

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012 年 12 月 20 日(20.12.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/172899 A1

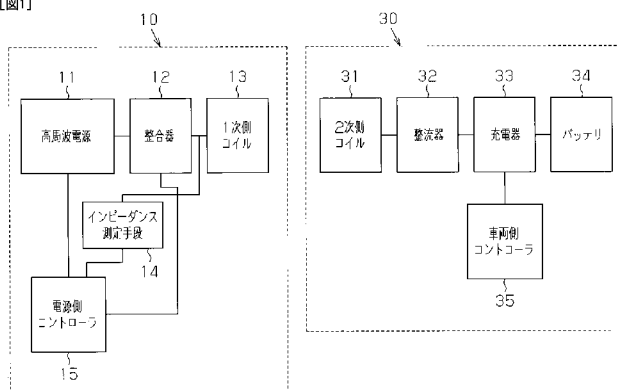
- (51) 国際特許分類:
H02J 17/00 (2006.01) B60M 7/00 (2006.01)
B60L 5/00 (2006.01) H01M 10/46 (2006.01)
B60L 11/18 (2006.01) H02J 7/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/062179
- (22) 国際出願日: 2012 年 5 月 11 日(11.05.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-135390 2011 年 6 月 17 日(17.06.2011) JP
特願 2011-174155 2011 年 8 月 9 日(09.08.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社 豊田自動織機(KABUSHIKI KAISHA TOYOTA JIDOSHOKKI) [JP/JP]; 〒4488671 愛知県刈谷市豊田町 2 丁目 1 番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 田口 雄一(TAGUCHI, Yuichi) [JP/JP]; 〒4488671 愛知県刈谷市豊田町 2 丁目 1 番地 株式会社 豊田自動織機 内 Aichi (JP). 山口 敦(YAMAGUCHI, Atsushi) [JP/JP]; 〒4488671 愛知県刈谷市豊田町 2 丁目 1 番地 株式会社 豊田自動織機 内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 恩田 博宣, 外(ONDA, Hironori et al.); 〒5008731 岐阜県岐阜市大宮町 2 丁目 1 2 番地の 1 Gifu (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: RESONANCE-TYPE NON-CONTACT POWER SUPPLY SYSTEM

(54) 発明の名称: 共鳴型非接触給電システム

【図1】



- 11 High-frequency power supply
12 Matching unit
13 Primary-side coil
14 Impedance measurement means
15 Power supply-side controller
31 Secondary-side coil
32 Rectifier
33 Charger
34 Battery
35 Vehicle-side controller

(57) Abstract: A resonance-type non-contact power supply system is configured such that a power supply unit can alter the output frequency, and has an impedance measurement means (impedance measurement unit) that measures the input impedance of a resonance system. The system also has a control means that performs control such that official power supply to power receiving equipment occurs after the output frequency (f_o) of the power supply unit is changed so as to be within a range among ranges of frequency $f_1 \leq f_o \leq$ frequency f_2 , frequency $f_3 \leq f_o \leq$ frequency $f_4, \dots$, frequency $f_{2n-1} \leq f_o \leq f_{2n}$. Frequencies $f_1, f_2, f_3, f_4, \dots, f_{2n-1}, f_{2n}$ ($f_1 < f_2 < f_3 < \dots < f_{2n-1} < f_{2n}$) are frequencies such that $Z_1 = Z_2, Z_3 = Z_4, \dots, Z_{2n-1} = Z_{2n}$ when the input impedance for the resonance system when power of said frequency is supplied to the resonance system is $Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_{2n-1}, Z_{2n}$.

(57) 要約: 共鳴型非接触給電システムは電源部が出力周波数を変更可能に構成され、共鳴系の入カインピーダンスを測定するインピーダンス測定手段(インピーダンス測定部)を有する。また、電源部の出力周波数 f_o が周波数 $f_1 \leq f_o \leq$ 周波数 f_2 , 周波数 $f_3 \leq f_o \leq$ 周波数 $f_4, \dots$, 周波数 $f_{2n-1} \leq f_o \leq f_{2n}$ の範囲のいずれかに存在するように電源部の出力周波数を変更した後、受電設備へ正式送電を行うように制御する制御手段(制御部)

を有する。周波数 $f_1, f_2, f_3, f_4, \dots, f_{2n-1}, f_{2n}$ ($f_1 < f_2 < f_3 < \dots < f_{2n-1} < f_{2n}$) は、共鳴系に前記周波数の電力を供給した時における共鳴系の入カインピーダンスを $Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_{2n-1}, Z_{2n}$ としたとき、 $Z_1 = Z_2, Z_3 = Z_4, \dots, Z_{2n-1} = Z_{2n}$ となる周波数である。



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 共鳴型非接触給電システム

技術分野

[0001] 本発明は、共鳴型非接触給電システムに関する。

背景技術

[0002] 従来、磁場共鳴を利用して電力を伝送することが提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。ところが、特許文献 1 には磁場共鳴を行う共鳴系の共鳴周波数の具体的な特定方法が示されていない。そのため、効率良く電力を伝送する共鳴型非接触給電システムを設計、製造することが難しかった。そこで、設計、製造が容易な非接触電力伝送装置が提案されている（例えば、特許文献 2 参照）。特許文献 2 の非接触電力伝送装置は、共鳴系の入力インピーダンスと周波数との関係をグラフにした場合の、前記入力インピーダンスが極大となる周波数と、前記入力インピーダンスが極大となる周波数よりも高くかつ入力インピーダンスが極小となる周波数との間に交流電源の周波数が設定されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第 2007/008646 号

特許文献2：特開 2010-114964 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献 2 の装置は受電側の負荷変動に関しては考慮されていない。しかし、磁場共鳴により電力伝送を行う場合は、負荷の変化により共鳴系の共鳴周波数が変化するため、負荷の変化による共鳴系の共鳴周波数の変化に対応する必要がある。

[0005] 本発明の目的は、設計、製造が容易で、負荷が変動しても効率よく電源部から電力を負荷に供給することができる共鳴型非接触給電システムを提供す

ることにある。

課題を解決するための手段

[0006] 前記の目的を達成するため、本発明の一態様は、電源部と、前記電源部から電力の供給を受ける一次側共鳴コイルとを備えた給電設備と、前記一次側共鳴コイルからの電力を磁場共鳴して受電する二次側共鳴コイルと、前記二次側共鳴コイルが受電した電力が供給される負荷とを備えた受電設備とを備え、少なくとも前記一次側共鳴コイル、前記二次側共鳴コイル及び前記負荷により共鳴系を構成する共鳴型非接触給電システムである。そして、前記電源部は出力周波数を変更可能に構成されており、前記共鳴系の入力インピーダンスを測定するインピーダンス測定手段（インピーダンス測定部）と、前記電源部の出力周波数 f_o が周波数 $f_1 \leq f_o \leq$ 周波数 f_2 ，周波数 $f_3 \leq f_o \leq$ 周波数 f_4 ， $\dots$ ，周波数 $f_{2n-1} \leq f_o \leq f_{2n}$ の範囲のいずれかに存在するように前記電源部の出力周波数を変更した後、前記受電設備へ正式送電を行うように制御する制御手段（制御部）とを有する。前記周波数 f_1 ， f_2 ， f_3 ， f_4 ， $\dots$ ， f_{2n-1} ， f_{2n} ($f_1 < f_2 < f_3 < \dots < f_{2n-1} < f_{2n}$) は、前記共鳴系に前記周波数の電力を供給した時における前記共鳴系の入力インピーダンスを Z_1 ， Z_2 ， Z_3 ， $\dots$ ， Z_{2n-1} ， Z_{2n} としたとき、 $Z_1 = Z_2$ ， $Z_3 = Z_4$ ， $\dots$ ， $Z_{2n-1} = Z_{2n}$ となる周波数である。ここで、「正式送電」とは、電源部の出力周波数 f_o を前記条件を満足する状態で、受電設備へ電力を伝送することを意味し、前記条件を満足する出力周波数 f_o の範囲を設定するまでの準備段階における受電設備への電力の伝送は含まない。

[0007] この態様の共鳴型非接触給電システムは、電源部から共鳴系に異なる周波数 f_1 ， f_2 ， f_3 ， $\dots$ ， f_{2n-1} ， f_{2n} ($f_1 < f_2 < f_3 < \dots < f_{2n-1} < f_{2n}$) の電力を供給した時における共鳴系の入力インピーダンスを Z_1 ， Z_2 ， Z_3 ， $\dots$ ， Z_{2n-1} ， Z_{2n} とすると、「 $Z_1 = Z_2$ ， $Z_3 = Z_4$ ， $\dots$ ， $Z_{2n-1} = Z_{2n}$ となる周波数が存在し、共鳴系の共鳴周波数 f_{o1} ， f_{o2} ， f_{o3} ， $\dots$ ， f_{o2n-1} ， f_{o2n} は、周波数 $f_1 \leq f_{o1} \leq$ 周波数 f_2 ，周波数 $f_3 \leq f_{o2} \leq$ 周波数 f_4 ， $\dots$ ，周波数 $f_{2n-1} \leq f_{on} \leq$ 周波数 f_{2n} の範囲

に存在する。」という、本願発明者が見出した知見に基づいてなされた。ここで、「共鳴周波数」とは、共鳴系における電力伝送効率が最大になる周波数を意味する。

[0008] この態様では、電源部の出力周波数が共鳴周波数又は共鳴周波数から予め設定された値だけずれた範囲内で電力伝送を行うため、電源部の出力周波数を $f_1, f_2, f_3, \dots, f_{2n-1} < f_{2n}$ ($f_1 < f_2 < f_3 < \dots < f_{2n-1} < f_{2n}$) と変更した場合における共鳴系の入力インピーダンス $Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_{2n-1}, Z_{2n}$ がインピーダンス測定手段により測定される。制御手段は、 $Z_1 = Z_2, Z_3 = Z_4, \dots, Z_{2n-1} = Z_{2n}$ となる周波数を求め、その結果に基づいて電源部の出力周波数 f_0 が、周波数 $f_1 \leq f_0 \leq$ 周波数 f_2 , 周波数 $f_3 \leq f_0 \leq$ 周波数 $f_4, \dots$, 周波数 $f_{2n-1} \leq f_0 \leq$ 周波数 f_{2n} の範囲のいずれかに存在するように電源部の出力周波数を変更した後、その出力周波数で給電設備が受電設備に対して正式送電を行うように制御する。電源部の出力周波数 f_0 が前記範囲のいずれかに存在すれば、前記の本願発明者が見出した知見により、その出力周波数 f_0 は共鳴系の共鳴周波数に等しいか又は共鳴周波数からのずれが小さな周波数になる。したがって、受電設備の負荷が変動しても効率よく電源部から電力を負荷に供給することができる。また、共鳴型非接触給電システムの設計、製造も容易となる。

[0009] 本発明の一態様において、前記給電設備及び前記受電設備の少なくとも一方には、前記電源部から供給を受けた電力を電磁誘導により前記一次側共鳴コイルに供給する誘導コイルあるいは前記二次側共鳴コイルにより受電された電力を電磁誘導により取り出す誘導コイルが設けられ、少なくとも前記誘導コイル、前記一次側共鳴コイル、前記二次側共鳴コイル及び前記負荷により共鳴系が構成されている。

[0010] 共鳴型非接触給電システムが、給電設備と受電設備との間で非接触給電を行うためには、少なくとも一次側共鳴コイル及び二次側共鳴コイルの二つの共鳴コイルが存在すればよい。しかし、電源部から供給を受けた電力を電磁誘導により一次側共鳴コイルに供給する誘導コイル及び二次側共鳴コイルに

より受電された電力を電磁誘導により取り出す誘導コイルのうちの少なくとも一方の誘導コイルが設けられている方が、整合状態に調整することが容易になる。また、一次側共鳴コイル、二次側共鳴コイル及び二つの誘導コイルの全てを備えた構成の方が、整合状態に調整することがより容易になる。

[0011] 本発明の一態様において、前記制御手段は、前記給電設備の正式送電に先立って、前記周波数を $f_1, f_2, f_3, \dots, f_{2n-1}, f_{2n}$ ($f_1 < f_2 < f_3 < \dots < f_{2n-1} < f_{2n}$) を求め、その結果に基づいて前記電源部の出力周波数 f_o を周波数 $f_1 \leq f_o \leq$ 周波数 f_2 , 周波数 $f_3 \leq f_o \leq$ 周波数 $f_4, \dots$, 周波数 $f_{2n-1} \leq f_o \leq$ 周波数 f_{2n} の範囲のどの範囲に存在させるか選択して前記電源部の出力周波数を変更した後、正式送電を開始する。その後、所定周期で前記インピーダンス測定手段の測定結果に基づいて前記出力周波数 f_o が前記選択された範囲を逸脱したか否かを判断し、逸脱した場合は周波数 $f_{1'}, f_{2'}, f_{3'}, \dots, f_{2n-1'}, f_{2n'}$ ($f_{1'} < f_{2'} < f_{3'} < \dots < f_{2n-1'} < f_{2n'}$) を求め、その結果に基づいて前記電源部の出力周波数 f_o を周波数 $f_{1'} \leq f_o \leq$ 周波数 $f_{2'}$, 周波数 $f_{3'} \leq f_o \leq$ 周波数 $f_{4'}, \dots$, 周波数 $f_{2n-1'} \leq f_o \leq f_{2n'}$ の範囲のどの範囲に存在させるか選択して前記電源部の出力周波数を変更した後、正式送電を行うように制御する。前記周波数 $f_{1'}, f_{2'}, f_{3'}, \dots, f_{2n-1'}, f_{2n'}$ は、前記共鳴系に前記周波数 $f_{1'}, f_{2'}, f_{3'}, \dots, f_{2n-1'}, f_{2n'}$ の電力を供給した時における前記共鳴系の入力インピーダンスを $Z_{1'}, Z_{2'}, Z_{3'}, \dots, Z_{2n-1'}, Z_{2n'}$ としたとき、 $Z_{1'} = Z_{2'}, Z_{3'} = Z_{4'}, \dots, Z_{2n-1'} = Z_{2n'}$ となる周波数である。

[0012] 共鳴系の共鳴周波数が一定であれば、一度電源部の出力周波数を共鳴系の共鳴周波数に設定することにより効率良く電力伝送が行われる。しかし、受電設備が受電中に負荷変動を伴う場合、負荷の変動に対応して共鳴周波数が変化するため、電源部の出力周波数が一定では、出力周波数が共鳴周波数からずれてしまい、電力伝送効率が低下する。しかし、この発明では、充電時における負荷の変動により共鳴系の共鳴周波数が変動しても、電源部の出力

周波数 f_o が、電力伝送が効率良く行われる範囲内に共鳴周波数の変動に合わせて変更される。したがって、負荷変動が大きな場合でも、電力伝送が効率良く行われる。

[0013] 本発明の一態様において、前記受電設備は車両に装備され、前記車両は前記負荷として整流器及びバッテリーを備えている。受電設備が車両に搭載され、負荷としてバッテリーを備えている場合は、電力伝送中における負荷の変動が大きくなる場合や、車両が受電（充電）のために停止した際の停止状態によって共鳴系の共鳴周波数が変化する。しかし、この発明では、共鳴系の共鳴周波数が変化しても、電源部の出力周波数 f_o が制御手段により変更されるため、電力伝送が効率良く行われる。

発明の効果

[0014] 本発明によれば、設計、製造が容易で、負荷が変動しても効率よく電源部から電力を負荷に供給することができる共鳴型非接触給電システムを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]第1の実施形態の共鳴型非接触充電システムの構成図。

[図2]図1のシステムを一部省略して示す回路図。

[図3]異なる周波数で電力を供給した場合の入ラインピーダンスの実部と虚部との関係を示すグラフ。

[図4]高周波電源の出力周波数と電力伝送効率の関係を示すグラフ。

[図5]第2の実施形態の共鳴型非接触充電システムを一部省略して示す回路図。

[図6]異なる周波数で電力を供給した場合の入ラインピーダンスの実部と虚部との関係を示すグラフ。

[図7]高周波電源の出力周波数と電力伝送効率の関係を示すグラフ。

発明を実施するための形態

[0016] (第1の実施形態)

以下、本発明を車載バッテリーを充電するための共鳴型非接触充電システム

に具体化した第１の実施形態を図１～図４にしたがって説明する。

[0017] 図１に示すように、共鳴型非接触給電システムとしての共鳴型非接触充電システムは、地上側に設けられる給電設備１０と、移動体としての車両に搭載された受電設備３０とで構成されている。

[0018] 給電設備１０は、電源部としての高周波電源１１と、高周波電源１１の出力部に接続された整合器１２と、一次側コイル１３と、インピーダンス測定手段（インピーダンス測定部）１４と、電源側コントローラ１５とを備えている。インピーダンス測定手段１４として電力測定器と位相測定器が使用されている。

[0019] 受電設備は、二次側コイル３１と、整流器３２と、充電器３３と、充電器３３に接続されたバッテリー（二次電池）３４と、車両側コントローラ３５とを備えている。整流器３２、充電器３３及びバッテリー３４は負荷を構成する。

[0020] 整合器１２、一次側コイル１３、二次側コイル３１及び負荷（整流器３２、充電器３３、及びバッテリー３４）により共鳴系が構成される。共鳴系の共鳴周波数はバッテリー３４に供給される電力の電力値によって変化する。車両側コントローラ３５は、バッテリー３４に供給される電力の電力値を検出する図示しない検出手段（検出部、即ち電力検出手段又は電力検出部）からの検出信号が入力されて、バッテリー３４に供給される電力の電力値を確認可能になっている。また、電源側コントローラ１５と、車両側コントローラ３５とは図示しない無線通信装置を介して通信可能になっており、電源側コントローラ１５は充電状態の情報を車両側コントローラ３５から入手する。

[0021] 図２に示すように、一次側コイル１３は、誘導コイルとしての一次コイル１３ａと、一次側共鳴コイル１３ｂとで構成されている。一次コイル１３ａは、整合器１２を介して高周波電源１１に接続されている。一次コイル１３ａと一次側共鳴コイル１３ｂとは同軸上に位置するように配設され、一次側共鳴コイル１３ｂにはコンデンサＣが接続されている。一次コイル１３ａは、一次側共鳴コイル１３ｂに電磁誘導で結合され、高周波電源１１から一次

コイル 1 3 a に供給された交流電力が電磁誘導で一次側共鳴コイル 1 3 b に供給される。インピーダンス測定手段 1 4 は一次側コイル 1 3 の一次コイル 1 3 a に接続され、その検出信号が電源側コントローラ 1 5 に出力される。

[0022] 二次側コイル 3 1 は、誘導コイルとしての二次コイル 3 1 a と二次側共鳴コイル 3 1 b とで構成されている。二次コイル 3 1 a と二次側共鳴コイル 3 1 b とは同軸上に位置するように配設され、二次側共鳴コイル 3 1 b にはコンデンサ C が接続されている。二次コイル 3 1 a は、二次側共鳴コイル 3 1 b に電磁誘導で結合され、共鳴により一次側共鳴コイル 1 3 b から二次側共鳴コイル 3 1 b に供給された交流電力が電磁誘導で二次コイル 3 1 a に供給される。二次コイル 3 1 a は、整流器 3 2 に接続されている。この実施形態では、一次側共鳴コイル 1 3 b 及び二次側共鳴コイル 3 1 b は同じに形成され、各コンデンサ C として同じ容量値のコンデンサが使用されている。

[0023] 図 2 に示すように、整合器 1 2 は、2 つの可変コンデンサ 1 6, 1 7 とインダクタ 1 8 とから構成されている。一方の可変コンデンサ 1 6 は高周波電源 1 1 に接続され、他方の可変コンデンサ 1 7 は一次コイル 1 3 a に並列に接続されている。インダクタ 1 8 は両可変コンデンサ 1 6, 1 7 間に接続されている。整合器 1 2 は、可変コンデンサ 1 6, 1 7 の容量が変更されることでそのインピーダンスが変更される。整合器 1 2 は電源側コントローラ 1 5 により制御される。

[0024] 高周波電源 1 1 は出力周波数を変更可能に構成され、電源側コントローラ 1 5 からの指令信号により指示された出力周波数の交流電力を出力するようになっている。インピーダンス測定手段 1 4 は一次側コイル 1 3 の一次コイル 1 3 a に接続され、共鳴系の入力インピーダンスを測定する。インピーダンス測定手段 1 4 の検出信号は電源側コントローラ 1 5 に出力されるようになっている。

[0025] メモリ 2 0 には、高周波電源 1 1 の出力周波数を共鳴系の共鳴周波数又は共鳴周波数から予め設定された値だけずれた範囲内に設定するための制御プログラムが記憶されている。CPU 1 9 は、インピーダンス測定手段 1 4 の

検出信号に基づいて共鳴系の共鳴周波数の存在範囲を演算し、高周波電源 11 の出力周波数を設定する。詳述すると、高周波電源 11 の出力周波数を $f_1, f_2, f_3, \dots, f_{2n-1}, f_{2n}$ ($f_1 < f_2 < f_3 < \dots < f_{2n-1} < f_{2n}$) と変更した場合における共鳴系の入力インピーダンス $Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_{2n-1}, Z_{2n}$ を、インピーダンス測定手段 14 の検出信号を入力して読み込み、 $Z_1 = Z_2, Z_3 = Z_4, \dots, Z_{2n-1} = Z_{2n}$ となる周波数を求める。CPU 19 は、その結果に基づいて高周波電源 11 の出力周波数 f_o を、共鳴周波数 $f_{o1}, f_{o2}, f_{o3}, \dots, f_{on}$ が満足する条件である $f_1 \leq f_o, f_1 \leq f_2, f_3 \leq f_{o2} \leq f_4, \dots, f_{2n-1} \leq f_{on} \leq f_{2n}$ の範囲のいずれかに存在するように設定する。即ち、CPU 19 は、高周波電源 11 の出力周波数 f_o が周波数 $f_1 \leq f_o \leq$ 周波数 f_2 , 周波数 $f_3 \leq f_o \leq$ 周波数 $f_4, \dots, \dots$, 周波数 $f_{2n-1} \leq f_o \leq f_{2n}$ の範囲のいずれかに存在するように高周波電源 11 の出力周波数を変更した後、給電設備 10 が受電設備 30 に対して正式送電を行うように制御する。

[0026] 上記の出力周波数 f_o の設定方法は、本願発明者が見出した次の知見に基づいている。共鳴型非接触給電システムは、高周波電源 11 から共鳴系に異なる周波数 $f_1, f_2, f_3, \dots, f_{2n-1}, f_{2n}$ ($f_1 < f_2 < f_3 < \dots < f_{2n-1} < f_{2n}$) の電力を供給した時における共鳴系の入力インピーダンスを $Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_{2n-1}, Z_{2n}$ とすると、「 $Z_1 = Z_2, Z_3 = Z_4, \dots, Z_{2n-1} = Z_{2n}$ となる周波数が存在する。また、共鳴系の共鳴周波数 $f_{o1}, f_{o2}, f_{o3}, \dots, f_{on}$ は、周波数 $f_1 \leq f_{o1} \leq$ 周波数 f_2 , 周波数 $f_3 \leq f_{o2} \leq$ 周波数 $f_4, \dots, \dots$, 周波数 $f_{2n-1} \leq f_{on} \leq$ 周波数 f_{2n} の範囲に存在する。」なお、インピーダンスを $Z_i = R_i + jX_i$ とすると、 $Z_1 = Z_2$ とは、 $R_1 = R_2$ かつ $X_1 = X_2$ である。

[0027] 次に上記の知見の裏付けについて説明する。

[0028] 出力インピーダンスが 50Ω で固定されている一般の高周波電源を使用して、出力周波数を $9.50\text{MHz} \sim 11.00\text{MHz}$ の範囲で変更して共鳴系の入力インピーダンスを測定した場合の入力インピーダンスの実部と虚部

との関係を図3に示す。出力周波数は、9.50MHzから0.025MHzずつ増加するように変更して行った。なお、図3において、 P_s で示す点が出力周波数9.50MHzに対応する点で、 P_e で示す点が出力周波数11.00MHzに対応する点である。

[0029] 図3に示すように、共鳴系の入力インピーダンスは高周波電源の出力周波数の増加に対応して単純に変化するのではなく、周波数が9.50MHz～10.10MHzでは周波数の増加に伴って入力インピーダンスの実部及び虚部とも増加し、その後、周波数10.18MHzまでは周波数の増加に伴って入力インピーダンスの実部は増加し、虚部は減少した。また、周波数のさらなる増加に伴って入力インピーダンスの実部及び虚部とも減少する状態、実部は減少して虚部は増加する状態、実部及び虚部とも増加する状態、実部は増加して虚部は減少する状態、実部及び虚部とも減少する状態、実部は減少して虚部は増加する状態となるように変化した。

[0030] 図3において、 f_1 で示す点の入力インピーダンス Z_1 と、 f_2 で示す点の入力インピーダンス Z_2 がほぼ等しい。

[0031] $f_1 = 10.325\text{ MHz}$ 、 $Z_1 = 46.7 + j4.69$

$f_2 = 10.925\text{ MHz}$ 、 $Z_2 = 51.6 + j4.85$

実験ではデータを細かく採っていないため、厳密には $Z_1 = Z_2$ となっていないが、高周波電源の出力周波数の増加量を0.025MHzより小さな間隔でデータを採れば、図3に示す曲線の交点に対応する周波数のうち小さい方の周波数が f_1 になり、大きい方の周波数が f_2 になり、 f_1 と f_2 で $Z_1 = Z_2$ になると考えられる。

[0032] 高周波電源の出力周波数を9.5MHz～11.0MHzの範囲で変化させて各周波数における電力伝送効率を測定した結果を図4に示す。図4から共鳴系における電力伝送効率が最大(95.05%)になる周波数10.575MHzが共鳴系の共鳴周波数 f_{o1} になる。この共鳴周波数 f_{o1} (10.575MHz)は、 f_1 (10.325MHz)と f_2 (10.925MHz)との間の値になり、 $f_1 \leq f_{o1} \leq f_2$ の関係を満たす。

[0033] 電力伝送効率が最大になる周波数が f_1 と f_2 との間以外に存在しないことを確認するため、高周波電源の出力周波数を $9.5\text{ MHz} \sim 11.0\text{ MHz}$ の範囲で変化させて各周波数における電力伝送効率を測定したが、電力伝送効率が最大になる周波数は f_1 と f_2 との間に存在することが確認された。

[0034] 次に前記のように構成された共鳴型非接触充電システムの作用を説明する。

[0035] 車両に搭載されたバッテリー 34 に充電を行う場合には、車両が給電設備 10 の近くの所定位置に停止した状態でバッテリー 34 への充電が行われる。車両側コントローラ 35 は、電源側コントローラ 15 に充電要求信号を送信する。また、車両側コントローラ 35 は、バッテリー 34 の充電状態 (SOC) を確認し、その情報を電源側コントローラ 15 に送信する。

[0036] 電源側コントローラ 15 (CPU 19) は、充電要求信号を確認すると、整合器 12 で整合を行う。次に CPU 19 は、給電設備 10 の正式送電に先立って、高周波電源 11 の出力周波数の設定を次のようにして行う。なお、「正式送電」とは、高周波電源 11 の出力周波数 f_o が前記のように設定された $f_1 \leq f_o \leq f_2$ の関係を満たす周波数 f_1 , f_2 に対して、 $f_1 \leq f_o \leq f_2$ の関係を満たす状態で受電設備 30 に電力を伝送することを意味する。

[0037] CPU 19 は、まず、高周波電源 11 の出力周波数を f_1 , f_2 , f_3 , $\dots$, f_{2n-1} , f_{2n} ($f_1 < f_2 < f_3 < \dots < f_{2n-1} < f_{2n}$) と変更した場合における共鳴系の入力インピーダンス Z_1 , Z_2 , Z_3 , $\dots$, Z_{2n-1} , Z_{2n} を、インピーダンス測定手段 14 の検出信号を入力して読み込み、 $Z_1 = Z_2$, $Z_3 = Z_4$, $\dots$, $Z_{2n-1} = Z_{2n}$ となる周波数を求める。CPU 19 は、その結果に基づいて高周波電源 11 の出力周波数 f_o を、共鳴周波数 f_{o1} , f_{o2} , f_{o3} , $\dots$, f_{on} が満足する条件である $f_1 \leq f_{o1} \leq f_2$, $f_3 \leq f_{o2} \leq f_4$, $\dots$, $f_{2n-1} \leq f_{on} \leq f_{2n}$ の範囲のいずれかに存在するように設定する。CPU 19 は、高周波電源 11 の出力周波数 f_o を前記設定された範囲内の周波数、例えば、 $f_1 \leq f_o \leq f_2$ となるように変更した後、正式送電を開始する。

[0038] そして、高周波電源 11 から一次コイル 13 a に設定された周波数で高周波電力が出力され、電磁誘導により電力が供給された一次コイル 13 a に磁場が発生する。この磁場が一次側共鳴コイル 13 b と二次側共鳴コイル 31 b とによる磁場共鳴により増強される。増強された二次側共鳴コイル 31 b 付近の磁場から二次コイル 31 a により電磁誘導を利用して交流電力が取り出され、整流器 32 で整流された後、充電器 33 によりバッテリー 34 に充電される。

[0039] CPU 19 は、所定周期でインピーダンス測定手段 14 の検出信号を入力し、測定結果に基づいて出力周波数 f_o が先に選択された範囲を逸脱したか否か、即ち出力周波数 f_o が $f_1 \leq f_o \leq f_2$ を満たすか否かを判断する。CPU 19 は、出力周波数 f_o が先に選択された範囲を逸脱した場合は、周波数 $f_1', f_2', f_3', \dots, f_{2n-1}', f_{2n}'$ ($f_1' < f_2' < f_3' < \dots < f_{2n-1}' < f_{2n}'$) を求める。そして、その結果に基づいて高周波電源 11 の出力周波数 f_o を周波数 $f_1' \leq f_o \leq f_2'$, 周波数 $f_3' \leq f_o \leq f_4'$, $\dots$, 周波数 $f_{2n-1}' \leq f_o \leq f_{2n}'$ の範囲のどの範囲に存在させるか選択して高周波電源 11 の出力周波数を変更した後、正式送電を行うように制御する。周波数 $f_1', f_2', f_3', \dots, f_{2n-1}', f_{2n}'$ は、共鳴系に周波数 $f_1', f_2', f_3', \dots, f_{2n-1}', f_{2n}'$ の電力を供給した時における共鳴系の入力インピーダンスを $Z_1', Z_2', Z_3', \dots, Z_{2n-1}', Z_{2n}'$ としたとき、 $Z_1' = Z_2', Z_3' = Z_4', \dots, Z_{2n-1}' = Z_{2n}'$ となる周波数である。

[0040] 車両側コントローラ 35 は、バッテリー 34 が満充電になると、充電器 33 による充電を停止するとともに、電源側コントローラ 15 に充電終了信号を送信する。また、満充電に達する前であっても、例えば、運転者により充電停止指令が入力されると、充電器 33 による充電を停止するとともに、電源側コントローラ 15 に充電終了信号を送信する。電源側コントローラ 15 は、充電終了信号を受信すると電力伝送（給電）を終了する。

[0041] この実施形態によれば、以下に示す効果を得ることができる。

[0042] (1) 共鳴型非接触充電システムは、電源部（高周波電源 11）は出力周波数を変更可能に構成されており、共鳴系の入力インピーダンスを測定するインピーダンス測定手段 14 が設けられている。制御手段（制御部、即ち CPU 19）は、高周波電源 11 の出力周波数 f_o が周波数 $f_1 \leq f_o \leq$ 周波数 f_2 、周波数 $f_3 \leq f_o \leq$ 周波数 f_4 、 $\dots$ 、周波数 $f_{2n-1} \leq f_o \leq f_{2n}$ の範囲のいずれかに存在するように高周波電源 11 の出力周波数 f_o を変更した後、受電設備 30 へ正式送電を行うように制御する。周波数 $f_1, f_2, f_3, f_4, \dots, f_{2n-1}, f_{2n}$ ($f_1 < f_2 < f_3 < \dots < f_{2n-1} < f_{2n}$) は、共鳴系に前記周波数の電力を供給した時における共鳴系の入力インピーダンスを $Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_{2n-1}, Z_{2n}$ としたとき、 $Z_1 = Z_2, Z_3 = Z_4, \dots, Z_{2n-1} = Z_{2n}$ となる周波数である。したがって、受電設備 30 の負荷が変動しても効率よく高周波電源 11 から電力を負荷に供給することができる。また、共鳴型非接触給電システムの設計、製造も容易となる。

[0043] (2) 制御手段（CPU 19）は、給電設備 10 の正式送電に先立って、周波数 $f_1, f_2, f_3, \dots, f_{2n-1}, f_{2n}$ ($f_1 < f_2 < f_3 < \dots < f_{2n-1} < f_{2n}$) を求める。そして、その結果に基づいて高周波電源 11 の出力周波数 f_o を周波数 $f_1 \leq f_o \leq$ 周波数 f_2 、周波数 $f_3 \leq f_o \leq$ 周波数 f_4 、 $\dots$ 、周波数 $f_{2n-1} \leq f_o \leq$ 周波数 f_{2n} の範囲のどの範囲に存在させるか選択して高周波電源 11 の出力周波数を変更した後、正式送電を開始する。その後、制御手段は、所定周期でインピーダンス測定手段 14 の測定結果に基づいて出力周波数 f_o が前記選択された範囲を逸脱したか否かを判断し、逸脱した場合は周波数 $f_{1'}, f_{2'}, f_{3'}, \dots, f_{2n-1'}, f_{2n'}$ ($f_{1'} < f_{2'} < f_{3'} < \dots < f_{2n-1'} < f_{2n'}$) を求める。そして、その結果に基づいて高周波電源 11 の出力周波数 f_o を周波数 $f_{1'} \leq f_o \leq$ 周波数 $f_{2'}$ 、周波数 $f_{3'} \leq f_o \leq$ 周波数 $f_{4'}$ 、 $\dots$ 、周波数 $f_{2n-1'} \leq f_o \leq f_{2n'}$ の範囲のどの範囲に存在させるか選択して高周波電源 11 の出力周波数を変更した後、正式送電を行うように制御する。周波数 $f_{1'}, f_{2'}, f_{3'}, \dots, f_{2n-1'}, f_{2n'}$ は、共鳴系に周波数 $f_{1'}, f_{2'}, f_{3'}, \dots, f_{2n-1'}, f_{2n'}$

$_{2n'}$ の電力を供給した時における共鳴系の入力インピーダンスを $Z_{1'}$, $Z_{2'}$, $Z_{3'}$, $\dots$, $Z_{2n-1'}$, $Z_{2n'}$ としたとき、 $Z_{1'} = Z_{2'}$, $Z_{3'} = Z_{4'}$, $\dots$, $Z_{2n-1'} = Z_{2n'}$ となる周波数である。

[0044] 受電設備 30 が受電中に負荷変動を伴う場合、負荷の変動に対応して共鳴周波数が変化するため、高周波電源 11 の出力周波数が一定では、出力周波数が共鳴周波数からずれてしまい、電力伝送効率が低下する。しかし、この実施形態では、充電時における負荷の変動により共鳴系の共鳴周波数が変動しても、高周波電源 11 の出力周波数 f_0 が、電力伝送が効率良く行われる範囲内に共鳴周波数の変動に合わせて変更される。したがって、負荷変動が大きな場合でも、電力伝送が効率良く行われる。

[0045] (3) 受電設備 30 は車両に装備され、車両は負荷として整流器 32、充電器 33 及びバッテリー 34 を備えている。受電設備 30 が車両に搭載され、負荷としてバッテリー 34 を備えている場合は、電力伝送中における負荷の変動が大きくなる場合や、車両が受電（充電）のために停止した際の停止状態によって共鳴系の共鳴周波数が変化する。しかし、この実施形態では、共鳴系の共鳴周波数が変化しても、高周波電源 11 の出力周波数 f_0 が制御手段（CPU 19）により変更されるため、電力伝送が効率良く行われる。

[0046] (第 2 の実施形態)

次に、本発明を具体化した第 2 の実施形態を図 5 ～ 図 7 にしたがって説明する。この実施形態では、共鳴系を構成するコイルの数が給電設備 10 及び受電設備 30 とも一つである点が前記第 1 の実施形態と異なっている。第 1 の実施形態と同一部分は同一符号を付して詳しい説明を省略する。

[0047] 図 5 に示すように、一次側共鳴コイル 13b は、整合器 12 を介して高周波電源 11 に接続されている。二次側共鳴コイル 31b は、整流器 32 に接続されている。即ち、一次側コイル 13 は、誘導コイルとしての一次コイル 13a を備えずに一次側共鳴コイル 13b のみで構成され、二次側コイル 31 は、誘導コイルとしての二次コイル 31a を備えずに二次側共鳴コイル 31b のみで構成されている。

[0048] この実施形態においては、車両に搭載されたバッテリー 34 に対する充電時には、電源側コントローラ 15 及び車両側コントローラ 35 は第 1 の実施形態と同様の各手順で順次制御を行う。そして、高周波電源 11 から一次側共鳴コイル 13b に共鳴系の共鳴周波数で高周波電力が出力され、その電力が一次側共鳴コイル 13b と二次側共鳴コイル 31b とによる磁場共鳴により増強され、二次側共鳴コイル 31b から出力される交流電力が整流器 32 で整流された後、充電器 33 によりバッテリー 34 に充電される。

[0049] 共鳴型非接触充電システムの共鳴系を構成するコイルの数が一次側及び二次側とも、一次側共鳴コイル 13b 及び二次側共鳴コイル 31b の一つに変更された構成であっても、第 1 の実施形態と同様に、CPU 19 が、インピーダンス測定手段 14 の検出信号に基づいて共鳴系の共鳴周波数の存在範囲を演算可能な裏付けを行った。

[0050] 具体的には、第 1 の実施形態の場合と同様な実験を行った。但し、高周波電源の出力周波数の範囲が第 1 の実施形態の場合の実施例 1 より低い周波数範囲で行った。出力周波数を 50 kHz ~ 200 kHz の範囲で変更して共鳴系の入力インピーダンスを測定した場合の入力インピーダンスの実部と虚部との関係を図 6 に示す。出力周波数は、50 kHz から 1 kHz ずつ増加するように変更して行った。なお、図 6 において、Ps で示す点出力周波数 50 kHz に対応する点で、Pe で示す点出力周波数 200 kHz に対応する点である。

[0051] 図 6 に示すように、共鳴系の入力インピーダンスは高周波電源の出力周波数の増加に対応して単純に変化するのではなく、周波数が 50 kHz ~ 114 kHz では周波数の増加に伴って入力インピーダンスの実部及び虚部とも増加し、その後、周波数 121 kHz までは周波数の増加に伴って入力インピーダンスの実部は増加し、虚部は減少した。また、周波数のさらなる増加に伴って入力インピーダンスの実部及び虚部とも減少する状態、実部は減少して虚部は増加する状態、実部及び虚部とも増加する状態、実部は増加して虚部は減少する状態、実部及び虚部とも減少する状態、実部は減少して虚部

は増加する状態となるように変化した。

[0052] 図6において、 f_1 で示す点の入力インピーダンス Z_1 と、 f_2 で示す点の入力インピーダンス Z_2 がほぼ等しい。

[0053] $f_1 = 123 \text{ kHz}$ 、 $Z_1 = 168.57 + j2.49$

$f_2 = 171 \text{ kHz}$ 、 $Z_2 = 162.0 + j4.12$

実験ではデータを細かく採っていないため、厳密には $Z_1 = Z_2$ となっていないが、高周波電源の出力周波数の増加量を1 kHzより小さな間隔でデータを採れば、図6に示す曲線の交点に対応する周波数のうち小さい方の周波数が f_1 になり、大きい方の周波数が f_2 になり、 f_1 と f_2 で $Z_1 = Z_2$ になると考えられる。

[0054] 高周波電源の出力周波数を50 kHz～200 kHzの範囲で変化させて各周波数における電力伝送効率を測定した結果を図7に示す。図7から共鳴系における電力伝送効率が最大（98.80%）になる周波数140 kHzが共鳴系の共鳴周波数 f_0 になる。この共鳴周波数 f_0 （140 kHz）は、 f_1 （123 kHz）と f_2 （171 kHz）との間の値になり、 $f_1 \leq f_0 \leq f_2$ の関係を満たす。

[0055] 電力伝送効率が最大になる周波数が f_1 と f_2 との間以外に存在しないことを確認するため、高周波電源の出力周波数を50 kHz～200 kHzの範囲で変化させて各周波数における電力伝送効率を測定したが、電力伝送効率が最大になる周波数は f_1 と f_2 との間に存在することが確認された。

[0056] この第2の実施形態においては、第1の実施形態の効果（1）～（4）と基本的に同様の効果を得ることができる他に次の効果を得ることができる。

[0057] （5）給電設備10及び受電設備30とも共鳴系を構成するコイルの数が一つのため、共鳴系の小型化を図ることができ、受電設備30を車両に搭載する際の搭載スペースの確保が容易になるとともに搭載位置の自由度が大きくなる。

[0058] 実施形態は前記両実施形態に限定されるものではなく、例えば、次のように具体化してもよい。

- [0059] ○ 共鳴型非接触給電システムが、給電設備 10 と受電設備 30 との間で非接触給電を行うためには、一次コイル 13 a、一次側共鳴コイル 13 b、二次コイル 31 a 及び二次側共鳴コイル 31 b の全てが必須ではなく、第 2 の実施形態のように誘導コイルとしての一次コイル 13 a 及び二次コイル 31 a の両方を省略してもよい。また、誘導コイルとしての一次コイル 13 a 及び二次コイル 31 a のいずれか一方を省略してもよい。しかし、一次コイル 13 a、一次側共鳴コイル 13 b、二次コイル 31 a 及び二次側共鳴コイル 31 b の全てを備えた構成の方が、整合状態に調整するのが容易である。
- [0060] ○ 受電設備 30 にも整合器を設けてもよい。例えば、二次コイル 31 a と整流器 32 との間に整合器を設け、車両側コントローラ 35 がその整合器の調整を行うようにしてもよい。第 2 の実施形態のように、共鳴系に設けられたコイルが一次側共鳴コイル 13 b 及び二次側共鳴コイル 31 b の 2 つの場合は、給電設備 10 及び受電設備 30 の両方に整合器を設けることが好ましい。
- [0061] ○ 整合器 12 を二次側（受電設備 30 側）にだけ設けてもよい。また、整合器 12 を一次側（給電設備 10 側）及び二次側（受電設備 30 側）のいずれにも設けない構成としてもよい。
- [0062] ○ 整合器 12 を一次側（給電設備 10 側）及び二次側（受電設備 30 側）にそれぞれ複数設けてもよい。
- [0063] ○ 整合器 12 は、2 つの可変コンデンサ 16, 17 とインダクタ 18 を備えた構成に限らず、例えば、インダクタ 18 として可変インダクタを備えた構成や、可変インダクタと 2 つの非可変コンデンサとからなる構成としてもよい。
- [0064] ○ 整合器はインピーダンス調整可能な構成に限らず、インピーダンスが固定の構成であってもよい。
- [0065] ○ 整合器を給電設備 10 及び受電設備 30 のいずれにも設けず、共鳴系の入力インピーダンスの変動により共鳴系の共鳴周波数が正式伝送開始時に出力周波数 f_o を設定したときの値から所定量以上ずれた場合に、出力周波数

f。を変動後の共鳴周波数に対応する値に設定することのみで対応するようにしてもよい。

- [0066] ○ 整合器に代えて力率改善回路（PFC回路）を設けてもよい。この場合は、インピーダンス測定手段14に代えて位相差測定手段（位相差測定部）を設ける。
- [0067] ○ インピーダンスを測定する位置は図2に示す位置、即ち一次側コイル13の入力インピーダンスを測定する位置に限らない。例えば、整合器12の入力端のインピーダンスを測定してもよい。
- [0068] ○ 整流器32は充電器33に内蔵されていてもよい。
- [0069] ○ 充電器33を設けずに、二次側コイル31から出力される交流電流を整流器32で整流した後、バッテリー34に直接充電するようにしてもよい。
- [0070] ○ 電源部は高周波電源11に限らず、交流を出力する構成であればよく、例えば、商用電源から供給される交流電力の周波数を変換して出力するものであってもよい。
- [0071] ○ 移動体としての車両は運転者を必要とする車両に限らず無人搬送車でもよい。
- [0072] ○ 共鳴型非接触充電システムは、車両に搭載されたバッテリー34に対して非接触充電を行うシステムに限らない。例えば、船舶や自走式のロボット等の移動体に装備されたバッテリー、あるいは携帯電話機や携帯用パソコン等の携帯用の電子機器に装備されたバッテリーに対して非接触充電を行うシステムであってもよい。
- [0073] ○ 共鳴型非接触給電システムは共鳴型非接触充電システムに限らず、ロボット等の移動体に装備された電気機器に対して電力を供給する装置に適用してもよい。
- [0074] ○ 共鳴型非接触給電システムは、動力源としては非接触電力伝送を受けずに通常の電力で駆動されるコンベア等の移送手段（移送部）により定められた作業位置に移動され、かつ定電力で駆動されるモータを負荷として備えた装置に受電設備30を装備した構成としてもよい。

- [0075] ○ 一次コイル 1 3 a 及び二次コイル 3 1 a の径は、一次側共鳴コイル 1 3 b 及び二次側共鳴コイル 3 1 b の径と同じに形成されている構成に限らず、小さくても大きくてもよい。
- [0076] ○ 第 2 の実施形態において、一次側共鳴コイル 1 3 b 及び二次側共鳴コイル 3 1 b は巻き数が複数のコイルに限らず、巻き数数が 1 巻きのコイルを使用してもよい。
- [0077] ○ 一次側共鳴コイル 1 3 b 及び二次側共鳴コイル 3 1 b に接続されたコンデンサ C を省略してもよい。しかし、コンデンサ C を接続した構成の方が、コンデンサ C を省略した場合に比べて、共鳴周波数を下げることができる。また、共鳴周波数が同じであれば、コンデンサ C を省略した場合に比べて、一次側共鳴コイル 1 3 b 及び二次側共鳴コイル 3 1 b の小型化が可能になる。
- [0078] 以下の技術的思想（発明）は前記実施形態から把握できる。
- [0079] （１）請求項 1 ～請求項 4 のいずれか一項に記載の発明において、前記給電設備は前記出力電源に整合器が接続されている。
- [0080] （２）請求項 1 ～請求項 4 及び前記技術的思想（１）のいずれか一項に記載の発明において、前記電源部の出力周波数は電波法で使用が許容されている条件を満たす。

請求の範囲

[請求項1] 電源部と、前記電源部から電力の供給を受ける一次側共鳴コイルとを備えた給電設備と、

前記一次側共鳴コイルからの電力を磁場共鳴して受電する二次側共鳴コイルと、前記二次側共鳴コイルが受電した電力が供給される負荷とを備えた受電設備とを備え、

少なくとも前記一次側共鳴コイル、前記二次側共鳴コイル及び前記負荷により共鳴系を構成する共鳴型非接触給電システムであって、

前記電源部は出力周波数を変更可能に構成されており、

前記共鳴型非接触給電システムは、

前記共鳴系の入力インピーダンスを測定するインピーダンス測定手段と、

前記電源部の出力周波数 f_0 が周波数 $f_1 \leq f_0 \leq f_2$ 、周波数 $f_3 \leq f_0 \leq f_4$ 、 $\dots$ 、周波数 $f_{2n-1} \leq f_0 \leq f_{2n}$ の範囲のいずれかに存在するように前記電源部の出力周波数を変更した後、前記受電設備へ正式送電を行うように制御する制御手段とを有し、

前記周波数 $f_1, f_2, f_3, f_4, \dots, f_{2n-1}, f_{2n}$ ($f_1 < f_2 < f_3 < \dots < f_{2n-1} < f_{2n}$) は、前記共鳴系に前記周波数の電力を供給した時における前記共鳴系の入力インピーダンスを $Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_{2n-1}, Z_{2n}$ としたとき、 $Z_1 = Z_2, Z_3 = Z_4, \dots, Z_{2n-1} = Z_{2n}$ となる周波数である

共鳴型非接触給電システム。

[請求項2] 前記給電設備及び前記受電設備の少なくとも一方には、前記電源部から供給を受けた電力を電磁誘導により前記一次側共鳴コイルに供給する誘導コイルあるいは前記二次側共鳴コイルにより受電された電力を電磁誘導により取り出す誘導コイルが設けられ、少なくとも前記誘導コイル、前記一次側共鳴コイル、前記二次側共鳴コイル及び前記負荷により共鳴系が構成されている請求項1に記載の共鳴型非接触給電

システム。

[請求項3]

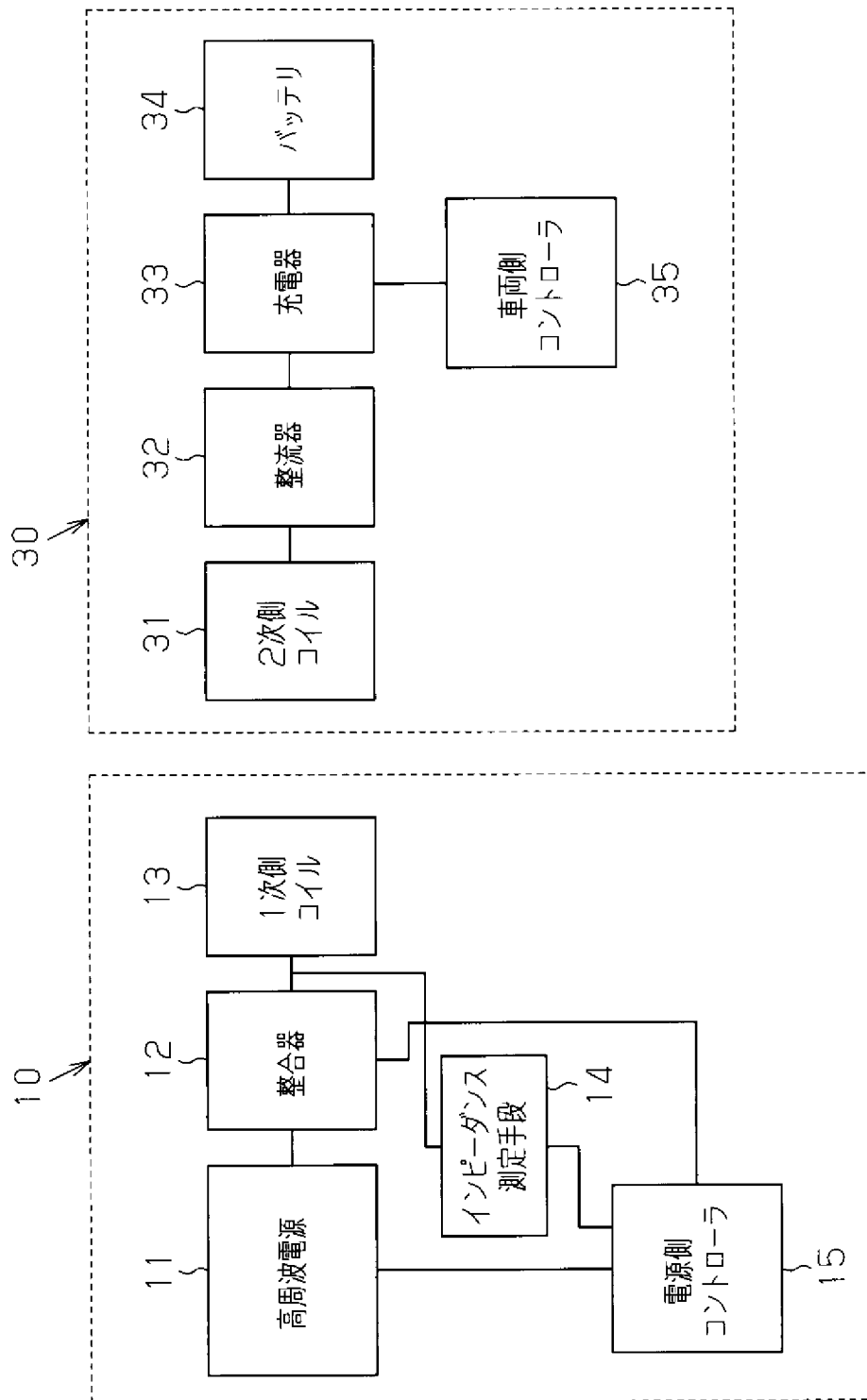
前記制御手段は、前記給電設備の正式送電に先立って、前記周波数 $f_1, f_2, f_3, \dots, f_{2n-1}, f_{2n}$ ($f_1 < f_2 < f_3 < \dots < f_{2n-1} < f_{2n}$) を求め、その結果に基づいて前記電源部の出力周波数 f_o を周波数 $f_1 \leq f_o \leq$ 周波数 f_2 , 周波数 $f_3 \leq f_o \leq$ 周波数 $f_4, \dots$, 周波数 $f_{2n-1} \leq f_o \leq$ 周波数 f_{2n} の範囲のどの範囲に存在させるか選択して前記電源部の出力周波数を変更した後、正式送電を開始し、その後、所定周期で前記インピーダンス測定手段の測定結果に基づいて前記出力周波数 f_o が前記選択された範囲を逸脱したか否かを判断し、逸脱した場合は周波数 $f_{1'}, f_{2'}, f_{3'}, \dots, f_{2n-1'}, f_{2n'}$ ($f_{1'} < f_{2'} < f_{3'} < \dots < f_{2n-1'} < f_{2n'}$) を求め、その結果に基づいて前記電源部の出力周波数 f_o を周波数 $f_{1'} \leq f_o \leq$ 周波数 $f_{2'}$, 周波数 $f_{3'} \leq f_o \leq$ 周波数 $f_{4'}, \dots$, 周波数 $f_{2n-1'} \leq f_o \leq f_{2n'}$ の範囲のどの範囲に存在させるか選択して前記電源部の出力周波数を変更した後、正式送電を行うように制御し、

前記周波数 $f_{1'}, f_{2'}, f_{3'}, \dots, f_{2n-1'}, f_{2n'}$ は、前記共鳴系に前記周波数 $f_{1'}, f_{2'}, f_{3'}, \dots, f_{2n-1'}, f_{2n'}$ の電力を供給した時における前記共鳴系の入力インピーダンスを $Z_{1'}, Z_{2'}, Z_{3'}, \dots, Z_{2n-1'}, Z_{2n'}$ としたとき、 $Z_{1'} = Z_{2'}, Z_{3'} = Z_{4'}, \dots, Z_{2n-1'} = Z_{2n'}$ となる周波数である請求項1又は請求項2に記載の共鳴型非接触給電システム。

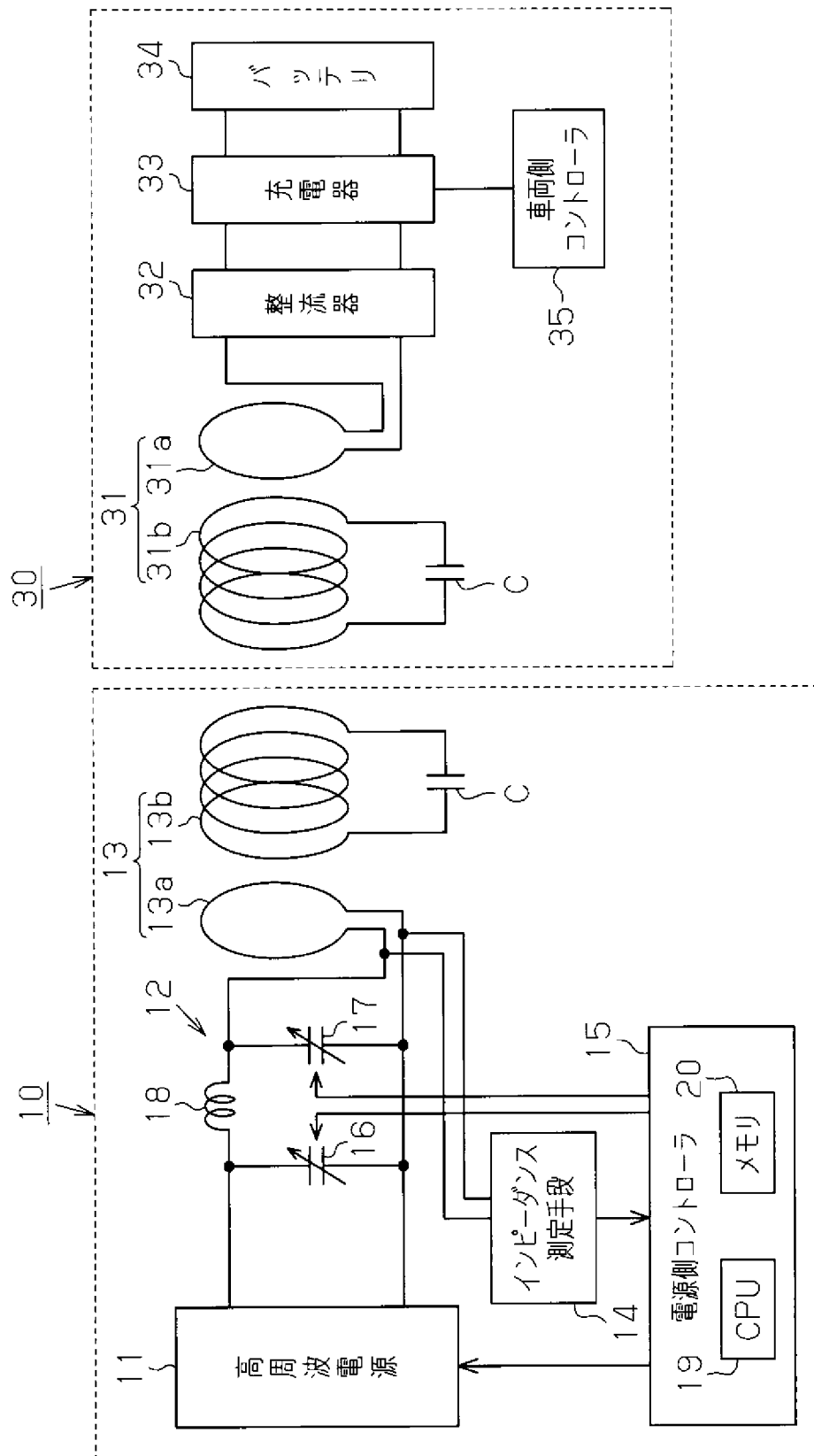
[請求項4]

前記受電設備は車両に装備され、前記車両は前記負荷として整流器及びバッテリーを備えている請求項1～請求項3のいずれか一項に記載の共鳴型非接触給電システム。

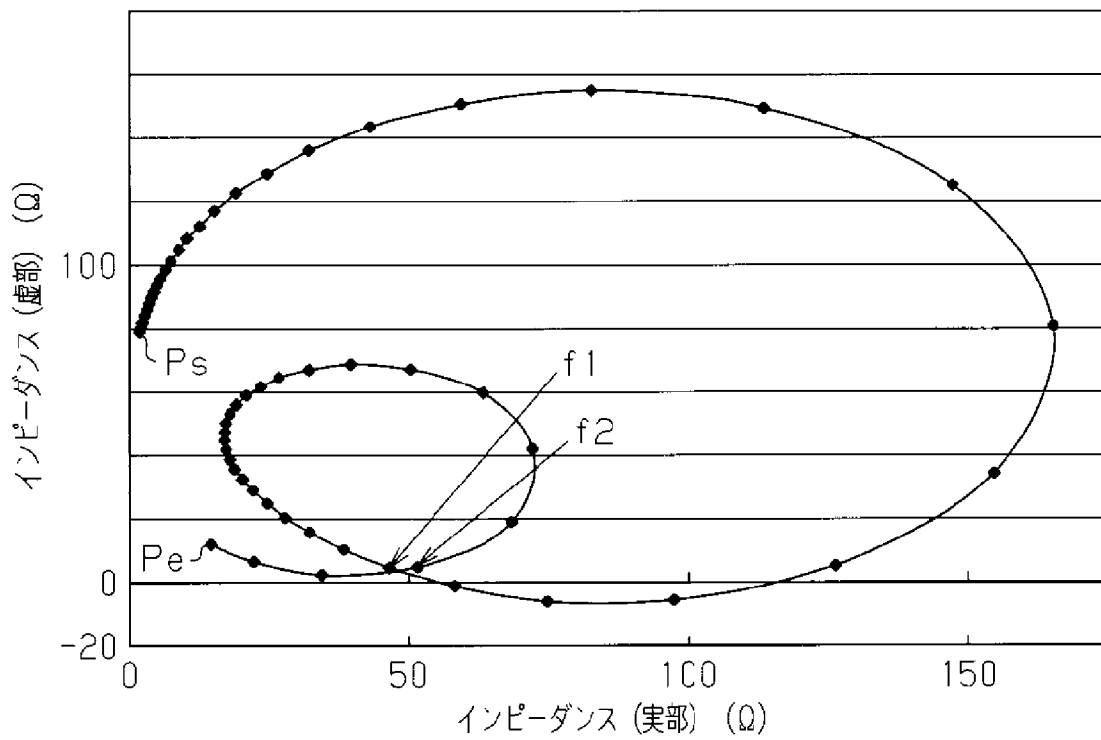
[図1]



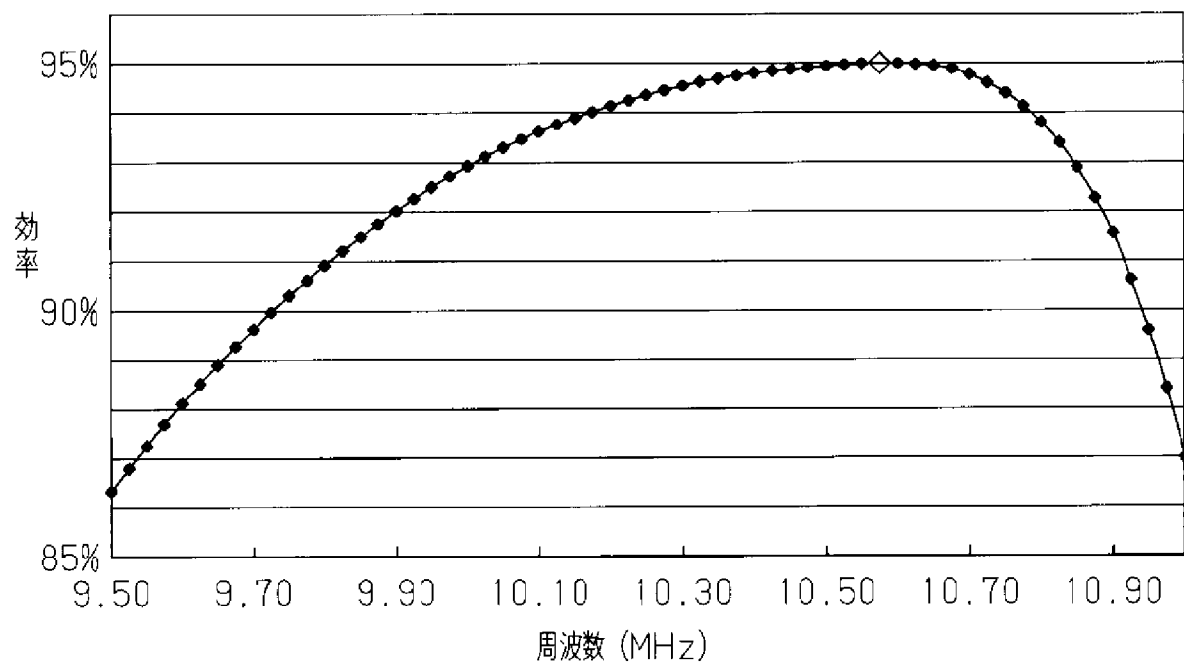
[図2]



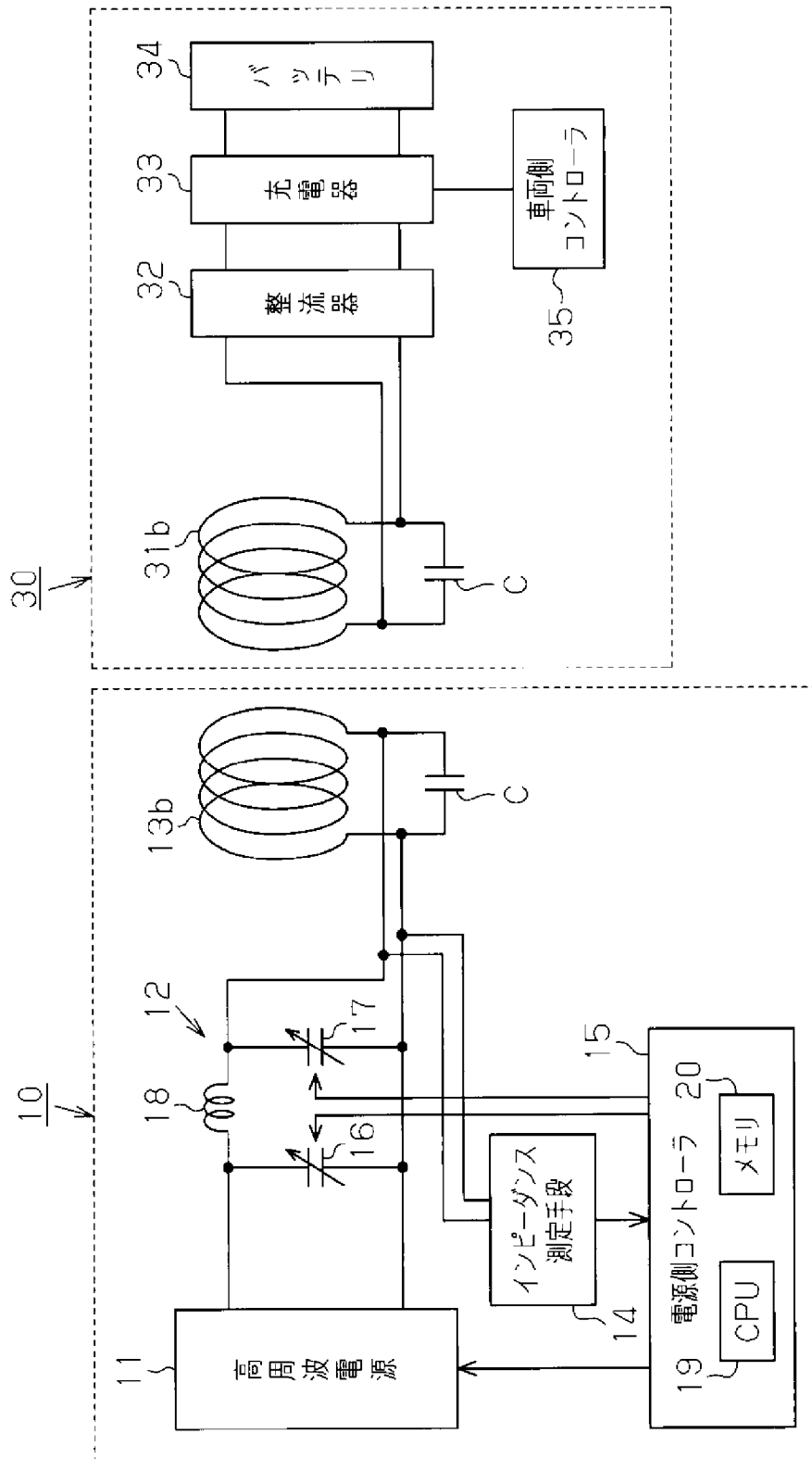
[図3]



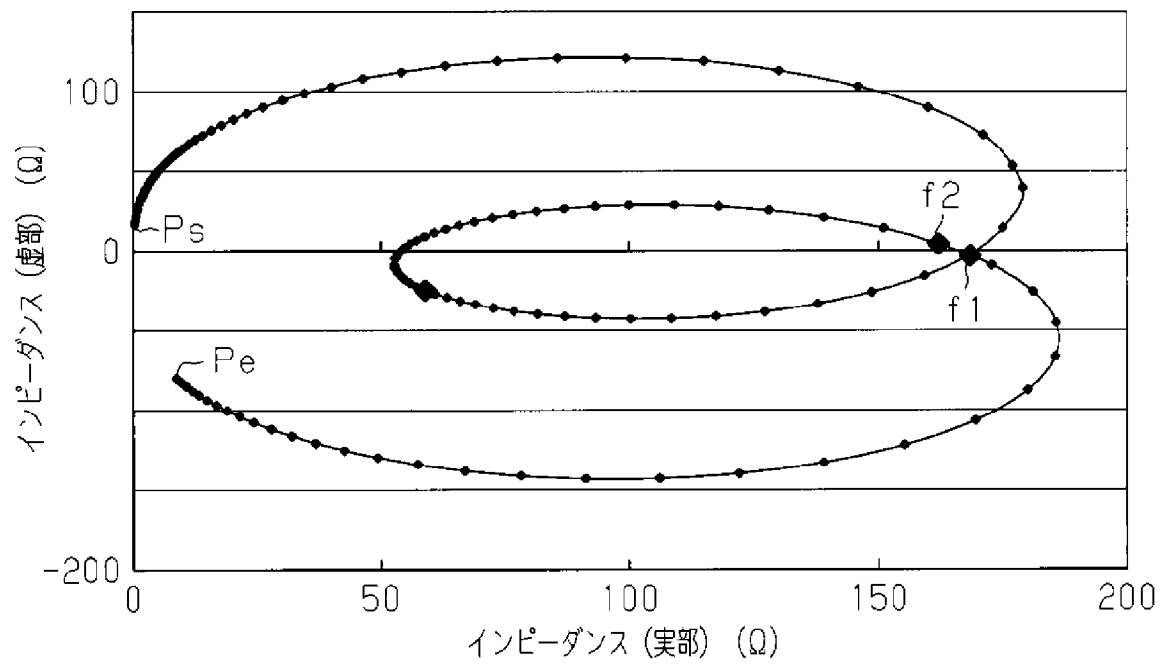
[図4]



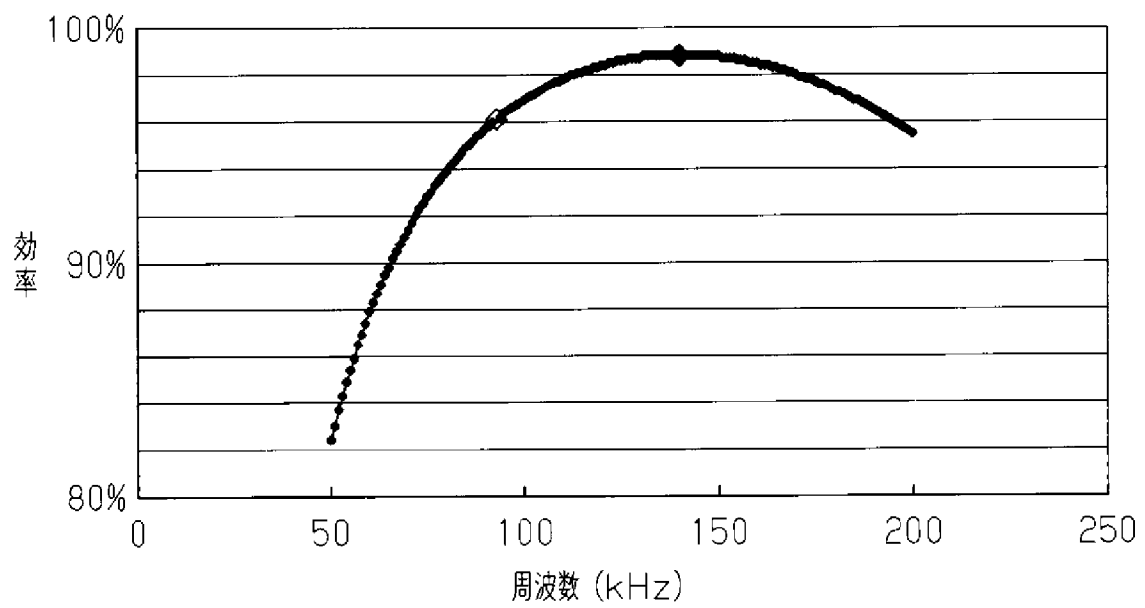
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/062179

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02J17/00(2006.01)i, B60L5/00(2006.01)i, B60L11/18(2006.01)i, B60M7/00(2006.01)i, H01M10/46(2006.01)i, H02J7/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02J17/00, B60L5/00, B60L11/18, B60M7/00, H01M10/46, H02J7/00

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Takehiro IMURA, Hiroyuki OKABE, Toshiyuki UCHIDA, Yoichi HORI, "Study of Magnetic and Electric Coupling for Contactless Power Transfer Using Equivalent Circuits", IEEJ Transactions on Industry Applications, Dengakuron D, vol.130, no.1, the Institute of Electrical Engineers of Japan, 2010.01, pages 84 to 88	1-4
Y	JP 2010-41558 A (Yokohama National University), 18 February 2010 (18.02.2010), fig. 5 (Family: none)	1-4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
28 May, 2012 (28.05.12)

Date of mailing of the international search report
05 June, 2012 (05.06.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/062179

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2005-184526 A (NTT Docomo Inc.) , 07 July 2005 (07.07.2005) , fig. 3, 4 (Family: none)	1-4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H02J17/00 (2006.01)i, B60L5/00 (2006.01)i, B60L11/18 (2006.01)i, B60M7/00 (2006.01)i,
H01M10/46 (2006.01)i, H02J7/00 (2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H02J17/00, B60L5/00, B60L11/18, B60M7/00, H01M10/46, H02J7/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	居村岳広、岡部浩之、内田利之、堀洋一、等価回路からみた非接触電力伝送の磁界結合と電解結合に関する研究, IEEJ Transactions on Industry Applications, 電学論D、130 巻1号, the Institute of Electrical Engineers of Japan, 2010.01, p.84-88	1 - 4
Y	JP 2010-41558 A (国立大学法人横浜国立大学) 2010.02.18, 図5 (ファミリーなし)	1 - 4
Y	JP 2005-184526 A (株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ) 2005.07.07, 図3、図4 (ファミリーなし)	1 - 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
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 8 . 0 5 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

0 5 . 0 6 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

吉田 美彦

5 T

9 3 8 4

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 6 8