

(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  
2018年9月7日(07.09.2018)



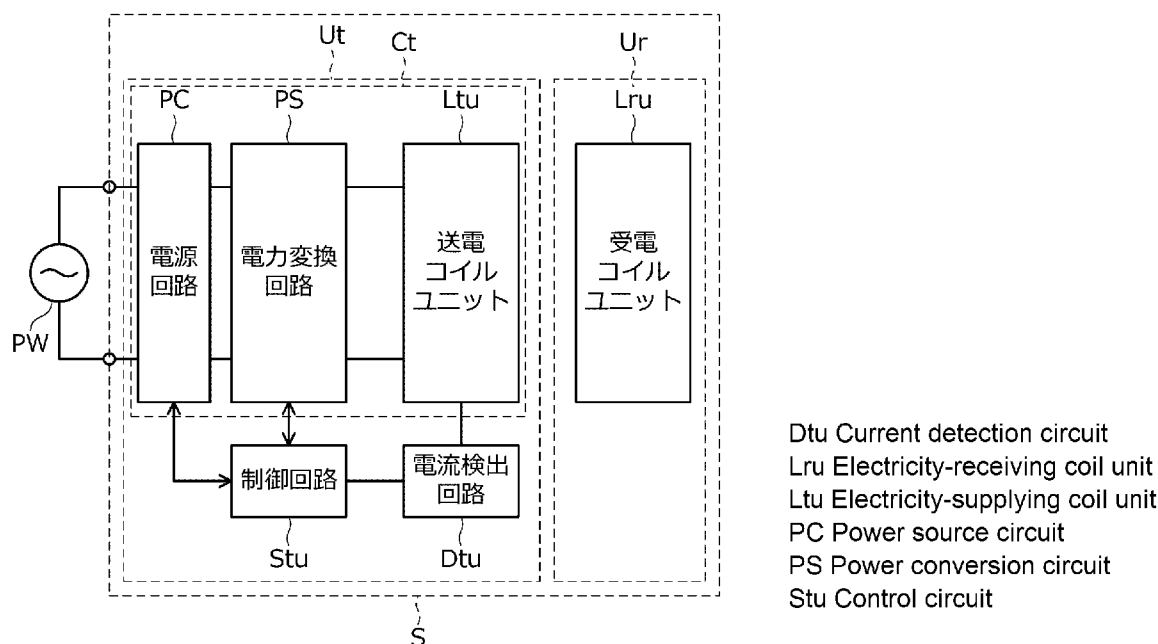
(10) 国際公開番号

WO 2018/159732 A1

- (51) 国際特許分類:  
H02J 50/90 (2016.01) B60M 7/00 (2006.01)  
B60L 5/00 (2006.01) H02J 50/10 (2016.01)  
B60L 11/18 (2006.01) H02J 50/80 (2016.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/007685
- (22) 国際出願日: 2018年3月1日(01.03.2018)
- (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 2017-040250 2017年3月3日(03.03.2017) JP
- (71) 出願人: T D K 株式会社(TDK CORPORATION)  
[JP/JP]; 〒1080023 東京都港区芝浦三丁目  
9番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 伊井 彰宏(II Akihiro); 〒1080023 東京  
都港区芝浦三丁目9番1号 T D K 株式会  
社内 Tokyo (JP). 宮澤 陵(MIYAZAWA Ryo);  
〒1080023 東京都港区芝浦三丁目9番1号  
T D K 株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 鷲頭 光宏, 外(WASHIZU Mitsuhiro et  
al.); 〒1040061 東京都中央区銀座一丁目5番  
1号第三太陽ビル7F Tokyo (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,

(54) Title: WIRELESS ELECTRICITY SUPPLY DEVICE AND WIRELESS POWER TRANSMISSION SYSTEM

(54) 発明の名称: ワイヤレス送電装置及びワイヤレス電力伝送システム



(57) Abstract: [Problem] To realize high-precision calculation of the opposing-direction separation distance between electricity-supplying and -receiving coils without using a special sensor. [Solution] A wireless electricity supply device Ut for wirelessly transmitting power to a wireless power-receiving device Ur by magnetic coupling of an electricity-supplying coil and an electricity-receiving coil, wherein the wireless electricity supply device Ut comprises: an electricity supply circuit Ct that includes a power conversion circuit PS for converting DC power to AC power of a drive frequency, and an electricity-supplying coil unit Ltu including an electricity-supplying coil that receives AC power supplied from the power conversion circuit PS and generates an AC magnetic field; and a control circuit Stu that controls the magnetic flux

BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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, 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))

amount generated from the electricity-supplying coil. The control circuit  $St_u$  calculates the opposing-direction separation distance between the electricity-supplying coil and the electricity-receiving coil from the circuit characteristic value of the wireless electricity supply device  $U_t$  in a state in which the magnetic flux amount generated from the electricity-supplying coil is controlled to be constant.

(57) 要約: 【課題】特別なセンサを使用することなく、送受電コイル間の対向方向の離間距離を高精度に算出することを実現する。【解決手段】ワイヤレス送電装置  $U_t$  は、送電コイルと受電コイルとの磁気結合により、ワイヤレス受電装置  $U_r$  にワイヤレスで電力伝送するワイヤレス送電装置  $U_t$  であって、直流電力を駆動周波数の交流電力に変換する電力変換回路  $PS$ 、及び、電力変換回路  $PS$  から供給される交流電力を受けて交流磁界を発生する送電コイルを含む送電コイルユニット  $L_t u$  を含む送電回路  $C_t$  と、送電コイルから発生する磁束量を制御する制御回路  $St_u$  と、を備える。制御回路  $St_u$  は、送電コイルから発生する磁束量を一定に制御した状態におけるワイヤレス送電装置  $U_t$  の回路特性値から送電コイルと受電コイルの対向方向の離間距離を算出する。

## 明 細 書

発明の名称：

ワイヤレス送電装置及びワイヤレス電力伝送システム

### 技術分野

[0001] 本発明は、ワイヤレス送電装置及びワイヤレス電力伝送システムに関する。

### 背景技術

[0002] 相対させた１次（送電）コイルと２次（受電）コイルとの間の磁氣的結合を利用し、１次コイルに与えた交流電流のエネルギーを２次コイルにワイヤレスにて伝送するワイヤレス電力伝送技術が知られている。

[0003] このワイヤレス電力伝送技術では、送電コイルと受電コイルの相対的な位置関係が適切でないまま電力伝送を行うと、想定しない電圧、電流が回路各部に発生し、素子の破損につながるものが問題視されている。そこで、電力伝送を開始する前に送電コイルと受電コイルの相対的な位置関係（具体的には、送受電コイル間の対向方向及び対向方向と直交する方向の離間距離）を求め、その結果に基づいて電力伝送を行うことが検討されている。

[0004] 特許文献１には、送電コイルと受電コイルの相対的な位置関係を求めるための技術が開示されている。この技術では、受電コイルは車両に取り付けられ、送電コイルは駐車場の床面に設置される。送受電コイル間の対向方向（高さ方向）の離間距離は、車両内に設置される車高センサの出力値から算出される。一方、対向方向と直交する方向（水平方向）の離間距離は、送電コイル側に設けられる高周波電源回路の出力インピーダンスに基づいて算出される。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0005] 特許文献１：特開２０１６－８６５７７号公報

### 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、特許文献1に記載の技術によれば、送受電コイル間の対向方向の離間距離を求めるために車高センサが必要になる。車高センサのようなセンサの使用はコスト、サイズ、制御の複雑さ等の増大要因となるので、改善が求められていた。

[0007] したがって、本発明の目的の一つは、特別なセンサを使用することなく、送受電コイル間の対向方向の離間距離を高精度に推定できるワイヤレス送電装置及びワイヤレス電力伝送システムを提供することにある。

## 課題を解決するための手段

[0008] 本発明によるワイヤレス送電装置は、送電コイルと受電コイルとの磁気結合により、ワイヤレス受電装置にワイヤレスで電力伝送するワイヤレス送電装置であって、直流電力を駆動周波数の交流電力に変換する電力変換回路、及び、前記電力変換回路から供給される前記交流電力を受けて交流磁界を発生する前記送電コイルを含む送電回路と、前記送電コイルから発生する磁束量を制御する制御回路と、を備え、前記制御回路は、前記送電コイルから発生する磁束量を一定に制御した状態における前記ワイヤレス送電装置の回路特性値から前記送電コイルと前記受電コイルの対向方向の離間距離を算出するワイヤレス送電装置である。なお、本発明によるワイヤレス送電装置は、送電コイルと受電コイルとの磁気結合により、ワイヤレス受電装置にワイヤレスで電力伝送するワイヤレス送電装置であって、直流電力を駆動周波数の交流電力に変換する電力変換回路、及び、前記電力変換回路から供給される前記交流電力を受けて交流磁界を発生する前記送電コイルを含む送電回路と、前記送電コイルに流れる電流を制御する制御回路と、を備え、前記制御回路は、前記送電コイルに流れる電流を一定に制御した状態における前記ワイヤレス送電装置の回路特性値から前記送電コイルと前記受電コイルの対向方向の離間距離を算出するワイヤレス送電装置であるとしてもよい。

[0009] 送電コイルから発生する磁束量を一定に制御した状態においては、送受電コイル間の水平方向の離間距離の変化に対しては送電コイルのインダクタン

ス値があまり変化しないのに対し、送受電コイル間の対向方向の離間距離の変化に対しては送電コイルのインダクタンス値が大きく変化する。したがって、送受電コイル間の対向方向の離間距離が変化するとワイヤレス送電装置の回路特性値も大きく変化するので、本発明によれば、特別なセンサを使用することなく、送受電コイル間の対向方向の離間距離を高精度に算出することが可能になる。

[0010] 上記ワイヤレス送電装置において、前記送電回路は、外部電源から供給される電力を変換して前記電力変換回路に前記直流電力を出力する電源回路をさらに含み、前記制御回路は、前記電源回路の出力直流電流、前記電源回路の出力直流電圧、又は、前記直流電力の少なくとも1つを変化させることにより前記送電コイルから発生する磁束量を制御することとしてもよいし、前記電力変換回路は、複数のスイッチング素子を有し、前記制御回路は、前記駆動周波数又は前記複数のスイッチング素子の時比率を変化させることにより前記送電コイルから発生する磁束量を制御することとしてもよい。これらによれば、送電コイルから発生する磁束量を制御回路によって制御することができるので、送電コイルの発生する交流磁界強度を一定とすることが可能になる。

[0011] 上記ワイヤレス送電装置において、前記送電回路は、前記電力変換回路と前記送電コイルの間にコンデンサ又はインダクタの少なくとも一方を有するインピーダンス変換回路をさらに含み、前記制御回路は、前記インピーダンス変換回路のリアクタンス値を変化させることにより前記送電コイルから発生する磁束量を制御することとしてもよい。これによれば、送電コイルから発生する磁束量を制御回路によって制御することができるので、送電コイルの発生する交流磁界強度を一定とすることが可能になる。

[0012] 上記ワイヤレス送電装置において、前記送電コイルはインダクタンス値を変更可能に構成されており、前記制御回路は、前記送電コイルのインダクタンス値を変更することにより前記送電コイルから発生する磁束量を制御することとしてもよい。これによれば、送電コイルから発生する磁束量を制御回

路によって制御することができるので、送電コイルの発生する交流磁界強度を一定とすることが可能になる。

[0013] このワイヤレス送電装置においてさらに、前記制御回路は、前記ワイヤレス送電装置の回路特性値と同じ種類の回路特性値を制御することにより、前記送電コイルから発生する磁束量を一定に制御することとしてもよい。送電コイルから発生する磁束量を一定に制御した結果としての回路特性値には送電コイルのインダクタンス値の変化が反映されるので、これによれば、送受電コイル間の対向方向の離間距離を高精度に算出することが可能になる。

[0014] 本発明によるワイヤレス電力伝送システムは、送電コイルと受電コイルとの磁気結合により、ワイヤレス送電装置からワイヤレス受電装置にワイヤレスで電力伝送するワイヤレス電力伝送システムであって、前記ワイヤレス送電装置は、上記各ワイヤレス送電装置のいずれかであり、前記ワイヤレス受電装置は、前記送電コイルが発生する前記交流磁界を介して電力を受電する前記受電コイルと、前記受電コイルが受電した電力を整流する整流回路と、前記整流回路の出力電圧を検出する電圧検出回路と、有し、前記制御回路は、前記電圧検出回路の検出結果に基づいて前記送電コイルと前記受電コイルとの間の結合係数を算出し、前記結合係数と前記ワイヤレス送電装置の回路特性値とに基づいて前記送電コイルと前記受電コイルの相対位置関係を算出するワイヤレス電力伝送システムである。これによれば、送電コイルから発生する磁束量を一定に制御することにより、送受電コイル間の結合係数と整流回路の出力電圧の間の関係が単調となるので、制御回路は、整流回路の出力電圧から送受電コイル間の結合係数を高精度に算出することができる。したがって、送電コイルから発生する磁束量を一定に制御した状態におけるワイヤレス送電装置の回路特性値から得られる情報と合わせ、送受電コイル間の相対位置関係をより高精度に算出することが可能になる。

[0015] 上記ワイヤレス電力伝送システムにおいて、前記制御回路は、前記送電コイルと前記受電コイルの相対位置関係から伝送可能電力を算出し、算出した前記伝送可能電力に基づいて前記送電回路の動作を制御することとしてもよ

い。これによれば、制御回路は、算出した相対位置関係における適切な電力制御を行うことができるので、回路各部に想定しない電圧、電流が発生することによる素子の破損を防ぐことが可能になる。

[0016] 上記各ワイヤレス電力伝送システムにおいて、前記整流回路の出力端と負荷との接続状態を切り替える切替回路をさらに備え、前記切替回路は、前記制御回路が前記電圧検出回路の検出結果に基づいて前記送電コイルと前記受電コイルとの間の結合係数を算出する場合に、前記整流回路の出力端を開放状態とすることとしてもよい。これによれば、送受電コイル間の結合係数と整流回路の出力電圧との間の関係を負荷に非依存にすることができるので、制御回路は、送受電コイル間の結合係数をより高精度に算出することが可能になる。

[0017] 上記各ワイヤレス電力伝送システムにおいて、固定抵抗値を有する負荷抵抗と、前記整流回路の出力端と負荷又は前記負荷抵抗との接続状態を切り替える切替回路と、をさらに備え、前記切替回路は、前記制御回路が前記電圧検出回路の検出結果に基づいて前記送電コイルと前記受電コイルとの間の結合係数を算出する場合に、前記整流回路の出力端を前記負荷抵抗に接続させることとしてもよい。これによっても、送受電コイル間の結合係数と整流回路の出力電圧との間の関係を負荷に非依存にすることができるので、制御回路は、送受電コイル間の結合係数をより高精度に算出することが可能になる。

[0018] 上記各ワイヤレス電力伝送システムにおいて、ユーザに対して情報を報知する報知器をさらに備え、前記制御回路は、前記送電コイルと前記受電コイルの対向方向の離間距離と前記電圧検出回路の検出結果に基づいて前記送電コイルと前記受電コイルの前記対向方向と直交する方向の離間距離を算出し、前記報知器は、前記ユーザに前記送電コイルと前記受電コイルの前記対向方向と直交する方向の離間距離を報知することとしてもよい。これによれば、送受電コイル間の水平方向の離間距離をユーザに通知することができるので、送受電コイルの位置合わせを行う際のユーザの利便性が向上する。

[0019] 本発明の他の一側面によるワイヤレス電力伝送システムは、送電コイルと受電コイルとの磁気結合により、ワイヤレス送電装置からワイヤレス受電装置にワイヤレスで電力伝送するワイヤレス電力伝送システムであって、前記ワイヤレス送電装置は、直流電力を駆動周波数の交流電力に変換する電力変換回路、及び、前記電力変換回路から供給される前記交流電力を受けて交流磁界を発生する前記送電コイルを含む送電回路と、前記送電コイルから発生する磁束量を制御する制御回路と、を備え、前記ワイヤレス受電装置は、前記送電コイルが発生する前記交流磁界を介して電力を受電する前記受電コイルと、前記受電コイルが受電した電力を整流する整流回路と、前記整流回路の出力電圧を検出する電圧検出回路と、有し、前記制御回路は、前記送電コイルから発生する磁束量を一定に制御した状態における前記ワイヤレス送電装置の回路特性値を取得するとともに、前記電圧検出回路の検出結果に基づいて前記送電コイルと前記受電コイルとの間の結合係数を算出し、前記回路特性値及び前記結合係数に基づいて前記送電コイルと前記受電コイルの相対位置関係を算出する、ワイヤレス電力伝送システムである。なお、本発明の他の一側面によるワイヤレス電力伝送システムは、送電コイルと受電コイルとの磁気結合により、ワイヤレス送電装置からワイヤレス受電装置にワイヤレスで電力伝送するワイヤレス電力伝送システムであって、前記ワイヤレス送電装置は、直流電力を駆動周波数の交流電力に変換する電力変換回路、及び、前記電力変換回路から供給される前記交流電力を受けて交流磁界を発生する前記送電コイルを含む送電回路と、前記送電コイルに流れる電流を制御する制御回路と、を備え、前記ワイヤレス受電装置は、前記送電コイルが発生する前記交流磁界を介して電力を受電する前記受電コイルと、前記受電コイルが受電した電力を整流する整流回路と、前記整流回路の出力電圧を検出する電圧検出回路と、有し、前記制御回路は、前記送電コイルに流れる電流を一定に制御した状態における前記ワイヤレス送電装置の回路特性値を取得するとともに、前記電圧検出回路の検出結果に基づいて前記送電コイルと前記受電コイルとの間の結合係数を算出し、前記回路特性値及び前記結合係数

に基づいて前記送電コイルと前記受電コイルの相対位置関係を算出する、ワイヤレス電力伝送システムであるとしてもよい。これによれば、送電コイルから発生する磁束量を一定に制御した状態におけるワイヤレス送電装置の回路特性値、及び、送電コイルと受電コイルの結合係数から、送電コイルと受電コイルの相対位置関係を算出することが可能になるので、送電コイルと受電コイルの相対位置関係に適した電力で、ワイヤレス受電装置への電力伝送を実行することが可能になる。また、進行方向及び車幅方向それぞれの位置ずれの大きさをユーザに対して通知することも可能になる。

### 発明の効果

[0020] 本発明によれば、特別なセンサを使用することなく、送受電コイル間の対向方向の離間距離を高精度に算出することが可能になる。

[0021] 本発明の他の一側面によれば、特別なセンサを使用することなく、送電コイルと受電コイルの相対位置関係に適した電力で、ワイヤレス受電装置への電力伝送を実行することが可能になるとともに、進行方向及び車幅方向それぞれの位置ずれの大きさをユーザに対して通知することが可能になる。

### 図面の簡単な説明

[0022] [図1]本発明の実施の形態によるワイヤレス電力伝送システムの使用状態を示す図である。

[図2] (a) は、離間距離  $D$  の大きさに対する送電コイルのインダクタンス値の変化率を示す図であり、(b) は、(a) の横軸を送電コイルと受電コイルの結合係数  $k$  に置き換えたものである。

[図3]本発明の第1の実施の形態によるワイヤレス送電装置  $U_t$  の構成を示す図である。

[図4]本発明の第1の実施の形態による制御回路  $S_{tu}$  の処理フローを示すフロー図である。

[図5]本発明の第2の実施の形態によるワイヤレス送電装置  $U_t$  の構成を示す図である。

[図6]本発明の第3の実施の形態によるワイヤレス送電装置  $U_t$  の構成を示す

図である。

[図7]本発明の第4の実施の形態によるワイヤレス電力伝送システムSの構成を示す図である。

[図8]本発明の第5の実施の形態によるワイヤレス電力伝送システムSの構成を示す図である。

[図9]本発明の第6の実施の形態によるワイヤレス電力伝送システムSの構成を示す図である。

[図10]本発明の第7の実施の形態によるワイヤレス電力伝送システムSの構成を示す図である。

[図11]本発明の第8の実施の形態によるワイヤレス電力伝送システムSの構成を示す図である。

[図12]送電コイルユニットL<sub>tu</sub>及び受電コイルユニットL<sub>ru</sub>を上から見た図である。

[図13]進行方向の位置ずれ $\Delta X$ の大きさと、送電コイルのインダクタンス値との関係を示す図である。

[図14]本発明の第9の実施の形態による送電コイルと受電コイルの相対位置関係の算出の原理を示す図である。

[図15]本発明の第9の実施の形態による制御回路S<sub>tu</sub>の処理フローを示すフロー図である。

### 発明を実施するための形態

[0023] 以下、添付図面を参照しながら、本発明の実施の形態について詳細に説明する。以下では、初めに図1及び図2を参照して本発明の構成の概要を説明した後、図3以降の各図を参照しながら本発明の構成の詳細について説明する。

[0024] 図1は、本発明の実施の形態によるワイヤレス電力伝送システムの使用状態を示す図である。図1(a)は、比較的高い最低地上高を有する電気自動車V<sub>ea</sub>(例えばSUV)に対して電力を伝送するためにワイヤレス電力伝送システムを用いる例を示し、図1(b)は、比較的低い最低地上高を有す

る電気自動車  $V e b$ （例えばセダン）に対して電力を伝送するためにワイヤレス電力伝送システムを用いる例を示している。

[0025] ワイヤレス電力伝送システムは、送電コイルユニット  $L t u$  を含むワイヤレス送電装置  $U t$  と、受電コイルユニット  $L r u$  を含むワイヤレス受電装置  $U r$  とを有して構成される。図 1 に示すように、送電コイルユニット  $L t u$  は路面に設置される装置であり、図示しない送電コイルを含んで構成される。一方、受電コイルユニット  $L r u$  は車両の底面に設置される装置であり、図示しない受電コイルを含んで構成される。ユーザは、電気自動車  $V e a$ 、 $V e b$  の充電を行う際、それぞれの電気自動車を送電コイルユニット  $L t u$  の上方に移動させることにより、送電コイルが生成する磁界の中に受電コイルユニット  $L r u$  を配置する。これにより、送電コイルと受電コイルの磁気結合を通じてワイヤレス送電装置  $U t$  からワイヤレス受電装置  $U r$  への電力伝送が実行され、こうして伝送された電力によって、電気自動車内の二次電池（図示せず）が充電される。

[0026] ところで、ワイヤレス送電装置  $U t$  からワイヤレス受電装置  $U r$  への電力伝送を適切に実行するためには、送電コイルと受電コイルの相対位置関係に応じて、送電コイルから発生する磁束の量を適切に制御する必要がある。そこで本実施の形態によるワイヤレス送電装置  $U t$  は、電力伝送を開始する前に、送電コイルと受電コイルの相対位置関係を算出するための処理を実行する。そして、算出された相対位置関係から伝送可能電力を算出し、算出した伝送可能電力に基づいて、内部回路（図 1 には示していない）の動作を制御するよう構成される。

[0027] 送電コイルと受電コイルの相対位置関係は、図 1 に示す離間距離  $Z$ 、 $D$  により表される。離間距離  $Z$  は、送電コイルユニット  $L t u$  と受電コイルユニット  $L r u$  の対向方向（高さ方向）の離間距離であり、離間距離  $D$  は、対向方向と直交する方向（水平方向）の離間距離  $D$  である。ワイヤレス送電装置  $U t$  は、電力伝送を開始する前に、これら離間距離  $Z$ 、 $D$  の算出を行う。

[0028] 図 2（a）は、離間距離  $D$  の大きさに対する送電コイルのインダクタンス

値の変化率を示す図である。同図の横軸には離間距離 $D$ を示し、縦軸には、離間距離 $Z = 140\text{ mm}$ における最小インダクタンスとの相違（変化率）を百分率で示している。また、図2（b）は、図2（a）の横軸を送電コイルと受電コイルの結合係数 $k$ に置き換えたものである。結合係数 $k$ は一般に、離間距離 $Z$ が同じ値であれば、離間距離 $D$ が大きいほど小さな値となる。

[0029] 図2（a）を参照すると理解されるように、送電コイルのインダクタンス値は、水平方向の離間距離 $D$ の変化に対してはほとんど変化しない一方、対向方向の離間距離 $Z$ の変化に対しては大きく変化する。したがって、送電コイルのインダクタンス値が分かれば、離間距離 $Z$ を求めることができると言える。本実施の形態によるワイヤレス送電装置 $U_t$ は、この原理を利用して離間距離 $Z$ の算出を行う。

[0030] また、本実施の形態によるワイヤレス送電装置 $U_t$ は、ワイヤレス受電装置 $U_r$ からの情報に基づき、送電コイルと受電コイルの結合係数 $k$ を算出する。この結合係数 $k$ の算出の詳細については第5の実施の形態で説明するが、結合係数 $k$ には、離間距離 $Z$ が等しければ離間距離 $D$ に依存して変化するという性質がある。したがって、離間距離 $Z$ が分かっているれば結合係数 $k$ から離間距離 $D$ を求めることができるので、本実施の形態によるワイヤレス送電装置 $U_t$ は、この原理を利用して離間距離 $D$ の算出を行う。

[0031] ワイヤレス送電装置 $U_t$ は、以上のようにして算出した離間距離 $Z$ 、 $D$ に基づいて、伝送可能電力の算出を行う。以下、このような処理を行うワイヤレス送電装置 $U_t$ の3つの実施の形態（第1～第3の実施の形態）について、図3～図6を参照しながら説明する。また、その後、ワイヤレス送電装置 $U_t$ を含むワイヤレス電力伝送システムの5つの実施の形態（第4～第8の実施の形態）について、図7～図11を参照しながら詳しく説明する。

[0032] 図3は、本発明の第1の実施の形態によるワイヤレス送電装置 $U_t$ の構成を示す図である。同図に示すように、本実施の形態によるワイヤレス送電装置 $U_t$ は、図1にも示した受電コイルユニット $L_{ru}$ を含むワイヤレス受電装置 $U_r$ とともに、ワイヤレス電力伝送システム $S$ を構成する。

[0033] ワイヤレス送電装置U tは、送電コイルと受電コイルとの磁気結合によりワイヤレス受電装置U rにワイヤレスで電力伝送する装置であって、図1にも示した送電コイルユニットL t uの他に、電源回路P Cと、電力変換回路P Sと、制御回路S t uと、電流検出回路D t uとを含んで構成される。送電コイルユニットL t u、電源回路P C、及び電力変換回路P Sは、ワイヤレス送電装置U tの送電回路C tを構成する。

[0034] 電源回路P Cは、例えば商用交流電源である外部電源P Wから供給される交流電力を所望の直流電力に変換して出力する回路であり、例えばP F C (Power Factor Correction)回路又は安定化電源によって構成される。

[0035] 電力変換回路P Sは、電源回路P Cから供給される直流電力を所定の駆動周波数の交流電力に変換する回路であり、具体的には、複数のスイッチング素子を含むスイッチング電源である。各スイッチング素子は、ブリッジ接続される。スイッチング素子の例としては、例えばM O S - F E T (Metal Oxide Semiconductor-Field Effect Transistor)やI G B T (Insulated Gate Bipolar Transistor)などの素子が挙げられる。

[0036] 送電コイルユニットL t uは、電力変換回路P Sから供給される交流電力を受けて交流磁界を発生する送電コイルを含む。電力変換回路P Sによって生成された交流電力が送電コイルの両端に供給されると、送電コイル内を交流電流が流れ、送電コイルの周囲に交流磁界が発生する。この交流磁界内に受電コイルが入ると、受電コイルに誘導電流が流れる。これにより、ワイヤレス送電装置U tからワイヤレス受電装置U rへの電力伝送が実現される。なお、送電コイルユニットL t uは、送電コイルに接続され、送電コイルとともに共振回路を構成するキャパシタを含んでいても構わない。

[0037] 電流検出回路D t uは、送電コイルユニットL t uに含まれる送電コイルに流れる電流の値（以下、「送電コイル電流値」という）を検出する回路である。電流検出回路D t uは、検出した送電コイル電流値を制御回路S t uに出力する。

[0038] 制御回路S t uは、送電コイルと受電コイルの相対位置関係（具体的には

、上述した離間距離 $Z$ 、 $D$ )を算出し、算出した相対位置関係から伝送可能電力を算出し、算出した伝送可能電力に基づいて送電回路 $C_t$ の動作を制御する機能を有する回路である。以下、図4のフロー図を参照しながら、制御回路 $S_{tu}$ の機能について詳しく説明する。

[0039] 図4は、制御回路 $S_{tu}$ の処理フローを示すフロー図である。制御回路 $S_{tu}$ はまず、ワイヤレス送電装置 $U_t$ の回路特性値を制御することにより、送電コイルから発生する磁束量を一定に制御する(ステップ $S_1$ )。ここでいう回路特性値としては各種のものが考えられるが、本実施の形態においては、電源回路 $PC$ の出力直流電流、電源回路 $PC$ の出力直流電圧、電源回路 $PC$ から電力変換回路 $PS$ に供給される直流電力、電力変換回路 $PS$ が生成する交流電力の周波数(上述した駆動周波数)、及び、電力変換回路 $PS$ を構成する複数のスイッチング素子の時比率(オンオフのデューティ)の少なくともいずれか1つである。

[0040] なお、電源回路 $PC$ の出力直流電流、電源回路 $PC$ の出力直流電圧、又は、電源回路 $PC$ から電力変換回路 $PS$ に供給される直流電力をワイヤレス送電装置 $U_t$ の回路特性値として用いる場合、制御回路 $S_{tu}$ は、電源回路 $PC$ を制御することによりワイヤレス送電装置 $U_t$ の回路特性値を制御することとなる。一方、電力変換回路 $PS$ が生成する交流電力の周波数(上述した駆動周波数)又は電力変換回路 $PS$ を構成する複数のスイッチング素子の時比率(オンオフのデューティ)をワイヤレス送電装置 $U_t$ の回路特性値として用いる場合、制御回路 $S_{tu}$ は、電力変換回路 $PS$ を制御することによりワイヤレス送電装置 $U_t$ の回路特性値を制御することとなる。

[0041] また、制御回路 $S_{tu}$ は、送電コイルユニット $L_t$ 内の送電コイルから発生する磁束量が一定かどうかを把握するための監視値として、送電コイル電流値を使用する。つまり、送電コイル電流値が一定となるようにワイヤレス送電装置 $U_t$ の回路特性値を制御することにより、送電コイルから発生する磁束量を一定に制御する。送電コイル電流値が一定となっていれば、送電コイルから発生する磁束量も一定であると言えるので、この制御により、送

電コイルから発生する磁束量を一定に制御することが可能になる。なお、本実施の形態では、送電コイルユニット  $L_t u$  内の送電コイルから発生する磁束量が一定かどうかを把握するために電流検出回路  $D_t u$  が検出する送電コイル電流値を用いているが、送電コイルから発生する磁束量が一定かどうかを把握できる他の方法を用いても構わない。

[0042] 次いで制御回路  $S_t u$  は、送電コイルから発生する磁束量を一定に制御した状態におけるワイヤレス送電装置  $U_t$  の回路特性値を取得する（ステップ  $S_2$ ）。ここで取得する回路特性値は、ステップ  $S_1$  で制御の対象とした回路特性値と同じものである。そして制御回路  $S_t u$  は、取得した回路特性値から、送電コイルと受電コイルの対向方向の離間距離  $Z$  を算出する（ステップ  $S_3$ ）。上述したように、送電コイルのインダクタンス値は離間距離  $Z$  に依存して変化し、また、送電コイルから発生する磁束量を一定に制御するために必要となる回路特性値には送電コイルのインダクタンス値の変化が反映されるので、制御回路  $S_t u$  は、ステップ  $S_2$  で取得した回路特性値に基づき離間距離  $Z$  を算出することができる。具体的には、回路特性値と離間距離  $Z$  のルックアップテーブルを予め用意しておき、取得した回路特性値に対応する離間距離  $Z$  をこのルックアップテーブルから読み出すことにより、離間距離  $Z$  の算出を行えばよい。

[0043] 続いて制御回路  $S_t u$  は、算出した離間距離  $Z$  と、送電コイルと受電コイルの結合係数  $k$ （図 2（b）参照）とに基づき、送電コイルと受電コイルの水平方向の離間距離  $D$  を算出する（ステップ  $S_4$ ）。結合係数  $k$  の取得方法については、後述する第 4 の実施の形態で説明する。上述したように、結合係数  $k$  には、離間距離  $Z$  が等しければ離間距離  $D$  に依存して変化するという性質があるので、制御回路  $S_t u$  は、離間距離  $Z$  と結合係数  $k$  とに基づき離間距離  $D$  を算出することができる。具体的には、離間距離  $Z$  ごとに結合係数  $k$  と離間距離  $D$  のルックアップテーブルを予め用意しておき、ステップ  $S_3$  で算出した離間距離  $Z$  に対応するルックアップテーブルを読み出す。そして、取得した結合係数  $k$  に対応する離間距離  $D$  をこのルックアップテーブルか

ら読み出すことにより、離間距離 $D$ の算出を行えばよい。

[0044] 次に制御回路 $S_{tu}$ は、算出した相対位置関係（離間距離 $Z$ 、 $D$ ）から、伝送可能電力を算出する（ステップ $S5$ ）。この算出も、具体的には、離間距離 $Z$ 、 $D$ と伝送可能電力のルックアップテーブルを予め用意しておき、算出した離間距離 $Z$ 、 $D$ に対応する伝送可能電力をこのルックアップテーブルから読み出すことによって実行すればよい。

[0045] 最後に制御回路 $S_{tu}$ は、算出した伝送可能電力に基づき、送電回路 $C_t$ の動作を制御する（ステップ $S6$ ）。具体的には、電源回路 $PC$ の動作制御、電力変換回路 $PS$ の動作制御のうちのいずれか1つ以上を実行することにより、ステップ $S5$ で算出した伝送可能電力での伝送を実現する。これにより、送電コイルと受電コイルの相対位置関係に適した電力で、ワイヤレス受電装置 $U_r$ への電力伝送が実行される。

[0046] 以上説明したように、本実施の形態によるワイヤレス送電装置 $U_t$ によれば、送電コイルから発生する磁束量を一定に制御した状態におけるワイヤレス送電装置 $U_t$ の回路特性値から、離間距離 $Z$ を算出することが可能になる。したがって、車高センサなどの特別なセンサを使用することなく、離間距離 $Z$ を高精度に算出することが可能になる。また、離間距離 $D$ も算出することができるので、送電コイルと受電コイルの相対位置関係に適した電力で、ワイヤレス受電装置 $U_r$ への電力伝送を実行することが可能になる。

[0047] 図5は、本発明の第2の実施の形態によるワイヤレス送電装置 $U_t$ の構成を示す図である。本実施の形態によるワイヤレス送電装置 $U_t$ は、インピーダンス変換回路 $X_{tu}$ を有する点で、第1の実施の形態によるワイヤレス送電装置 $U_t$ と相違する。以下、第1の実施の形態と同一の構成には同一の符号を付し、第1の実施の形態との相違点を中心に説明する。

[0048] インピーダンス変換回路 $X_{tu}$ は、電力変換回路 $PS$ と送電コイルの間に設けられる回路であり、コンデンサ又はインダクタの少なくとも一方を有している。インピーダンス変換回路 $X_{tu}$ は、送電コイルユニット $L_{tu}$ 、電源回路 $PC$ 、及び電力変換回路 $PS$ とともに、ワイヤレス送電装置 $U_t$ の送

電回路  $C_t$  を構成する。インピーダンス変換回路  $X_{tu}$  の具体的な構成例としては、スイッチにより複数のコンデンサ又は複数のインダクタの接続を切り替える例、コンデンサ又はインダクタを可変素子から構成する例などが挙げられる。インピーダンス変換回路  $X_{tu}$  のリアクタンス値は、制御回路  $S_{tu}$  によって変更可能に構成される。

[0049] 本実施の形態による制御回路  $S_{tu}$  は、第 1 の実施の形態で説明したワイヤレス送電装置  $U_t$  の回路特性値として、インピーダンス変換回路  $X_{tu}$  のリアクタンス値を使用する。つまり、図 4 のステップ  $S_1$  では、インピーダンス変換回路  $X_{tu}$  のリアクタンス値を制御することにより、送電コイルから発生する磁束量を一定に制御する。また、図 4 のステップ  $S_2$  では、送電コイルから発生する磁束量を一定に制御した状態におけるインピーダンス変換回路  $X_{tu}$  のリアクタンス値を取得する。そして図 4 のステップ  $S_3$  では、取得したリアクタンス値から離間距離  $Z$  を算出する。送電コイルのインダクタンス値の変化は、送電コイルから発生する磁束量を一定に制御するために必要となるインピーダンス変換回路  $X_{tu}$  のリアクタンス値にも反映されるので、制御回路  $S_{tu}$  は、取得したリアクタンス値から離間距離  $Z$  を算出することができる。

[0050] 図 4 のステップ  $S_4$  以降の処理は基本的には第 1 の実施の形態で説明したものと同様であるが、ステップ  $S_6$  における送電回路  $C_t$  の動作制御として、インピーダンス変換回路  $X_{tu}$  のリアクタンス値制御を実行することとしてもよい。なお、このリアクタンス値制御は、電源回路  $PC$  の動作制御、電力変換回路  $PS$  の動作制御とともに行うこととしてもよいし、単独で行うこととしてもよい。

[0051] 以上説明したように、本実施の形態によるワイヤレス電力伝送システム  $S$  によれば、送電コイルから発生する磁束量を一定に制御した状態におけるインピーダンス変換回路  $X_{tu}$  のリアクタンス値から、離間距離  $Z$  を算出することが可能になる。したがって、本実施の形態によっても、車高センサなどの特別なセンサを使用することなく、離間距離  $Z$  を高精度に算出することが

可能になる。

[0052] 図6は、本発明の第3の実施の形態によるワイヤレス送電装置U tの構成を示す図である。本実施の形態によるワイヤレス送電装置U tは、送電コイルのインダクタンス値が可変である点で、第1の実施の形態によるワイヤレス送電装置U tと相違する。以下、第1の実施の形態と同一の構成には同一の符号を付し、第1の実施の形態との相違点を中心に説明する。

[0053] 本実施の形態による送電コイルユニットL t uに含まれる送電コイルは可変インダクタンスのコイルであり、制御回路S t uによってインダクタンス値を変更可能に構成される。

[0054] 本実施の形態による制御回路S t uは、第1の実施の形態で説明したワイヤレス送電装置U tの回路特性値として、送電コイルのインダクタンス値を使用する。つまり、図4のステップS 1では、送電コイルのインダクタンス値を制御することにより、送電コイルから発生する磁束量を一定に制御する。また、図4のステップS 2では、送電コイルから発生する磁束量を一定に制御した状態における送電コイルのインダクタンス値を取得する。そして図4のステップS 3では、取得したインダクタンス値から離間距離Zを算出する。図4のステップS 4以降の処理は、第1の実施の形態で説明したものと同様である。

[0055] 図4のステップS 4以降の処理は基本的には第1の実施の形態で説明したものと同様であるが、ステップS 6における送電回路C tの動作制御として、送電コイルユニットL t uに含まれる送電コイルのインダクタンス値制御を実行することとしてもよい。なお、このインダクタンス値制御は、電源回路P Cの動作制御、電力変換回路P Sの動作制御とともに行うこととしてもよいし、単独で行うこととしてもよい。

[0056] 以上説明したように、本実施の形態によるワイヤレス電力伝送システムSによれば、送電コイルから発生する磁束量を一定に制御した状態における送電コイルのインダクタンス値から、離間距離Zを算出することが可能になる。したがって、本実施の形態によっても、車高センサなどの特別なセンサを

使用することなく、離間距離 $Z$ を高精度に算出することが可能になる。

[0057] 図7は、本発明の第4の実施の形態によるワイヤレス電力伝送システムSの構成を示す図である。本実施の形態によるワイヤレス電力伝送システムSの構成は、第1の実施の形態によるワイヤレス電力伝送システムSのものと同一である。本実施の形態では、第1の実施の形態では図示及び説明を省略していたいくつかの構成（特に結合係数 $k$ の算出に関わる構成）についての説明を行う。

[0058] 図7に示すように、ワイヤレス送電装置 $U_t$ は、第1の実施の形態で説明した構成に加え、無線通信モジュール $W_{tu}$ を有して構成される。また、ワイヤレス受電装置 $U_r$ は、受電コイルユニット $L_{ru}$ の他に、整流回路 $DB$ と、電圧検出回路 $D_{ru}$ と、無線通信モジュール $W_{ru}$ とを有して構成される。

[0059] まずワイヤレス受電装置 $U_r$ に着目すると、受電コイルユニット $L_{ru}$ は、ワイヤレス送電装置 $U_t$ の送電コイルが発生する交流磁界を介して電力を受電する受電コイルを含んで構成される。なお、受電コイルユニット $L_{ru}$ は、受電コイルに接続され、受電コイルとともに共振回路を構成するキャパシタを含んでいても構わない。整流回路 $DB$ は、受電コイルが受電した電力を整流することにより、直流電力を生成する回路である。整流回路 $DB$ が生成した直流電力は、負荷 $L$ に供給される。負荷 $L$ は例えば、ワイヤレス受電装置 $U_r$ が設置される車両に設けられる二次電池である。

[0060] 電圧検出回路 $D_{ru}$ は、整流回路 $DB$ の出力電圧を検出する回路である。無線通信モジュール $W_{ru}$ は無線通信機能を有するモジュールであり、電圧検出回路 $D_{ru}$ が検出した出力電圧をワイヤレス送電装置 $U_t$ に向けて無線送信する役割を果たす。

[0061] 次にワイヤレス送電装置 $U_t$ に着目すると、無線通信モジュール $W_{tu}$ は無線通信機能を有するモジュールであり、無線通信モジュール $W_{ru}$ が送信した出力電圧を受信可能に構成される。受信した出力電圧は、制御回路 $S_{tu}$ に供給される。

[0062] 制御回路  $S_t u$  は、送電コイルから発生する磁束量を一定に制御した状態で電圧検出回路  $D_r u$  が検出した出力電圧を無線通信モジュール  $W_t u$  から受け取り、その出力電圧に基づいて、上述したように送電コイルと受電コイルの間の結合係数  $k$  を取得する（図4のステップ  $S_4$  参照）。送電コイルから発生する磁束量が一定であり、かつ、送電コイルと受電コイルの相対位置関係が動いていなければ、結合係数  $k$  と整流回路  $D_B$  の出力電圧の関係が単調となるので、制御回路  $S_t u$  は、上記処理によって結合係数  $k$  を算出することができる。具体的には、結合係数  $k$  と整流回路  $D_B$  の出力電圧のルックアップテーブルを予め用意しておき、受信した出力電圧に対応する結合係数  $k$  をこのルックアップテーブルから読み出すことにより、結合係数  $k$  の算出を行えばよい。こうして取得した結合係数  $k$  を用いて制御回路  $S_t u$  が行う処理は、第1の実施の形態で説明した通りである。

[0063] 以上説明したように、本実施の形態によるワイヤレス電力伝送システム  $S$  によれば、ワイヤレス送電装置  $U_t$  において、送受電コイル間の結合係数  $k$  を取得することが可能になる。

[0064] 図8は、本発明の第5の実施の形態によるワイヤレス電力伝送システム  $S$  の構成を示す図である。本実施の形態によるワイヤレス電力伝送システム  $S$  は、ワイヤレス送電装置  $U_t$  が報知器  $A_u$  を有する点で、第4の実施の形態によるワイヤレス電力伝送システム  $S$  と相違する。以下、第4の実施の形態と同一の構成には同一の符号を付し、第5の実施の形態との相違点を中心に説明する。

[0065] 報知器  $A_u$  は、ユーザに対して情報を報知する機器であり、本実施の形態ではワイヤレス送電装置  $U_t$  の一部として設置される。報知器  $A_u$  が報知する情報は、具体的には制御回路  $S_t u$  が算出した離間距離  $D$  である。報知の具体的な方法は、所定のディスプレイ上に離間距離  $D$  を示す数値を表示するという方法であってもよいし、離間距離  $D$  が所定範囲内にある場合に所定音を発報するという方法であってもよいし、離間距離  $D$  が所定範囲内にある場合に所定のランプを点灯させるという方法であってもよい。これによれば、

離間距離 $D$ をユーザに通知することができるので、ユーザは、離間距離 $D$ を確認しながら送受電コイルの位置合わせを行うことが可能になる。つまり、送受電コイルの位置合わせを行う際のユーザの利便性が向上する。

[0066] 図9は、本発明の第6の実施の形態によるワイヤレス電力伝送システム $S$ の構成を示す図である。本実施の形態によるワイヤレス電力伝送システム $S$ は、報知器 $A_u$ がワイヤレス受電装置 $U_r$ 内に設けられる点で、第5の実施の形態によるワイヤレス電力伝送システム $S$ と相違する。以下、第5の実施の形態と同一の構成には同一の符号を付し、第7の実施の形態との相違点を中心に説明する。

[0067] 報知器 $A_u$ は、ワイヤレス受電装置 $U_r$ の一部として設置される他は、第5の実施の形態による報知器 $A_u$ と同じものである。ただし、制御回路 $S_{tu}$ が算出した離間距離 $D$ は、無線通信モジュール $W_{tu}$ と無線通信モジュール $W_{ru}$ の間で実行される無線通信を通じて、ワイヤレス受電装置 $U_r$ 内の報知器 $A_u$ に供給される。したがって、本実施の形態による報知器 $A_u$ も、第7の実施の形態による報知器 $A_u$ と同様に離間距離 $D$ をユーザに通知することができるので、ユーザは、離間距離 $D$ を確認しながら送受電コイルの位置合わせを行うことが可能になる。つまり、送受電コイルの位置合わせを行う際のユーザの利便性が向上する。

[0068] 図10は、本発明の第7の実施の形態によるワイヤレス電力伝送システム $S$ の構成を示す図である。本実施の形態によるワイヤレス電力伝送システム $S$ は、ワイヤレス受電装置 $U_r$ が切替回路 $SW1$ を有する点で、第4の実施の形態によるワイヤレス電力伝送システム $S$ と相違する。以下、第4の実施の形態と同一の構成には同一の符号を付し、第5の実施の形態との相違点を中心に説明する。

[0069] 切替回路 $SW1$ は、整流回路 $DB$ の出力端と負荷 $L$ との接続状態を切り替える回路である。具体的には、整流回路 $DB$ の出力端が負荷 $L$ に接続された状態と、整流回路 $DB$ の出力端が開放されている状態とを切り替えるように構成される。

[0070] 本実施の形態による制御回路  $S_{tu}$  は、電圧検出回路  $D_{ru}$  の検出結果に基づいて送電コイルと前記受電コイルとの間の結合係数  $k$  を算出しようとする場合に、無線通信モジュール  $W_{tu}$  と無線通信モジュール  $W_{ru}$  の間で実行される無線通信を介して切替回路  $SW1$  を制御することにより、整流回路  $DB$  の出力端を開放状態とする。その他の場合には、整流回路  $DB$  の出力端が負荷  $L$  に接続された状態とする。これにより、制御回路  $S_{tu}$  は、整流回路  $DB$  が負荷  $L$  に接続されていない状態で、結合係数  $k$  を算出することが可能になる。つまり、送受電コイル間の結合係数  $k$  と整流回路  $DB$  の出力電圧との間の関係を負荷  $L$  に非依存にした状態で結合係数  $k$  を算出することができるので、より高精度に結合係数  $k$  を算出することが可能になる。

[0071] 図 11 は、本発明の第 8 の実施の形態によるワイヤレス電力伝送システム  $S$  の構成を示す図である。本実施の形態によるワイヤレス電力伝送システム  $S$  は、ワイヤレス受電装置  $U_r$  が切替回路  $SW1$  に代えて切替回路  $SW2$  を有する点で、第 7 の実施の形態によるワイヤレス電力伝送システム  $S$  と相違する。以下、第 7 の実施の形態と同一の構成には同一の符号を付し、第 7 の実施の形態との相違点を中心に説明する。

[0072] 切替回路  $SW2$  は、整流回路  $DB$  の出力端と負荷  $L$  との接続状態を切り替える回路である点では切替回路  $SW1$  と同じであるが、負荷  $L$  と接続されていない場合の整流回路  $DB$  の出力端を固定抵抗値  $R$  を有する負荷抵抗に接続する点で、切替回路  $SW1$  と異なる。

[0073] 本実施の形態による制御回路  $S_{tu}$  は、電圧検出回路  $D_{ru}$  の検出結果に基づいて送電コイルと前記受電コイルとの間の結合係数  $k$  を算出しようとする場合に、無線通信モジュール  $W_{tu}$  と無線通信モジュール  $W_{ru}$  の間で実行される無線通信を介して切替回路  $SW2$  を制御することにより、整流回路  $DB$  の出力端を負荷抵抗に接続させる。その他の場合には、整流回路  $DB$  の出力端が負荷  $L$  に接続された状態とする。これにより、制御回路  $S_{tu}$  は、第 9 の実施の形態と同様に、整流回路  $DB$  が負荷  $L$  に接続されていない状態で、結合係数  $k$  を算出することが可能になる。つまり、送受電コイル間の結

合係数  $k$  と整流回路  $D B$  の出力電圧との間の関係を負荷  $L$  に非依存にした状態で結合係数  $k$  を算出することができるので、より高精度に結合係数  $k$  を算出することが可能になる。

[0074] 次に、本発明の第 9 の実施の形態によるワイヤレス電力伝送システム  $S$  について説明する。本実施の形態によるワイヤレス電力伝送システム  $S$  の構成は、図面に現れる部分では図 9 に示した第 6 の実施の形態によるものと同一である一方、制御回路  $S t u$  が行う処理の内容の点で、第 6 の実施の形態と相違する。すなわち、第 1 ～第 8 の実施の形態では、送電コイルのインダクタンス値が水平方向の離間距離  $D$  の変化に対してほとんど変化しないことを前提として説明したが、後ほど図 13 を参照しながら説明するように、このようにインダクタンス値が変化しないのは、主として、進行方向の離間距離が一定の範囲内にあって、かつ、車幅方向の離間距離がある程度の大きさである場合である。そこで本実施の形態では、送電コイルのインダクタンス値が水平方向の離間距離  $D$  の変化に対しても変化するとした場合における制御回路  $S t u$  の処理について、第 6 の実施の形態との相違点を中心に説明する。

[0075] 図 12 は、送電コイルユニット  $L t u$  及び受電コイルユニット  $L r u$  を上から見た図である。同図には、送電コイルユニット  $L t u$  の中心と受電コイルユニット  $L r u$  の中心とが一致している場合を示しており、以下では、この場合におけるそれぞれの中心の位置を原点とし、電気自動車の進行方向を  $X$  軸、車幅方向を  $Y$  軸とする。また、送電コイルと受電コイルの離間距離  $D$  を、原点からの進行方向の位置ずれ  $\Delta X$  と、車幅方向の位置ずれ  $\Delta Y$  とにより表す。これによれば、 $D^2 = (\Delta X)^2 + (\Delta Y)^2$  の関係が成り立つ。

[0076] 図 13 は、進行方向の位置ずれ  $\Delta X$  の大きさと、送電コイルのインダクタンス値との関係を示す図である。同図の横軸には進行方向位置ずれ  $\Delta X$  をミリメートル単位で示し、縦軸には送電コイルのインダクタンス値をマイクロヘンリー単位で示している。

[0077] 図 13 に示す曲線  $A 1$ 、 $B 1$ 、 $C 1$  は、車幅方向の位置ずれ  $\Delta Y$  が  $0 \text{ mm}$

であり、送電コイルユニット  $L_{tu}$  と受電コイルユニット  $L_{ru}$  の対向方向の離間距離  $Z$  がそれぞれ  $100\text{ mm}$ ,  $125\text{ mm}$ ,  $150\text{ mm}$  である場合を示している。また、図 13 に示す曲線  $A2$ ,  $B2$ ,  $C2$  は、車幅方向の位置ずれ  $\Delta Y$  が  $100\text{ mm}$  であり、離間距離  $Z$  がそれぞれ  $100\text{ mm}$ ,  $125\text{ mm}$ ,  $150\text{ mm}$  である場合を示している。

[0078] 図 2 (a) に示した例（送電コイルのインダクタンス値が水平方向の離間距離  $D$  の変化に対してほとんど変化しない例）は、進行方向の位置ずれ  $\Delta X$  が概ね  $100\text{ mm} \sim 250\text{ mm}$  であり、かつ、車幅方向の位置ずれ  $\Delta Y$  が  $100\text{ mm}$  である場合に対応している。図 13 の曲線  $A2$ ,  $B2$ ,  $C2$  から、この場合においては、送電コイルのインダクタンス値が離間距離  $D$  に対してほとんど変化しないことが理解される。第 1 ～ 第 8 の実施の形態はこのような場合に特に着目したものであったが、本実施の形態では、図 13 に示した曲線  $A1$ ,  $B1$ ,  $C1$ ,  $A2$ ,  $B2$ ,  $C2$  の全体をカバーする処理を説明する。

[0079] 図 14 は、本実施の形態による送電コイルと受電コイルの相対位置関係の算出の原理を示す図である。上述した原点を中心とする 3 次元球面座標  $P(r, \theta, \phi)$  を用いて送電コイルと受電コイルの相対位置関係を表すと、ワイヤレス送電装置  $U_t$  の回路特性値（例えば、電源回路  $PC$  の出力直流電流、電源回路  $PC$  の出力直流電圧、電源回路  $PC$  から電力変換回路  $PS$  に供給される直流電力、電力変換回路  $PS$  が生成する交流電力の周波数、及び、電力変換回路  $PS$  を構成する複数のスイッチング素子の時比率の少なくともいずれか 1 つ。これらから求められる送電コイルのインダクタンス値を含む）から  $r$ ,  $\theta$ ,  $\phi$  を求めることができ、送電コイルと受電コイルの間の結合係数  $k$  から  $r$  を求めることができる。そこで本実施の形態による制御回路  $S_{tu}$  は、ワイヤレス送電装置  $U_t$  の回路特性値と結合係数  $k$  との組み合わせごとに、送電コイルと受電コイルの相対位置関係に対応付けてなるルックアップテーブルを予め用意しておき、実際に取得されたこれらの組み合わせに対応する相対位置関係をこのルックアップテーブルから読み出すことにより、

送電コイルと受電コイルの相対位置関係を算出する。

[0080] 表 1 は、ルックアップテーブルの一例を示す図である。同表の各欄に示した「 $0.6 \text{ kW} / (\Delta r_a, \Delta \theta_a, \Delta \phi_a)$ 」などの文字列のうちスラッシュより前の部分は伝送可能電力を示し、スラッシュより後ろの部分は送電コイルと受電コイルの相対位置関係を示している。 $\Delta$ は、それぞれの値が範囲を持った値として算出されることを示す。図 14 には、 $\Delta \theta_a$  及び  $\Delta \phi_a$  についての範囲の一例を図示している。同図から理解されるように、本実施の形態による算出方法によれば、 $r, \theta, \phi$  は、ある程度の誤差を持った範囲の値として算出される。

[0081] [表1]

|        |      | ワイヤレス送電装置 U t の回路特性値 |                                                                 |     |                                                                 |
|--------|------|----------------------|-----------------------------------------------------------------|-----|-----------------------------------------------------------------|
|        |      | ...                  | 220 $\mu$ H                                                     | ... | 250 $\mu$ H                                                     |
| 結合係数 k | ...  | ...                  | ...                                                             | ... | ...                                                             |
|        | 0.04 | ...                  | $0.6 \text{ kW} / (\Delta r_a, \Delta \theta_a, \Delta \phi_a)$ | ... | $0.7 \text{ kW} / (\Delta r_b, \Delta \theta_b, \Delta \phi_b)$ |
|        | 0.06 | ...                  | $1.2 \text{ kW} / (\Delta r_c, \Delta \theta_c, \Delta \phi_c)$ | ... | $1.4 \text{ kW} / (\Delta r_d, \Delta \theta_d, \Delta \phi_d)$ |
|        | ...  | ...                  | ...                                                             | ... | ...                                                             |
|        | 0.24 | ...                  | $3.3 \text{ kW} / (\Delta r_e, \Delta \theta_e, \Delta \phi_e)$ | ... | $3.3 \text{ kW} / (\Delta r_f, \Delta \theta_f, \Delta \phi_f)$ |

[0082] 図 15 は、本実施の形態による制御回路 S t u の処理フローを示すフロー図である。同図と図 4 を比較すると理解されるように、同図の処理フローは、図 4 のステップ S 3 ～ S 5 をステップ S 10 で置き換え、ステップ S 6 の後段にステップ S 11, S 12 を追加したものとなっている。

[0083] 本実施の形態による制御回路 S t u は、ステップ S 2 の処理の後、ステップ S 2 で取得したワイヤレス送電装置 U t の回路特性値と、第 4 の実施の形態で説明したようにして取得した結合係数 k とに基づいて表 1 に示したルックアップテーブルを参照することにより、送電コイルと受電コイルの相対位

置関係、及び、伝送可能電力を算出する（ステップS10）。

[0084] 続いて制御回路S<sub>tu</sub>は、第1の実施の形態でも説明したように、算出した伝送可能電力に基づいて送電回路C<sub>t</sub>の動作を制御する（ステップS6）。これにより、送電コイルと受電コイルの相対位置関係に適した電力で、ワイヤレス受電装置U<sub>r</sub>への電力伝送を実行することが実現される。

[0085] また、制御回路S<sub>tu</sub>は、算出した相対位置関係に基づき、進行方向及び車幅方向のそれぞれについて、位置ずれの大きさを算出する（ステップS11）。この処理は、具体的には、3次元球面座標P（ $r$ ,  $\theta$ ,  $\phi$ ）をXYZ座標に変換することにより、上述した原点からの進行方向の位置ずれ $\Delta X$ 及び車幅方向の位置ずれ $\Delta Y$ を算出する処理である。その後、制御回路S<sub>tu</sub>は、図9に示した報知器A<sub>u</sub>により、算出した進行方向及び車幅方向それぞれの位置ずれの大きさをユーザに対して通知する（ステップS12）。これにより、ユーザは、進行方向及び車幅方向それぞれの位置ずれの大きさを確認しながら、送受電コイルの位置合わせを行うことが可能になる。

[0086] 以上説明したように、本実施の形態によるワイヤレス電力伝送システムSによれば、送電コイルのインダクタンス値が水平方向の離間距離Dの変化に対して変化する場合であっても、送電コイルから発生する磁束量を一定に制御した状態におけるワイヤレス送電装置U<sub>t</sub>の回路特性値、及び、送電コイルと受電コイルの結合係数 $k$ から、送電コイルと受電コイルの相対位置関係を算出することが可能になる。したがって、特別なセンサを使用することなく、送電コイルと受電コイルの相対位置関係に適した電力で、ワイヤレス受電装置U<sub>r</sub>への電力伝送を実行することが可能になる。

[0087] また、本実施の形態によるワイヤレス電力伝送システムSによれば、進行方向及び車幅方向それぞれの位置ずれの大きさをユーザに対して通知することができるので、ユーザは、進行方向及び車幅方向それぞれの位置ずれの大きさを確認しながら送受電コイルの位置合わせを行うことが可能になる。したがって、送受電コイルの位置合わせを行う際のユーザの利便性が向上する。

[0088] なお、本実施の形態では、位置ずれの方向及び大きさをワイヤレス受電装置  $U_r$  内の報知器  $A_u$  からユーザに通知するとしたが、図8に示したようにワイヤレス送電装置  $U_t$  内に報知器  $A_u$  を設け、この報知器  $A_u$  からユーザに対して位置ずれの方向及び大きさを通知することとしてもよいのは勿論である。

[0089] また、実際の送電コイル及び受電コイルは左右対称ではなく、その結果として、受電コイルが送電コイルに対して車幅方向に一定距離ずれた場合に、そのずれが右向きであった場合と左向きであった場合とで、得られるワイヤレス送電装置  $U_t$  の回路特性値及び結合係数  $k$  が異なる場合がある。これを利用してステップ  $S_{11}$  において車幅方向の位置ずれの方向をも取得し、進行方向及び車幅方向それぞれの位置ずれの大きさとともにユーザに通知することとしてもよい。これによれば、ユーザの利便性がさらに向上する。

[0090] 以上、本発明の好ましい実施の形態について説明したが、本発明はこうした実施の形態に何等限定されるものではなく、本発明が、その要旨を逸脱しない範囲において、種々なる態様で実施され得ることは勿論である。

[0091] 例えば、送電コイルユニット  $L_{tu}$  内の送電コイルが生成している磁束量を測定するための検知コイルを追加し、電流検出回路  $D_{tu}$  が検出する送電コイル電流値の代わりに、この検知コイルで検知されている磁束量を用いることとしてもよい。つまり、送電コイルユニット  $L_{tu}$  内の送電コイルから発生する磁束量が一定かどうかを把握するための監視値として、検知コイルで検知されている磁束量を使用してもよい。このようにしても、送電コイルユニット  $L_{tu}$  内の送電コイルから発生する磁束量を一定に制御することが可能になる。

[0092] また、第2の実施の形態において、送電コイルユニット  $L_{tu}$  に含まれる送電コイルのインダクタンス値を変更可能に構成した場合、ステップ  $S_6$  における送電回路  $C_t$  の動作制御として、電源回路  $PC$  の動作制御、電力変換回路  $PS$  の動作制御、インピーダンス変換回路  $X_{tu}$  のリアクタンス値制御、送電コイルユニット  $L_{tu}$  に含まれる送電コイルのインダクタンス値制御

のうちのいずれか1つ以上を実行することとしてもよい。

### 符号の説明

|        |              |               |
|--------|--------------|---------------|
| [0093] | A u          | 報知器           |
|        | C t          | 送電回路          |
|        | D B          | 整流回路          |
|        | D r u        | 電圧検出回路        |
|        | D t u        | 電流検出回路        |
|        | L r u        | 受電コイルユニット     |
|        | L t u        | 送電コイルユニット     |
|        | P S          | 電力変換回路        |
|        | P W          | 外部電源          |
|        | L            | 負荷            |
|        | S            | ワイヤレス電力伝送システム |
|        | SW 1, SW 2   | 切替回路          |
|        | S t u        | 制御回路          |
|        | U r          | ワイヤレス受電装置     |
|        | U t          | ワイヤレス送電装置     |
|        | V e a, V e b | 電気自動車         |
|        | W r u, W t u | 無線通信モジュール     |
|        | X t u        | インピーダンス変換回路   |

## 請求の範囲

- [請求項1] 送電コイルと受電コイルとの磁気結合により、ワイヤレス受電装置にワイヤレスで電力伝送するワイヤレス送電装置であって、
- 直流電力を駆動周波数の交流電力に変換する電力変換回路、及び、前記電力変換回路から供給される前記交流電力を受けて交流磁界を発生する前記送電コイルを含む送電回路と、
- 前記送電コイルから発生する磁束量を制御する制御回路と、を備え、
- 前記制御回路は、前記送電コイルから発生する磁束量を一定に制御した状態における前記ワイヤレス送電装置の回路特性値から前記送電コイルと前記受電コイルの対向方向の離間距離を算出するワイヤレス送電装置。
- [請求項2] 前記送電回路は、外部電源から供給される電力を変換して前記電力変換回路に前記直流電力を出力する電源回路をさらに含み、
- 前記制御回路は、前記電源回路の出力直流電流、前記電源回路の出力直流電圧、又は、前記直流電力の少なくとも1つを変化させることにより前記送電コイルから発生する磁束量を制御する請求項1に記載のワイヤレス送電装置。
- [請求項3] 前記電力変換回路は、複数のスイッチング素子を有し、
- 前記制御回路は、前記駆動周波数又は前記複数のスイッチング素子の時比率を変化させることにより前記送電コイルから発生する磁束量を制御する請求項1に記載のワイヤレス送電装置。
- [請求項4] 前記送電回路は、前記電力変換回路と前記送電コイルの間にコンデンサ又はインダクタの少なくとも一方を有するインピーダンス変換回路をさらに含み、
- 前記制御回路は、前記インピーダンス変換回路のリアクタンス値を変化させることにより前記送電コイルから発生する磁束量を制御する請求項1に記載のワイヤレス送電装置。

- [請求項5] 前記送電コイルはインダクタンス値を変更可能に構成されており、  
前記制御回路は、前記送電コイルのインダクタンス値を変更することにより前記送電コイルから発生する磁束量を制御する請求項1に記載のワイヤレス送電装置。
- [請求項6] 前記制御回路は、前記ワイヤレス送電装置の回路特性値と同じ種類の回路特性値を制御することにより、前記送電コイルから発生する磁束量を一定に制御する請求項1乃至5のいずれか一項に記載のワイヤレス送電装置。
- [請求項7] 送電コイルと受電コイルとの磁気結合により、ワイヤレス送電装置からワイヤレス受電装置にワイヤレスで電力伝送するワイヤレス電力伝送システムであって、  
前記ワイヤレス送電装置は、請求項1乃至6のいずれか一項に記載のワイヤレス送電装置であり、  
前記ワイヤレス受電装置は、  
前記送電コイルが発生する前記交流磁界を介して電力を受電する前記受電コイルと、  
前記受電コイルが受電した電力を整流する整流回路と、  
前記整流回路の出力電圧を検出する電圧検出回路と、有し、  
前記制御回路は、前記電圧検出回路の検出結果に基づいて前記送電コイルと前記受電コイルとの間の結合係数を算出し、前記結合係数と前記ワイヤレス送電装置の回路特性値とに基づいて前記送電コイルと前記受電コイルの相対位置関係を算出するワイヤレス電力伝送システム。
- [請求項8] 前記制御回路は、前記送電コイルと前記受電コイルの相対位置関係から伝送可能電力を算出し、算出した前記伝送可能電力に基づいて前記送電回路の動作を制御する請求項7に記載のワイヤレス電力伝送システム。
- [請求項9] 前記整流回路の出力端と負荷との接続状態を切り替える切替回路を

さらに備え、

前記切替回路は、前記制御回路が前記電圧検出回路の検出結果に基づいて前記送電コイルと前記受電コイルとの間の結合係数を算出する場合に、前記整流回路の出力端を開放状態とする請求項 7 又は 8 に記載のワイヤレス電力伝送システム。

[請求項10]

固定抵抗値を有する負荷抵抗と、

前記整流回路の出力端と負荷又は前記負荷抵抗との接続状態を切り替える切替回路と、をさらに備え、

前記切替回路は、前記制御回路が前記電圧検出回路の検出結果に基づいて前記送電コイルと前記受電コイルとの間の結合係数を算出する場合に、前記整流回路の出力端を前記負荷抵抗に接続させる請求項 7 又は 8 に記載のワイヤレス電力伝送システム。

[請求項11]

ユーザに対して情報を報知する報知器をさらに備え、

前記制御回路は、前記送電コイルと前記受電コイルの対向方向の離間距離と前記電圧検出回路の検出結果に基づいて前記送電コイルと前記受電コイルの前記対向方向と直交する方向の離間距離を算出し、

前記報知器は、前記ユーザに前記送電コイルと前記受電コイルの前記対向方向と直交する方向の離間距離を報知する請求項 7 乃至 10 のいずれか一項に記載のワイヤレス電力伝送システム。

[請求項12]

送電コイルと受電コイルとの磁気結合により、ワイヤレス受電装置にワイヤレスで電力伝送するワイヤレス送電装置であって、

直流電力を駆動周波数の交流電力に変換する電力変換回路、及び、前記電力変換回路から供給される前記交流電力を受けて交流磁界を発生する前記送電コイルを含む送電回路と、

前記送電コイルに流れる電流を制御する制御回路と、を備え、

前記制御回路は、前記送電コイルに流れる電流を一定に制御した状態における前記ワイヤレス送電装置の回路特性値から前記送電コイルと前記受電コイルの対向方向の離間距離を算出するワイヤレス送電装

置。

[請求項13]

送電コイルと受電コイルとの磁気結合により、ワイヤレス送電装置からワイヤレス受電装置にワイヤレスで電力伝送するワイヤレス電力伝送システムであって、

前記ワイヤレス送電装置は、

直流電力を駆動周波数の交流電力に変換する電力変換回路、及び、前記電力変換回路から供給される前記交流電力を受けて交流磁界を発生する前記送電コイルを含む送電回路と、

前記送電コイルから発生する磁束量を制御する制御回路と、を備え、

前記ワイヤレス受電装置は、

前記送電コイルが発生する前記交流磁界を介して電力を受電する前記受電コイルと、

前記受電コイルが受電した電力を整流する整流回路と、

前記整流回路の出力電圧を検出する電圧検出回路と、有し、

前記制御回路は、前記送電コイルから発生する磁束量を一定に制御した状態における前記ワイヤレス送電装置の回路特性値を取得するとともに、前記電圧検出回路の検出結果に基づいて前記送電コイルと前記受電コイルとの間の結合係数を算出し、前記回路特性値及び前記結合係数に基づいて前記送電コイルと前記受電コイルの相対位置関係を算出する、

ワイヤレス電力伝送システム。

[請求項14]

送電コイルと受電コイルとの磁気結合により、ワイヤレス送電装置からワイヤレス受電装置にワイヤレスで電力伝送するワイヤレス電力伝送システムであって、

前記ワイヤレス送電装置は、

直流電力を駆動周波数の交流電力に変換する電力変換回路、及び、前記電力変換回路から供給される前記交流電力を受けて交流磁界を発

生する前記送電コイルを含む送電回路と、

前記送電コイルに流れる電流を制御する制御回路と、を備え、

前記ワイレス受電装置は、

前記送電コイルが発生する前記交流磁界を介して電力を受電する前記受電コイルと、

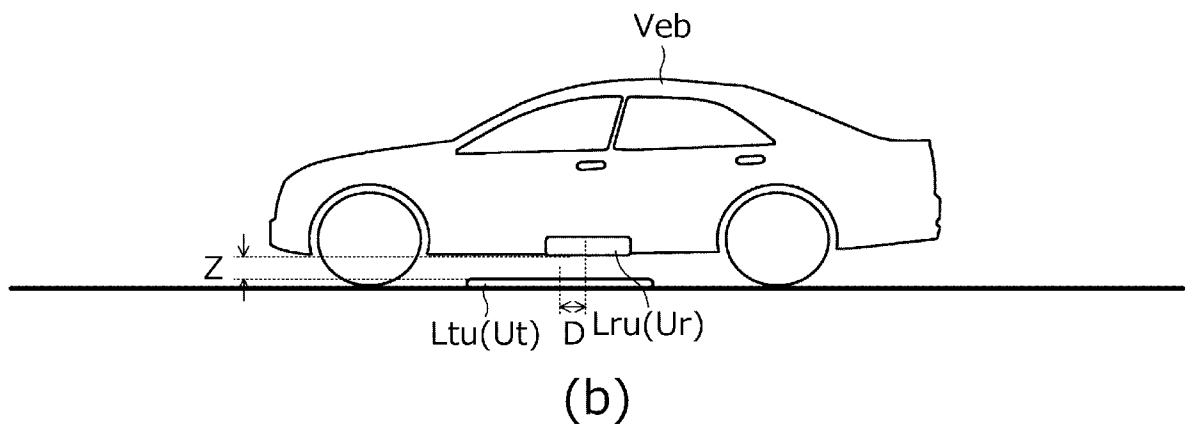
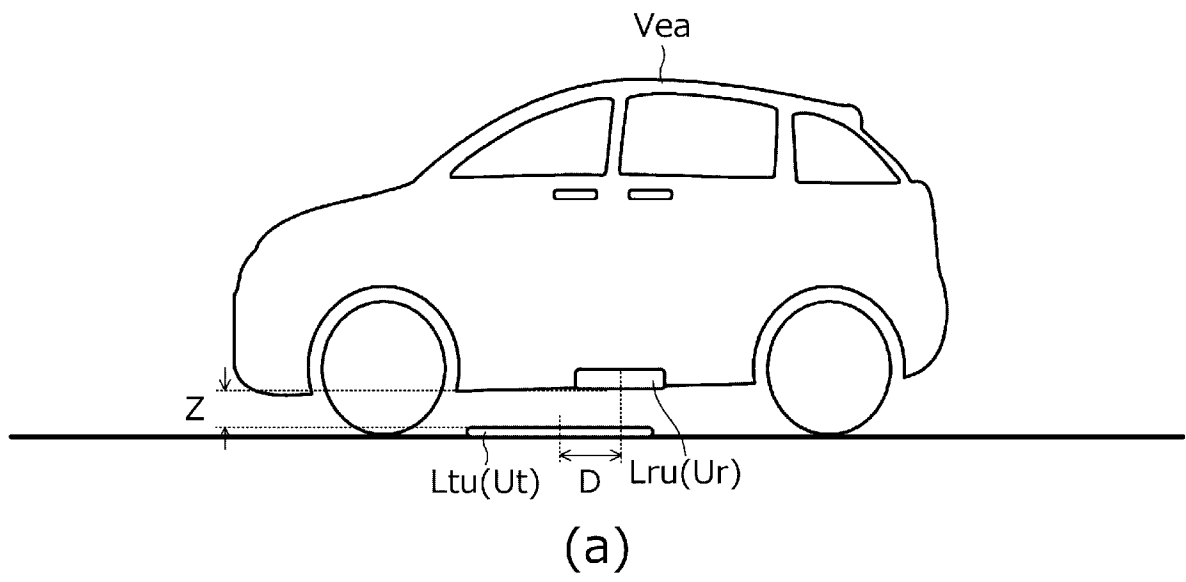
前記受電コイルが受電した電力を整流する整流回路と、

前記整流回路の出力電圧を検出する電圧検出回路と、有し、

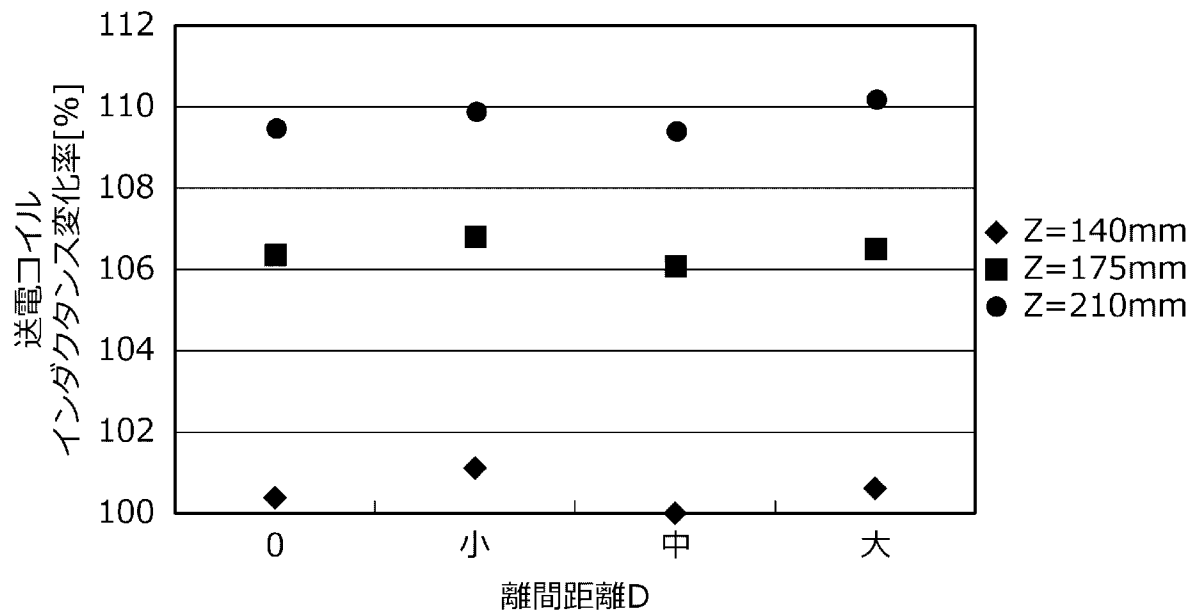
前記制御回路は、前記送電コイルに流れる電流を一定に制御した状態における前記ワイレス送電装置の回路特性値を取得するとともに、前記電圧検出回路の検出結果に基づいて前記送電コイルと前記受電コイルとの間の結合係数を算出し、前記回路特性値及び前記結合係数に基づいて前記送電コイルと前記受電コイルの相対位置関係を算出する、

ワイレス電力伝送システム。

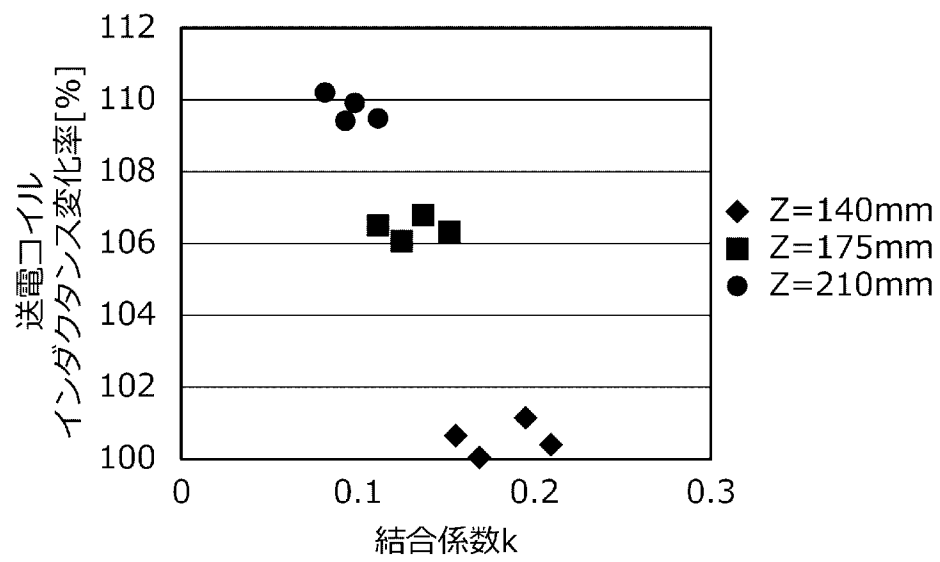
[図1]



[図2]

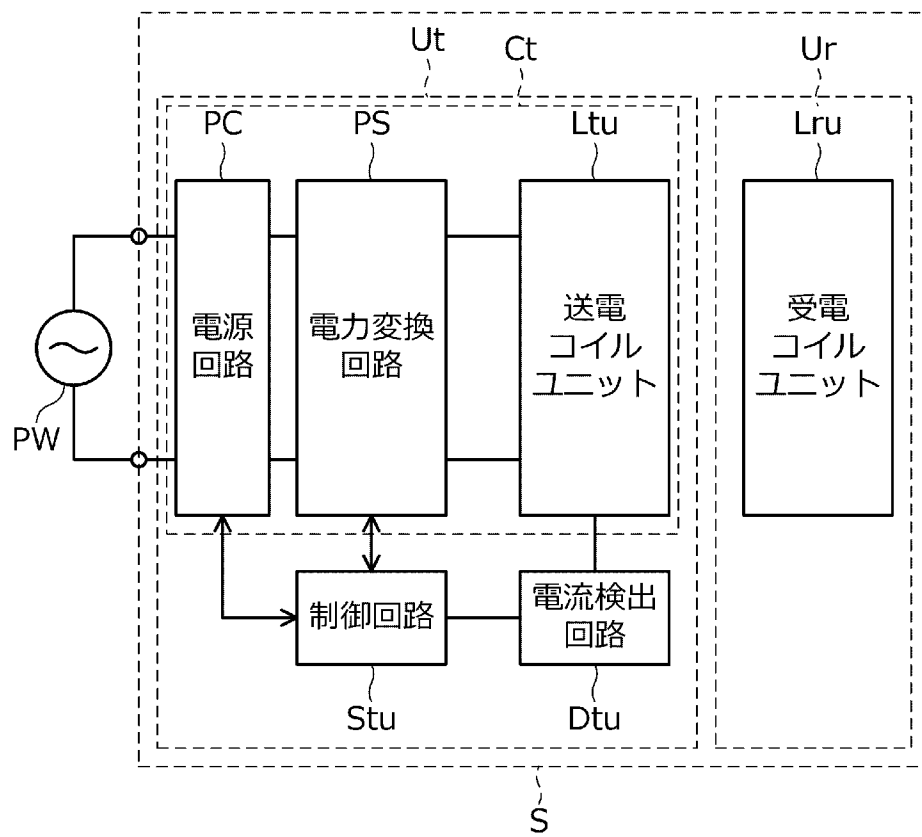


(a)

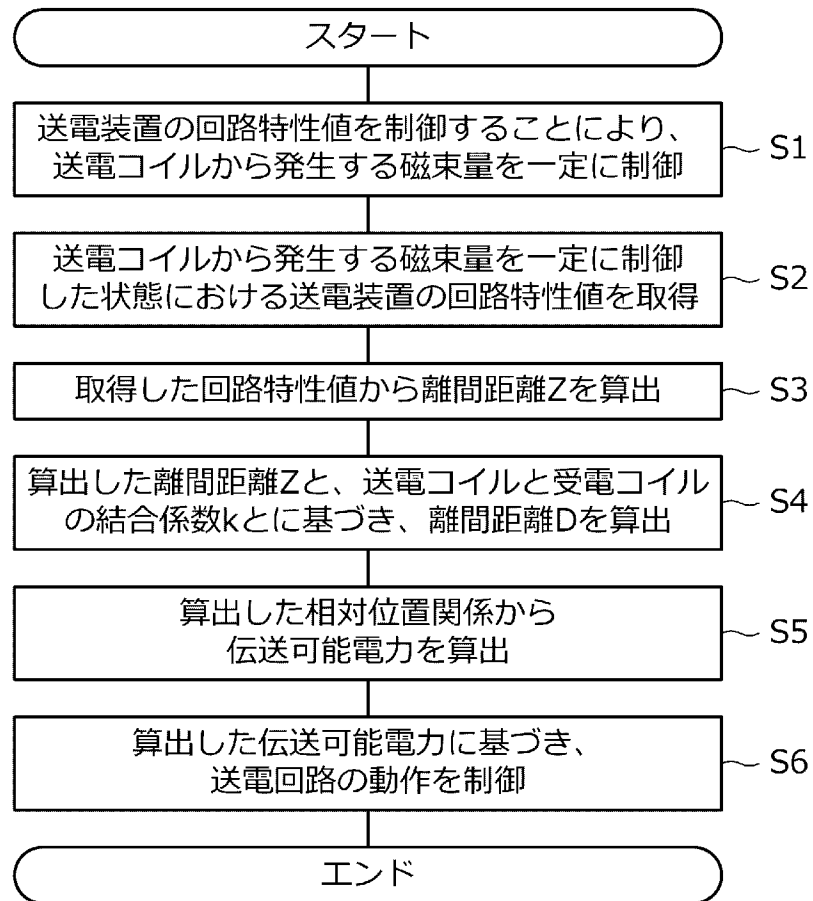


(b)

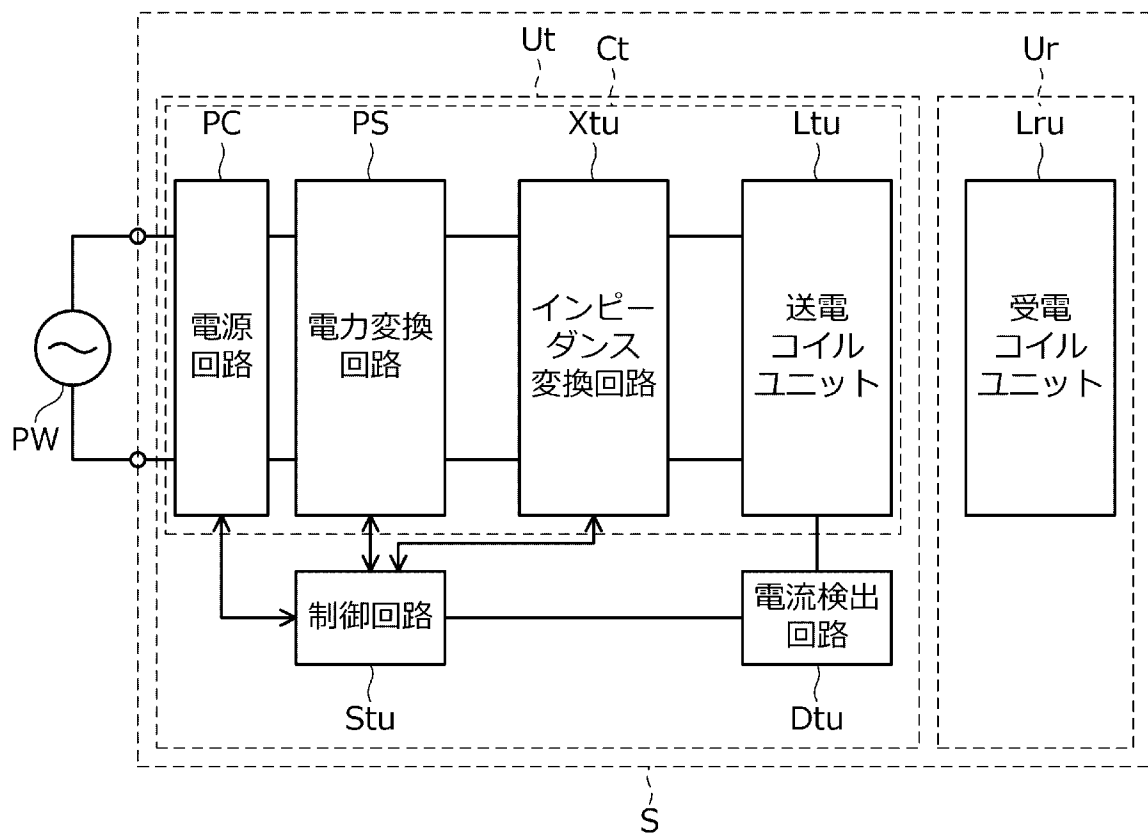
[図3]



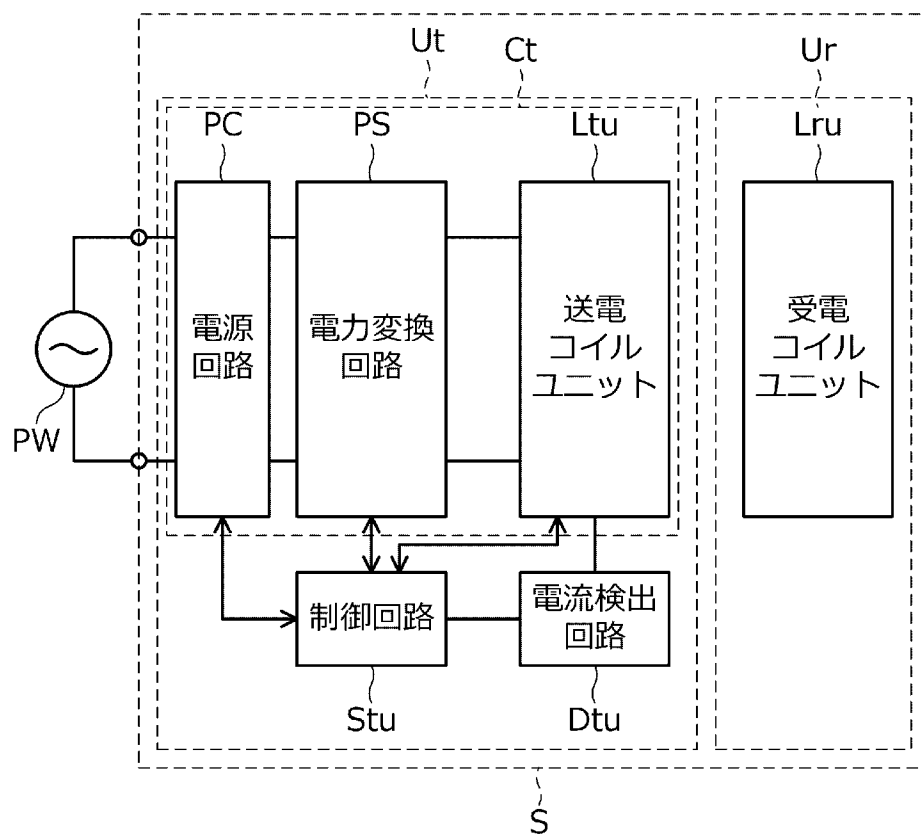
[図4]



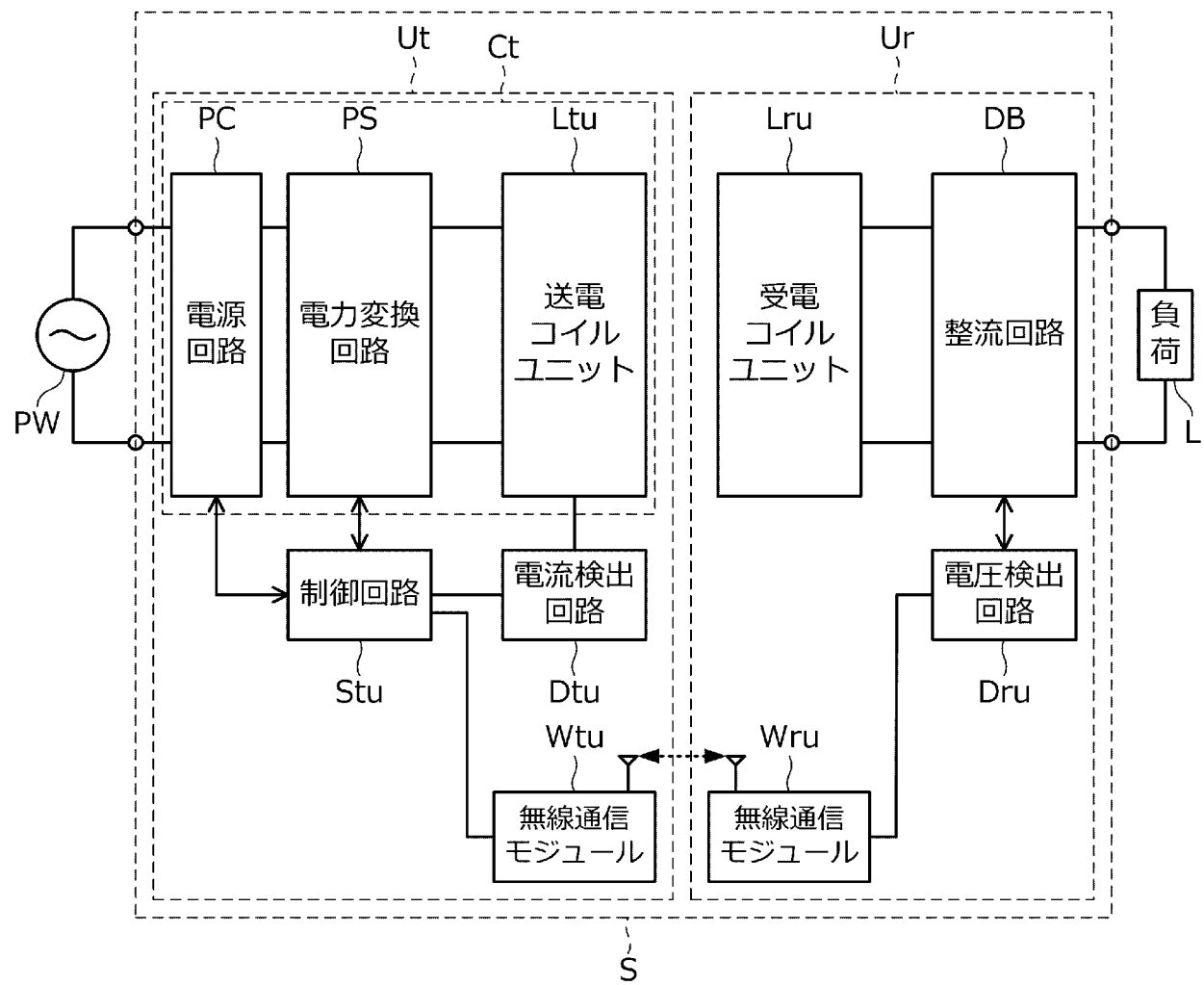
[図5]



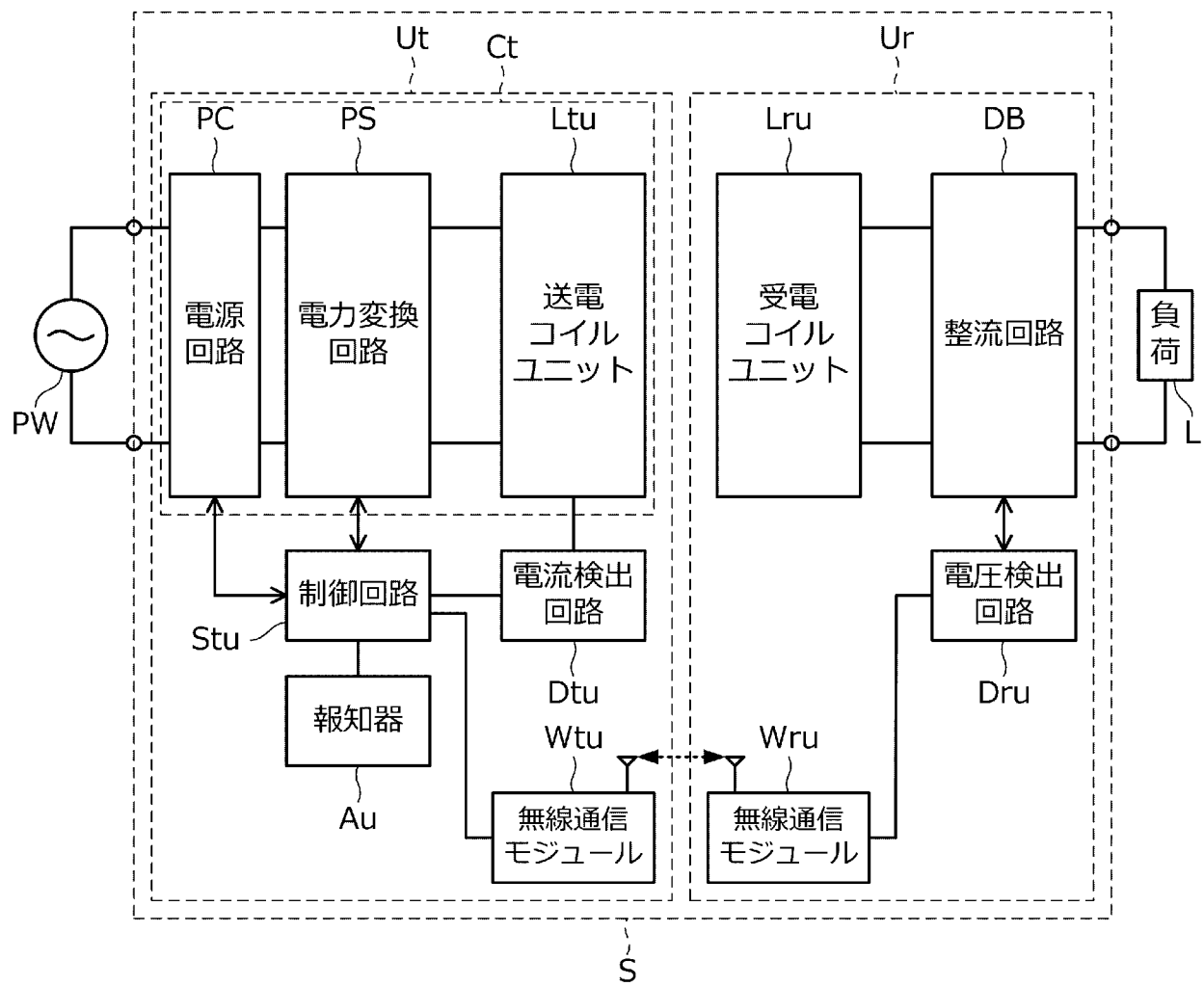
[図6]



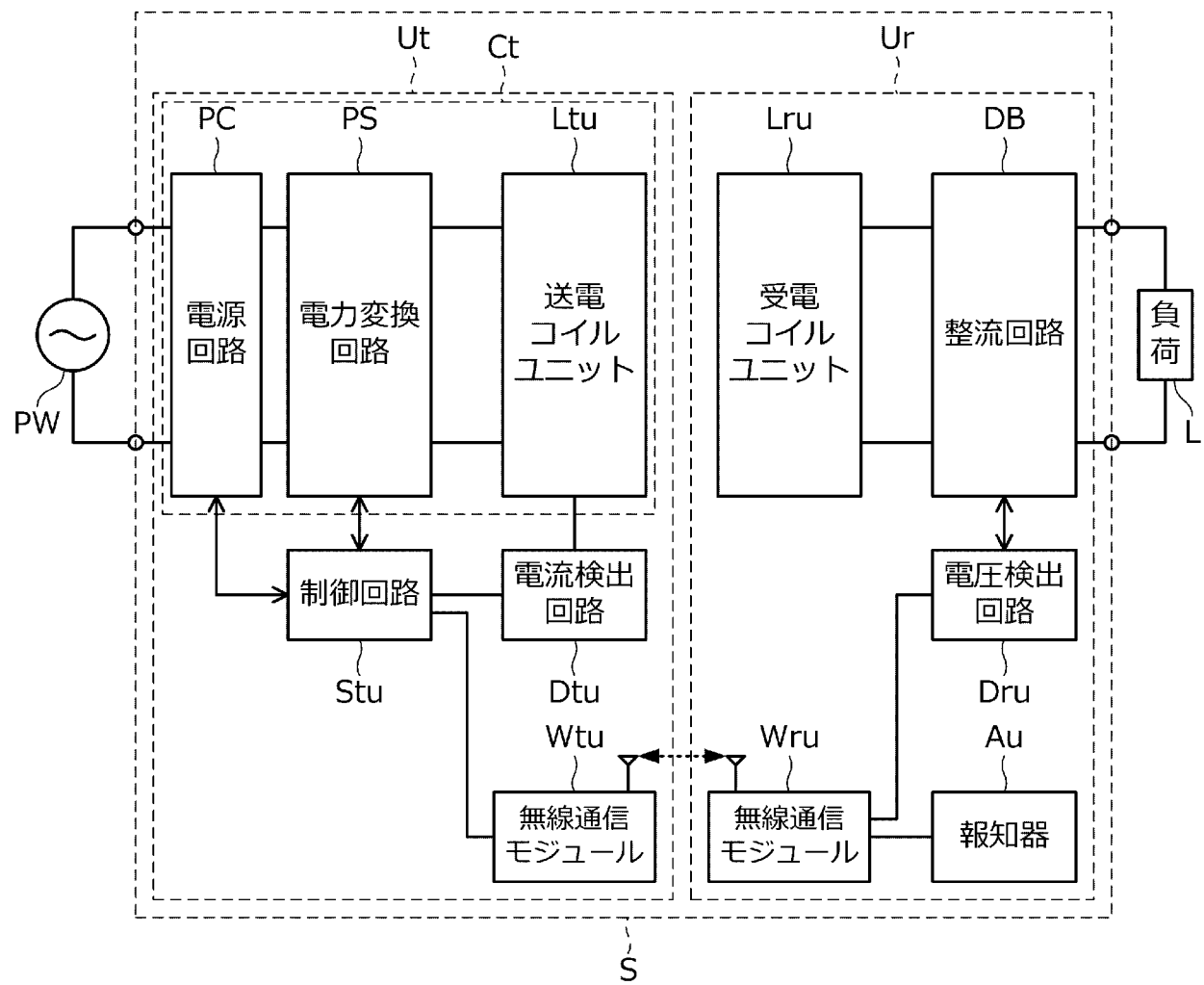
[図7]



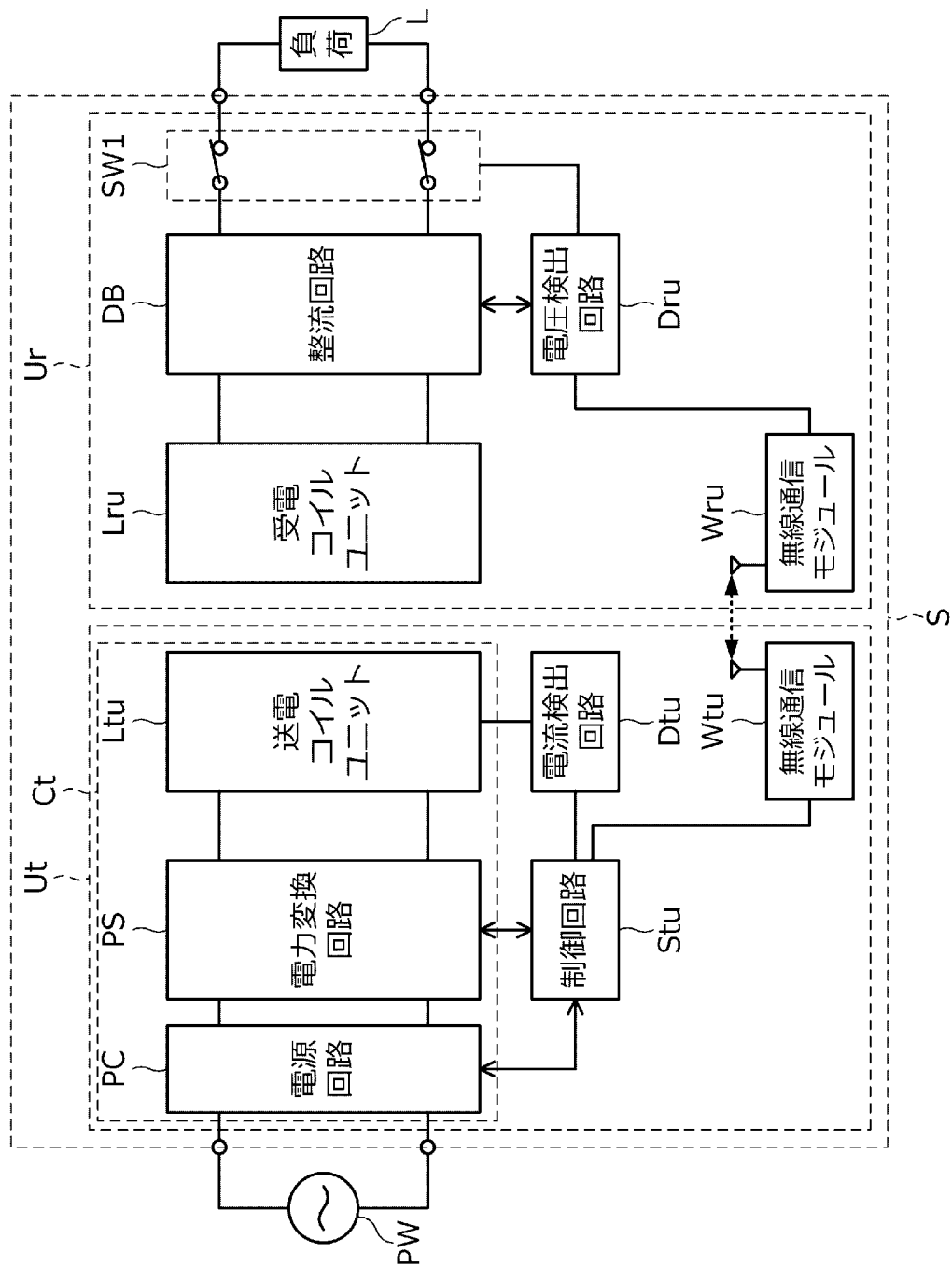
[図8]



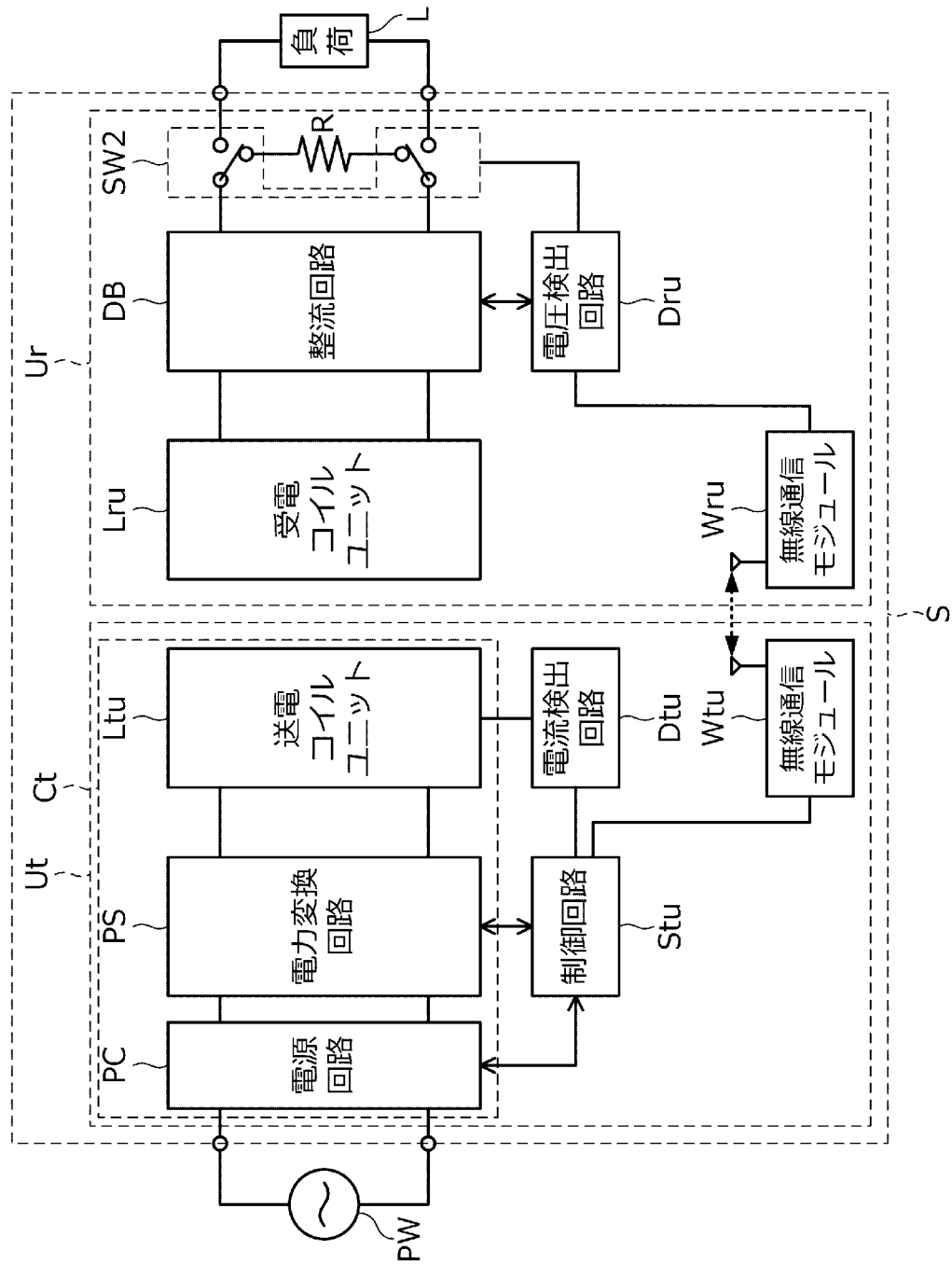
[図9]



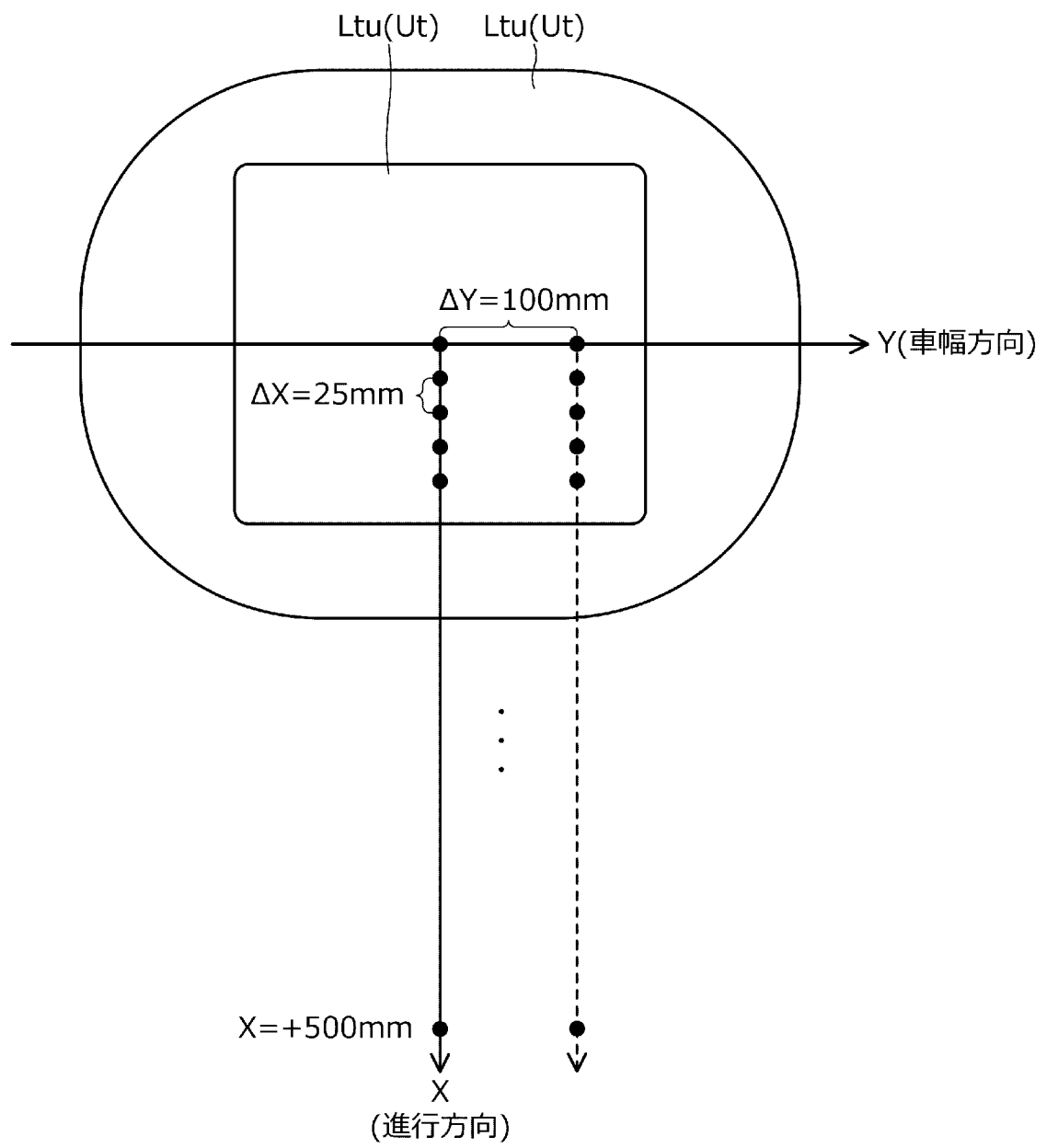
[図10]



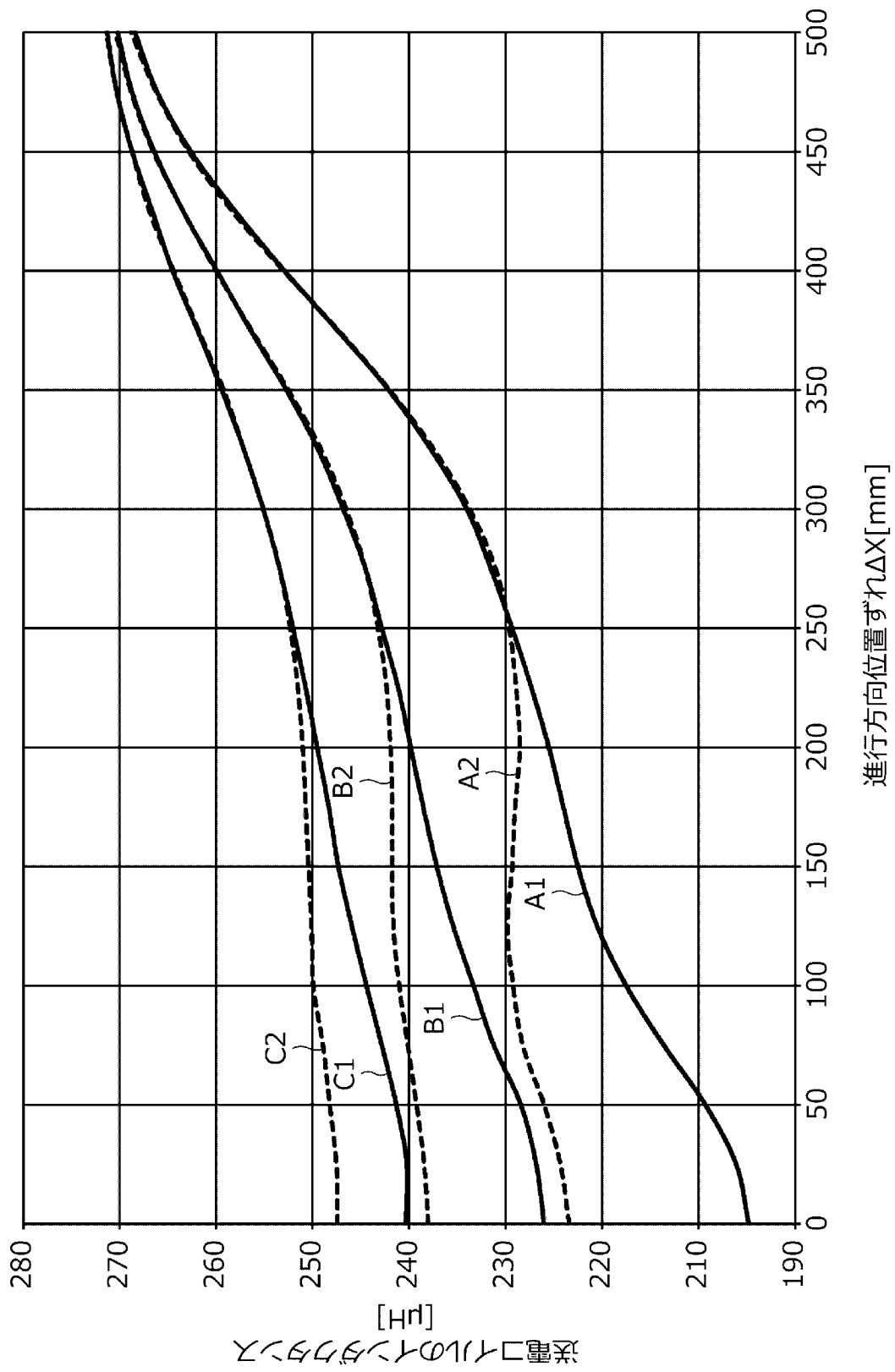
[図11]



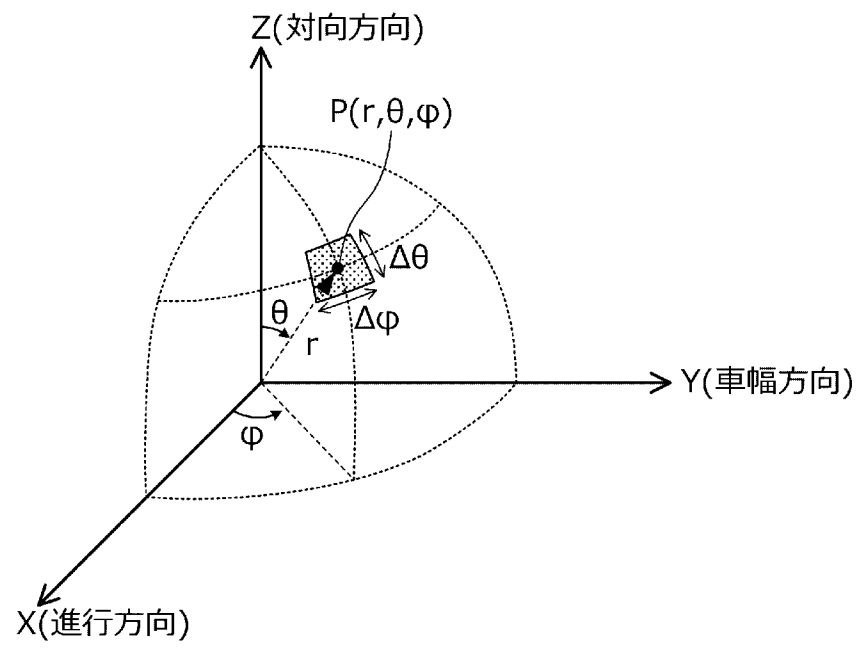
[図12]



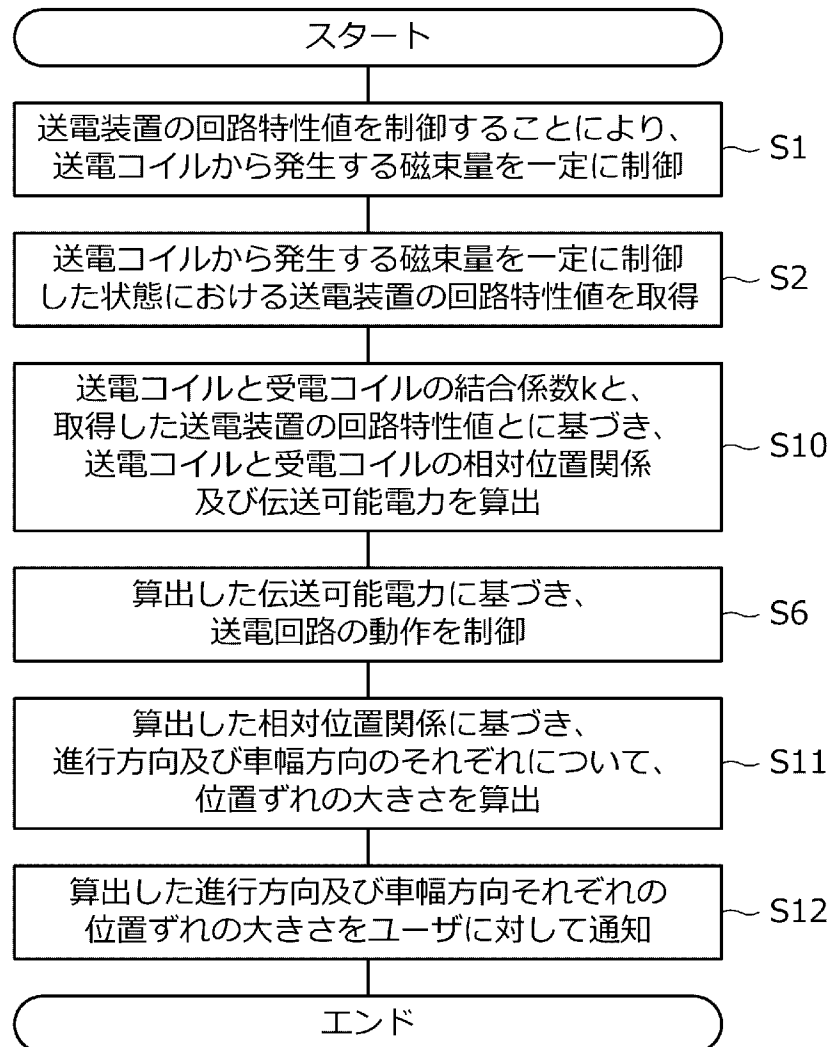
[図13]



[図14]



[図15]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/007685

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H02J50/90 (2016.01) i, B60L5/00 (2006.01) i, B60L11/18 (2006.01) i,  
B60M7/00 (2006.01) i, H02J50/10 (2016.01) i, H02J50/80 (2016.01) 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)

Int.Cl. H02J50/90, B60L5/00, B60L11/18, B60M7/00, H02J50/10, H02J50/80

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 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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. |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X         | JP 2016-111873 A (SHOWA AIRCRAFT INDUSTRY CO., LTD.) 20 June                       | 1, 12                 |
| Y         | 2016, paragraphs [0026]-[0032], fig. 1, 3 (Family: none)                           | 2-5, 7-11, 13, 14     |
| A         |                                                                                    | 6                     |
| Y         | US 2012/0242160 A1 (QUALCOMM INCORPORATED) 27 September                            | 2-4                   |
|           | 2012, claims 4, 5, 10 & WO 2012/112703 A1                                          |                       |
| Y         | JP 2012-99644 A (SHOWA AIRCRAFT INDUSTRY CO., LTD.) 24 May                         | 5                     |
|           | 2012, paragraphs [0016]-[0018] (Family: none)                                      |                       |
| Y         | JP 2017-17771 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 19 January 2017,                              | 7-11, 13, 14          |
|           | paragraphs [0058]-[0067] (Family: none)                                            |                       |

|                          |                                                                                                                                                                     |                          |                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Further documents are listed in the continuation of Box C.                                                                                                          | <input type="checkbox"/> | See patent family annex.                                                                                                                                                                                                                     |
| *                        | Special categories of cited documents:                                                                                                                              | "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                                              |
| "A"                      | document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance                                                                | "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                                                                     |
| "E"                      | earlier application or patent but published on or after the international filing date                                                                               | "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 |
| "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) | "&"                      | document member of the same patent family                                                                                                                                                                                                    |
| "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                                                                  |                          |                                                                                                                                                                                                                                              |

|                                                                                                                          |                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Date of the actual completion of the international search<br>29 March 2018 (29.03.2018)                                  | Date of mailing of the international search report<br>10 April 2018 (10.04.2018) |
| Name and mailing address of the ISA/<br>Japan Patent Office<br>3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,<br>Tokyo 100-8915, Japan | Authorized officer<br><br>Telephone No.                                          |

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H02J50/90(2016.01)i, B60L5/00(2006.01)i, B60L11/18(2006.01)i, B60M7/00(2006.01)i,  
H02J50/10(2016.01)i, H02J50/80(2016.01)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. H02J50/90, B60L5/00, B60L11/18, B60M7/00, H02J50/10, H02J50/80

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 | 1971-2018年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2018年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2018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<br>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<br>請求項の番号                     |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| X<br>Y<br><br>A | JP 2016-111873 A (昭和飛行機工業株式会社) 2016.06.20, 0026-0032段落、図1, 3 (ファミリーなし)                 | 1, 12<br>2-5, 7-11, 13,<br>14<br>6 |
| Y               | US 2012/0242160 A1 (QUALCOMM INCORPORATED) 2012.09.27, 請求項4, 5, 10 & WO 2012/112703 A1 | 2-4                                |

☑ 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                                 | 「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     |
| 「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                         | 「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                     |
| 「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) | 「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 |
| 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献                                      | 「&」 同一パテントファミリー文献                                                   |
| 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願                                   |                                                                     |

国際調査を完了した日

29.03.2018

国際調査報告の発送日

10.04.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

永井 啓司

5 T

3 6 5 6

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<br>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<br>請求項の番号 |
| Y                     | JP 2012-99644 A (昭和飛行機株式会社) 2012.05.24, 0016-0018段落 (ファミリーなし)  | 5              |
| Y                     | JP 2017-17771 A (トヨタ自動車株式会社) 2017.01.19, 0058-0067段落 (ファミリーなし) | 7-11, 13, 14   |