(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
2011 年 6 月 23 日(23.06.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/074082 A1

(51) 国際特許分類:
H02J 17/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2009/070953

(22) 国際出願日: 2009 年 12 月 16 日(16.12.2009)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 富士通株式会社 (FUJITSU LIMITED) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中４丁目１番１号 Kanagawa (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 内田 昭嘉 (UCHIDA, Akiyoshi) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中４丁目１番１号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 服部 毅巖 (HATTORI, Kiyoshi); 〒1920082 東京都八王子市東町９番８号 八王子東町センタービル 服部特許事務所 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, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

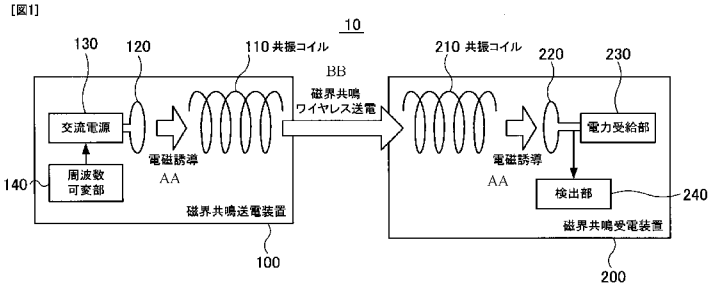
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: MAGNETIC-RESONANT-COUPLING POWER TRANSMISSION APPARATUS AND MAGNETIC-RESONANT-COUPLING POWER RECEPTION APPARATUS

(54) 発明の名称 : 磁界共鳴送電装置、及び、磁界共鳴受電装置



100 MAGNETIC-RESONANT-COUPLING POWER TRANSMISSION APPARATUS
110, 210 RESONANCE COIL
130 AC POWER SUPPLY
140 FREQUENCY VARYING UNIT
200 MAGNETIC-RESONANT-COUPLING POWER-RECEPTION APPARATUS
230 POWER RECEPTION UNIT
240 DETECTION UNIT
AA ELECTROMAGNETIC INDUCTION
BB MAGNETIC-RESONANT-COUPLING WIRELESS POWER-TRANSMISSION

(57) **Abstract**: Disclosed is a magnetic-resonant-coupling power transmission apparatus provided with communication function, wherein the cost thereof is reduced. The magnetic-resonant-coupling power transmission apparatus (100) of a magnetic-resonant-coupling wireless power transmission system (10) is provided with a resonance coil (110), an AC power supply (130) that generates an AC current on the resonance coil (110), and a frequency varying unit (140) that varies the frequency of the AC current to be generated by the AC power supply (130) on the resonance coil (110), on the basis of communication data.

(57) 要約: 通信機能を備える磁界共鳴送電装置のコストを低減させる。 磁界共鳴ワイヤレス送電システム（１０）の磁界共鳴送電装置（１００）は、共振コイル（１１０）と、共振コイル（１１０）に交流電流を発生させる交流電源（１３０）と、交流電源（１３０）が共振コイル（１１０）に発生させる交流電流の周波数を通信データに基づいて変化させる周波数可変部（１４０）と、を有する。

WO 2011/074082 A1

明　細　書

発明の名称 ： 磁界共鳴送電装置、及び、磁界共鳴受電装置

技術分野

[0001] 本件は、磁界共鳴によるワイヤレス送電に用いられる磁界共鳴送電装置、及び、磁界共鳴受電装置に関する。

背景技術

[0002] 磁界共鳴によるワイヤレス送電を行う磁界共鳴ワイヤレス送電システムが存在する。磁界共鳴ワイヤレス送電システムは、共振コイルを備える送電装置と、共振コイルを備える受電装置とを有し、送電装置が備える共振コイルと、受電装置が備える共振コイルとが、同じ共振周波数を備えている。

[0003] この送電装置の共振コイルに電力を供給して、共振コイルの共振周波数と同じ周波数の交流電流を流すと、送電装置の共振コイルと受電装置の共振コイルとの間で、磁界共鳴による電力伝送が行われ、受電装置の共振コイルに交流電流が流れる。このようにして、送電装置から受電装置へ電力の伝送がワイヤレスで行われる。

[0004] ワイヤレス送電システムには、磁界共鳴ワイヤレス送電システムの他に、例えば、電波を用いたワイヤレス送電システムや、電磁誘導を用いたワイヤレス送電システムが存在する。これらの他の送電システムと比べて、磁界共鳴ワイヤレス送電システムは、例えば、次のようなメリットがある。磁界共鳴ワイヤレス送電システムは、電波を用いたワイヤレス送電システムに比べて、大電力の送電が可能である。また、磁界共鳴ワイヤレス送電システムは、電磁誘導を用いたワイヤレス送電システムに比べて、送電距離を長くすることが可能であり、さらに、送電装置及び受電装置の各共振コイルを小さくすることが可能である。

[0005] 一方、ワイヤレス送電システムでは、伝送電力を把握して伝送電力に応じて課金を行ったり、受電装置を認証することで伝送対象以外への電力伝送を防止したりするため、送電装置と受電装置との間でワイヤレス通信を行う必

要がある。

[0006] このため、磁界共鳴ワイヤレス送電システムにおいても、ワイヤレス通信を行う機能を持たせることが考えられる。

なお、例えば、体内埋め込み式微小刺激装置の内蔵型電源の充電レベルを、非接触通信により外部に送信する技術がある（例えば、特許文献１参照）。また、非接触通信に磁界と共鳴を用いる技術がある（例えば、特許文献２から４参照）。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特表２００５－５３１３７１号公報

特許文献2：特表２００８－５３５６１１号公報

特許文献3：特開平６－５４８２４号公報

特許文献4：特公平８－２９１４３号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、磁界共鳴ワイヤレス送電システムにおいて、単に、既存の非接触通信機能を付加する場合、送電装置及び受電装置に新たに通信モジュールを設ける必要があり、送電装置及び受電装置のコストが増大してしまう可能性がある。

[0009] このような点に鑑み、コストを低減させた通信機能を備える磁界共鳴送電装置、及び、磁界共鳴受電装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 上記目的を達成するために以下のような磁界共鳴送電装置が提供される。

この磁界共鳴送電装置は、共振コイルと、共振コイルに交流電流を発生させる交流電源と、交流電源が共振コイルに発生させる交流電流の周波数を通信データに基づいて変化させる周波数可変部と、を有する。

発明の効果

[0011] 開示の磁界共鳴送電装置、及び、磁界共鳴受電装置によれば、通信機能を備える磁界共鳴送電装置、及び、磁界共鳴受電装置のコストを低減させることが可能となる。

本発明の上記及び他の目的、特徴及び利点は本発明の例として好ましい実施の形態を表す添付の図面と関連した以下の説明により明らかになるであろう。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]第１の実施の形態に係る磁界共鳴ワイヤレス送電システムの一例を示した図である。

[図2]第１の実施の形態に係る共振コイルの一例を示した等価回路図である。

[図3]第１の実施の形態に係る交流電源及び周波数可変部の具体例を示した図である。

[図4]第１の実施の形態に係る磁界共鳴受電装置の具体例を示した図である。

[図5]第１の実施の形態に係る磁界共鳴ワイヤレス送電システムの電力伝送状態の一例を示したグラフである。

[図6]第１の実施の形態に係る磁界共鳴ワイヤレス送電システムのデータ伝送の一例を示すタイミングチャートである。

[図7]第１の実施の形態に係る磁界共鳴ワイヤレス送電システムのデータ伝送の一例を示すタイミングチャートである。

[図8]第２の実施の形態に係る磁界共鳴ワイヤレス送電システムの一例を示した図である。

[図9]第２の実施の形態に係る電磁誘導による結合を変化させるための構成の一例を示した図である。

[図10]第２の実施の形態に係る磁界共鳴ワイヤレス送電システムのデータ伝送の一例を示すタイミングチャートである。

[図11]第２の実施の形態に係る磁界共鳴ワイヤレス送電システムのデータ伝送の一例を示すタイミングチャートである。

[図12]第３の実施の形態に係る磁界共鳴ワイヤレス送電システムの一例を示

した図である。

[図13]第３の実施の形態に係る磁界共鳴ワイヤレス送電システムのデータ伝送の一例を示すタイミングチャートである。

[図14]第４の実施の形態に係る磁界共鳴ワイヤレス送電システムの一例を示した図である。

[図15]第４の実施の形態に係る磁界共鳴ワイヤレス送電システムのデータ伝送の一例を示すタイミングチャートである。

[図16]第４の実施の形態に係る磁界共鳴ワイヤレス送電システムのデータ伝送の一例を示すタイミングチャートである。

[図17]第５の実施の形態に係る磁界共鳴ワイヤレス送電システムの一例を示した図である。

[図18]第５の実施の形態に係る磁界共鳴ワイヤレス送電システムの電力伝送状態の一例を示したグラフである。

[図19]第５の実施の形態に係る磁界共鳴ワイヤレス送電システムのデータ伝送の一例を示すタイミングチャートである。

[図20]第５の実施の形態に係る磁界共鳴ワイヤレス送電システムのデータ伝送の一例を示すタイミングチャートである。

[図21]第６の実施の形態に係る磁界共鳴ワイヤレス送電システムの通信手順の一例を示したシーケンス図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、実施の形態を図面を参照して説明する。

［第１の実施の形態］

図１は、第１の実施の形態に係る磁界共鳴ワイヤレス送電システムの一例を示した図である。

[0014] 磁界共鳴ワイヤレス送電システム１０は、電力を伝送する磁界共鳴送電装置１００と、磁界共鳴送電装置１００から伝送された電力を受給する磁界共鳴受電装置２００とを有する。

[0015] 磁界共鳴送電装置１００は、共振コイル１１０と、共振コイル１１０に電

磁誘導により電力を供給するコイル１２０と、コイル１２０に交流電流を発生させる交流電源１３０とを有する。

[0016] 共振コイル１１０の材料には、例えば、銅（Ｃｕ）が用いられている。共振コイル１１０には、例えば、直径３０ｃｍのヘリカル型コイルが用いられている。共振コイル１１０は、インダクタンスＬと容量Ｃとを備えるＬＣ共振回路を構成し、伝送周波数と同じ周波数の共振周波数を備えている。ここで、伝送周波数とは、磁界共鳴送電装置１００から磁界共鳴受電装置２００へ電力を伝送するために使用される伝送波の周波数である。

[0017] 共振コイル１１０の共振周波数は、例えば、１０ＭＨｚである。また、共振コイル１１０では、容量Ｃは、共振コイル１１０の浮遊容量により得られているが、共振コイル１１０のコイル線間にコンデンサを設けることで得るようにしてもよい。

[0018] さらに、共振コイル１１０は、コイル１２０から電磁誘導により電力が供給されて共振周波数と同じ周波数の交流電流が流れると、磁界共鳴受電装置２００に向けて、磁界共鳴によるワイヤレス送電を行う。

[0019] 交流電源１３０は、コイル１２０と接続し、コイル１２０に伝送周波数と同じ周波数、例えば、１０ＭＨｚの交流電流を発生させる。

コイル１２０の材料には、例えば、銅（Ｃｕ）が用いられている。コイル１２０は、交流電源１３０から交流電流が供給されると、電磁誘導により共振コイル１１０に電力を供給して、共振コイル１１０に交流電流を発生させる。

[0020] ここで、コイル１２０に流れる交流電流の周波数と共振コイル１１０に発生する交流電流の周波数とは一致する。即ち、コイル１２０に伝送周波数と同じ周波数、例えば、１０ＭＨｚの交流電流が供給されると、共振コイル１１０には、伝送周波数と同じ周波数、例えば、１０ＭＨｚの交流電流が流れる。

[0021] このように、共振コイル１１０には、配線等による電力供給ではなく、電磁誘導による電力供給が行われている。これにより、共振コイル１１０に、

交流電源１３０や電力供給のための配線等による抵抗が付加されることを避けることができるため、目的とする周波数と同じ共振周波数を備える精度の高い共振コイル１１０を得ることが可能となる。

[0022] なお、共振コイル１１０の共振周波数の精度が十分維持できる場合には、交流電源１３０を共振コイル１１０に接続し、交流電源１３０から共振コイル１１０に直接電力を供給してもよい。

[0023] さらに、磁界共鳴送電装置１００は、交流電源１３０がコイル１２０に発生させる交流電流の周波数を変化させる周波数可変部１４０を有する。

周波数可変部１４０は、磁界共鳴送電装置１００と磁界共鳴受電装置２００とが通信を行う際、通信データに基づいて交流電源１３０が発生する交流電流の周波数を変調させる。このように交流電源１３０が発生する交流電流の周波数を変調させると、これに応じて共振コイル１１０が伝送する電力量も変調する。

[0024] 即ち、通信データが、電力量の変調信号として共振コイル１１０から磁界共鳴受電装置２００に送信される。なお、周波数可変部１４０は、電力伝送時には、交流電源１３０が発生する交流電流の周波数を伝送周波数に維持する。

[0025] 次に、磁界共鳴受電装置２００について説明する。

磁界共鳴受電装置２００は、磁界共鳴送電装置１００の共振コイル１１０から電力が伝送される共振コイル２１０と、共振コイル２１０に伝送された電力が供給されるコイル２２０とを有する。なお、電力伝送時における共振コイル１１０と共振コイル２１０との間の距離は、例えば、数１０ｃｍから２ｍ程度を想定している。

[0026] 共振コイル２１０の材料には、例えば、銅（Ｃｕ）が用いられている。共振コイル２１０には、例えば、直径３０ｃｍのヘリカル型コイルが用いられている。共振コイル２１０は、インダクタンスＬと容量Ｃとを備えるＬＣ共振回路を構成し、伝送周波数と同じ周波数の共振周波数を備えている。即ち、共振コイル２１０の共振周波数は、共振コイル１１０の共振周波数と一致

している。

[0027] 共振コイル２１０の共振周波数は、例えば、１０ＭＨｚである。また、共振コイル２１０では、容量Ｃは、共振コイル２１０の浮遊容量により得られているが、共振コイル２１０のコイル線間にコンデンサを設けることで得るようにしてもよい。

[0028] さらに、共振コイル２１０には、電力伝送時、磁界共鳴送電装置１００の共振コイル１１０から磁界共鳴により電力が伝送されると、伝送周波数と同じ周波数の交流電流が流れる。

[0029] また、共振コイル２１０には、通信時、磁界共鳴送電装置１００の共振コイル１１０から電力量の変調信号が伝送され、この変調信号に応じた大きさの交流電流が流れる。即ち、共振コイル１１０から共振コイル２１０に電力量の変調信号が伝搬される。

[0030] コイル２２０の材料には、例えば、銅（Ｃｕ）が用いられている。コイル２２０は、共振コイル２１０に交流電流が流れると、電磁誘導により共振コイル２１０から電力が供給されて、交流電流を発生する。

[0031] このように、共振コイル２１０からの電力の供給は、配線等によるものではなく、電磁誘導により行われている。これにより、共振コイル２１０に、抵抗が付加されることを避けることができるため、目的とする周波数と同じ共振周波数を備える精度の高い共振コイル２１０を得ることが可能となる。

[0032] また、コイル２２０には、通信時、共振コイル１１０に伝搬された電力量の変調信号に応じた大きさの交流電流が流れる。即ち、共振コイル１１０からコイル２２０に電力量の変調信号が伝搬される。

[0033] さらに、磁界共鳴受電装置２００は、コイル２２０に供給された電力を受給する電力受給部２３０と、コイル２２０に供給された電力の大きさを検出する検出部２４０とを有する。

[0034] 電力受給部２３０には、例えば、電力消費部又はバッテリ等の電力蓄積部が用いられる。なお、共振コイル２１０の共振周波数の精度が十分維持できる場合には、電力受給部２３０を共振コイル２１０に接続し、電力受給部２

３０が直接、共振コイル２１０から電力を受給するようにしてもよい。

[0035] 検出部２４０は、通信時、コイル２２０に伝搬された電力量の変調信号を検出し、検出した変調信号を参照電力量と比較することで、例えば、１ｂｉｔデータ、又は、２ｂｉｔデータから成る復調データを生成する。

[0036] このように、磁界共鳴ワイヤレス送電システム１０では、共振コイル１１０と共振コイル２１０とがいずれも伝送周波数と同じ共振周波数を備えている。これにより、共振コイル１１０に電力を供給して交流電流を流すと、共振コイル１１０と共振コイル２１０との間で、磁界共鳴による電力伝送が行われ、共振コイル２１０に交流電流が流れる。これにより、共振コイル１１０から共振コイル２１０へ電力の伝送がワイヤレスで行われる。

[0037] また、磁界共鳴ワイヤレス送電システム１０では、周波数可変部１４０が、通信データに基づいてコイル１２０に発生する交流電流の周波数を変調し、共振コイル１１０から共振コイル２１０に、電力量の変調信号が伝送される。共振コイル２１０に伝送された電力量の変調信号は、検出部２４０で復調されて復調データが生成される。これにより、磁界共鳴送電装置１００から磁界共鳴受電装置２００へ、データのワイヤレス通信が行われる。

[0038] 図２は、第１の実施の形態に係る共振コイルの一例を示した等価回路図である。

共振コイル１１０，２１０は、図２に示すように、インダクタンスＬと、容量Ｃとを備えるＬＣ共振回路を構成している。ＬＣ共振回路の共振周波数ｆは、次の式で表される。

$f = \omega / 2\pi = 1 / \{2\pi (LC)^{1/2}\}$ ・・・（１）

図３は、第１の実施の形態に係る交流電源及び周波数可変部の具体例を示した図である。

[0039] この例では、交流電源１３０と周波数可変部１４０とが、ＰＬＬ（Phase Locked Loop）回路１６０で構成されている。

ＰＬＬ回路１６０は、入力電圧に応じた発振周波数を備える交流電流を出力する電圧制御発振器（ＶＣＯ：voltage controlled oscillator）１６１と

、電圧制御発振器１６１から出力された交流電流を増幅してコイル１２０に出力するアンプ１６２と、電圧制御発振器１６１から出力された交流電流を分周する分周器１６３とを有する。

[0040] さらに、ＰＬＬ回路１６０は、分周器１６３の出力信号と基準信号との位相を比較して位相差信号を出力する位相比較器１６４と、位相比較器１６４の出力信号を直流化して電圧制御発振器１６１に出力するフィルタ１６５と、電圧制御発振器１６１にフィルタ１６５から入力される信号の電圧を通信データに基づいて制御する電圧制御器１６６とを有する。

[0041] ＰＬＬ回路１６０では、電圧制御器１６６が通信データに基づいて電圧制御発振器１６１に入力される信号の電圧を制御することで、電圧制御発振器１６１が出力する交流電流の発振周波数が変化し、アンプ１６２からコイル１２０に出力される交流電流を変調させることが可能となる。

[0042] なお、ＰＬＬ回路１６０では、電圧制御器１６６が周波数可変部１４０に対応し、電圧制御発振器１６１、アンプ１６２、分周器１６３、位相比較器１６４、及びフィルタ１６５が交流電源１３０に対応する。

[0043] 図４は、第１の実施の形態に係る磁界共鳴受電装置の具体例を示した図である。

磁界共鳴受電装置２００ａは、共振コイル２１０と、コイル２２０と、整流回路２５０と、レギュレータ２６０と、バッテリコントローラ２３１と、バッテリ２３０ａと、検出部２４０とを有する。

[0044] 整流回路２５０は、コイル２２０に発生した交流電流を直流電流に変換して、レギュレータ２６０に出力する。レギュレータ２６０は、整流回路２５０から入力された直流電流を一定にしてバッテリコントローラ２３１に出力する。バッテリコントローラ２３１は、レギュレータ２６０から出力された一定電流によってバッテリ２３０に電力を蓄積する。検出部２４０は、整流回路２５０の出力電流に応じた電力量と、レギュレータ２６０の一定の出力電流に基づいて生成した参照電力量とを比較する。

[0045] 図５は、第１の実施の形態に係る磁界共鳴ワイヤレス送電システムの電力

伝送状態の一例を示したグラフである。

グラフの横軸は交流電源１３０が発生する交流電流の周波数を示し、縦軸は伝送電力（ｄＢ）を示す。ここで、伝送電力とは、共振コイル１１０から共振コイル２１０に伝送される電力である。

[0046] 特性１ａは、共振コイル１１０及び共振コイル２１０の共振周波数がｆ０の場合の伝送電力特性を示す。伝送電力は、周波数がｆ０のとき、ピーク値をとる。なお、特性１ａでは、ピーク値の近傍が歪んでいるが、これは、共振周波数以外の条件が影響しているものと考えられる。

[0047] さらに、伝送電力特性は、周波数がｆ０のときをピーク値とする急峻な特性を備えている。このように、伝送電力特性が急峻な特性を示すことで、電力伝送の効率を示すＱ値を大きくすることが可能となる。

[0048] また、伝送電力特性が急峻な特性を示すことで、周波数がｆ０からずれると、伝送電力が大きく減衰する。例えば、周波数が、ｆ０の場合、伝送電力は約２２ｄＢであり、ｆ１の場合、伝送電力は約１５ｄＢであり、ｆ２の場合、伝送電力は約１８ｄＢであり、ｆ３の場合、伝送電力は約１０ｄＢとなる。

[0049] このような特性により、通信時に、周波数可変部１４０が、交流電源１３０が発生する交流電流の周波数を変調させることで、共振コイル１１０から伝送される電力の大きさが大きく変化する。これにより、共振コイル１１０から共振コイル２１０に変化量が大きい電力量の変調信号を伝送させることが可能となる。

[0050] 図６、及び、図７は、第１の実施の形態に係る磁界共鳴ワイヤレス送電システムのデータ伝送の一例を示すタイミングチャートである。

図６では、交流電源１３０が発生する交流電流の周波数、検出部２４０が検出する電力量、及び、検出部２４０が生成する復調データの変化の様子が示されている。

[0051] なお、ここでは、共振コイル１１０及び共振コイル２１０の共振周波数はｆ０である。また、周波数ｆ０，ｆ１は、図５の周波数ｆ０，ｆ１と対応し

ているものとする。

この例では、通信時、周波数可変部１４０が通信データに基づいて交流電源１３０が発生する交流電流の周波数を、ｆ０，ｆ１に変化させている。また、検出部２４０には、参照電力量Ｒｅｆが供給されている。

[0052] 周波数がｆ０の場合、検出部２４０が検出する電力量は、参照電力量Ｒｅｆよりも大きく、検出部２４０は、復調データとして「０」を生成する。また、周波数がｆ１の場合、検出部２４０が検出する電力量は、参照電力量Ｒｅｆよりも小さく、検出部２４０は、復調データとして「１」を生成する。

[0053] このように、周波数可変部１４０が通信データに基づいて交流電源１３０が発生する交流電流の周波数を、ｆ０，ｆ１に変化させることで、検出部２４０から１ビットの復調データを生成することが可能となる。

[0054] 図７では、交流電源１３０が発生する交流電流の周波数、検出部２４０が検出する電力量、及び、検出部２４０が生成する復調データの変化の様子が示されている。

なお、ここでは、共振コイル１１０及び共振コイル２１０の共振周波数はｆ０である。また、周波数ｆ０，ｆ１，ｆ２，ｆ３は、図５の周波数ｆ０，ｆ１，ｆ２，ｆ３とそれぞれ対応しているものとする。

[0055] この例では、通信時、周波数可変部１４０が通信データに基づいて交流電源１３０が発生する交流電流の周波数を、ｆ０，ｆ１，ｆ２，ｆ３に変化させている。また、検出部２４０には、参照電力量Ｒｅｆ１，Ｒｅｆ２，Ｒｅｆ３がそれぞれ供給されている。

[0056] 周波数がｆ０の場合、検出部２４０が検出する電力量は、参照電力量Ｒｅｆ１よりも大きく、検出部２４０は、復調データとして「０」を生成する。周波数がｆ１の場合、検出部２４０が検出する電力量は、参照電力量Ｒｅｆ２とＲｅｆ３との間に位置し、検出部２４０は、復調データとして「２」を生成する。

[0057] 周波数がｆ２の場合、検出部２４０が検出する電力量は、参照電力量Ｒｅｆ１とＲｅｆ２との間に位置し、検出部２４０は、復調データとして「１」

を生成する。周波数がｆ３の場合、検出部２４０が検出する電力量は、参照電力量Ｒｅｆ３よりも小さく、検出部２４０は、復調データとして「３」を生成する。

[0058] このように、周波数可変部１４０が通信データに基づいて交流電源１３０が発生する交流電流の周波数を、ｆ０～ｆ３に変化させることで、検出部２４０から２ビットの復調データを生成することが可能となる。なお、周波数可変部１４０が変化させる周波数の値は、上記のｆ０～ｆ３の４値に限定されるものではなく、それ以上としてもよい。

[0059] 以上、説明してきたように、磁界共鳴ワイヤレス送電システム１０では、新たな通信モジュール等を設けることなく、磁界共鳴による電力伝送を行うための構成、即ち、共振コイル１１０、共振コイル２１０を用いてデータ通信を行うことが可能となる。この為、通信機能を備える磁界共鳴送電装置１００、及び、磁界共鳴受電装置２００のコストを低減させることが可能となる。

[0060] なお、第１の実施の形態は、交流電源１３０が発生する交流電流の周波数を変調するものであるが、これに換えて、交流電源１３０が発生する交流電流の振幅を変調させることも可能である。

[0061] 次に、第１の実施の形態とは通信データの変調方法が異なる実施の形態を、第２の実施の形態として説明する。

［第２の実施の形態］

図８は、第２の実施の形態に係る磁界共鳴ワイヤレス送電システムの一例を示した図である。

[0062] 磁界共鳴ワイヤレス送電システム１０ｂは、磁界共鳴送電装置１００ｂと磁界共鳴受電装置２００ｂとを有する。磁界共鳴送電装置１００ｂは、第１の実施の形態の磁界共鳴送電装置１００に対して、周波数可変部１４０に換えて、結合可変部１７０を設けたものである。磁界共鳴受電装置２００ｂは、第１の実施の形態の磁界共鳴受電装置２００と同じである。

[0063] 結合可変部１７０は、磁界共鳴送電装置１００ｂと磁界共鳴受電装置２０

０ｂとが通信を行う際、通信データに基づいて、共振コイル１１０とコイル１２０との電磁誘導による結合状態を変化させる。

[0064] 共振コイル１１０とコイル１２０との電磁誘導による結合状態が変化すると、コイル１２０から共振コイル１１０に供給される電力量も変化する。これにより、共振コイル１１０が伝送する電力量も変化する。

[0065] 即ち、結合可変部１７０が、通信データに基づいて共振コイル１１０とコイル１２０との電磁誘導による結合状態を変化させることで、共振コイル１１０が伝送する電力量を変調させることが可能となる。

[0066] これにより、第１の実施の形態と同様に、磁界共鳴送電装置１００ｂから磁界共鳴受電装置２００ｂへ、データのワイヤレス通信が行われる。

図９は、第２の実施の形態に係る電磁誘導による結合を変化させるための構成の一例を示した図である。

[0067] 図９（Ａ）に示す例は、共振コイル１１０とコイル１２０との距離を可変にする構成を有する。この例では、コイル１２０に移動機構１２１が設けられ、この移動機構１２１を結合可変部１７０が移動させることで、共振コイル１１０とコイル１２０との距離を可変にしている。共振コイル１１０とコイル１２０との距離を変化させることで、電磁誘導による結合状態は変化し、コイル１２０から共振コイル１１０に供給される電力量は変化する。例えば、距離が離れると、コイル１２０から共振コイル１１０に供給される電力量は低下する。

[0068] 図９（Ｂ）に示す例は、共振コイル１１０とコイル１２０との間に挿入された移動可能な磁性体１２２を有する。この例では、結合可変部１７０が磁性体１２２を移動させてその配置位置を変化させている。磁性体１２２の配置位置を変化させることで、電磁誘導による結合状態が変化し、コイル１２０から共振コイル１１０に供給される電力量は変化する。

[0069] 図９（Ｃ）に示す例は、共振コイル１１０とコイル１２０との向きを可変にする構成を有する。この例では、コイル１２０に回転機構１２３が設けられ、この回転機構１２３を結合可変部１７０が回転させることで、共振コイ

ル１１０に対するコイル１２０の角度を可変にしている。共振コイル１１０に対するコイル１２０の角度を変化させることで、電磁誘導による結合状態は変化し、コイル１２０から共振コイル１１０に供給される電力量は変化する。

[0070] 図９（Ｄ）に示す例は、コイル１２０に負荷された可変抵抗１２４を有する。この例では、可変抵抗１２４の抵抗値を結合可変部１７０が変化させることで、電磁誘導による結合状態は変化し、コイル１２０から共振コイル１１０に供給される電力量は変化する。

[0071] なお、この他に、共振コイル１１０とコイル１２０とのコイル線の巻き数の比や、サイズの比を変化させて、電磁誘導による結合状態を変化させることも可能である。

次に、図１０、及び、図１１は、第２の実施の形態に係る磁界共鳴ワイヤレス送電システムのデータ伝送の一例を示すタイミングチャートである。

[0072] このタイミングチャートは、結合可変部１７０が、図９（Ａ）に示すように共振コイル１１０とコイル１２０との距離を変化させて、電磁誘導による結合を変化させている例に対応する。

[0073] 図１０では、共振コイル１１０とコイル１２０との間の距離ｄ、検出部２４０が検出する電力量、及び、検出部２４０が生成する復調データの変化の様子が示されている。

この例では、通信時、結合可変部１７０が通信データに基づいて、共振コイル１１０とコイル１２０との間の距離ｄを、ｄ０，ｄ１（ｄ０＜ｄ１）に変化させている。また、検出部２４０には、参照電力量Ｒｅｆが供給されている。

[0074] 距離ｄがｄ０の場合、検出部２４０が検出する電力量は、参照電力量Ｒｅｆよりも大きく、検出部２４０は、復調データとして「０」を生成する。また、距離ｄがｄ１の場合、検出部２４０が検出する電力量は、参照電力量Ｒｅｆよりも小さく、検出部２４０は、復調データとして「１」を生成する。

[0075] このように、結合可変部１７０が通信データに基づいて共振コイル１１０

とコイル１２０との間の距離ｄを、ｄ０，ｄ１に変化させることで、検出部２４０から１ビットの復調データを生成することが可能となる。

[0076] 図１１では、共振コイル１１０とコイル１２０との間の距離ｄ、検出部２４０が検出する電力量、及び、検出部２４０が生成する復調データの変化の様子が示されている。

この例では、通信時、結合可変部１７０が通信データに基づいて、共振コイル１１０とコイル１２０との間の距離ｄを、ｄ０，ｄ１，ｄ２，ｄ３（ｄ０＜ｄ１＜ｄ２＜ｄ３）に変化させている。また、検出部２４０には、参照電力量Ｒｅｆ１，Ｒｅｆ２，Ｒｅｆ３が供給されている。

[0077] 距離ｄがｄ０の場合、検出部２４０が検出する電力量は、参照電力量Ｒｅｆ１よりも大きく、検出部２４０は、復調データとして「０」を生成する。距離ｄがｄ２の場合、検出部２４０が検出する電力量は、参照電力量Ｒｅｆ２とＲｅｆ３との間に位置し、検出部２４０は、復調データとして「２」を生成する。

[0078] 距離ｄがｄ１の場合、検出部２４０が検出する電力量は、参照電力量Ｒｅｆ１とＲｅｆ２との間に位置し、検出部２４０は、復調データとして「１」を生成する。距離ｄがｄ３の場合、検出部２４０が検出する電力量は、参照電力量Ｒｅｆ３よりも小さく、検出部２４０は、復調データとして「３」を生成する。

[0079] このように、結合可変部１７０が通信データに基づいて共振コイル１１０とコイル１２０との間の距離ｄを、ｄ０～ｄ３に変化させることで、検出部２４０から２ビットの復調データを生成することが可能となる。なお、結合可変部１７０が変化させる距離ｄの値は、上記のｄ０～ｄ３の４値に限定されるものではなく、それ以上としてもよい。

[0080] 以上、説明してきたように、磁界共鳴ワイヤレス送電システム１０ｂでは、新たな通信モジュール等を設けることなくデータ通信を行うことが可能となるため、通信機能を備える磁界共鳴送電装置１００ｂ、及び、磁界共鳴受電装置２００ｂのコストを低減させることが可能となる。

[0081] 次に、第１の実施の形態の通信データの変調方法と第２の実施の形態の通信データの変調方法とを組み合わせた実施の形態を、第３の実施の形態として説明する。

［第３の実施の形態］

図１２は、第３の実施の形態に係る磁界共鳴ワイヤレス送電システムの一例を示した図である。

[0082] 磁化共鳴ワイヤレス送電システム１０ｃは、磁界共鳴送電装置１００ｃと磁界共鳴受電装置２００ｃとを有する。磁界共鳴送電装置１００ｃは、第１の実施の形態の磁界共鳴送電装置１００に対して、結合可変部１７０を設けたものである。磁界共鳴受電装置２００ｃは、第１の実施の形態の磁界共鳴受電装置２００と同じである。

[0083] 図１３は、第３の実施の形態に係る磁界共鳴ワイヤレス送電システムのデータ伝送の一例を示すタイミングチャートである。

図１３では、交流電源１３０が発生する交流電流の周波数、共振コイル１１０とコイル１２０との間の距離ｄ、検出部２４０が検出する電力量、及び、検出部２４０が生成する復調データの変化の様子が示されている。

[0084] この例では、通信時、期間Ｔ１において、結合可変部１７０が通信データに基づいて、共振コイル１１０とコイル１２０との間の距離ｄを、ｄ０，ｄ１（ｄ０＜ｄ１）に変化させている。なお、期間Ｔ１中は、周波数可変部１４０は交流電源１３０が発生する交流電流の周波数を、ｆ０に維持している。

[0085] さらに、期間Ｔ２において、周波数可変部１４０が通信データに基づいて交流電源１３０が発生する交流電流の周波数を、ｆ０，ｆ１に変化させている。なお、期間Ｔ２中は、結合可変部１７０は共振コイル１１０とコイル１２０との間の距離ｄを、ｄ０に維持している。

[0086] 期間Ｔ１において、距離ｄがｄ０の場合、検出部２４０が検出する電力量は、参照電力量Ｒｅｆよりも大きく、検出部２４０は、復調データとして「０」を生成する。また、距離ｄがｄ１の場合、検出部２４０が検出する電力

量は、参照電力量Ｒｅｆよりも小さく、検出部２４０は、復調データとして「１」を生成する。

[0087] 期間Ｔ２において、周波数がｆ０の場合、検出部２４０が検出する電力量は、参照電力量Ｒｅｆよりも大きく、検出部２４０は、復調データとして「０」を生成する。また、周波数がｆ１の場合、検出部２４０が検出する電力量は、参照電力量Ｒｅｆよりも小さく、検出部２４０は、復調データとして「１」を生成する。

[0088] このように、交流電源１３０が発生する交流電流の周波数を変化させる方法と、共振コイル１１０とコイル１２０との電磁誘導による結合状態を変化させる方法とを組み合わせて、データを通信することも可能である。

[0089] 第１～第３の実施の形態は、磁界共鳴送電装置から磁界共鳴受電装置へのデータの送信に関するものであるが、次に、磁界共鳴受電装置から磁界共鳴送電装置へのデータの送信に関する実施の形態を、第４の実施の形態として説明する。

[0090] ［第４の実施の形態］

図１４は、第４の実施の形態に係る磁界共鳴ワイヤレス送電システムの一例を示した図である。

[0091] 磁界共鳴ワイヤレス送電システム１０ｄは、磁界共鳴送電装置１００ｄと磁界共鳴受電装置２００ｄとを有する。

磁界共鳴送電装置１００ｄは、共振コイル１１０と、コイル１２０と、交流電源１３０と、コイル１２０に発生する電力量を検出する検出部１８０とを有する。

[0092] 磁界共鳴送電装置２００ｄは、共振コイル２１０と、コイル２２０と、電力受給部２３０と、結合可変部２８０とを有する。

結合可変部２８０は、磁界共鳴送電装置１００ｄと磁界共鳴受電装置２００ｄとが通信を行う際、通信データに基づいて、共振コイル２１０とコイル２２０との電磁誘導による結合状態を変化させる。

[0093] 共振コイル２１０とコイル２２０との電磁誘導による結合状態を変化させ

る方法としては、例えば、図９を用いて説明した方法を適用することが可能となる。

共振コイル２１０とコイル２２０との電磁誘導による結合状態が変化すると、共振コイル２１０からコイル２２０に供給される電力量が変化する。これにより、共振コイル１１０から共振コイル２１０に伝送される電力量が変化する。

[0094] 即ち、結合可変部２８０が、通信データに基づいて共振コイル２１０とコイル２２０との電磁誘導による結合状態を変化させることで、共振コイル１１０から共振コイル２１０に伝送される電力量を変調させることが可能となる。つまり、通信データが、電力量の変調信号として共振コイル２１０から共振コイル１１０に送信される。

[0095] また、共振コイル１１０から共振コイル２１０に伝送される電力量が変化すると、コイル１２０から共振コイル１１０に供給される電力量も変化し、これにより、コイル１２０に発生する電力量も変化する。即ち、共振コイル１１０に送信された電力量の変調信号が、コイル１２０に伝搬される。

[0096] 検出部１８０は、通信時、コイル１２０に伝搬された電力量の変調信号を検出し、検出した変調信号を参照電力量と比較することで、例えば、１ｂｉｔデータ、又は、２ｂｉｔデータから成る復調データを生成する。

[0097] このように、磁界共鳴ワイヤレス送電システム１０ｄでは、結合可変部２８０が、通信データに基づいて共振コイル２１０とコイル２２０との電磁誘導による結合状態を変化させることで、共振コイル２１０から共振コイル１１０に、電力量の変調信号が伝送される。共振コイル１１０に伝送された電力量の変調信号は、検出部１８０で復調されて復調データが生成される。これにより、磁界共鳴受電装置２００ｄから磁界共鳴送電装置１００ｄへ、データのワイヤレス通信が行われる。

[0098] 次に、図１５、及び、図１６は、第４の実施の形態に係る磁界共鳴ワイヤレス送電システムのデータ伝送の一例を示すタイミングチャートである。

このタイミングチャートは、結合可変部２８０が、共振コイル２１０とコ

イル２２０との距離を変化させて、電磁誘導による結合を変化させている例に対応する。

[0099] 図１５では、共振コイル２１０とコイル２２０との間の距離ｄ、コイル２２０に供給される電力量Ｗ２、検出部１８０が検出する電力量Ｗ１、及び、検出部１８０が生成する復調データの変化の様子が示されている。

[0100] この例では、通信時、結合可変部２８０が通信データに基づいて、共振コイル２１０とコイル２２０との間の距離ｄを、ｄ０，ｄ１（ｄ０＜ｄ１）に変化させている。また、検出部１８０には、参照電力量Ｒｅｆが供給されている。

[0101] 距離ｄがｄ０の場合、電力量Ｗ１は、参照電力量Ｒｅｆよりも小さく、検出部１８０は、復調データとして「０」を生成する。また、距離ｄがｄ１の場合、電力量Ｗ１は、参照電力量Ｒｅｆよりも大きく、検出部１８０は、復調データとして「１」を生成する。

[0102] このように、結合可変部２８０が通信データに基づいて共振コイル２１０とコイル２２０との間の距離ｄを、ｄ０，ｄ１に変化させることで、検出部１８０から１ビットの復調データを生成することが可能となる。

[0103] 図１６では、共振コイル２１０とコイル２２０との間の距離ｄ、コイル２２０に供給される電力量Ｗ２、検出部１８０が検出する電力量Ｗ１、及び、検出部１８０が生成する復調データの変化の様子が示されている。

[0104] この例では、通信時、結合可変部２８０が通信データに基づいて、共振コイル２１０とコイル２２０との間の距離ｄを、ｄ０，ｄ１，ｄ２，ｄ３（ｄ０＜ｄ１＜ｄ２＜ｄ３）に変化させている。また、検出部１８０には、参照電力量Ｒｅｆ１，Ｒｅｆ２，Ｒｅｆ３が供給されている。

[0105] 距離ｄがｄ０の場合、電力量Ｗ１は、参照電力量Ｒｅｆ３よりも小さく、検出部１８０は、復調データとして「０」を生成する。距離ｄがｄ２の場合、電力量Ｗ１は、参照電力量Ｒｅｆ１とＲｅｆ２との間に位置し、検出部１８０は、復調データとして「２」を生成する。

[0106] 距離ｄがｄ１の場合、電力量Ｗ１は、参照電力量Ｒｅｆ２とＲｅｆ３との

間に位置し、検出部１８０は、復調データとして「１」を生成する。距離ｄがｄ３の場合、電力量Ｗ１は、参照電力量Ｒｅｆ１よりも大きく、検出部１８０は、復調データとして「３」を生成する。

[0107] このように、結合可変部２８０が通信データに基づいて共振コイル２１０とコイル２２０との間の距離ｄを、ｄ０～ｄ３に変化させることで、検出部１８０から２ビットの復調データを生成することが可能となる。なお、結合可変部２８０が変化させる距離ｄの値は、上記のｄ０～ｄ３の４値に限定されるものではなく、それ以上としてもよい。

[0108] 以上、説明してきたように、磁界共鳴ワイヤレス送電システム１０ｄでは、新たな通信モジュール等を設けることなくデータ通信を行うことが可能となるため、通信機能を備える磁界共鳴送電装置１００ｄ、及び、磁界共鳴受電装置２００ｄのコストを低減させることが可能となる。

[0109] 次に、第４の実施の形態とは通信データの変調方法が異なる実施の形態を、第５の実施の形態として説明する。

［第５の実施の形態］

図１７は、第５の実施の形態に係る磁界共鳴ワイヤレス送電システムの一例を示した図である。

[0110] 磁界共鳴ワイヤレス送電システム１０ｅは、磁界共鳴送電装置１００ｅと磁界共鳴受電装置２００ｅとを有する。磁界共鳴送電装置１００ｅは、第４の実施の形態の磁界共鳴送電装置１００ｄと同じである。磁界共鳴受電装置２００ｅは、第４の実施の形態の磁界共鳴受電装置２００ｄに対して、結合可変部２８０に換えて、共振周波数可変部２７０を設けたものである。

[0111] 共振周波数可変部２７０は、磁界共鳴送電装置１００ｅと磁界共鳴受電装置２００ｅとが通信を行う際、通信データに基づいて、共振コイル２１０の共振周波数を変化させる。共振コイル２１０の共振周波数の変化は、例えば、共振コイル２１０の容量Ｃを変化させることで行われる。

[0112] 共振コイル２１０の共振周波数が変化すると、共振コイル１１０から共振コイル２１０に伝送される電力量も変化する。

即ち、共振周波数可変部２７０が、通信データに基づいて共振コイル２１０の共振周波数を変化させることで、共振コイル１１０から共振コイル２１０に伝送される電力量を変調させることが可能となる。

[0113] これにより、第４の実施の形態と同様に、磁界共鳴受電装置２００ｅから磁界共鳴送電装置１００ｅへ、データのワイヤレス通信が行われる。

図１８は、第５の実施の形態に係る磁界共鳴ワイヤレス送電システムの電力伝送状態の一例を示したグラフである。

[0114] グラフの横軸は交流電源１３０が発生する交流電流の周波数を示し、縦軸は伝送電力（ｄＢ）を示す。

特性２ａは、共振コイル２１０の共振周波数が目的とする周波数ｆ０と一致している場合の伝送電力特性を示す。特性２ａでは、伝送電力は、周波数がｆ０のときピーク値をとる。なお、特性２ａでは、ピーク値の近傍が歪んでいるが、これは、共振周波数以外の条件が影響しているものと考えられる。

[0115] 特性２ｂは、共振コイル２１０の共振周波数がｆ０からずれている場合の伝送電力特性を示す。特性２ｂは、特性２ａに対して横軸方向にシフトした状態となり、周波数がｆ０のときの伝送電力は、特性２ａの場合と比べて大きく減少している。

[0116] このように、共振コイル２１０の共振周波数を変化させることで、共振コイル１１０から共振コイル２１０に伝送される電力量を変化させることが可能となる。

次に、図１９、及び、図２０は、第５の実施の形態に係る磁界共鳴ワイヤレス送電システムのデータ伝送の一例を示すタイミングチャートである。

[0117] このタイミングチャートは、共振周波数可変部２７０が、共振コイル２１０の容量Ｃを変化させている例に対応する。

図１９では、共振コイル２１０の容量Ｃ、コイル２２０に供給される電力量Ｗ２、検出部１８０が検出する電力量Ｗ１、及び、検出部１８０が生成する復調データの変化の様子が示されている。

[0118] この例では、通信時、共振周波数可変部２７０が通信データに基づいて、共振コイル２１０の容量Ｃを、ｃ０，ｃ１（ｃ０＜ｃ１）に変化させている。また、検出部１８０には、参照電力量Ｒｅｆが供給されている。

[0119] 容量Ｃがｃ０の場合、電力量Ｗ１は、参照電力量Ｒｅｆよりも小さく、検出部１８０は、復調データとして「０」を生成する。また、容量Ｃがｃ１の場合、電力量Ｗ１は、参照電力量Ｒｅｆよりも大きく、検出部１８０は、復調データとして「１」を生成する。

[0120] このように、共振周波数可変部２７０が通信データに基づいて共振コイル２１０の容量Ｃを、ｃ０，ｃ１に変化させることで、検出部１８０から１ビットの復調データを生成することが可能となる。

[0121] 図２０では、共振コイル２１０の容量Ｃ、コイル２２０に供給される電力量Ｗ２、検出部１８０が検出する電力量Ｗ１、及び、検出部１８０が生成する復調データの変化の様子が示されている。

[0122] この例では、通信時、共振周波数可変部２７０が通信データに基づいて、共振コイル２１０の容量Ｃを、ｃ０，ｃ１，ｃ２，ｃ３（ｃ０＜ｃ１＜ｃ２＜ｃ３）に変化させている。また、検出部１８０には、参照電力量Ｒｅｆ１，Ｒｅｆ２，Ｒｅｆ３が供給されている。

[0123] 容量Ｃがｃ０の場合、電力量Ｗ１は、参照電力量Ｒｅｆ３よりも小さく、検出部１８０は、復調データとして「０」を生成する。容量Ｃがｃ２の場合、電力量Ｗ１は、参照電力量Ｒｅｆ１とＲｅｆ２との間に位置し、検出部１８０は、復調データとして「２」を生成する。

[0124] 容量Ｃがｃ１の場合、電力量Ｗ１は、参照電力量Ｒｅｆ２とＲｅｆ３との間に位置し、検出部１８０は、復調データとして「１」を生成する。容量Ｃがｃ３の場合、電力量Ｗ１は、参照電力量Ｒｅｆ１よりも大きく、検出部１８０は、復調データとして「３」を生成する。

[0125] このように、共振周波数可変部２７０が通信データに基づいて共振コイル２１０の容量Ｃを、ｃ０～ｃ３に変化させることで、検出部１８０から２ビットの復調データを生成することが可能となる。なお、共振周波数可変部２

７０が変化させる容量Ｃの値は、上記のｃ０～ｃ３の４値に限定されるものではなく、それ以上としてもよい。

[0126] 以上、説明してきたように、磁界共鳴ワイヤレス送電システム１０ｅでは、新たな通信モジュール等を設けることなくデータ通信を行うことが可能となるため、通信機能を備える磁界共鳴送電装置１００ｅ、及び、磁界共鳴受電装置２００ｅのコストを低減させることが可能となる。

[0127] なお、第５の実施の形態の磁界共鳴受電装置２００ｅから磁界共鳴送電装置１００ｅへのデータの送信方法を、磁界共鳴送電装置１００ｅから磁界共鳴受電装置２００ｅへのデータの送信方法に適用することも可能である。

[0128] 即ち、共振コイル１１０の共振周波数を変化させることで、共振コイル１１０から共振コイル２１０へ伝送する電力量を変調させて、磁界共鳴送電装置１００ｅから磁界共鳴受電装置２００ｅへデータを送信することも可能である。

[0129] 次に、磁界共鳴ワイヤレス送電システムにおける、磁界共鳴送電装置及び磁界共鳴受電装置の通信手順について、第６の実施の形態として説明する。

［第６の実施の形態］

図２１は、第６の実施の形態に係る磁界共鳴ワイヤレス送電システムの通信手順の一例を示したシーケンス図である。

[0130] 第６の実施の形態では、磁界共鳴送電装置から磁界共鳴受電装置へのデータの送信に、第１～第３のいずれかの実施の形態の通信方法を用い、磁界共鳴受電装置から磁界共鳴送電装置へのデータの送信に、第４又は第５の実施の形態の通信方法を用いているものとする。

[0131] ［ステップＳ１０１］磁界共鳴送電装置が、信号を磁界共鳴受電装置へ送信する。

［ステップＳ１０２］磁界共鳴受電装置が、磁界共鳴送電装置が送信した信号を受信すると、通信用回路を起動する。ここで通信用回路とは、例えば、磁界共鳴受電装置に、第４の実施の形態の磁界共鳴受電装置１０ｄを用いた場合は結合可変部２８０であり、第５の実施の形態の磁界共鳴受電装置１

０ｅを用いた場合は共振周波数可変部２７０である。

[0132] ［ステップＳ１０３］磁界共鳴受電装置が、通信開始信号を磁界共鳴送電装置へ送信する。

［ステップＳ１０４］磁界共鳴送電装置が、磁界共鳴受電装置から送信された通信開始信号を受信すると、通信開始信号を磁界共鳴受電装置へ送信する。

[0133] ［ステップＳ１０５］磁界共鳴送電装置が、磁界共鳴受電装置との間の通信を開始する。

［ステップＳ１０６］磁界共鳴受電装置が、磁界共鳴送電装置との間の通信を開始する。

[0134] ［ステップＳ１０７］磁界共鳴送電装置と磁界共鳴受電装置とが、認証確認や、電力量の伝送効率の確認等を実施する。なお、電力量の伝送効率を確認することで、例えば、電力伝送の経路の異物の有無を確認することが可能となる。

[0135] ［ステップＳ１０８］磁界共鳴送電装置が、磁界共鳴受電装置への電力伝送を開始する。

なお、ステップＳ１０８をステップＳ１０１よりも前に実施することとしてもよい。また、ステップＳ１０８を、ステップＳ１０１からステップＳ１０７までの一連の処理と並行して実施することとしてもよい。

[0136] 上記については単に本発明の原理を示すものである。さらに、多数の変形、変更が当業者にとって可能であり、本発明は上記に示し、説明した正確な構成及び応用例に限定されるものではなく、対応するすべての変形例及び均等物は、添付の請求項及びその均等物による本発明の範囲とみなされる。

符号の説明

[0137] １０　磁界共鳴ワイヤレス送電システム

１００　磁界共鳴送電装置

１１０，２１０　共振コイル

１２０，２２０　コイル

１３０　交流電源

１４０　周波数可変部

２００　磁界共鳴受電装置

２３０　電力受給部

２４０　検出部

請求の範囲

[請求項1] 共振コイルと、

前記共振コイルに交流電流を発生させる交流電源と、

前記交流電源が前記共振コイルに発生させる交流電流の周波数を通信データに基づいて変化させる周波数可変部と、

を有することを特徴とする磁界共鳴送電装置。

[請求項2] 共振コイルと、

前記共振コイルに電磁誘導により交流電流を発生させるコイルと、

前記コイルに交流電流を発生させる交流電源と、

前記共振コイルと前記コイルとの電磁誘導による結合状態を通信データに基づいて変化させる結合可変部と、

を有することを特徴とする磁界共鳴送電装置。

[請求項3] 前記結合可変部は、前記共振コイルと前記コイルとの間の距離を変化させることで、前記結合状態を変化させることを特徴とする請求の範囲第２項記載の磁界共鳴送電装置。

[請求項4] 前記結合可変部は、前記共振コイルと前記コイルとの間に磁性体を配置させることで、前記結合状態を変化させることを特徴とする請求の範囲第２項記載の磁界共鳴送電装置。

[請求項5] 前記結合可変部は、前記共振コイル又は前記コイルの角度を変化させることで、前記結合状態を変化させることを特徴とする請求の範囲第２項記載の磁界共鳴送電装置。

[請求項6] 前記結合可変部は、前記共振コイル又は前記コイルの負荷抵抗を変化させることで、前記結合状態を変化させることを特徴とする請求の範囲第２項記載の磁界共鳴送電装置。

[請求項7] 共振コイルと、

前記共振コイルから電磁誘導により電力が供給されるコイルと、

前記コイルに供給された電力を受給する電力受給部と、

前記共振コイルと前記コイルとの電磁誘導による結合状態を通信デ

ータに基づいて変化させる結合可変部と、

を有することを特徴とする磁界共鳴受電装置。

[請求項8] 前記結合可変部は、前記共振コイルと前記コイルとの間の距離を変化させることで、前記結合状態を変化させることを特徴とする請求の範囲第７項記載の磁界共鳴受電装置。

[請求項9] 共振コイルと、

前記共振コイルから電磁誘導により電力が供給されるコイルと、

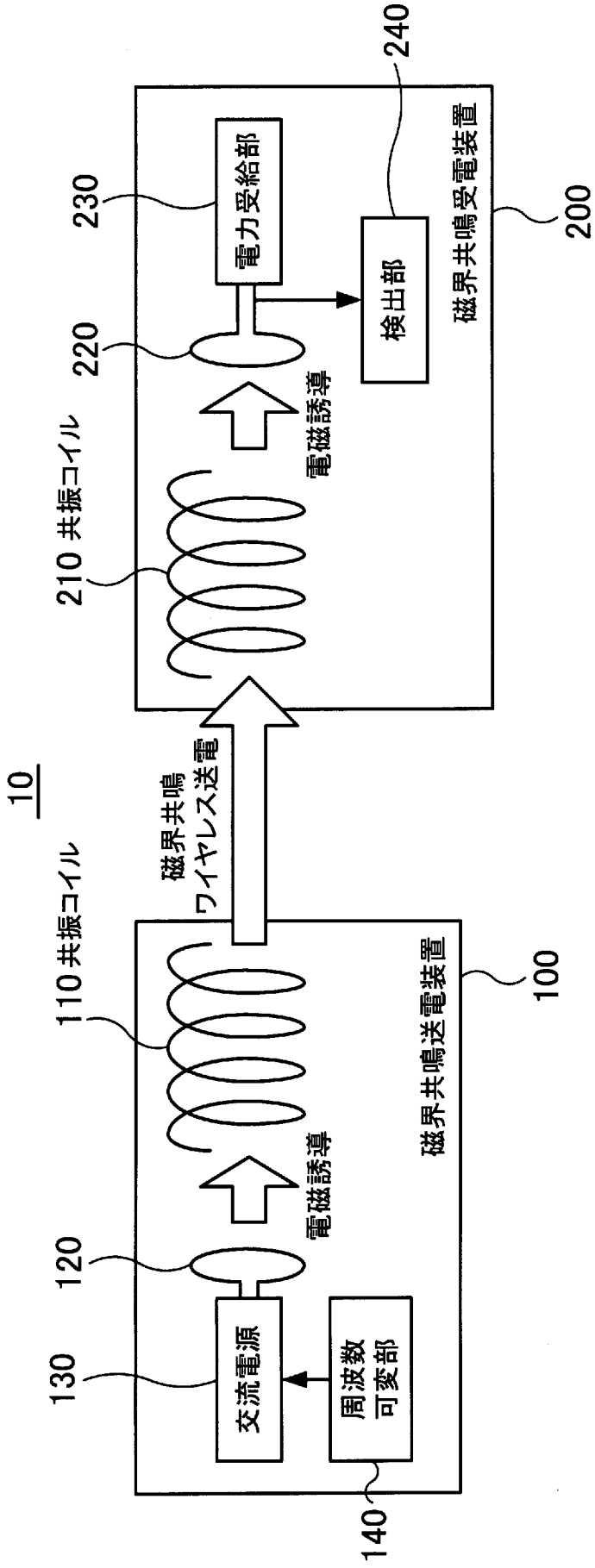
前記コイルに供給された電力を受給する電力受給部と、

前記共振コイルの共振周波数を通信データに基づいて変化させる共振周波数可変部と、

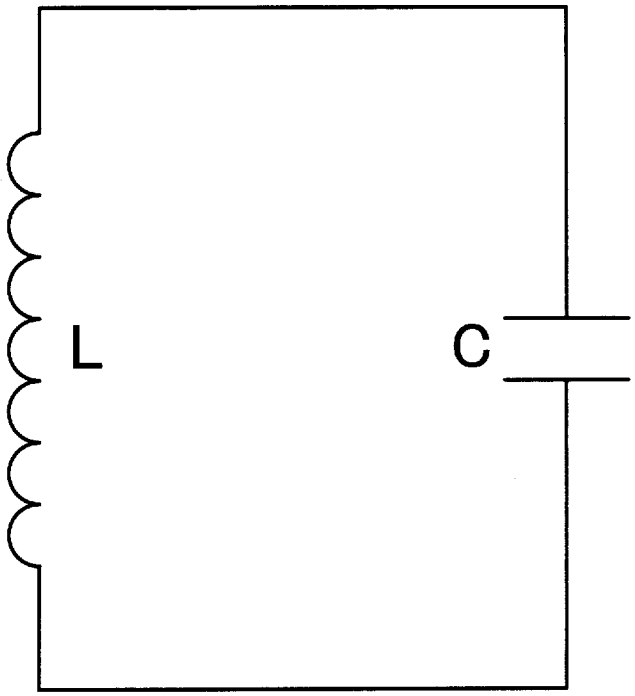
を有することを特徴とする磁界共鳴受電装置。

[請求項10] 前記共振周波数可変部は、前記共振コイルの容量を変化させることで、前記共振周波数を変化させることを特徴とする請求の範囲第９項記載の磁界共鳴受電装置。

[図1]

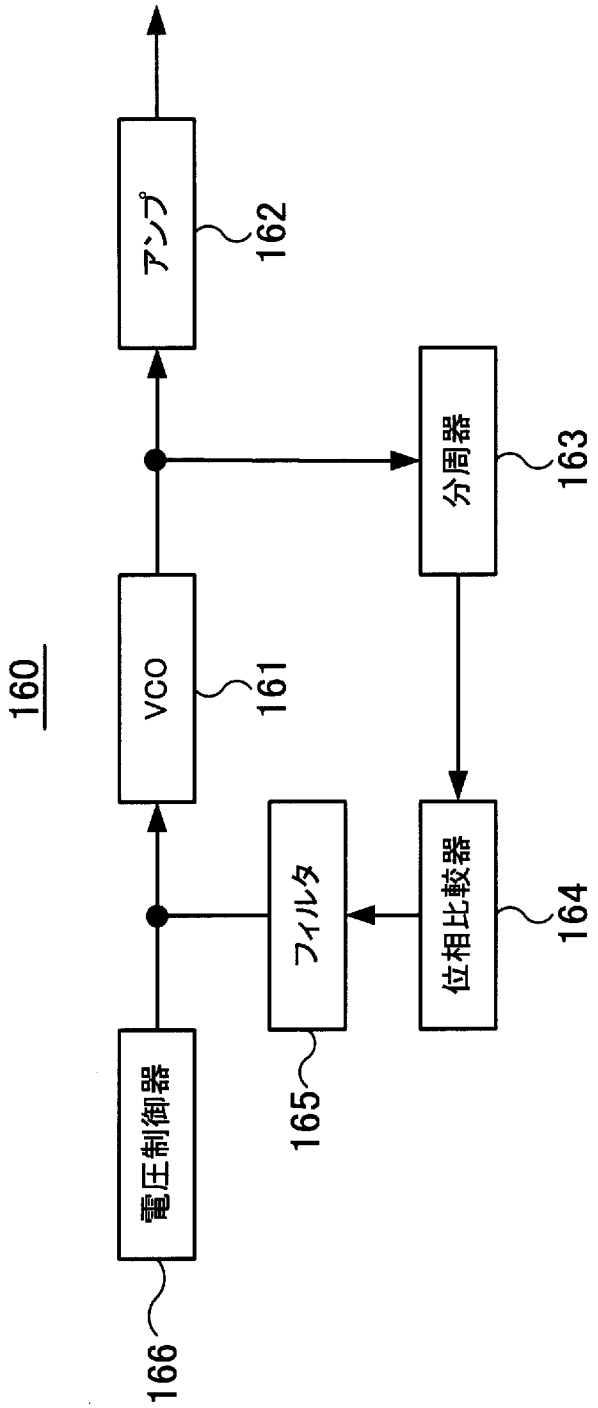

10
磁界共鳴
ワイヤレス送電
電磁誘導
電磁誘導
磁界共鳴送電装置
磁界共鳴受電装置
110 共振コイル
210 共振コイル
120
130
140
220
230
240
100
200
交流電源
周波数
可変部
電力受給部
検出部

[図2]

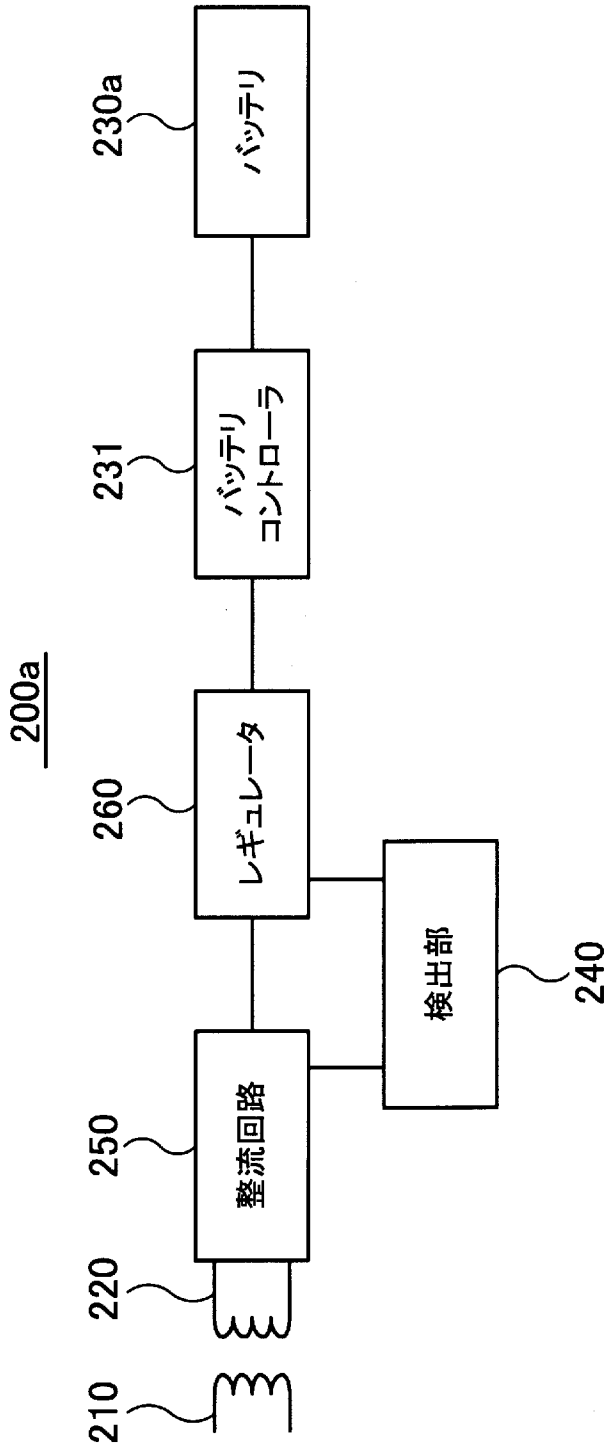


LC共振回路

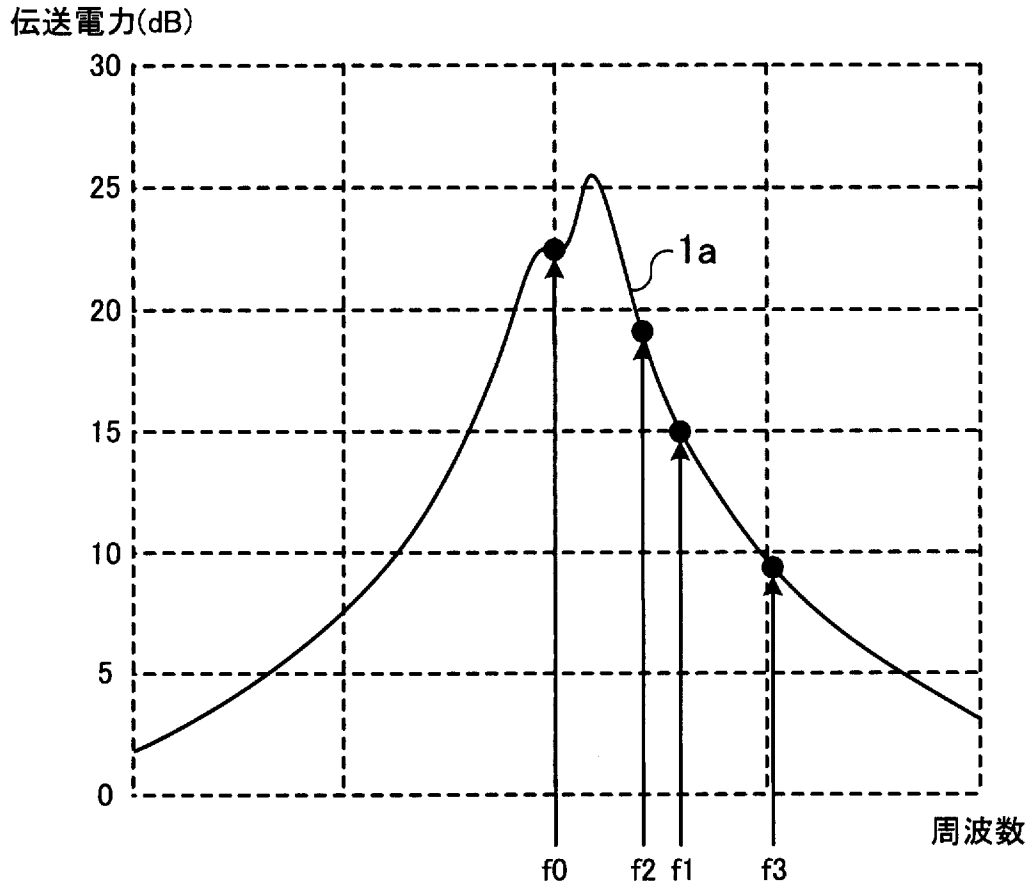
[図3]



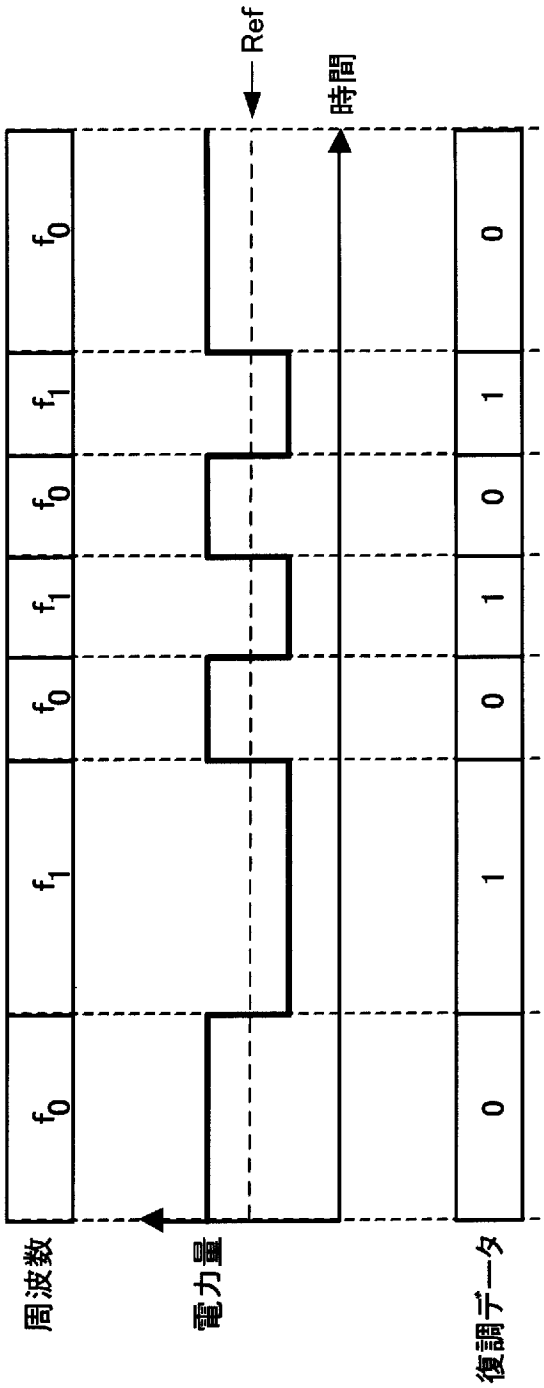
[図4]


200a
210
220
250
整流回路
260
レギュレータ
231
バッテリ
コントローラ
230a
バッテリ
240
検出部

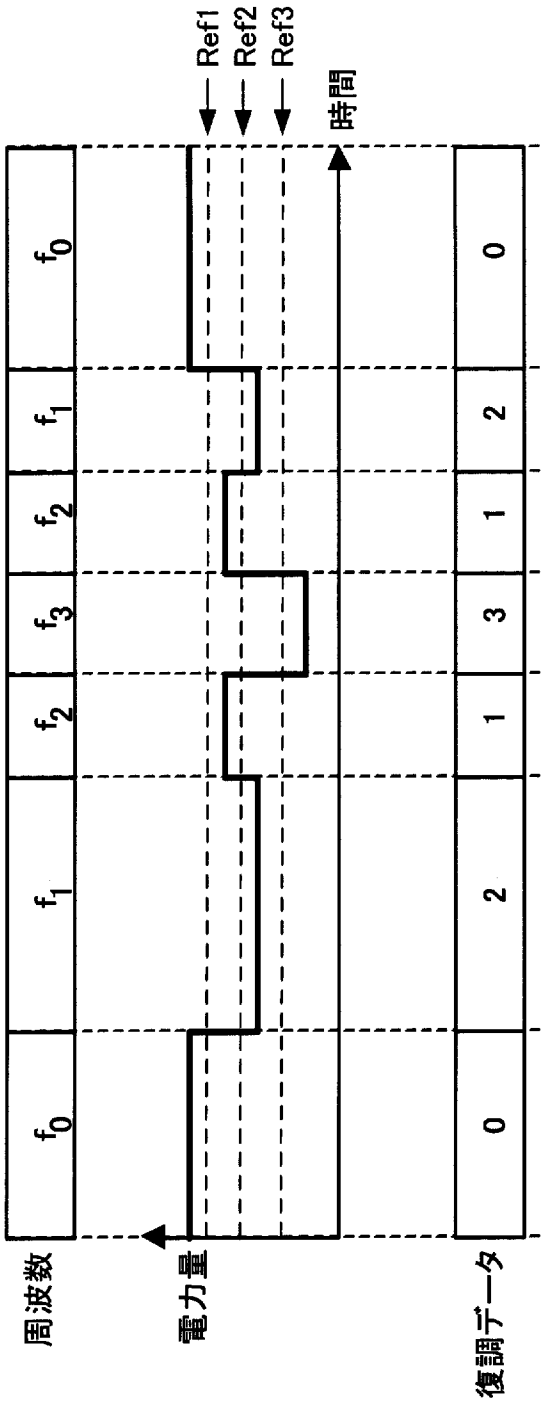
[図5]



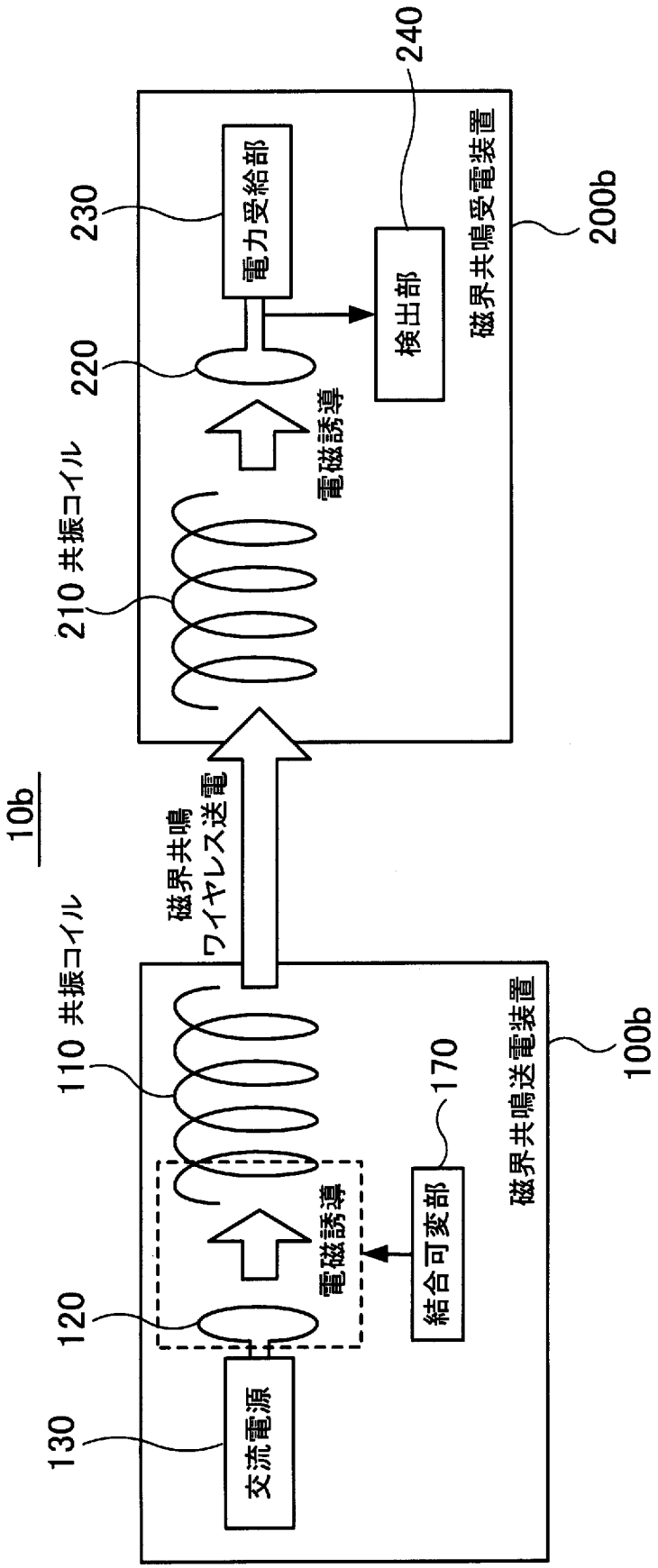
[図6]



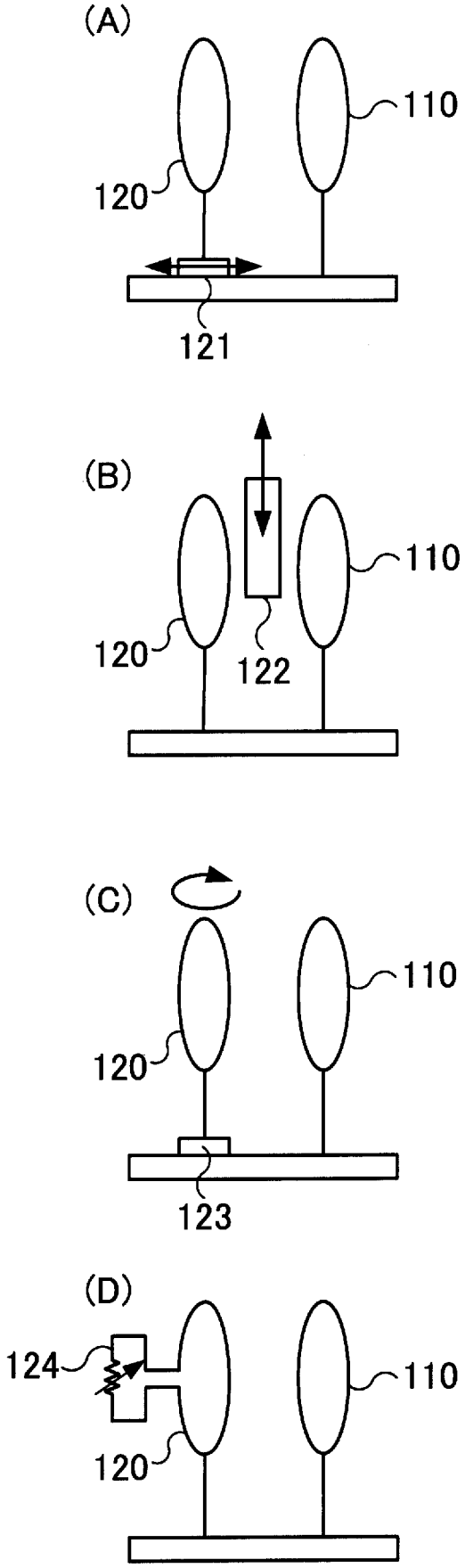
[図7]



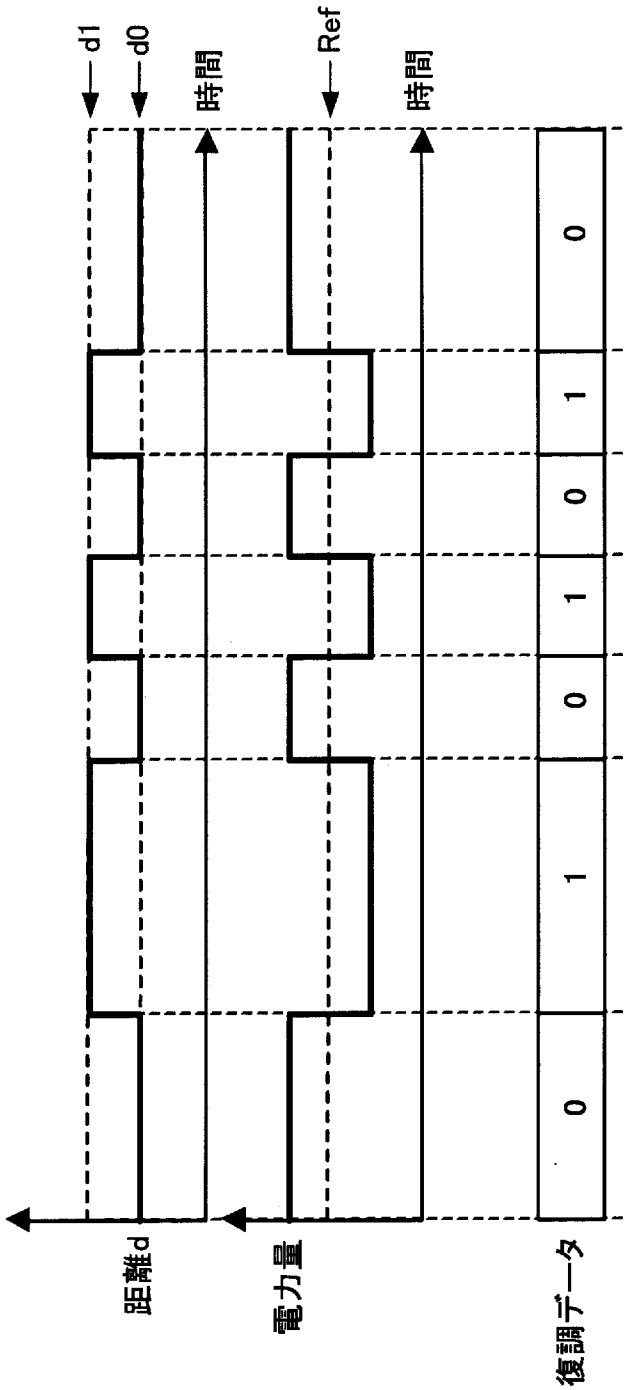
[図8]


10b
磁界共鳴
ワイヤレス送電
110 共振コイル
120
130
交流電源
電磁誘導
170
結合可変部
磁界共鳴送電装置
100b
210 共振コイル
220
230
電力受給部
電磁誘導
240
検出部
磁界共鳴受電装置
200b

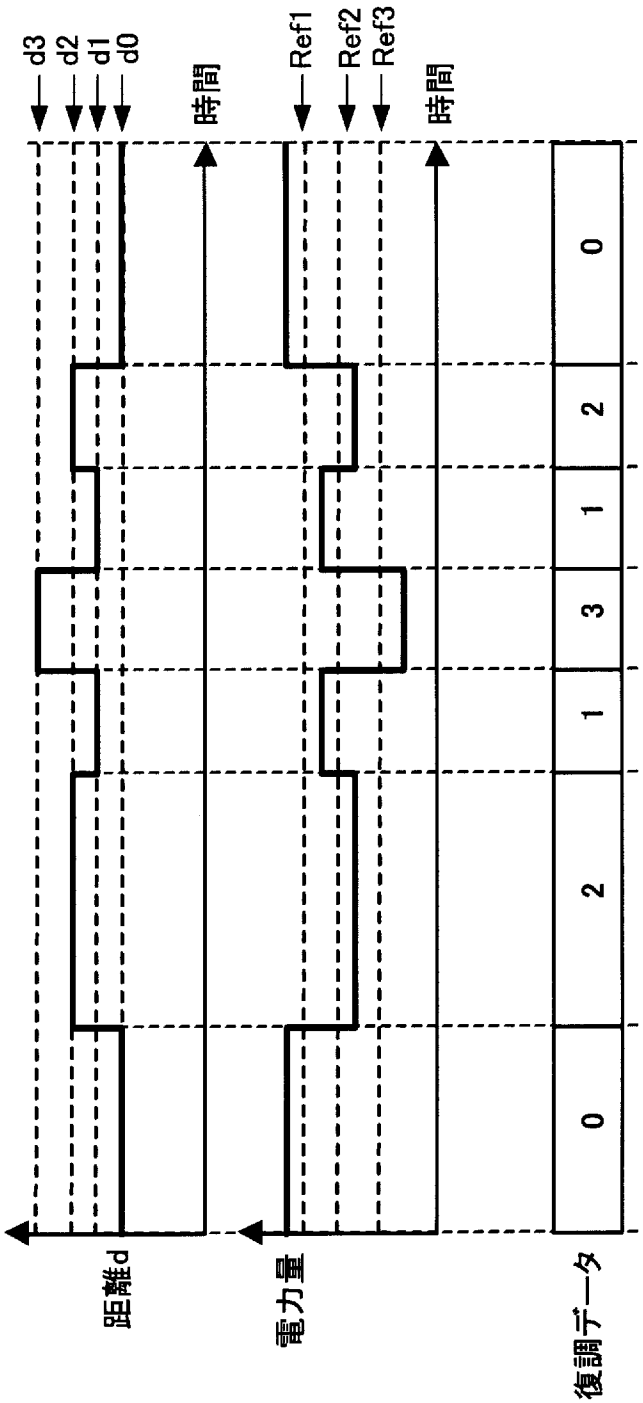
[図9]



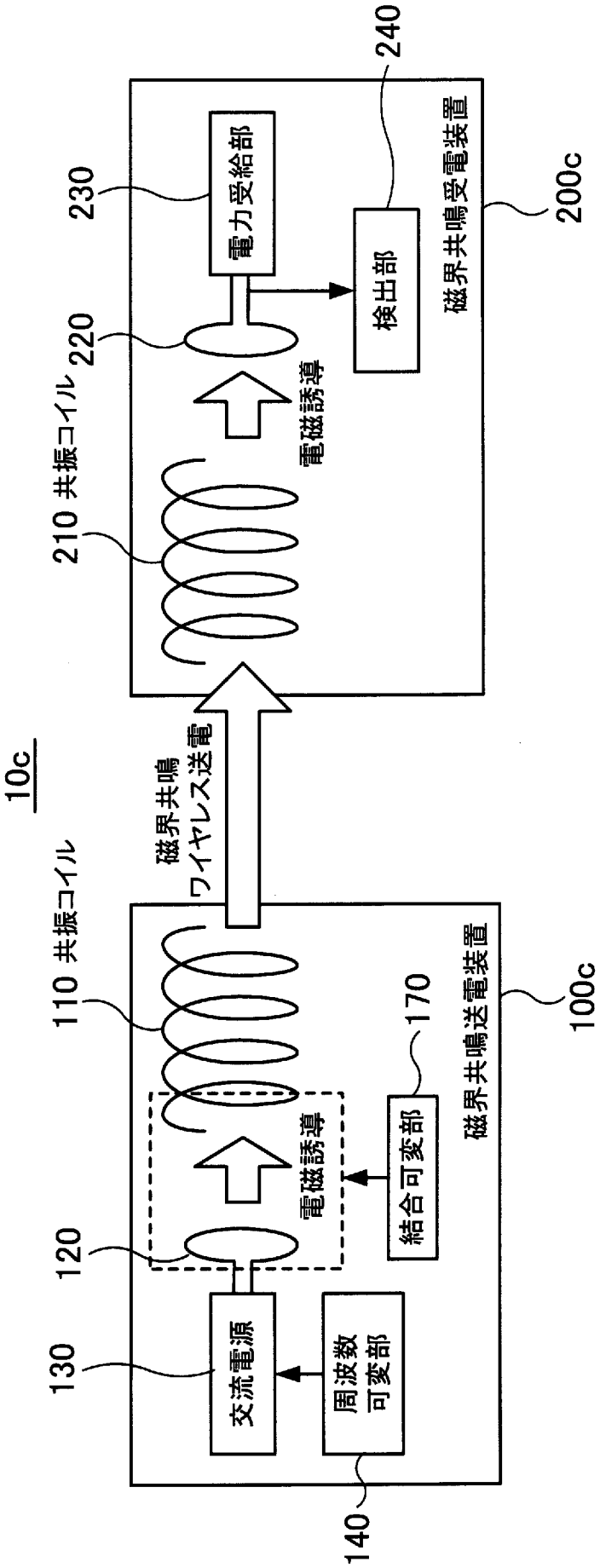
[図10]



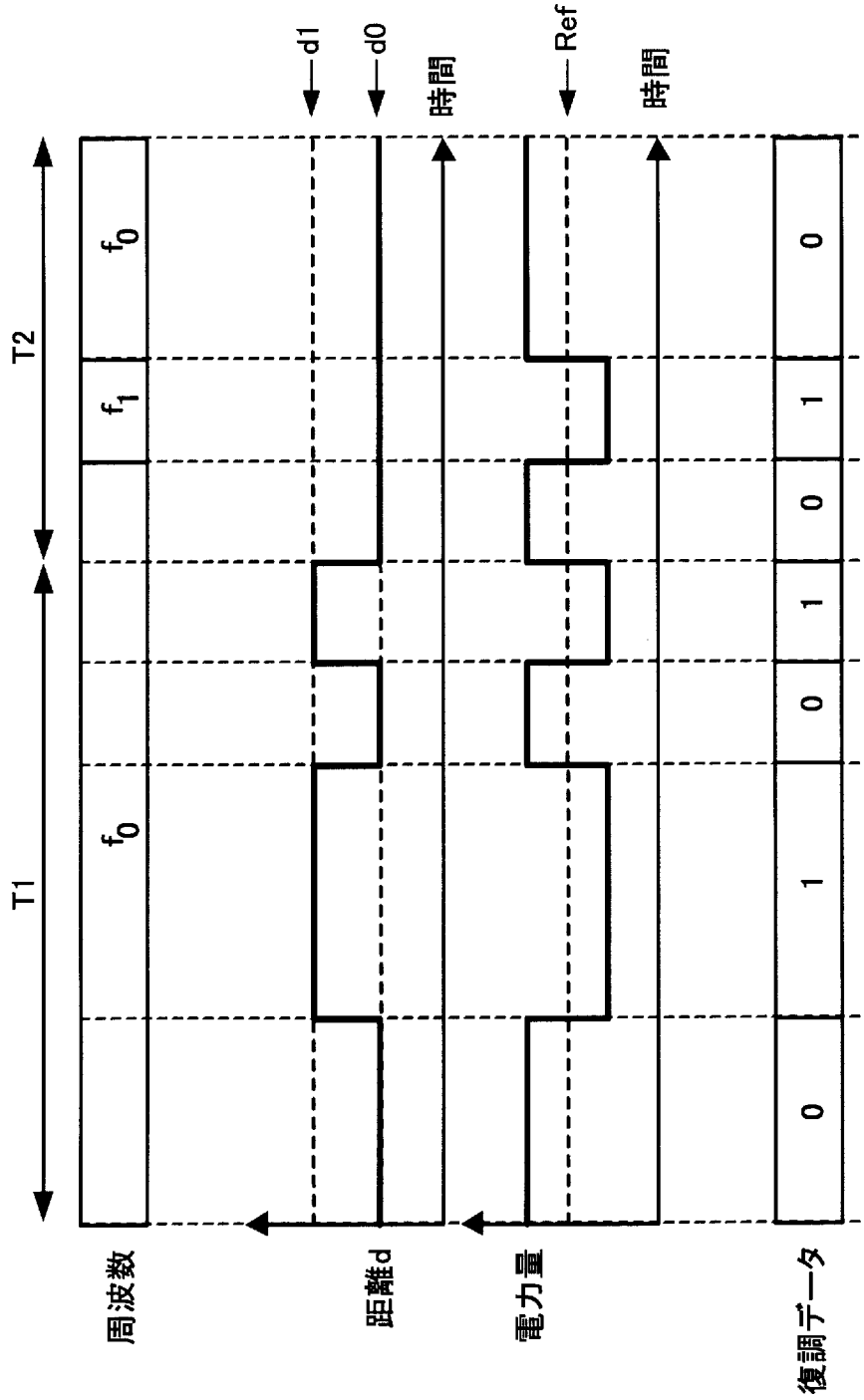
[図11]



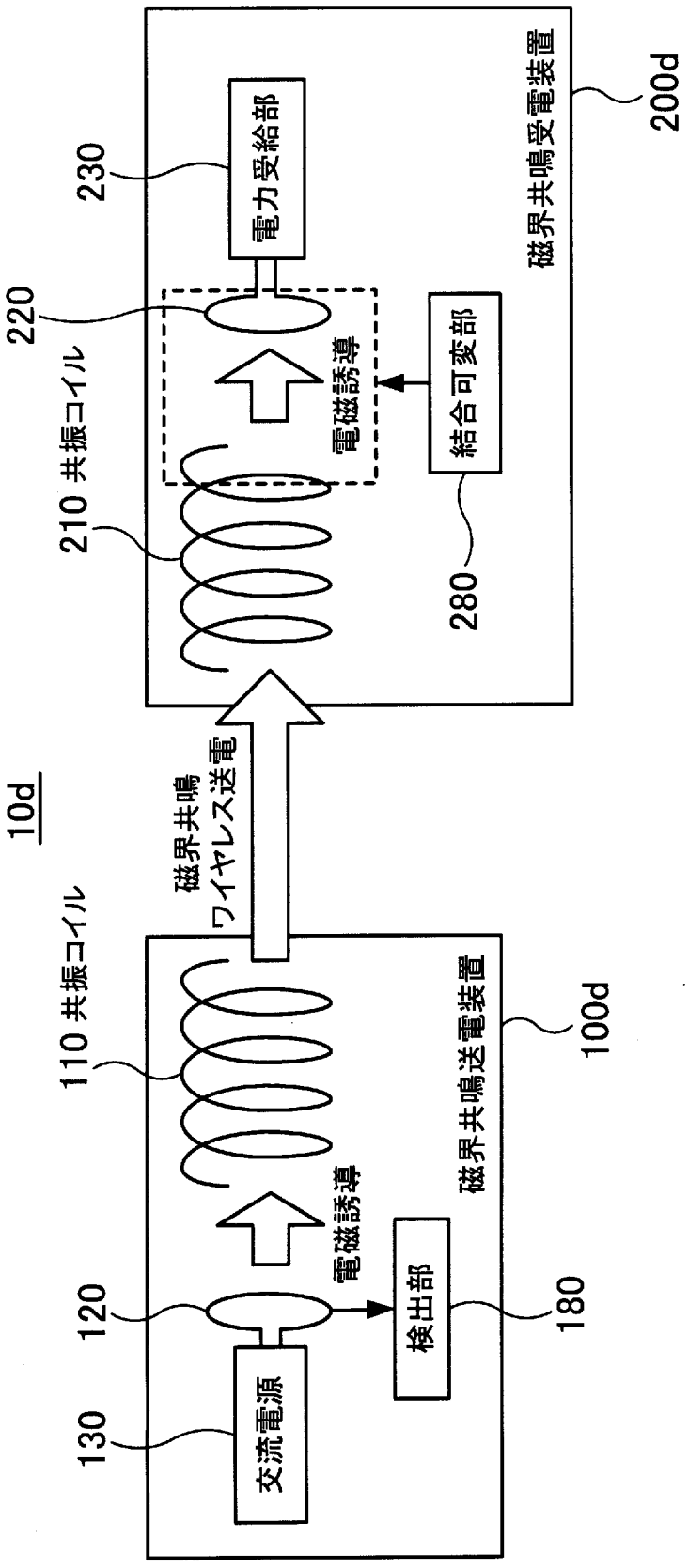
[図12]


10c
磁界共鳴
ワイヤレス送電
110 共振コイル
120
130
140
交流電源
周波数
可変部
電磁誘導
結合可変部
170
磁界共鳴送電装置
100c
210 共振コイル
220
230
240
電力受給部
検出部
電磁誘導
磁界共鳴受電装置
200c

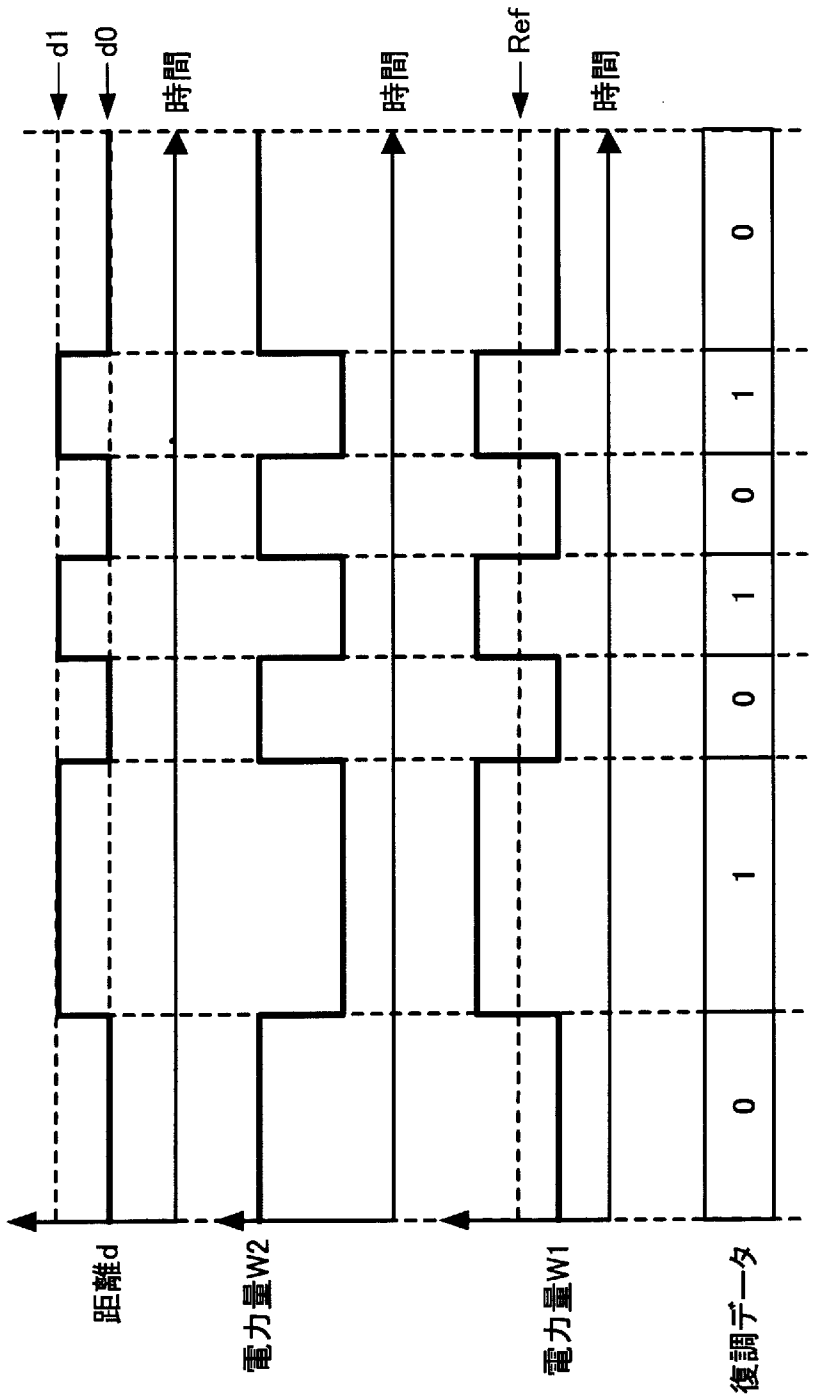
[図13]



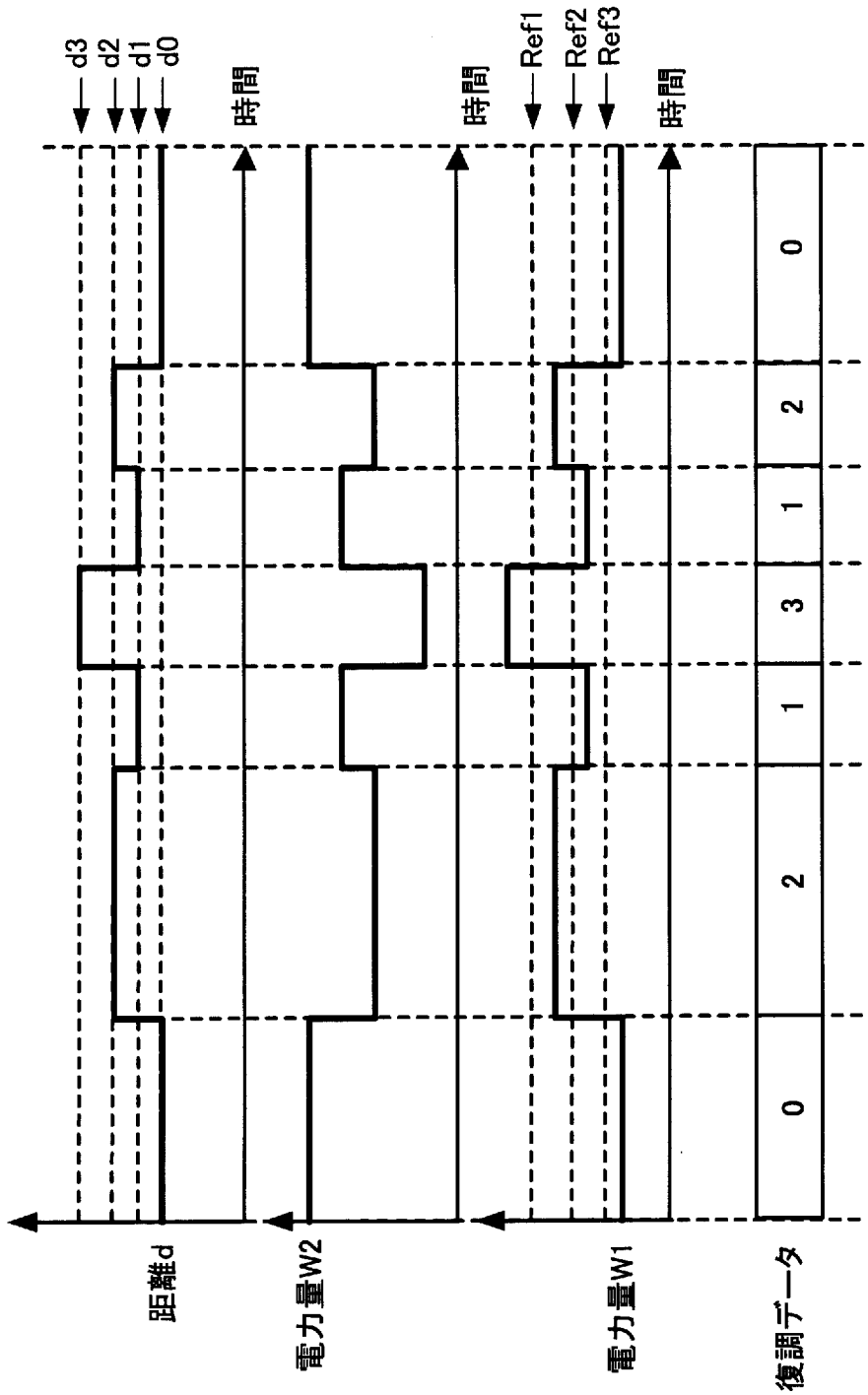
[図14]


10d
磁界共鳴
ワイヤレス送電
110 共振コイル
120
130
交流電源
電磁誘導
検出部
磁界共鳴送電装置
100d
180
210 共振コイル
220
230
電力受給部
電磁誘導
結合可変部
280
磁界共鳴受電装置
200d

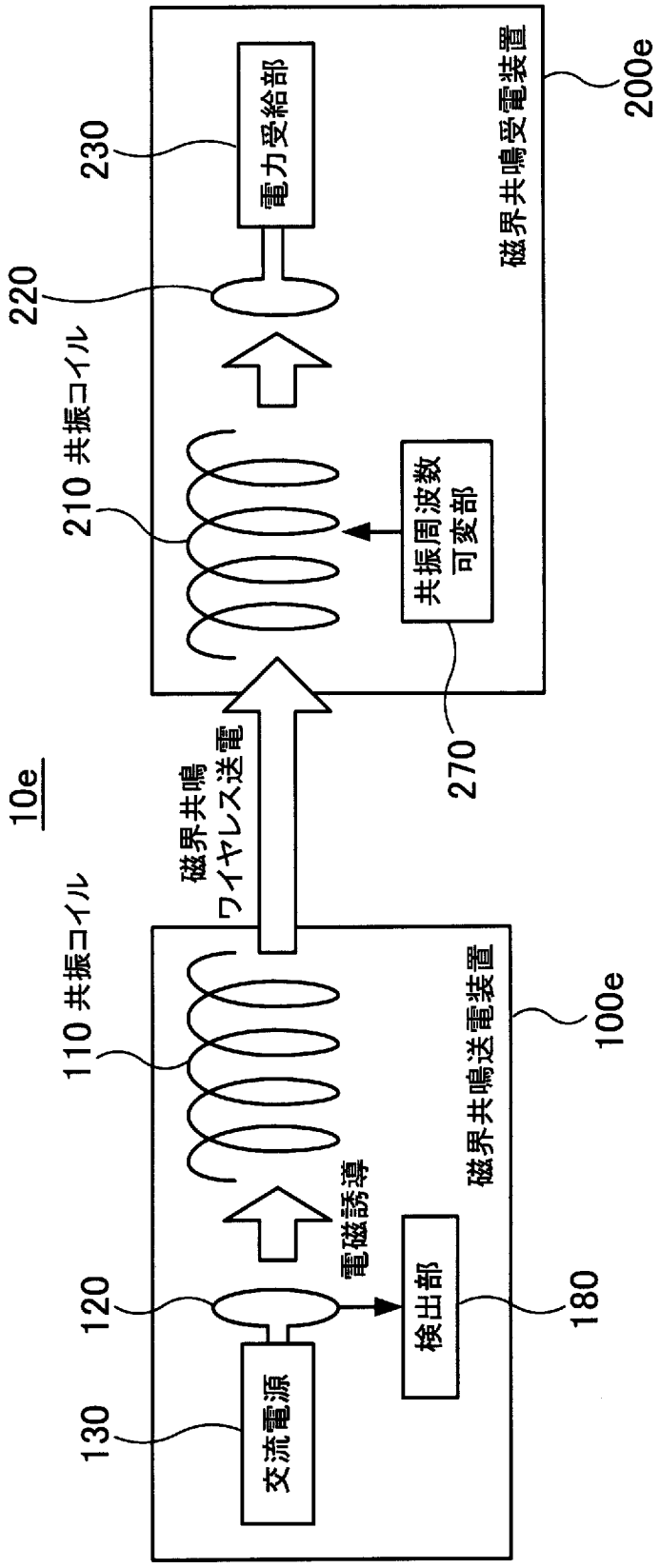
[図15]



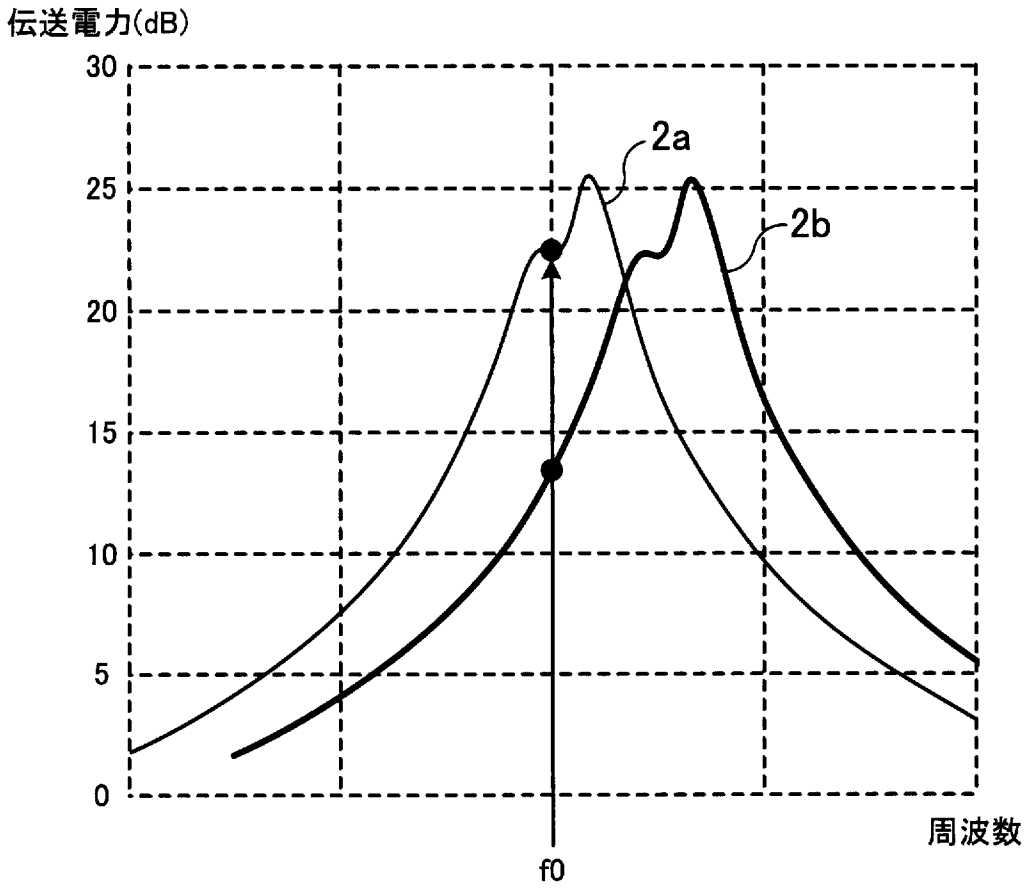
[図16]


d3
d2
d1
d0
時間
時間
Ref1
Ref2
Ref3
時間
0
2
1
3
1
2
0
距離d
電力量W2
電力量W1
復調データ

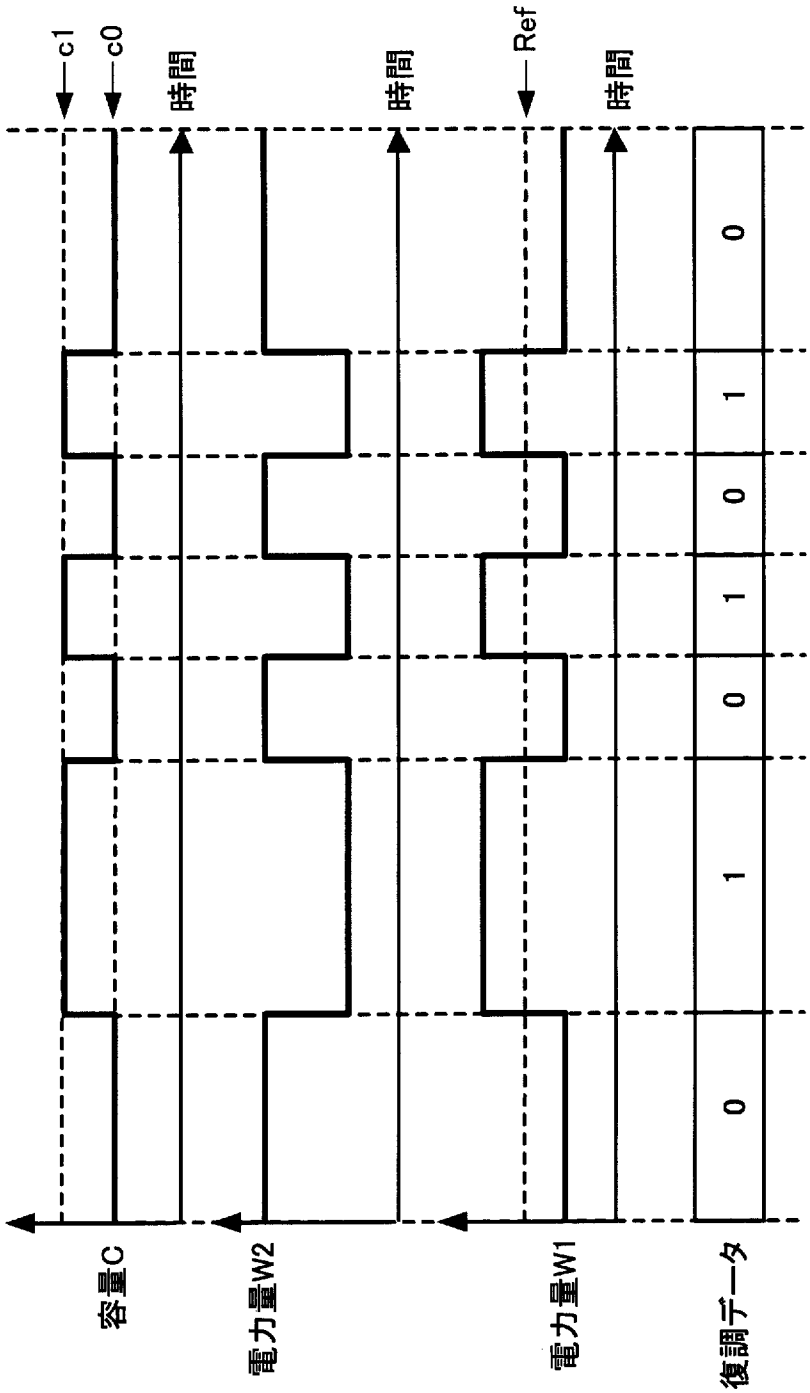
[図17]


10e
磁界共鳴
ワイヤレス送電
電磁誘導
110 共振コイル
120
130
交流電源
検出部
180
磁界共鳴送電装置
100e
210 共振コイル
220
230
電力受給部
共振周波数
可変部
270
磁界共鳴受電装置
200e

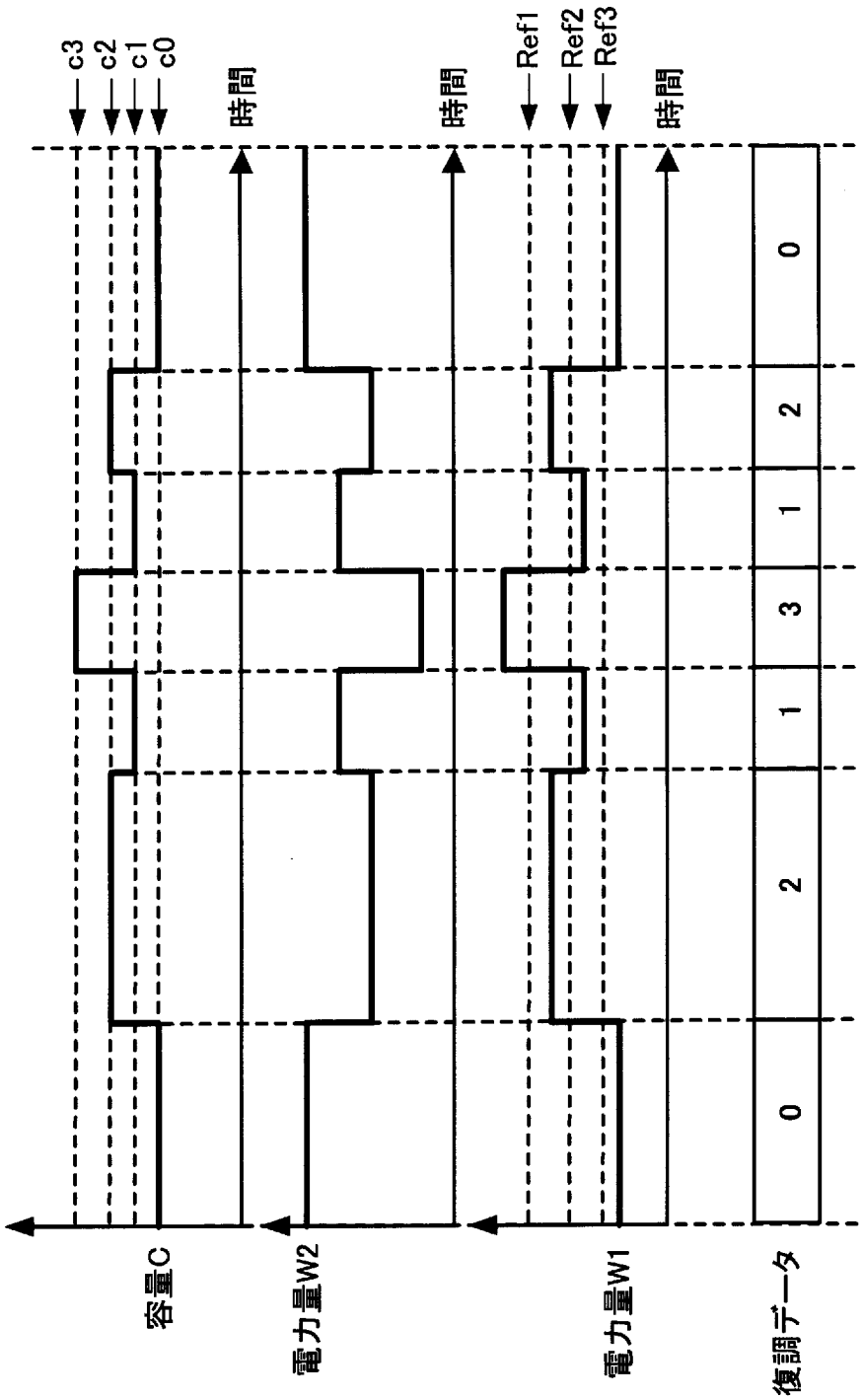
[図18]



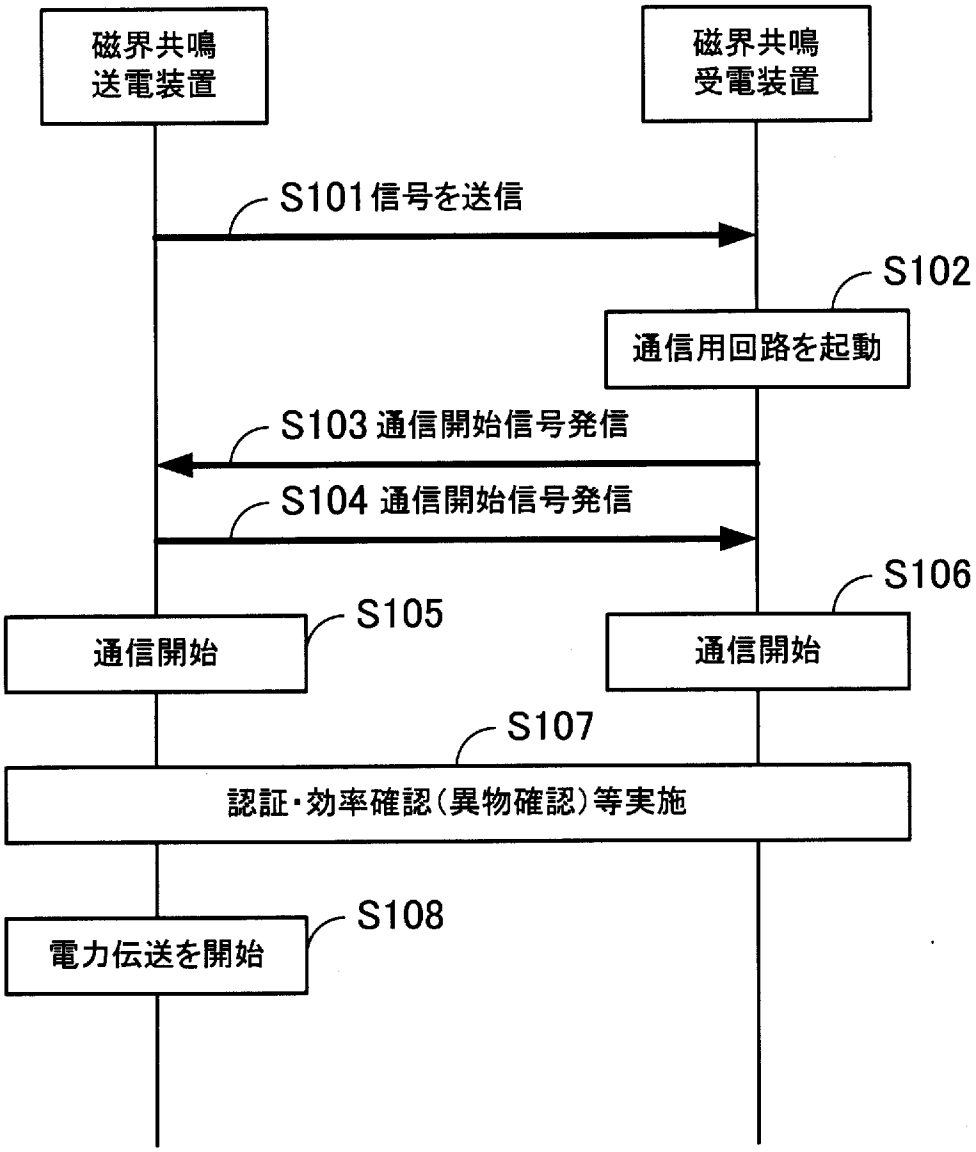
[図19]



[図20]


c3
c2
c1
c0
時間
時間
Ref1
Ref2
Ref3
時間
0
2
1
3
1
2
0
容量C
電力量W2
電力量W1
復調データ

[図21]


磁界共鳴
送電装置
磁界共鳴
受電装置
S101 信号を送信
S102
通信用回路を起動
S103 通信開始信号発信
S104 通信開始信号発信
S106
S105
通信開始
通信開始
S107
認証・効率確認（異物確認）等実施
S108
電力伝送を開始

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2009/070953

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H02J17/00(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H02J17/00

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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	Andre Kurs, Aristeidis Karalis, Robert Moffatt, J.D.Joannopoulous, Peter Fisher, Marin Soljacic, Wireless Power Transfer via Strongly Coupled Magnetic Resonances, SCIENCE, 2007.07.06, Vol. 317, p.83-86	1-10
Y	US 2008/0174267 A1 (SEIKO EPSON CORP.), 24 July 2008 (24.07.2008), & JP 2008-178195 A	1-10
Y A	Marin Soljacic, Aristeidis Karalis, John Joannopoulous, Andre Kurs, Robert Moffatt, Peter Fisher, "Denryoku o Musen Denso suru Gijutsu o Kaihatsu, Jikken de 60W no Denkyu o Tento", NIKKEI ELECTRONICS, 03 December 2007 (03.12.2007), no.966, pages 117 to 128	4-5 1-3,6-10

☒ 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	Date of mailing of the international search report
11 March, 2010 (11.03.10)	30 March, 2010 (30.03.10)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2009/070953

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	Qiaowei Yuan, Toru Uno, Qiang Chen, Kunio Sawaya, Wireless Power Transfer Efficiency between Helical Coils, PROCEEDINGS OF THE 2008 IEICE GENERAL CONFERENCE, 2008.03.05, B-1-14, p.14	10 1-9

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００９／０７０９５３

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02J17/00(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02J17/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１０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	Andre Kurs, Aristeidis Karalis, Robert Moffatt, J.D.Joannopoulous, Peter Fisher, Marin Soljacic, Wireless Power Transfer via Strongly Coupled Magnetic Resonances, SCIENCE, 2007.07.06, Vol. 317, p.83-86	1-10
Y	**US 2008/0174267 A1** (SEIKO EPSON CORP) 2008.07.24, & JP 2008-178195 A	1-10

☑　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	国際調査報告の発送日
１１．０３．２０１０	３０．０３．２０１０

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　５Ｔ　８９３６
杉田　恵一
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５６８

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	Marin Soljacic, Aristeidis Karalis, John Joannopoulous, Andre Kurs, Robert Moffatt, Peter Fisher, 電力を無線伝送する技術を開発、実験で６０Wの電球を点灯, NIKKEI ELECTRONICS, 2007.12.03, No.966, p.117-128	4-5
A		1-3,6-10
Y	Qiaowei Yuan, Toru Uno, Qiang Chen, Kunio Sawaya, Wireless Power Transfer Efficiency between Helical Coils, PROCEEDINGS OF THE 2008 IEICE GENERAL CONFERENCE, 2008.03.05, B-1-14, p.14	10
A		1-9