

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-186949
(P2012-186949A)

(43) 公開日 平成24年9月27日(2012.9.27)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 2 J 17/00 (2006.01)	HO 2 J 17/00	B 5E043
HO 1 F 38/14 (2006.01)	HO 1 F 23/00	B
HO 1 F 27/28 (2006.01)	HO 1 F 27/28	K

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2011-49167(P2011-49167)
(22) 出願日 平成23年3月7日(2011.3.7)

(71) 出願人 511084555
日立マクセルエナジー株式会社
京都府乙訓郡大山崎町小泉1番地
(74) 代理人 110000040
特許業務法人池内・佐藤アンドパートナーズ
(72) 発明者 宮内 靖
大阪府茨木市丑寅1丁目1番88号 日立マクセル株式会社内
Fターム(参考) 5E043 BA01

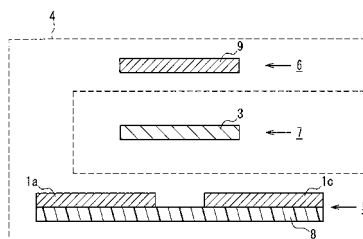
(54) 【発明の名称】 磁界共鳴を利用した非接触電力伝送装置

(57) 【要約】

【課題】死点の存在による伝送困難な領域を縮小し、または、送電コイルや受電コイルの大きさの制約による伝送距離の短縮を抑制して、磁界共鳴による電力伝送を広い領域に亘り安定して可能とする。

【解決手段】共振コイルを含む送電コイル1 a、1 cが、同一平面上に互いに重ならないように配置された第1送電ユニット5と、共振コイルを含む送電コイル9が、同一平面上に互いに重ならないように配置された第2送電ユニット6とを備え、第1送電ユニットと第2送電ユニットとは、相互の位置関係として少なくとも電力伝送配置を取ることが可能である。電力伝送配置では、第1及び第2送電ユニットは互いに対向し、相互間に受電装置3を装着することが可能な受電空間を形成する。受電装置が受電空間に装着された配置では、送電コイル及び受電コイルにおける共振コイルの軸方向が互いに平行に配向される。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

共振コイルを含む受電コイルを備えた受電装置に対して電力を伝送するように構成され、共振コイルを含む送電コイルを備えて、前記受電コイル及び前記送電コイルの前記共振コイル間の磁界共鳴を介して電力を伝送する非接触電力伝送装置において、

少なくとも 1 個の前記送電コイルが、同一平面上に互いに重ならないように配置された第 1 送電ユニットと、

少なくとも 1 個の前記送電コイルが、同一平面上に互いに重ならないように配置された第 2 送電ユニットとを備え、

前記第 1 送電ユニットと前記第 2 送電ユニットとは、相互の位置関係として少なくとも電力伝送配置を取ることが可能であり、

前記電力伝送配置では、前記第 1 及び第 2 送電ユニットは互いに対向し、相互間に前記受電装置を装着することが可能な受電空間を形成し、

前記受電装置が前記受電空間に装着された配置では、前記送電コイル及び前記受電コイルにおける前記共振コイルの軸方向が互いに平行に配向されることを特徴とする非接触電力伝送装置。

【請求項 2】

前記送電コイルによる電力伝送動作を制御する制御部を備え、

前記制御部は、前記受電空間に前記受電装置が配置された状態で、前記第 1 及び第 2 送電ユニットのうち少なくとも一方に含まれる前記送電コイルから前記受電コイルに対して電力を伝送するように制御する請求項 1 記載の非接触電力伝送装置。

【請求項 3】

前記送電コイルによる電力伝送動作を制御する制御部を備え、

前記制御部は、前記第 1 送電ユニットまたは前記第 2 送電ユニットの一方に配置された任意の複数の前記送電コイルから同時に電力を伝送させる制御機能を含む請求項 1 記載の非接触電力伝送装置。

【請求項 4】

前記受電コイルの位置を検出するモニター部を備え、

前記制御部は、検出された前記受電コイルの位置に応じて選択した前記送電コイルから電力を伝送するように制御する請求項 2 または 3 記載の非接触電力伝送装置。

【請求項 5】

前記第 1 及び前記第 2 送電ユニットには、それぞれ複数の前記送電コイルが含まれ、前記第 1 及び前記第 2 送電ユニットに含まれる少なくとも各々 1 個の送電コイルどうしは、互いの中心軸をずらして配置されている請求項 1 記載の非接触電力伝送装置。

【請求項 6】

前記第 1 及び前記第 2 送電ユニットに含まれる前記送電コイルの直径が同じであり、前記第 1 及び前記第 2 送電ユニットに各々含まれる前記送電コイル間の中心軸の最大ずれ量が、前記送電コイルの直径に等しい請求項 5 記載の非接触電力伝送装置。

【請求項 7】

前記受電コイルは、前記共振コイルとともに、前記共振コイルに対して電磁誘導により電力を供給するループコイルを少なくとも 2 個備えている請求項 1 記載の非接触電力伝送装置。

【請求項 8】

前記ループコイルは、前記共振コイルに対して中心軸方向における両側に配置されている請求項 7 記載の非接触電力伝送装置。

【請求項 9】

前記複数の送電コイルのうちのいずれの送電コイルから送電されているかに応じて、動作させる前記ループコイルが切り替えられる請求項 8 記載の非接触電力伝送装置。

【請求項 10】

前記受電コイルの位置を検出するモニター部と、

10

20

30

40

50

検出された前記受電コイルの位置に応じて、前記第 1 送電ユニット及び前記第 2 送電ユニットの前記送電コイルの位置を、電力伝送効率が最大となるように制御する送電コイル位置制御部とを備えている請求項 1 記載の非接触電力伝送装置。

【請求項 1 1】

前記第 1 送電ユニットに含まれる前記送電コイルの数と、前記第 2 送電ユニットに含まれる前記送電コイルの数が異なる請求項 1 記載の非接触電力伝送装置。

【請求項 1 2】

前記第 1 送電ユニット及び前記第 2 送電ユニットを保持し、前記受電装置を着脱可能に装着することが可能であり、かつ、前記第 1 及び第 2 送電ユニットが前記電力伝送配置にあるときに、前記受電空間に前記受電装置が配置されるように構成された筐体を備え、

前記電力伝送配置では、前記送電コイルと前記受電コイルの周囲が前記筐体内で電磁シールドされる請求項 1 記載の非接触電力伝送装置。

【請求項 1 3】

携帯電話に使用される周波数帯域の電波を前記筐体内へ送るための中継コネクタが設けられている請求項 1 2 記載の非接触電力伝送装置。

【請求項 1 4】

前記筐体が前記電力伝送配置の状態を維持するためのインターロック機能を備え、電力伝送時には、前記送電コイルと前記受電コイルの周囲が電磁シールドされた状態が前記インターロック機能により維持される請求項 1 2 記載の非接触電力伝送装置。

【請求項 1 5】

前記送電コイルに含まれた前記共振コイルの磁気抵抗値を各々検出する磁気抵抗値検出部を備え、

前記制御部は、検出された磁気抵抗値が最小となる前記送電コイルを選択し、選択された前記送電コイルから電力を伝送するか、または、選択された前記送電コイルを含む隣接した複数の前記送電コイルから同時に電力を伝送するように制御する請求項 1 記載の非接触電力伝送装置。

【請求項 1 6】

前記受電コイルの受電電力を検出する電力検出部を備え、前記制御部は、複数の前記送電コイルから個別に順次電力を伝送させて、前記電力検出部が出力する検出値が最大となる前記送電コイルを選択し、選択された前記送電コイルから電力を伝送するか、または、選択された前記送電コイルを含む隣接した複数の前記送電コイルから同時に電力を伝送するように制御する請求項 1 記載の非接触電力伝送装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、磁界共鳴を利用して非接触（ワイヤレス）で電力を伝送する磁界共鳴型の非接触電力伝送装置に関する。

【背景技術】

【0002】

非接触で電力を伝送する方法として、電磁誘導（数 100 kHz）による電磁誘導型、電場または磁場共鳴を介した LC 共振間伝送による電界・磁界共鳴型、電波（数 GHz）によるマイクロ波送電型、可視光領域の電磁波（光）によるレーザ送電型が知られている。この中で既に実用化されているのは、電磁誘導型である。これは簡易な回路で実現可能（トランス方式）であるなどの優位性はあるが、送電距離が短いという課題もある。

【0003】

そこで、最近になって近距離伝送（～2 m）が可能な電界・磁界共鳴型の電力伝送が注目を浴びてきた。このうち、電界共鳴型の場合、伝送経路中に手などを入れると、人体が誘電体であるため、エネルギーを熱として吸収して誘電体損失を生じる。これに対して磁界共鳴型の場合、人体がエネルギーをほとんど吸収せず、誘電体損失を避けられる。この点から磁界共鳴型に対する注目度が上昇してきている。

10

20

30

40

50

【0004】

図26は、共鳴型非接触電力伝送における、複数の送電コイルの配置例を示したものである。図26(a)は、3個の送電コイル1a~1cの配置例、図26(b)は4個の送電コイル1a~1dの配置例を示す。この例では、各送電コイル1a~1dは同一の寸法及び特性を有する。なお、送電コイル1a~1dを総称する場合は、送電コイル1と記述する。

【0005】

図27(a)及び(b)は、図26の送電コイル1a~1c、及び送電コイル1a~1dの配置に対して、電力の伝送を受ける受電コイル3が配置された状態を示す。図28に、図27(b)のA-A断面を示す。

10

【0006】

なお、磁界共鳴による電力伝送を行うためには、送電コイル1および受電コイル3はそれぞれ共振コイルを含んで構成され、送電側と受電側の共振コイル間の磁界共鳴を介して電力が伝送される。また、場合によっては共振コイルに対して給電し、あるいは共振コイルから給電を受けるために、例えば、各共振コイルに隣接させてループコイルが配置される。従って、送電コイル1および受電コイル3とは、共振コイルを含む送電側及び受電側のコイル構造を意味するものとする。

【0007】

各送電コイル1a~1dは、同一平面上において互いに重ならないように形成する必要がある。即ち、送電コイル1の半径を r とすると、隣り合う二つの送電コイル1の中心間距離は、 $2r$ 以上離れていることになる。そのため、図26(a)のように3個の送電コイルが配置された場合も、図26(b)のように4個の送電コイルが配置された場合も、送電コイル1a~1c、あるいは送電コイル1a~1dの配列の中心付近に、電力伝送効率が小さくなる死点領域2が生じる。従って、図27、図28に示すように、死点領域の中心に受電コイル3が配置された場合には、伝送効率の低下が問題となる可能性が高い。

20

【0008】

電磁誘導型の非接触電力伝送装置においても同様の問題があり、特許文献1には、一次側の送電コイルから二次側の受電コイルへ非接触で電力を伝送する場合の、死点領域の存在による伝送効率の低下を抑制するための技術が開示されている。すなわち、送電コイルが複数用られ、かつそれぞれのコイルが重なり合うように配置される。例えば、送電コイルの直径を D 、隣接する二つの送電コイルの中心間距離を X とした場合、 $D/2 < X < D$ となっている。これにより、伝送不能な死点領域を縮小、低減し、広い領域で安定した電力伝送が可能となる、とされている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開2009-164293号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

40

しかし、磁界共鳴型においては、隣接する二つの送電コイルを重ねることは伝送効率の低下を招くため、電磁誘導型と同様な対策としては用いることができない。すなわち、送電コイルを同一平面上に重ならないように配置した状態では、磁界共鳴型において伝送不能な死点領域が発生する可能性がある。

【0011】

また、携帯電話などの小型モバイル機器の充電用途では、送電コイルや受電コイルの大きさを小さくする必要があり、そのために伝送距離が短くなるという課題もあった。

【0012】

本発明は、このような従来技術における問題点を解決するものであり、死点の存在による伝送困難な領域を縮小し、または、送電コイルや受電コイルの大きさの制約による伝送

50

距離の短縮化を回避して、磁界共鳴による電力伝送を広い領域に亘り安定して可能とする非接触電力伝送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】

【0013】

本発明の非接触電力伝送装置は、共振コイルを含む受電コイルを備えた受電装置に対して電力を伝送するように構成され、共振コイルを含む送電コイルを備えて、前記受電コイル及び前記送電コイルの前記共振コイル間の磁界共鳴を介して電力を伝送するように構成される。

【0014】

上記課題を解決するために、本発明の非接触電力伝送装置は、少なくとも1個の前記送電コイルが、同一平面上に互いに重ならないように配置された第1送電ユニットと、少なくとも1個の前記送電コイルが、同一平面上に互いに重ならないように配置された第2送電ユニットとを備える。前記第1送電ユニットと前記第2送電ユニットとは、相互の位置関係として少なくとも電力伝送配置を取ることが可能である。前記電力伝送配置では、前記第1及び第2送電ユニットは互いに対向し、相互間に前記受電装置を装着することが可能な受電空間を形成し、前記受電装置が前記受電空間に装着された配置では、前記送電コイル及び前記受電コイルにおける前記共振コイルの軸方向が互いに平行に配向される。

10

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、受電装置が配置される受電空間を挟んで上下に、第1送電ユニットと第2送電ユニットが配置されるので、受電装置の上下から電力伝送可能である。それにより、死点の存在による伝送困難な領域が縮小され、または、送電コイルや受電コイルの大きさの制約による伝送距離の短縮化が回避される。その結果、磁界共鳴による電力伝送が、広い領域に亘り安定して可能となり、受電装置の置き方の自由度が拡大する。

20

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】実施の形態1における非接触電力伝送装置の構成を示す断面図

【図2】同非接触電力伝送装置における送電コイルと受電コイルの配置例を示す平面図

【図3】送電コイルと受電コイルの中心軸のずれに対する電力伝送効率の変化を調べるための配置関係を示す断面図

30

【図4】図3に示した配置による実験によって得られた、電力伝送効率と中心軸の位置ずれの関係を示す図

【図5】従来の非接触電力伝送装置における最大効率の電力伝送が可能な領域を示す断面図

【図6】実施の形態1における非接触電力伝送装置の構成及び作用を示す断面図

【図7】同非接触電力伝送装置における領域Aに受電コイル3の中心軸がある場合の作用の説明図

【図8】同非接触電力伝送装置における領域Cに受電コイル3の中心軸がある場合の作用の説明図

【図9】同非接触電力伝送装置における領域Bに受電コイル3の中心軸がある場合の作用の説明図

40

【図10】実施の形態1の非接触電力伝送装置における送電コイルと受電コイルの配置の他の例を示す平面図

【図11A】実施の形態2における非接触電力伝送装置の構成及び作用を示す断面図

【図11B】同非接触電力伝送装置の平面図

【図12】実施の形態3における非接触電力伝送装置の構成を説明するための断面図

【図13】同非接触電力伝送装置における送電コイルの移動による最大電力伝送効率を得るための動作を示す断面図

【図14】実施の形態4の非接触電力伝送装置における、送電コイルと受電コイルの中心軸のずれに対する電力伝送効率の変化を調べるための配置を示す断面図

50

【図 1 5】図 1 4 に示した配置による実験によって得られた、電力伝送効率と中心軸の位置ずれの関係を示す図

【図 1 6】図 1 5 に示した電力伝送効率と中心軸の位置ずれの関係に基づき、実施の形態 4 の非接触電力伝送装置における電力伝送効率が 8 0 % 程度である領域を示す図

【図 1 7】実施の形態 4 の非接触電力伝送装置における領域 A ' に受電コイル 3 の中心軸がある場合の作用の説明図

【図 1 8】同非接触電力伝送装置における領域 C ' に受電コイル 3 の中心軸がある場合の作用の説明図

【図 1 9】同非接触電力伝送装置における領域 D ' に受電コイル 3 の中心軸がある場合の作用の説明図

【図 2 0】同非接触電力伝送装置における領域 B ' に受電コイル 3 の中心軸がある場合の作用の説明図

【図 2 1】実施の形態 5 の非接触電力伝送装置における、第 1 及び第 2 送電ユニットを形成する送電コイルをマトリックス状に配置した例を示す平面図

【図 2 2】同送電コイルを最密充填状に配置した例を示す平面図

【図 2 3】同送電コイルの、電力伝送効率を下げた構成の場合の最適配置例を示す平面図

【図 2 4】実施の形態 6 における磁界共鳴型の非接触電力伝送装置の構成を示す断面図

【図 2 5】実施の形態 8 における磁界共鳴型の非接触電力伝送装置の構成を示す断面図

【図 2 6】従来例の非接触電力伝送装置における送電コイルの配置例を示す平面図

【図 2 7】同非接触電力伝送装置に対する受電コイルの配置例を示す平面図

【図 2 8】図 2 7 (b) における A - A 線に沿った断面図

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 7 】

本発明の非接触電力伝送装置は、上記構成を基本として、以下のような態様をとることができる。

【 0 0 1 8 】

すなわち、前記送電コイルによる電力伝送動作を制御する制御部を備え、前記制御部は、前記受電空間に前記受電装置が配置された状態で、前記第 1 及び第 2 送電ユニットのうち少なくとも一方に含まれる前記送電コイルから前記受電コイルに対して電力を伝送するように制御する構成とすることができる。

【 0 0 1 9 】

また、前記送電コイルによる電力伝送動作を制御する制御部を備え、前記制御部は、前記第 1 送電ユニットまたは前記第 2 送電ユニットの一方に配置された任意の複数の前記送電コイルから同時に電力を伝送させる制御機能を含む構成とすることができる。それにより、受電可能な領域を拡大することができる。

【 0 0 2 0 】

これらの構成においては、前記受電コイルの位置を検出するモニター部を備え、前記制御部は、検出された前記受電コイルの位置に応じて選択した前記送電コイルから電力を伝送するように制御する構成とすることができる。

【 0 0 2 1 】

以上のように、受電ユニットの受電コイルへの電力伝送は、第 1 送電ユニットあるいは第 2 送電ユニットに配置されているいずれか 1 個もしくは同一平面上にある複数の送電コイルの同時送電により行うように構成することが好ましい。これにより、電力伝送効率の向上や装置の簡素化が可能となり、送電装置のコストを低減することができる。

【 0 0 2 2 】

より具体的には、例えば、第 1 送電ユニットと第 2 送電ユニットの距離のほぼ中間の位置に受電ユニットの受電コイルが位置する場合において、受電コイルの中心軸と、第 1 あるいは第 2 送電ユニットの送電コイルの中心軸とが近い位置にある場合には、一番中心軸に近い位置にある送電コイル 1 個のみで送電を行う。

【 0 0 2 3 】

10

20

30

40

50

また、受電ユニットの受電コイルの中心軸が、第1あるいは第2送電ユニットの送電コイルの中心軸から送電コイルの半径の半分以上ずれている時は、同一平面上において受電コイルの中心軸に最も近い位置にある任意の2個の送電コイルによる同時送電を行う。このように、送電コイルを複数個同時に用いて送電を行うことにより、片面での電力伝送可能距離及び平面的範囲が拡大し、広い範囲で安定した電力伝送ができる。これにより、受電装置の置き方の自由度が拡大することになる。

【0024】

また、前記第1及び前記第2送電ユニットには、それぞれ複数の前記送電コイルが含まれ、前記第1及び前記第2送電ユニットに含まれる少なくとも各々1個の送電コイルどうしは、互いの中心軸をずらして配置されている構成とすることができる。

10

【0025】

この場合、隣り合う任意の送電コイルの中心間距離は、両者の送電コイルの半径の総和以上とすることが好ましい。また、第1送電ユニットおよび第2送電ユニットの送電コイルの直径と、受電ユニットの受電コイルの直径がほぼ同じ方が、共振条件の関係から好ましい。更に、携帯電話等のモバイル機器に使用する時には、送受電装置の小型化が可能な平面状コイル（薄膜コイル）を用いることが好ましい。

【0026】

例えば、3個の送電コイルがそれぞれ接して配置されている送電ユニットにおいては、他方の送電ユニットの送電コイルの中心軸との最小ずれ量が、送電コイルの半径の(2/3)倍である。また、送電コイルがマトリクス状に配置されている送電ユニットにおいては、他方の送電ユニットの送電コイルの中心軸との最小ずれ量が、送電コイルの半径の2倍である。また、送電コイルが最密充填状に形成されている送電ユニットにおいては、他方の送電ユニットの送電コイルの中心軸との最小ずれ量が送電コイルの半径とほぼ同じである。

20

【0027】

あるいは、送電コイルが接しておらず、ある距離離れて配置されている場合には、例えば、第1送電ユニットにおける任意の2つの送電コイル間の距離のほぼ真ん中の位置に、第2送電ユニットの送電コイルの中心軸を位置させればよい。

【0028】

また、前記第1及び前記第2送電ユニットに含まれる前記送電コイルの直径が同じであり、前記第1及び前記第2送電ユニットに各々含まれる前記送電コイル間の中心軸の最大ずれ量が、前記送電コイルの直径に等しい構成とすることができる。

30

【0029】

また、前記受電コイルは、前記共振コイルとともに、前記共振コイルに対して電磁誘導により電力を供給するループコイルを少なくとも2個備えている構成とすることができる。

【0030】

この構成において、前記ループコイルは、前記共振コイルに対して中心軸方向における両側に配置されている構成とすることができる。また、前記複数の送電コイルのうちのいずれの送電コイルから送電されているかに応じて、動作させる前記ループコイルが切り替えられる構成とすることができる。

40

【0031】

このように、受電装置を、上下どちらからでも充電可能な構造とすることが好ましい。例えば、送電コイルと受電コイルの間に金属等があると、十分な磁界共鳴の作用が得られないので、受電コイルが位置する両側の領域には金属が無い構造とする。ループコイルを切り替えるパラメータとしては、受電する電力量や電力伝送を行う送電コイルと受電コイルとの位置関係などを用いることができる。

【0032】

また、前記受電コイルの位置を検出するモニター部と、検出された前記受電コイルの位置に応じて、前記第1送電ユニット及び前記第2送電ユニットの前記送電コイルの位置を

50

、電力伝送効率が最大となるように制御する送電コイル位置制御部とを備えている構成とすることができる。それにより、伝送効率の低下を抑制することができる。

【0033】

また、前記第1送電ユニットに含まれる前記送電コイルの数と、前記第2送電ユニットに含まれる前記送電コイルの数が異なる構成とすることができる。送電装置のコストを考えると、どちらかの送電ユニットに含まれる送電コイルの総数を少なくすることが好ましい。受電ユニットの受電コイルを1個とすることにより、受電装置のコストを低減することができる。

【0034】

また、前記第1送電ユニット及び前記第2送電ユニットを保持し、前記受電装置を着脱可能に装着することが可能であり、かつ、前記第1及び第2送電ユニットが前記電力伝送配置にあるときに、前記受電空間に前記受電装置が配置されるように構成された筐体を備え、前記電力伝送配置では、前記送電コイルと前記受電コイルの周囲が前記筐体内で電磁シールドされる構成とすることができる。

10

【0035】

この構成において、携帯電話に使用される周波数帯域の電波を前記筐体内へ送るための中継コネクタが設けられている構成とすることができる。

【0036】

磁界共鳴により電力を伝送する場合、実際に実用化された時には周波数としては数MHz～数100MHz帯を活用することが考えられる。電界共鳴型に比べて人体への影響が少ないとはいえ、送電パワーの値によっては人体への影響も考慮しなければならない。そこで、上記構成のように、電力伝送を行っている時には送電コイル及び受電コイルを、外部に電磁波が漏れないようにシールドをした筐体で全体を包囲することが好ましい。これにより、送電コイルから発生したエネルギーのうち受電されずに放射されたエネルギーが外部に漏れる心配がなくなる。

20

【0037】

但し、携帯電話の電力伝送の場合には、通常の携帯電話用の電波がシールドによって電子メールなどのやり取りができない状態を回避するために、電力伝送に使用する特定の周波数のみ外部への遮断を行うことが好ましい。あるいは、シールドをした筐体の任意の部分に、携帯電話用の電波を筐体の内部と外部でやり取りする中継装置を設けても良い。また、受電装置と筐体との間で情報のやり取りをするシステムを取り付け、受電装置の受電が完了すると筐体の任意の場所でその旨がわかる表示（あるいは音など）をするようにしてもよい。筐体の形としては、蓋が開閉できるようなオルゴール型や、機の引き出し型等が好ましい。そして、安全確保のために、蓋が開いている時や引き出しが閉まっていない時には電力伝送が不能となるようにすることが好ましい。

30

【0038】

また、前記筐体が前記電力伝送配置の状態を維持するためのインターロック機能を備え、電力伝送時には、前記送電コイルと前記受電コイルの周囲が電磁シールドされた状態が前記インターロック機能により維持される構成とすることができる。

【0039】

また、前記送電コイルに含まれた前記共振コイルの磁気抵抗値を各々検出する磁気抵抗値検出部を備え、前記制御部は、検出された磁気抵抗値が最小となる前記送電コイルを選択し、選択された前記送電コイルから電力を伝送するか、または、選択された前記送電コイルを含む隣接した複数の前記送電コイルから同時に電力を伝送するように制御する構成とすることができる。

40

【0040】

また、前記受電コイルの受電電力を検出する電力検出部を備え、前記制御部は、複数の前記送電コイルから個別に順次電力を伝送させて、前記電力検出部が出力する検出値が最大となる前記送電コイルを選択し、選択された前記送電コイルから電力を伝送するか、または、選択された前記送電コイルを含む隣接した複数の前記送電コイルから同時に電力を

50

伝送するように制御する構成とすることができる。

【0041】

また、受電側に共鳴用の受電コイル以外に、位置モニター用のコイルを設けてもよい。この場合には、第1送電ユニットあるいは第2送電ユニットのどちらかの送電側に、共鳴用の送電コイル以外に位置モニター用のコイルを設ける必要がある。

【0042】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0043】

<実施の形態1>

図1は、実施の形態1における磁界共鳴型の非接触電力伝送装置の構成を示す断面図、図2はその平面図である。図1は、図2のB-B線に沿った断面を示す。なお、図26～図28に示した従来例の非接触電力伝送装置と同様の要素については、同一の参照番号を付して、説明を簡略化する。

10

【0044】

本実施の形態の非接触電力伝送装置(送電装置)4は、下側に配置される第1送電ユニット5と、上側に配置される第2送電ユニット6とを備えている。図1のように互いに対向するように配置された場合の第1送電ユニット5と第2送電ユニット6の相互間には、所定間隔の受電空間が形成されている。この受電空間に受電装置7を装着して電力の伝送を行うように構成されている。第1送電ユニット5は、基板8の同一平面上に互いに重ならないように配置された4個の送電コイル1a～1dにより構成されている。第2送電ユニット6は、1個の送電コイル9により構成されている(基板の図示は省略)。

20

【0045】

送電コイル1a～1d及び送電コイル9は、各々磁界共鳴を作用させるための共振コイル(図示省略)を含んで構成される。送電コイル1a～1dは、共振コイルの軸方向が互いに平行に配向するように基板8上に配置されている。なお、以下の図面では、基板8の図示は省略する。また、第1及び第2送電ユニット5、6は、各々における共振コイルの軸方向が相互に平行に配向するように配置されている。

【0046】

図1に示した第1及び第2送電ユニット5、6の配置は、電力伝送時の配置(電力伝送配置)である。受電装置7は、共振コイルを有する受電コイル3を1個備えて構成されている。電力伝送配置では、第1及び第2送電ユニット5、6の共振コイルと、受電コイル3の共振コイルとの間の磁界共鳴を介して電力を伝送することが可能である。受電装置7も基板を用いて構成されるが、基板の図示は省略する。なお、第1及び第2送電ユニット5、6は、電力伝送配置に固定されても良いし、後述するように、受電空間が形成されていない他の状態を取ることも可能なように構成されてもよい。

30

【0047】

また、後述するように、第2送電ユニット6が複数の送電コイル9を備えた構成とすることもできる。その場合の第2送電ユニット6の複数の送電コイル9も、同一平面上に互いに重ならないように、かつ共振コイルの軸方向を互いに平行に配向させて配置される。

【0048】

本実施の形態のように、第1及び第2送電ユニット5、6が上下に配置された電力伝送配置を採用することにより、以下に説明するように、広範囲の領域において最適な送電が可能となる。

40

【0049】

まず、送電コイルと受電コイルとの中心軸のずれ量に応じた、電力伝送効率の変化について調べた実験の結果について述べる。ここで、図3に示すように、送電コイル1の半径 r_1 及び受電コイル3の半径 r_2 を、 $r_1 = r_2 = r$ とし(送電コイル1の半径と受電コイル3の半径を同じにした方が、共鳴条件を合わせやすい)、送電コイル1と受電コイル3の距離(軸方向における間隔)を g 、送電コイル1の中心軸と受電コイル3の中心軸のずれ量を d とする。実験では、 $r = 150\text{ mm}$ 、 $g = 150\text{ mm}$ で固定とし、中心軸の位

50

位置ずれ量 d を可変とした。また、両コイルの共振コイルとしてはヘリカルアンテナを使用し、巻数を 5 ターンとした（ピッチは 5 mm）。

【0050】

図 4 に、上記実験の結果得られた、中心軸の位置ずれ量 d に対する電力伝送効率の関係を示す。位置ずれ量 d が 150 mm 程度までは電力伝送効率は約 95% と変化が無く、それよりも位置ずれ量 d が大きくなると電力伝送効率が低下していくことが判る。

【0051】

この結果から、送電コイル 1 及び受電コイル 3 の中心軸の位置ずれが、コイルの半径 r までの範囲においては、問題なく最大の電力伝送が可能であることが判る。このような関係は、送電コイル 1 及び受電コイル 3 の半径 r を変えた場合においてもほぼ同様である。また、ヘリカルアンテナに限らず平面型コイル（薄膜コイルなど）を用いた場合でも、傾向はほぼ同じである。

【0052】

これに対して、電磁誘導型の場合は、送電コイル 1 及び受電コイル 3 の中心軸がコイルの半分ずれると電力伝送効率がほぼ 0 に近づくので、電磁誘導型に比べて、磁界共鳴型は位置ずれに対して優れていることが判る。

【0053】

ここで、位置ずれによる電力伝送効率の低下の原因としては、送電コイル 1 と受電コイル 3 の中心間距離が大きくなると、結合自体が弱くなるために電力伝送が低下しているものと考えられる。以上の説明では、送電コイル 1 の半径と受電コイル 3 の半径を同じにした場合について述べたが、半径が異なっても、同様の結果が得られた。その場合には、共鳴条件を合わせる必要がある。また、位置ずれ量 d の範囲を決める半径 r は、送電コイル 1 の半径 r_1 である。

【0054】

ここで例えば図 27 (b) のように送電コイル 1 が 4 個の送電ユニットにおいて、死点領域の中心に受電コイル 3 がある場合には、送電コイル 1 と受電コイル 3 の中心軸のずれ量 d は、 $2r$ となる。従って、図 4 の関係から電力伝送効率が悪くなる可能性が高い。これについて判り易くするために、図 27 (b) の A - A 断面図に送電コイル 1 による作用を加えたものを図 5 に示す。図 5 は、送電コイル 1 の中心軸と受電コイル 3 の中心軸のずれ量 d がコイルの半径 r よりも大きい場合を示す。送電コイル 1 a と送電コイル 1 c とは、距離 a だけ離れている。送電コイル 1 a の中心軸と受電コイル 3 の中心軸のずれ量を d_1 と記し、送電コイル 1 c の中心軸と受電コイル 3 の中心軸のずれ量を d_2 と記す。

【0055】

領域 A、及び領域 B は、最大効率の電力伝送が可能な領域を模式的に示したものである。領域 A は、中心軸のずれ量 d_1 が半径 r 以内の場合に、最大の電力伝送効率を得られる領域である。但し、最大の電力伝送効率とは、実用的に十分な範囲内の値として定義される電力伝送効率を意味する。領域 B は、中心軸のずれ量 d_2 が半径 r 以内の場合に最大の電力伝送効率を得られる領域である。受電コイル 3 の中心軸が送電コイル 1 a と送電コイル 1 c の間の距離 a の領域にある場合には、電力伝送効率が低くなることがわかる。送電コイル 1 a と送電コイル 1 c の中心間距離の半分の位置に受電コイル 3 の中心軸が位置する時 ($d_1 = d_2$) に、電力伝送効率が最も悪くなると考えられる。

【0056】

そこで、本実施の形態では、死点の影響による電力伝送効率低下を防ぐために、図 1 に示したように、受電コイル 3 を挟んだ送電コイル 1 a の反対側に、第 2 送電ユニット 6 に含まれる半径 r のもう一つの送電コイル 9 を配置する。それらの位置関係を、図 6 に示す。送電コイル 9 の中心軸と受電コイル 3 の中心軸のずれ量を d_3 と記す（図 6 では $d_3 = 0$ のため図示せず）。図 6 に示すように、送電コイル 9 と受電コイル 3 の伝送方向距離は、例えば、送電コイル 1 a と受電コイル 3 の間の距離 g と同じにする。送電コイル 9 により、中心軸のずれ量 d_3 が半径 r 以内の場合における最大の電力伝送効率を得られる領域 C が追加される。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 7 】

この構成では、送電コイル 1 a と送電コイル 1 c との中心間距離の半分の位置に送電コイル 9 の中心軸が来た時が、一番多くの領域をカバーできる。即ち、送電コイル 1 a と送電コイル 9 との中心軸の好ましいずれ量 X は、 $X = (2r + a) / 2$ である。 $(2r + a)$ は送電コイル 1 a と送電コイル 9 の中心軸間の距離である。ここで、平面方向における最大の受電可能領域を与える最大ずれ量 X_{max} は、 $a = 2r$ (送電コイル 9 の直径) の場合に対応する。従って、 $X_{max} = 2r$ となる。そして、受電コイル 3 が配置されている位置での平面方向の最適な受電が可能な範囲 Z は、 $(4r + a)$ で表される。最大の受電可能範囲 Z_{max} は $a = 2r$ の時であるので、 $Z_{max} = 6r$ となる。

【 0 0 5 8 】

図 6 に示すように送電コイル 1 a ~ 1 d、9 を配置することにより、広範囲の領域において最適な送受電が可能となる。しかし、実際にすべての送電コイルから一つの受電コイルに同時送電を行うことは、効率の問題から好ましくない場合がある。そこで、受電コイル 3 の中心軸がどの領域にあるかに応じて、実際に送電を実施する送電コイルを 1 個選択することが望ましい。これについて、図 7 ~ 図 9 を参照して説明する。なお、判り易くするために、平面方向における最大の受電可能領域を与える最大ずれ量 X_{max} が $2r$ ($a = 2r$) の場合について示す。

【 0 0 5 9 】

図 7 ~ 図 9 は、受電コイル 3 の水平方向位置が、領域 A ~ 領域 C の各領域に対応する場合に分けて伝送方法を示したものである。図 7 は、送電コイル 1 a の中心軸からの受電コイル 3 の中心軸のずれ量 d_1 が、半径 r 以内である場合を示している。この場合には、領域 A で最大の電力伝送効率を得られるので、送電コイル 1 a のみによって受電コイル 3 へ送電を行えばよい。

【 0 0 6 0 】

同様に、図 8 に示すように、送電コイル 9 の中心軸からの受電コイル 3 の中心軸のずれ量 d_3 が半径 r 以内の時には、領域 C で最大の電力伝送効率を得られるので、送電コイル 9 のみによって受電コイル 3 へ送電を行えばよい。更に、図 9 に示すように、送電コイル 1 c の中心軸からの受電コイル 3 の中心軸のずれ量 d_2 が半径 r 以内の時には、領域 B で最大の電力伝送効率を得られるので、送電コイル 1 c のみによって受電コイル 3 へ送電を行えばよい。

【 0 0 6 1 】

このように、送電コイル 1 a ~ 1 d、9 から選択された 1 つの送電コイルにより電力伝送を行うために、各送電コイル 1 a ~ 1 d、9 から選択するための制御部を設け、例えば、受電コイル 3 の位置を検出するモニター部を設ける (図示省略)。そして、制御部は、検出された受電コイル 3 の位置に応じて選択した送電コイルから電力を伝送するように制御する。モニター部としては、例えば、受電装置 7 に対してレーザ光を照射し、反射光に基づいて受電装置 7 の位置や、姿勢を検出する構成とすることができる。受電装置 7 内における受電コイル 3 の位置は特定されているので、受電コイル 3 の位置を検出することが可能である。あるいは、撮像装置により受電装置 7 を撮影し、パターン認識により受電装置 7 の位置を検出することも可能である。

【 0 0 6 2 】

以上のように、本実施の形態では、死点となりうる領域の中心付近に受電コイル 3 が位置した場合を考慮し、従来の送電コイル 1 a 及び送電コイル 1 c を有する第 1 送電ユニット 5 に加えて、送電コイル 9 を有する第 2 送電ユニット 6 をほぼ平行に対向させ、第 1 送電ユニット 5 の送電コイル 1 の中心軸と第 2 送電ユニット 6 の送電コイル 9 の中心軸を適度にずらした状態に配置する。第 1 送電ユニット 5 と第 2 送電ユニット 6 の間に、受電コイル 3 を有する受電ユニット 9 を装着し、少なくともどちらか一方の送電コイルから受電コイル 3 に非接触で電力を伝送する。

【 0 0 6 3 】

図 10 は、平面構造が図 2 の場合と異なり、第 1 送電ユニット 5 に、3 個の送電コイル

10

20

30

40

50

1 a ~ 1 c がそれぞれ接して配置された場合に、第 2 送電ユニット 6 に設けた送電コイル 9 の最適な配置例を示す。即ち、死点となりうる領域の中心付近に送電コイル 9 の中心軸を位置させるのが好ましい。この場合には、第 1 送電ユニット側の送電コイル 1 a と第 2 送電ユニット側の送電コイル 9 との中心軸のずれ量は、コイルの半径を r とすると、 $(2/3)r$ である。

【0064】

<実施の形態 2>

図 1 1 A は、実施の形態 2 における磁界共鳴型の非接触電力伝送装置の構成を示す断面図、図 1 1 B はその平面図である。図 1 1 A は、図 1 1 B の C - C 線に沿った断面を示す。

10

【0065】

本実施の形態は、送電方向（送電コイルの軸方向）における受電可能領域の拡大を目的とした送電コイルの配置例に関するものである。図 1 1 A、図 1 1 B の配置は、第 1 送電ユニット 5 及び第 2 送電ユニット 6 がそれぞれ 1 個の送電コイル 1、9 を有し、送電コイル 1 と送電コイル 9 の中心軸がほぼ一致している例である。第 1 送電ユニット 5 と第 2 送電ユニット 6 とは、相互間に所定間隔の受電空間を形成して互いに対向し、各々における共振コイルの軸方向が相互に平行に配向するように配置されている。相互間の受電空間には、受電装置 7 の受電コイル 3 が配置される。図中、実線で描かれた受電コイル 3 の位置は、その中心軸が送電コイル 1、9 の中心軸から左側に距離 r ずれている場合を示す。一方、破線で描かれた受電コイル (3) の位置は、その中心軸が送電コイル 1、9 の中心軸から右側に距離 r ずれている場合を示す。

20

【0066】

図 1 1 A に示す配置の場合には、領域 A と領域 C とを併せた領域で、良好な電力伝送が可能である。すなわち、送電コイル 1 からは、送電コイル 1 の中心軸と受電コイル 3 の中心軸のずれ量が半径 r 以内の領域 A で最大の電力伝送効率を得られる。送電コイル 9 からは、送電コイル 9 の中心軸と受電コイル 3 の中心軸のずれ量が半径 r 以内の場合の領域 C で最大の電力伝送効率を得られる。

【0067】

即ち、従来の送電コイル 1 が 1 個の場合は、最大の電力伝送効率は領域 A でのみ得られるのに比べて、送電方向に最大で 2 倍の受電可能領域が得られることになる。この時の、平面上の最適な受電可能範囲 Z_{max} は、受電コイル 3 の位置と受電コイル (3) の位置の各々の中心軸間の距離で、従来と同じ $Z_m = 2r$ である。

30

【0068】

本実施の形態のように、第 1 送電ユニットに形成された任意の送電コイルの伝送効率最大の距離と、第 2 送電ユニットに形成された任意の送電コイルの伝送効率最大の距離を合計した距離だけ両送電コイル間を離し、且つ両送電コイルの中心軸をほぼ一致させて対向配置することにより、結果的に送電方向における受電可能領域の拡大が可能となる。

【0069】

<実施の形態 3>

実施の形態 3 における磁界共鳴型の非接触電力伝送装置について、図 1 2 を参照して説明する。本実施の形態では、送電コイルの配置は、実施の形態 1 の図 6 に示した送電コイル 1 a ~ 1 d、及び送電コイル 9 と同じ配置である。但し図 1 2 には、受電コイル 3 が受電可能領域から外れた位置に配置された状態が示される。この場合、受電コイル 3 の中心軸のずれ量 d_3 が半径 r 以内であるにもかかわらず、最大の電力伝送効率を得られる領域 C から伝送方向に遠く離れてしまっているために、伝送効率が低下する。

40

【0070】

そこで、本実施の形態では、受電コイル 3 の位置をモニターし、平面上における受電コイル 3 の中心位置に、送電コイル 1 a と送電コイル 1 c の平面上の位置と送電コイル 9 の平面上の位置の中間位置（距離 g ）が来るように、送電コイル 1 a と送電コイル 1 c 及び送電コイル 9 の位置を移動させる。

50

【0071】

場合によっては、図13に示すように、送電コイル9のみを、受電コイル3における最大の電力伝送効率となるように、伝送方向に距離 t だけ移動させても良い。このように、受電コイルの位置に応じて送電コイルの位置を適度に移動させることにより、確実な電力伝送が可能となる。

【0072】

<実施の形態4>

実施の形態4における磁界共鳴型の非接触電力伝送装置について、図14～図20を参照して説明する。本実施の形態は、受電コイルが最大の電力伝送効率の領域から外れた場合の解決策として、実施の形態3の場合の送電コイルの位置を移動させる方法とは異なる方法を提供するものである。すなわち、上述の各実施の形態においては、受電コイルへの電力伝送は基本的に1個の送電コイルで行うのに対して、本実施の形態では、同一平面上に配置された任意の2個の送電コイルから同時に送電する制御を含む。

10

【0073】

まず、本実施の形態の構成に関し、送電コイルと受電コイルとの中心軸のずれ量に応じた電力伝送効率の変化について調べた実験の結果について説明する。実験は、図14に示すように、2個の送電コイル1a、1c間の距離 a を、最も電力伝送効率が小さくなると思われる $2r$ （受電コイル3の直径）で固定とし、両送電コイル1a、1cから同時に送電したときの、送電コイル1a及び受電コイル3の中心軸のずれ量 d に対する電力伝送効率の変化を測定した。

20

【0074】

ここで、送電コイル1a、送電コイル1c、及び受電コイル3の半径を共に r 、送電コイル1aと受電コイル3の送信方向における距離を g 、送電コイル1aの中心軸と受電コイル3の中心軸とのずれ量を d とする。実験では、 $r = 150\text{ mm}$ 、 $g = 150\text{ mm}$ 、 $a = 300\text{ mm}$ で固定とし、中心軸の位置ずれ量 d を可変とした。実験結果として、中心軸の位置ずれ量 d に対する電力伝送効率の関係を、図15に示す。位置ずれ量 d が 150 mm （ $= r$ ）程度までは電力伝送効率は約95%と変化が無く、それよりも位置ずれ量 d が大きくなると電力伝送効率が低下していくことが判る。

【0075】

この結果から、送電コイル1と受電コイル3の中心軸の位置ずれ量 d がコイルの半径 r までの範囲では、問題なく最大の電力伝送効率を得ることが可能であることが判る。更に、中心軸の位置ずれ量 d が半径の2倍、即ち受電コイル3の直径分（ $2r = 300\text{ mm}$ ）離れても、電力伝送効率の低下は2割程度と小さいことが判った。このような関係は、送電コイル及び受電コイルの半径を変えた場合においてもほぼ同様である。これによれば、電力伝送効率を80%程度と小さくしても送電パワーに余裕がある場合においては、送電方向における受電可能領域の拡大が可能となる。

30

【0076】

図16は、電力伝送効率が80%程度である領域を示したものである。送電コイル1aの中心軸と受電コイル3の中心軸のずれ量が半径 r 以内の時に、送電コイル1aにより80%の電力伝送効率を得られる領域A'における送電方向の電力伝送距離 g_1 は、図6における送電方向の電力伝送距離 g よりも大きい。同様に、送電コイル1cの中心軸と受電コイル3の中心軸のずれ量が半径 r 以内の時に、送電コイル1cにより80%の電力伝送効率を得られる領域B'における送電方向の電力伝送距離 g_2 は、図6における送電方向の電力伝送距離 g よりも大きい。また、送電コイル9の中心軸と受電コイル3の中心軸のずれ量が半径 r 以内の時に、受電コイル3により80%の電力伝送効率を得られる領域C'における送電方向の電力伝送距離 g_3 は、図6における送電方向の電力伝送距離 g よりも大きい。即ち、 $g_1 = g_2 = g_3 > g$ となる。

40

【0077】

以上の領域A'、領域B'、領域C'は、1個の送電コイルにより電力伝送を行った場合に80%の電力伝送効率を得られる範囲であるが、図16における領域D'は、送電コ

50

イル 1 a と送電コイル 1 c により同時に送電を行った場合に 80% の電力伝送効率が得られる範囲である。結果的に、送電コイル 9 における領域 C' と領域 D' を加えた領域における送電方向の最大伝送距離は、 $(g_3 + g_4)$ と、従来に比べて大きくすることができる。

【0078】

図 17 ~ 図 19 は、平面方向において最大受電可能領域を形成する最大ずれ量 X_m が $2r$ ($a = 2r$) の場合の、各領域における伝送方法を示したものである。図 17 は、受電コイル 3 の中心軸が送電コイル 1 a の中心軸から半径 r 以内の距離にある場合を示している。すなわち、送電コイル 1 a の中心軸と受電コイル 3 の中心軸のずれ量 d_1 が半径 r 以内である。また、受電コイル 3 と送電コイル 1 a の間隔が g_1 以内である。すなわち、受電コイル 3 は、送電コイル 1 a によって最大の電力伝送効率が得られる領域 A' に位置しているため、送電コイル 1 a のみによって受電コイル 3 へ送電を行えばよい。

10

【0079】

同様に、図 18 は、送電コイル 9 の中心軸と受電コイル 3 の中心軸のずれ量 d_3 が半径 r 以内であって、受電コイル 3 と送電コイル 9 の送電方向の間隔が g_3 以内の場合を示す。この場合は、受電コイル 3 は、送電コイル 9 によって最大の電力伝送効率が得られる領域 C' に位置しているため、送電コイル 9 のみによって受電コイル 3 へ送電を行えばよい。

【0080】

更に、図 19 は、送電コイル 9 の中心軸と受電コイル 3 の中心軸のずれ量 d_4 が半径 r 以内であって、受電コイル 3 と送電コイル 1 a の送電方向の間隔が g_4 以内の場合を示す。この場合は、受電コイル 3 は、送電コイル 1 a と送電コイル 1 c によって最大の電力伝送効率が得られる領域 D' に位置しているため、送電コイル 1 a と送電コイル 1 c との同時送電により受電コイル 3 へ送電を行えばよい。

20

【0081】

また、図 20 は、送電コイル 1 c の中心軸と受電コイル 3 の中心軸のずれ量 d_2 が半径 r 以内であって、受電コイル 3 と送電コイル 1 c の送電方向の間隔が g_2 以内の場合を示す。この場合は、受電コイル 3 は、送電コイル 1 c によって最大の電力伝送効率が得られる領域 B' に位置しているため、送電コイル 1 c のみによって受電コイル 3 へ送電を行えばよい。

30

【0082】

以上のとおり、本実施の形態では、最適な電力伝送可能な範囲を広げるために、実施の形態 1 と同様、従来のように送電コイルが設けられた第 1 送電ユニットに、追加の送電コイルが設けられた第 2 送電ユニットをほぼ平行に対向させ、第 1 送電ユニットの送電コイルの中心軸と第 2 送電ユニットの送電コイルの中心軸を適度にずらした状態に設定する。そして、第 1 送電ユニットと第 2 送電ユニットの間の受電空間に受電ユニットを配置し、受電コイルの位置に応じて、少なくとも一方の送電コイルを 1 個、あるいは 2 個の送電コイルを同時に動作させて、電力を伝送する。なお、送電コイルの配置によっては、同一平面上に形成した 3 個以上の送電コイルによる同時送電を行っても良い。

【0083】

< 実施の形態 5 >

図 21 は、実施の形態 5 における磁界共鳴型の非接触電力伝送装置の構成を示す平面図である。本実施の形態では、第 1 送電ユニット 10 に設けられた送電コイル 1 は、 4×4 個がマトリックス状に配置され、第 2 送電ユニット 11 に設けられた複数個の送電コイル 9 が対向させて配置された構成を有する。

40

【0084】

この図から判るように、第 1 送電ユニット 10 の送電コイル 1 の数は 16 個であるが、第 2 送電ユニット 11 の送電コイル 9 の数は、9 個と少なくなっている。即ち、第 1 送電ユニット 10 の送電コイル 1 の死点となりうる場所に第 2 送電ユニット 11 の送電コイル 9 の中心を合わせることにより、第 2 送電ユニット 11 の送電コイル 9 の数を減らすこと

50

ができる。ここで送電コイル 1 と送電コイル 9 の半径を共に r とすると、第 1 送電ユニット 10 および第 2 送電ユニット 11 の同一平面上における隣り合う二つの送電コイル間の最短中心距離は $2r$ であり、送電コイル 1 と送電コイル 9 の中心軸の最小ずれ量は $2r$ である。

【0085】

図 22 は、第 1 送電ユニット 12 の送電コイル 1 が、 4×4 に最密充填状に配置された例を示す。この図から判るように、第 1 送電ユニット 12 の送電コイル 1 の死点となり得る場所に第 2 送電ユニット 13 の送電コイル 9 の中心を合わせると、送電コイル 9 の数は送電コイル 1 の数と同じとなる。ここで送電コイル 1 と送電コイル 9 の半径を共に r とすると、第 1 送電ユニット 12 および第 2 送電ユニット 13 の同一平面上における隣り合う二つの送電コイル間の最短中心距離は $2r$ であり、送電コイル 1 と送電コイル 9 の中心軸の最小ずれ量は r である。但し、図 21 のマトリックス状配置に比べて、平面方向における最適な受電可能範囲が多少狭くなり、第 1 送電ユニット 12 と第 2 送電ユニット 13 の送電コイルの総数が多くなっていることから、図 21 のように 4×4 マトリックス状に第 1 送電ユニット 10 及び第 2 送電ユニット 11 の送電コイルを配置した方が好ましい。

10

【0086】

図 23 は、実施の形態 4 で示した任意の二つの送電コイルによる同時送電を行う構成の場合の配置例を示す。第 1 送電ユニット 14 には、送電コイル 1 が直径分 ($2r$) の間隔を設けた状態で、それぞれ均等に 8 個配置されている。第 2 送電ユニット 15 においても、送電コイル 9 が直径分 ($2r$) の間隔を設けた状態でそれぞれ均等に 8 個配置されている。そして、第 1 送電ユニット 14 と第 2 送電ユニット 15 の送電コイルの中心軸が、ちょうど $2r$ ずらされて対向配置されている。この場合には、電力伝送効率が小さくなるものの、第 1 送電ユニット 14 と第 2 送電ユニット 15 の送電コイルの総数を、16 個と大幅に少なくすることができる。この構成では、図 16 に示した実施の形態 4 の場合と同様に、受電コイルの位置に応じて電力伝送動作を行わせる送電コイル 1、9 を選択する対応を行う。

20

【0087】

< 実施の形態 6 >

図 24 は、実施の形態 6 における磁界共鳴型の非接触電力伝送装置の構成を示す断面図である。上述のように、一般的に送電コイル及び受電コイルは、電力を伝送するための共振コイルを有し、さらに、高周波電源から共振コイルに電磁誘導により電力を供給するためのループコイルが使用されることが多い。本実施の形態においても、送電コイル 1、9 及び受電コイル 3 が、これら共振コイルとループコイルを用いて構成される。図 24 は、その一例として、第 1 送電ユニット 5 の送電コイル 1 と、第 2 送電ユニット 6 の送電コイル 9 と、その間に配置された受電装置 7 の受電コイル 3 を、各々形成している共振コイルとループコイルの位置関係を模式的に示したものである。

30

【0088】

送電コイル 1 は共振コイル 16a とループコイル 17a により形成され、送電コイル 9 は共振コイル 16b とループコイル 17b により形成されている。各々、共振コイル 16a 及び共振コイル 16b を内側に向けて配置される。本実施の形態は、受電コイル 3 が、共振コイル 18 の両側に各々ループコイル 19a、19b を配置して形成されていることを特徴とする。

40

【0089】

まず送電コイル 1 から受電コイル 3 への電力伝送には、高周波電源から供給された電力をループコイル 17a から共振コイル 16a へ電磁誘導により伝送する。共振コイル 16a に伝送された電力を、共鳴現象を利用して、共振コイル 16a と同じ共振周波数で動作している受電コイル 3 の共振コイル 18 に伝送する。最終的には、共振コイル 18 から負荷をつないだループコイル 19b に電力を伝送する。同様に、送電コイル 9 から受電コイル 3 への電力伝送には、高周波電源から供給された電力を、ループコイル 17b から共振コイル 16b へ電磁誘導により伝送する。そして共鳴現象を利用してその電力を、共振コ

50

イル 16 b と同じ共振周波数で動作している受電コイル 3 の共振コイル 18 に伝送する。最終的には、共振コイル 18 から負荷をつないだループコイル 19 a に電力を伝送する。

【0090】

本実施の形態では、受電コイル 3 の共振コイル 18 の両側に配置されたループコイル 19 a とループコイル 19 b については、受電を行う前にどちら側の送電コイルから送電されてくるかを検出し、必要な側のループコイルに自動的に切り替わって目的の負荷へ電力を伝送する制御が行われる。

【0091】

あるいは、ループコイル 19 a とループコイル 19 b に各々実際に受電させて、受電した電力の大きい方のループコイルを用いるように制御しても良い。また、必要に応じて、ループコイル 19 a とループコイル 19 b で得られた電力を合算して負荷に供給しても良い。これらの場合において、送電コイルの共振コイルと、受電コイルの共振用コイルとの間にループコイルが存在していることをあらかじめ考慮してインピーダンス整合を取ることが望ましい。

10

【0092】

本実施の形態では受電コイル 3 の両側からの受電が可能であることが特徴であるが、その場合、送電コイルと受電コイルとの間に金属が存在すると、これに電磁場が吸収されエネルギー損失が起こる。即ち、電力伝送効率の低下を招く。そこで、本実施の形態では、受電コイルの両側には電力伝送に影響を及ぼすような金属が配置されないように構成される。

20

【0093】

上述の実施の形態では、高周波電源からの電力供給にループコイルを用いた例を示したが、本発明では、導入電力やコイルの種々パラメータ等を自律的に整合すること等による、ループコイルを用いない方法も適用できる。また、ループコイルと共振コイルを一体化し、コイルのインダクタンスを直接制御することも可能である。

【0094】

<実施の形態 7>

本実施の形態における磁界共鳴型の非接触電力伝送装置は、第 1 送電ユニット、第 2 送電ユニット、及び受電装置の構成としては、上記各実施の形態、あるいは本発明に包含される他の構成を用いることができる。本実施の形態は、複数の送電コイルから、受電コイルの位置に応じて適切な送電コイルを選択して送電を行うための制御装置を備えていることを特徴とする。

30

【0095】

送電コイルを選択する方法としては、例えば、それぞれの送電コイルの共振コイルの磁気抵抗を調べ、その値が最小となる送電コイルを検出して、その送電コイルを選択するように制御が行われる。即ち、受電コイルに近い送電コイルの磁気抵抗が小さくなることを利用するのである。具体的な手順について、図 1 及び図 2 を参照して説明する。

【0096】

まず第 1 送電ユニット 5 と、第 2 送電ユニット 6 の間に受電装置 7 を配置した状態で、第 1 送電ユニット 5 の送電コイル 1 a ~ 1 d における共振コイルの磁気抵抗値を、1 個ずつ順番に調べる。次に、第 2 送電ユニット 6 の送電コイル 9 における共振コイルの磁気抵抗値を、同様に 1 個ずつ順番に調べる（図 1 では 1 個）。そして、得られた磁気抵抗値を比較し、磁気抵抗値が一番小さい共振コイルを有する送電コイルを特定する。最終的にはその位置を考慮して、受電コイル 3 に一番近い 1 個の送電コイルによる送電、あるいは同一平面上において隣接する任意の二つの送電コイルによる同時送電を実施する。

40

【0097】

また、上述のように、送電コイルの共振コイルの磁気抵抗値の値を調べて能動的に選択する構成に代えて、磁気抵抗値が最も低い共振コイルを有する送電コイルから受動的に、受電コイルの共振コイルに電流が集中的に流れるように構成しても良い。

【0098】

50

また、実際に受電コイルから負荷へ電力を供給した時に、電力が最大になる送電コイルを選択する構成としても良い。この場合もまず、第1送電ユニット5と第2送電ユニット9の間に受電装置7を配置した状態で、第1送電ユニット5に形成された送電コイル1a~1dから1個ずつ順番に送電を行う。その時の受電コイル3の受電電力を調べる。次に、第2送電ユニット6に形成された送電コイル9から1個ずつ順番に送電を行い(図1では1個)、その時の受電コイルの受電電力を調べて、受電コイル3で得られた受電電力が最も大きい送電コイルを特定する。最終的にはその位置を考慮して、受電コイルに一番近い1個の送電コイルによる送電、あるいは同一平面上に隣り合う任意の二つの送電コイルによる同時送電を実施する。

【0099】

<実施の形態8>

図25は、実施の形態8における磁界共鳴型の非接触電力伝送装置の構成を示す断面図である。この非接触電力伝送装置は、オルゴール型(箱型)をした筐体20と、開閉自在の蓋21を備え、筐体20の内部に第1送電ユニット5が保持され、蓋21に第2送電ユニット6が保持されている。第1送電ユニット5の上部に、受電装置7としての携帯電話を装着することができ、蓋21を閉じることにより、第1送電ユニット5と第2送電ユニット6の間に受電装置7が配置される。受電装置7は、充電器などを搭載している。

【0100】

筐体20には、交流電源(AC100V)から受けた電力を電力伝送可能な電力に変換する高周波電力ドライバー22、インピーダンス整合を取るための制御回路23等が設けられている。また、第1送電ユニット5と第2送電ユニット6が配置された領域を包囲して、電磁シールド材24が配置されている。蓋21を閉じた状態では、第1送電ユニット5と第2送電ユニット6の周囲は完全に電磁シールドされる。これにより、電磁波が人体に影響することが防止され、安全である。

【0101】

筐体20の表面にはディスプレイ25が設けられている。主に、携帯電話などの充電状態やメールなどの着信情報を表示するためである。ディスプレイ25に代えて、LEDランプなどで代用してもよい。また、インターロック機能用の突起26が設けられ、蓋21を完全に閉めた状態でないと送電が始まらないように構成されている。

【0102】

第1送電ユニット5及び第2送電ユニット6を形成する送電コイルの数は、それぞれ1個以上で、種々の形態によって総数を異ならせることができる。いずれの送電コイルも、ループコイルと共振コイルからなる構成とすることができる。この装置におけるループコイルは、高周波電力ドライバー22から供給される電気信号により励起され、共振コイルに電気信号を伝送する誘電素子である。即ち、電磁誘導作用により高周波電力ドライバー22と共振コイルとの結合する。また、共振コイルはループコイルから出力された電気信号に基づいて磁界を発生させる。この共振コイルは共振周波数において磁界強度が最大となる。また制御回路23は、受電装置7の受電コイルの位置や共振周波数が変わった時に、結合係数やQ値などを制御して高い伝送効率を得るために用いる回路、受電装置7との情報のやり取りをするための回路、あるいは受電装置7の位置情報を得るための回路等を含んでもよい。

【0103】

受電装置7は、ループコイルと共振コイルからなる受電コイル、インピーダンス整合を取るための制御回路、交流を直流に変換する整流器、及び負荷(充電器など)等を備えている。

【0104】

上述のように、筐体20の内部から発生した磁場の影響を外部に漏らさないために、筐体20全体を電磁シールドするのが好ましい。基本的には、共振周波数帯である数MHz~数100MHzの電波を外部に漏れないようにシールドすればよいが、場合によってはすべての周波数の電波をシールドしてもよい。ただしこの時は、すべての周波数の電波を

10

20

30

40

50

遮断すると、携帯電話などのモバイル用のバッテリー充電においては不都合が生じる。そこで、携帯電話などに使用する数GHz帯の電波は筐体内外で通信ができるようにすることが望ましい。具体的には、筐体側面に中継コネクタを埋め込んだ構成とすることができる。

【0105】

本実施の形態では、オルゴール型の筐体20を用いたが、他に、机の引き出し型でも同様な効果が得られる。また、受電装置7として携帯電話などの小型の装置を例として説明したが、電気自動車などの大型の受電装置にも本発明を適用可能であることは言うまでもない。

【0106】

以上のように、本発明によれば受電コイルの位置によらず良好な送電が可能となる。更に、従来に比べて電力伝送可能領域の拡大ができるので応用範囲が広がり好ましい。

10

【0107】

以上、本発明の好ましい実施の形態を説明したが、本発明はその要旨の範囲内で様々な変形や変更が可能である。

【産業上の利用可能性】

【0108】

本発明は、磁界共鳴による電力伝送を、広い領域に亘り安定させることができるので、携帯電話やデジタルカメラ等のモバイル機器、TVや電気自動車などへの非接触電力伝送に好適である。

20

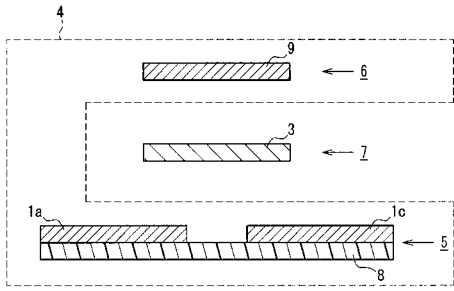
【符号の説明】

【0109】

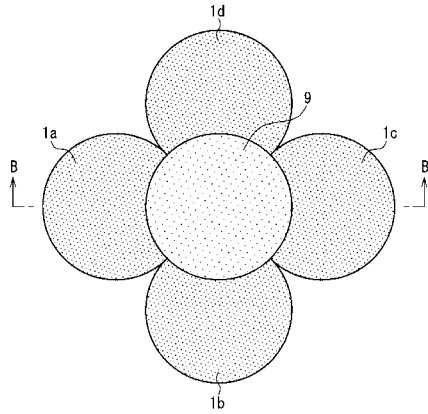
- 1、1a～1d、9 送電コイル
- 2 死角領域
- 3 受電コイル
- 4 非接触電力伝送装置
- 5、10、12、14 第1送電ユニット
- 6、11、13、15 第2送電ユニット
- 7 受電装置
- 8 基板
- 16a、16b、18 共振コイル
- 17a、17b、19a、19b ループコイル
- 20 筐体
- 21 蓋
- 22 高周波電力ドライバー
- 23 制御回路
- 24 電磁シールド材
- 25 ディ스플레이
- 26 突起

30

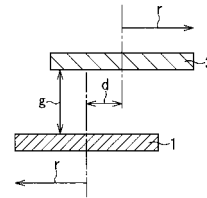
【図1】



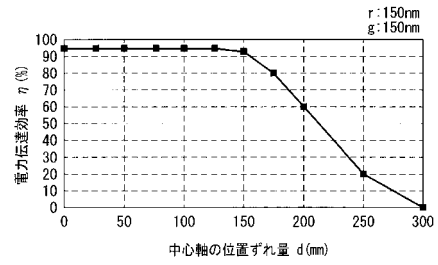
【図2】



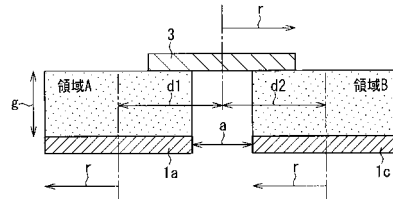
【図3】



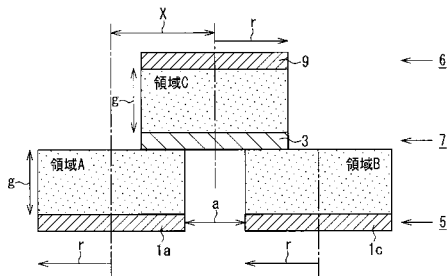
【図4】



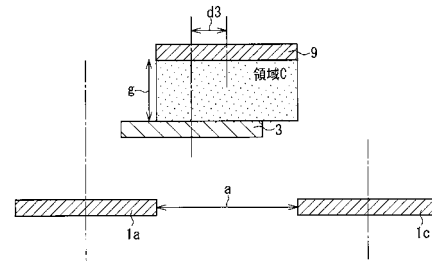
【図5】



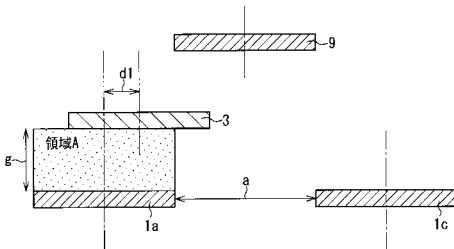
【図6】



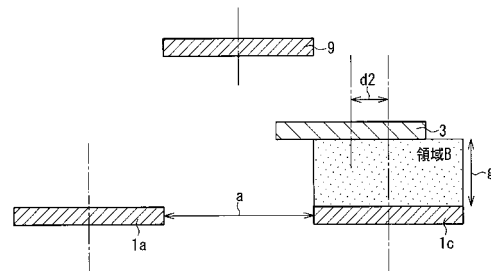
【図8】



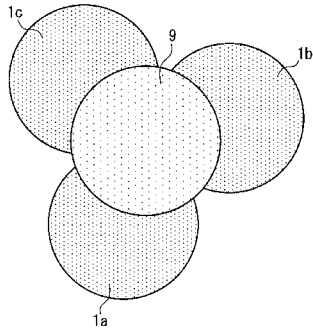
【図7】



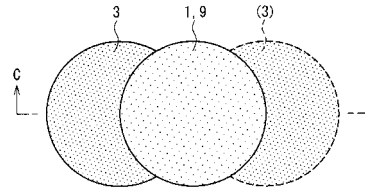
【図9】



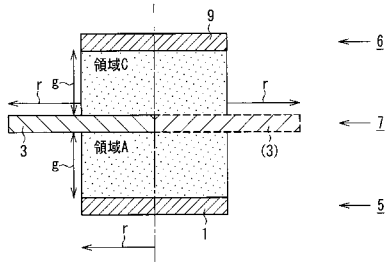
【図10】



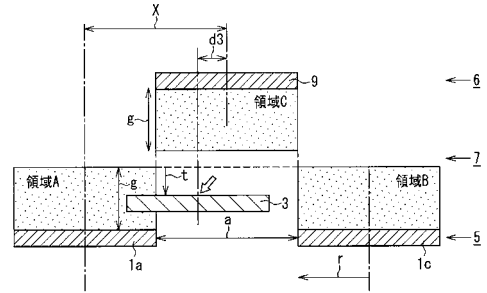
【図11B】



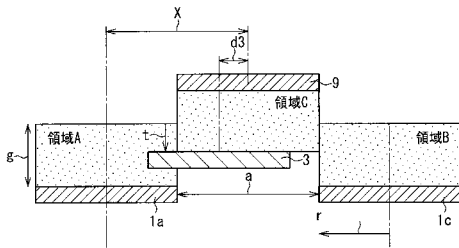
【図11A】



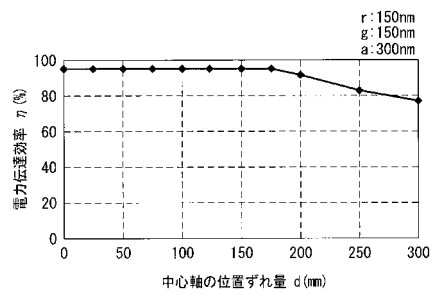
【図12】



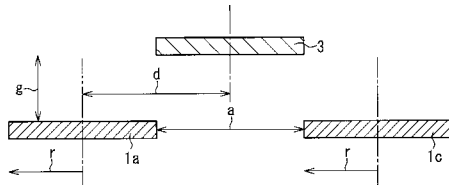
【図13】



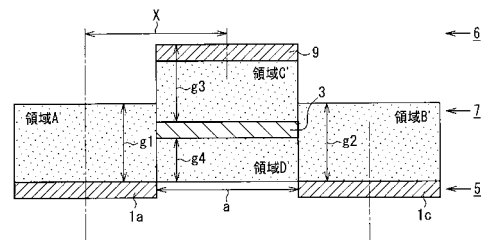
【図15】



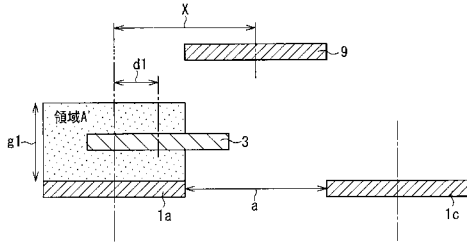
【図14】



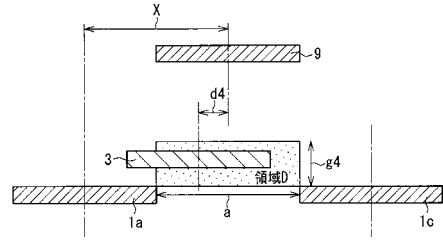
【図16】



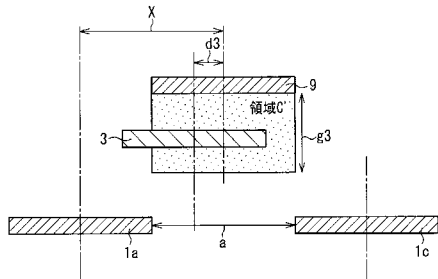
【 図 17 】



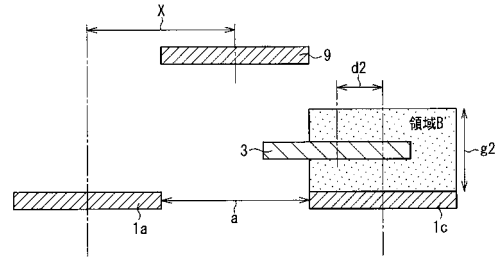
【 図 19 】



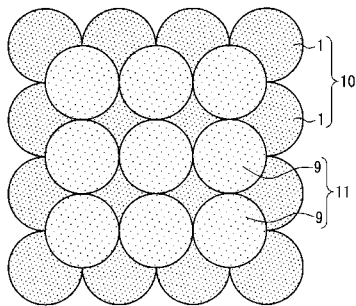
【 図 18 】



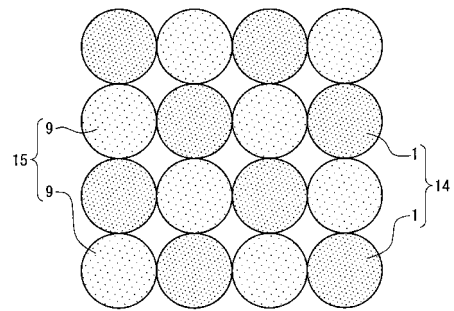
【 図 20 】



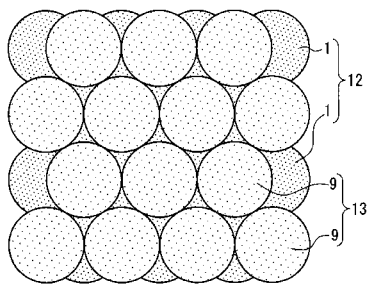
【 図 21 】



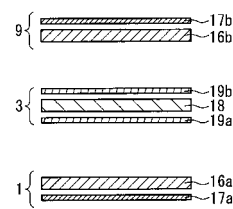
【 図 23 】



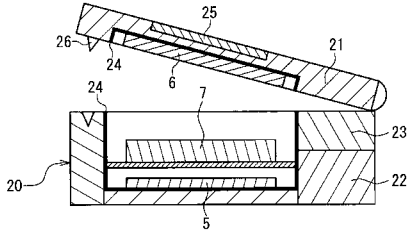
【 図 22 】



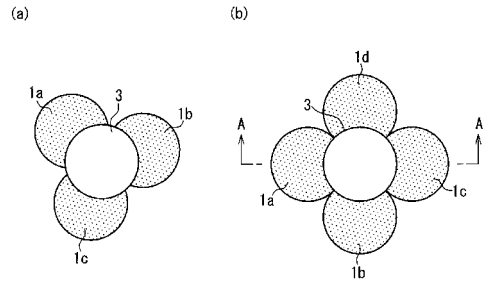
【 図 24 】



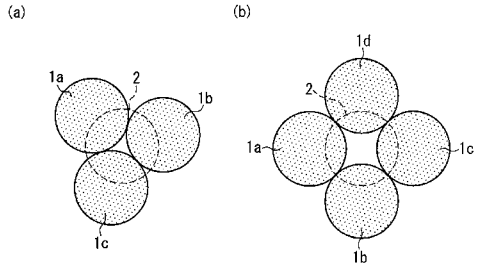
【 図 2 5 】



【 図 2 7 】



【 図 2 6 】



【 図 2 8 】

