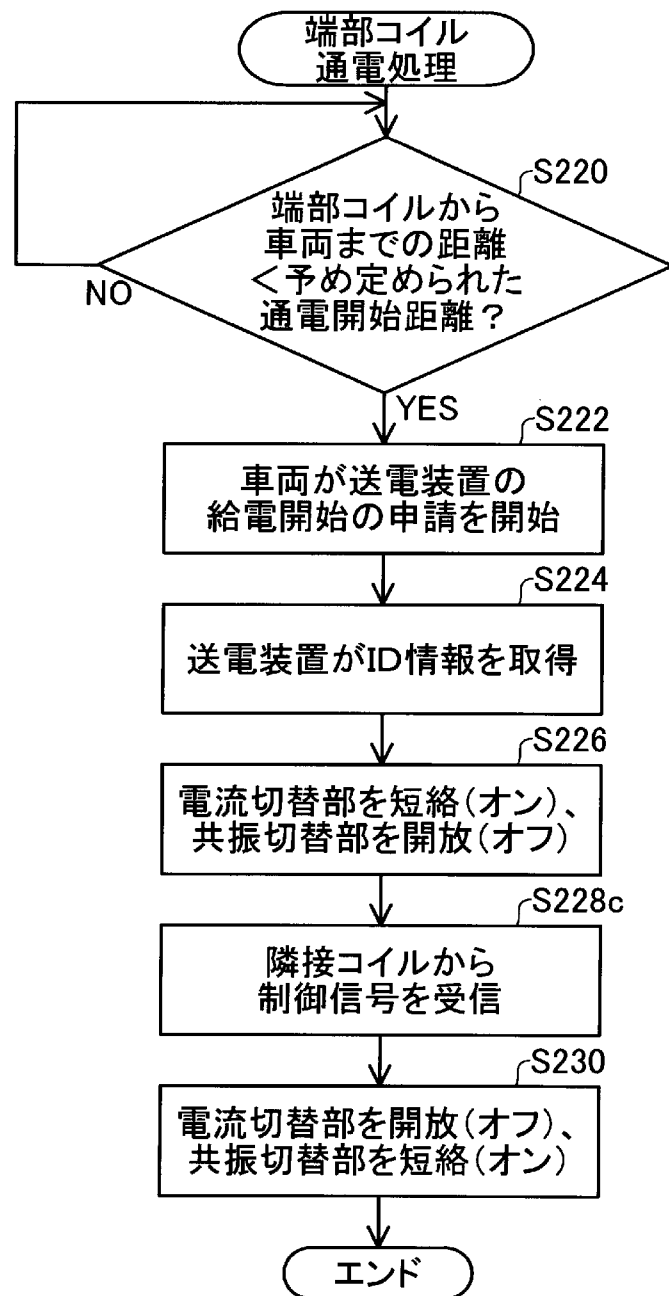
[図20]

Fig.20



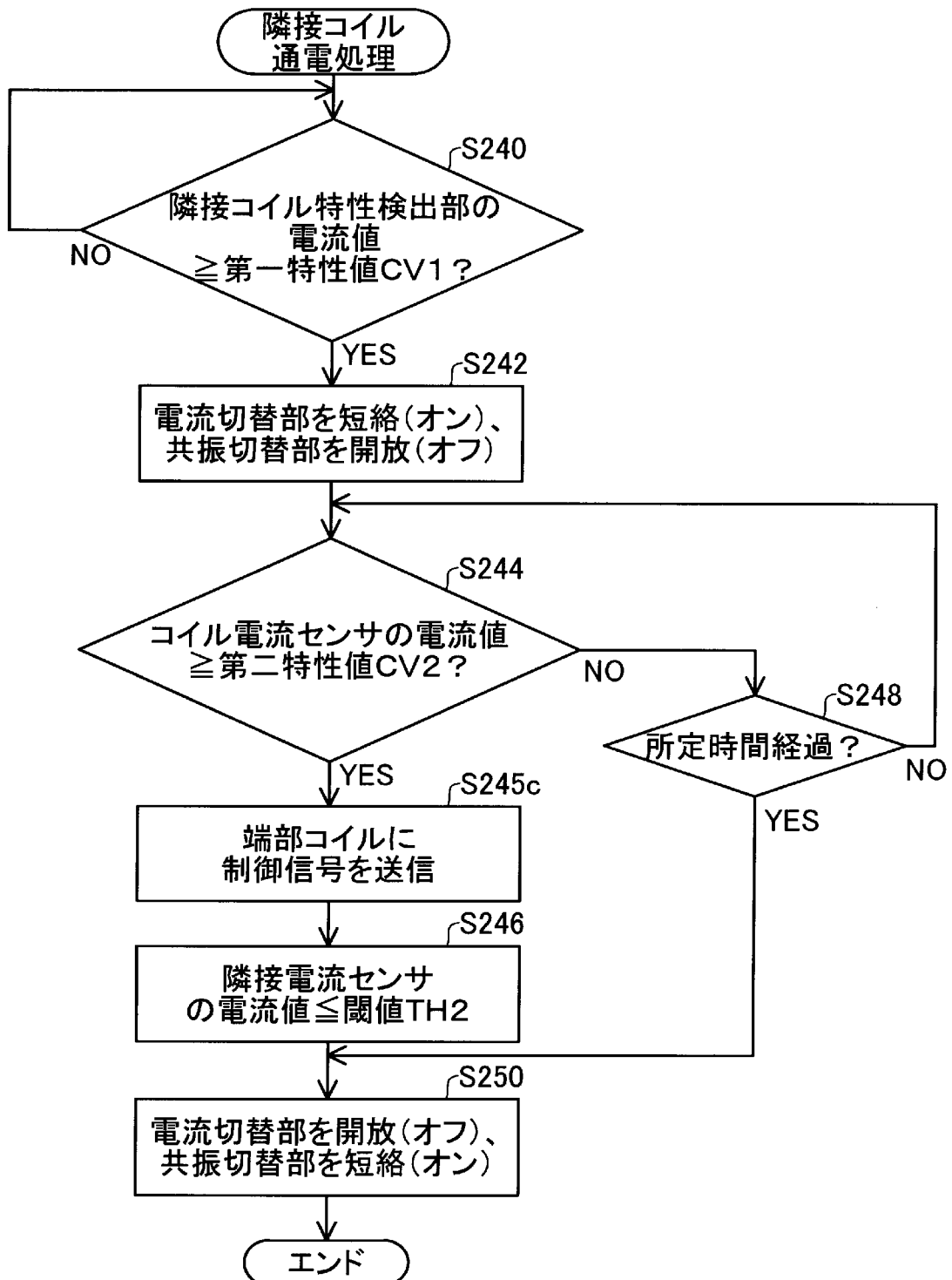
[図21]

Fig.21



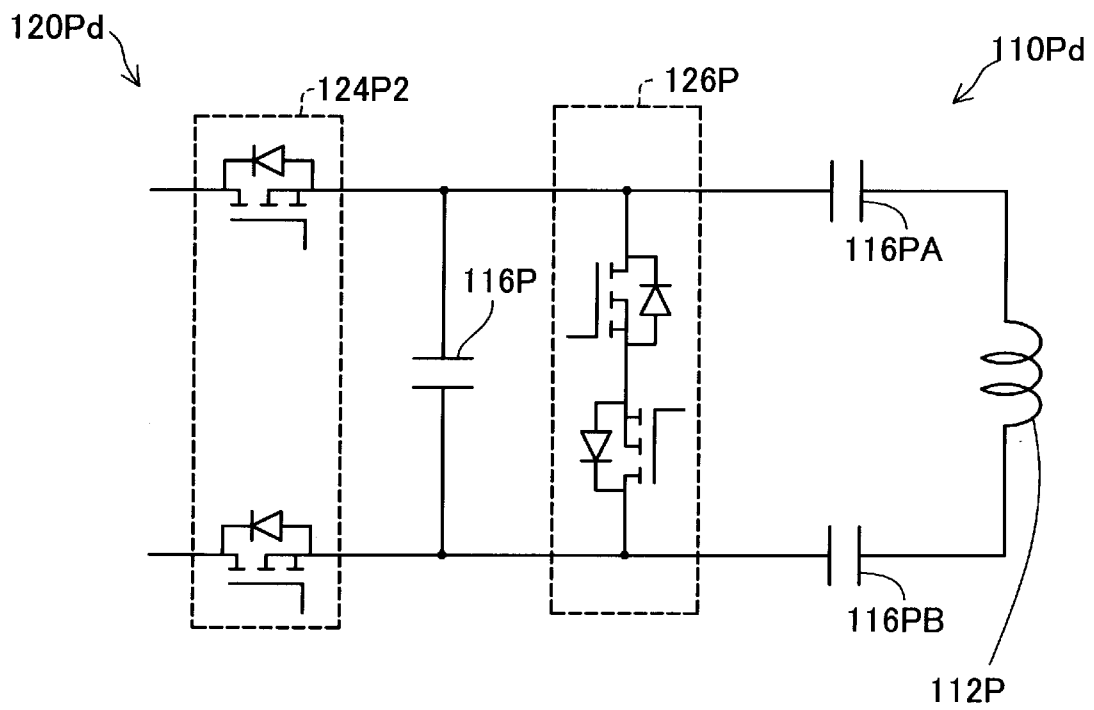
[図22]

Fig.22



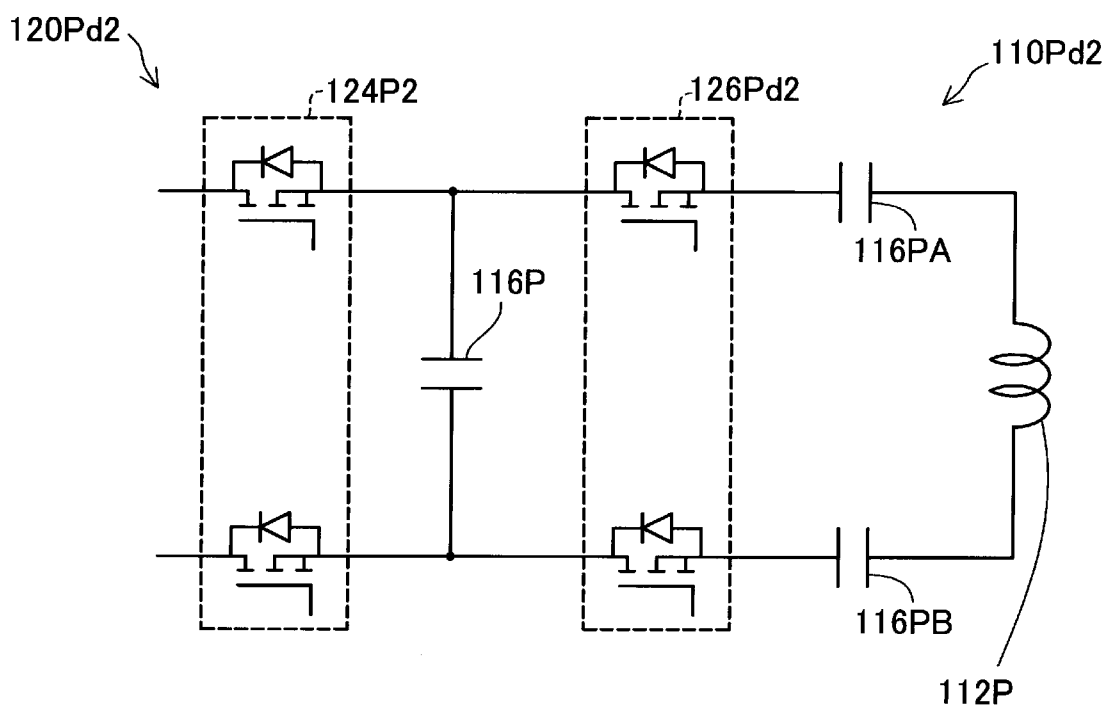
[図24]

Fig.24



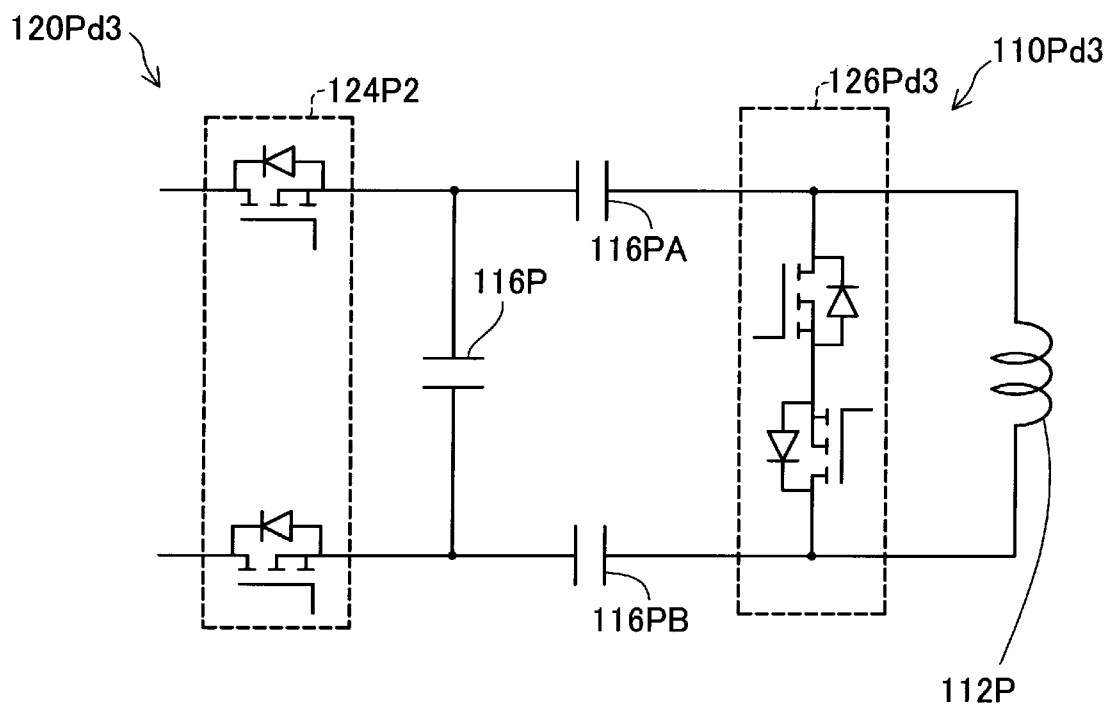
[図25]

Fig.25



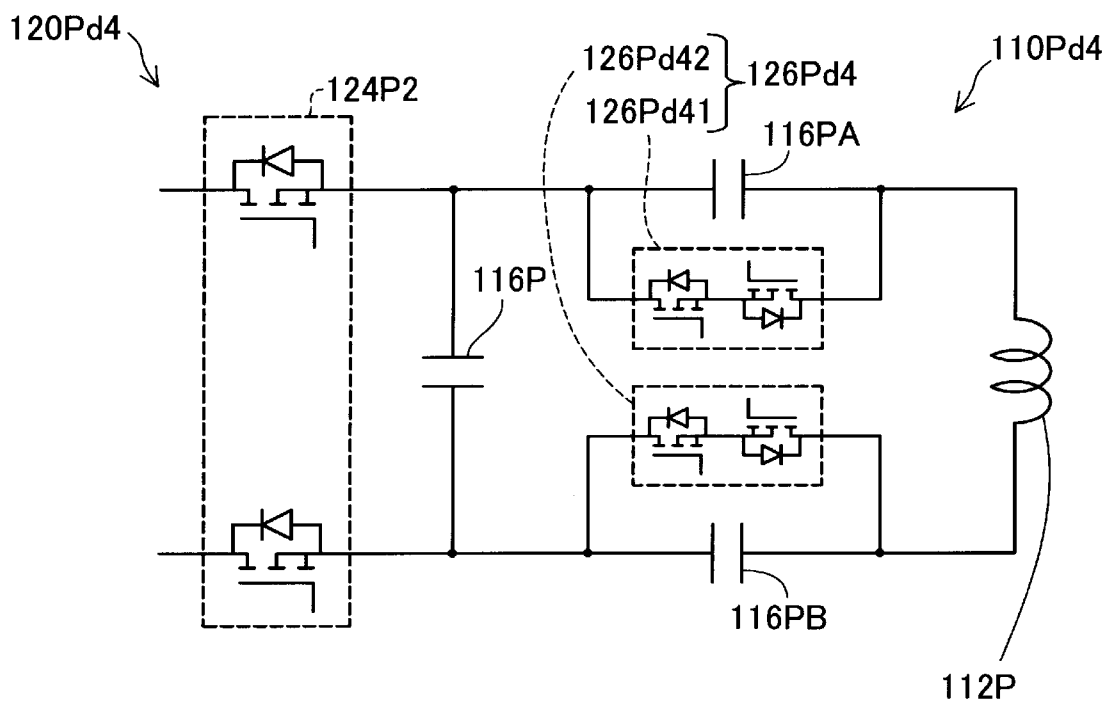
[図26]

Fig.26



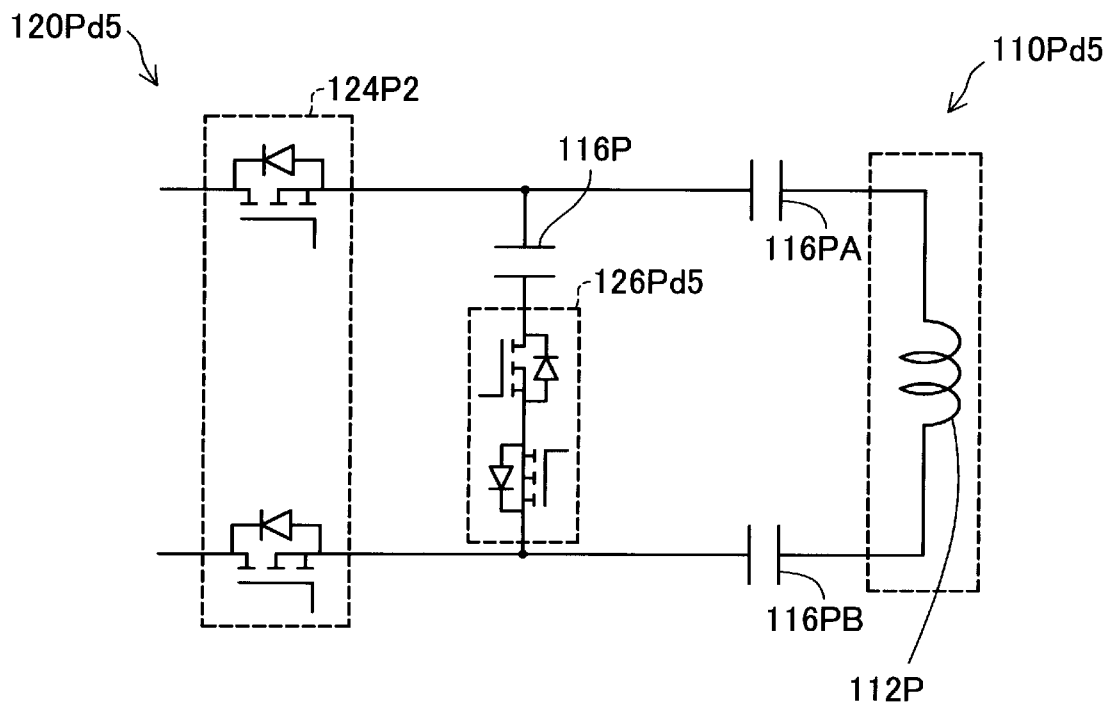
[図27]

Fig.27



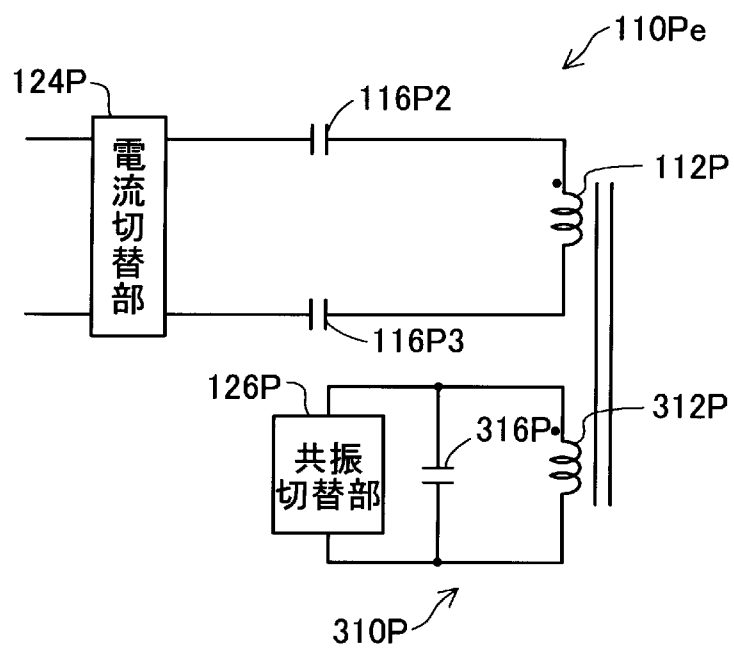
[図28]

Fig.28



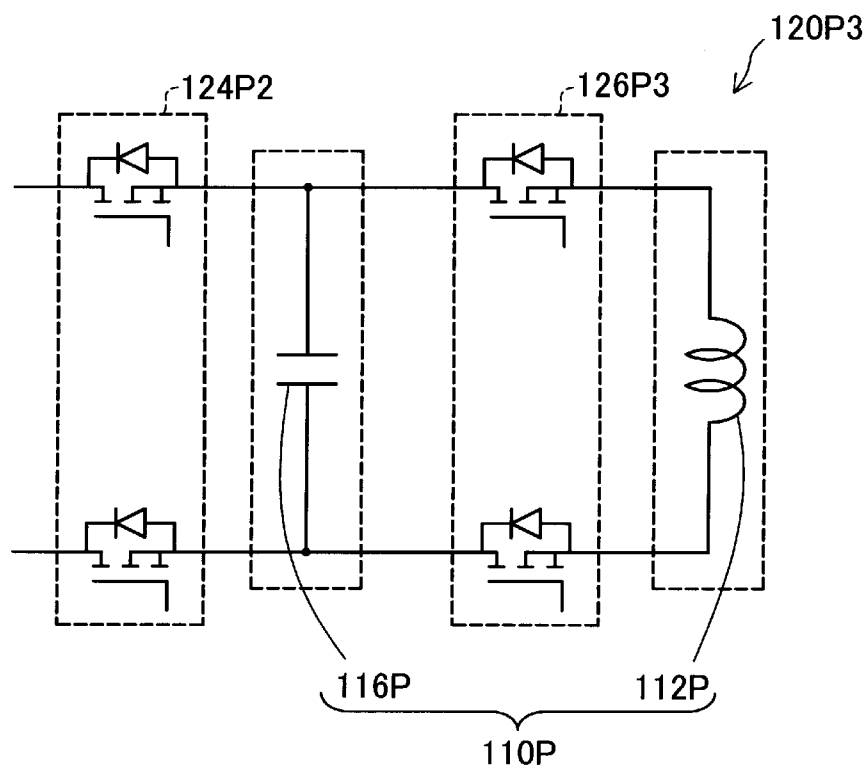
[図29]

Fig.29



[図30]

Fig.30



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/020072

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H02J 50/90**(2016.01)i; **H02J 7/00**(2006.01)i; **H02J 50/12**(2016.01)i

FI: H02J50/90; H02J7/00 P; H02J7/00 301D; H02J50/12

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)

H02J50/90; H02J7/00; H02J50/12

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023

Registered utility model specifications of Japan 1996-2023

Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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	JP 2021-191106 A (TAISEI CORP) 13 December 2021 (2021-12-13)	1, 24, 27-28
A	paragraphs [0026]-[0068], fig. 1-8	2-23, 25-26
Y	JP 2020-188649 A (DENSO CORP) 19 November 2020 (2020-11-19)	1, 24, 27-28
A	paragraph [0017], fig. 3A	2-23, 25-26



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

02 August 2023

Date of mailing of the international search report

15 August 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)

3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915

Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/020072

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2021-191106	A	13 December 2021	(Family: none)	
JP	2020-188649	A	19 November 2020	US 2022/0072965 A1	
				paragraphs [0061]-[0074], fig. 3A	
				WO 2020/235256 A1	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H02J 50/90(2016.01)i; H02J 7/00(2006.01)i; H02J 50/12(2016.01)i FI: H02J50/90; H02J7/00 P; H02J7/00 301D; H02J50/12										
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）） H02J50/90; H02J7/00; H02J50/12										
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										
<table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023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 2021-191106 A（大成建設株式会社）13.12.2021（2021 - 12 - 13） 段落 [0026] - [0068]，図1 - 8	1, 24, 27-28 2-23, 25-26								
Y A	JP 2020-188649 A（株式会社デンソー）19.11.2020（2020 - 11 - 19） 段落 [0017]，図3 A	1, 24, 27-28 2-23, 25-26								
☐ 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。										
<table border="0"> <tr> <td> * 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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 </td> <td> “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抵触するものではなく、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 </td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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抵触するものではなく、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						
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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抵触するものではなく、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 02.08.2023		国際調査報告の発送日 15.08.2023								
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 佐藤 卓馬 5T 5581 電話番号 03-3581-1101 内線 3568								

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/020072

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2021-191106	A	13.12.2021	(ファミリーなし)	
JP	2020-188649	A	19.11.2020	US 2022/0072965 A1	
				段落 [0 0 6 1] - [0 0 7 4] , 図 3 A	
				WO 2020/235256 A1	