

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5626287号
(P5626287)

(45) 発行日 平成26年11月19日 (2014.11.19)

(24) 登録日 平成26年10月10日 (2014.10.10)

(51) Int.Cl.		F I		
H02J	17/00	(2006.01)	H02J	17/00
B60L	5/00	(2006.01)	B60L	5/00
B60L	11/18	(2006.01)	B60L	11/18

ZHVB
B
C

請求項の数 16 (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2012-171832 (P2012-171832)	(73) 特許権者	000003207
(22) 出願日	平成24年8月2日 (2012.8.2)		トヨタ自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2014-33516 (P2014-33516A)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(43) 公開日	平成26年2月20日 (2014.2.20)	(74) 代理人	110001195
審査請求日	平成26年1月27日 (2014.1.27)		特許業務法人深見特許事務所
		(72) 発明者	市川 真士
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		審査官	坂東 博司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 非接触送電装置、非接触受電装置、車両および非接触送受電システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

受電装置に電力を非接触で伝送する非接触送電装置であって、
 可変の伝送周波数で電力を送出する伝送ユニットと、
 前記非接触送電装置の位置において受信可能な放送電波の周波数に関する周波数情報に基づいて、前記伝送周波数を設定する送電制御部とを備え、
 前記送電制御部は、前記伝送周波数および前記放送電波の周波数のうちの一方が他方の整数倍とは異なるように前記伝送周波数を設定し、
 前記非接触送電装置は、
 前記放送電波を受信するための受信機をさらに備え、
 前記送電制御部は、前記受信機を用いた周波数探索処理を実行して、前記受信機の実受信強度に基づいて前記周波数情報を取得する、非接触送電装置。

【請求項2】

受電装置に電力を非接触で伝送する非接触送電装置であって、
 可変の伝送周波数で電力を送出する伝送ユニットと、
 前記非接触送電装置の位置において受信可能な放送電波の周波数に関する周波数情報に基づいて、前記伝送周波数を設定する送電制御部とを備え、
 前記送電制御部は、前記伝送周波数および前記放送電波の周波数のうちの一方が他方の整数倍とは異なるように前記伝送周波数を設定し、
 前記非接触送電装置は、

10

20

前記受電装置から伝送された前記周波数情報を受信して、当該受信された周波数情報を前記送電制御部に送信する通信部をさらに備える、非接触送電装置。

【請求項 3】

受電装置に電力を非接触で伝送する非接触送電装置であって、
可変の伝送周波数で電力を送出する伝送ユニットと、
前記非接触送電装置の位置において受信可能な放送電波の周波数に関する周波数情報に
基づいて、前記伝送周波数を設定する送電制御部とを備え、

前記送電制御部は、前記伝送周波数および前記放送電波の周波数のうちの一方が他方の
整数倍とは異なるように前記伝送周波数を設定し、

前記非接触送電装置は、

前記非接触送電装置の位置に関する位置情報を取得する位置情報取得部をさらに備え、
前記送電制御部は、前記放送電波の受信位置と前記放送電波の周波数とが関連付けられ
た情報および、前記位置情報に基づいて、前記周波数情報を取得する、非接触送電装置。

【請求項 4】

受電装置に電力を非接触で伝送する非接触送電装置であって、
可変の伝送周波数で電力を送出する伝送ユニットと、
前記非接触送電装置の位置において受信可能な放送電波の周波数に関する周波数情報に
基づいて、前記伝送周波数を設定する送電制御部とを備え、

前記送電制御部は、前記伝送周波数および前記放送電波の周波数のうちの一方が他方の
整数倍とは異なるように前記伝送周波数を設定し、

前記送電制御部は、前記伝送周波数として設定可能な複数の周波数の候補が存在する場
合には、前記非接触送電装置と前記受電装置との間での伝送効率に基づいて、前記複数の
周波数の候補のうちの 1 つを前記伝送周波数に決定する、非接触送電装置。

【請求項 5】

前記送電制御部は、前記伝送周波数の整数倍に対応するノイズ周波数が前記放送電波の
周波数と異なるように前記伝送周波数を設定する、請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載
の非接触送電装置。

【請求項 6】

送電装置から送出される電力を非接触で受電する非接触受電装置であって、
前記非接触受電装置の位置において受信可能な放送電波の周波数に関する周波数情報を
取得する受電制御部と、

前記受電制御部により取得された前記周波数情報を前記送電装置に伝送する通信部と、
前記周波数情報に従って決定された伝送周波数で前記送電装置から送られた電力を非接
触で受電するための受電ユニットとを備え、

前記伝送周波数は、前記伝送周波数および前記放送電波の周波数のうちの一方が他方の
整数倍とは異なるように定められる、非接触受電装置。

【請求項 7】

前記非接触受電装置は、

前記放送電波を受信するための受信機をさらに備え、

前記送電装置が電力を送る前に、前記受電制御部は、前記受信機を用いた周波数探索処
理を実行して、前記受信機の受信強度に基づいて前記周波数情報を取得する、請求項 6 に
記載の非接触受電装置。

【請求項 8】

前記非接触受電装置は、

前記非接触受電装置の位置に関する位置情報を取得する位置情報取得部をさらに備え、
前記送電装置が電力を送る前に、前記受電制御部は、前記放送電波の受信位置と前記放
送電波の周波数とが関連付けられた情報および、前記位置情報に基づいて、前記周波数情
報を取得する、請求項 6 または 7 に記載の非接触受電装置。

【請求項 9】

請求項 6 から 8 のいずれか 1 項に記載の非接触受電装置を備える、車両。

10

20

30

40

50

【請求項 10】

可変の伝送周波数で電力を送出する送電装置と、
前記送電装置から送出される電力を非接触で受電するための受電装置とを備え、
前記送電装置は、前記送電装置の位置において受信可能な放送電波の周波数に関する周波数情報に基づいて、前記伝送周波数および前記放送電波の周波数のうちの一方が他方の整数倍とは異なるように前記伝送周波数を設定し、
前記送電装置は、
前記伝送周波数で電力を送出する伝送ユニットと、
前記周波数情報を取得して、前記周波数情報に基づいて前記伝送周波数を設定する送電制御部と、
前記放送電波を受信するための受信機とを含み、
前記送電制御部は、前記受信機を用いた周波数探索処理を実行して、前記受信機の実受信強度に基づいて前記周波数情報を取得する、非接触送受電システム。

10

【請求項 11】

可変の伝送周波数で電力を送出する送電装置と、
前記送電装置から送出される電力を非接触で受電するための受電装置とを備え、
前記送電装置は、前記送電装置の位置において受信可能な放送電波の周波数に関する周波数情報に基づいて、前記伝送周波数および前記放送電波の周波数のうちの一方が他方の整数倍とは異なるように前記伝送周波数を設定し、
前記送電装置は、
前記伝送周波数で電力を送出する伝送ユニットと、
前記周波数情報を取得して、前記周波数情報に基づいて前記伝送周波数を設定する送電制御部とを含み、
前記受電装置は、
前記周波数情報を取得する受電制御部と、
前記受電制御部により取得された前記周波数情報を前記送電装置に伝送する第1の通信部とを含み、
前記送電装置は、
前記第1の通信部から伝送された前記周波数情報を受信して、当該受信された周波数情報を前記送電制御部に送信する第2の通信部をさらに含む、非接触送受電システム。

20

30

【請求項 12】

前記受電装置は、
前記放送電波を受信するための受信機をさらに含み、
前記受電制御部は、前記受信機を用いた周波数探索処理を実行して、前記受信機の実受信強度に基づいて前記周波数情報を取得する、請求項 11 に記載の非接触送受電システム。

【請求項 13】

前記受電装置は、
前記受電装置の位置に関する位置情報を取得する位置情報取得部をさらに含み、
前記受電制御部は、前記放送電波の実受信位置と前記放送電波の周波数とが関連付けられた情報および、前記位置情報に基づいて、前記周波数情報を取得する、請求項 11 に記載の非接触送受電システム。

40

【請求項 14】

可変の伝送周波数で電力を送出する送電装置と、
前記送電装置から送出される電力を非接触で受電するための受電装置とを備え、
前記送電装置は、前記送電装置の位置において受信可能な放送電波の周波数に関する周波数情報に基づいて、前記伝送周波数および前記放送電波の周波数のうちの一方が他方の整数倍とは異なるように前記伝送周波数を設定し、
前記送電装置は、
前記伝送周波数で電力を送出する伝送ユニットと、
前記周波数情報を取得して、前記周波数情報に基づいて前記伝送周波数を設定する送電

50

制御部と、

前記送電装置の位置に関する位置情報を取得する位置情報取得部とを含み、

前記送電制御部は、前記放送電波の受信位置と前記放送電波の周波数とが関連付けられた情報および、前記位置情報に基づいて、前記周波数情報を取得する、非接触送受電システム。

【請求項 15】

可変の伝送周波数で電力を送出する送電装置と、

前記送電装置から送出される電力を非接触で受電するための受電装置とを備え、

前記送電装置は、前記送電装置の位置において受信可能な放送電波の周波数に関する周波数情報に基づいて、前記伝送周波数および前記放送電波の周波数のうちの一方が他方の整数倍とは異なるように前記伝送周波数を設定し、

前記送電装置は、

前記伝送周波数で電力を送出する伝送ユニットと、

前記周波数情報を取得して、前記周波数情報に基づいて前記伝送周波数を設定する送電制御部とを含み、

前記送電制御部は、前記伝送周波数として設定可能な複数の周波数の候補が存在する場合には、前記送電装置と前記受電装置との間での伝送効率に基づいて、前記複数の周波数の候補のうちの 1 つを前記伝送周波数に決定する、非接触送受電システム。

【請求項 16】

前記送電制御部は、前記伝送周波数の整数倍に対応するノイズ周波数が前記放送電波の周波数と異なるように前記伝送周波数を設定する、請求項 10 から 15 のいずれか 1 項に記載の非接触送受電システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、非接触送電装置、非接触受電装置、車両および非接触送受電システムに関する。

【背景技術】

【0002】

たとえば特開 2011 - 135754 号公報は、電気自動車およびハイブリッド自動車等の電動車両に適用される非接触電力伝送技術を開示する。この技術によれば、送電装置および受電装置の一方または両方は、たとえば、コイルケースと、コイルケースを覆うシールド部材とを備える。コイルユニットとシールドとの間の距離に応じて、送電装置から受電装置へと電力を伝送する際の周波数が調整される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2011 - 135754 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

送電装置あるいは受電装置の周囲に無線機器が配置されている場合には、電力の伝送時における無線機器の動作への影響を防ぐための対策が必要になる可能性がある。たとえば送電装置が発生するノイズが放送電波を受信する受信機の動作に影響を及ぼす可能性がある。たとえば、その受信機における復調に影響が生じる可能性がある。

【0005】

放送電波の使用周波数帯域（すなわちチャンネル）は、地域ごとに異なり得る。送電装置が製造された段階では、送電装置の設置場所が確定していない可能性がある。したがって、送電装置の設置場所に関わらずノイズが放送電波と干渉しないように送電装置の伝送周波数を設定することは難しい。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 6 】

本発明の目的は、非接触送電装置による放送受信機の動作への影響を、できるだけ小さくするための技術を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

ある局面において、本発明は、受電装置に電力を非接触で伝送する非接触送電装置であって、可変の伝送周波数で電力を送出する伝送ユニットと、非接触送電装置の位置において受信可能な放送電波の周波数に関する周波数情報に基づいて、伝送周波数を設定する送電制御部とを備える。送電制御部は、伝送周波数および放送電波の周波数のうちの一方が他方の整数倍とは異なるように伝送周波数を設定する。

10

【 0 0 0 8 】

好ましくは、非接触送電装置は、放送電波を受信するための受信機をさらに備える。送電制御部は、受信機を用いた周波数探索処理を実行して、受信機の実信強度に基づいて周波数情報を取得する。

【 0 0 0 9 】

好ましくは、非接触送電装置は、通信部をさらに備える。通信部は、受電装置から伝送された周波数情報を受信して、当該受信された周波数情報を送電制御部に送信する。

【 0 0 1 0 】

好ましくは、非接触送電装置は、非接触送電装置の位置に関する位置情報を取得する位置情報取得部をさらに備える。送電制御部は、放送電波の実信位置と放送電波の周波数とが関連付けられた情報および、位置情報に基づいて、周波数情報を取得する。

20

【 0 0 1 1 】

好ましくは、送電制御部は、伝送周波数の整数倍に対応するノイズ周波数が前記放送電波の周波数と異なるように前記伝送周波数を設定する。

【 0 0 1 2 】

好ましくは、送電制御部は、伝送周波数として設定可能な複数の周波数の候補が存在する場合には、非接触送電装置と受電装置との間での伝送効率に基づいて、複数の周波数の候補のうちの1つを伝送周波数に決定する。

【 0 0 1 3 】

別の局面において、本発明は、送電装置から送出される電力を非接触で受電する非接触受電装置であって、非接触受電装置の位置において受信可能な放送電波の周波数に関する周波数情報を取得する受電制御部と、受電制御部により取得された周波数情報を送電装置に伝送する通信部と、周波数情報に従って決定された伝送周波数で送電装置から送られた電力を非接触で受電するための受電ユニットとを備える。伝送周波数は、伝送周波数および放送電波の周波数のうちの一方が他方の整数倍とは異なるように定められる。

30

【 0 0 1 4 】

好ましくは、非接触受電装置は、放送電波を受信するための受信機をさらに備える。送電装置が電力を送る前に、受電制御部は、受信機を用いた周波数探索処理を実行して、受信機の実信強度に基づいて周波数情報を取得する。

【 0 0 1 5 】

好ましくは、非接触受電装置は、非接触受電装置の位置に関する位置情報を取得する位置情報取得部をさらに備える。送電装置が電力を送る前に、受電制御部は、放送電波の実信位置と放送電波の周波数とが関連付けられた情報および、位置情報に基づいて、周波数情報を取得する。

40

【 0 0 1 6 】

別の局面において、本発明は、上記の非接触受電装置を備える車両である。

別の局面において、本発明は、非接触送電システムであって、可変の伝送周波数で電力を送出する送電装置と、送電装置から送出される電力を非接触で受電するための受電装置とを備える。送電装置は、送電装置の位置において受信可能な放送電波の周波数に関する周波数情報に基づいて、伝送周波数および放送電波の周波数のうちの一方が他方の整数

50

倍とは異なるように伝送周波数を設定する。

【0017】

好ましくは、送電装置は、伝送周波数で電力を送出する伝送ユニットと、周波数情報を取得して、周波数情報に基づいて伝送周波数を設定する送電制御部とを含む。

【0018】

好ましくは、送電装置は、放送電波を受信するための受信機をさらに含む。送電制御部は、受信機を用いた周波数探索処理を実行して、受信機の実信強度に基づいて周波数情報を取得する。

【0019】

好ましくは、受電装置は、周波数情報を取得する受電制御部と、受電制御部により取得された周波数情報を送電装置に伝送する第1の通信部とを含む。送電装置は、第1の通信部から伝送された周波数情報を受信して、当該受信された周波数情報を送電制御部に送信する第2の通信部をさらに含む。

10

【0020】

好ましくは、受電装置は、放送電波を受信するための受信機をさらに含む。受電制御部は、受信機を用いた周波数探索処理を実行して、受信機の実信強度に基づいて周波数情報を取得する。

【0021】

好ましくは、受電装置は、受電装置の位置に関する位置情報を取得する位置情報取得部をさらに含む。受電制御部は、放送電波の実信位置と放送電波の周波数とが関連付けられた情報および、位置情報に基づいて、周波数情報を取得する。

20

【0022】

好ましくは、送電装置は、送電装置の位置に関する位置情報を取得する位置情報取得部をさらに含む。送電制御部は、放送電波の実信位置と放送電波の周波数とが関連付けられた情報および、位置情報に基づいて、周波数情報を取得する。

【0023】

好ましくは、送電制御部は、伝送周波数の整数倍に対応するノイズ周波数が放送電波の周波数と異なるように伝送周波数を設定する。

【0024】

好ましくは、送電制御部は、伝送周波数として設定可能な複数の周波数の候補が存在する場合には、送電装置と受電装置との間での伝送効率に基づいて、複数の周波数の候補のうちの1つを伝送周波数に決定する。

30

【発明の効果】

【0025】

本発明によれば、非接触送電装置による放送受信機の実作への影響を小さくすることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る非接触送受電システムの一構成例を示す全体ブロック図である。

40

【図2】共鳴法による送電の原理を説明するための模式的な図である。

【図3】電力伝送システムのシミュレーションモデルを示す図である。

【図4】送電部93および受電部96の固有周波数のズレと、電力伝送効率との関係を示した図である。

【図5】固有周波数 f_0 を固定した状態で、エアギャップAGを変化させたときの電力伝送効率と、図1の送電ユニット220中の共鳴コイルに供給される電流の周波数 f_3 との関係を示すグラフである。

【図6】電流源または磁流源からの距離と電磁界の強度との関係を示した図である。

【図7】図1に示した非接触送受電システム10の詳細な構成を示す回路図である。

【図8】送電ユニットおよび受電ユニットの変形例を示した図である。

50

【図 9】図 7 および図 8 に示した電源部 250 の構成の一例を示した図である。

【図 10】高調波ノイズによる問題点を説明するための模式的な波形図である。

【図 11】本発明の第 1 の実施の形態に係る、伝送周波数の設定処理を示したフローチャートである。

【図 12】図 11 に示された処理を説明するための模式図である。

【図 13】本発明の第 2 の実施の形態に係る非接触送受電システムの一構成例を示す全体ブロック図である。

【図 14】図 13 に示した非接触送受電システム 10A の詳細な構成を示す回路図である。

【図 15】本発明の第 2 の実施の形態に係る、車両 100 が周波数情報を取得する処理を説明するためのフローチャートである。 10

【図 16】本発明の第 2 の実施の形態に係る、伝送周波数の設定処理を示したフローチャートである。

【図 17】本発明の第 3 の実施の形態に係る非接触送受電システムの一構成例を示す全体ブロック図である。

【図 18】図 17 に示した非接触送受電システム 10B の詳細な構成を示す回路図である。

【図 19】本発明の第 3 の実施の形態において、周波数情報の取得に用いられるテーブルの一構成例を示した図である。

【図 20】本発明の第 3 の実施の形態に係る、車両 100A が周波数情報を取得する処理を説明するためのフローチャートである。 20

【図 21】本発明の第 4 の実施の形態に係る非接触送受電システムの一構成例を示す全体ブロック図である。

【図 22】図 21 に示した非接触送受電システム 10C の詳細な構成を示す回路図である。

【図 23】本発明の第 4 の実施の形態に係る、伝送周波数の設定処理を示したフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰返さない。 30

【0028】

[実施の形態 1]

図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態に係る非接触送受電システムの一構成例を示す全体ブロック図である。図 1 を参照して、非接触送受電システム 10 は、送電装置 200 と、車両 100 とを備える。車両 100 は、非接触送受電システム 10 における受電装置を含む。

【0029】

この実施の形態では、車両 100 として電気自動車为例示される。電気自動車は、回転電機を駆動源として用いる。車両 100 は非接触で受電可能な車両であればよい。したがって車両 100 は電気自動車に限定されない。さらに本発明の実施の形態に係る非接触送受電システムにおいて、受電装置は車両に搭載されるものと限定されない。 40

【0030】

送電装置 200 は、電源部 250 と、送電ユニット 220 と、通信部 230 と、アンテナ 262 と、受信機 264 とを含む。電源部 250 と、送電ユニット 220 とは、本発明に係る送電装置が備える「伝送ユニット」を実現する。「伝送ユニット」は、電源部 250 と送電ユニット 220 とに分離される必要はない。送電装置は、電源部 250 と送電ユニット 220 とが一体化された伝送ユニットを備えていてもよい。

【0031】

電源部 250 は、電源 12 から電力を受けて高周波の交流電力を生成する。電源 12 は 50

、商用電源であってもよく、独立の電源装置であってもよい。送電ユニット２２０は、電源部２５０から高周波の交流電力の供給を受けて、受電ユニット１１０へ非接触で電力を伝送する。一例として、送電ユニット２２０は、コイルおよびキャパシタを含む共振回路によって構成される。

【００３２】

車両１００は、アンテナ１０２と、受信機１０４と、受電ユニット１１０と、車両ＥＣＵ（Electronic Control Unit）３００と、整流器１８０と、蓄電装置１９０と、動力生成装置１１８とを含む。受電ユニット１１０は、送電装置２００の送電ユニット２２０から送出される電力を非接触で受電する。受電ユニット１１０は、その電力を整流器１８０へ出力する。一例として、受電ユニット１１０は、コイルおよびキャパシタを含む共振回路によって構成される。

10

【００３３】

整流器１８０は、受電ユニット１１０から受ける交流電力を直流電力に変換し、その変換された直流電力を蓄電装置１９０へ出力する。したがって蓄電装置１９０が充電される。蓄電装置１９０は、整流器１８０から出力される電力だけでなく、動力生成装置１１８によって発電される電力も蓄える。そして、蓄電装置１９０は、その蓄えられた電力を動力生成装置１１８へ供給する。なお、蓄電装置１９０として大容量のキャパシタも採用可能である。

【００３４】

動力生成装置１１８は、蓄電装置１９０に蓄えられる電力を用いて車両１００の走行駆動力を発生する。図１には特に図示しないが、動力生成装置１１８は、たとえば、蓄電装置１９０から電力を受けるインバータ、インバータによって駆動されるモータ、モータによって駆動される駆動輪等を含む。なお、動力生成装置１１８は、蓄電装置１９０を充電するための発電機と、その発電機を駆動可能なエンジンを含んでもよい。

20

【００３５】

この非接触電力伝送システムにおいては、送電装置２００の送電ユニット２２０の固有周波数は、車両１００の受電ユニット１１０の固有周波数と同じである。ここで、送電ユニット２２０（受電ユニット１１０）の固有周波数とは、送電ユニット２２０（受電ユニット１１０）を構成する電気回路（共振回路）が自由振動する場合の振動周波数を意味する。なお、送電ユニット２２０（受電ユニット１１０）を構成する電気回路（共振回路）において、制動力または電気抵抗をゼロまたは実質的にゼロとしたときの固有周波数は、送電ユニット２２０（受電ユニット１１０）の共振周波数とも称される。

30

【００３６】

また、固有周波数が「同じ」とは、完全に同じ場合だけでなく、固有周波数が実質的に同じ場合も含む。固有周波数が「実質的に同じ」とは、たとえば、送電ユニット２２０の固有周波数と受電ユニット１１０の固有周波数との差が、送電ユニット２２０または受電ユニット１１０の固有周波数の１０％以内の場合を意味する。

【００３７】

本実施の形態に係る電力伝送システムにおいては、送電ユニット２２０の固有周波数と、受電ユニット１１０の固有周波数との差は、受電ユニット１１０または送電ユニット２２０の固有周波数の１０％以下である。このような範囲に各送電ユニット２２０および受電ユニット１１０の固有周波数を設定することで、電力伝送効率を高めることができる。その一方で、固有周波数の差が受電ユニット１１０または送電ユニット２２０の固有周波数の１０％よりも大きくなると、電力伝送効率が１０％より小さくなり、蓄電装置１９０の充電時間が長くなるなどの弊害が生じる。

40

【００３８】

そして、送電ユニット２２０は、送電ユニット２２０と受電ユニット１１０間に形成され、かつ、特定の周波数で振動する磁界と、送電ユニット２２０と受電ユニット１１０間に形成され、かつ、特定の周波数で振動する電界との少なくとも一方を通じて、車両１００の受電ユニット１１０へ非接触で送電する。送電ユニット２２０と受電ユニット１１０

50

との結合係数は、たとえば、0.3以下程度であり、好ましくは、0.1以下である。当然のことながら、結合係数を0.1～0.3程度の範囲も採用することができる。結合係数は、このような値に限定されるものでなく、電力伝送が良好となる種々の値をとり得る。また、結合係数と共鳴強度を示すQ値との積が所定値（たとえば1.0）以上になるように送電ユニット220、受電ユニット110が設計される。

【0039】

このように、送電ユニット220と受電ユニット110とを電磁界によって共振（共鳴）させることで、送電装置200の送電ユニット220から車両100の受電ユニット110へ非接触で電力が伝送される。

【0040】

なお、上記のように、この非接触電力伝送システムにおいては、送電ユニット220と受電ユニット110とを電磁界によって共振（共鳴）させることで、送電ユニット220から受電ユニット110へ非接触で電力が伝送される。電力伝送における、このような送電ユニット220と受電ユニット110との結合を、たとえば、「磁気共鳴結合」、「磁界（磁場）共鳴結合」、「磁場共振（共鳴）結合」、「近接場共振（共鳴）結合」、「電磁界（電磁場）共振結合」、または「電界（電場）共振結合」等という。「電磁界（電磁場）共振結合」は、「磁気共鳴結合」、「磁界（磁場）共鳴結合」、「電界（電場）共振結合」のいずれも含む結合を意味する。

【0041】

送電ユニット220と受電ユニット110とが上記のようにコイルによって形成される場合には、送電ユニット220と受電ユニット110とは、主に磁界（磁場）によって結合し、「磁気共鳴結合」または「磁界（磁場）共鳴結合」が形成される。なお、送電ユニット220と受電ユニット110とに、たとえばメアンダライン等のアンテナを各々採用することも可能である。この場合には、送電ユニット220と受電ユニット110とは、主に電界（電場）によって結合し、「電界（電場）共鳴結合」が形成される。

【0042】

図2は、共鳴法による送電の原理を説明するための模式的な図である。

図2を参照して、この共鳴法では、2つの音叉が共鳴するのと同様に、同じ固有振動数を有する2つのLC共振コイルが電磁場（近接場）において共鳴することによって、一方のコイルから他方のコイルへ電磁場を介して電力が伝送される。

【0043】

具体的には、高周波電源310に一次コイル320を接続し、電磁誘導により一次コイル320と磁氣的に結合される一次自己共振コイル330へ高周波電力を給電する。一次自己共振コイル330は、コイル自身のインダクタンスと浮遊容量とによるLC共振器であり、一次自己共振コイル330と同じ共振周波数を有する二次自己共振コイル340と電磁場（近接場）を介して共鳴する。そうすると、一次自己共振コイル330から二次自己共振コイル340へ電磁場を介してエネルギー（電力）が移動する。二次自己共振コイル340へ移動したエネルギー（電力）は、電磁誘導により二次自己共振コイル340と磁氣的に結合される二次コイル350によって取出され、負荷360へ供給される。なお、共鳴法による送電は、一次自己共振コイル330と二次自己共振コイル340との共鳴強度を示すQ値がたとえば100よりも大きいときに実現される。

【0044】

また、本実施の形態に係る電力送受電システムにおいては、送電ユニットと受電ユニットとを電磁界によって共振（共振）させることで送電ユニットから受電ユニットに電力を送電しており、送電ユニットと受電ユニットとの間の結合係数（ ）は、たとえば、0.3以下程度であり、好ましくは、0.1以下である。当然のことながら、結合係数を0.1～0.3程度の範囲も採用することができる。結合係数は、このような値に限定されるものでなく、電力伝送が良好となる種々の値をとり得る。一般的に、電磁誘導を利用した電力伝送では、送電部と受電部と間の結合係数（ ）は1.0に近いものとなっている。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 5 】

なお、図 1 との対応関係については、二次自己共振コイル 3 4 0 および二次コイル 3 5 0 が図 1 の受電ユニット 1 1 0 に対応し、一次コイル 3 2 0 および一次自己共振コイル 3 3 0 が図 1 の送電ユニット 2 2 0 に対応する。

【 0 0 4 6 】

次に、図 3 および図 4 を用いて、固有周波数の差と電力伝送効率との関係とを解析したシミュレーション結果について説明する。図 3 は、電力伝送システムのシミュレーションモデルを示した図である。電力伝送システム 8 9 は、送電ユニット 9 0 と、受電ユニット 9 1 とを備え、送電ユニット 9 0 は、電磁誘導コイル 9 2 と、送電部 9 3 とを含む。送電部 9 3 は、共鳴コイル 9 4 と、共鳴コイル 9 4 に設けられたキャパシタ 9 5 とを含む。

10

【 0 0 4 7 】

受電ユニット 9 1 は、受電部 9 6 と、電磁誘導コイル 9 7 とを備える。受電部 9 6 は、共鳴コイル 9 9 とこの共鳴コイル 9 9 に接続されたキャパシタ 9 8 とを含む。

【 0 0 4 8 】

共鳴コイル 9 4 のインダクタンスをインダクタンス L_t とし、キャパシタ 9 5 のキャパシタンスをキャパシタンス C_1 とする。共鳴コイル 9 9 のインダクタンスをインダクタンス L_r とし、キャパシタ 9 8 のキャパシタンスをキャパシタンス C_2 とする。このように各パラメータを設定すると、送電部 9 3 の固有周波数 f_1 は、下記の式 (1) によって示され、受電部 9 6 の固有周波数 f_2 は、下記の式 (2) によって示される。

20

【 0 0 4 9 】

$$f_1 = 1 / \{ 2 (L_t \times C_1)^{1/2} \} \cdots (1)$$

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

図 4 は、送電部 9 3 および受電部 9 6 の固有周波数のズレと、電力伝送効率との関係を示した図である。図 4 においては、インダクタンス L_r およびキャパシタンス C_1 , C_2 を固定して、インダクタンス L_t のみを変化させた場合が示されている。

【 0 0 5 0 】

なお、このシミュレーションにおいては、共鳴コイル 9 4 および共鳴コイル 9 9 の相対的な位置関係は固定した状態であって、さらに、送電部 9 3 に供給される電流の周波数は一定である。

【 0 0 5 1 】

30

図 4 に示すグラフのうち、横軸は、固有周波数のズレ (%) を示し、縦軸は、一定周波数での伝送効率 (%) を示す。固有周波数のズレ (%) は、下記式 (3) によって示される。

【 0 0 5 2 】

$$(\text{固有周波数のズレ}) = \{ (f_1 - f_2) / f_2 \} \times 100 (\%) \cdots (3)$$

図 4 から明らかなように、固有周波数のズレ (%) が ± 0 % の場合には、電力伝送効率は、100 % 近くとなる。固有周波数のズレ (%) が ± 5 % の場合には、電力伝送効率は、40 % となる。固有周波数のズレ (%) が ± 10 % の場合には、電力伝送効率は、10 % となる。固有周波数のズレ (%) が ± 15 % の場合には、電力伝送効率は、5 % となる。すなわち、固有周波数のズレ (%) の絶対値 (固有周波数の差) が、受電部 9 6 の固有周波数の 10 % 以下の範囲となるように各送電部および受電部の固有周波数を設定することで電力伝送効率を高めることができることがわかる。さらに、固有周波数のズレ (%) の絶対値が受電部 9 6 の固有周波数の 5 % 以下となるように、各送電部および受電部の固有周波数を設定することで電力伝送効率をより高めることができることがわかる。なお、シミュレーションソフトとしては、電磁界解析ソフトウェア (JMAG (登録商標) : 株式会社 J SOL 製) を採用している。

40

【 0 0 5 3 】

ここで、図 1 の送電ユニット 2 2 0 中の共鳴コイルの周囲に形成される特定の周波数の磁界について説明する。「特定の周波数の磁界」は、典型的には、電力伝送効率と送電ユニット 2 2 0 中の共鳴コイルに供給される電流の周波数と関連性を有する。そこで、まず

50

、電力伝送効率と、送電ユニット 220 中の共鳴コイルに供給される電流の周波数との関係について説明する。送電ユニット 220 中の共鳴コイルから受電ユニット 110 中の共鳴コイルに電力を伝送するときの電力伝送効率は、送電ユニット 220 中の共鳴コイルおよび受電ユニット 110 中の共鳴コイルの間の距離などの様々な要因によって変化する。たとえば、送電ユニット 220 および受電ユニット 110 の固有周波数（共振周波数）を固有周波数 f_0 とし、送電ユニット 220 中の共鳴コイルに供給される電流の周波数を周波数 f_3 とし、受電ユニット 110 中の共鳴コイルおよび送電ユニット 220 中の共鳴コイルの間のエアギャップをエアギャップ AG とする。

【0054】

図 5 は、固有周波数 f_0 を固定した状態で、エアギャップ AG を変化させたときの電力伝送効率と、図 1 の送電ユニット 220 中の共鳴コイルに供給される電流の周波数 f_3 との関係を示すグラフである。

【0055】

図 5 に示すグラフにおいて、横軸は、送電ユニット 220 中の共鳴コイルに供給する電流の周波数 f_3 を示し、縦軸は、電力伝送効率（％）を示す。効率曲線 L1 は、エアギャップ AG が小さいときの電力伝送効率と、送電ユニット 220 中の共鳴コイルに供給する電流の周波数 f_3 との関係を模式的に示す。この効率曲線 L1 に示すように、エアギャップ AG が小さい場合には、電力伝送効率のピークは周波数 f_4 , f_5 ($f_4 < f_5$) において生じる。エアギャップ AG を大きくすると、電力伝送効率が高くなるときの 2 つのピークは、互いに近づくように変化する。そして、効率曲線 L2 に示すように、エアギャップ AG を所定距離よりも大きくすると、電力伝送効率のピークは 1 つとなり、送電ユニット 220 中の共鳴コイルに供給する電流の周波数が周波数 f_6 のときに電力伝送効率がピークとなる。エアギャップ AG を効率曲線 L2 の状態よりもさらに大きくすると、効率曲線 L3 に示すように電力伝送効率のピークが小さくなる。

【0056】

たとえば、電力伝送効率の向上を図るため手法として次のような第 1 の手法が考えられる。第 1 の手法としては、エアギャップ AG にあわせて、図 1 に示す送電ユニット 220 中の共鳴コイルに供給する電流の周波数を一定として、キャパシタのキャパシタンスを変化させることで、送電ユニット 220 と受電ユニット 110 との間での電力伝送効率の特性を変化させる手法が考えられる。具体的には、送電ユニット 220 中の共鳴コイルに供給される電流の周波数を一定とした状態で、電力伝送効率がピークとなるように、キャパシタのキャパシタンスを調整する。この手法では、エアギャップ AG の大きさに関係なく、送電ユニット 220 中の共鳴コイルおよび受電ユニット 110 中の共鳴コイルに流れる電流の周波数は一定である。なお、電力伝送効率の特性を変化させる手法としては、送電ユニット 220 と電源部 250 との間に設けられた整合器を利用する手法や、受電側のコンバータを利用する手法などを採用することもできる。

【0057】

また、第 2 の手法としては、エアギャップ AG の大きさに基づいて、送電ユニット 220 中の共鳴コイルに供給する電流の周波数を調整する手法である。たとえば、図 5 において、電力伝送特性が効率曲線 L1 となる場合には、送電ユニット 220 中の共鳴コイルには周波数が周波数 f_4 または周波数 f_5 の電流を送電ユニット 220 中の共鳴コイルに供給する。そして、周波数特性が効率曲線 L2 , L3 となる場合には、周波数が周波数 f_6 の電流を送電ユニット 220 中の共鳴コイルに供給する。この場合では、エアギャップ AG の大きさに合わせて送電ユニット 220 中の共鳴コイルおよび受電ユニット 110 中の共鳴コイルに流れる電流の周波数を変化させることになる。

【0058】

第 1 の手法では、送電ユニット 220 中の共鳴コイルを流れる電流の周波数は、固定された一定の周波数となり、第 2 の手法では、送電ユニット 220 中の共鳴コイルを流れる周波数は、エアギャップ AG によって適宜変化する周波数となる。第 1 の手法や第 2 の手法などによって、電力伝送効率が高くなるように設定された特定の周波数の電流が送電ユ

10

20

30

40

50

ユニット 220 中の共鳴コイルに供給される。送電ユニット 220 中の共鳴コイルに特定の周波数の電流が流れることで、送電ユニット 220 中の共鳴コイルの周囲には、特定の周波数で振動する磁界（電磁界）が形成される。受電ユニット 110 は、受電ユニット 110 と送電ユニット 220 の間に形成され、かつ特定の周波数で振動する磁界を通じて送電ユニット 220 から電力を受電している。したがって、「特定の周波数で振動する磁界」とは、必ずしも固定された周波数の磁界とは限らない。なお、上記の例では、エアギャップ AG に着目して、送電ユニット 220 中の共鳴コイルに供給する電流の周波数を設定するようにしているが、電力伝送効率は、送電ユニット 220 中の共鳴コイルおよび受電ユニット 110 中の共鳴コイルの水平方向のずれ等のように他の要因によっても変化するものであり、当該他の要因に基づいて、送電ユニット 220 中の共鳴コイルに供給する電流の周波数を調整する場合がある。

10

【0059】

本実施の形態に係る電力伝送システムにおいては、電磁界の「静電磁界」が支配的な近接場（エバネッセント場）を利用することで、送電および受電効率の向上が図られている。図 6 は、電流源または磁流源からの距離と電磁界の強度との関係を示した図である。図 6 を参照して、電磁界は 3 つの成分から成る。曲線 k1 は、波源からの距離に反比例した成分であり、「輻射電磁界」と称される。曲線 k2 は、波源からの距離の 2 乗に反比例した成分であり、「誘導電磁界」と称される。また、曲線 k3 は、波源からの距離の 3 乗に反比例した成分であり、「静電磁界」と称される。なお、電磁界の波長を「 λ 」とすると、「輻射電磁界」と「誘導電磁界」と「静電磁界」との強さが略等しくなる距離は、 $\lambda/2$ と表すことができる。

20

【0060】

「静電磁界」は、波源からの距離とともに急激に電磁波の強度が減少する領域であり、本実施の形態に係る電力伝送システムでは、この「静電磁界」が支配的な近接場（エバネッセント場）を利用してエネルギー（電力）の伝送が行なわれる。すなわち、「静電磁界」が支配的な近接場において、近接する固有周波数を有する送電ユニット 220 および受電ユニット 110（たとえば一對の LC 共振コイル）を共鳴させることにより、送電ユニット 220 から他方の受電ユニット 110 へエネルギー（電力）を伝送する。この「静電磁界」は遠方にエネルギーを伝播しないので、遠方までエネルギーを伝播する「輻射電磁界」によってエネルギー（電力）を伝送する電磁波に比べて、共鳴法は、より少ないエネルギー損失で送電することができる。

30

【0061】

このように、この電力伝送システムにおいては、送電部と受電部とを電磁界によって共振（共鳴）させることで送電部と受電部との間で非接触で電力が送電される。このような受電部と送電部との間に形成される電磁場は、たとえば、近接場共振（共鳴）結合場という場合がある。そして、送電部と受電部との間の結合係数は、たとえば、0.3 以下程度であり、好ましくは、0.1 以下である。当然のことながら、結合係数を 0.1 ~ 0.3 程度の範囲も採用することができる。結合係数は、このような値に限定されるものでなく、電力伝送が良好となる種々の値をとり得る。

【0062】

40

図 7 は、図 1 に示した非接触送受電システム 10 の詳細な構成を示す回路図である。図 7 を参照して、車両 100 は、受電ユニット 110 および通信部 160 に加えて、整流器 180 と、充電リレー（CHR）170 と、蓄電装置 190 と、システムメインリレー（SMR）115 と、パワーコントロールユニット PCU（Power Control Unit）120 と、モータジェネレータ 130 と、動力伝達ギヤ 140 と、駆動輪 150 と、制御装置である車両 ECU（Electronic Control Unit）300 と、電流センサ 171 と、電圧センサ 172 とを含む。受電ユニット 110 は、コイル 111（以下二次自己共振コイル 111 といい、「共鳴コイル」などと適宜の呼び方をしてもよい）と、コンデンサ 112 と、二次コイル 113 とを含む。

【0063】

50

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

【0064】

二次自己共振コイル 111 は、送電装置 200 に含まれる一次自己共振コイル 221 から、電磁場を用いて電磁共鳴により受電する。

【0065】

この二次自己共振コイル 111 については、送電装置 200 の一次自己共振コイル 221 との距離や、一次自己共振コイル 221 および二次自己共振コイル 111 の共鳴周波数等に基づいて、一次自己共振コイル 221 と二次自己共振コイル 111 との共鳴強度を示す Q 値が大きくなり（たとえば、 $Q > 100$ ）、その結合度を示す結合係数（ ）等が小さく（たとえば 0.3 以下、好ましくは 0.1 以下）となるようにその巻数やコイル間距離が適宜設定される。

10

【0066】

コンデンサ 112 は、二次自己共振コイル 111 の両端に接続され、二次自己共振コイル 111 とともに LC 共振回路を形成する。コンデンサ 112 の容量は、二次自己共振コイル 111 の有するインダクタンスに応じて、所定の共鳴周波数となるように適宜設定される。なお、二次自己共振コイル 111 自身の有する浮遊容量で所望の共振周波数が得られる場合には、コンデンサ 112 が省略される場合がある。

20

【0067】

二次コイル 113 は、二次自己共振コイル 111 と同軸上に設けられ、電磁誘導により二次自己共振コイル 111 と磁氣的に結合可能である。この二次コイル 113 は、二次自己共振コイル 111 により受電された電力を電磁誘導により取出して整流器 180 へ出力する。

【0068】

整流器 180 は、二次コイル 113 から受ける交流電力を整流し、その整流された直流電力を、CHR170 を介して蓄電装置 190 に出力する。整流器 180 としては、たとえば、ダイオードブリッジおよび平滑用のコンデンサ（いずれも図示せず）を含む構成とすることができる。整流器 180 として、スイッチング制御を用いて整流を行なう、いわゆるスイッチングレギュレータを用いることも可能である。整流器 180 が受電ユニット 110 に含まれる場合もある。発生する電磁場に伴うスイッチング素子の誤動作等を防止するために、整流器 180 を、ダイオードブリッジのような静止型の整流器とすることがより好ましい。

30

【0069】

なお、本実施の形態においては、整流器 180 により整流された直流電力が蓄電装置 190 へ直接出力される構成としている。整流後の直流電圧が、蓄電装置 190 が許容できる充電電圧と異なる場合には、整流器 180 と蓄電装置 190 との間に、電圧変換するための DC/DC コンバータ（図示せず）が設けられてもよい。

【0070】

整流器 180 の出力部分には、直列に接続された位置検出用の負荷抵抗 173 とリレー 174 とが接続されている。本格的な充電が開始される前に、送電装置 200 から車両 100 へはテスト用信号として微弱な電力が送電される。このとき、リレー 174 は車両 ECU300 からの制御信号 SE3 によって制御され、導通状態とされる。

40

【0071】

電圧センサ 172 は、整流器 180 と蓄電装置 190 とを結ぶ電力線対間に設けられる。電圧センサ 172 は、整流器 180 の二次側の直流電圧、すなわち送電装置 200 から受電した受電電圧を検出し、その検出値 VC を車両 ECU300 に出力する。車両 ECU300 は、電圧 VC によって受電効率を判断し、通信部 160 を経由して送電装置に受電効率に関する情報を送信する。

50

【 0 0 7 2 】

電流センサ 1 7 1 は、整流器 1 8 0 と蓄電装置 1 9 0 とを結ぶ電力線に設けられる。電流センサ 1 7 1 は、蓄電装置 1 9 0 への充電電流を検出し、その検出値 I_C を車両 ECU 3 0 0 へ出力する。

【 0 0 7 3 】

CHR 1 7 0 は、整流器 1 8 0 と蓄電装置 1 9 0 とに電氣的に接続される。CHR 1 7 0 は、車両 ECU 3 0 0 からの制御信号 SE 2 により制御され、整流器 1 8 0 から蓄電装置 1 9 0 への電力の供給と遮断とを切換える。

【 0 0 7 4 】

蓄電装置 1 9 0 は、充放電可能に構成された電力貯蔵要素である。蓄電装置 1 9 0 は、たとえば、リチウムイオン電池、ニッケル水素電池あるいは鉛蓄電池などの二次電池や、電気二重層キャパシタなどの蓄電素子を含んで構成される。

10

【 0 0 7 5 】

蓄電装置 1 9 0 は、CHR 1 7 0 を介して整流器 1 8 0 と接続される。蓄電装置 1 9 0 は、受電ユニット 1 1 0 で受電され整流器 1 8 0 で整流された電力を蓄電する。また、蓄電装置 1 9 0 は、SMR 1 1 5 を介して PCU 1 2 0 とも接続される。蓄電装置 1 9 0 は、車両駆動力を発生させるための電力を PCU 1 2 0 へ供給する。さらに、蓄電装置 1 9 0 は、モータジェネレータ 1 3 0 で発電された電力を蓄電する。蓄電装置 1 9 0 の出力はたとえば 2 0 0 V 程度である。

【 0 0 7 6 】

20

蓄電装置 1 9 0 には、いずれも図示しないが、蓄電装置 1 9 0 の電圧 V_B および入出力される電流 I_B を検出するための電圧センサおよび電流センサが設けられる。これらの検出値は、車両 ECU 3 0 0 へ出力される。車両 ECU 3 0 0 は、この電圧 V_B および電流 I_B に基づいて、蓄電装置 1 9 0 の充電状態 (「SOC (State Of Charge)」とも称される。) を演算する。

【 0 0 7 7 】

SMR 1 1 5 は、蓄電装置 1 9 0 と PCU 1 2 0 とを結ぶ電力線に介挿される。そして、SMR 1 1 5 は、車両 ECU 3 0 0 からの制御信号 SE 1 によって制御され、蓄電装置 1 9 0 と PCU 1 2 0 との間での電力の供給と遮断とを切換える。

【 0 0 7 8 】

30

PCU 1 2 0 は、いずれも図示しないが、コンバータやインバータを含む。コンバータは、車両 ECU 3 0 0 からの制御信号 PWC により制御されて蓄電装置 1 9 0 からの電圧を変換する。インバータは、車両 ECU 3 0 0 からの制御信号 PWI により制御されて、コンバータで変換された電力を用いてモータジェネレータ 1 3 0 を駆動する。

【 0 0 7 9 】

モータジェネレータ 1 3 0 は交流回転電機であり、たとえば、永久磁石が埋設されたロータを備える永久磁石型同期電動機である。

【 0 0 8 0 】

モータジェネレータ 1 3 0 の出力トルクは、動力伝達ギヤ 1 4 0 を介して駆動輪 1 5 0 に伝達されて、車両 1 0 0 を走行させる。モータジェネレータ 1 3 0 は、車両 1 0 0 の回生制動動作時には、駆動輪 1 5 0 の回転力によって発電することができる。そして、その発電電力は、PCU 1 2 0 によって蓄電装置 1 9 0 の充電電力に変換される。

40

【 0 0 8 1 】

また、モータジェネレータ 1 3 0 の他にエンジン (図示せず) が搭載されたハイブリッド自動車では、このエンジンおよびモータジェネレータ 1 3 0 を協調的に動作させることによって、必要な車両駆動力が発生される。この場合、エンジンの回転による発電電力を用いて、蓄電装置 1 9 0 を充電することも可能である。

【 0 0 8 2 】

通信部 1 6 0 は、上述のように、車両 1 0 0 と送電装置 2 0 0 との間で無線通信を行なうための通信インターフェースである。通信部 1 6 0 は、車両 ECU 3 0 0 からの、蓄電

50

装置 190 についての SOC を含む バッテリ 情報 INFO を 送電装置 200 へ出力する。また、通信部 160 は、送電装置 200 からの送電の開始および停止を指示する信号 STRT, STP を送電装置 200 へ出力する。

【0083】

車両 ECU300 は、いずれも図 7 には図示しないが CPU (Central Processing Unit)、記憶装置および入出力バッファを含み、各センサ等からの信号の入力や各機器への制御信号の出力を行なうとともに、車両 100 および各機器の制御を行なう。なお、これらの制御については、ソフトウェアによる処理に限られず、専用のハードウェア (電子回路) で処理することも可能である。

【0084】

車両 ECU300 は、ユーザの操作などによる充電開始信号 TRG を受けると、所定の条件が成立したことに基づいて、送電の開始を指示する信号 STRT を、通信部 160 を介して送電装置 200 へ出力する。また、車両 ECU300 は、蓄電装置 190 が満充電になったこと、またはユーザによる操作などに基づいて、送電の停止を指示する信号 STP を、通信部 160 を介して送電装置 200 へ出力する。

【0085】

アンテナ 102 および受信機 104 は、放送電波を受信する。放送の種類は特に限定されず、ラジオ放送、テレビジョン放送を含み得る。受信機 104 は、無線信号を利用する無線機器の 1 つである。1 つの実施形態において、受信機 104 は、アンテナ 102 を介してラジオ放送電波を受信する。ラジオ放送は AM (Amplification Modulation) 放送、FM (Frequency Modulation) 放送のいずれでもよい。受信機 104 は、ユーザによって操作される。

【0086】

図示しないが、受信機 104 はチューナを含む。ユーザがチューナに対して放送局を指定すると、チューナは、その放送局に対応する周波数を有する信号を、アンテナ 102 からの信号から選択する。さらにチューナは、その選択された信号を復調する。チューナの受信周波数をユーザが直接的に設定することも可能である。

【0087】

送電装置 200 は、充電スタンド 210 と、送電ユニット 220 とを含む。充電スタンド 210 は、通信部 230 に加えて、制御装置である送電 ECU240 と、電源部 250 と、表示部 242 と、料金受領部 246 と、アンテナ 262 と、受信機 264 とをさらに含む。また、送電ユニット 220 は、コイル 221 (以下一次自己共振コイル 221 といい、「共鳴コイル」などと適宜の呼び方をしてもよい) と、コンデンサ 222 と、一次コイル 223 とを含む。

【0088】

電源部 250 は、送電 ECU240 からの制御信号 MOD によって制御され、商用電源などの交流電源から受ける電力を高周波の電力に変換する。そして、電源部 250 は、その変換した高周波電力を一次コイル 223 へ供給する。電源部 250 は、送電 ECU240 からの制御信号 MOD に応じて、動作周波数を変更する。これにより電源部 250 から出力される高周波電力の周波数を変更される。

【0089】

なお、図 7 には、インピーダンス変換を行なう整合器が記載されていない。電源部 250 と送電ユニット 220 の間または受電ユニット 110 と整流器 180 の間に整合器を設ける構成としても良い。

【0090】

一次自己共振コイル 221 は、車両 100 の受電ユニット 110 に含まれる二次自己共振コイル 111 へ、電磁共鳴により電力を転送する。

【0091】

一次自己共振コイル 221 については、車両 100 の二次自己共振コイル 111 との距離や、一次自己共振コイル 221 および二次自己共振コイル 111 の共鳴周波数等に基づ

10

20

30

40

50

いて、一次自己共振コイル 2 2 1 と二次自己共振コイル 1 1 1 との共鳴強度を示す Q 値が大きくなり（たとえば、 $Q > 100$ ）、その結合度を示す結合係数 等が小さくなるようにその巻数やコイル間距離が適宜設定される。結合係数 は、たとえば、0.3 以下程度であり、好ましくは、0.1 以下である。当然のことながら、結合係数 を 0.1 ~ 0.3 程度の範囲も採用することができる。結合係数 は、このような値に限定されるものでなく、電力伝送が良好となる種々の値をとり得る。

【0092】

コンデンサ 2 2 2 は、一次自己共振コイル 2 2 1 の両端に接続され、一次自己共振コイル 2 2 1 とともに LC 共振回路を形成する。コンデンサ 2 2 2 の容量は、一次自己共振コイル 2 2 1 の有するインダクタンスに応じて、所定の共鳴周波数となるように適宜設定される。なお、一次自己共振コイル 2 2 1 自身の有する浮遊容量で所望の共振周波数が得られる場合には、コンデンサ 2 2 2 が省略される場合がある。

10

【0093】

一次コイル 2 2 3 は、一次自己共振コイル 2 2 1 と同軸上に設けられ、電磁誘導により一次自己共振コイル 2 2 1 と磁氣的に結合可能である。一次コイル 2 2 3 は、整合器 2 6 0 を介して供給された高周波電力を、電磁誘導によって一次自己共振コイル 2 2 1 に伝達する。

【0094】

通信部 2 3 0 は、上述のように、送電装置 2 0 0 と車両 1 0 0 との間で無線通信を行なうための通信インターフェースである。通信部 2 3 0 は、車両 1 0 0 側の通信部 1 6 0 から送信されるバッテリー情報 INFO、および、送電の開始および停止を指示する信号 START, STOP を受信し、これらの情報を送電 ECU 2 4 0 へ出力する。

20

【0095】

料金受領部 2 4 6 には充電に先立って、現金、プリペイドカード、クレジットカードなどが挿入される。送電 ECU 2 4 0 は電源部 2 5 0 に微弱電力によるテスト信号を送信させる。ここで、「微弱電力」とは、認証後にバッテリーを充電する充電電力よりも小さい電力、あるいは、位置合わせの際に送電する電力であって、間欠的に送電する電力も含んでも良い。

【0096】

アンテナ 2 6 2 および受信機 2 6 4 は、アンテナ 1 0 2 および受信機 1 0 4 のそれぞれと同様の機能を有する。受信機 2 6 4 は、ラジオ放送の周波数帯域として予め決められた周波数帯域内で受信周波数をスキャンする。すなわち受信機 2 6 4 は、周波数探索処理を実行する。受信機 2 6 4 は、受信周波数を連続的あるいは離散的に走査して、その受信周波数に対応する信号を出力する。送電 ECU 2 4 0 は、受信機 2 6 4 からの信号の強度（受信強度）を検出する。これにより、送電 ECU 2 4 0 は、送電装置 2 0 0 の設置場所において受信可能な放送電波の周波数に関する情報を取得する。本実施の形態では、送電装置 2 0 0 の設置場所において受信可能な放送電波の周波数に関する情報を「周波数情報」と呼ぶ。

30

【0097】

車両 ECU 3 0 0 はテスト信号を受信するために、リレー 1 7 4 をオン状態とし、CH R 1 7 0 をオフ状態とするように制御信号 SE2, SE3 を送信する。そして電圧 VC に基づいて受電効率および充電効率を算出する。車両 ECU 3 0 0 は、算出した充電効率または受電効率を通信部 1 6 0 によって送電装置 2 0 0 に送信する。

40

【0098】

送電装置 2 0 0 の表示部 2 4 2 は、充電効率やそれに対応する充電電力単価をユーザに対して表示する。表示部 2 4 2 は、たとえばタッチパネルのように入力部としての機能も有しており、充電電力単価をユーザが承認するか否かの入力を受け付けることができる。

【0099】

送電 ECU 2 4 0 は、充電電力単価が承認された場合には電源部 2 5 0 に本格的な充電

50

を開始させる。充電が完了すると料金受領部 246 において料金が精算される。

【0100】

送電 ECU 240 は、いずれも図 7 には図示しないが CPU、記憶装置および入出力バッファを含み、各センサ等からの信号の入力や各機器への制御信号の出力を行なうとともに、充電スタンド 210 における各機器の制御を行なう。なお、これらの制御については、ソフトウェアによる処理に限られず、専用のハードウェア（電子回路）で処理することも可能である。

【0101】

なお、送電装置 200 から車両 100 への電力伝送については、図 3、図 4 で説明した送電ユニット 90 および受電ユニット 91 についての関係が成立する。図 7 の電力伝送システムにおいては、送電ユニット 220 の固有周波数と、受電ユニット 110 の固有周波数との差は、送電ユニット 220 の固有周波数または受電ユニット 110 の固有周波数の $\pm 10\%$ 以下である。このような範囲に送電ユニット 220 および受電ユニット 110 の固有周波数を設定することで電力伝送効率を高めることができる。一方、上記の固有周波数の差が $\pm 10\%$ よりも大きくなると、電力伝送効率が 10% よりも小さくなり、電力伝送時間が長くなるなどの弊害が生じる。

10

【0102】

車両 100 は、さらに、送電装置 200 と通信を行ない、送電ユニット 220 が車両 100 の受電ユニット 110 に適合するか否かの判断結果を表示する表示部 142 を含む。

【0103】

20

送電 ECU 240 は、周波数情報に基づいて、送電装置 200 の伝送周波数を設定する。具体的には、送電 ECU 240 は、伝送周波数および放送周波数のうちの一方の周波数が他方の周波数の整数倍と異なるように伝送周波数を設定する。

【0104】

「伝送周波数」とは、送電装置が電力を受電装置に伝送するときの送電装置の動作に関連付けられる周波数と定義される。この実施の形態では、「伝送周波数」は、電源部 250 の動作周波数に等しい。ただし、伝送周波数は、このように限定されるものではない。たとえば共鳴周波数を「伝送周波数」と定義できる場合もあり得る。

【0105】

電源部 250 の動作により、電源部 250 がノイズを発生しうる。ノイズとして高調波が考えられる。高調波は、基本波の周波数の整数倍の周波数を有する。伝送周波数がある放送周波数以下である場合には、高調波ノイズの周波数がその放送電波の周波数と一致する可能性がある。また、伝送周波数そのものが放送電波の周波数と一致する可能性も考えられる。

30

【0106】

送電 ECU 240 は、伝送周波数の整数倍の周波数が、放送電波の周波数と異なるように、伝送周波数を設定する。上述のように、伝送周波数の整数倍の周波数とは、高調波ノイズの周波数を含む。高調波ノイズの周波数が放送電波の周波数と異なるように伝送周波数を設定することにより、車両 100 の受信機 104 における放送電波の受信への影響を小さくすることができる。

40

【0107】

さらに他の実施の形態では、電源部 250 が低調波ノイズを発生する可能性を考慮して伝送周波数を設定することができる。低周波は、基本波の周波数の整数分の $1 (1/n)$ の周波数を有する。放送周波数が伝送周波数以下であり、かつ、電源部 250 が低調波ノイズを発生する場合には、低調波ノイズの周波数がある放送電波の周波数と一致する可能性がある。さらに伝送周波数そのものが放送電波の周波数と一致する可能性も考えられる。

【0108】

この場合には、送電 ECU 240 は、放送電波の整数倍の周波数が、伝送周波数と異なるように伝送周波数を設定する。たとえば伝送周波数の $1/n$ (n は 1 以上の整数) 倍の

50

周波数が放送周波数と異なるように、伝送周波数を設定する。この場合にも車両 100 の受信機 104 における放送電波の受信への影響を小さくすることができる。

【0109】

以下、伝送周波数が放送周波数以下であり、電源部 250 がノイズを発生しうる実施形態について説明する。

【0110】

図 8 は、送電ユニットおよび受電ユニットの変形例を示した図である。

図 8 に示すように、図 7 の電磁誘導コイル 113, 223 を介在させないようにしてもよい。図 8 の構成では、送電装置 200 には送電ユニット 220K が設けられ、車両 100 には受電ユニット 110K が設けられる。

10

【0111】

送電ユニット 220K は、電源部 250 に接続された自己共振コイル 221 と、自己共振コイル 221 と直列に電源部 250 に接続されたコンデンサ 222 とを含む。

【0112】

受電ユニット 110K は、整流器 180 に接続された自己共振コイル 121 と、自己共振コイル 121 と直列に整流器 180 に接続されたコンデンサ 112 とを含む。

【0113】

他の部分の構成については、図 8 の構成は図 7 で説明した構成と同じであるので説明は繰返さない。

【0114】

20

図 9 は、図 7 および図 8 に示した電源部 250 の構成の一例を示した図である。図 9 を参照して、電源部 250 は、発振回路 251 と、信号生成回路 252 と、スイッチング回路 253 とを含む。発振回路 251 の発振周波数は可変である。発振周波数は送電 ECU 240 により制御される。

【0115】

信号生成回路 252 は、発振回路 251 の発振周波数を基準として、スイッチング回路 253 の駆動のための信号を生成する。信号生成回路 252 により生成される信号の周波数は、発振回路 251 の発振周波数に依存する。

【0116】

スイッチング回路 253 は、信号生成回路 252 からの信号に応じて、スイッチング動作を行なう。スイッチング回路 253 は、電源 12 からの交流電力を、より高い周波数を有する電力へと変換する。たとえばスイッチング回路 253 は、D 級アンプを含む。

30

【0117】

この実施の形態では、送電装置 200 の伝送周波数は電源部 250 のスイッチング周波数に等しい。そのスイッチング周波数は発振回路 251 の発振周波数によって決定される。発振周波数を変更することによって、送電装置 200 の伝送周波数が変更される。

【0118】

発振回路 251 の発振周波数が固定されるとともに、電源部 250 の出力にインピーダンス整合回路が接続されてもよい。この構成によれば、送電 ECU 240 がインピーダンス整合回路のインピーダンスを調整することによって、送電装置 200 の伝送周波数を変更することができる。

40

【0119】

図 9 に示されるように、スイッチング回路 253 が動作することによって、高周波電力が生成される。一方で、電源部 250 からは高調波ノイズが発生する。

【0120】

図 10 は、高調波ノイズによる問題点を説明するための模式的な波形図である。図 10 を参照して、周波数 f_a は伝送周波数を示す。図 10 に示されるように、送電装置 200 からの電力の送出時には、スプリアスノイズが多く発生する可能性がある。この場合、スプリアスノイズは主として高調波ノイズである。

【0121】

50

周波数 f_b は、ある次数の高調波ノイズの周波数を示す。周波数 f_b は、ある特定のラジオ放送の周波数と一致する。この場合、ユーザが、車両 100 の受信機 104 によってそのラジオ放送を受信するときに、高調波ノイズが受信機 104 の動作に影響を与える可能性が高い。たとえば再生された音声にノイズが含まれる。

【0122】

第1の実施の形態によれば、送電 ECU 240 は受信機 264 を制御して、送電装置 200 が設置された場所において受信可能なラジオ放送電波の周波数を探索する。これにより送電 ECU 240 は周波数情報を取得する。そして送電 ECU 240 は、高調波ノイズの周波数が、ラジオ放送電波の周波数と異なるように、伝送周波数を設定する。すなわち、送電 ECU 240 は、伝送周波数の整数倍の周波数が放送電波の周波数と異なるように、伝送周波数を設定する。

10

【0123】

高調波ノイズの周波数がラジオ放送電波の周波数と異なることで、送電装置 200 による送電が受信機 104 の動作に与える影響を小さくすることができる。なお、ある放送局のラジオ放送が、ある周波数帯域を使用する場合、高調波ノイズの周波数がその使用周波数帯域から外れるように伝送周波数を設定することが、より好ましい。

【0124】

伝送周波数の整数倍の周波数は、制限なく算出可能である。伝送周波数の整数倍の周波数が放送電波の周波数と異なるかどうかの判断のため、この実施の形態では、たとえば、伝送周波数の倍数の上限値が予め定められる。この上限値は、たとえば実験において送電装置から発生する高調波ノイズのスペクトルを測定することで決定される。予め定められた基準レベルよりも大きな強度の高調波ノイズが、受信機の動作に影響しうるノイズとして特定される。その高調波ノイズの次数を特定することによって、伝送周波数の倍数の上限値を定めることができる。

20

【0125】

送電装置の設置場所では複数の放送局の各々のラジオ放送が受信可能であり得る。したがって、別の方法では、伝送周波数の倍数の周波数と、最も高い周波数を有する放送電波の、その放送周波数とが比較されてもよい。放送電波の最も高い周波数に最も近いノイズ周波数に基づいて、伝送周波数の倍数の上限値を定めることができる。

【0126】

図11は、本発明の第1の実施の形態に係る、伝送周波数の設定処理を示したフローチャートである。図11を参照して、送電装置 200 (電源部 250) が起動されることにより、この処理が開始される。図11に示された処理は、主として送電 ECU 240 により実行される。

30

【0127】

ステップ S1 において、送電 ECU 240 は、周波数探索処理を実行する。具体的には、送電 ECU 240 は、受信機 264 を制御して、受信機 264 の受信周波数を変化させる。受信機 264 は、たとえばラジオ放送に割当てられた周波数帯域内で受信周波数を走査する。

【0128】

ステップ S2 において、送電 ECU 240 は、ラジオ放送周波数 f_d を取得する。送電 ECU 240 は、受信機 264 からの信号を受けて、送電装置 200 の設置場所におけるラジオ放送周波数についての周波数情報を取得する。周波数情報は、具体的には、周波数 f_d を示す情報である。

40

【0129】

なお、ステップ S2 において、中心周波数 f_d を含む周波数帯域を算出してもよい。その帯域幅は、たとえば予め定められる。

【0130】

ステップ S3 において、送電 ECU 240 は、変数 i を 1 に設定する。変数 i は、 n (n は 2 以上の整数) の候補周波数 $f_{t1} \sim f_{tn}$ の中から 1 つの周波数を選択するために

50

用いられる。送電 ECU240 は、予め規定された n 個の候補周波数 $f_{t1} \sim f_{tn}$ を準備する。周波数 $f_{t1} \sim f_{tn}$ を準備するタイミングは特に限定されない。たとえばステップ S3 において、周波数 $f_{t1} \sim f_{tn}$ が準備されてもよい。別の例では、送電 ECU240 は、図 11 に示された処理が開始されると同時に周波数 $f_{t1} \sim f_{tn}$ を準備する。

【0131】

ステップ S4 において、変数 i が n より大きいかが判定される。変数 i が n 以下の場合（ステップ S4 において NO）、処理はステップ S5 に進む。

【0132】

ステップ S5 において、送電 ECU240 は、変数 i を用いて、予め規定された候補周波数 $f_{t1} \sim f_{tn}$ の中から周波数 f_{ti} を選択する。ステップ S6 において、送電 ECU240 は、その周波数 f_{ti} の整数倍の周波数がラジオ放送周波数 f_d に一致するか否かを判定する。周波数 f_{ti} の整数倍の周波数とは、高調波ノイズ周波数に対応する。

10

【0133】

周波数 f_{ti} の整数倍の周波数がラジオ放送周波数 f_d に一致する場合（ステップ S6 において YES）、処理はステップ S7 に進む。ステップ S7 において、送電 ECU240 は、変数 i に 1 を加える（ $i = i + 1$ ）。ステップ S7 の後、処理はステップ S4 に戻される。

【0134】

周波数 f_{ti} の整数倍の周波数がラジオ放送周波数 f_d に一致しない場合（ステップ S6 において NO）、処理はステップ S8 に進む。ステップ S8 において、送電 ECU240 は、ステップ S5 において選択された周波数 f_{ti} を伝送周波数 f_t として設定する。ステップ S8 の処理の後、ステップ S7 の処理が実行される。ステップ S7 の後、処理はステップ S4 に戻される。

20

【0135】

ステップ S4 において、変数 i が n よりも大きい場合（ステップ S4 において YES）、処理はステップ S9 に進む。ステップ S9 において、送電 ECU240 は、ステップ S8 で設定された周波数 f_t の個数が複数であるかどうかを判定する。 f_t の個数が 1 つである場合には、処理はステップ S10 に進む。ステップ S10 において、送電 ECU240 は、その周波数 f_t を伝送周波数 f_t に決定する。

30

【0136】

f_t の個数が複数である場合には、処理はステップ S10A に進む。ステップ S10A において、送電 ECU240 は、各周波数 f_t に対応する伝送効率を比較する。送電 ECU240 は、複数の周波数 f_t の中から、伝送効率が最も高くなる周波数を選択する。ステップ S10 において、送電 ECU240 は、その選択された周波数を伝送周波数 f_t に決定する。ステップ S10 の処理が終了すると全体の処理が終了する。

【0137】

図 12 は、図 11 に示された処理を説明するための模式図である。図 11 および図 12 を参照して、周波数探索処理により、周波数 f_A, f_B, f_C, f_D の各々がラジオ放送周波数 f_d として取得される（ステップ S1, S2）。周波数 f_{t1}, f_{t2}, f_{t3} は、伝送周波数として利用可能な周波数帯の中から選択された周波数である。周波数 $f_{t1} \sim f_{t3}$ は、予め規定された候補周波数である。なお、周波数 f_{t1}, f_{t2}, f_{t3} を選択するための条件は特に制限されるものではない。この場合、 $n = 3$ である。

40

【0138】

次に、変数 i が 1 に設定される（ステップ S3）。 $i < n (= 3)$ である（ステップ S4 において NO）。ステップ S5 において、周波数 f_{t1} が選択される。

【0139】

ステップ S6 において、周波数 f_{t1} の整数倍の周波数が周波数 f_A, f_B, f_C, f_D のいずれかに一致するかが判定される。図 12 に示されるように、周波数 f_{t1} の整数倍の周波数（すなわち高調波ノイズ周波数）として周波数 $f_1 \sim f_7$ が算出される

50

。まず、ノイズ周波数 f_1 が周波数 f_A , f_B , f_C , f_D のいずれかに一致するかどうか判定される。ノイズ周波数 f_1 は、周波数 f_A , f_B , f_C , f_D のいずれにも一致しない。次にノイズ周波数 f_2 が周波数 f_A , f_B , f_C , f_D のいずれかに一致するかどうか判定される。同じく、ノイズ周波数 f_2 は、周波数 f_A , f_B , f_C , f_D のいずれにも一致しない。

【0140】

上記の処理が、周波数 $f_3 \sim f_7$ の各々に対しても実行される。すなわち、ノイズ周波数 $f_1 \sim f_7$ の中に、周波数 f_A , f_B , f_C , f_D のうちの1つと一致する周波数は存在しない。したがって、ステップS8において、周波数 f_{t1} が伝送周波数 f_t として設定される。

10

【0141】

次に、変数 i が2に設定される(ステップS7)。この場合、 $i < n (= 3)$ である(ステップS4においてNO)。したがって、ステップS5において、周波数 f_{t2} が選択される。

【0142】

ステップS6において、周波数 f_{t2} の整数倍の周波数が周波数 f_A , f_B , f_C , f_D のいずれかに一致するかどうか判定される。なお、図12では、周波数 f_{ti} の変化に伴う高調波ノイズ周波数の変化を分かりやすく示すために、高調波ノイズ周波数を、いずれの候補周波数 f_{ti} に対しても共通に $f_1 \sim f_7$ と示す。

【0143】

候補周波数が f_{t2} の場合、ノイズ周波数 f_5 が周波数 f_B に一致する(ステップS5においてYES)。この場合、処理はステップS7に進み、変数 i が3に設定される。すなわち、周波数 f_{t2} は、伝送周波数として設定されない。

20

【0144】

周波数 f_{t3} についての処理は、周波数 f_{t1} についての処理と同様であるので以後の説明は繰り返さない。ノイズ周波数 $f_1 \sim f_7$ の中に、周波数 f_A , f_B , f_C , f_D のうちの1つと一致する周波数は存在しない。これにより、周波数 f_{t3} が伝送周波数 f_t の候補に設定される(ステップS8)。

【0145】

次に変数 i が4に設定される(ステップS7)。 $i > n (= 3)$ であると判定される(ステップS4においてYES)。伝送周波数として設定された候補周波数(f_{t1} , f_{t3})の数は2である。すなわち周波数 f_t の数は複数である(ステップS9)。したがって、伝送周波数が f_{t1} の場合の伝送効率と、伝送周波数が f_{t3} の場合の伝送効率とが比較される。

30

【0146】

たとえば、図5に示された電力伝送効率とエアギャップAGとの関係を利用して伝送周波数を設定することができる。たとえばエアギャップAGが測定される。送電ECU240は、図5に示された関係を利用して、測定されたエアギャップ、またはそれに近いエアギャップと関連付けられた、電力伝送効率と周波数との関係を導出する。その導出された関係を参照することにより、送電ECU240は、複数の候補の中から、伝送効率が最も高い周波数を伝送周波数として選択する。たとえば伝送周波数が f_{t1} の場合の伝送効率が、伝送周波数が f_{t3} の場合の伝送効率よりも高い。この場合には、周波数 f_{t1} が伝送周波数に決定される(ステップS10)。

40

【0147】

第1の実施の形態によれば、送電装置は、送電装置の設置場所において受信可能なラジオ放送の周波数を探索する。そして送電装置は、伝送周波数の整数倍の周波数(ノイズ周波数)がラジオ放送の周波数と重ならないように伝送周波数を設定する。これにより、受電装置の近くにある受信機の影響を小さくすることができる。したがって、送電装置200からの電力の送出時に、周囲の放送受信機(受信機104)での放送の受信における影響を小さくすることができる。

50

【 0 1 4 8 】

受信可能なラジオ放送周波数は、送電装置が設置される場所に依存する。送電装置の設置場所に依存することなく、ノイズ周波数がラジオ放送周波数と異なるように伝送周波数を設定することは難しい。第 1 の実施の形態によれば、送電装置の設置後に伝送周波数を設定することができる。したがって、ノイズ周波数がラジオ放送周波数と異なるように伝送周波数を設定することができる。

【 0 1 4 9 】

[実施の形態 2]

図 1 3 は、本発明の第 2 の実施の形態に係る非接触送受電システムの一構成例を示す全体ブロック図である。図 1 4 は、図 1 3 に示した非接触送受電システム 1 0 A の詳細な構成を示す回路図である。図 1 3 および図 1 4 を参照して、非接触送受電システム 1 0 A は、送電装置 2 0 0 A と車両 1 0 0 とを備える。送電装置 2 0 0 A は、アンテナ 2 6 2 と、受信機 2 6 4 とが省略されている点において、送電装置 2 0 0 (図 1 および図 7 参照) と異なる。非接触送受電システム 1 0 A の他の部分の構成は非接触送受電システム 1 0 の対応する部分の構成と同様であるので以後の説明は繰り返さない。

10

【 0 1 5 0 】

第 2 の実施の形態では、車両 E C U 3 0 0 が、ラジオ放送の周波数を探索する。具体的には、車両 E C U 3 0 0 は、受信機 1 0 4 の受信周波数を走査しながら、受信機 1 0 4 からの信号を受ける。車両 E C U 3 0 0 は、受信機 1 0 4 からの信号の強度に基づいて、受信されたラジオ放送に対応付けられる放送周波数の情報を取得する。

20

【 0 1 5 1 】

図 1 5 は、本発明の第 2 の実施の形態に係る、車両 1 0 0 による周波数情報を取得する処理を説明するためのフローチャートである。この処理は、送電装置 2 0 0 A から車両 1 0 0 への電力の伝送が開始される前に実行される。たとえば、送電装置 2 0 0 A から車両 1 0 0 への電力の伝送が開始される前に、送電装置 2 0 0 A と車両 1 0 0 との間の通信が確立される。このときに図 1 5 に示される処理が実行される。図 1 5 に示される処理が実行されるときには、車両 1 0 0 は移動中でもよく (たとえば車両 1 0 0 が送電装置 2 0 0 A に近づく) 、車両 1 0 0 は停車していてもよい。上記のタイミングにおいて周波数探索処理が実行されることにより、車両 1 0 0 において受信可能なラジオ放送は、送電装置 2 0 0 A の位置において受信可能なラジオ放送に対応する。

30

【 0 1 5 2 】

図 1 4 および図 1 5 を参照して、ステップ S 1 1 において、車両 E C U 3 0 0 は、周波数探索処理を実行する。具体的には、車両 E C U 3 0 0 は、受信機 1 0 4 を制御して、受信機 1 0 4 の受信周波数を変化させる。受信機 1 0 4 は、たとえばラジオ放送に割当てられた周波数帯域内で受信周波数を走査する。

【 0 1 5 3 】

ステップ S 1 2 において、車両 E C U 3 0 0 は、ラジオ放送周波数 f_d を取得する。ステップ S 1 2 の処理は、図 1 1 に示されたステップ S 2 の処理と同様であるので以後の説明は繰り返さない。

【 0 1 5 4 】

ステップ S 1 3 において、車両 E C U 3 0 0 は、周波数 f_d の情報 (周波数情報) を送電装置 2 0 0 A に送信する。具体的には、車両 E C U 3 0 0 は、周波数 f_d の情報を通信部 1 6 0 に出力する。通信部 1 6 0 は、その情報を、無線信号により送電装置 2 0 0 A へ送信する。

40

【 0 1 5 5 】

ステップ S 1 1 , 1 2 の処理は、受信機 1 0 4 のオートチューニング機能を利用して実行されてもよい。たとえば受信機 1 0 4 は予め記憶された受信周波数に同調する。その受信周波数を有する放送信号の強度が基準値を下回る場合に、図 1 5 の処理が実行される。この場合、送電装置 2 0 0 A から車両 1 0 0 への電力の転送が開始されるときにステップ S 1 3 の処理が実行される。

50

【 0 1 5 6 】

図 1 6 は、本発明の第 2 の実施の形態に係る、伝送周波数の設定処理を示したフローチャートである。図 1 1 および図 1 6 を参照して、第 2 の実施形態では、ステップ S 1 , S 2 の処理に代えてステップ S 2 1 の処理が実行される。この点で、第 2 の実施の形態に係る伝送周波数の設定処理は、第 1 の実施の形態に係る伝送周波数の設定処理と異なる。

【 0 1 5 7 】

ステップ S 2 1 において、送電 E C U 2 4 0 は、ラジオ放送周波数 f_d の情報を車両 1 0 0 から受信する。具体的には、通信部 2 3 0 は、車両 1 0 0 から無線信号を受信することにより、車両 1 0 0 からの周波数情報を受信する。通信部 2 3 0 は、その周波数情報を送電 E C U 2 4 0 に送信する。送電 E C U 2 4 0 は、通信部 2 3 0 から周波数 f_d に関する周波数情報を取得する。ステップ S 2 1 よりも後のステップの処理は、図 1 1 に示された対応するステップの処理と同様であるので以後の説明は繰り返さない。なお、送電 E C U 2 4 0 は、たとえば図 1 6 の処理の開始時に、周波数 $f_{t1} \sim f_{tn}$ を、伝送周波数の候補として準備する。

10

【 0 1 5 8 】

第 2 の実施の形態によれば、第 1 の実施の形態と同様に、送電装置 2 0 0 A からの電力の送出時に、周囲の放送受信機（受信機 1 0 4 ）での放送の受信における影響を小さくすることができる。さらに第 2 の実施の形態によれば、第 1 の実施の形態に比べて送電装置の構成を簡素化することができる。

20

【 0 1 5 9 】

[実施の形態 3]

図 1 7 は、本発明の第 3 の実施の形態に係る非接触送受電システムの一構成例を示す全体ブロック図である。図 1 8 は、図 1 7 に示した非接触送受電システム 1 0 B の詳細な構成を示す回路図である。第 2 の実施の形態との比較により、第 3 の実施の形態に係る非接触送受電システムが以下に説明される。

【 0 1 6 0 】

図 1 7 および図 1 8 を参照して、非接触送受電システム 1 0 B は、送電装置 2 0 0 A と車両 1 0 0 A とを備える。車両 1 0 0 A は、GPS (Global Positioning System) 受信部 3 2 0 と、記憶部 3 3 0 とをさらに備える点において車両 1 0 0 と異なる。非接触送受電システム 1 0 B の他の部分の構成は非接触送受電システム 1 0 A の対応する部分の構成と同様であるので以後の説明は繰り返さない。

30

【 0 1 6 1 】

GPS 受信部 3 2 0 は、GPS 衛星 4 0 0 からの電波を受ける。一般に、位置の情報を得るために、GPS 受信部は複数の GPS 衛星からの電波を受信する。ただし図 1 7 および図 1 8 では、理解を容易にするために 1 つの衛星のみが示されている（以後に説明する図も同様）。GPS 受信部 3 2 0 は、受電装置を搭載した車両 1 0 0 A の位置に関する位置情報を取得する位置情報取得部を実現する。

【 0 1 6 2 】

車両 E C U 3 0 0 は、GPS 受信部 3 2 0 からの信号を受けて、車両 1 0 0 A の現在位置を把握する。記憶部 3 3 0 は、位置情報と周波数とが対応付けられたテーブルを予め記憶する。車両 E C U 3 0 0 は、現在位置の情報と、テーブルとを用いて、ラジオ放送の周波数の情報を取得する。

40

【 0 1 6 3 】

なお、図 1 8 に示された構成によれば、テーブルは記憶部 3 3 0 に予め格納される。しかしながら、車両 E C U 3 0 0 は、たとえば図示しない通信回線を通じてテーブルを取得してもよい。

【 0 1 6 4 】

図 1 9 は、本発明の第 3 の実施の形態において、周波数情報の取得に用いられるテーブルの一構成例を示した図である。図 1 9 を参照して、各地域とラジオ放送の放送局とが対応付けられてテーブルに登録される。さらに放送局と周波数とが対応付けられる。

50

【 0 1 6 5 】

図 2 0 は、本発明の第 3 の実施の形態に係る、車両 1 0 0 A が周波数情報を取得する処理を説明するためのフローチャートである。この処理は、たとえば送電装置 2 0 0 から車両 1 0 0 A への電力の伝送が開始される前に実行される。「電力の伝送が開始される前」を示すタイミングは、実施の形態 2 の場合でのタイミングと同様である。

【 0 1 6 6 】

図 1 8 および図 2 0 を参照して、ステップ S 3 1 において、車両 E C U 3 0 0 は、GPS 受信部 3 2 0 からの信号を受信することにより、車両 1 0 0 A の現在位置に関する位置情報を取得する。この処理は、公知の手法を利用して実行可能であるので詳細な説明は繰り返さない。

10

【 0 1 6 7 】

ステップ S 3 2 において、車両 E C U 3 0 0 は、ラジオ放送周波数 f_d を取得する。具体的には、車両 E C U 3 0 0 は、記憶部 3 3 0 からテーブル（図 1 9 を参照）を読み出す。車両 E C U 3 0 0 は、そのテーブルおよび、ステップ S 2 1 において取得された位置情報から、現在位置に対応する地域を決定する。車両 E C U 3 0 0 は、テーブルを参照して、その地域に対応する放送局を決定するとともに、その放送局の周波数（周波数 f_d ）についての情報を取得する。

【 0 1 6 8 】

ステップ S 3 3 において、車両 E C U 3 0 0 は、周波数 f_d の情報（周波数情報）を送電装置 2 0 0 に送信する。この処理は、図 1 5 に示されたステップ S 1 3 の処理と同様であるので以後の説明は繰り返さない。

20

【 0 1 6 9 】

送電装置 2 0 0 A は、図 1 6 に示されるフローチャートに従って、電力伝送周波数を設定する。

【 0 1 7 0 】

第 3 の実施の形態によれば、第 1 の実施の形態と同様に、送電装置 2 0 0 A からの電力の送出時に、周囲の放送受信機（受信機 1 0 4）での放送の受信における影響を小さくすることができる。また、第 2 の実施の形態と同じく、第 3 の実施の形態によれば、第 1 の実施の形態に比べて送電装置の構成を簡素化することができる。さらに、第 3 の実施の形態によれば、受信機によりラジオ放送の周波数を探索する処理が不要となる。したがって、送電装置から受電装置への送電の準備に要する時間を短くすることができる。

30

【 0 1 7 1 】

なお、車両 1 0 0 A において位置情報を取得するための方法は、上記の方法に限定されるものではない。たとえば車両 E C U 3 0 0 に、車両 3 0 0 の現在位置を特定するための情報が入力されてもよい。このような情報は、たとえば郵便番号、ZIP コード、電話番号、住所などを含み得る。図 1 9 に示されたテーブルを、そのような情報に基づいてラジオ放送周波数を特定できるように構成することができる。

【 0 1 7 2 】

〔 実施の形態 4 〕

図 2 1 は、本発明の第 4 の実施の形態に係る非接触送受電システムの一構成例を示す全体ブロック図である。図 2 2 は、図 2 1 に示した非接触送受電システム 1 0 C の詳細な構成を示す回路図である。

40

【 0 1 7 3 】

図 2 1 および図 2 2 を参照して、非接触送受電システム 1 0 C は、送電装置 2 0 0 B と車両 1 0 0 とを備える。車両 1 0 0 の構成は、第 1 の実施の形態に係る車両の構成と同じである。送電装置 2 0 0 B は、GPS 受信部 4 2 0 と、記憶部 2 4 8 とをさらに備える点において送電装置 2 0 0 A（図 1 8 を参照）と異なる。

【 0 1 7 4 】

GPS 受信部 4 2 0 と、記憶部 2 4 8 とは、図 1 8 に示した GPS 受信部 3 2 0 および記憶部 3 3 0 とそれぞれ同じ機能を有する。GPS 受信部 4 2 0 は、GPS 衛星 4 0 0 か

50

らの電波を受ける。送電 ECU 240 は、GPS 受信部 420 からの信号を受けて、送電装置 200B の現在位置を把握する。この実施の形態では、GPS 受信部 420 は、送電装置 200B の位置に関する位置情報を取得する位置情報取得部を実現する。

【0175】

記憶部 248 は、位置情報と周波数とが対応付けられたテーブルを予め記憶する。一実施形態では、このテーブルの構成は、図 19 に示された構成と同じである。送電 ECU 240 は、取得された位置情報と、テーブルとを用いて、ラジオ放送の周波数の情報を取得する。なお、第 3 の実施の形態と同様に、送電 ECU 240 は、図示しない通信回線を通じてテーブルを取得してもよい。

【0176】

図 23 は、本発明の第 4 の実施の形態に係る、伝送周波数の設定処理を示したフローチャートである。送電装置 200 (電源部 250) が起動されることにより、この処理が開始される。図 23 に示された処理は、主として送電 ECU 240 により実行される。

【0177】

図 11 および図 23 を参照して、第 4 の実施の形態によれば、ステップ S1, S2 の処理に代えて、ステップ S41, S42 の処理が実行される。ステップ S41 において、送電 ECU 240 は、GPS 受信部 420 からの信号を受信して、送電装置 200B の現在位置を示す位置情報を取得する。この処理は、ステップ S31 (図 20 参照) における車両 ECU 300 の処理と同様である。

【0178】

ステップ S42 において、送電 ECU 240 は、ラジオ放送周波数 f_d を取得する。具体的には、送電 ECU 240 は、記憶部 248 からテーブル (図 19 を参照) を読出す。送電 ECU 240 は、そのテーブルおよび、ステップ S41 において取得された位置情報から、現在位置に対応する地域を決定する。送電 ECU 240 は、テーブルを参照して、その地域に対応する放送局を決定するとともに、その放送局の周波数 (周波数 f_d) についての情報を取得する。なお、送電 ECU 240 は、たとえば図 23 の処理の開始時に、周波数 $f_{t1} \sim f_{tn}$ を、伝送周波数の候補として準備する。

【0179】

次にステップ S3 の処理が実行される。ステップ S3 およびそれ以後のステップの処理は、図 11 に示された処理と同様であるので以後の説明を繰り返さない。

【0180】

第 4 の実施の形態によれば、第 1 の実施の形態と同様に、送電装置 200B からの電力の送出時に、周囲の放送受信機 (受信機 104) での放送の受信における影響を小さくすることができる。

【0181】

なお、送電装置は基本的には移動しない。したがって、第 1 および第 4 の実施の形態において、送電装置が最初に送電する際にのみ、ラジオ放送周波数とノイズ周波数とが重ならないように伝送周波数を設定することができる。この構成の場合、送電装置は、その伝送周波数を記憶する。2 回目およびそれ以後の送電の際に、送電装置はその記憶された伝送周波数を用いて受電装置に電力を送ることができる。

【0182】

また、第 2、第 3 および第 4 の実施の形態において、図 8 に示された構成のように、電磁誘導コイル 113, 223 を省略することが可能である。

【0183】

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

【符号の説明】

【0184】

10

20

30

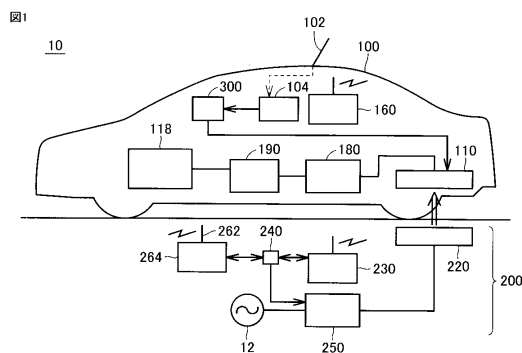
40

50

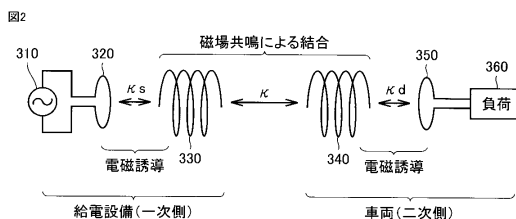
10, 10A~10C 非接触送受電システム、12 電源、89 電力伝送システム、90, 220, 220K 送電ユニット、91, 110, 110K 受電ユニット、92, 97, 113, 223 電磁誘導コイル、93 送電部、94, 99 共鳴コイル、95, 98 キャパシタ、96 受電部、100, 100A 車両、102, 262 アンテナ、104, 264 受信機、111 コイル、112, 222 コンデンサ、113, 350 二次コイル、118 動力生成装置、120 PCU、121, 221 自己共振コイル、130 モータジェネレータ、140 動力伝達ギヤ、142, 242 表示部、150 駆動輪、160, 230 通信部、171 電流センサ、172 電圧センサ、173 負荷抵抗、174 リレー、180 整流器、190 蓄電装置、200, 200A, 200B 送電装置、210 充電スタンド、223, 320 一次コイル、246 料金受領部、248, 330 記憶部、250 電源部、251 発振回路、252 信号生成回路、253 スイッチング回路、260 整合器、300 車両ECU、310 高周波電源、320, 420 GPS受信部、360 負荷、400 GPS衛星。

10

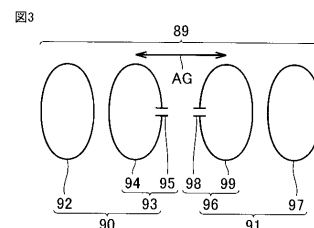
【図1】



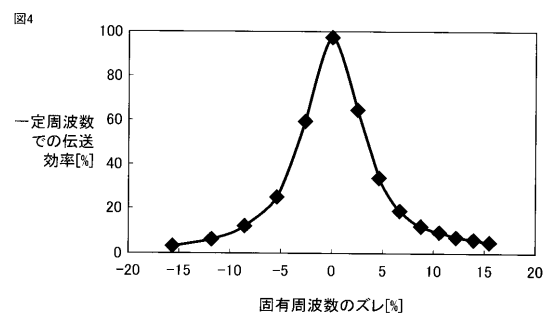
【図2】



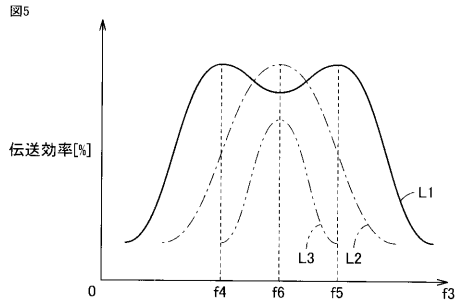
【図3】



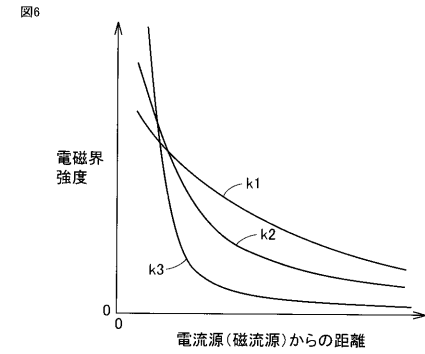
【図4】



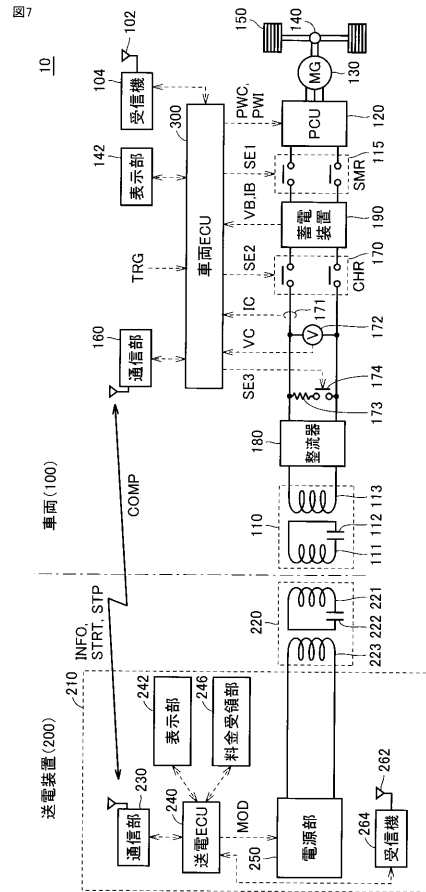
【図5】



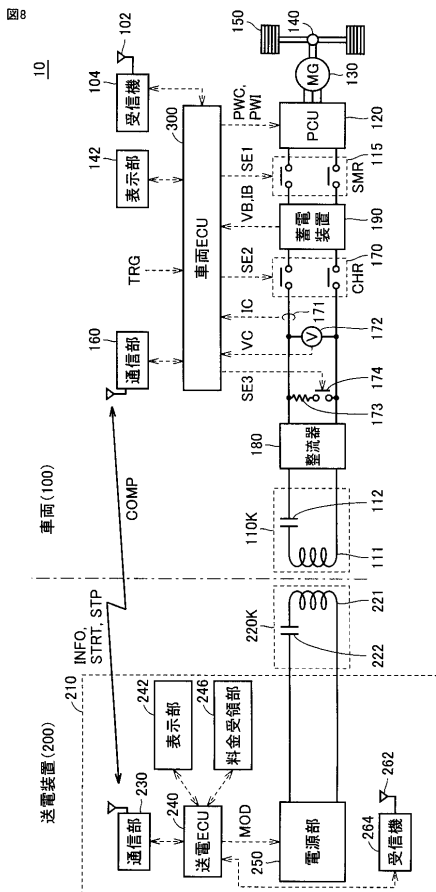
【図6】



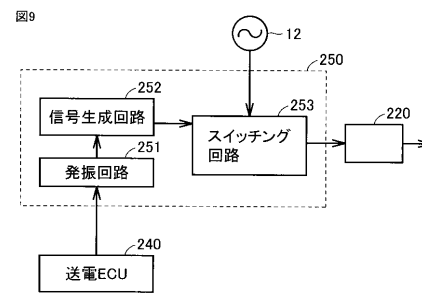
【図7】



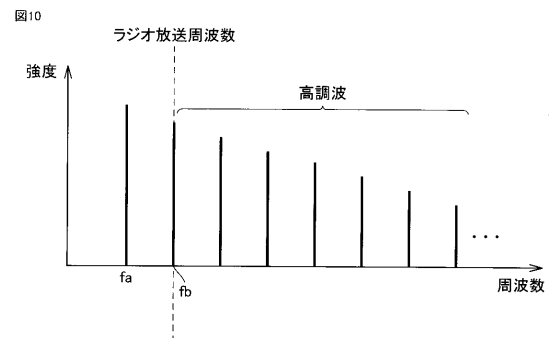
【図8】



【図9】

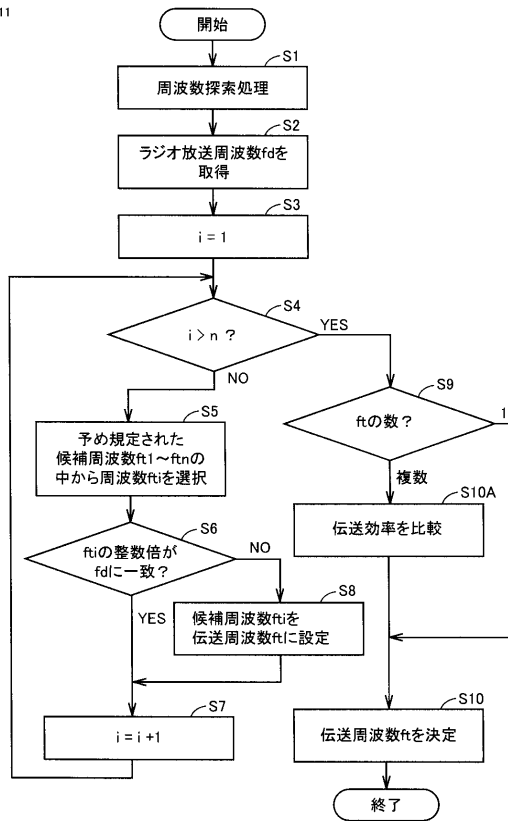


【図10】



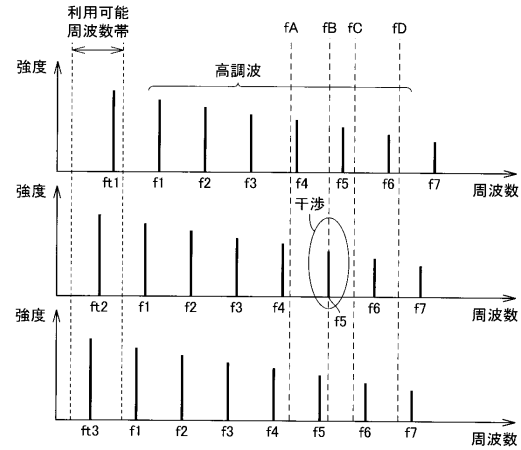
【図 1 1】

図11



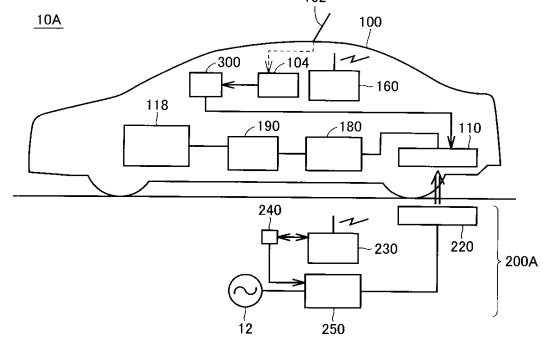
【図 1 2】

図12



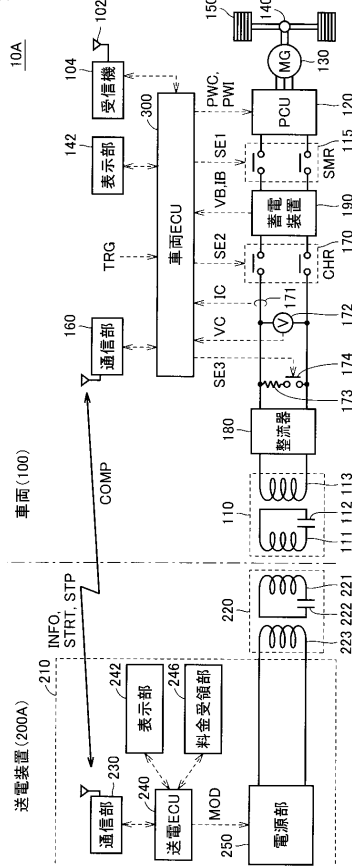
【図 1 3】

図13



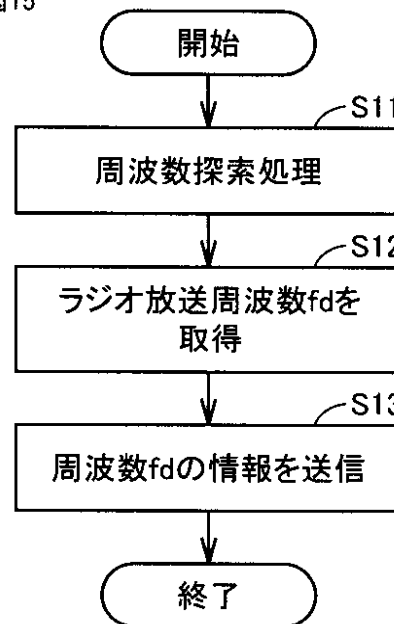
【図 1 4】

図14



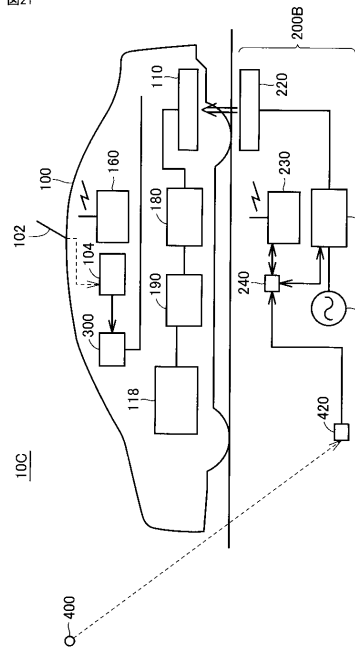
【図 1 5】

図15



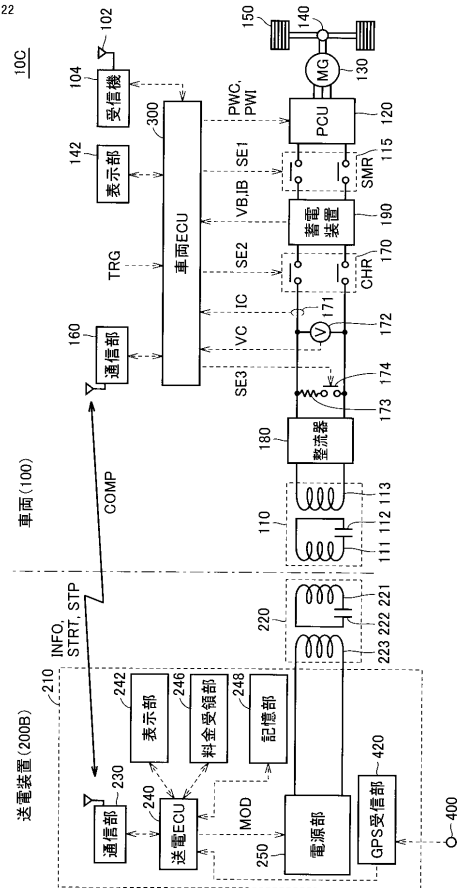
【図 2 1】

図21



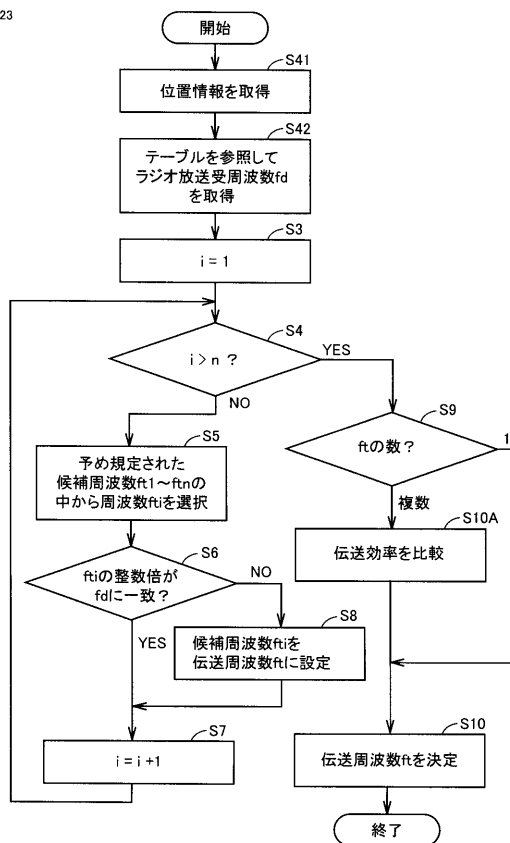
【図 2 2】

図22



【図 2 3】

図23



フロントページの続き

(56)参考文献 米国特許出願公開第2012/0153894(US, A1)

特開2014-014225(JP, A)

特開昭59-144231(JP, A)

特開2010-093944(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02J 17/00

B60L 5/00

B60L 11/18