(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
2016 年 9 月 1 日(01.09.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/135864 A1

(51) 国際特許分類:
H02J 17/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2015/055274

(22) 国際出願日: 2015 年 2 月 24 日(24.02.2015)

(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: 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: 下川　聡 (SHIMOKAWA, Satoshi); 〒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: 青木　篤, 外 (AOKI, Atsushi et al.); 〒1058423 東京都港区虎ノ門三丁目５番１号　虎ノ門３７森ビル　青和特許法律事務所 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, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

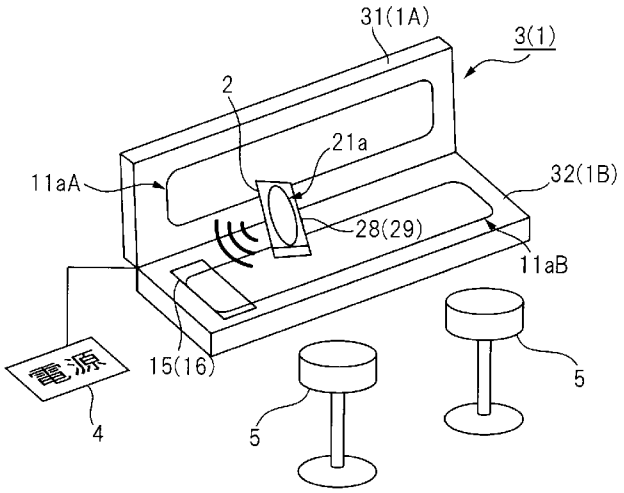
添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) Title: POWER TRANSMITTER, WIRELESS POWER TRANSFER SYSTEM, AND POWER RECEIVER POSITION INFORMATION CALCULATION METHOD

(54) 発明の名称：送電器、無線電力伝送システムおよび受電器の位置情報算出方法

図8



4 Power supply

(57) Abstract: A power transmitter has: a power transmission coil for wirelessly transmitting power to a power receiver by using magnetic field resonance or electric field resonance; a power transmission control unit for controlling the power transmission coil; and a power receiver detection unit for detecting the power receiver by making the power receiver approach or contact. The power receiver detection unit is provided in the vicinity of an area where power is supplied by the power transmission coil and performs a mutual authentication between the power receiver detection unit and the power receiver when the power receiver is made to approach or contact.

(57) 要約:　送電器は、受電器対して、磁界共鳴または電界共鳴を利用して電力を無線により送電する送電コイルと、前記送電コイルを制御する送電制御部と、前記受電器を近接または接触することにより、前記受電器を検出する受電器検出部と、を有する。前記受電器検出部は、前記送電コイルによる給電ゾーンの近傍に設けられ、前記受電器検出部は、前記受電器を近接または接触させたとき、前記受電器との間で相互認証を行う。

WO 2016/135864 A1

明　細　書

発明の名称 ：

送電器、無線電力伝送システムおよび受電器の位置情報算出方法

技術分野

[0001]　この出願で言及する実施例は、送電器、無線電力伝送システムおよび受電器の位置情報算出方法に関する。

背景技術

[0002]　近年、電源供給や充電を行うために、無線で電力を伝送する技術が注目されている。例えば、携帯端末やノートパソコンを始めとした様々な電子機器や家電機器、或いは、電力インフラ機器に対して、無線で電力伝送を行う無線電力伝送システムが研究・開発されている。

[0003]　ところで、無線電力伝送(ワイヤレス電力伝送：Wireless Power Transfer)を利用する場合、電力を送る側の送電器と、送電器から送られた電力を受け取る側の受電器がそれぞれ異なるメーカの製品であっても支障なく使用するために標準化を行うのが好ましい。

[0004]　一般的に、ワイヤレス電力伝送(ワイヤレス送電，ワイヤレス給電)としては、電磁誘導を利用した技術や電波を利用した技術が知られており、例えば、携帯端末等の電子機器では、ワイヤレス給電の普及が進んでいる。

[0005]　そして、近年、送電器と受電器の距離をある程度離しつつ、複数の受電器に対する電力伝送および受電器の三次元的な様々な姿勢に対する電力伝送が可能なものとして、強結合系の共振を用いたワイヤレス送電技術が注目されている。この強結合系の共振を用いたワイヤレス送電としては、例えば、磁界共鳴(磁界共振)や電界共鳴(電界共振)を利用した無線電力伝送技術が知られている。

[0006]　すなわち、数Wクラス以上の電力を数ｃｍ～数十ｃｍ離れた距離で伝送する方式としては、例えば、送電器および受電器の双方にコイルを適用した磁界結合方式が一般的である。この磁界による電力伝送方式には、従来から知

られている電磁誘導方式と、近年、米国のＭＩＴ(Massachusetts Institute of Technology)により提案された磁界共鳴方式がある。

[0007] 電磁誘導方式には、例えば、ＷＰＣ(Wireless Power Consortium)によるＱｉ(チー)（登録商標）規格があり、また、磁界共鳴方式には、例えば、Ａ４ＷＰ(Alliance for Wireless Power)によるＷｉＰｏｗｅｒ（登録商標）規格がある。

[0008] これらの無線電力伝送技術は、実用化フェーズにある数Ｗクラスの小型電子機器を始めとして、１００Ｗ超の家電機器をターゲットとした標準化の策定が進められている。さらに、自動車メーカを中心に電気自動車に対する数ｋＷ超のワイヤレス給電技術についても開発が進められている。

[0009] 従来、無線電力伝送技術としては、様々な提案がなされている。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献1：特開２０１２－０２３９５０号公報

非特許文献

[0011] 非特許文献1：A. Kurs, et al., ”Wireless Power Transfer via Strongly Coupled Magnetic Resonances,” SCIENCE Vol. 317, pp.83-86, July 6, 2007

非特許文献2：”System Description Wireless Power Transfer,” Wireless Power Consortium, Volume I: Low Power, Part 1: Interface Definition, Version 1.1.2, June 2013

非特許文献3：R. Tseng, et al., ”Introduction to the Alliance for Wireless Power Loosely-Coupled Wireless Power Transfer System Specification Version 1.0,” (Reprinted from) IEEE Wireless Power Transfer Conference 2013, Technologies, Systems and Applications, pp.1-6, May 15-16, 2013

非特許文献4：J. Nadakuduti, et al., ”Operating Frequency Selection for Loosely Coupled Wireless Power Transfer Systems with Respect to RF Emissions and RF Exposure Requirements,” (Reprinted from) IEEE Wirele

ss Power Transfer Conference 2013, Technologies, Systems and Applications, pp.1-6, May 15-16, 2013

非特許文献5："A4WP Wireless Power Transfer System Baseline System Specification (BSS)," TWC of A4WP, Ver. 1.2, November 21, 2013

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0012] 前述したように、従来、電源供給や充電を行うために無線で電力を伝送する様々な無線電力伝送技術が提案されている。このうち、磁界共鳴方式は、電磁誘導方式に比べて給電距離を長くとることができ、また、受電器の位置や姿勢に関して自由度が高いといった利点を有する。

[0013] さらに、磁界共鳴方式は、１台の送電器から、複数の受電器に対する給電も実現できることから、今後、利便性の向上とともに市場拡大が見込まれる有望技術になっている。特に、受電器の姿勢に関しては、複数の送電コイルからの出力を同調させながら、受電器の姿勢に応じた制御を行うことで適切な合成磁界を生成し、受電器に対して高効率な給電を行う三次元的な無線電力伝送技術も提案されている。

[0014] ところで、磁界共鳴方式では、近傍界の磁界をエネルギー伝送に利用しているため、送電器と受電器の間の距離と姿勢により伝送効率が変化するという原理的な課題がある。そのため、送電器に対する受電器の相対位置と姿勢を何らかの方法で検出しないと、正しい給電条件を設定するのが困難になる。

[0015] そこで、磁界共鳴方式を適用した電力伝送において、電力伝送を開始する当初には、微弱なエネルギーによるテスト送電を行い、カットアンドトライ的に送電器の出力設定を適正化していく手法が考えられている。

[0016] しかしながら、例えば、複数の送電器による合成磁界を使用して三次元的な無線電力伝送を行う場合、制御手法がかなり複雑になるため、送電器と受電器間の相対位置や姿勢、特に、これらの初期値を求める手法が要望されている。

[0017] すなわち、送電器と受電器間の相対位置や姿勢が不明なまま電力伝送(給電)を開始すると、例えば、テスト送電等の処理に長時間を費やすことになり、実際の送電器から受電器への電力伝送に大きな遅延を招くことになる。なお、本明細書では、主として、磁界共鳴を利用した無線電力伝送を例として説明するが、本実施例の適用は、磁界共鳴に限定されないのはもちろんである。

課題を解決するための手段

[0018] 一実施形態によれば、受電器対して、磁界共鳴または電界共鳴を利用して電力を無線により送電する送電コイルと、送電制御部と、受電器検出部と、を有する送電器が提供される。

[0019] 前記送電制御部は、前記送電コイルを制御し、前記受電器検出部は、前記受電器を近接または接触することにより、前記受電器を検出する。

発明の効果

[0020] 開示の送電器、無線電力伝送システムおよび受電器の位置情報算出方法は、送電器から受電器に対する電力伝送を開始するまでの遅延を低減することができるという効果を奏する。さらに、開示の送電器、無線電力伝送システムおよび受電器の位置情報算出方法は、送電器および受電器間の相互認証により、受電器に対する給電の要否や許可等の確認を行うことができという効果も奏する。

図面の簡単な説明

[0021] [図1A]図１Ａは、有線電力伝送システムの一例を模式的に示す図である。

[図1B]図１Ｂは、無線電力伝送システムの一例を模式的に示す図である。

[図2A]図２Ａは、二次元無線電力伝送システムの一例を模式的に示す図である。

[図2B]図２Ｂは、三次元無線電力伝送システムの一例を模式的に示す図である。

[図3]図３は、無線電力伝送システムにおける送電器および一例を概略的に示すブロック図である。

[図4A]図４Ａは、図３の無線電力伝送システムにおける伝送コイルの変形例を説明するための図(その１)である。

[図4B]図４Ｂは、図３の無線電力伝送システムにおける伝送コイルの変形例を説明するための図(その２)である。

[図4C]図４Ｃは、図３の無線電力伝送システムにおける伝送コイルの変形例を説明するための図(その３)である。

[図5A]図５Ａは、独立共振コイルの例を示す回路図(その１)である。

[図5B]図５Ｂは、独立共振コイルの例を示す回路図(その２)である。

[図5C]図５Ｃは、独立共振コイルの例を示す回路図(その３)である。

[図5D]図５Ｄは、独立共振コイルの例を示す回路図(その４)である。

[図6A]図６Ａは、負荷または電源に接続された共振コイルの例を示す回路図(その１)である。

[図6B]図６Ｂは、負荷または電源に接続された共振コイルの例を示す回路図(その２)である。

[図6C]図６Ｃは、負荷または電源に接続された共振コイルの例を示す回路図(その３)である。

[図6D]図６Ｄは、負荷または電源に接続された共振コイルの例を示す回路図(その４)である。

[図7A]図７Ａは、複数の送電器による磁界の制御例を説明するための図(その１)である。

[図7B]図７Ｂは、複数の送電器による磁界の制御例を説明するための図(その２)である。

[図7C]図７Ｃは、複数の送電器による磁界の制御例を説明するための図(その３)である。

[図8]図８は、本実施例の無線電力伝送システムの一例を模式的に示す図である。

[図9]図９は、図８に示す三次元無線電力伝送システムによる電力伝送を説明するための図である。

[図10]図１０は、本実施例の無線電力伝送システムの一例における送電器および受電器を概略的に示すブロック図である。

[図11]図１１は、図１０に示す無線電力伝送システムの変形例における送電器および受電器を概略的に示すブロック図である。

[図12A]図１２Ａは、本実施例の無線電力伝送システムの動作を説明するための図(その１)である。

[図12B]図１２Ｂは、本実施例の無線電力伝送システムの動作を説明するための図(その２)である。

[図12C]図１２Ｃは、本実施例の無線電力伝送システムの動作を説明するための図(その３)である。

[図12D]図１２Ｄは、本実施例の無線電力伝送システムの動作を説明するための図(その４)である。

[図12E]図１２Ｅは、本実施例の無線電力伝送システムの動作を説明するための図(その５)である。

[図12F]図１２Ｆは、本実施例の無線電力伝送システムの動作を説明するための図(その６)である。

[図13A]図１３Ａは、ｋＱ値，効率ηおよび結合係数ｋの関係を説明するための図(その１)である。

[図13B]図１３Ｂは、ｋＱ値，効率ηおよび結合係数ｋの関係を説明するための図(その２)である。

[図13C]図１３Ｃは、ｋＱ値，効率ηおよび結合係数ｋの関係を説明するための図(その３)である。

[図14]図１４は、本実施例の無線電力伝送システムにおける位置情報の乗り換え処理を説明するための図である。

[図15A]図１５Ａは、本実施例の無線電力伝送システムにおける無線電力伝送処理の一例を示すフローチャート(その１)である。

[図15B]図１５Ｂは、本実施例の無線電力伝送システムにおける無線電力伝送処理の一例を示すフローチャート(その２)である。

[図15C]図１５Ｃは、本実施例の無線電力伝送システムにおける無線電力伝送処理の一例を示すフローチャート(その３)である。

発明を実施するための形態

[0022] まず、送電器、無線電力伝送システムおよび受電器の位置情報算出方法の実施例を詳述する前に、電力伝送システムの例、並びに、三次元無線電力伝送システムの一例における課題を、図１～図７Ｃを参照して説明する。

[0023] 図１Ａは、有線電力伝送(ワイヤー接続給電)システムの一例を模式的に示す図であり、図１Ｂは、無線電力伝送(ワイヤレス給電)システムの一例を模式的に示す図である。図１Ａおよび図１Ｂにおいて、参照符号２Ａ１～２Ｃ１は、それぞれ受電器を示す。

[0024] ここで、受電器２Ａ１は、例えば、要望電力が１０Ｗのタブレットコンピュータ(タブレット)を示し、受電器２Ｂ１は、例えば、要望電力が５０Ｗのノートパソコンを示し、受電器２Ｃ１は、例えば、要望電力が２．５Ｗのスマートフォンを示す。なお、要望電力は、例えば、それぞれの受電器２Ａ１～２Ｃ１における充電池(二次電池)を充電するための電力に相当する。

[0025] 図１Ａに示されるように、通常、タブレット２Ａ１やスマートフォン２Ｃ１の二次電池を充電する場合、例えば、パソコン(Personal Computer)のＵＳＢ(Universal Serial Bus)端子(または、専用電源等)３Ａに対して電源ケーブル４Ａ，４Ｃを介して接続する。また、ノートパソコン２Ｂ１の二次電池を充電する場合、例えば、専用の電源装置(AC-DC Converter)３Ｂに対して電源ケーブル４Ｂを介して接続する。

[0026] すなわち、図１Ａに示されるように、携帯可能な受電器２Ａ１～２Ｃ１であっても、一般的に、電源ケーブル４Ａ～４Ｃを使用してＵＳＢ端子３Ａや電源装置３Ｂからワイヤー接続により給電(有線電力伝送)を行っている。

[0027] この場合、例えば、各電源ケーブル４Ａ～４Ｃは、コネクタを介して受電器２Ａ１～２Ｃ１に接続されるため、コネクタの先に接続された受電器(接続機器)をコネクタごとに検知することで、台数を検知し、コネクタ形状により給電電力を固定することができる。さらに、要望電力に応じた電源ケーブル

の接続をユーザが行うことで、要望電力を認識すると同時に、それぞれの接続機器に対して適切な給電を行うようになっている。

[0028] ところで、近年、電磁誘導に代表される非接触給電技術の進歩により、例えば、シェーバーや電動歯ブラシ等でワイヤレス給電(無線電力伝送)が実用化されている。そこで、図１Ｂに示されるように、例えば、送電器１Ａ１から、タブレット２Ａ１，ノートパソコン２Ｂ１およびスマートフォン２Ｃ１に対して無線電力伝送することが考えられている。

[0029] 図２Ａは、二次元無線電力伝送(二次元ワイヤレス給電)システムの一例を模式的に示す図であり、例えば、上述したシェーバーや電動歯ブラシ等と同様に、電磁誘導により無線電力伝送を行う様子を示している。

[0030] 図２Ａに示されるように、電磁誘導を利用して無線電力伝送を行う場合には、非接触給電であっても送電距離が短いために、送電器１Ａ２にほぼ接触している受電器だけが給電可能である。

[0031] すなわち、送電器(受電台)１Ａ２上に置かれた受電器(ノートパソコン)２Ｂ２に対しては給電することができても、受電台１Ａ２から離れたノートパソコン２Ｂ３に対しては給電することは困難である。このように、図２Ａに示す無線電力伝送システムは、受電台１Ａ２上の自由な配置を可能とする二次元的なワイヤレス給電システムである。

[0032] 図２Ｂは、三次元無線電力伝送(三次元ワイヤレス給電)システムの一例を模式的に示す図であり、例えば、磁界共鳴または電界共鳴を利用して無線電力伝送を行う様子を示している。図２Ｂに示されるように、磁界共鳴または電界共鳴を利用して無線電力伝送を行う場合には、送電器１Ａ２から所定範囲内(図２Ｂにおける破線の内側)に存在する複数の受電器に対して給電することが可能である。

[0033] すなわち、送電器１Ａ３から所定範囲内のタブレット２Ａ２，２Ａ３、ノートパソコン２Ｂ２，２Ｂ３およびスマートフォン２Ｃ２に対して無線電力伝送することが可能である。なお、図２Ｂでは、１つの送電器１Ａ３のみ描かれているが、複数の送電器により、様々な角度および位置の複数の受電器

に対して、磁界共鳴または電界共鳴を利用して無線電力伝送を行うようになっている。

[0034] このように、図２Ｂに示す無線電力伝送システムは、例えば、磁界共鳴を利用することにより、電磁誘導を利用したものに比べて遠方の空間においても高い送電効率を得ることができる三次元的なワイヤレス給電システムである。

[0035] 図３は、無線電力伝送(三次元ワイヤレス給電)システムにおける送電器および受電器の一例を概略的に示すブロック図である。図３において、参照符号１は一次側(送電側：送電器)を示し、２は二次側(受電側：受電器)を示す。

[0036] 図３に示されるように、送電器１は、ワイヤレス送電部１１、高周波電源部１２、送電制御部１３および通信回路部(第１通信回路部)１４を含む。また、受電器２は、ワイヤレス受電部２１、受電回路部(整流部)２２、受電制御部２３および通信回路部(第２通信回路部)２４を含む。

[0037] ワイヤレス送電部１１は、第１コイル(電力供給コイル)１１ｂおよび第２コイル(送電共振コイル：送電コイル)１１ａを含み、また、ワイヤレス受電部２１は、第３コイル(受電共振コイル：受電コイル)２１ａおよび第４コイル(電力取出コイル)２１ｂを含む。

[0038] 図３に示されるように、送電器１と受電器２は、送電共振コイル１１ａと受電共振コイル２１ａの間の磁界共鳴(電界共鳴)により、送電器１から受電器２に対してエネルギー(電力)の伝送を行う。なお、送電共振コイル１１ａから受電共振コイル２１ａへの電力伝送は、磁界共鳴だけでなく電界共鳴等も可能であるが、以下の説明では、主として磁界共鳴を例として説明する。

[0039] 送電器１と受電器２は、通信回路部１４と通信回路部２４により、通信(近距離通信：アウトバンド通信)を行う。ここで、送電器１の送電共振コイル１１ａと受電器２の受電共振コイル２１ａによる電力の伝送距離(電力伝送範囲)は、送電器１の通信回路部１４と受電器２の通信回路部２４による通信距離(通信範囲)よりも短く設定される。

[0040] また、送電共振コイル１１ａおよび２１ａによる電力伝送は、通信回路部１４および２４による通信とは独立した方式(Out-band：アウトバンド通信)になっている。具体的に、送電共振コイル１１ａおよび２１ａによる電力伝送は、例えば、６．７８ＭＨｚの周波数帯域を使用し、通信回路部１４および２４による通信は、例えば、２．４ＧＨｚの周波数帯域を使用する。

[0041] この通信回路部１４および２４による通信としては、例えば、IEEE 802.11bに準拠するＤＳＳＳ方式の無線ＬＡＮやブルートゥース(Bluetooth（登録商標）)を利用することができる。

[0042] なお、上述した無線電力伝送システムは、例えば、使用する周波数の波長の１／６程度の距離の近傍界(near field)において、送電器１の送電共振コイル１１ａと、受電器２の受電共振コイル２１ａによる磁界共鳴または電界共鳴を利用して電力の伝送を行う。従って、電力伝送範囲(送電圏)は、電力伝送に使用する周波数に従って変化する。

[0043] 高周波電源部１２は、電力供給コイル(第１コイル)１１ｂに対して電力を供給し、電力供給コイル１１ｂは、その電力供給コイル１１ｂの至近に配設された送電共振コイル１１ａに対して電磁誘導を利用して電力を供給する。送電共振コイル１１ａは、受電共振コイル２１ａとの間に磁場共鳴を生じさせる送電周波数により、受電共振コイル２１ａ(受電器２)に電力を伝送する。

[0044] 受電共振コイル２１ａは、その受電共振コイル２１ａの至近に配設された電力取出コイル(第４コイル)２１ｂに対して電磁誘導を利用して電力を供給する。電力取出コイル２１ｂには受電回路部２２が接続され、所定の電力が取り出される。なお、受電回路部２２からの電力は、例えば、バッテリ部(負荷)２５におけるバッテリの充電、或いは、受電器２の回路に対する電源出力等として利用される。

[0045] ここで、送電器１の高周波電源部１２は、送電制御部１３により制御され、また、受電器２の受電回路部２２は、受電制御部２３により制御される。そして、送電制御部１３および受電制御部２３は、通信回路部１４および２

４を介して接続され、送電器１から受電器２への電力伝送を好ましい状態で行うことができるように、様々な制御を行うようになっている。

[0046] 図４Ａ～図４Ｃは、図３の無線電力伝送システムにおける伝送コイルの変形例を説明するための図である。ここで、図４Ａおよび図４Ｂは、３コイル構成の例を示し、図４Ｃは、２コイル構成の例を示す。

[0047] すなわち、図３に示す無線電力伝送システムでは、ワイヤレス送電部１１が第１コイル１１ｂおよび第２コイル１１ａを含み、ワイヤレス受電部２１が第３コイル２１ａおよび第４コイルを含んでいる。

[0048] これに対して、図４Ａの例では、ワイヤレス受電部２１を１つのコイル(受電共振コイル：ＬＣ共振器)２１ａとし、図４Ｂの例では、ワイヤレス送電部１１を１つのコイル(送電共振コイル：ＬＣ共振器)１１ａとしている。

[0049] さらに、図４Ｃの例では、ワイヤレス受電部２１を１つの受電共振コイル２１ａに設定すると共に、ワイヤレス送電部１１を１つの送電共振コイル１１ａとしている。なお、図４Ａ～図４Ｃは、単なる例であり、様々に変形することができるのはいうまでもない。

[0050] 図５Ａ～図５Ｄは、独立共振コイル(受電共振コイル２１ａ)の例を示す回路図であり、図６Ａ～図６Ｄは、負荷または電源に接続された共振コイル(受電共振コイル２１ａ)の例を示す回路図である。

[0051] ここで、図５Ａ～図５Ｄは、図３および図４Ｂにおける受電共振コイル２１ａに対応し、図６Ａ～図６Ｄは、図４Ａおよび図４Ｃにおける受電共振コイル２１ａに対応する。

[0052] 図５Ａおよび図６Ａに示す例は、受電共振コイル２１ａを、直列接続されたコイル(Ｌ)２１１，容量(Ｃ)２１２およびスイッチ２１３としたもので、通常時はスイッチ２１３をオフしておく。図５Ｂおよび図６Ｂに示す例は、受電共振コイル２１ａを、直列接続されたコイル(Ｌ)２１１および容量(Ｃ)２１２と、容量２１２に並列に接続されたスイッチ２１３としたもので、通常時はスイッチ２１３をオンしておく。

[0053] 図５Ｃおよび図６Ｃに示す例は、図５Ｂおよび図６Ｂの受電共振コイル２

１ａにおいて、容量２１２と並列に、直列接続されたスイッチ２１３および抵抗(Ｒ)２１４を設けたもので、通常時はスイッチ２１３をオンしておく。

[0054] 図５Ｄおよび図６Ｄに示す例は、図５Ｂおよび図６Ｂの受電共振コイル２１ａにおいて、容量２１２と並列に、直列接続されたスイッチ２１３および他の容量(Ｃ')２１５を設けたもので、通常時はスイッチ２１３をオンしておく。

[0055] 上述した各受電共振コイル２１ａにおいて、通常時に受電共振コイル２１ａが動作しないように、スイッチ２１３をオフまたはオンに設定するようになっている。これは、例えば、不使用の受電器２や故障した受電器２に対して電力が伝送されて発熱等が生じるのを避けるためである。

[0056] 以上において、送電器１の送電共振コイル１１ａも図５Ａ～図５Ｄおよび図６Ａ～図６Ｄと同様にすることもできるが、送電器１の送電共振コイル１１ａとしては、通常時に動作するようにして、高周波電源部１２の出力でオン／オフ制御してもよい。この場合、送電共振コイル１１ａは、図５Ａおよび図６Ａにおいて、スイッチ２１３を短絡したものになる。

[0057] 以上により、複数の受電器２が存在する場合、送電器１から送電を行う所定の受電器２の受電共振コイル２１ａのみを選択して動作可能な状態とすることにより、その選択された受電器２に対する電力の伝送(時分割電力伝送)を行うことが可能になる。

[0058] 図７Ａ～図７Ｃは、複数の送電器による磁界の制御例を説明するための図である。図７Ａ～図７Ｃにおいて、参照符号１Ａおよび１Ｂは送電器を示し、２は受電器を示す。

[0059] 図７Ａに示されるように、送電器１Ａの磁界共鳴に使用する送電用の送電共振コイル１１ａＡと送電器１Ｂの磁界共鳴に使用する送電用の送電共振コイル１１ａＢは、例えば、直交するように配設されている。

[0060] また、受電器２の磁界共鳴に使用する受電用の受電共振コイル２１ａは、送電共振コイル１１ａＡおよび１１ａＢにより囲まれた個所で異なる角度(平行にならない角度)に配置されている。

[0061] ここで、送電共振コイル(ＬＣ共振器)１１ａＡおよび１１ａＢは、１つの送電器に設けることも可能である。すなわち、１つの送電器１が複数のワイヤレス送電部１１を含んでいてもよい。

[0062] 図７Ｂは、送電共振コイル１１ａＡおよび１１ａＢが同じ位相の磁界を出力している様子を示し、図７Ｃは、送電共振コイル１１ａＡおよび１１ａＢが逆の位相の磁界を出力している様子を示す。

[0063] 例えば、２個の直交する送電共振コイル１１ａＡおよび１１ａＢが同相出力の場合と逆相出力の場合を比較すると、合成磁界は９０°回転した関係になり、それぞれの受電器２(受電共振コイル２１ａ)の向きに合わせた送電を行う。

[0064] このように、複数の送電器１Ａ，１Ｂにより、任意の位置および姿勢(角度)の受電器２に対して電力を伝送する場合、送電器１Ａ，１Ｂの送電共振コイル１１ａＡ，１１ａＢに発生させる磁界は様々に変化することが分かる。

[0065] 上述した無線電力伝送システムは、複数の送電器と、少なくとも１つの受電器とを含み、受電器の位置(Ｘ，Ｙ，Ｚ)および姿勢(θ_X, θ_Y, θ_Z)に応じて、その複数の送電器間の出力(強度および位相)を調整する。

[0066] なお、三次元空間に関しても、例えば、実際の三次元空間における３個以上の送電器を用いて、それぞれの出力位相差および出力強度比を調整することで、三次元空間上の任意の方向に磁界(電界)の向きを調整することが可能になることが理解されるであろう。

[0067] 上述のように、例えば、磁界共鳴方式を適用した無線電力伝送システムは、受電器２の位置や姿勢に関する自由度が高いという長所を有している。しかしながら、磁界共鳴方式では、例えば、近傍界の磁界をエネルギー伝送に利用しているため、送電器と受電器間の距離と姿勢によって効率が変化するという原理的な課題がある。

[0068] そのため、送電器に対する受電器の相対位置と姿勢を何らかの方法で検出しないと、正しい給電条件を設定するのが困難になる。そこで、磁界共鳴方式を適用した電力伝送において、電力伝送を開始する当初には、微弱なエネ

ルギーによるテスト送電を行い、カットアンドトライ的に送電器の出力設定を適正化していく手法が考えられている。

[0069] しかしながら、例えば、複数の送電器による合成磁界を使用して三次元的な無線電力伝送を行う場合、制御手法がかなり複雑になるため、送電器と受電器間の相対位置や姿勢、特に、これらの初期値を求める手法が要望されている。

[0070] 一方、最近のスマートフォンを始めとする携帯端末には、加速度センサや地磁気センサといったデバイスが内蔵されているものが多く、これらを利用して、送電器と受電器間の相対位置や姿勢を求めることが考えられている。

[0071] 例えば、加速度センサの２階積分を行うことで移動距離を求めることができ、また、加速度センサにより重力方向を検知し、直交座標系にベクトル分解することで(地面に対する)ピッチ方向およびロール方向の姿勢を推定することができる。さらに、地磁気センサでは、数ｃｍレベルの位置分解能を得ることは難しいが、ヨー方向の姿勢を検知することは可能である。

[0072] すなわち、受電器の角度(姿勢)を検出するには、例えば、ピッチおよびロール方向については、加速度センサから出力される重力方向のベクトル分解により求め、ヨー方向については、地磁気センサによる方位検出を利用することにより求めることができる。

[0073] ここで、ピッチ(pitch)方向とは、例えば、ユーザが携帯するスマートフォン等の動きに対して、左右を軸とした上下の回転(移動)方向を示し、ロール(roll)方向とは、前後を軸にした回転方向を示し、ヨー(yaw)方向は、上下を軸にした回転方向を示す。

[0074] しかしながら、例えば、上述した携帯端末(受電器)の加速度センサを用いた移動距離の検出では、初期位置が確定しないと自らの位置(絶対位置)が不明になり、その結果、送電器との相対位置が分からないことになる。

[0075] また、加速度センサの２階積分を行って移動距離を求める場合、積分演算の過程でノイズやオフセット成分が累積されて精度が劣化するという課題もある。さらに、位置検出とは別に、例えば、ワイヤレス給電ゾーンに入って

も給電が不要なケースもあり得るため、ユーザによるワイヤレス給電開始の意思表示をどのように行うかといった問題もある。

[0076] 以下、送電器、無線電力伝送システムおよび受電器の位置情報算出方法の実施例を、添付図面を参照して詳述する。図８は、本実施例の無線電力伝送システムの一例を模式的に示す図であり、垂直方向にＬ字型形状とされたテーブル３(送電器１)に２つの送電共振コイル(送電コイル)１１ａＡ，１１ａＢを設け、受電器２に対して電力伝送(給電)を行っている例を示す。

[0077] すなわち、図８は、コーヒーショップや職場の休憩スペース等において、ワイヤレス給電機能を有するテーブル３により、椅子５に座ったユーザが、スマートフォン等の携帯端末(受電器２)を操作している間にバッテリが充電される様子をイメージしている。

[0078] 図８に示されるように、テーブル３は、送電共振コイル１１ａＡが設けられた縦板(立て板)３１、および、送電共振コイル１１ａＢが設けられた横板(天板)３２を有し、これら送電共振コイル１１ａＡ，１１ａＢには電源(商用電源)４から電力が供給されている。なお、図８において、例えば、図３を参照して説明した送電器１(テーブル３)における高周波電源部１２，送電制御部１３および通信回路部１４等は省略されている。

[0079] 送電共振コイル１１ａＡおよび１１ａＢは、例えば、直交するように設けられ、これら送電共振コイル１１ａＡ，１１ａＢにより、受電器２に対する三次元ワイヤレス給電を行うようになっている。

[0080] ここで、テーブル３の横板３２の一端には、後に詳述するように、受電器２を検出し、受電器２の給電仕様(充電情報)を受け取り、また、受電器２の認証(相互認証)等を行うための受電器検出部１５(１６)が設けられている。なお、給電仕様としては、例えば、受電器２に設けられたバッテリの容量や残量等の情報が含まれる。また、送電器および受電器間の相互認証により、受電器に対する給電の要否や許可等の確認を行うことができる。

[0081] なお、送電共振コイルは、直交した送電共振コイル１１ａＡおよび１１ａＢに限定されるものではなく、異なる角度で配置すればよく、また、送電共

振コイルの数も２つに限定されるものではない。さらに、送電器１により給電される受電器２に関しても、同時に複数の受電器に対して給電することができるのはいうまでもない。

[0082] また、送電共振コイル１１ａＡおよび１１ａＢは、それぞれ別の送電器１Ａおよび１Ｂの送電共振コイルとして設けてもよい。この場合、例えば、送電器１Ｂの受電器検出部１５を横板３２の一端に配置し、送電器１Ｂをマスタとして、自身の送電共振コイル１１ａＢおよび送電器１Ａの送電共振コイル１１ａＡを制御することができる。

[0083] 受電器２には、受電器検出部１５（１６）との間で極短距離通信や二次元コードの読み取り等を行って、テーブル３（送電器１Ａ，１Ｂ）に対する基準位置の設定、並びに、上述した認証等を行うための基準位置検出部２８（２９）が設けられている。

[0084] なお、受電器検出部１５は、例えば、アンテナ１５ａおよび極短距離通信回路部１５ｂを含み、基準位置検出部２８は、アンテナ２８ａおよび極短距離通信回路部２８ｂを含む。この受電器検出部１５および基準位置検出部２８については、図１０を参照して説明する。

[0085] 受電器検出部１６は、例えば、二次元コード１６ａおよび二次元コード読み取り部１６ｂを含み、基準位置検出部２９は、二次元コード２９ａおよび二次元コード読み取り部２９ｂを含む。この受電器検出部１６および基準位置検出部２９については、図１１を参照して説明する。

[0086] 以上において、受電器検出部１５（１６）を設ける場所は、横板３２の一端に限定されず、縦板３１の一端、或いは、横板３２または縦板３１の中央等の位置であってもよい。すなわち、受電器検出部１５，１６（例えば、アンテナ１５ａまたはカメラ１６ｂ）の位置は、受電器２が送電器１（テーブル３）に対する基準位置（原点）を設定することになるため、その位置が予め特定できていればどこに配置してもよい。

[0087] 図９は、図８に示す三次元無線電力伝送システムによる電力伝送を説明するための図である。図７Ａ～図７Ｃを参照して説明したように、送電共振コ

イル１１ａＡ，１１ａＢに発生させる磁界を制御することで、様々な位置および姿勢の受電器２(受電共振コイル２１ａ)に対して高い効率で電力を伝送することができる。

[0088] なお、図９における左側の例は、前述した図７Ｂに対応し、また、図９における右側の例は、送電共振コイル１１ａＡを停止させ、送電共振コイル１１ａＢからのみ電力を伝送して給電を行う場合を示している。

[0089] このように、任意の位置および姿勢の受電器２に対して電力を伝送する場合、その受電器２の位置および姿勢に対応した給電条件に基づいて、送電共振コイル１１ａＡ，１１ａＢに発生させる磁界を制御して給電(電力伝送)を行う。

[0090] 図１０は、本実施例の無線電力伝送(三次元ワイヤレス給電)システムの一例における送電器および受電器を概略的に示すブロック図である。図１０と、前述した図３の比較から明らかなように、本実施例の無線電力伝送システムにおいて、送電器１は、さらに、アンテナ(第１アンテナ)１５ａおよび極短距離通信回路部(第１極短距離通信回路部)１５ｂを含む。

[0091] また、受電器２は、さらに、加速度センサ(第１センサ)２６、地磁気センサ(第２センサ)２７、アンテナ(第２アンテナ)２８ａおよび極短距離通信回路部(第２極短距離通信回路部)２８を含む。ここで、送電器１の極短距離通信回路部１５と、受電器２の極短距離通信回路部２８による極短距離通信は、例えば、フェリカ(Felica（登録商標）)やマイフェア(MIFARE（登録商標）)といった非接触型ＩＣカードの技術を適用することで実現可能である。

[0092] この送電器１における極短距離通信回路部１５ｂのアンテナ１５ａは、図８を参照して説明したように、例えば、横板３２の一端に配置され、受電器２における極短距離通信回路部２８ｂのアンテナ２８ａを近接させて極短距離通信を行うようになっている。

[0093] なお、前述したように、送電器１の通信回路部(第１通信回路部)１４と受電器２の通信回路部(第２通信回路部)２４による通信は、例えば、IEEE 802.11bに準拠するＤＳＳＳ方式の無線ＬＡＮやブルートゥース(Bluetooth（登録

商標）)が適用される。

[0094] 以上において、送電器１の極短距離通信回路部１５ｂ(アンテナ１５ａ)と受電器２の極短距離通信回路部２８ｂ(アンテナ２８ａ)による通信機能の代わりに、送電器１および受電器２の双方に二次元コード(例えば、ＱＲコード（登録商標）)を設けてもよい。

[0095] 図１１は、図１０に示す無線電力伝送システムの変形例における送電器および受電器を概略的に示すブロック図である。図１１と、上述した図１０の比較から明らかなように、本変形例では、極短距離通信回路部１５ｂ，２８ｂ(アンテナ１５ａ，２８ａ)の代わりに、二次元コード１６ａ，２９ａおよび二次元コード読み取り部(カメラ)１６ｂ，２９ｂが設けられている。

[0096] 例えば、ユーザが、受電器２(例えば、スマートフォン等の携帯端末)に予め保持されている給電(充電)用のアプリ(アプリケーションソフトウェア)を起動することにより、受電器２のディスプレイ(図示しない)に二次元コード２９ａを表示する。

[0097] そして、例えば、受電器２を、送電器１の所定位置(受電器検出部１５が配置された位置：例えば、テーブル３の横板３２の一端)にかざすことにより、受電器２のディスプレイに表示された二次元コード２９ａを、送電器１のカメラ１６ｂで読み取る。

[0098] これにより、送電器１は、受電器２のバッテリ容量や残量といった電源仕様等を認識することができる。なお、二次元コード２９ａは、受電器２のディスプレイに表示せずに、例えば、受電器２の表面に印刷することも可能である。

[0099] また、送電器１のカメラ１６ｂが、受電器２の二次元コード２９ａを読み取ることにより、例えば、その受電器２に対して給電してもよいか否かといった認証を行うこともできる。この送電器１による受電器２の認証処理により、例えば、予め受電契約が行われた受電器２に対してのみ送電器１からの給電を許可する、或いは、給電による課金の制御を行うといったことも実現することができる。

[0100] さらに、例えば、送電器１の所定位置に対して二次元コード１６ａを印刷し、その送電器１の二次元コード１６ａを受電器２のカメラ２９ｂで読み取ることにより、上述した認証処理と共に、基準位置の設定を行うことができる。

[0101] なお、送電器１においても、例えば、ディスプレイ(図示しない)を設け、そのディスプレイに対して二次元コード１６ａを表示し、ディスプレイに表示された二次元コード１６ａを、受電器２のカメラ２９ｂで読み取ることも可能である。

[0102] ここで、例えば、送電器１のディスプレイ上の二次元コード１６ａの位置を受電器２のカメラ２９ｂに対応させ、受電器２のディスプレイ上の二次元コード２９ａの位置を送電器１のカメラ１６ｂに対応させれば、一度の操作で処理することができる。

[0103] また、受電器２のカメラ２９ｂにより、送電器１に印刷された二次元コード１６ａを読み取って基準位置の設定のみ行い、受電器２の電源仕様や認証の処理は、送電器１および受電器２に設けた極短距離通信回路部１５ｂ，２８ｂによる通信で行ってもよい。この場合、送電器１には、カメラ(二次元コード読み取り部)１６ｂを設けなく済むことになる。

[0104] さらに、二次元コードではなく、送電器１および受電器２に対して、それぞれ所定形状の押しボタンスイッチを設け、双方のスイッチを接触させて押圧することにより、送電器１に受電器２を認識させると共に、受電器２に基準位置を設定することも可能である。

[0105] なお、図１０におけるアンテナ１５ａ，２８ａおよび通信回路部１５ｂ，２８ｂ、並びに、図１１における二次元コード１６ａ，２９ａおよび二次元コード読み取り部１６ｂ，２９ｂは、単なる例であり、様々な構成を適用することができるのはいうまでもない。

[0106] また、図１０および図１１の実施例において、送電器１の送電制御部１３および通信回路部１４、並びに、受電器２の受電制御部２３および通信回路部２４等は、前述した図３等と同様であり、その説明は省略する。

[0107] 図１２Ａ～図１２Ｆは、本実施例の無線電力伝送システムの動作を説明するための図であり、主として、前述した図８に示すテーブル３(送電器１)の横板３２の一端に極短距離通信回路部１５ｂ(アンテナ１５ａ)を配置した例を説明するためのものである。なお、受電器２にも、送電器１との間で極短距離通信を行うための距離通信回路部２８ｂ(アンテナ２８ａ)が設けられている。

[0108] すなわち、図１２Ａ～図１２Ｆにおいて、送電器１(テーブル３)は、送電共振コイル１１ａＡが設けられた縦板３１、および、送電共振コイル１１ａＢが設けられた横板３２を含む。

[0109] 送電共振コイル(送電コイル)１１ａＡおよび１１ａＢは、直交するように設けられ、これら送電共振コイル１１ａＡ，１１ａＢにより、受電器２に対して三次元ワイヤレス給電を行う所定のエリア(三次元給電ゾーン)を形成する。

[0110] この三次元給電ゾーンとしては、例えば、３０ｃｍ×３０ｃｍ程度の垂直面が、縦板３１および横板３２の長さ方向に伸びた領域で、その給電ゾーン内において、例えば、携帯端末を使用または載置することにより、ワイヤレス給電が行われるようになっている。

[0111] なお、送電器１は、後述する方式で受電器２の相対位置および姿勢を推定(検出)し、その受電器２の位置および姿勢情報に基づいて、送電共振コイル１１ａＡ，１１ａＢから出力する磁界の強さと位相を制御し、適切な伝送効率が得られる合成磁界を作り出す。

[0112] ここで、送電器１および受電器２は、ワイヤレス給電によるエネルギー交換を行うと共に、そのための情報通信を行う通信回路部１４および２４をそれぞれ有している。なお、通信回路部１４および２４による通信としては、ブルートゥース(Bluetooth（登録商標）)等を利用することができるのは、前述した通りである。さらに、受電器２には、加速度センサ(第１センサ)２６および地磁気センサ(第２センサ)２７が内蔵、若しくは、オプション装着されているものとする。

[0113] 図１２Ａに示されるように、送電器１(３)の横板３２の一端には、受電器２を検出および認証するための受電器検出部１５が配置される。この受電器検出部１５は、ユーザがアクセスしやすく、受電器２が自身(送電器１)に対してどの位置にあるかを予め特定できていれば、どこに配置されていても構わない。

[0114] また、受電器検出部１５には、受電器２を検出および認証するための極短距離通信回路部１５ｂおよびアンテナ１５ａが内蔵され、受電器２の基準位置検出部２８(極短距離通信回路部２８ｂおよびアンテナ２８ａ)との間で極短距離通信を行うようになっている。

[0115] なお、極短距離通信機能は、例えば、フェリカ(Felica（登録商標）)やマイフェア(MIFARE（登録商標）)といった非接触型ＩＣカードの技術を適用することで実現可能なのは前述した通りである。さらに、図１１を参照して説明したように、受電器検出部１５は、例えば、二次元コード１６ａおよびカメラ１６ｂを含む受電器検出部１６とすることもできる。

[0116] 次に、図１２Ｂに示されるように、ユーザが受電器２の給電を開始するときは、送電器１の受電器検出部１５に設けられたアンテナ１５ａと、受電器２の基準位置検出部２８におけるアンテナ２８ａを近接させる。

[0117] すなわち、ユーザが給電を開始する際、例えば、送電器１の受電器検出部１５に対して受電対象になるモバイル機器(受電器２)を接触させる。このとき、例えば、ユーザが受電器２を一時的に静止させているときに、送電器１と受電器２の間で極短距離通信を行い、相互認証によって規格や給電仕様に関するチェックを行う。

[0118] この極短距離通信は、図１０を参照して説明したようなフェリカ(Felica（登録商標）)等の技術を適用することができるが、極短距離通信の代わりに、図１１を参照して説明したような二次元コードおよびカメラを利用することもできる。

[0119] さらに、送電器１の受電器検出部１５の位置を、例えば、加速度センサ(２６)の出力を利用した移動距離演算の基準位置(原点)とするために、送電器１

および受電器２の双方の位置情報をリセットする。また、アウトバンドでの通信、すなわち、通信回路部１４および２４による通信も確立する。

[0120] なお、送電器１および受電器２に対して押しボタンスイッチを設け、双方のスイッチを接触させて押圧する等の場合には、相互認証を行わずに、例えば、位置情報のリセット処理のみ行う。

[0121] 以上の準備が完了したら、受電器検出部１５または送電器１の所定個所等に対して、ユーザが認識可能な表示(例えば、ＬＥＤや液晶ディスプレイによる表示、或いは、音声案内等)を行い、給電の開始が可能なことの合図とすることができる。また、受電器２に対しても、認識可能な表示を行い、給電の開始が可能なことの合図としてもよい。

[0122] さらに、図１２Ｃに示されるように、例えば、ユーザが、上述した準備完了の表示を確認したら、給電ゾーン(ワイヤレス給電ゾーン)内の任意の場所に受電器２を移動させて使用することが可能になる。

[0123] 例えば、図８を参照して説明したように、ユーザが椅子５に座って、受電器２を横板３２上に載置し、或いは、給電ゾーン内で操作を行っていてもよい。このとき、受電器２は、加速度センサ２６により移動中であることを認識し、受電器検出部１５で静止した位置(基準位置)からの移動距離を演算する。

[0124] 例えば、加速度センサ２６の出力が一定の値以上の間、加速度センサ出力を２階積分することにより、移動距離を算出する。この加速度センサ２６の出力を処理して受電器２の位置情報を算出するのは、例えば、受電器２における受電制御部２３により行われる。

[0125] また、受電器２の姿勢は、例えば、加速度センサ(重力センサ)２６および地磁気センサ２７の併用により求めることができる。そして、演算された移動距離と姿勢情報は、例えば、所定の時間間隔で、アウトバンド通信(通信回路部２４，１４)により送電器１に伝えられる。

[0126] そして、図１２Ｄに示されるように、例えば、加速度センサ２６からの出力により、受電器２が停止したことを検知し、そのときの位置情報(第１位置

情報：受電器検出部１５からの移動距離)および姿勢情報に対応した出力設定を行う。

[0127] すなわち、送電器１は、図１２Ｂを参照して説明した相互認証により得られた給電仕様(充電情報)に加え、受電器２の位置および姿勢情報に基づいて、送電共振コイル１１ａＡおよび１１ａＢを制御し、受電器２に対して適切な給電を行う。

[0128] このように、給電(電力伝送)を開始する当初は、加速度センサ２６の出力から算出した第１位置情報による給電条件に基づいて、送電共振コイル１１ａＡ，１１ａＢに発生させる磁界を制御して給電を行う。

[0129] なお、相互認証により送電器１に伝えられる給電仕様としては、受電器２のバッテリ容量および残量、並びに、受電共振コイル２１ａの仕様(例えば、Ｑ値)や負荷情報等の様々なものが含まれる。

[0130] また、送電器１は、送電制御部１３により、送電共振コイル１１ａＡ，１１ａＢの適切な出力設定値を、演算またはテーブル参照等によって求める。そして、出力設定が完了したら、送電器１(テーブル３)から受電器２に対する給電(電力伝送)を開始する。ここで、適宜、送電器１から受電器２に対するテスト送電を行ってもよいのはいうまでもない。

[0131] 次に、図１２Ｅに示されるように、上述した加速度センサ２６の出力による受電器２の移動距離演算を停止する。ここで、受電器２の移動距離は、例えば、受電器検出部１５の位置を基準とし、加速度センサ２６の出力を２階積分することにより求められるが、この２階積分演算を長時間行うと、演算誤差が蓄積することになる。

[0132] そのため、加速度センサ２６の出力を２階積分して得られる受電器２の移動距離(位置情報)は、初期設定としてのみ使用し、給電を継続している間は、給電情報に基づいて受電器２の位置を推定する。ただし、受電器２の姿勢に関しては、加速度センサ２６および地磁気センサ２７の出力を同次元(積分演算無し)で取得するため、演算誤差の蓄積といった問題は生じない。

[0133] すなわち、送電器１から受電器２に給電している状態では、効率(η)を求

めることが可能である。ここで、効率ηは、例えば、送電器１の送電電力をP_1，受電器２における受電電力をP_2とすると、$\eta = P_2 / P_1$として求めることができ、P_1およびP_2を測定することで効率(測定効率)ηが分かる。

[0134] そして、効率ηから得られる受電器２の位置情報(第２位置情報)と、加速度センサ２６および地磁気センサ２７の出力から得られる受電器２の姿勢情報から、結合係数(ｋ)を求めることができる。すなわち、送電器１から受電器２に対して電力伝送を開始した後は、効率ηから算出した第２位置情報による給電条件に基づいて、送電共振コイル１１ａＡ，１１ａＢに発生させる磁界を制御して給電を行う。

[0135] ここで、ｋＱ値(ｋＱ)は、電磁界(磁界または電界)の結合の程度を示すｋ値(結合係数：ｋ，ｋ’)と、電磁界の損失の程度を示すＱ値(損失：Ｑ)の積である。また、ｋ値は、その値が大きいほど、結合の程度が大きいことを示し、また、Ｑ値は、その値が大きいほど、損失の程度が小さいことを示す。

[0136] なお、送電器１から受電器２への効率(測定効率)ηからｋＱ値を求めることができ、さらに、コイルの損失Ｑは既知なので、結合係数ｋを求めることができる。このηとｋＱ値の関係等については、後に、図１３Ａ～図１３Ｃを参照して詳述する。

[0137] 結合係数ｋ(推定結合係数ｋ’)と、加速度センサ２６および地磁気センサ２７の出力から得られる受電器２の姿勢情報から、受電器２の位置を推定することができる。なお、位置情報の推定(算出)は、例えば、送電器１における送電制御部１３により行われる。

[0138] このようにして得られた受電器２の推定された位置情報は、前述した送電器１の受電器検出部１５の位置から受電器２の加速度センサ２６の出力を２階積分してえられた位置情報よりも信頼性が高いと考えられる。

[0139] 本実施例によれば、初期状態では、受電器２の加速度センサ２６の出力に基づく位置情報を使用して、送電器１から受電器２への給電を、テスト送電等を行うことなく、直ちに開始することができる。

[0140] その後、実際に送電器１から受電器２への給電を行っている間は、例えば

、通信回路１４，２４による通信により、効率ηを求めることができ、ｋＱ値から受電器２の位置情報を推定することが可能になる。ここで、効率ηは、例えば、送電器１の送電電力をP_1，受電器２における受電電力をP_2とすると、$\eta = P_2 / P_1$として求めることができる。すなわち、P_1およびP_2を測定することで効率(測定効率)ηが分かることになる。

[0141] そして、本実施例によれば、給電中は、受電器２の加速度センサ２６の出力に基づく位置情報ではなく、測定された効率を使用して受電器２の位置情報を求めて、給電を行うことにより、適切な給電が可能になる。

[0142] そして、図１２Ｆに示されるように、給電の実行中、加速度センサ２６の出力が一定値以上になったら、例えば、ユーザの動作により受電器２が移動しているものと判断して、加速度センサ２６の出力を２階積分して移動距離の演算を再開する。

[0143] なお、姿勢に関しては、例えば、加速度センサ２６および地磁気センサ２７の出力から得られる受電器２の姿勢情報を、位置情報と併せて、通信回路部２４，１４を介して送電器１へ伝達する。このとき、例えば、移動速度が速くて給電が不安定になるような場合には、一時的に給電を停止してもよい。また、加速度センサ２６の出力が一定値以下になったら、再び、図１２Ｄを参照して説明した処理に戻り、給電を再設定することができる。

[0144] 以上において、送電器１(テーブル３)から受電器２への給電が停止されるケースとしては、例えば、以下の２つの場合が考えられる。まず、第１のケースは、受電器２の二次電池(バッテリー)が満充電になる等により、給電が不要になる場合である。

[0145] そのときは、受電器２が満充電であることを、通信回路部２４，１４を介して送電器１に伝え、送電を停止する。なお、受電器２で行っていた一連の受電制御も停止することになる。

[0146] 次に、第２のケースは、ユーザの意思によって給電を停止する場合である。このときは、ユーザが受電器２のインターフェイスで給電停止を指示することによって送電器１に無線通信で通知を行う。或いは、給電開始の時と同

様に、受電器検出部１５に受電器２を近接または接触させて極短距離通信により、受電器２(ユーザ)から給電停止を指示する。

[0147] なお、例外として、例えば、ユーザが使用中に給電ゾーンの外に受電２器を移動させ、給電制御が困難になる場合が考えられる。そのときは、受電器２のインターフェース(表示画面，音，振動等)により、ユーザに対して速やかに通知を行うと共に、通信回路部２４，１４を介して送電器１に対して送電停止を指示する。

[0148] このように、本実施例の無線電力伝送システムによれば、送電器１(テーブル３)には、受電器２の初期位置を検出するための受電器検出部１５(１６)が設けられている。この受電器検出部としては、極短距離通信や二次元コード等を適用することができ、受電器検出部に受電器２を近接または接触させることにより、受電器２の基準位置の設定、並びに、受電器２の給電開始の合図(意思表示)等を行うことができる。

[0149] さらに、例えば、受電器検出部１５と受電器２の接触時における極短距離通信により、受電器２のバッテリの容量や充電量といった仕様情報、或いは、ユーザの受電契約や給電による課金に使用する情報等の様々な情報を送電器１に伝えることができる。

[0150] そして、受電器２は、受電器検出部１５の位置を基準として、例えば、加速度センサ２６を利用して位置情報を算出すると共に、加速度センサ２６および地磁気センサ２７を併用して受電器２の姿勢情報を、アウトバンド通信を使用して送電器１に伝える。

[0151] 送電器１は、極短距離通信により得られた受電器２の仕様情報、並びに、アウトバンド通信により得られた受電器２の位置情報および姿勢情報を、初期状態の給電情報として仕様して、給電を開始する。すなわち、送電器１から受電器２に対して行うテスト送電等を行うことなく、直ちに受電器２に対する給電を開始することができる。

[0152] そして、送電器１から受電器２に対する給電が行われている状態において、送電器１は、アウトバンド通信を利用して効率(η)を認識(測定)すること

ができるため、この測定効率ηおよびＫＱ値等を使用して受電器２の位置情報を推定する。

[0153] すなわち、受電器２の加速度センサ２６に基づく位置情報には、積分誤差が蓄積されて精度が低下する虞が有るため、給電状態では、より精度が高いと考えられる手法により得られた位置情報を使用する。

[0154] 磁界共鳴(電界共鳴)方式を適用した無線電力伝送システムにおいて、送電器の出力設定精度を向上させることができ、安定した給電制御が可能になる。さらに、送電器に設けた受電器検出部に受電器を認証(接触)させることで、ユーザによる給電開始の意思表示を示すことが可能になる。

[0155] 図１３Ａ～図１３Ｃは、ｋＱ値，測定効率ηおよび結合係数ｋの関係を説明するための図である。ここで、図１３Ａは、送電器１(送電共振コイル１１ａ)および受電器２(受電共振コイル２１ａ)を概念的に示す図であり、例えば、前述した図４Ｃに示す伝送コイルの例に相当する。

[0156] また、図１３Ｂは、図１３Ａにおける送電器１および受電器２の等化回路を示す図であり、図１３Ｃは、R_L／R_2による効率(η)とｋＱ値の関係を示す図である。なお、伝送コイル(ワイヤレス送電部およびワイヤレス受電部)は、図４Ｃのものに限定されず、図３，図４Ａおよび図４Ｂ等の構成であってもよいのはいうまでもない。

[0157] １つの送電器１(送電共振コイル１１ａ)と１つの受電器２(受電共振コイル２１ａ)間の磁界(電界)による電力伝送は、図１３Ａのように考えることができ、これは、図１３Ｂの等化回路により表される。

[0158] なお、図１３Ｂにおいて、参照符号R_1およびL_1は、送電共振コイル１１ａ(コイル)の損失(抵抗値)および自己インダクタンスを示し、R_2およびL_2は、受電共振コイル２１ａ(コイル２１１)の抵抗値および自己インダクタンスを示す。また、参照符号R_Lは、給電対象(バッテリ部２５)の負荷抵抗を示し、Ｍは、送電共振コイル１１ａと受電共振コイル２１ａ間の相互インダクタンスを示す。

[0159] 参照符号C_1は、送電共振コイル１１ａ(容量)のキャパシタンスを示し、C_2

は、受電共振コイル２１ａ(容量２１２)のキャパシタンスを示し、I_1およびI_2は、送電共振コイル１１ａおよび受電共振コイル２１ａを流れる電流を示し、Ｅは電源回路(１２)を示す。

[0160] ここで、ｋＱ値、ｋ値、並びに、送電器および受電器のＱ値(Q_1, Q_2)は、次の式(１)～式(３)により表される。

[数1]

$$kQ = k\sqrt{Q_1 \cdot Q_2} \quad \cdots (1)$$

$$k = \sqrt{\frac{M_{12}}{L_1 \cdot L_2}} \quad \cdots (2)$$

$$Q_1 = \frac{\omega L_1}{R_1}, \quad Q_2 = \frac{\omega L_2}{R_2} \quad \cdots (3)$$

[0161] なお、受電共振コイル２１ａ(受電器２)の効率は、コイル２１１の抵抗値R_2だけでなく、給電対象となる負荷抵抗R_Lにより変化する。例えば、受電器２において、受電共振コイル２１ａにおけるコイル２１１の抵抗値R_2は最小化を目指して設計されるが、負荷抵抗R_Lは、例えば、二次電池の充電率等によって変化する。

[0162] 上述した本実施例では、例えば、この負荷抵抗R_Lの値は、例えば、送電器１と受電器２の間で行われる極短距離通信による相互認証によって、受電器２から送電器１に伝えられる。図１３Ｃにおいて、効率ηは、次の式(４)により表される。

[数2]

$$\eta = \frac{1}{\left\{\frac{1}{kQ^2}\left(\frac{R_L}{R_2}+1\right)+1\right\}\left(1+\frac{R_2}{R_L}\right)} \quad \cdots (4)$$

[0163] なお、ｋＱ値と効率(η)の関係は、負荷抵抗R_Lにより変化するが、この負荷抵抗R_Lに関しては、図示しない様々な手法により対応することが可能であり、ここでは、ｋＱ値，測定効率ηおよび結合係数ｋの関係を説明するに留める。図１３Ｃにおいて、曲線ＬＬは、コイル２１１の抵抗値R_2と負荷抵抗R_Lの比率が常に最適な場合(理想効率，最大効率)の特性を示す。

[0164] なお、エネルギー損失の程度を示すＱ値に関して、例えば、送電共振コイル１１ａにおけるωおよびL_1、並びに、受電共振コイル２１ａにおけるωおよびL_2は、通常、不変とみなすことができる。

[0165] 上述した式(４)に対して、例えば、測定した効率ηを適用し、さらに、抵抗比R_L／R_2およびその逆数R_2／R_Lをして適用することで、ｋＱ値を算出(推定)することができる。また、ｋＱ値を算出できれば、ｋ値を算出することも可能になる。なお、結合係数(ｋ)は、受電器２の位置情報(推定された位置情報)、並びに、加速度センサ２６および地磁気センサ２７の出力から得られる受電器２の姿勢情報から求められるものである。

[0166] このように、本実施例によれば、初期状態では、受電器検出部１５から加速度センサ２６の出力を２階積分して位置情報を求め、実際に、送電器１から受電器２に給電されるようになると、効率ηを測定して、受電器２の位置情報を推定する。なお、この位置情報の乗り換え処理に関しては、図１４を参照して説明する。

[0167] 図１４は、本実施例の無線電力伝送システムにおける位置情報の乗り換え処理を説明するための図であり、送電器１における高周波電源部１２，送電制御部１３および通信回路部１４を示すものである。

[0168] 図１４に示されるように、送電制御部１３は、出力演算部１３１，送電指示部１３２および効率演算部１３３を含む。この送電制御部１３において、送電電力P_1(送電出力レベル)の決定は、以下のようにして実施される。

[0169] まず、受電器２が移動中であって、送電器１からの給電は開始されておらず、加速度センサ２６により受電器２の位置情報が得られている場合、すなわち、図１２Ｃを参照して説明した場合を考える。

[0170] このとき、送電器１の通信回路部１４には、受電器２における受電制御部２３および通信回路部２４を介して、加速度センサ(加速度ピックアップ)２６および地磁気センサ２７の出力に基づいた受電器２の位置情報および姿勢情報が送られてくる。

[0171] 送電制御部１３は、これらの情報を受け取り、例えば、出力演算部１３１により送電器１と受電器２の間の結合係数(ｋ)を計算し、さらに、予め認証時に収集しておいたコイルのＱ値からｋＱ値を求め、ｋＱ値の関数で表現される送電効率(η')を推定する。

[0172] そして、例えば、推定送電効率η'と、受電器２が求める要求電力(Ｐ)から求められる送電電力(P_1＝Ｐ／η')を、送電指示部１３２を介して高周波電源部１２(電源アンプ)に指示する。なお、送電制御部１３は、受電器２の要求電力Ｐも、予め認証時に収集している。

[0173] 次に、受電器２が給電中で、位置情報がない(加速度センサ２６による位置情報を使用しない)場合、すなわち、図１２Ｅを参照して説明した場合を考える。このとき、送電器１の通信回路部１４には、受電器２における受電制御部２３および通信回路部２４を介して、受電器２の加速度センサ２６および地磁気センサ２７の出力に基づいた受電器２の位置情報および姿勢情報、並びに、受電電力(P_2)が送られてくる。

[0174] 送電制御部１３は、これらの情報を受け取り、例えば、効率演算部１３３により、送電指示部１３２からの送電電力P_1および受電器２から送られてきた受電電力P_2から効率(測定効率η)の演算を行い、出力演算部１３１に測定効率ηを出力する。

[0175] 出力演算部１３１では、測定効率ηからｋＱ値を求め，さらに、予め認証時に収集しておいたコイルのＱ値から結合係数(ｋ')を推定する。出力演算部１３１は、推定結合係数ｋ'、並びに、受電器２の加速度センサ２６および地磁気センサ２７による姿勢情報に基づいて、受電器２の位置を推定し、その推定位置を随時更新しながら通信回路部１４を介して受電器２に伝達する。

[0176] ここで、出力演算部１３１は、推定結合係数ｋ'および姿勢情報から受電器

２の位置を求めるためのテーブル、或いは、演算機能を有している。そして、例えば、測定効率ηと、受電器２からの受電電力(P_2)から求められる送電電力($P_1 = P_2 / \eta$)を、送電指示部１３２を介して高周波電源部１２に指示する。

[0177] このように、本実施例は、給電開始時は、受電器２の加速度センサ２６の出力から求めた位置情報を使用するが、給電が開始されると、給電効率情報が得られるようになるため、その給電効率情報から求めた位置情報を使用して給電を行うようにする。

[0178] 以上のように、本実施例によれば、送電器１から受電器２に対して給電を開始する初期状態では、例えば、受電器検出部１５を原点として加速度センサ２６の出力から求めた位置情報を使用することで給電を早急に開始することが可能になる。また、給電中には、給電効率ηと受電器２の姿勢情報から位置情報を推定することで、加速度センサ２６の出力を積分演算することによる誤差の蓄積を回避して、適切な給電を行うことが可能になる。

[0179] 図１５Ａ～図１５Ｃは、本実施例の無線電力伝送システムにおける無線電力伝送処理の一例を示すフローチャートである。図１５Ａ～図１５Ｃにおいて、送電器１(テーブル３)側の処理をステップＳＴ101～ＳＴ116で示し、受電器２側の処理をステップＳＴ201～ＳＴ222で示す。

[0180] 図１５Ａ～図１５Ｃに示されるように、無線電力伝送処理が開始すると、送電器１(テーブル３)のステップＳＴ101において、認証要求を検知したかどうかを判定し、受電器２からの認証要求を検出するまで、認証要求の検知判定を継続する。

[0181] 受電器２のステップＳＴ201において、受電器２が、送電器１の受電器検出部１５(アンテナ１５ａ)への近接または接触を検知し、送電器１に対して認証要求を行うと、送電器１のステップＳＴ101では、認証要求を検知したと判定して、ステップＳＴ102に進む。

[0182] そして、受電器２のステップＳＴ202および送電器１のステップＳＴ102において、相互に認証処理を行う。この送電器１および受電器２の相互認証は

、例えば、アンテナ１５ａ，２８ａおよび極短距離通信回路部１５ｂ，２８ｂによる極短距離通信で行う。

[0183] なお、送電器１および受電器２の相互認証は、例えば、二次元コード１６ａ，２９ａおよびカメラ１６ｂ，２９ｂ等を使用して行ってもよいのは、前述した通りである。また、相互認証の内容は、例えば、受電器２に設けられたバッテリの容量や残量等の給電仕様、給電の要否、並びに、ユーザの受電契約や給電による課金に使用する情報(給電の許可や料金)等の様々なものであってもよい。

[0184] 次に、受電器２では、ステップＳＴ203に進んで静止中かどうかを判定し、静止中であると判定するまで処理を継続し、静止中であると判定すると、ステップＳＴ204に進んで、加速度センサ２６の出力を初期化し、初期化終了通知を送電器１に伝える。ここで、受電器２から送電器１に対して初期化終了通知を伝えるのは、例えば、通信回路２４および２５によるアウトバンド通信により行う。

[0185] このとき、送電器１では、ステップＳＴ103において、加速度センサ２６の初期化が行われたかどうかの判定処理を継続しており、受電器２からの初期化終了通知を受け取ると、ステップＳＴ104に進んで、給電の準備を行う。さらに、ステップＳＴ105に進んで、受電器２からの給電要求が有るかどうかの判定を行う。

[0186] また、受電器２では、ステップＳＴ205において、ユーザに対して準備完了(移動ＯＫ)を通知し、ステップＳＴ206に進んで、受電器２の移動を検知したかどうかの判定を行い、移動を検知するまで処理を継続する。

[0187] ステップＳＴ206において、受電器２の移動を検知したと判定すると、ステップＳＴ207に進んで、受電器２の移動距離演算を開始する。すなわち、加速度センサ２６の出力を２階積分することで、受電器検出部(１５)からの距離を算出する。さらに、ステップＳＴ208に進んで、受電器２の移動が停止したかどうかを判定し、受電器２の移動が停止したと判定するまで処理を継続する。

[0188] ステップＳＴ208において、受電器２の移動が停止したと判定すると、ステップＳＴ209に進んで、移動距離の演算を停止し、さらに、ステップＳＴ210に進んで、送電器１に対して給電要求、並びに、位置情報および姿勢情報を伝える。この受電器２から送電器１に対する給電要求、並びに、位置情報および姿勢情報の伝達は、アウトバンド通信(通信回路部２４，１４)により行う。

[0189] 送電器１のステップＳＴ105では、受電器２のステップＳＴ210における給電要求、並びに、位置情報および姿勢情報の伝達により、受電器２からの給電要求が有ったと判定してステップＳＴ106に進む。ステップＳＴ106では、受電器２の位置情報および姿勢情報を更新し、さらに、ステップＳＴ107に進んで、給電設定を行い、給電を開始する。

[0190] 受電器２のステップＳＴ211では、送電器１からの給電を検出したかどうかを判定し、送電器１のステップＳＴ107による給電開始を受けて、給電を検出したと判定するとステップＳＴ212に進んで、受電器２に給電中の表示を行う。なお、ステップＳＴ211において、送電器１からの給電を検出していないと判定すると、ステップＳＴ210に戻り、送電器１に対する給電要求、並びに、位置情報および姿勢情報の伝達を行う。

[0191] 受電器２において、ステップＳＴ212で給電中の表示を行った後、ステップＳＴ213に進んで、受電電力(P_2)を測定し、その測定した受電電力P_2を送電器１に通知し、さらに、ステップＳＴ214に進んで、姿勢情報を送電器１に通知する。なお、受電器２から送電器１に対する受電電力P_2および姿勢情報の通知は、アウトバンド通信により行う。

[0192] 送電器１のステップＳＴ108では、受電器２から受電電力P_2の通知が有るかどうかを判定し、受電電力P_2の通知が有ると判定すると、ステップＳＴ109に進んで、給電効率を計算し、受電器２の位置を推定し、さらに、ステップＳＴ110に進む。

[0193] ここで、ステップＳＴ109における給電効率(η)の計算には、例えば、図１４を参照して説明した送電器１の送電電力P_1等が使用される。なお、ステッ

プＳＴ108において、受電器２から受電電力P_2の通知がないと判定すると、通知が有ると判定するまで同様の処理を継続する。

[0194] 送電器１のステップＳＴ110では、給電の設定を更新してステップＳＴ111に進み、受電器２から姿勢情報の通知が有るかどうかを判定する。ステップＳＴ111において、受電器２のステップＳＴ214による姿勢情報の通知を受け取り、姿勢情報の通知が有ると判定すると、ステップＳＴ112に進んで、姿勢情報を更新し、ステップＳＴ108に戻り、同様の処理を繰り返す。

[0195] 送電器１のステップＳＴ111において、姿勢情報の通知がないと判定すると、ステップＳＴ113に進んで、受電器２からの移動通知が有るかどうかを判定し、移動通知がないと判定すると、ステップＳＴ115に進む。

[0196] なお、ステップＳＴ113において、受電器２からの移動通知が有る、すなわち、給電の実行中に、受電器２の加速度センサ２６の出力が一定値以上になったら、例えば、ユーザの動作により受電器２が移動しているものと判断して、ステップＳＴ114に進む。

[0197] ステップＳＴ114では、給電を一時停止して、ステップＳＴ105に戻り、受電器２からの給電要求が有るかどうかを判定することになる。さらに、ステップＳＴ114では、受電器２に対して給電を一時停止したことを通知する。なお、この受電器２に対する給電の一時停止の通知も、アウトバンド通信により行う。

[0198] 受電器２のステップＳＴ215では、受電器２の移動を再開したかどうかを判定し、移動を再開したと判定すると、ステップＳＴ216に進んで、加速度センサ２６の出力による移動距離演算を再開する。

[0199] さらに、ステップＳＴ217に進んで、送電器１に対して、受電器２の移動を通知し、給電を一時停止するように要求する。ステップＳＴ218では、送電器１のステップＳＴ114による給電の一時停止の通知を受け取って、ステップＳＴ212による給電中の表示を停止し、ステップＳＴ208に戻って、受電器２の移動が停止するかどうかの判定を行うことになる。

[0200] 一方、受電器２のステップＳＴ215において、受電器２の移動を再開してい

ないと判定すると、ステップＳＴ219に進んで、満充電かどうかを判定し、満充電ではないと判定すると、ステップＳＴ220に進む。ステップＳＴ220では、給電停止の操作が有るかどうかを判定し、給電停止の操作がないと判定すると、ステップＳＴ213に戻り、受電電力P_2を測定して送電器１に通知することになる。

[0201] また、ステップＳＴ219において、満充電であると判定した場合、並びに、ステップＳＴ220において、給電停止の操作が有ると判定した場合には、ステップＳＴ221に進み、送電器１に対して給電停止要求を行う。そして、ステップＳＴ222に進んで、給電を停止したかどうかを判定する。

[0202] 送電器１のステップＳＴ115では、給電終了が通知されたかどうかを判定し、給電終了が通知されたと判定すると、ステップＳＴ108に戻り、受電器２からの受電電力P_2の通知を待つことになる。

[0203] また、ステップＳＴ115において、受電器２のステップＳＴ221による給電停止要求が通知されると、給電終了が通知されたと判定し、ステップＳＴ116に進んで、給電を停止すると共に、受電器２に対して給電停止を通知する。そして、給電処理(無線電力伝送処理)を終了する。

[0204] ここで、受電器２のステップＳＴ222では、送電器１からの給電停止の通知を受け取ると、給電を停止したと判定して、無線電力伝送処理を終了する。なお、送電器１から受電器２に対する給電停止の通知も、アウトバンド通信で行う。

[0205] このように、本実施例によれば、送電器と受電器間の相対位置や姿勢の初期値を取得することで、送電器から受電器へ電力伝送を開始するまでの遅延を低減することができる。また、送電器から受電器へ電力伝送が行われている状態では、受電器の加速度センサによる位置情報の代わりに、測定した給電効率(測定効率)による位置情報を使用することで、電力伝送の精度を向上して安定した制御が可能になる。

[0206] ここに記載されている全ての例および条件的な用語は、読者が、本発明と技術の進展のために発明者により与えられる概念とを理解する際の助けとな

るように、教育的な目的を意図したものである。

[0207] また、具体的に記載されている上記の例および条件、並びに、本発明の優位性および劣等性を示すことに関する本明細書における例の構成に限定されることなく、解釈されるべきものである。

[0208] さらに、本発明の実施例は詳細に説明されているが、本発明の精神および範囲から外れることなく、様々な変更、置換および修正をこれに加えることが可能であると解すべきである。

符号の説明

[0209] １　送電器(一次側：送電側)

１Ａ～１Ｄ，１Ａ１～１Ａ３　送電器

２　受電器(二次側：受電側)

２Ａ１～２Ａ３，２Ｂ１～２Ｂ３，２Ｃ１，２Ｃ２　受電器

１１　ワイヤレス送電部

１１ａ，１１ａＡ，１１ａＢ　送電共振コイル(送電コイル，第２コイル：ＬＣ共振器)

１１ｂ　電力供給コイル(第１コイル)

１２　高周波電源部

１３　送電制御部

１４　通信回路部(第１通信回路部)

１５，１６　受電器検出部

１５ａ　アンテナ(第１アンテナ)

１５ｂ　極短距離通信回路部(第１極短距離通信回路部)

１６ａ　二次元コード(第１コード)

１６ｂ　二次元コード読み取り部(第１コード読み取り部，カメラ)

２１　ワイヤレス受電部

２１ａ　受電共振コイル(第３コイル：ＬＣ共振器)

２１ｂ　電力取出コイル(第４コイル)

２２　受電回路部(整流部)

２３　受電制御部

２４　通信回路部（第２通信回路部）

２５　バッテリ部（機器本体，負荷）

２６　加速度センサ（第１センサ）

２７　地磁気センサ（第２センサ）

２８，２９　基準位置検出部

２８ａ　アンテナ（第２アンテナ）

２８ｂ　極短距離通信回路部（第２極短距離通信回路部）

２９ａ　二次元コード（第２コード）

２９ｂ　二次元コード読み取り部（第２コード読み取り部，カメラ）

請求の範囲

[請求項1] 受電器対して、磁界共鳴または電界共鳴を利用して電力を無線により送電する送電コイルと、

前記送電コイルを制御する送電制御部と、

前記受電器を近接または接触することにより、前記受電器を検出する受電器検出部と、を有する、

ことを特徴とする送電器。

[請求項2] 前記送電制御部は、

前記送電器から前記受電器に対して電力伝送を開始する当初は、前記受電器を前記受電器検出部に近接または接触させた基準位置から算出された前記受電器の第１位置情報に基づいて、前記送電コイルを制御し、

前記送電器から前記受電器に対する電力伝送が開始した後は、電力の伝送効率から算出された前記受電器の第２位置情報に基づいて、前記送電コイルを制御する、

ことを特徴とする請求項１に記載の送電器。

[請求項3] 前記受電器検出部は、前記送電コイルによる給電ゾーンの近傍に設けられている、

ことを特徴とする請求項１または請求項２に記載の送電器。

[請求項4] 前記受電器検出部は、前記受電器を近接または接触させたとき、前記受電器との間で相互認証を行う、

ことを特徴とする請求項１乃至請求項３のいずれか１項に記載の送電器。

[請求項5] 前記受電器検出部は、第１アンテナおよび第１極短距離通信回路部、或いは、第１コードおよび第１コード読み取り部を含む、

ことを特徴とする請求項１乃至請求項４のいずれか１項に記載の送電器。

[請求項6] さらに、

前記受電器との間でアウトバンド通信を行う第１通信回路部を有し、

前記第１位置情報および前記第２位置情報は、前記第１通信回路部を介して、前記受電器から伝えられる、

ことを特徴とする請求項１乃至請求項５のいずれか１項に記載の送電器。

[請求項7] 前記送電コイルは少なくとも２つ設けられ、少なくとも２つの前記送電コイルにより、前記受電器に対して電力伝送を行う三次元の給電ゾーンを形成する、

ことを特徴とする請求項１乃至請求項６のいずれか１項に記載の送電器。

[請求項8] 前記送電器は、

第１送電コイルが設けられた立板と、

第２送電コイルが設けられた横板と、を有し、

垂直方向にＬ字型形状とされたテーブルとして形成される、

ことを特徴とする請求項１乃至請求項７のいずれか１項に記載の送電器。

[請求項9] 送電器からの電力を、磁界共鳴または電界共鳴を利用して無線により受電器に伝送する無線電力伝送システムであって、

前記送電器は、

少なくとも２つの送電コイルによる給電ゾーンの近傍に設けられ、前記受電器を近接または接触することで前記受電器を検出する受電器検出部と、

前記送電コイルを制御する送電制御部と、

前記受電器との間でアウトバンド通信を行う第１通信回路部と、を有し、

前記受電器は、

前記受電器検出部に近接または接触した位置を基準位置として検

出する基準位置検出部と、

前記基準位置から前記受電器が移動した距離を演算するための第１センサと、

前記第１センサの出力に基づいて、前記基準位置からの第１位置情報を算出する受電制御部と、

前記送電器との間でアウトバンド通信を行う第２通信回路部と、を有し、

前記送電制御部は、

前記送電器から前記受電器に対して電力伝送を開始する当初は、前記第１位置情報に基づいて、前記送電コイルを制御し、

前記送電器から前記受電器に対する電力伝送が開始した後は、前記第１および第２通信回路部介して得られる効率から算出された前記受電器の第２位置情報に基づいて、前記送電コイルを制御する、

ことを特徴とする無線電力伝送システム。

[請求項10] 前記第１センサは、加速度センサである、

ことを特徴とする請求項９に記載の無線電力伝送システム。

[請求項11] 前記受電器は、

前記受電器の姿勢を、前記第１センサと共に、検出する第２センサを有し、

前記送電器は、前記第１および第２通信回路部を介して、前記第１位置情報、並びに、前記第１センサおよび前記第２センサによる姿勢情報を受け取る、

ことを特徴とする請求項９または請求項１０に記載の無線電力伝送システム。

[請求項12] 前記第２センサは、地磁気センサである、

ことを特徴とする請求項１１に記載の無線電力伝送システム。

[請求項13] 前記送電器および前記受電器は、前記受電器検出部および前記基準位置検出部を介して相互認証を行う、

ことを特徴とする請求項９乃至請求項１２のいずれか１項に記載の無線電力伝送システム。

[請求項14] 前記相互認証が行われて給電の準備が完了したら、前記受電器検出部または前記送電器の所定個所、或いは、前記受電器に対して、表示または音声により合図を行う、

ことを特徴とする請求項１３に記載の無線電力伝送システム。

[請求項15] 前記送電器および前記受電器は、前記受電器検出部および前記基準位置検出部を介して、前記受電器の給電仕様、前記受電器に対する給電要否および許可、並びに、前記受電器に対する給電による課金の情報の少なくとも１つを含む、

ことを特徴とする請求項１３または請求項１４に記載の無線電力伝送システム。

[請求項16] 前記受電器検出部は、第１アンテナおよび第１極短距離通信回路部を含み、

前記基準位置検出部は、第２アンテナおよび第２極短距離通信回路部を含む、

ことを特徴とする請求項１３乃至請求項１５のいずれか１項に記載の無線電力伝送システム。

[請求項17] 前記受電器検出部は、第１コードおよび第１コード読み取り部を含み、

前記基準位置検出部は、第２コードおよび第２コード読み取り部を含む、

ことを特徴とする請求項１３至請求項１５のいずれか１項に記載の無線電力伝送システム。

[請求項18] 前記受電器検出部に対して、再度、前記受電器を近接または接触させることにより、前記送電器から前記受電器に対する電力伝送を停止する、

ことを特徴とする請求項９乃至請求項１７のいずれか１項に記載の

無線電力伝送システム。

[請求項19] 少なくとも２つの送電コイルにより、送電器からの電力を、磁界共鳴または電界共鳴を利用して無線により受電器に伝送する無線電力伝送システムにおける受電器の位置情報算出方法であって、

前記送電器に設けられた受電器検出部に対して、前記受電器を近接または接触させて基準位置を設定し、

前記基準位置から前記受電器が移動する距離を演算可能な第１センサの出力に基づいて、前記受電器の第１位置情報を算出し、

前記送電器から前記受電器に対する電力伝送が開始した後は、電力の伝送効率に基づいて、前記受電器の第２位置情報を算出する、

ことを特徴とする受電器の位置情報算出方法。

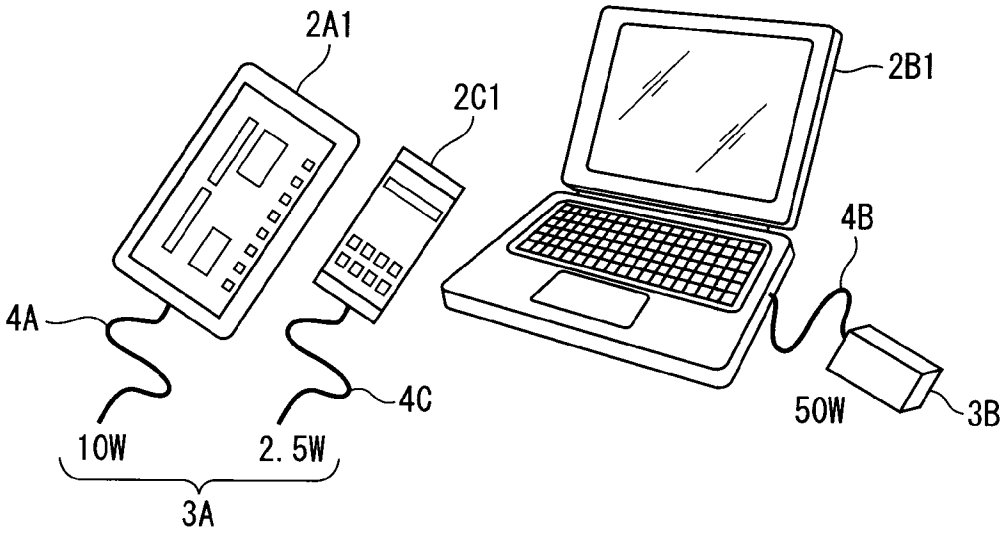
[請求項20] 前記送電器から前記受電器に対して電力伝送を開始する当初は、前記受電器の第１位置情報に基づいて、前記送電コイルを制御し、

前記送電器から前記受電器に対して電力伝送を開始した後は、前記受電器の第２位置情報に基づいて、前記送電コイルを制御する、

ことを特徴とする請求項１９に記載の受電器の位置情報算出方法。

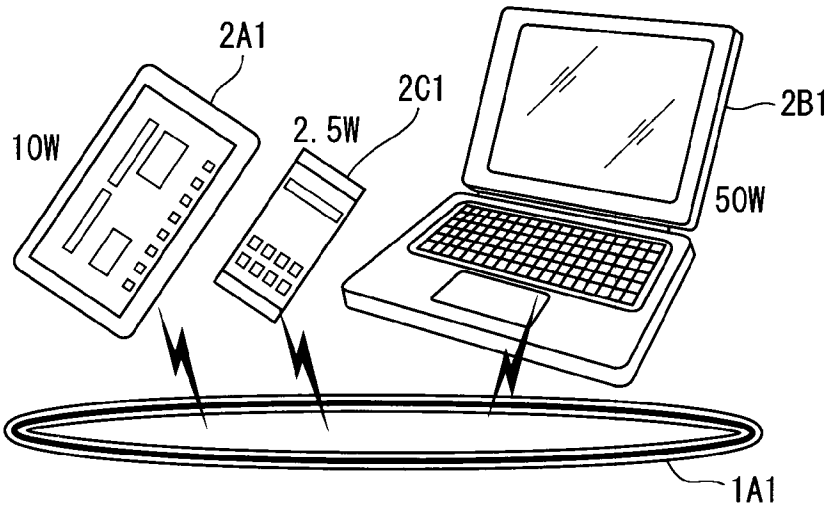
[図1A]

図1A



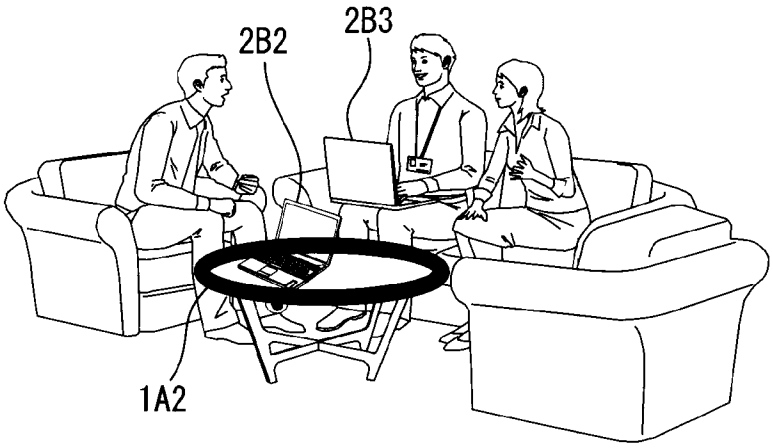
[図1B]

図1B



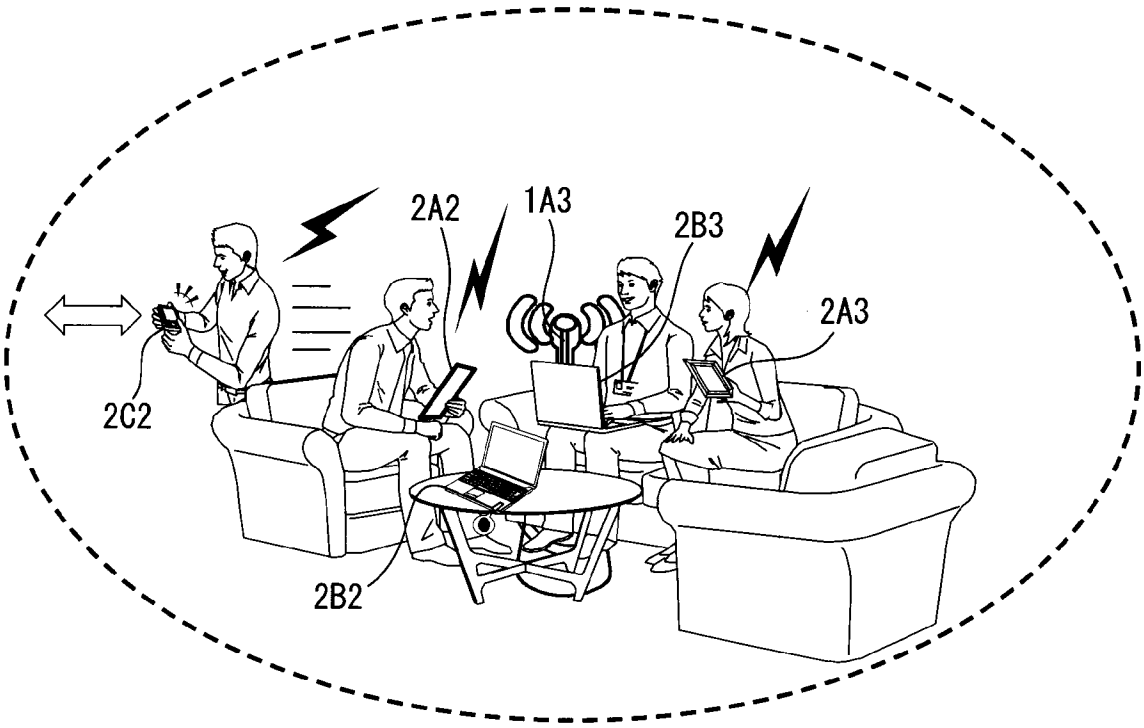
[図2A]

図2A



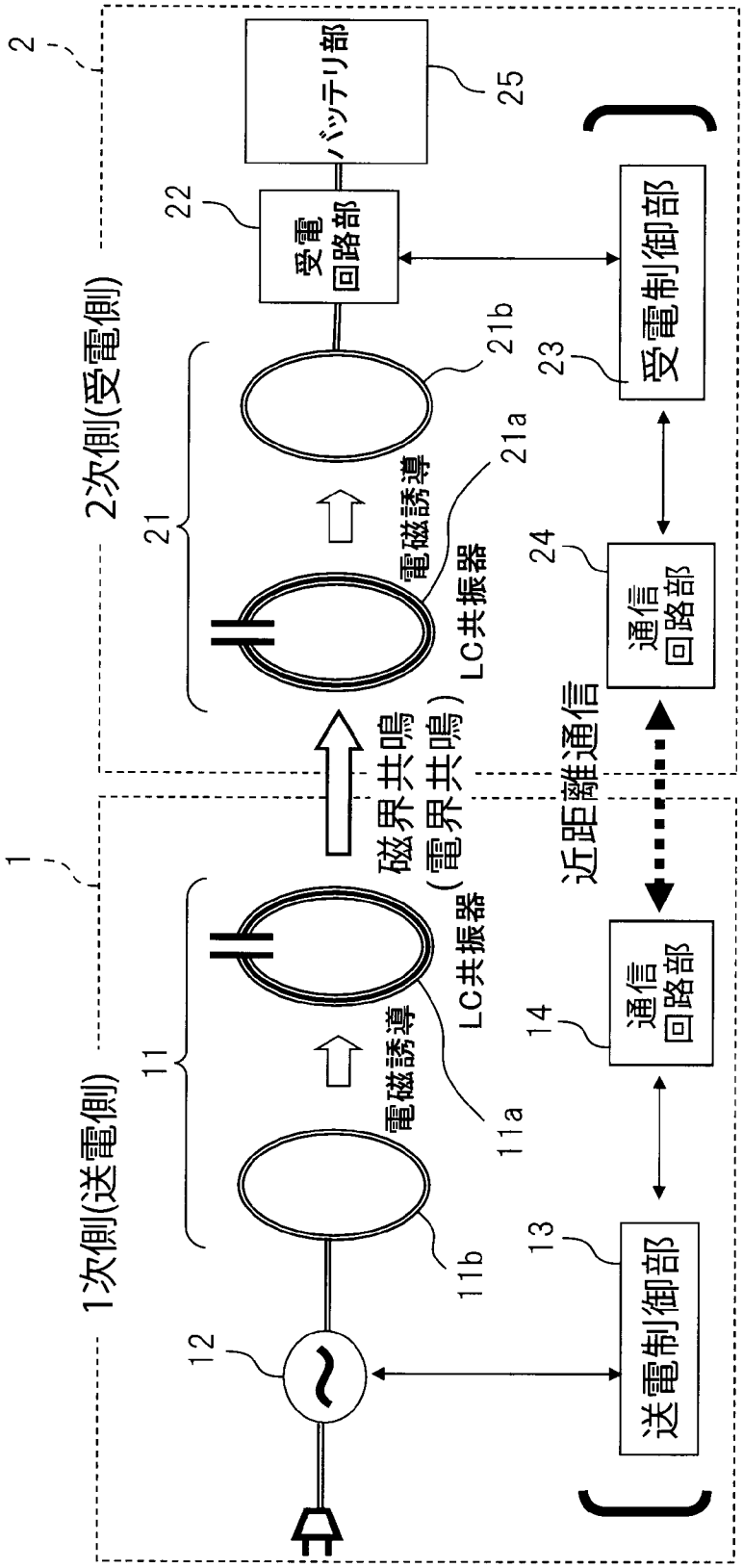
[図2B]

図2B



[図3]

図3


2
バッテリ部
25
22
受電
回路部
受電制御部
23
2次側(受電側)
21b
21
21a
電磁誘導
LC共振器
24
通信
回路部
磁界共鳴
(電界共鳴)
近距離通信
1
1次側(送電側)
11
電磁誘導
LC共振器
14
通信
回路部
11a
11b
13
12
送電制御部

[図4A]

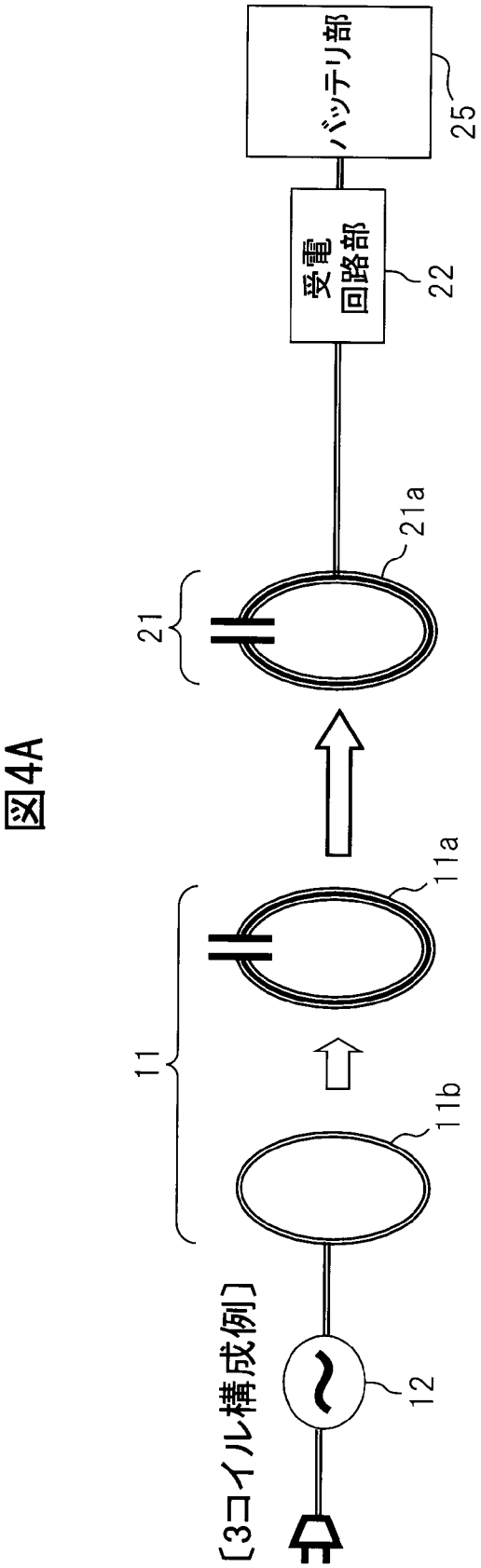


図4A

[図4B]

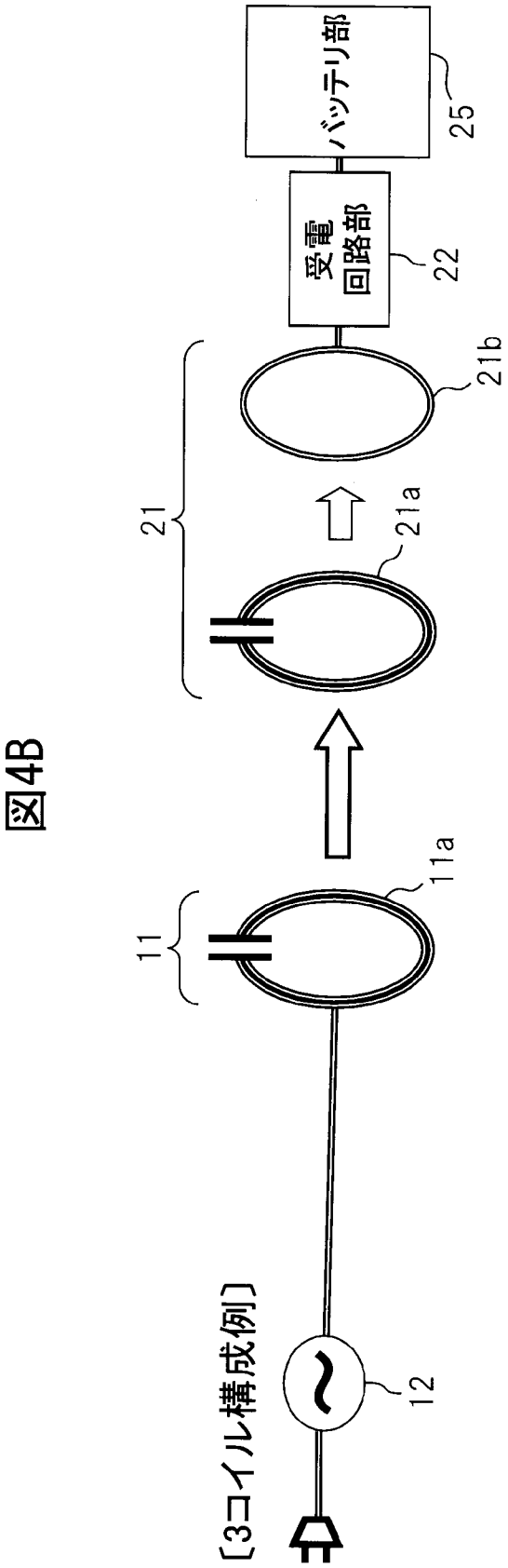


図4B

[図4C]

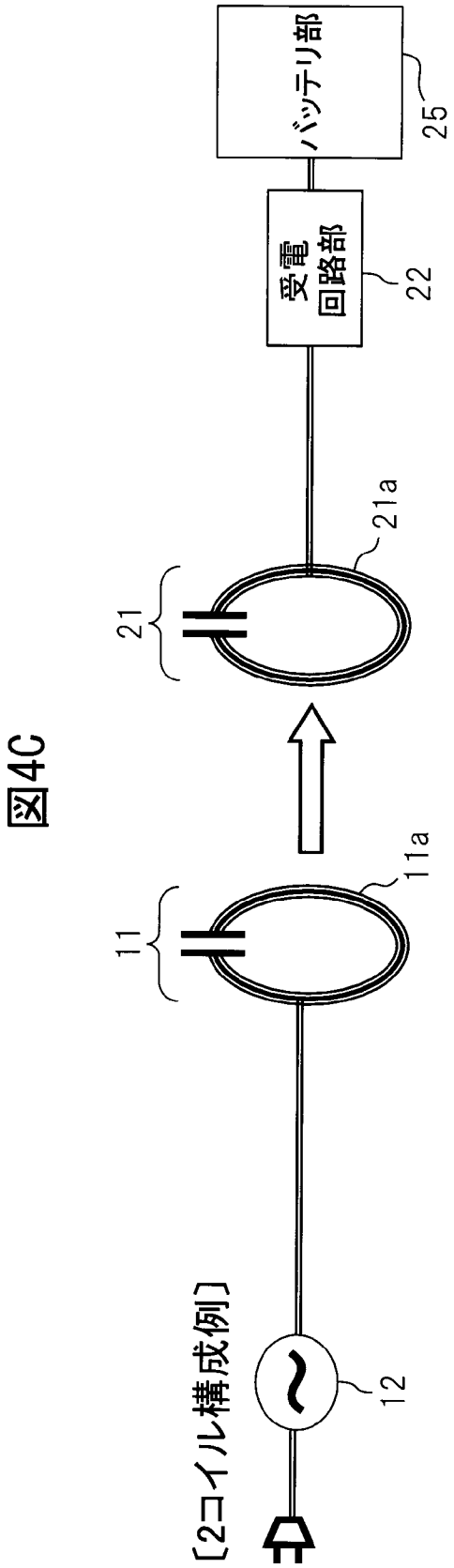
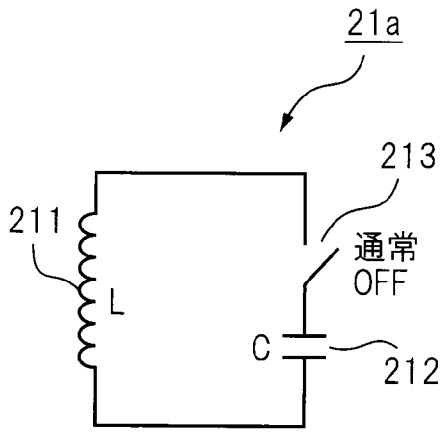


図4C

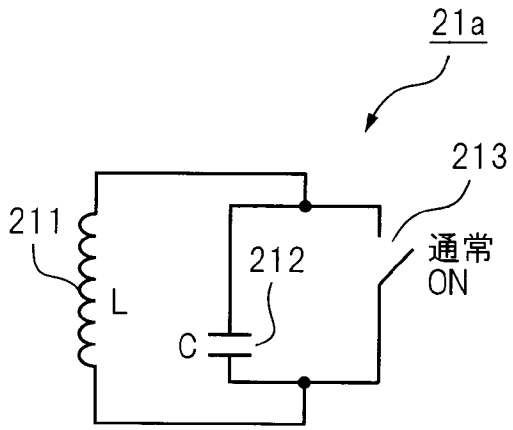
[図5A]

図5A



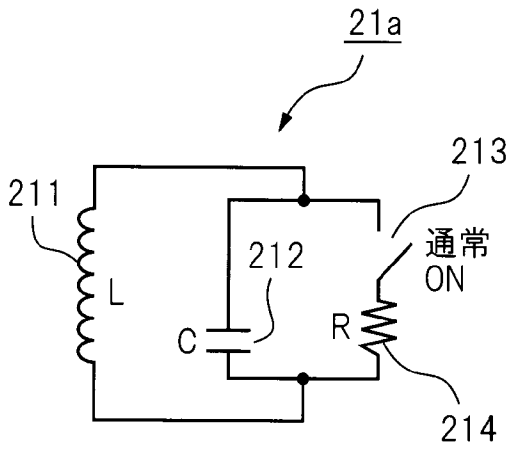
[図5B]

図5B



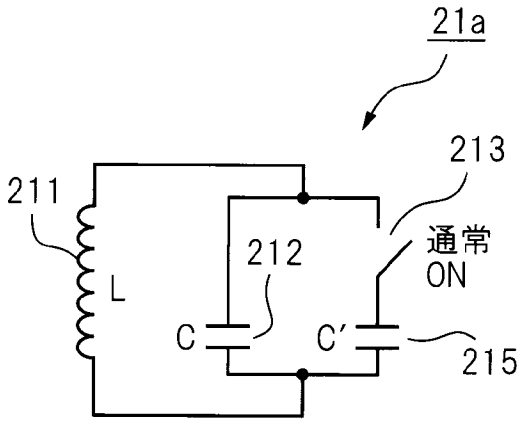
[図5C]

図5C



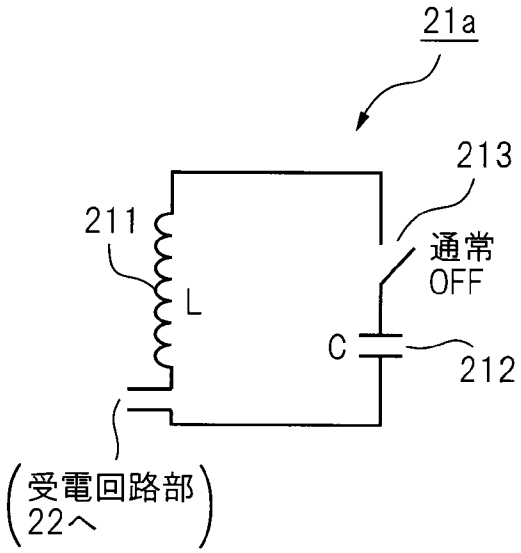
[図5D]

図5D



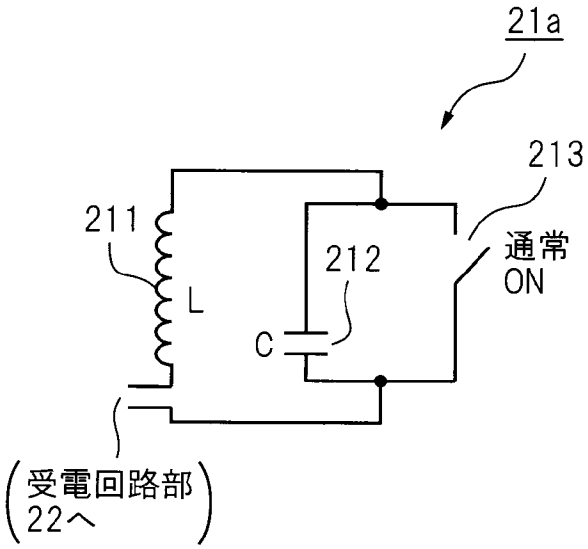
[図6A]

図6A



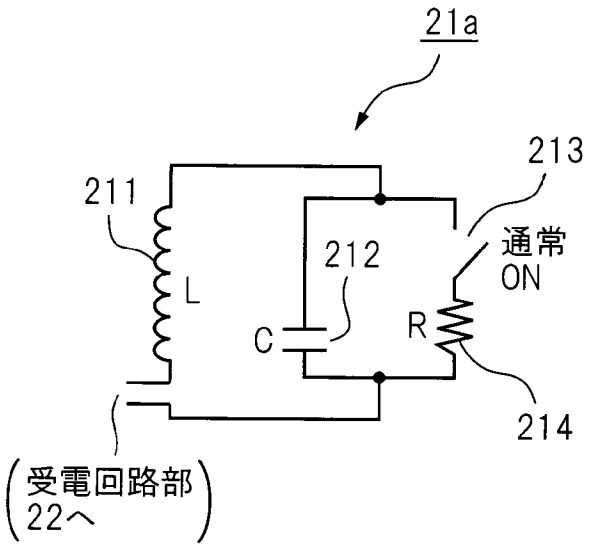
[図6B]

図6B



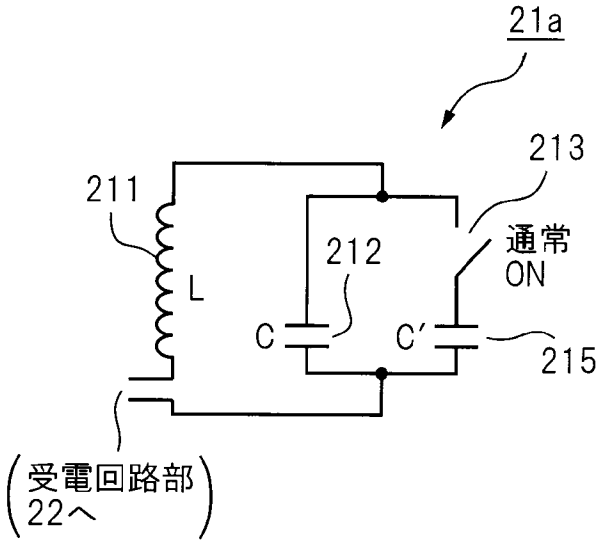
[図6C]

図6C



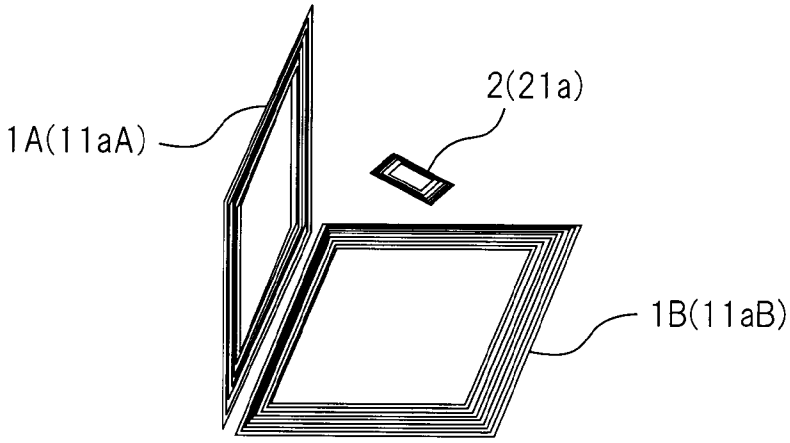
[図6D]

図6D



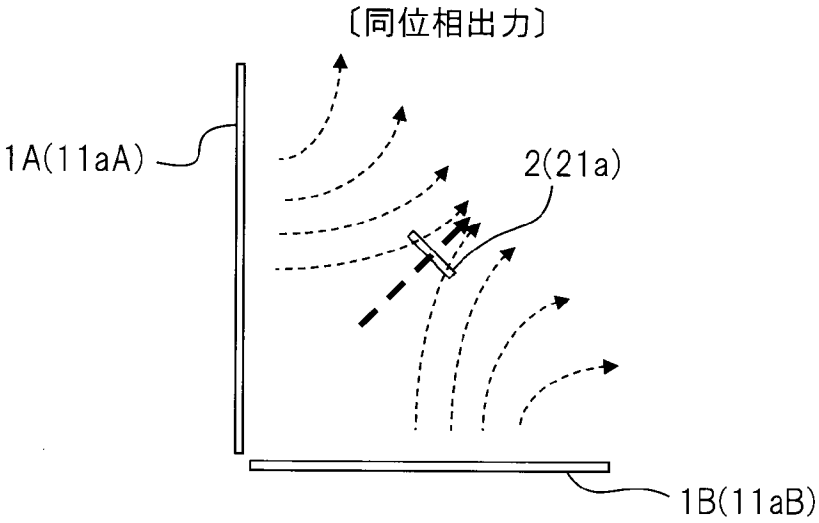
[図7A]

図7A



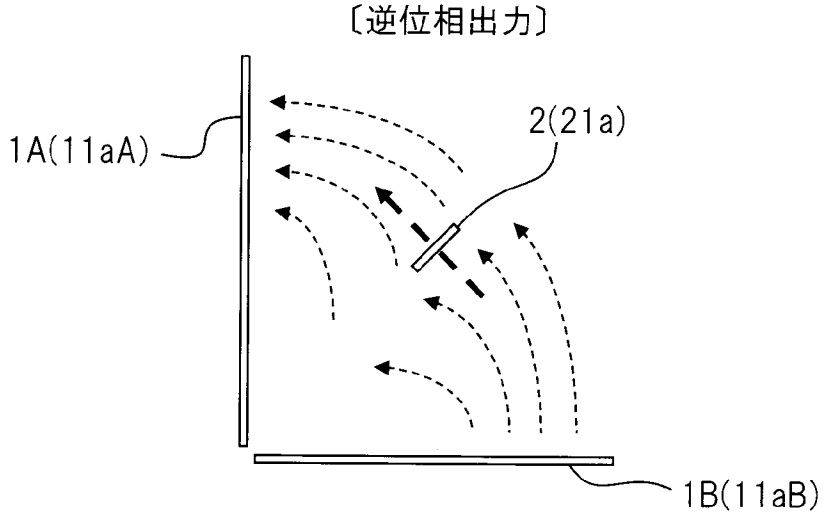
[図7B]

図7B



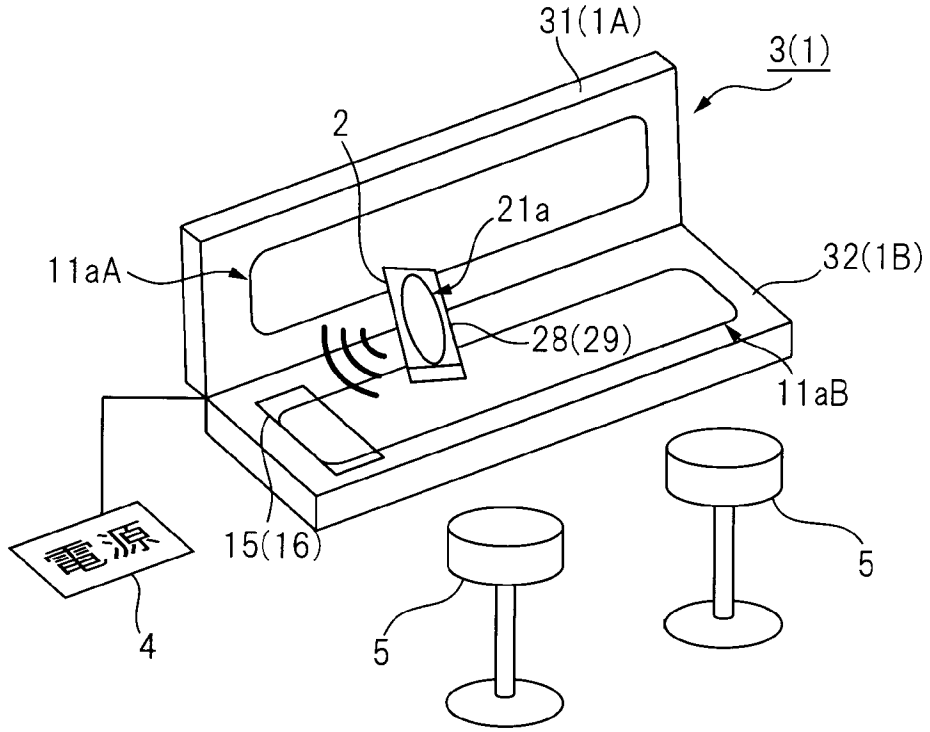
[図7C]

図7C


〔逆位相出力〕
1A(11aA)
2(21a)
1B(11aB)

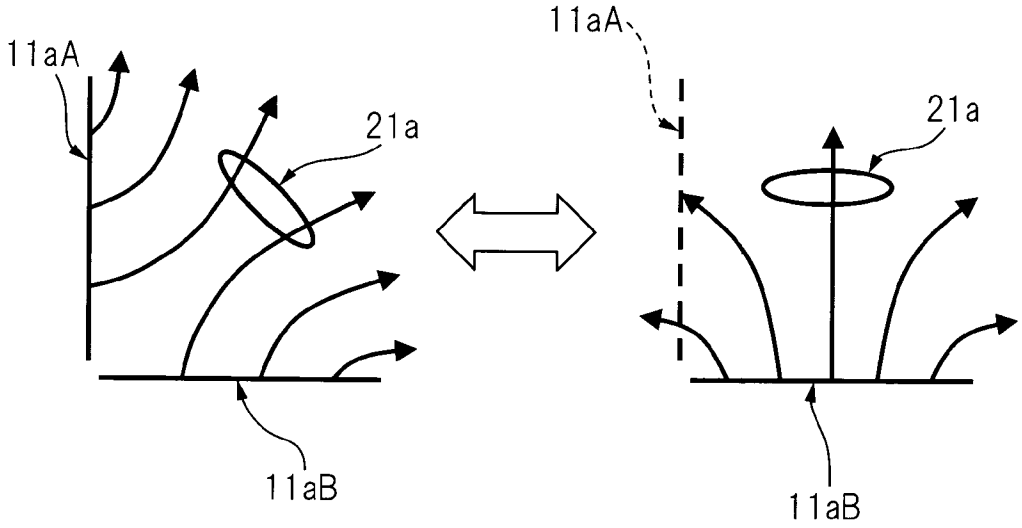
[図8]

図8


31(1A)
3(1)
2
21a
11aA
32(1B)
28(29)
11aB
電源
15(16)
4
5
5

[図9]

図9



[図10]

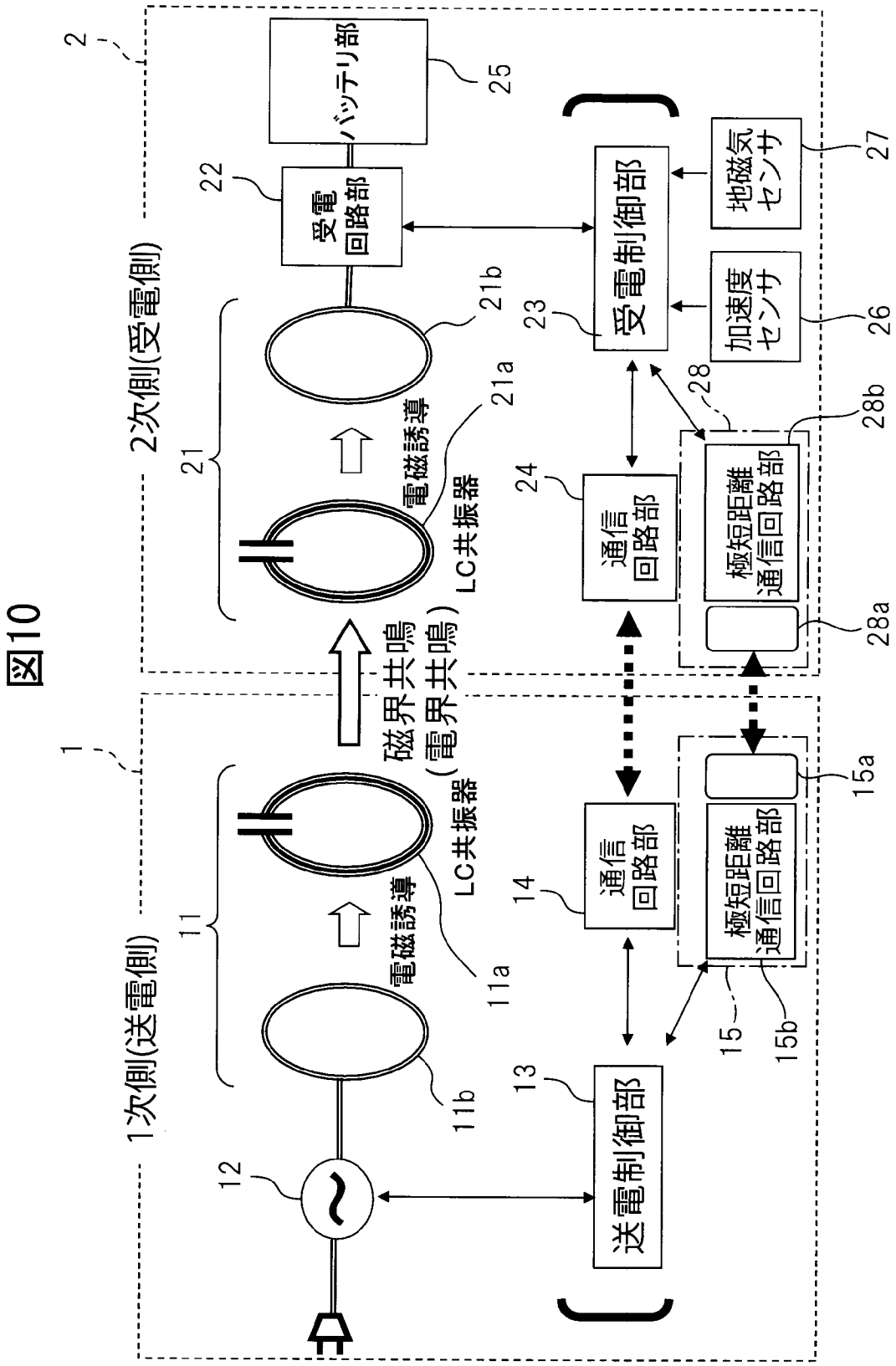


図10
1次側(送電側)
2次側(受電側)
1
2
11
11a
11b
12
13
送電制御部
14
通信回路部
15
15a
15b
極短距離通信回路部
磁界共鳴
(電界共鳴)
電磁誘導
LC共振器
21
21a
21b
22
受電回路部
23
受電制御部
24
通信回路部
25
バッテリ部
26
加速度センサ
27
地磁気センサ
28
28a
28b
極短距離通信回路部

[図11]

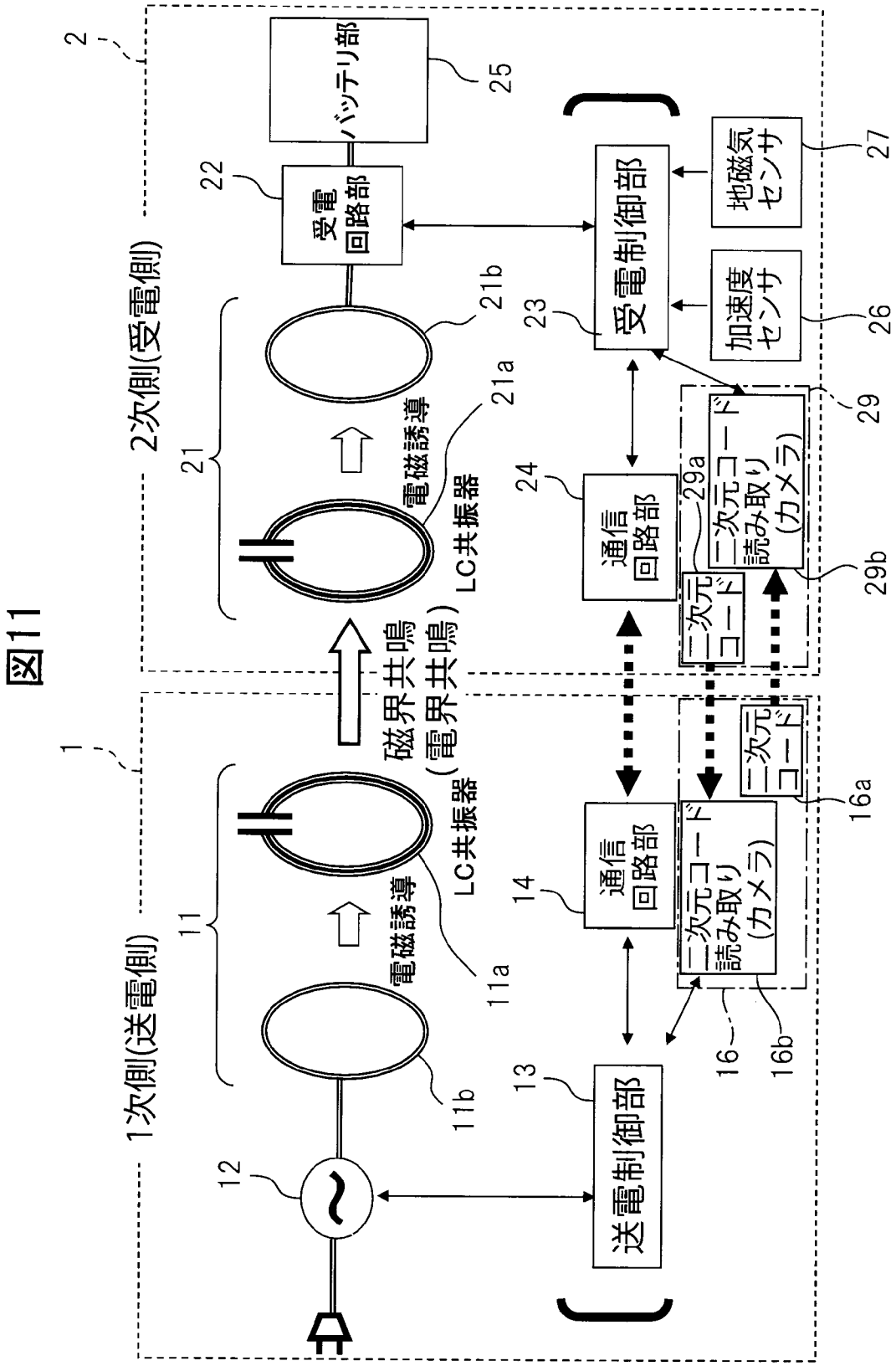
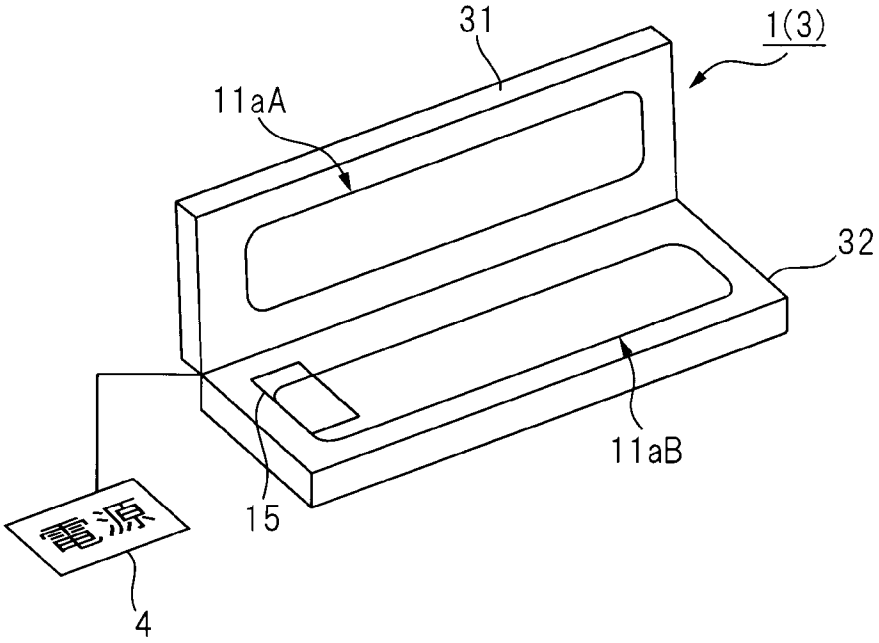


図11
1次側(送電側)
2次側(受電側)
1
2
11
11a
11b
12
13
送電制御部
14
通信回路部
16
16a
16b
二次元コード読み取り(カメラ)
二次元コード
磁界共鳴
(電界共鳴)
電磁誘導
LC共振器
21
21a
21b
22
受電回路部
23
受電制御部
24
通信回路部
25
バッテリ部
26
加速度センサ
27
地磁気センサ
29
29a
29b
二次元コード読み取り(カメラ)
二次元コード

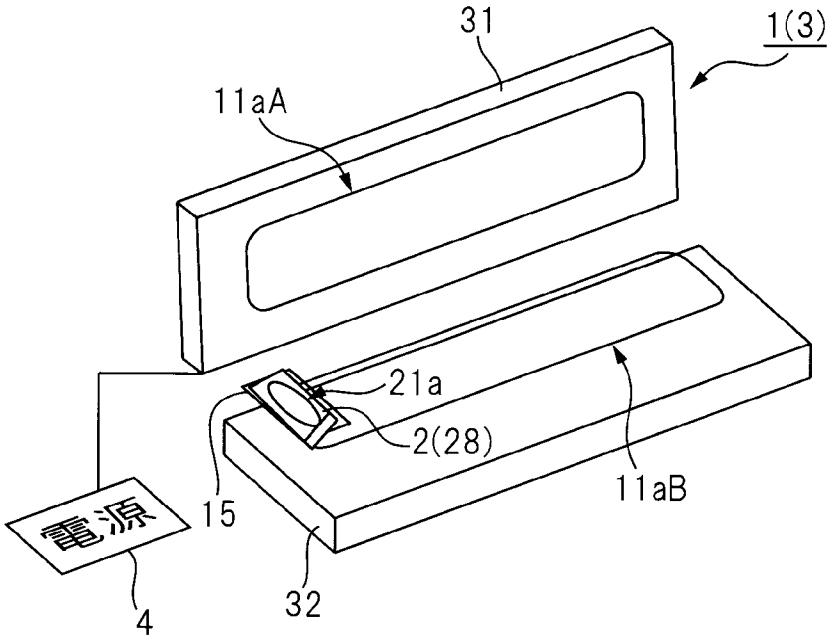
[図12A]

図12A



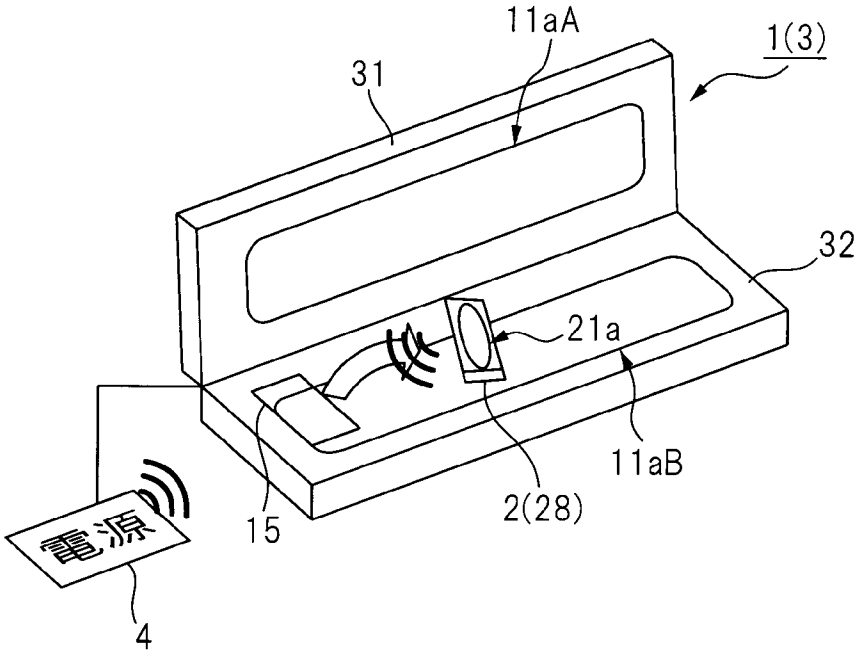
[図12B]

図12B



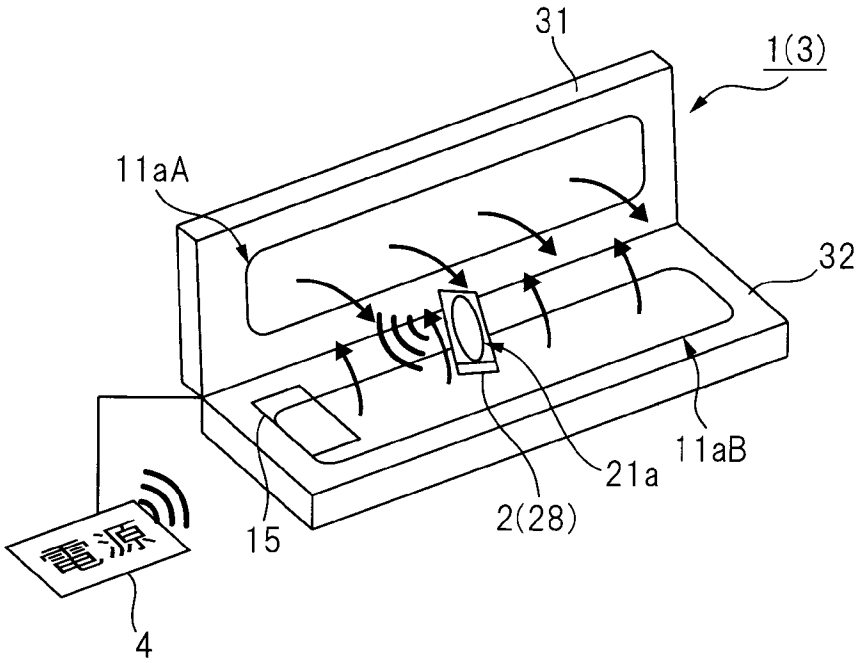
[図12C]

図12C



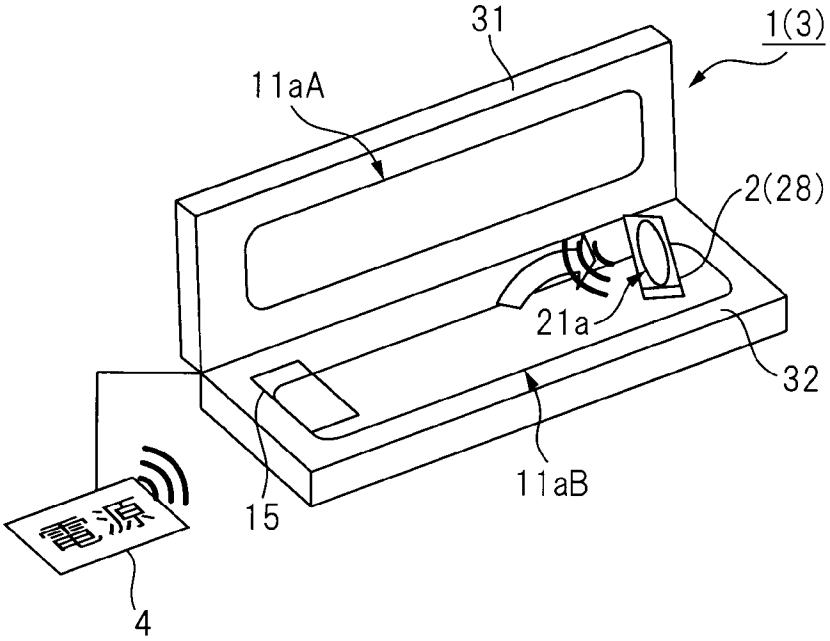
[図12D]

図12D



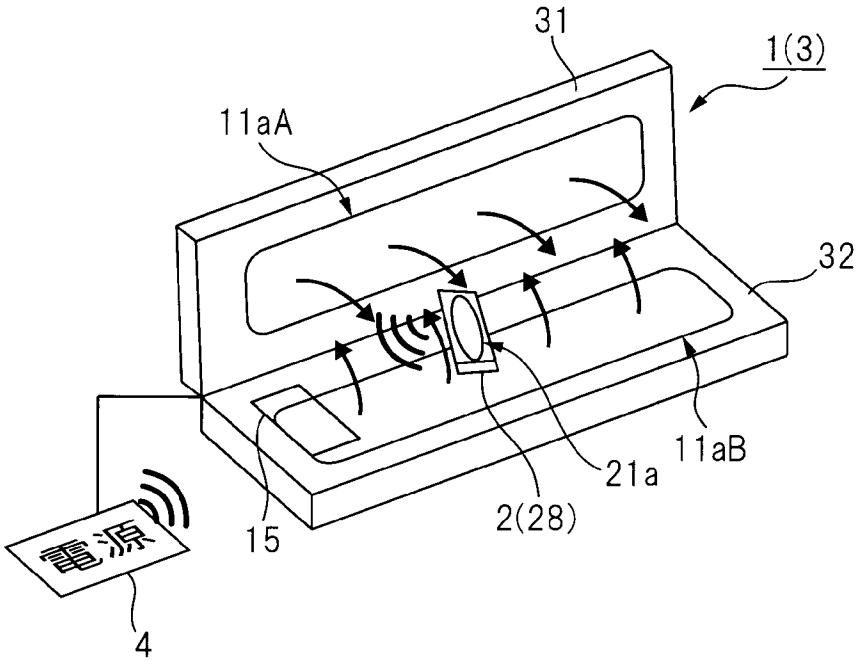
[図12E]

図12E



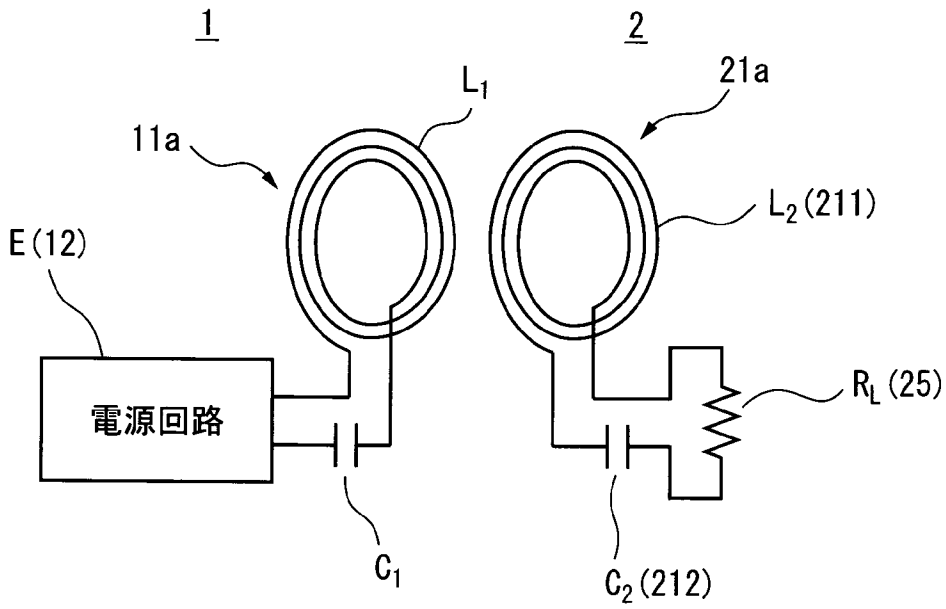
[図12F]

図12F



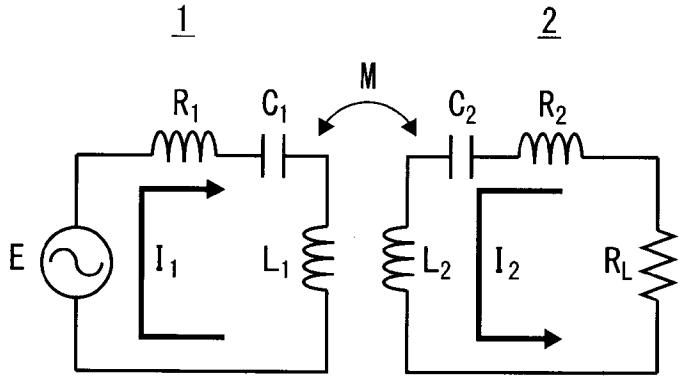
[図13A]

図13A



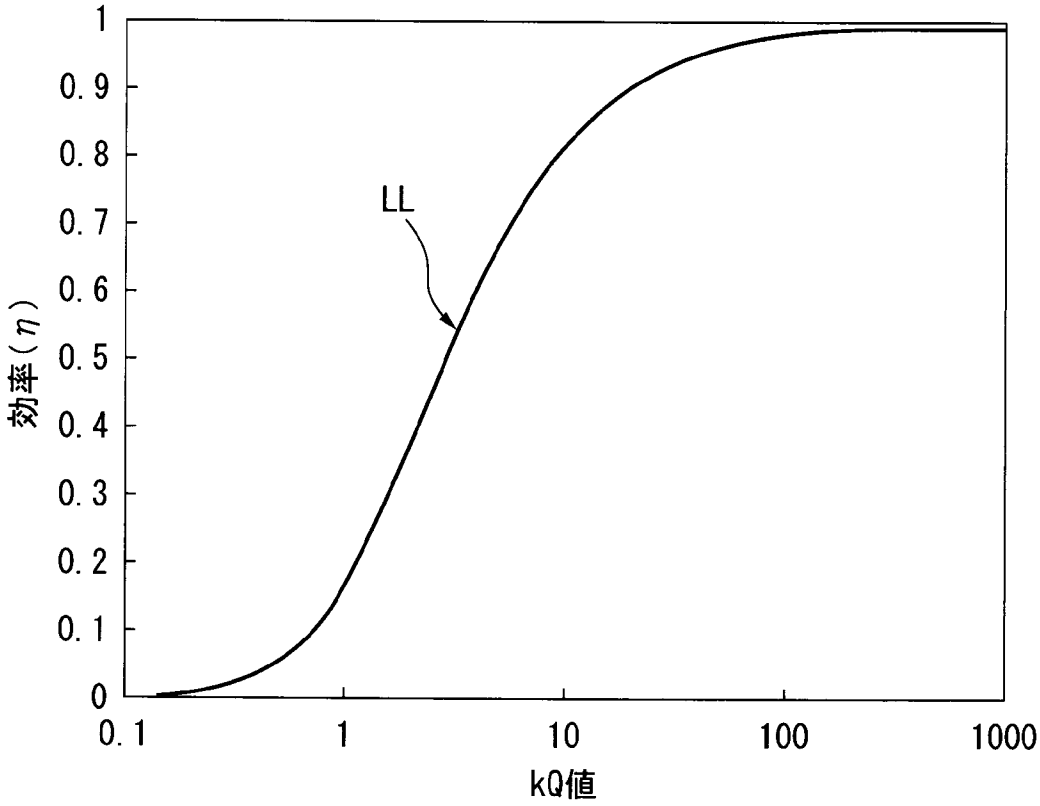
[図13B]

図13B



[図13C]

図13C



[図14]

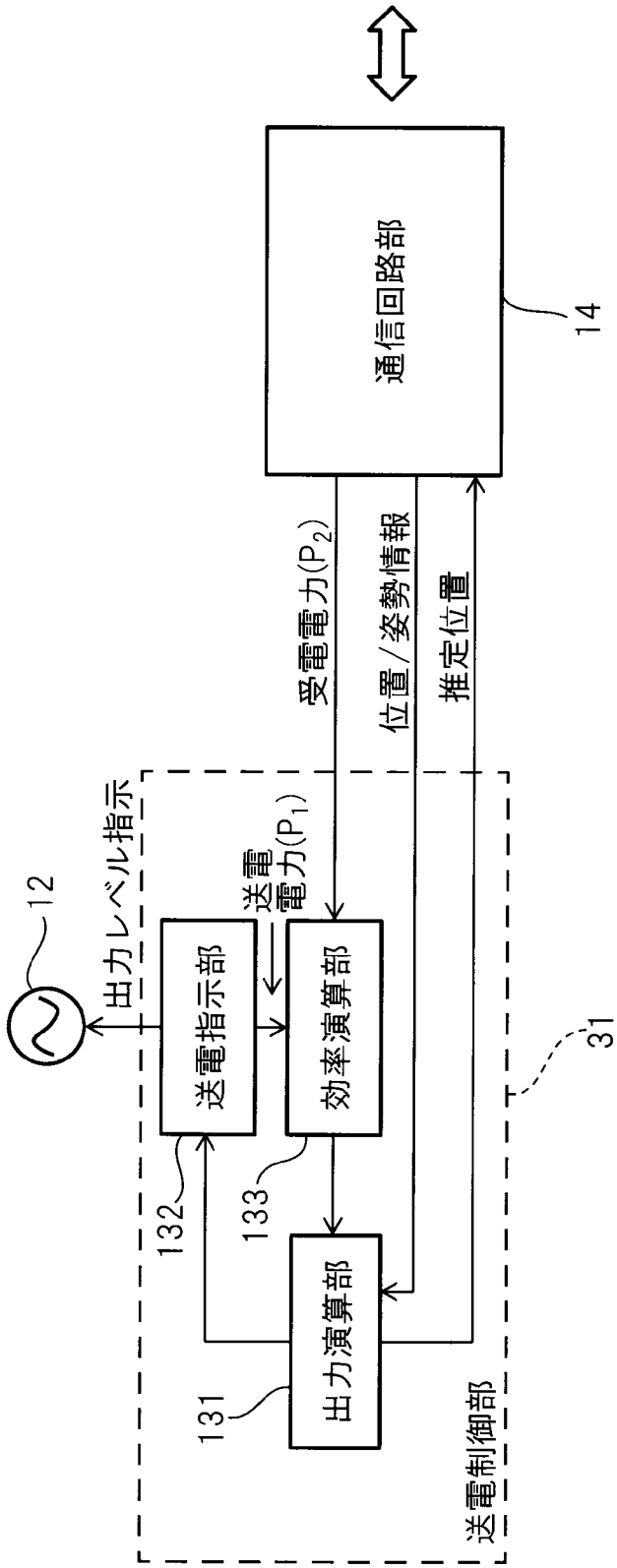
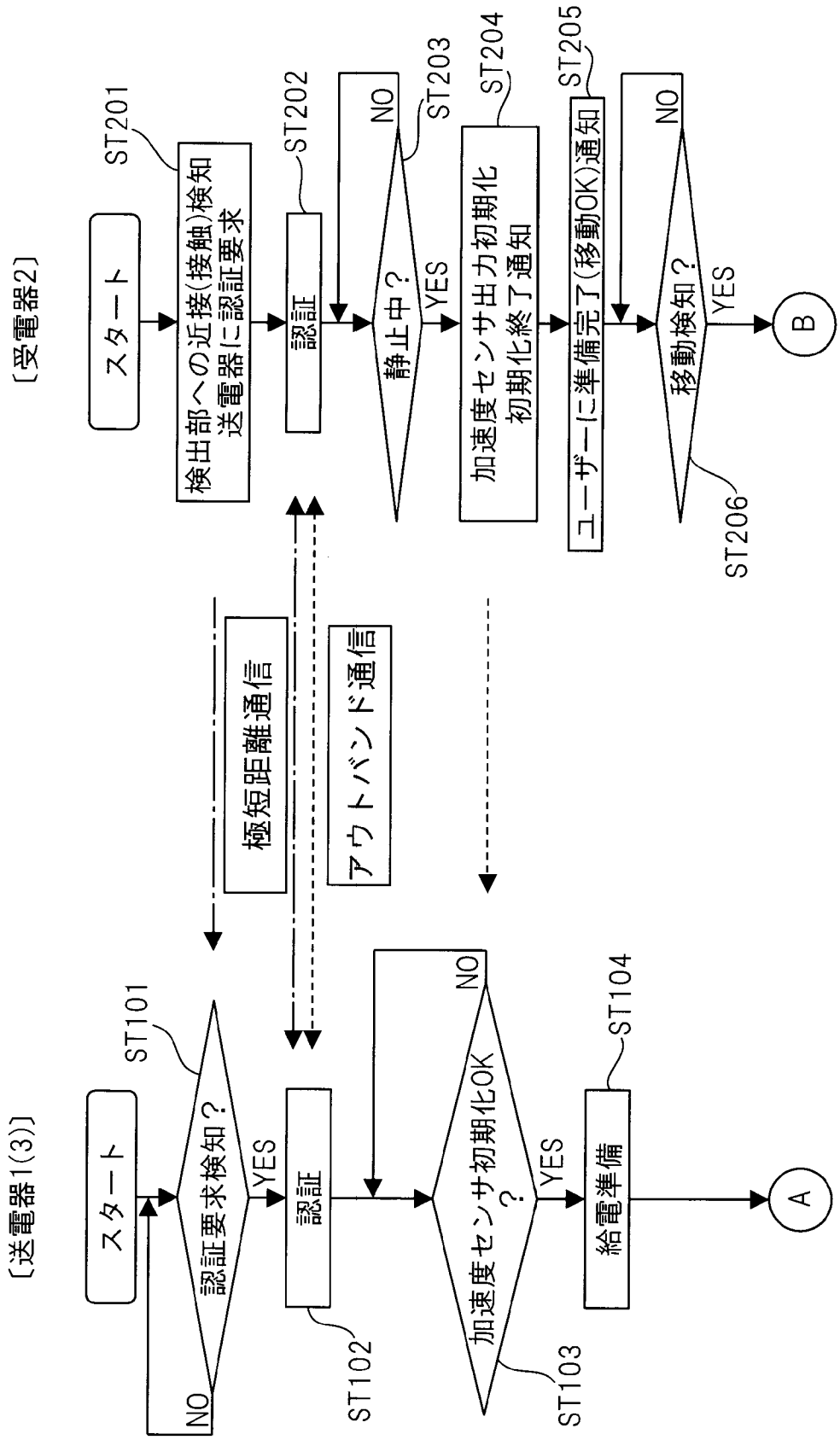


図14
1
12
出力レベル指示
送電指示部
送電電力(P1)
効率演算部
受電電力(P2)
位置/姿勢情報
推定位置
通信回路部
14
132
133
131
出力演算部
送電制御部
31

[図15A]

図15A


〔送電器1(3)〕
〔受電器2〕
スタート
認証要求検知？
NO
YES
ST101
認証
ST102
加速度センサ初期化OK？
NO
YES
ST103
給電準備
ST104
A
極短距離通信
アウトバンド通信
スタート
検出部への近接(接触)検知
送電器に認証要求
ST201
認証
ST202
静止中？
NO
YES
ST203
加速度センサ出力初期化
初期化終了通知
ST204
ユーザーに準備完了(移動OK)通知
ST205
移動検知？
NO
YES
ST206
B

[図15B]

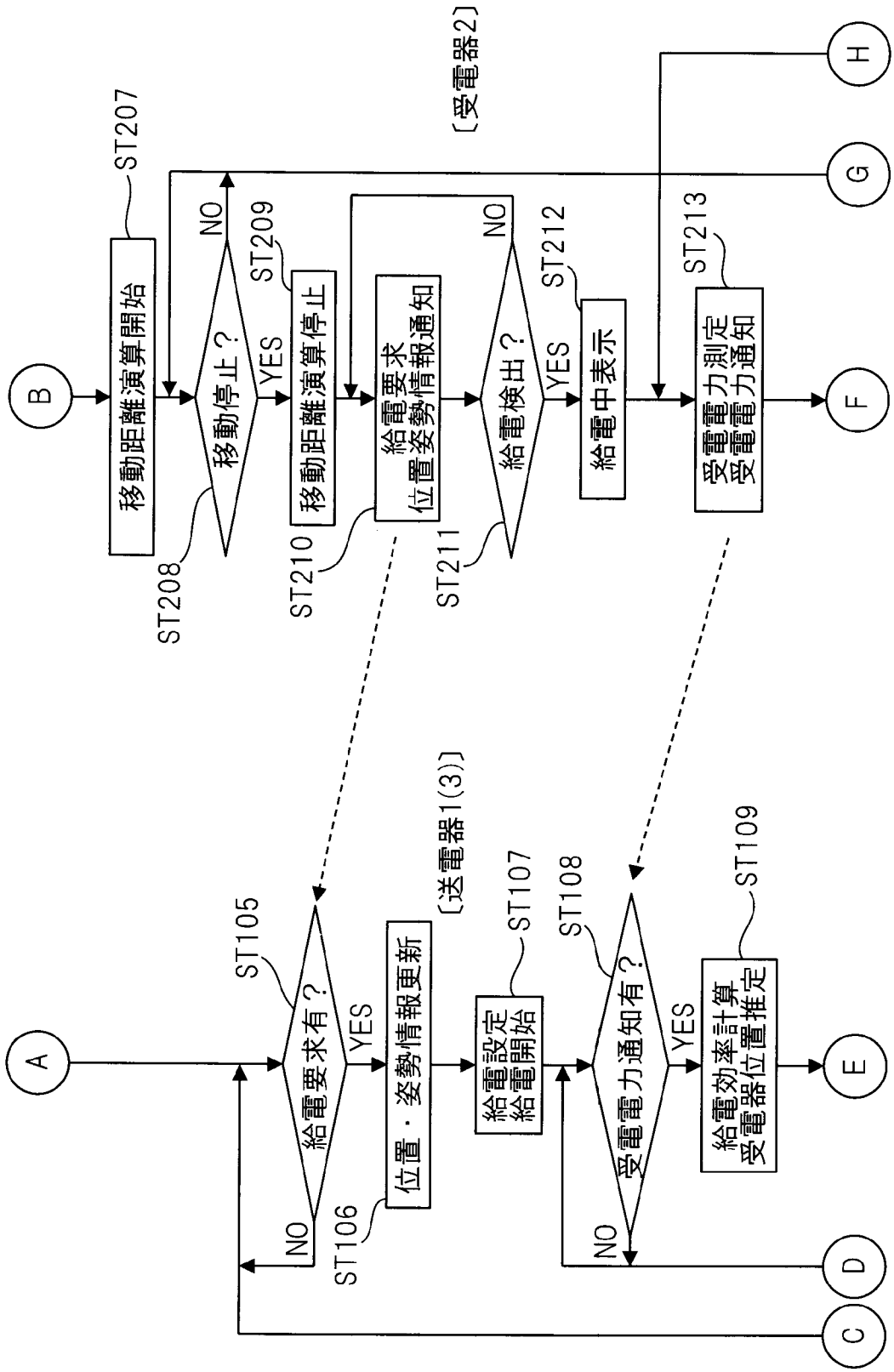

A
B
C
D
E
F
G
H
移動距離演算開始
ST207
移動停止？
ST208
NO
YES
移動距離演算停止
ST209
〔受電器2〕
給電要求
位置姿勢情報通知
ST210
給電検出？
ST211
NO
YES
給電中表示
ST212
受電電力測定
受電電力通知
ST213
給電要求有？
ST105
NO
YES
位置・姿勢情報更新
ST106
〔送電器1(3)〕
給電設定
給電開始
ST107
受電電力通知有？
ST108
NO
YES
給電効率計算
受電器位置推定
ST109

図15B

[図15C]

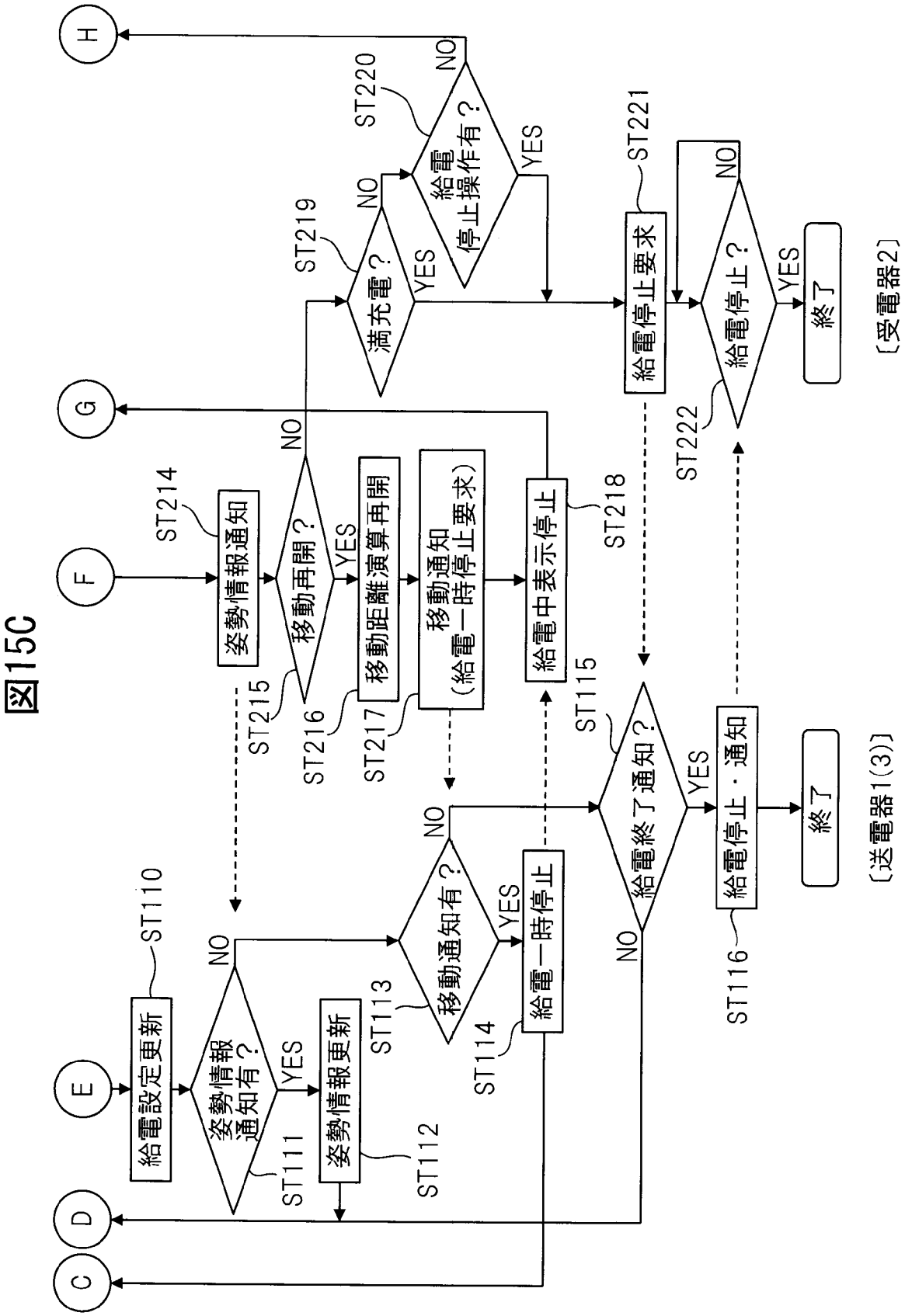


図15C
H
G
F
E
D
C
給電設定更新
ST110
姿勢情報通知有？
ST111
NO
YES
姿勢情報更新
ST112
移動通知有？
ST113
NO
YES
給電一時停止
ST114
姿勢情報通知
ST214
移動再開？
ST215
ST216
NO
YES
移動距離演算再開
ST217
移動通知
（給電一時停止要求）
給電中表示停止
ST218
満充電？
ST219
NO
YES
給電
停止操作有？
ST220
NO
YES
給電終了通知？
ST115
NO
YES
給電停止・通知
ST116
終了
〔送電器1(3)〕
給電停止要求
ST221
給電停止？
ST222
NO
YES
終了
〔受電器2〕

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/055274

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2015-8620 A (Canon Inc.), 15 February 2015 (15.02.2015), paragraphs [0032] to [0042] & US 2015/0001936 A1	1,3-5,19 7,8 2,6,9-18,20
Y	JP 2013-247718 A (Ryukoku University), 09 December 2013 (09.12.2013), fig. 2 (Family: none)	7,8
Y	JP 2013-43046 A (Itoki Co., Ltd.), 04 March 2013 (04.03.2013), abstract (Family: none)	7,8

☐ 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
15 April 2015 (15.04.15)

Date of mailing of the international search report
28 April 2015 (28.04.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915,Japan

Authorized officer

Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１５／０５５２７４

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	１９７１－２０１５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１５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
X Y A	JP 2015-8620 A（キヤノン株式会社）2015.02.15, 段落 0032-0042 & US 2015/0001936 A1	1,3-5,19 7,8 2,6,9-18,20
Y	JP 2013-247718 A（学校法人龍谷大学）2013.12.09, 図２ (ファミリーなし)	7,8
Y	JP 2013-43046 A（株式会社イトーキ）2013.03.04, 要約 (ファミリーなし)	7,8

☐　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 １５．０４．２０１５	国際調査報告の発送日 ２８．０４．２０１５
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　３２４４ 田中　慎太郎 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５６８