

(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2017-204576

(P2017-204576A)

(43) 公開日 平成29年11月16日(2017.11.16)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO1F 38/14 (2006.01)	HO1F 38/14	4C040
HO2J 50/70 (2016.01)	HO2J 50/70	5G503
HO2J 50/10 (2016.01)	HO2J 50/10	5H105
HO2J 7/00 (2006.01)	HO2J 7/00 3O1D	5H125
A61G 7/14 (2006.01)	HO2J 7/00 P	
審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 33 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2016-95947 (P2016-95947)
 (22) 出願日 平成28年5月12日 (2016.5.12)

(71) 出願人 000005810
 日立マクセル株式会社
 大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号
 (74) 代理人 110000198
 特許業務法人湘洋内外特許事務所
 (72) 発明者 市川 勝英
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
 Fターム(参考) 4C040 HH01
 5G503 AA01 BA01 BB01 CC02 EA08
 FA06 GB08 GD04 GD06
 5H105 BA09 BB05 CC07 CC19 DD10
 EE15
 5H125 AA01 AC12 AC27 FF15

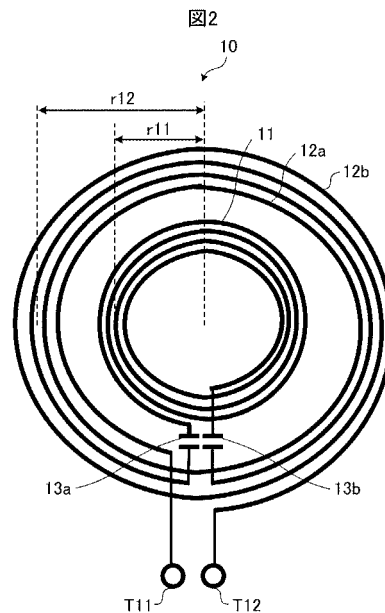
(54) 【発明の名称】 電力コイル

(57) 【要約】

【課題】 磁界漏洩を抑制する。

【解決手段】 電力を送電または受電する電力コイルは、内側コイルと、内側コイルを囲うように形成され、外側において、内側コイルの外側の磁束と逆相の磁束を発生する、一端が第1の端子に接続され、他端が内側コイルの一端と接続された第1の外側コイルと、内側コイルを囲うように形成され、外側において、内側コイルの外側の磁束と逆相の磁束を発生する、一端が第2の端子に接続され、他端が内側コイルの他端と接続された第2の外側コイルと、を有する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内側コイルと、

前記内側コイルを囲うように形成され、外側において、前記内側コイルの外側の磁束と逆相の磁束を発生する、一端が第 1 の端子に接続され、他端が前記内側コイルの一端と接続された第 1 の外側コイルと、

前記内側コイルを囲うように形成され、外側において、前記内側コイルの外側の磁束と逆相の磁束を発生する、一端が第 2 の端子に接続され、他端が前記内側コイルの他端と接続された第 2 の外側コイルと、

を有することを特徴とする電力コイル。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の電力コイルであって、

前記第 1 の外側コイルおよび前記第 2 の外側コイルは、略同じ形状を有し、略同じ位置に配置される、

ことを特徴とする電力コイル。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の電力コイルであって、

前記内側コイル、前記第 1 の外側コイル、および前記第 2 の外側コイルは、前記第 1 の外側コイルの一端および前記第 2 の外側コイルの一端から見て、対称となるように形成される、

20

ことを特徴とする電力コイル。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の電力コイルであって、

前記内側コイルには、前記第 1 の外側コイルを流れる電流と前記第 2 の外側コイルに流れる電流とを加算した電流に対し、略 2 倍の電流が流れ、

前記第 1 の外側コイルおよび前記第 2 の外側コイルの半径は、前記内側コイルの半径に対し、略 $2^{1/2}$ 倍である、

ことを特徴とする電力コイル。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の電力コイルであって、

30

前記内側コイルと前記第 1 の外側コイルとの間に接続される第 1 の容量素子と、

前記内側コイルと前記第 2 の外側コイルとの間に接続される第 2 の容量素子と、

をさらに有することを特徴とする電力コイル。

【請求項 6】

一端が第 1 の端子と接続された第 1 の内側コイルと、

一端が第 2 の端子と接続された第 2 の内側コイルと、

前記第 1 の内側コイルおよび前記第 2 の内側コイルを囲うように形成され、外側において、前記第 1 の内側コイルおよび前記第 2 の内側コイルの外側の磁束と逆相の磁束を発生する、一端が前記第 1 の内側コイルの他端と接続され、他端が前記第 2 の内側コイルの他端と接続された外側コイルと、

40

を有することを特徴とする電力コイル。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の電力コイルであって、

前記第 1 の内側コイルと前記第 2 の内側コイルは、略同じ形状を有し、略同じ位置に配置される、

ことを特徴とする電力コイル。

【請求項 8】

請求項 6 に記載の電力コイルであって、

前記第 1 の内側コイル、前記第 2 の内側コイル、および前記外側コイルは、前記第 1 の内側コイルの一端および前記第 2 の内側コイルの一端から見て、対称となるように形成さ

50

れる、

ことを特徴とする電力コイル。

【請求項 9】

請求項 6 に記載の電力コイルであって、

前記第 1 の内側コイルおよび前記第 2 の内側コイルには、前記外側コイルを流れる電流に対し、略 2 倍の電流が流れ、

前記外側コイルの半径は、前記第 1 の内側コイルおよび前記第 2 の内側コイルの半径に対し、略 $2^{1/2}$ 倍である、

ことを特徴とする電力コイル。

【請求項 10】

請求項 6 に記載の電力コイルであって、

前記第 1 の内側コイルと前記外側コイルとの間に接続される第 1 の容量素子と、

前記第 2 の内側コイルと前記外側コイルとの間に接続される第 2 の容量素子と、

をさらに有することを特徴とする電力コイル。

【請求項 11】

内側コイルと、

前記内側コイルの外側で第 1 のループを形成し、前記第 1 のループの外側において、前記内側コイルの外側の磁束と逆相の磁束を発生する、一端が第 1 の端子と接続され、他端が前記内側コイルの一端と接続された第 1 の外側コイルと、

前記内側コイルの外側で第 2 のループを形成し、前記第 2 のループの外側において、前記内側コイルの外側の磁束と逆相の磁束を発生する、一端が第 2 の端子と接続され、他端が前記内側コイルの他端と接続された第 2 の外側コイルと、

を有することを特徴とする電力コイル。

【請求項 12】

請求項 11 に記載の電力コイルであって、

前記第 1 のループと前記第 2 のループは、略同じ形状を有し、異なる位置に配置される

、
ことを特徴とする電力コイル。

【請求項 13】

請求項 11 に記載の電力コイルであって、

前記内側コイル、前記第 1 の外側コイル、および前記第 2 の外側コイルは、前記第 1 の外側コイルの一端および前記第 2 の外側コイルの一端から見て、対称となるように形成される、

ことを特徴とする電力コイル。

【請求項 14】

請求項 11 に記載の電力コイルであって、

前記内側コイル、前記第 1 の外側コイル、および前記第 2 の外側コイルのそれぞれには、略同じ電流が流れ、

前記内側コイルの面積は、前記第 1 の外側コイルの面積と前記第 2 の外側コイルの面積とを加算した面積と略同じである、

ことを特徴とする電力コイル。

【請求項 15】

請求項 11 に記載の電力コイルであって、

前記内側コイルと前記第 1 の外側コイルとの間に接続される第 1 の容量素子と、

前記内側コイルと前記第 2 の外側コイルとの間に接続される第 2 の容量素子と、

をさらに有することを特徴とする電力コイル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電力コイルに関するものである。

10

20

30

40

50

【背景技術】

【0002】

特許文献1には、基準軸周りに導体線を周回させて構成された主コイルと、前記主コイルに対して予め設定された設定間隔だけ離間して配置されるとともに、前記主コイルと電氣的に直列接続されて、前記主コイルと同じ交流電流が流れる補助コイルと、を備えたコイルアンテナが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2015-15852号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

磁氣的結合によって電力を送電する場合、送電コイルまたは受電コイルから磁界漏洩が発生する。磁界漏洩は、他の電子機器を干渉したり、人体へ影響を及ぼしたりするなどの恐れがある。

【0005】

なお、特許文献1では、主コイルに対し、補助コイルを基準軸方向に所定間隔だけ離間した構成により、磁界漏洩を抑制している。

【0006】

20

そこで本発明は、磁界漏洩を抑制する技術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】

【0007】

本願は、上記課題の少なくとも一部を解決する手段を複数含んでいるが、その例を挙げるならば、以下の通りである。上記課題を解決すべく、本発明に係る電力コイルは、内側コイルと、前記内側コイルを囲うように形成され、外側において、前記内側コイルの外側の磁束と逆相の磁束を発生する、一端が第1の端子に接続され、他端が前記内側コイルの一端と接続された第1の外側コイルと、前記内側コイルを囲うように形成され、外側において、前記内側コイルの外側の磁束と逆相の磁束を発生する、一端が第2の端子に接続され、他端が前記内側コイルの他端と接続された第2の外側コイルと、を有することを特徴とする。

30

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、磁界漏洩を抑制することができる。上記した以外の課題、構成、および効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】第1の実施の形態に係る無線給電システムの例を示した図である。

【図2】電力コイルの構成例を示した図である。

【図3】電力コイルの等価回路を示した図である。

40

【図4】内側コイルと外側コイルの大きさの関係および巻き数の関係を説明する図である。

【図5】電力コイルが発生する磁界を説明する図である。

【図6】別の電力コイルの例を示した図である。

【図7】図6の電力コイルの電力受電を説明する図である。

【図8】第2の実施の形態に係る電力コイルの構成例を示した図である。

【図9】電力コイルの等価回路を示した図である。

【図10】電力コイルが発生する磁界を説明する図である。

【図11】第3の実施の形態に係る電力コイルの構成例を示した図である。

【図12】電力コイルの等価回路を示した図である。

50

【図 1 3】電力コイルが発生する磁界を説明する図である。
 【図 1 4】電力の伝送効率を説明する図である。
 【図 1 5】電力コイルからの距離と磁界漏洩の強さの関係を示した図である。
 【図 1 6】電力コイルの位置ずれと伝達特性の関係を示した図である。
 【図 1 7】第 4 の実施の形態に係る電力コイルの構成例を示した図である。
 【図 1 8】電力コイルの等価回路を示した図である。
 【図 1 9】電力コイルが発生する磁界を説明する図である。
 【図 2 0】第 5 の実施の形態に係る給電側装置および受電側装置のブロック構成例を示した図である。

【図 2 1】給電側装置の制御部の動作例を示したフローチャートである。
 【図 2 2】給電側装置および受電側装置の適用例を示した図のその 1 である。
 【図 2 3】給電側装置および受電側装置の適用例を示した図のその 2 である。
 【図 2 4】給電側装置および受電側装置の適用例を示した図のその 3 である。
 【図 2 5】給電側装置および受電側装置の適用例を示した図のその 4 である。
 【図 2 6】給電側装置および受電側装置の適用例を示した図のその 5 である。
 【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明の実施の形態を、図面を参照して説明する。

【0011】

携帯端末などの携帯機器では、小型化、薄型化が進んだ反面、充電時のコネクタ接続が煩わしい状況にあり、無線給電による充電の要求が高まっている。また、電気自動車においては、有線による充電の場合、例えば、雨天時にコネクタに水が浸入し、接点が劣化する恐れがあることから、無線給電による充電が望ましい。また、介護向けの階段昇降機や移動式リフトなどにおいては、有線による充電の場合、例えば、被介護者がコネクタを機器に接続して充電することは困難であることから、無線給電による充電が望ましい。

【0012】

無線給電には、マイクロ波などの電波を用いるものや磁氣的結合（電磁誘導）を用いるものが検討されている。マイクロ波は、伝送距離に優れるものの伝送効率が悪く実用化にはほとんど至っていない。これに対し、磁氣的結合による無線給電は、伝送距離が数 cm から 10 数 cm 程度であるが、送受電に用いるコイルの伝送効率は 90% 程度の高い効率が得られる。このようなことから、無線給電には、磁氣的結合による伝送が主流になると考えられる。

【0013】

磁氣的結合に用いられる送電周波数としては、100 kHz 帯、400 kHz 帯、6.78 MHz 帯、および 13.56 MHz 帯などが考えられる。磁氣的結合による無線給電は、伝送距離が比較的短いものの、送電コイルまたは受電コイルから磁界漏洩が発生する。他の電子機器や人体への影響を考慮すると、この磁界漏洩を極力低く抑える必要がある。

【0014】

[第 1 の実施の形態]

図 1 は、第 1 の実施の形態に係る無線給電システム 1 の例を示した図である。図 1 に示すように、無線給電システム 1 は、充電器 2 と、携帯端末 3 とを有している。

【0015】

充電器 2 の上部には、電力が充電される携帯端末 3 が置かれる。充電器 2 は、携帯端末 3 に電力を送電する電力コイル 10 a を内蔵している。

【0016】

携帯端末 3 は、スマートフォンやタブレット端末、携帯電話などである。携帯端末 3 は、充電器 2 から電力を受電するための電力コイル 10 b を内蔵している。

【0017】

電力コイル 10 a , 10 b は、同様の形状および構成を有している。そこで、以下では

10

20

30

40

50

、電力コイル10a, 10bを区別する必要がない場合には、まとめて電力コイル10と記載する。なお、後述するが、電力コイル10a, 10bは、同様の形状および構成を有していない場合もある。

【0018】

図2は、電力コイル10の構成例を示した図である。図2に示すように、電力コイル10は、端子T11, T12と、内側コイル11と、外側コイル12a, 12bと、容量素子13a, 13bとを有している。内側コイル11および外側コイル12a, 12bは、同一（略同一を含む、以下同じ）平面上に形成されている。なお、図2では、内側コイル11および外側コイル12a, 12bのそれぞれは、線と線の間隙があるように巻かれているが、実際は密に巻かれている。以下で説明するコイルも同様である。

10

【0019】

外側コイル12a, 12bは、それぞれ同じ（ほぼ同じを含む、以下同じ）形状を有し、同じ位置に配置されている。外側コイル12a, 12bは、円形状を有し、その半径は、「r12」である。

【0020】

内側コイル11は、円形状を有し、その半径は、外側コイル12a, 12bの半径「r12」より小さく「r11」（ $r11 < r12$ ）である。内側コイル11は、外側コイル12a, 12bのループ内に形成されている。

【0021】

内側コイル11は、外側コイル12a, 12bの間に、容量素子13a, 13bを介して接続されている。容量素子13a, 13bの合成の容量は、内側コイル11と外側コイル12a, 12bとの合成の自己インダクタンスと、送電周波数で共振する値である。

20

【0022】

外側コイル12aは、内側コイル11を囲うように形成されている。外側コイル12aは、その外側において、内側コイル11の外側の磁束と逆相の磁束を発生するように形成されている。

【0023】

例えば、外側コイル12aは、内側コイル11を流れる電流とは逆向きの電流が流れるように形成される。より具体的には、内側コイル11に時計回りの電流が流れるとする。この場合、外側コイル12aは、反時計回りの電流が流れるように形成される。

30

【0024】

外側コイル12bは、内側コイル11を囲うように形成されている。外側コイル12bは、その外側において、内側コイル11の外側の磁束と逆相の磁束を発生するように形成されている。

【0025】

例えば、外側コイル12bは、内側コイル11を流れる電流とは逆向きの電流が流れるように形成される。より具体的には、内側コイル11に時計回りの電流が流れるとする。この場合、外側コイル12bは、反時計回りの電流が流れるように形成される。

【0026】

外側コイル12aは、一端が端子T11に接続され、他端が容量素子13aに接続されている。外側コイル12bは、一端が端子T12に接続され、他端が容量素子13bに接続されている。端子T11, T12には、内側コイル11および外側コイル12a, 12bから磁界を発生するための電流が入力される。

40

【0027】

電力コイル10は、端子T11と接続されている外側コイル12aの一端と、端子T12と接続されている外側コイル12bの一端とから見て、対称（線対称）となるように形成されている。

【0028】

図3は、電力コイル10の等価回路を示した図である。図3には、図2に示した端子T11, T12が示してある。

50

【 0 0 2 9 】

図 3 のインダクタ L_{11} は、図 2 の外側コイル $12a$ に対応している。図 3 の容量素子 C_{11} は、図 2 の容量素子 $13b$ に対応している。図 3 のインダクタ L_{12} は、図 2 の内側コイル 11 に対応している。図 3 の容量素子 C_{12} は、図 2 の容量素子 $13a$ に対応している。図 3 のインダクタ L_{13} は、図 2 の外側コイル $12b$ に対応している。

【 0 0 3 0 】

図 3 に示すように、電力コイル 10 の等価回路も、端子 T_{11} と接続されている外側コイル $12a$ の一端と、端子 T_{12} と接続されている外側コイル $12b$ の一端とから見て、対称（素子の配置が線対称）となるように形成される。

【 0 0 3 1 】

内側コイル 11 と外側コイル $12a$, $12b$ の大きさの関係および巻き数の関係について説明する。

【 0 0 3 2 】

図 4 は、内側コイル 11 と外側コイル $12a$, $12b$ の大きさの関係および巻き数の関係を説明する図である。

【 0 0 3 3 】

図 4 には、電流ループ A_1 , A_2 , A_3 が示してある。電流ループ A_1 , A_2 , A_3 の半径は、それぞれ「 a_1 」, 「 a_2 」, 「 a_3 」とする。電流ループ A_1 , A_2 には、時計回りに高周波電流 I が流れているとする。電流ループ A_3 には、電流ループ A_1 , A_2 とは逆向き（反時計回り）に高周波電流 I が流れているとする。

【 0 0 3 4 】

電流ループ A_1 から発生する磁界の強さは、電流ループ A_1 の面積と、電流ループ A_1 に流れる電流とに比例する。つまり、電流ループ A_1 から発生する磁界の強さは、「 $a_1^2 \cdot I$ 」に比例する。

【 0 0 3 5 】

これにより、電流ループ A_1 , A_2 , A_3 の遠方界での磁界漏洩を打ち消す条件は、電流の向きを考慮すると次の式（1）となる。

【 0 0 3 6 】

$$(a_1^2 + a_2^2 - a_3^2) I = 0 \quad \text{より}$$

【 0 0 3 7 】

$$a_1^2 + a_2^2 - a_3^2 = 0 \quad \dots (1)$$

【 0 0 3 8 】

内側と真中の電流ループ A_1 , A_2 の半径が等しい場合の、電流ループ A_1 , A_2 , A_3 の遠方界での磁界漏洩を打ち消す条件は、式（1）において、「 $a_1 = a_2$ 」と置くと、次の式（2）に示すようになる。

【 0 0 3 9 】

$$2a_1^2 = a_3^2 \quad \text{より}$$

【 0 0 4 0 】

$$a_3 = 2^{1/2} \cdot a_1 \quad \dots (2)$$

【 0 0 4 1 】

以上から、半径「 a_1 」の電流ループ A_1 において、2 倍の高周波電流 I を流すとともに、半径「 $2^{1/2} \cdot a_1$ 」の電流ループ A_3 において、高周波電流 I を逆方向に流せば、遠方界での磁界漏洩を打ち消すことが可能となる。

【 0 0 4 2 】

なお、磁界発生源から $\lambda / (2)$ より遠い場所を遠方界、近い場所を近傍界と呼ぶ。「 λ 」は、無線給電する電力の波長である。例えば、送電周波数が 10 MHz の場合、遠方界と近傍界との境界は、 4.8 m となる。

【 0 0 4 3 】

上記条件を図 2 の電力コイル 10 に当てはめると、電力コイル 10 の遠方界での磁界漏洩を抑制することができる。例えば、図 2 の外側コイル $12a$, $12b$ の半径「 r_{12} 」

10

20

30

40

50

を、内側コイル 1 1 の半径「 r_{11} 」の $2^{1/2}$ 倍（略 $2^{1/2}$ 倍を含む、以下同じ）にする。また、内側コイル 1 1 に流れる電流が、外側コイル 1 2 a , 1 2 b に流れる電流の 2 倍となるようにコイルを巻く。例えば、内側コイル 1 1 の巻き数を、外側コイル 1 2 a の巻き数と、外側コイル 1 2 b の巻き数とを加えた巻き数の 2 倍（略 2 倍を含む、以下同じ）となるようにする。これにより、電力コイル 1 0 の遠方界での磁界漏洩は、抑制される。

【0044】

無線給電の際の磁界漏洩による影響が実際に重要視されるのは、他の電子機器などが、電力コイル 1 0 から数 10 cm ~ 数 m 程度の比較的近距离に置かれた場合である。そのため、近傍界での磁界漏洩の抑制も重要となってくる。

10

【0045】

近傍界では、コイルからの距離が近くなることから、コイル形状なども磁界漏洩に影響してくるものと考えられる。電力コイル 1 0 では、図 2 に示す構成とすることにより、近傍界の漏洩電力も抑制することができる。特に、電力コイル 1 0 は、端子 T 1 1 , T 1 2 と接続されている外側コイル 1 2 a , 1 2 b の一端から見て、対称となるように形成されるため、近傍界での磁界漏洩の抑制効果が大きくなる。また、電力コイル 1 0 は、等価回路も対称となるため、近傍界での磁界漏洩の抑制効果が大きくなる。

【0046】

図 5 は、電力コイル 1 0 が発生する磁界を説明する図である。図 5 には、図 2 に示した電力コイル 1 0 が示してある。図 5 では、図 2 の電力コイル 1 0 を簡略化して示してある。図 5 において、図 2 と同じものには同じ符号が付してある。

20

【0047】

図 5 に示すように、端子 T 1 2 から、電流 I が入力されたとする。この場合、内側コイル 1 1 の内側では、内側コイル 1 1 が発生する磁束と、外側コイル 1 2 a , 1 2 b が発生する磁束とによって、図 5 の磁束 B 1 1 に示すように、紙面表側から紙面裏側に向かう磁束が発生する。

【0048】

内側コイル 1 1 と外側コイル 1 2 a , 1 2 b との間では、内側コイル 1 1 が発生する磁束と、外側コイル 1 2 a , 1 2 b が発生する磁束とによって、図 5 の磁束 B 1 2 a , B 1 2 b に示すように、紙面裏側から紙面表側に向かう磁束が発生する。

30

【0049】

外側コイル 1 2 a , 1 2 b の外側では、内側コイル 1 1 が発生する磁束と、外側コイル 1 2 a , 1 2 b が発生する磁束とによって、磁束は「0」（ほぼ 0 を含む、以下同じ）となる。すなわち、電力コイル 1 0 は、その近傍界においても磁界漏洩を抑制している。なお、電力コイル 1 0 からの距離に対する磁界漏洩の強さの測定結果については後述する（図 1 5）。

【0050】

磁氣的結合による無線給電では、給電側および受電側の電力コイルの巻き数が多いほど、電力コイル間の結合が大きくなり、電力の伝送効率が高くなる。しかし、電力コイルの巻き数を増やすと、線間での寄生容量が増加し、その寄生容量と、電力コイルの自己インダクタンスとで決まる自己共振周波数が低下する。このため、送電周波数に利用できる周波数範囲は、自己共振周波数の低下分だけ低くなる。また、自己共振周波数が低下することで、コイルの Q 値（尖鋭度）が劣化する。

40

【0051】

しかし、電力コイル 1 0 は、内側コイル 1 1 と、外側コイル 1 2 a , 1 2 b との間に容量素子 1 3 a , 1 3 b が接続される。容量素子 1 3 a , 1 3 b を備えることで、電力コイル 1 0 の寄生容量の原因となる巻き線間に溜まる電荷は、容量素子 1 3 a , 1 3 b に溜り、コイル線間に寄生容量が付きにくくなる。これにより、電力コイル 1 0 は、自己共振周波数の低下を抑制でき、内側コイル 1 1 および外側コイル 1 2 a , 1 2 b の巻き数を増やすことができる。つまり、電力コイル 1 0 は、コイル間の結合を大きくすることができ、

50

電力の伝送効率を高くすることができる。

【0052】

また、磁氣的結合による無線給電では、給電側および受電側の電力コイルの形状が同じであると、電力コイル間の結合が大きくなり、伝送効率が高くなる。しかし、給電側と受電側の電力コイルの形状が異なる場合もある。例えば、図1に示した充電器2には、様々な携帯端末3が置かれ、その携帯端末3は、様々な形状の電力コイルを有している場合がある。

【0053】

図6は、別の電力コイルPの例を示した図である。図6に示す電力コイルPは、単に1方向に巻かれた円形状のコイルである。電力コイルPは、電力を受電する受電側のコイルの例を示している。

10

【0054】

図7は、図6の電力コイルPの電力受電を説明する図である。図7には、図5に示した簡略化した電力コイル10が示してある。また、図7には、図6に示した電力コイルP（大きさが異なる電力コイルPa, Pb）が示してある。図7では、図6の電力コイルPa, Pbを簡略化して示してある。

【0055】

図7に示す電力コイル10は、電力を送電する給電側（充電器2）の電力コイルとし、電力コイルPa, Pbは、電力を受電する受電側（携帯端末3）の電力コイルとする。以下では、電力コイルPa, Pbを区別する必要がない場合には、まとめて電力コイルPと記載する。

20

【0056】

給電側の電力コイル10の内側コイル11は、受電側の電力コイルPより大きい方が望ましい。例えば、内側コイル11は、一点鎖線で示す受電側の電力コイルPaより小さいとする。この場合、一点鎖線の電力コイルPaには、磁束B11と、磁束B11と逆相の磁束B12a, 12bとが入り込む。このため、一点鎖線で示す受電側の電力コイルPaでは、電力の伝送効率が低下する。

【0057】

一方、内側コイル11は、点線で示す受電側の電力コイルPbより大きいとする。この場合、点線の電力コイルPbには、電力コイルPbが内側コイル11内に置かれる限り、1方向の磁束B11だけが入り込む。すなわち、点線の電力コイルPbには、磁束B11と逆相の磁束B12a, 12bが入り込まない。このため、点線で示す電力コイルPbは、一点鎖線の電力コイルPaより、電力の伝送効率の低下が抑制される。

30

【0058】

このように、給電側の電力コイルを電力コイル10とし、受電側の電力コイルを、電力コイル10とは異なる電力コイルPとすることもできる。その際、電力の伝送効率の低下を抑制するため、電力コイル10の内側コイル11は、電力コイルPより大きくする。

【0059】

もちろん、受電側の電力コイルが、給電側の電力コイル10と同じである場合に（つまり、受電側の電力コイルも電力コイル10である場合に）、電力の伝送効率は最もよくなる。例えば、図7に示す磁束B11は、受電側の電力コイル10の内側コイル11で受電され、磁束B12a, 12bは、受電側の電力コイル10の内側コイル11と外側コイル12a, 12bとの間のループ（空間）によって受電されるため、電力の伝送効率は最もよくなる。

40

【0060】

以上説明したように、電力コイル10は、内側コイル11を囲うように形成され、外側において、内側コイル11の外側の磁束と逆相の磁束を発生する、一端が端子T11に接続され、他端が内側コイル11の一端と接続された外側コイル12aと、内側コイル11を囲うように形成され、外側において、内側コイル11の外側の磁束と逆相の磁束を発生する、一端が端子T12に接続され、他端が内側コイル11の他端と接続された外側コイ

50

ル 1 2 b と、を有する。これにより、電力コイル 1 0 は、遠方界および近傍界での磁界漏洩を抑制することができる。

【 0 0 6 1 】

また、電力コイル 1 0 の内側コイル 1 1 および外側コイル 1 2 a , 1 2 b は、外側コイル 1 2 a の一端および外側コイル 1 2 b の一端から見て、対称となるように形成される。また、電力コイル 1 0 の等価回路も、外側コイル 1 2 a の一端および外側コイル 1 2 b の一端から見て、対称となるように形成される。これにより、電力コイル 1 0 は、近傍界での磁界漏洩を抑制することができる。

【 0 0 6 2 】

また、電力コイル 1 0 の内側コイル 1 1 には、外側コイル 1 2 a を流れる電流と、外側コイル 1 2 b に流れる電流とを加算した電流に対し、略 2 倍の電流が流れる。また、外側コイル 1 2 a および外側コイル 1 2 b の半径は、内側コイル 1 1 の半径に対し、略 $2^{1/2}$ 倍である。これにより、電力コイル 1 0 は、近傍界での磁界漏洩を抑制することができる。

10

【 0 0 6 3 】

また、電力コイル 1 0 は、内側コイル 1 1 と外側コイル 1 2 a との間に接続される容量素子 1 3 a と、内側コイル 1 1 と外側コイル 1 2 b との間に接続される容量素子 1 3 b とを有する。これにより、電力コイル 1 0 は、自己共振周波数の低下を抑制することができる。

【 0 0 6 4 】

また、電力コイル 1 0 は、内側コイル 1 1 と外側コイル 1 2 a , 1 2 b とが同一平面上に形成されるため、小型化を図ることができる。

20

【 0 0 6 5 】

[第 2 の実施の形態]

第 1 の実施の形態では、2つの外側コイル 1 2 a , 1 2 b の間に、内側コイル 1 1 を接続した。第 2 の実施の形態では、2つの内側コイルの間に、外側コイルを接続する。

【 0 0 6 6 】

図 8 は、第 2 の実施の形態に係る電力コイル 2 0 の構成例を示した図である。図 8 に示すように、電力コイル 2 0 は、端子 T 2 1 , T 2 2 と、内側コイル 2 1 a , 2 1 b と、外側コイル 2 2 と、容量素子 2 3 a , 2 3 b とを有している。内側コイル 2 1 a , 2 1 b および外側コイル 2 2 は、同一平面上に形成されている。電力コイル 2 0 は、電力を送電する給電側装置（例えば、図 1 の充電器 2）または電力を受電する受電側装置（例えば、図 1 の携帯端末 3）に適用される。

30

【 0 0 6 7 】

内側コイル 2 1 a , 2 1 b は、それぞれ同じ形状を有し、同じ位置に配置されている。内側コイル 2 1 a , 2 1 b は、円形状を有し、その半径は、「 r_{21} 」である。

【 0 0 6 8 】

内側コイル 2 1 a は、一端が端子 T 2 1 に接続され、他端が容量素子 2 3 b に接続されている。内側コイル 2 1 b は、一端が端子 T 2 2 に接続され、他端が容量素子 2 3 a に接続されている。端子 T 2 1 , T 2 2 には、内側コイル 2 1 a , 2 1 b および外側コイル 2 2 から磁界を発生するための電流が入力される。

40

【 0 0 6 9 】

外側コイル 2 2 は、円形状を有し、その半径は、内側コイル 2 1 a , 2 1 b の半径「 r_{21} 」より大きく「 r_{22} 」（ $r_{22} > r_{21}$ ）である。内側コイル 2 1 a , 2 1 b は、外側コイル 2 2 のループ内に形成されている。

【 0 0 7 0 】

外側コイル 2 2 は、内側コイル 2 1 a , 2 1 b を囲うように形成されている。外側コイル 2 2 は、その外側において、内側コイル 2 1 a , 2 1 b の外側の磁束と逆相の磁束を発生するように形成されている。

【 0 0 7 1 】

50

例えば、外側コイル 2 2 は、内側コイル 2 1 a , 2 1 b を流れる電流とは逆向きの電流が流れるように形成される。より具体的には、内側コイル 2 1 a , 2 1 b に時計回りの電流が流れるとする。この場合、外側コイル 2 2 は、反時計回りの電流が流れるように形成される。

【 0 0 7 2 】

外側コイル 2 2 は、内側コイル 2 1 a , 2 1 b の間に、容量素子 2 3 a , 2 3 b を介して接続されている。容量素子 2 3 a , 2 3 b の合成の容量は、内側コイル 2 1 a , 2 1 b と外側コイル 2 2 との合成の自己インダクタンスと、送電周波数で共振する値である。

【 0 0 7 3 】

電力コイル 2 0 は、端子 T 2 1 と接続されている内側コイル 2 1 a の一端と、端子 T 2 2 と接続されている内側コイル 2 1 b の一端とから見て、対称となるように形成されている。

10

【 0 0 7 4 】

図 9 は、電力コイル 2 0 の等価回路を示した図である。図 9 には、図 8 に示した端子 T 2 1 , T 2 2 が示してある。

【 0 0 7 5 】

図 9 のインダクタ L 2 1 は、図 8 の内側コイル 2 1 a に対応している。図 9 の容量素子 C 2 1 は、図 8 の容量素子 2 3 b に対応している。図 9 のインダクタ L 2 2 は、図 8 の外側コイル 2 2 に対応している。図 9 の容量素子 C 2 2 は、図 8 の容量素子 2 3 a に対応している。図 9 のインダクタ L 2 3 は、図 8 の内側コイル 2 1 b に対応している。

20

【 0 0 7 6 】

図 9 に示すように、電力コイル 2 0 の等価回路も、端子 T 2 1 と接続されている内側コイル 2 1 a の一端と、端子 T 2 2 と接続されている内側コイル 2 1 b の一端とから見て、対称となるように形成される。

【 0 0 7 7 】

内側コイル 2 1 a , 2 1 b と外側コイル 2 2 の大きさの関係および巻き数の関係は、第 1 の実施の形態と同様である。例えば、図 8 に示した外側コイル 2 2 の半径「 r_{22} 」を、内側コイル 2 1 a , 2 1 b の半径「 r_{21} 」の $2^{1/2}$ 倍にする。また、内側コイル 2 1 a , 2 1 b に流れる電流が、外側コイル 2 2 に流れる電流の 2 倍となるようにコイルを巻く。例えば、内側コイル 2 1 a の巻き数と、内側コイル 2 1 b の巻き数とを加えた巻き数を、外側コイル 2 2 の巻き数の 2 倍となるようにする。これにより、電力コイル 2 0 の遠方界での磁界漏洩は、抑制される。

30

【 0 0 7 8 】

電力コイル 2 0 では、図 8 に示す構成とすることにより、近傍界の漏洩電力も抑制することができる。特に、電力コイル 2 0 は、端子 T 2 1 と接続されている内側コイル 2 1 a の一端と、端子 T 2 2 と接続されている内側コイル 2 1 b の一端とから見て、対称となるように形成されるため、近傍界での磁界漏洩の抑制効果が大きくなる。また、電力コイル 2 0 は、等価回路も対称となるため、近傍界での磁界漏洩の抑制効果が大きくなる。

【 0 0 7 9 】

図 10 は、電力コイル 2 0 が発生する磁界を説明する図である。図 10 には、図 8 に示した電力コイル 2 0 が示してある。図 10 では、図 8 の電力コイル 2 0 を簡略化して示してある。図 10 において、図 8 と同じものには同じ符号が付してある。

40

【 0 0 8 0 】

図 10 に示すように、端子 T 2 2 から、電流 I が入力されたとする。この場合、内側コイル 2 1 a , 2 1 b の内側では、内側コイル 2 1 a , 2 1 b が発生する磁束と、外側コイル 2 2 が発生する磁束とによって、図 10 の磁束 B 2 1 に示すように、紙面裏側から紙面表側に向かう磁束が発生する。

【 0 0 8 1 】

内側コイル 2 1 a , 2 1 b と外側コイル 2 2 との間では、内側コイル 2 1 a , 2 1 b が発生する磁束と、外側コイル 2 2 が発生する磁束とによって、図 10 の磁束 B 2 2 a , B

50

2 2 b に示すように、紙面表側から紙面裏側に向かう磁束が発生する。

【 0 0 8 2 】

外側コイル 2 2 の外側では、内側コイル 2 1 a , 2 1 b が発生する磁束と、外側コイル 2 2 が発生する磁束とによって、磁束は「 0 」となる。すなわち、電力コイル 2 0 は、その近傍界においても磁界漏洩を抑制している。

【 0 0 8 3 】

給電側の電力コイルと受電側の電力コイルとの巻き数による電力の伝送効率は、第 1 の実施の形態と同様であり、その説明を省略する。また、給電側の電力コイルと受電側の電力コイルとの形状による電力の伝送効率は、第 1 の実施の形態と同様であり、その説明を省略する。

10

【 0 0 8 4 】

以上説明したように、電力コイル 2 0 は、内側コイル 2 1 a , 2 1 b を囲うように形成され、外側において、内側コイル 2 1 a , 2 1 b の外側の磁束と逆相の磁束を発生する、一端が内側コイル 2 1 a と接続され、他端が内側コイル 2 1 b と接続された外側コイル 2 2 を有する。これにより、電力コイル 2 0 は、遠方界および近傍界での磁界漏洩を抑制することができる。

【 0 0 8 5 】

また、電力コイル 2 0 の内側コイル 2 1 a , 2 1 b および外側コイル 2 2 は、内側コイル 2 1 a の一端および内側コイル 2 1 b の一端から見て、対称となるように形成される。また、電力コイル 2 0 の等価回路も、内側コイル 2 1 a の一端および内側コイル 2 1 b の一端から見て、対称となるように形成される。これにより、電力コイル 2 0 は、近傍界での磁界漏洩を抑制することができる。

20

【 0 0 8 6 】

また、電力コイル 2 0 の内側コイル 2 1 a , 2 1 b には、外側コイル 2 2 を流れる電流に対し、略 2 倍の電流が流れる。また、外側コイル 2 2 の半径は、内側コイル 2 1 a , 2 1 b の半径に対し、略 $2^{1/2}$ 倍である。これにより、電力コイル 2 0 は、近傍界での磁界漏洩を抑制することができる。

【 0 0 8 7 】

また、電力コイル 2 0 は、内側コイル 2 1 a と外側コイル 2 2 との間に接続される容量素子 2 3 b と、内側コイル 2 1 b と外側コイル 2 2 との間に接続される容量素子 2 3 a とを有する。これにより、電力コイル 2 0 は、自己共振周波数の低下を抑制することができる。

30

【 0 0 8 8 】

また、電力コイル 2 0 は、内側コイル 2 1 a , 2 1 b と外側コイル 2 2 とが同一平面上に形成されるため、小型化を図ることができる。

【 0 0 8 9 】

[第 3 の実施の形態]

第 1 の実施の形態では、内側コイル 1 1 を囲う 2 つの外側コイル 1 2 a , 1 2 b は、同じ形状を有し、同じ位置に配置された。第 3 の実施の形態では、内側コイルを囲う 2 つの外側コイルを、異なる位置に配置する。

40

【 0 0 9 0 】

図 1 1 は、第 3 の実施の形態に係る電力コイル 3 0 の構成例を示した図である。図 1 1 に示すように、電力コイル 3 0 は、端子 T 3 1 , T 3 2 と、内側コイル 3 1 と、外側コイル 3 2 a , 3 2 b と、容量素子 3 3 a , 3 3 b とを有している。内側コイル 3 1 および外側コイル 3 2 a , 3 2 b は、同一平面上に形成されている。電力コイル 3 0 は、電力を送電する給電側装置（例えば、図 1 の充電器 2）または電力を受電する受電側装置（例えば、図 1 の携帯端末 3）に適用される。

【 0 0 9 1 】

外側コイル 3 2 a , 3 2 b は、それぞれ同じ形状を有し、異なる位置に配置されている。外側コイル 3 2 a , 3 2 b は、円形状の内側コイル 3 1 の形状に沿った、三日月状の形

50

状を有しているとともに、2つで円形状となる形状を有している。外側コイル32aは、内側コイル31の半分（略半分を含む、以下同じ）を囲い、外側コイル32bは、内側コイル31の残りの半分の半を囲っている。

【0092】

内側コイル31は、外側コイル32a, 32bの間に、容量素子33a, 33bを介して接続されている。容量素子33a, 33bの合成の容量は、内側コイル31と外側コイル32a, 32bとの合成の自己インダクタンスと、送電周波数で共振する値である。

【0093】

内側コイル31は、円形状を有している。内側コイル31は、外側コイル32a, 32bのそれぞれのループの外側において、外側コイル32a, 32bに囲まれるように配置される。

10

【0094】

外側コイル32aは、内側コイル31の外側でループを形成し、そのループの外側において、内側コイル31の外側の磁束と逆相の磁束を発生するように形成されている。例えば、外側コイル32aは、内側コイル31を流れる電流とは逆向きの電流が流れるように形成される。より具体的には、内側コイル31に反時計回りの電流が流れるとする。この場合、外側コイル32aは、時計回りの電流が流れるように形成される。

【0095】

外側コイル32bは、内側コイル31の外側でループを形成し、そのループの外側において、内側コイル31の外側の磁束と逆相の磁束を発生するように形成されている。例えば、外側コイル32bは、内側コイル31を流れる電流とは逆向きの電流が流れるように形成される。より具体的には、内側コイル31に反時計回りの電流が流れるとする。この場合、外側コイル32bは、時計回りの電流が流れるように形成される。

20

【0096】

外側コイル32aは、一端が端子T31に接続され、他端が容量素子33aに接続されている。外側コイル32bは、一端が端子T32に接続され、他端が容量素子33bに接続されている。端子T31, T32には、内側コイル31および外側コイル32a, 32bから磁界を発生するための電流が入力される。

【0097】

電力コイル30は、端子T31と接続されている外側コイル32aの一端と、端子T32と接続されている外側コイル32bの一端とから見て、対称となるように形成されている。

30

【0098】

図12は、電力コイル30の等価回路を示した図である。図12には、図11に示した端子T31, T32が示してある。

【0099】

図12のインダクタL31は、図11の外側コイル32aに対応している。図12の容量素子C31は、図11の容量素子33aに対応している。図12のインダクタL32は、図11の内側コイル31に対応している。図12の容量素子C32は、図11の容量素子33bに対応している。図12のインダクタL33は、図11の外側コイル32bに対応している。

40

【0100】

図12に示すように、電力コイル30の等価回路も、端子T31と接続されている外側コイル32aの一端と、端子T32と接続されている外側コイル32bの一端とから見て、対称となるように形成される。

【0101】

内側コイル31と外側コイル32a, 32bの大きさの関係および巻き数の関係は、式(1)および式(2)より求まる。例えば、内側コイル31の面積は、外側コイル32a, 32bのそれぞれの面積を加算した面積と同じにする。また、内側コイル31および外側コイル32a, 32bは、それぞれに流れる電流が同じとなるようにコイルを巻く。例

50

えば、内側コイル 3 1 および外側コイル 3 2 a , 3 2 b のそれぞれの巻き数は、同じにする。これにより、電力コイル 3 0 の遠方界での磁界漏洩は、抑制される。

【 0 1 0 2 】

電力コイル 3 0 では、図 1 1 に示す構成とすることにより、近傍界の漏洩電力も抑制することができる。特に、電力コイル 3 0 は、端子 T 3 1 と接続されている外側コイル 3 2 a の一端と、端子 T 3 2 と接続されている外側コイル 3 2 b の一端とから見て、対称となるように形成されるため、近傍界での磁界漏洩の抑制効果が大きくなる。また、電力コイル 3 0 は、等価回路も対称となるため、近傍界での磁界漏洩の抑制効果が大きくなる。

【 0 1 0 3 】

また、電力コイル 3 0 では、次に説明するように、無線給電の際、給電側と受電側の電力コイル 3 0 の位置が多少ずれても、電力を効率よく伝送することができる。

【 0 1 0 4 】

図 1 3 は、電力コイル 3 0 が発生する磁界を説明する図である。図 1 3 には、図 1 1 に示した電力コイル 3 0 が示してある。図 1 3 では、図 1 1 の電力コイル 3 0 を簡略化して示してある。図 1 3 において、図 1 1 と同じものには同じ符号が付してある。

【 0 1 0 5 】

図 1 3 に示すように、端子 T 3 2 から、電流 I が入力されたとする。この場合、内側コイル 3 1 の内側では、内側コイル 3 1 が発生する磁束と、外側コイル 3 2 a , 3 2 b が発生する磁束とによって、図 1 3 の磁束 B 3 1 に示すように、紙面裏側から紙面表側に向かう磁束が発生する。

【 0 1 0 6 】

内側コイル 3 1 と外側コイル 3 2 a , 3 2 b との間では、内側コイル 3 1 が発生する磁束と、外側コイル 3 2 a , 3 2 b が発生する磁束とによって、磁束は「 0 」となる。すなわち、内側コイル 3 1 と外側コイル 3 2 a , 3 2 b との間には、磁束の無い（ほぼ無いを含む、以下同じ）領域ができる。

【 0 1 0 7 】

外側コイル 3 2 a , 3 2 b のそれぞれの内側では、内側コイル 3 1 が発生する磁束と、外側コイル 3 2 a , 3 2 b が発生する磁束とによって、図 1 3 の磁束 B 3 2 a , 3 2 b に示すように、紙面表側から紙面裏側に向かう磁束が発生する。

【 0 1 0 8 】

外側コイル 3 2 a , 3 2 b の外側では、内側コイル 3 1 が発生する磁束と、外側コイル 3 2 a , 3 2 b が発生する磁束とによって、磁束は「 0 」となる。すなわち、電力コイル 3 0 は、その近傍界においても磁界漏洩を抑制している。

【 0 1 0 9 】

図 1 4 は、電力の伝送効率を説明する図である。図 1 4 には、図 1 3 に示した電力コイル 3 0 が示してある。また、図 1 4 には、図 6 に示した電力コイル P（大きさが同じ電力コイル P a , P b）が示してある。図 1 4 では、図 6 の電力コイル P a , P b を簡略化して示してある。

【 0 1 1 0 】

図 1 4 に示す電力コイル 3 0 は、電力を送電する給電側の電力コイルとし、電力コイル P a , P b は、電力を受電する受電側の電力コイルとする。以下では、電力コイル P a , P b を区別する必要がない場合には、まとめて電力コイル P と記載する。電力コイル P は、内側コイル 3 1 より大きく、2 つの外側コイル 3 2 a , 3 2 b が形成する円形状より、小さいとする。

【 0 1 1 1 】

図 1 3 で説明したように、内側コイル 3 1 と外側コイル 3 2 a , 3 2 b との間には、磁束の無い領域ができる。そのため、点線の電力コイル P a に示すように、電力コイル P a の中心が、電力コイル 3 0 の中心と多少ずれても、電力コイル P a には、磁束 B 3 1 が入り込み、磁束 B 3 1 と逆相の磁束 B 3 2 a , 3 2 b が入り込まない。これにより、電力コイル 3 0 では、受電側の電力コイル P a と多少の位置ずれが生じて、電力の伝送効率の

10

20

30

40

50

低下を抑制できる。もちろん、一点鎖線の電力コイル P b に示すように、電力コイル P b の中心が、電力コイル 30 の中心と大きくずれると、電力コイル P b には、磁束 B 31 と、磁束 B 31 と逆相の磁束 B 32 a , 32 b とが入り込み、電力の伝送効率は低下する。

【0112】

上記では、受電側の電力コイルが、単に 1 方向に巻かれた円形状の電力コイル P である場合について説明したが、受電側の電力コイルが電力コイル 30 である場合も同様である。すなわち、給電側および受電側の電力コイルが電力コイル 30 である場合でも、多少の位置ずれに対し、電力の伝送効率の低下を抑制することができる。

【0113】

図 15 は、電力コイルからの距離と磁界漏洩の強さの関係を示した図である。図 15 に示す横軸は、電力コイルの外側コイルからの距離を示し、縦軸は、磁界漏洩の強さを示している。なお、磁界漏洩の測定は、給電側の電力コイルと、受電側の電力コイルとの中心を合わせ、距離を 10 mm 離れた状態で行った。また、磁界漏洩の強さは、非共振のピックアップコイルにより受電した電力値により相対的に示したものである。

10

【0114】

波形 W 1 は、図 6 に示した電力コイル P の磁界漏洩の強さを示している。電力コイル P の半径は「2.5 cm」、ターン数は「5」とした。

【0115】

波形 W 2 は、図 2 に示した電力コイル 10 の磁界漏洩の強さを示している。内側コイル 11 は、半径を「2.5 cm」、ターン数を「10」とした。また、外側コイル 12 a , 12 b は、半径を「3.5 cm」、ターン数をそれぞれ「2.5」とした。

20

【0116】

波形 W 3 は、図 11 に示した電力コイル 30 の磁界漏洩の強さを示している。内側コイル 31 は、半径を「2.5 cm」、ターン数を「5」とした。また、外側コイル 32 a , 32 b は、外周の半径を「4.5 cm」、内周の半径を「3.7 cm」とし、ターン数をそれぞれ「5」とした。

【0117】

波形 W 2 , W 3 に示すように、電力コイル 10 , 30 は、磁束打ち消し構造でない図 6 の電力コイル P に対し、磁界漏洩を抑圧していることが分かる。例えば、電力コイル 10 は、電力コイル P に対し、20 dB 前後の磁界漏洩の抑制効果が得られていることが分かる。

30

【0118】

なお、図 8 の電力コイル 20 は、図 2 の 2 つの外側コイル 12 a , 12 b の間に、内側コイル 11 を接続した電力コイル 10 に対し、2 つの内側コイル 21 a , 21 b の間に、外側コイル 22 を接続したものである。従って、電力コイル 20 は、波形 W 2 と同様の磁界漏洩の測定結果が得られる。例えば、電力コイル 20 の内側コイル 21 a , 21 b の半径を「2.5 cm」、それぞれのターン数を「5」とし、外側コイル 22 の半径を「3.5 cm」、ターン数を「5」とすれば、波形 W 2 の磁界漏洩の強さが得られる。

【0119】

図 16 は、電力コイルの位置ずれと伝達特性の関係を示した図である。図 15 に示す横軸は、給電側の電力コイルの中心と、受電側の電力コイルの中心とのずれを示している。縦軸は、電力の伝達特性 (S 21) を示している。

40

【0120】

波形 W 11 は、図 6 に示した電力コイル P の伝達特性を示している。波形 W 12 は、図 2 に示した電力コイル 10 の伝達特性を示している。波形 W 13 は、図 11 に示した電力コイル 30 の伝達特性を示している。電力コイル P , 10 , 30 の大きさおよび巻き数は、図 15 と同様である。

【0121】

図 2 の電力コイル 10 では、波形 W 12 に示すように「10 mm」程度の位置ずれまで許容できると考えられる。図 2 の電力コイル 10 では、波形 W 13 に示すように「17 m

50

m」程度の位置ずれまで許容できると考えられる。なお、図 8 の電力コイル 20 は、波形 W12 と同様の伝達特性の測定結果が得られる。

【0122】

以上説明したように、電力コイル 30 は、内側コイル 31 の外側でループを形成し、そのループの外側において、内側コイル 31 の外側の磁束と逆相の磁束を発生する、一端が端子 T31 と接続され、他端が内側コイル 31 の一端と接続された外側コイル 32a と、内側コイル 31 の外側でループを形成し、そのループの外側において、内側コイル 31 の外側の磁束と逆相の磁束を発生する、一端が端子 T32 と接続され、他端が内側コイル 31 の他端と接続された外側コイル 32b と、を有する。これにより、電力コイル 30 は、遠方界および近傍界での磁界漏洩を抑制することができる。また、給電側と受電側とにおいて、位置ずれが生じて、電力の伝送効率の低下を抑制することができる。

10

【0123】

また、電力コイル 30 の内側コイル 31 および外側コイル 32a, 32b は、外側コイル 32a の一端および外側コイル 32b の一端から見て、対称となるように形成される。また、電力コイル 30 の等価回路も、外側コイル 32a の一端および外側コイル 32b の一端から見て、対称となるように形成される。これにより、電力コイル 30 は、近傍界での磁界漏洩を抑制することができる。

【0124】

また、電力コイル 30 の内側コイル 31 および外側コイル 32a, 32b のそれぞれには、略同じ電流が流れる。また、内側コイル 31 の面積は、外側コイル 32a の面積と外側コイル 32b の面積とを加算した面積と略同じである。これにより、電力コイル 30 は、近傍界での磁界漏洩を抑制することができる。

20

【0125】

また、電力コイル 30 は、内側コイル 31 と外側コイル 32a との間に接続される容量素子 33a と、内側コイル 31 と外側コイル 32b との間に接続される容量素子 33b と、を有する。これにより、電力コイル 30 は、自己共振周波数の低下を抑制することができる。

【0126】

また、電力コイル 30 は、内側コイル 31 と外側コイル 32a, 32b とが同一平面上に形成されるため、小型化を図ることができる。

30

【0127】

[第4の実施の形態]

第3の実施の形態では、内側コイル 31 を囲う2つの外側コイル 32a, 32b を、異なる位置に配置した。第4の実施の形態では、さらに2つの内側コイルを異なる位置に配置する。

【0128】

図17は、第4の実施の形態に係る電力コイル40の構成例を示した図である。図17に示すように、電力コイル40は、端子T41、T42と、内側コイル41a, 41bと、外側コイル42a, 42bと、容量素子43a, 43bと、シャフト44とを有している。内側コイル41a, 41bおよび外側コイル42a, 42bは、同一平面上に形成されている。電力コイル40は、電力を送電する給電側装置(例えば、図1の充電器2)または電力を受電する受電側装置(例えば、図1の携帯端末3)に適用される。

40

【0129】

図17に示すシャフト44は、その断面を示しており、紙面垂直方向に伸びている。シャフト44は、図17中において、時計回りまたは反時計回りに回転する。

【0130】

内側コイル41a, 41bは、それぞれ同じ形状を有し、異なる位置に配置されている。内側コイル41a, 41bは、円形状のシャフト44の形状に沿った、三日月状の形状を有しているとともに、2つで円形状となる形状を有している。内側コイル41aは、ループ内にシャフト44を含まないよう(ループの外側で)シャフト44の半分を囲って

50

る。内側コイル 4 1 b は、ループ内にシャフト 4 4 を含まないようにシャフト 4 4 の残りの半分以上を囲っている。

【 0 1 3 1 】

外側コイル 4 2 a , 4 2 b は、それぞれ同じ形状を有し、異なる位置に配置されている。外側コイル 4 2 a , 4 2 b は、円形状の内側コイル 4 1 a , 4 1 b の形状に沿った、三日月状の形状を有しているとともに、2 つで円形状となる形状を有している。外側コイル 4 2 a は、内側コイル 4 1 a を囲い、外側コイル 4 2 b は、内側コイル 4 1 b を囲っている。

【 0 1 3 2 】

外側コイル 4 2 a は、内側コイル 4 1 a の外側でループを形成し、そのループの外側において、内側コイル 4 1 a の外側の磁束と逆相の磁束を発生するように形成されている。例えば、外側コイル 4 2 a は、内側コイル 4 1 a を流れる電流とは逆向きの電流が流れるように形成される。より具体的には、内側コイル 4 1 a に反時計回りの電流が流れるとする。この場合、外側コイル 4 2 a は、時計回りの電流が流れるように形成される。

10

【 0 1 3 3 】

外側コイル 4 2 b は、内側コイル 4 1 b の外側でループを形成し、そのループの外側において、内側コイル 4 1 b の外側の磁束と逆相の磁束を発生するように形成されている。例えば、外側コイル 4 2 b は、内側コイル 4 1 b を流れる電流とは逆向きの電流が流れるように形成される。より具体的には、内側コイル 4 1 b に反時計回りの電流が流れるとする。この場合、外側コイル 4 2 b は、時計回りの電流が流れるように形成される。

20

【 0 1 3 4 】

内側コイル 4 1 a の一端は、内側コイル 4 1 b の一端と接続されている。内側コイル 4 1 a の他端は、容量素子 4 3 a を介して、外側コイル 4 2 a の他端と接続されている。外側コイル 4 2 a の一端は、端子 T 4 1 と接続されている。内側コイル 4 1 b の他端は、容量素子 4 3 b を介して、外側コイル 4 2 b と接続されている。外側コイル 4 2 b の一端は、端子 T 4 2 と接続されている。言い換えれば、2 つの外側コイル 4 2 a , 4 2 b の間に、2 つの内側コイル 4 1 a , 4 1 b が、容量素子 4 3 a , 4 3 b を介して接続されている。容量素子 4 3 a , 4 3 b の合成の容量は、内側コイル 4 1 a , 4 1 b と外側コイル 4 2 a , 4 2 b との合成の自己インダクタンスと、送電周波数で共振する値である。端子 T 4 1 , T 4 2 には、内側コイル 4 1 a , 4 1 b および外側コイル 4 2 a , 4 2 b から磁界を発生するための電流が入力される。

30

【 0 1 3 5 】

電力コイル 4 0 は、端子 T 4 1 と接続されている外側コイル 4 2 a の一端と、端子 T 4 2 と接続されている外側コイル 4 2 b の一端とから見て、対称となるように形成されている。

【 0 1 3 6 】

図 1 8 は、電力コイル 4 0 の等価回路を示した図である。図 1 8 には、図 1 7 に示した端子 T 4 1 , T 4 2 が示してある。

【 0 1 3 7 】

図 1 8 のインダクタ L 4 1 は、図 1 7 の外側コイル 4 2 a に対応している。図 1 8 の容量素子 C 4 1 は、図 1 7 の容量素子 4 3 a に対応している。図 1 8 のインダクタ L 4 2 は、図 1 7 の内側コイル 4 1 a に対応している。図 1 8 のインダクタ L 4 3 は、図 1 7 の内側コイル 4 1 b に対応している。図 1 8 の容量素子 C 4 2 は、図 1 7 の容量素子 4 3 b に対応している。図 1 8 のインダクタ L 4 3 は、図 1 7 の外側コイル 4 2 b に対応している。

40

【 0 1 3 8 】

図 1 8 に示すように、電力コイル 4 0 の等価回路も、端子 T 4 1 と接続されている外側コイル 4 2 a の一端と、端子 T 4 2 と接続されている外側コイル 4 2 b の一端とから見て、対称となるように形成される。

【 0 1 3 9 】

50

内側コイル 4 1 a , 4 1 b と外側コイル 4 2 a , 4 2 b の大きさの関係および巻き数の関係は、式 (1) および式 (2) より求まる。例えば、内側コイル 4 1 a , 4 1 b の加算した面積は、外側コイル 4 2 a , 4 2 b の加算した面積と同じにする。また、内側コイル 4 1 a , 4 1 b および外側コイル 4 2 a , 4 2 b は、それぞれに流れる電流が同じとなるようにコイルを巻く。例えば、内側コイル 4 1 a , 4 1 b および外側コイル 4 2 a , 4 2 b のそれぞれの巻き数は、同じにする。これにより、電力コイル 4 0 の遠方界での磁界漏洩は、抑制される。

【 0 1 4 0 】

電力コイル 4 0 では、図 1 7 に示す構成とすることにより、近傍界の漏洩電力も抑制することができる。特に、電力コイル 4 0 は、端子 T 4 1 と接続されている外側コイル 4 2 a の一端と、端子 T 4 2 と接続されている外側コイル 4 2 b の一端とから見て、対称となるように形成されるため、近傍界での磁界漏洩の抑制効果が大きくなる。また、電力コイル 4 0 は、等価回路も対称となるため、近傍界での磁界漏洩の抑制効果が大きくなる。

10

【 0 1 4 1 】

図 1 9 は、電力コイル 4 0 が発生する磁界を説明する図である。図 1 9 には、図 1 7 に示した電力コイル 4 0 が示してある。図 1 9 では、図 1 7 の電力コイル 4 0 を簡略化して示してある。図 1 9 において、図 1 7 と同じものには同じ符号が付してある。

【 0 1 4 2 】

図 1 9 に示すように、端子 T 4 2 から、電流 I が入力されたとする。この場合、内側コイル 4 1 a , 4 1 b のループの外側であって、内側コイル 4 1 a , 4 1 b で囲まれる領域 (シャフト 4 4 が存在している領域) では、内側コイル 4 1 a , 4 1 b が発生する磁束と、外側コイル 4 2 a , 4 2 b が発生する磁束とによって、磁束は「 0 」となる。すなわち、シャフト 4 4 が存在する領域では、磁束の無い領域ができる。これにより、シャフト 4 4 が金属である場合、シャフト 4 4 の表面に渦電流が流れることを抑制できる。

20

【 0 1 4 3 】

内側コイル 4 1 a , 4 1 b のそれぞれの内側では、内側コイル 4 1 a , 4 1 b が発生する磁束と、外側コイル 4 2 a , 4 2 b が発生する磁束とによって、図 1 9 の磁束 B 4 1 a , 4 1 b に示すように、紙面裏側から紙面表側に向かう磁束が発生する。

【 0 1 4 4 】

内側コイル 4 1 a , 4 1 b と外側コイル 4 2 a , 4 2 b との間では、内側コイル 4 1 a , 4 1 b が発生する磁束と、外側コイル 4 2 a , 4 2 b が発生する磁束とによって、磁束は「 0 」となる。すなわち、内側コイル 4 1 a , 4 1 b と外側コイル 4 2 a , 4 2 b との間には、磁束の無い領域ができる。

30

【 0 1 4 5 】

外側コイル 4 2 a , 4 2 b のそれぞれの内側では、内側コイル 4 1 a , 4 1 b が発生する磁束と、外側コイル 4 2 a , 4 2 b が発生する磁束とによって、図 1 9 の磁束 B 4 2 a , 4 2 b に示すように、紙面表側から紙面裏側に向かう磁束が発生する。

【 0 1 4 6 】

外側コイル 4 2 a , 4 2 b の外側では、内側コイル 4 1 a , 4 1 b が発生する磁束と、外側コイル 4 2 a , 4 2 b が発生する磁束とによって、磁束は「 0 」となる。すなわち、電力コイル 4 0 は、その近傍界においても磁界漏洩を抑制している。

40

【 0 1 4 7 】

以上説明したように、電力コイル 4 0 は、内側コイル 4 1 a を囲うように内側コイル 4 1 a の外側でループを形成し、そのループの外側において、内側コイル 4 1 a の外側の磁束と逆相の磁束を発生する、一端が T 4 1 端子と接続され、他端が内側コイル 4 1 a の他端と接続された外側コイル 4 2 a と、内側コイル 4 1 b を囲うように内側コイル 4 1 b の外側でループを形成し、そのループの外側において、内側コイル 4 1 b の外側の磁束と逆相の磁束を発生する、一端が端子 T 4 2 と接続され、他端が内側コイル 4 1 b の他端と接続された外側コイル 4 2 b と、を有する。これにより、電力コイル 4 0 は、近傍界での磁界漏洩を抑制することができる。また、給電側と受電側において、位置ずれが生じて、

50

電力の伝送効率の低下を抑制することができる。また、内側コイル 4 1 a , 4 1 b 内に金属が存在しても、金属表面に渦電流が流れることによる、電力の伝送効率の低下を抑制することができる。

【 0 1 4 8 】

また、電力コイル 4 0 の内側コイル 4 1 a , 4 1 b および外側コイル 4 2 a , 4 2 b は、外側コイル 4 2 a の一端および外側コイル 4 2 b の一端から見て、対称となるように形成される。また、電力コイル 4 0 の等価回路も、外側コイル 4 2 a の一端および外側コイル 4 2 b の一端から見て、対称となるように形成される。これにより、電力コイル 4 0 は、近傍界での磁界漏洩を抑制することができる。

【 0 1 4 9 】

また、電力コイル 4 0 の内側コイル 4 1 a , 4 1 b および外側コイル 4 2 a , 4 2 b のそれぞれには、略同じ電流が流れる。また、内側コイル 4 1 a , 4 1 の加算した面積は、外側コイル 4 2 a , 4 2 b の加算した面積と略同じである。これにより、電力コイル 4 0 は、近傍界での磁界漏洩を抑制することができる。

【 0 1 5 0 】

また、電力コイル 4 0 は、内側コイル 4 1 a と外側コイル 4 2 a との間に接続される容量素子 4 3 a と、内側コイル 4 1 b と外側コイル 4 2 b との間に接続される容量素子 4 3 b と、を有する。これにより、電力コイル 4 0 は、自己共振周波数の低下を抑制することができる。

【 0 1 5 1 】

また、電力コイル 4 0 は、内側コイル 4 1 a , 4 1 b と外側コイル 4 2 a , 4 2 b とが同一平面上に形成されるため、小型化を図ることができる。

【 0 1 5 2 】

なお、上記の各実施の形態で説明した電力コイル 1 0 ~ 4 0 は円形状としたが、これに限られない。例えば、電力コイル 1 0 ~ 4 0 は四角形状であってもよい。

【 0 1 5 3 】

[第 5 の実施の形態]

第 5 の実施の形態では、第 1 ~ 第 4 の実施の形態で示した電力コイルを用いた給電側装置および受電側装置について説明する。

【 0 1 5 4 】

図 2 0 は、第 5 の実施の形態に係る給電側装置 5 0 および受電側装置 6 0 のブロック構成例を示した図である。図 2 0 に示すように、給電側装置 5 0 は、制御部 5 1 と、通信部 5 2 と、表示装置 5 3 と、入力装置 5 4 と、電力コイル 5 5 と、磁性体 5 6 と、電源 V 1 と、容量素子 C 5 1 , C 5 2 , C 5 3 と、コモンモードフィルタ C F 1 , C F 2 と、発振器 S 1 と、増幅器 Z 1 と、インダクタ L 5 1 と、を有している。受電側装置 6 0 は、電力コイル 6 1 と、磁性体 6 2 と、整流回路 6 3 と、電源回路 6 4 と、バッテリー 6 5 と、制御部 6 6 と、通信部 6 7 と、容量素子 C 6 1 と、インダクタ L 6 1 , L 6 2 とを有している。なお、図 1 に示した充電器 2 は、図 2 0 に示す給電側装置 5 0 を有し、携帯端末 3 は、受電側装置 6 0 を有している。

【 0 1 5 5 】

制御部 5 1 は、給電側装置 5 0 の全体を制御する。通信部 5 2 は、受電側装置 6 0 と無線通信を行う。制御部 5 1 は、通信部 5 2 を介して、受電側装置 6 0 が給電台（充電台）に置かれたか否かの検出を行う。また、制御部 5 1 は、給電台に置かれた受電側装置 6 0 が、充電対象機器であるかの認証を行う。また、制御部 5 1 は、電力の送電量を制御する。

【 0 1 5 6 】

表示装置 5 3 は、制御部 5 1 の制御に応じて、所定の情報を表示する。入力装置 5 4 は、ユーザの操作を受け、受け付けた操作情報を制御部 5 1 へ出力する。

【 0 1 5 7 】

電源 V 1 は、容量素子 C 5 1 によって高周波接地されている。電源 V 1 は、コモンモー

10

20

30

40

50

ドフィルタCF1を介して、電力を増幅器Z1に供給している。コモンモードフィルタCF1は、電源V1と増幅器Z1との間に接続され、電源ラインから進入する伝導ノイズ（コモンモードノイズ）を抑制する。

【0158】

増幅器Z1には、発振器S1から出力される発振信号が入力される。増幅器Z1は、発振信号に応じて、スイッチング動作をし、送電信号（送電電力）を出力する。また、増幅器Z1は、制御部51の制御に応じて、送電電力の大きさ（増幅率）を変える。送電電力は、インダクタL51と容量素子C52、C53とによって形成されるローパスフィルタと、コモンモードフィルタCF2とを介して、電力コイル55へ出力される。

【0159】

ローパスフィルタは、増幅器Z1と電力コイル55との間に接続され、送電電力に含まれる高調波ノイズを除去する。コモンモードフィルタCF2は、増幅器Z1と電力コイル55との間に接続され、送電電力に含まれる伝導ノイズを抑制し、伝導ノイズが電力コイル55から不要放射されるのを抑制する。

【0160】

電力コイル55は、図2に示した電力コイル10、図8に示した電力コイル20、図11に示した電力コイル30、または図17に示した電力コイル40である。電力コイル55は、増幅器Z1から出力される送電電力を、磁氣的結合により受電側装置60へ無線給電する。磁性体56は、給電側装置50の金属筐体などによる電力の伝送効率の低下を抑制する。また、磁性体56は、給電側装置50の金属筐体などの発熱を抑制する。

【0161】

受電側装置60の電力コイル61は、図2に示した電力コイル10、図8に示した電力コイル20、図11に示した電力コイル30、または図17に示した電力コイル40である。電力コイル61は、給電側装置50から送電される電力を、磁氣的結合によって受電する。磁性体62は、磁性体56と同様であり、電力の伝送効率の低下や、給電側装置50の金属筐体などの発熱等を抑制する。

【0162】

なお、電力コイル61は、給電側装置50の電力コイル55と同じ型の電力コイルを用いるのがよい。また、電力コイル61には、図6に示した電力コイルPを用いてもよい。電力コイル61に、電力コイルPを用いる場合、電力コイル61とローパスフィルタとの間に共振用の容量素子を直列に接続する。そして、電力コイル61と容量素子とを、送電周波数で直列共振させる。

【0163】

容量素子C61とインダクタL61、L62は、ローパスフィルタを形成している。ローパスフィルタは、電力コイル61によって受電された電力に含まれる高調波ノイズを抑制する。また、ローパスフィルタは、整流回路63から出力される高調波ノイズを抑制し、整流回路63から出力される高調波ノイズが、電力コイル61から再放射されるのを抑制する。

【0164】

整流回路63は、電力コイル61によって受電された電力を整流する（交流から直流に変換する）。電源回路64は、整流された電力をバッテリー65、制御部66、および通信部67へ出力する。

【0165】

バッテリー65は、整流回路63から出力される電力を充電する。制御部66は、受電側装置60の全体を制御している。制御部66は、電源回路64から出力される電力（電圧）が適切な電圧となるように、電源回路64を制御する。また、制御部66は、現在受電している電力量や満充電になったかなどの充電の状態を、通信部67を介して、給電側装置50へ送信する。通信部67は、給電側装置50と無線通信を行う。

【0166】

図21は、給電側装置50の制御部51の動作例を示したフローチャートである。制御

10

20

30

40

50

部 5 1 は、例えば、電源が投入されると、図 2 1 のフローチャートを実行する。

【 0 1 6 7 】

まず、制御部 5 1 は、増幅器 Z 1 を制御し、電力コイル 5 5 から小電力の電力が送電されるようにする（ステップ S 1）。すなわち、制御部 5 1 は、受電側装置 6 0 が最低限動作する電力を送電する。

【 0 1 6 8 】

次に、制御部 5 1 は、通信部 5 2 を介して、受電側装置 6 0 と無線通信ができたか否か判定する（ステップ S 2）。すなわち、制御部 5 1 は、受電側装置 6 0 との無線通信によって、給電台に受電側装置 6 0 が置かれたか否か判定する。

【 0 1 6 9 】

制御部 5 1 は、ステップ S 2 にて、通信ができなかったと判定した場合（S 2 の「No」）ステップ S 1 へ処理を移行する。

【 0 1 7 0 】

制御部 5 1 は、ステップ S 2 にて、通信ができたと判定した場合（S 2 の「Yes」）、給電台に置かれた受電側装置 6 0 が適切な装置であるか認証処理を行う（ステップ S 3）。ここでは、制御部 5 1 は、受電側装置 6 0 を適切な装置であると認証し、処理をステップ S 4 へ移行する。

【 0 1 7 1 】

制御部 5 1 は、給電台に置かれた受電側装置 6 0 に対し、給電を行うか否か判定する（ステップ S 4）。例えば、制御部 5 1 は、通信部 5 2 を介して、受電側装置 6 0 から、満充電であるか否かの情報を受信し、給電を行うか否か判定する。

【 0 1 7 2 】

制御部 5 1 は、ステップ S 4 にて、給電を行わないと判定した場合（S 4 の「No」）、表示装置 5 3 にアラートを表示する（ステップ S 5）。例えば、制御部 5 1 は、表示装置に、給電台に置かれた受電側装置 6 0 は満充電である旨を表示する。そして、制御部 5 1 は、受電側装置 6 0 への給電を終了し、当該フローチャートの処理を終了する。

【 0 1 7 3 】

制御部 5 1 は、ステップ S 4 にて、給電を行うと判定した場合（S 4 の「Yes」）、給電台に置かれた受電側装置 6 0 が、磁界漏洩を低減する電力コイルを搭載しているか否か判定する（ステップ S 6）。例えば、制御部 5 1 は、通信部 5 2 を介して、受電側装置 6 0 から、搭載している電力コイルの情報を受信し、その情報に基づいて、磁界漏洩を低減する電力コイルを搭載しているか否か判定する。または、制御部 5 1 は、通信部 5 2 を介して、受電側装置 6 0 から、搭載している電力コイルの情報を受信しなかった場合、受電側装置 6 0 磁界漏洩を低減する電力コイルを搭載していないと判定する。

【 0 1 7 4 】

なお、磁界漏洩を低減する電力コイルとは、図 2 に示した電力コイル 1 0、図 8 に示した電力コイル 2 0、図 1 1 に示した電力コイル 3 0、または図 1 7 に示した電力コイル 4 0 である。磁界漏洩を低減しない電力コイルとは、例えば、図 6 に示した電力コイル P である。または、磁界漏洩を低減しない電力コイルとは、電力コイル 5 5 と形状が異なる電力コイルである。具体的には、電力コイル 5 5 が電力コイル 1 0 であって、電力コイル 6 1 が電力コイル 2 0 である場合である。

【 0 1 7 5 】

制御部 5 1 は、ステップ S 6 にて、給電台に置かれた受電側装置 6 0 が、磁界漏洩を低減する電力コイルを搭載していると判定した場合（S 6 の「Yes」）、通常の大きさの電力を送電する（ステップ S 7）。

【 0 1 7 6 】

そして、制御部 5 1 は、受電側装置 6 0 の充電が終了したか否か判定する（ステップ S 8）。例えば、制御部 5 1 は、通信部 5 2 を介して、受電側装置 6 0 から、充電情報を受信し、受電側装置 6 0 の充電が終了したか否か判定する。

【 0 1 7 7 】

10

20

30

40

50

制御部 5 1 は、ステップ S 8 にて、受電側装置 6 0 の充電が終了していないと判定した場合 (S 8 の「 N o 」)、ステップ S 8 の処理を繰り返す。一方、制御部 5 1 は、ステップ S 8 にて、受電側装置 6 0 の充電が終了したと判定した場合 (S 8 の「 Y e s 」)、当該フローチャートの処理を終了する。

【 0 1 7 8 】

制御部 5 1 は、ステップ S 6 にて、給電台に置かれた受電側装置 6 0 が、磁界漏洩を低減する電力コイルを搭載していないと判定した場合 (S 6 の「 N o 」)、磁界漏洩が大きくても、通常の電力送電を行うか否か、入力装置 5 4 を介してユーザから受付ける (ステップ S 9)。なお、制御部 5 1 は、ユーザから、通常の電力送電を行うか否かを受付ける際、磁界漏洩が大きくても、通常の電力送電を行うか否かを問う画面を、表示装置 5 3 に表示する。

10

【 0 1 7 9 】

制御部 5 1 は、ユーザから、入力装置 5 4 を介して、通常の電力送電を行うと受付けた場合 (S 9 の「 Y e s 」)、処理をステップ S 7 へ移行する。

【 0 1 8 0 】

制御部 5 1 は、ユーザから、入力装置 5 4 を介して、通常の電力送電を行わないと受付けた場合 (S 9 の「 N o 」)、通常の電力より低い電力を受電側装置 6 0 へ送電する (ステップ S 1 0)。すなわち、制御部 5 1 は、送電電力を小さくし、磁界漏洩が小さくなるようにする。つまり、給電側装置 5 0 は、周囲の電子機器等に対する磁界漏洩の影響を小さくする。

20

【 0 1 8 1 】

そして、制御部 5 1 は、受電側装置 6 0 の充電が終了したか否か判定する (ステップ S 1 1)。制御部 5 1 は、ステップ S 1 1 にて、受電側装置 6 0 の充電が終了していないと判定した場合 (S 1 1 の「 N o 」)、ステップ S 1 1 の処理を繰り返す。一方、制御部 5 1 は、ステップ S 1 1 にて、受電側装置 6 0 の充電が終了したと判定した場合 (S 1 1 の「 Y e s 」)、当該フローチャートの処理を終了する。

【 0 1 8 2 】

なお、ステップ S 9 の処理は、省略してもよい。

【 0 1 8 3 】

以上説明したように、給電側装置 5 0 は、増幅器 Z 1 と、電源 V 1 と増幅器 Z 1 との間に接続されたコモンモードフィルタ C F 1 と、増幅器 Z 1 と電力コイル 5 5 との間に接続されたコモンモードフィルタ C F 2 と、を有する。これにより、給電側装置 5 0 は、磁界漏洩を抑制することができる。また、給電側装置 5 0 は、送電電力に含まれる伝導ノイズを抑制し、伝導ノイズが電力コイル 5 5 から不要放射されるのを抑制することができる。

30

【 0 1 8 4 】

受電側装置 6 0 は、電力コイル 6 1 によって受電された電力を整流する整流回路 6 3 と、電力コイル 6 1 と整流回路 6 3 との間に接続されたローパスフィルタと、を有する。これにより、受電側装置 6 0 は、磁界漏洩を抑制することができる。また、受電側装置 6 0 は、整流回路 6 3 で発生する受電電力の高調波成分が、電力コイル 6 1 より再放射されることを抑制することができる。

40

【 0 1 8 5 】

上記では、給電側装置 5 0 および受電側装置 6 0 の適用例として、充電器 2 および携帯端末 3 を例に挙げた。以下では、給電側装置 5 0 および受電側装置 6 0 のその他の適用例について説明する。

【 0 1 8 6 】

図 2 2 は、給電側装置 5 0 および受電側装置 6 0 の適用例を示した図のその 1 である。図 2 2 には、自動車の一部が示してある。自動車は、充電器 7 1 と、センターコンソール 7 3 と、スマートキー 7 4 と、ラジオ 7 5 と、カーナビゲーション 7 6 と、ダッシュボード 7 7 とを有している。また、図 2 2 には、携帯端末 7 2 が示してある。

【 0 1 8 7 】

50

充電器 71 は、図 20 に示した給電側装置 50 を有している。携帯端末 72 は、図 20 に示した受電側装置 60 を有している。携帯端末 72 は、例えば、スマートフォンやタブレット端末、携帯電話などである。携帯端末 72 は、受電側装置 60 が備えるバッテリー 65 によって動作する。携帯端末 72 のバッテリー 65 は、充電器 71 に置かれると充電される。

【0188】

充電器 71 は、センターコンソール 73 に搭載されている。センターコンソール 73 は、携帯端末 72 の形状に沿った凹形状が形成され、そこに充電器 71 を搭載している。これにより、携帯端末 72 は、走行中であっても、充電器 71 からずれ落ちることなく、充電器 71 から充電されることができる。なお、充電器 71 は、電力コイルの中心部に磁石を実装し、携帯端末 3 を磁力で吸着するようにしてもよい。この場合、充電器 71 は、ダッシュボード 77 に設けられてもよい。

10

【0189】

以上説明したように、給電側装置 50 および受電側装置 60 は、自動車に適用することができる。給電側装置 50 および受電側装置 60 は、磁界漏洩を抑制するので、スマートキー 74、ラジオ 75、およびカーナビゲーション 76 などの無線機器への干渉や誤動作、ノイズ混入などを抑制することができる。

【0190】

図 23 は、給電側装置 50 および受電側装置 60 の適用例を示した図のその 2 である。図 22 には、着地台 81 と、無人航空機 82 とが示してある。

20

【0191】

着地台 81 は、図 20 に示した給電側装置 50 を有している。無人航空機 82 は、図 20 に示した受電側装置 60 を有している。無人航空機 82 は、無線によって、飛行が操作される。無人航空機 82 は、受電側装置 60 が備えるバッテリー 65 で飛行する。

【0192】

着地台 81 には、無人航空機 82 が着地する。無人航空機 82 が着地台 81 に着地すると、着地台 81 が備える電力コイル 55 と、無線航空機 82 が備える電力コイル 61 とが対向するようになっている。これにより、無人航空機 82 のバッテリー 65 は、着地台 81 に着地すると、充電されることができる。

【0193】

30

以上説明したように、給電側装置 50 および受電側装置 60 は、着地台 81 および無人航空機 82 に適用することができる。給電側装置 50 および受電側装置 60 は、磁界漏洩を抑制するので、無人航空機 82 に搭載された通信回路や GPS (Global Positioning System) 等への干渉や誤動作、ノイズ混入などを抑制することができる。

【0194】

図 24 は、給電側装置 50 および受電側装置 60 の適用例を示した図のその 3 である。図 22 には、充電器 91 と、自動車 92 とが示してある。

【0195】

充電器 91 は、図 20 に示した給電側装置 50 を有している。充電器 91 は、例えば、駐車場の地中等に設置されている。

40

【0196】

自動車 92 は、図 20 に示した受電側装置 60 を有している。自動車 92 は、受電側装置 60 が備えるバッテリー 65 で走行する。また、自動車 92 の各電子装置は、バッテリー 65 で動作する。

【0197】

自動車 92 は、例えば、駐車場等の所定の場所で停車すると、電力コイル 61 が、充電器 91 の電力コイル 55 と対向するようになっている。これにより、自動車 92 のバッテリー 65 は充電される。

【0198】

以上説明したように、給電側装置 50 および受電側装置 60 は、充電器 91 および自動

50

車 9 2 に適用することができる。給電側装置 5 0 および受電側装置 6 0 は、磁界漏洩を抑制するので、自動車 9 2 に搭載されているスマートキーや盗難防止装置、空気圧センサなどの電子機器への干渉や誤動作、ノイズ混入などを抑制することができる。

【 0 1 9 9 】

図 2 5 は、給電側装置 5 0 および受電側装置 6 0 の適用例を示した図のその 4 である。図 2 5 には、階段の歩行が困難な被介護者等向けの階段昇降機が示してある。図 2 5 には、充電器 1 0 1 と、椅子 1 0 2 と、レール 1 0 3 と、階段 1 0 4 とが示してある。

【 0 2 0 0 】

充電器 1 0 1 は、図 2 0 に示した給電側装置 5 0 を有している。充電器 1 0 1 は、例えば、レール 1 0 3 の端に位置する壁に設置されている。

10

【 0 2 0 1 】

椅子 1 0 2 は、図 2 0 に示した受電側装置 6 0 を有している。椅子 1 0 2 は、レール 1 0 3 に沿って移動できるように、レール 1 0 3 に連結されている。レール 1 0 3 は、階段 1 0 4 に沿うように、例えば、壁に取り付けられている。椅子 1 0 2 は、モータ等の駆動装置を備え、受電側装置 6 0 が備えるバッテリー 6 5 によって、レール 1 0 3 に沿って移動する。

【 0 2 0 2 】

椅子 1 0 2 は、レール 1 0 3 に沿って、充電器 1 0 1 の位置に来ると、電力コイル 6 1 が、充電器 1 0 1 の電力コイル 5 5 と対向するようになっている。これにより、椅子 1 0 2 のバッテリー 6 5 は充電される。

20

【 0 2 0 3 】

以上説明したように、給電側装置 5 0 および受電側装置 6 0 は、充電器 1 0 1 および階段 1 0 4 を昇降する椅子 1 0 2 に適用することができる。給電側装置 5 0 および受電側装置 6 0 は、磁界漏洩を抑制するので、例えば、被介護者が装着した心臓ペースメーカーや補聴器などの医療機器に対して、干渉の影響を抑制することができる。

【 0 2 0 4 】

図 2 6 は、給電側装置 5 0 および受電側装置 6 0 の適用例を示した図のその 5 である。図 2 6 には、ベッドからの歩行が困難な被介護者向けのリフトが示してある。図 2 6 には、充電器 1 1 1 と、電動リフト 1 1 2 と、スリングシート 1 1 3 と、支柱 1 1 4 a , 1 1 4 b と、レール 1 1 5 と、ベッド 1 1 6 とが示してある。

30

【 0 2 0 5 】

充電器 1 1 1 は、図 2 0 に示した給電側装置 5 0 を有している。充電器 1 1 1 は、支柱 1 1 4 a , 1 1 4 b によって支えられたレール 1 1 5 の端の部分に取り付けられている。

【 0 2 0 6 】

電動リフト 1 1 2 は、図 2 0 に示した受電側装置 6 0 を有している。電動リフト 1 1 2 は、レール 1 1 5 に沿って移動できるように、レール 1 1 5 に連結されている。電動リフト 1 1 2 は、モータ等の駆動装置を備え、受電側装置 6 0 が備えるバッテリー 6 5 によって、レール 1 1 5 に沿って移動する。電動リフト 1 1 2 には、スリングシート 1 1 3 が取り付けられている。

【 0 2 0 7 】

電動リフト 1 1 2 は、レール 1 1 5 に沿って、充電器 1 1 1 の位置に来ると、電力コイル 6 1 が、充電器 1 1 1 の電力コイル 5 5 と対向するようになっている。これにより、電動リフト 1 1 2 のバッテリー 6 5 は充電される。

40

【 0 2 0 8 】

以上説明したように、給電側装置 5 0 および受電側装置 6 0 は、充電器 1 1 1 および電動リフト 1 1 2 に適用することができる。給電側装置 5 0 および受電側装置 6 0 は、磁界漏洩を抑制するので、例えば、被介護者が装着した心臓ペースメーカーや補聴器などの医療機器に対して、干渉の影響を抑制することができる。

【 0 2 0 9 】

以上、本発明について実施形態を用いて説明したが、電力コイル、給電側装置、および

50

受電側装置の構成を理解容易にするために、主な処理内容に応じて分類したものである。構成要素の分類の仕方や名称によって、本願発明が制限されることはない。電力コイル、給電側装置、および受電側装置の構成は、処理内容に応じて、さらに多くの構成要素に分類することもできる。また、1つの構成要素がさらに多くの処理を実行するように分類することもできる。また、各構成要素の処理は、1つのハードウェアで実行されてもよいし、複数のハードウェアで実行されてもよい。

【0210】

また、上述したフローチャートの各処理単位は、給電側装置および受電側装置の処理を理解容易にするために、主な処理内容に応じて分割したものである。処理単位の分割の仕方や名称によって、本願発明が制限されることはない。給電側装置および受電側装置の処理は、処理内容に応じて、さらに多くの処理単位に分割することもできる。また、1つの処理単位がさらに多くの処理を含むように分割することもできる。

10

【0211】

また、本発明の技術的範囲は上記実施形態に記載の範囲には限定されない。上記実施形態に多様な変更または改良を加えることが可能であることが当業者には明らかである。また、そのような変更または改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、特許請求の範囲の記載から明らかである。さらに、各実施の形態を組み合わせることもできる。

【0212】

また、図面等において示した各構成の位置、大きさ、形状、範囲などは、発明の理解を容易にするため、実際の位置、大きさ、形状、範囲などを表していない場合がある。このため、本発明は、必ずしも、図面等に開示された位置、大きさ、形状、範囲などに限定されない。

20

【0213】

(付記1)

第1の内側コイルと、

一端が前記第1の内側コイルの一端と接続された第2の内側コイルと、

前記第1の内側コイルを囲うように前記第1の内側コイルの外側で第1のループを形成し、前記第1のループの外側において、前記第1の内側コイルの外側の磁束と逆相の磁束を発生する、一端が第1の端子と接続され、他端が前記第1の内側コイルの他端と接続された第1の外側コイルと、

30

前記第2の内側コイルを囲うように前記第2の内側コイルの外側で第2のループを形成し、前記第2のループの外側において、前記第2の内側コイルの外側の磁束と逆相の磁束を発生する、一端が第2の端子と接続され、他端が前記第2の内側コイルの他端と接続された第2の外側コイルと、

を有することを特徴とする電力コイル。

【0214】

(付記2)

増幅器と、

電源と前記増幅器との間に接続された第1のコモンモードフィルタと、

40

内側コイルと、前記内側コイルを囲うように形成され、外側において、前記内側コイルの外側の磁束と逆相の磁束を発生する、一端が第1の端子に接続され、他端が前記内側コイルの一端と接続された第1の外側コイルと、前記内側コイルを囲うように形成され、外側において、前記内側コイルの外側の磁束と逆相の磁束を発生する、一端が第2の端子に接続され、他端が前記内側コイルの他端と接続された第2の外側コイルと、を有する電力コイルと、

前記増幅器と前記電力コイルとの間に接続された第2のコモンモードフィルタと、

を有することを特徴とする給電側装置。

【0215】

(付記3)

50

内側コイルと、前記内側コイルを囲うように形成され、外側において、前記内側コイルの外側の磁束と逆相の磁束を発生する、一端が第1の端子に接続され、他端が前記内側コイルの一端と接続された第1の外側コイルと、前記内側コイルを囲うように形成され、外側において、前記内側コイルの外側の磁束と逆相の磁束を発生する、一端が第2の端子に接続され、他端が前記内側コイルの他端と接続された第2の外側コイルと、を有する電力コイルと、

前記電力コイルによって受電された電力を整流する整流回路と、

前記電力コイルと前記整流回路との間に接続されたローパスフィルタと、

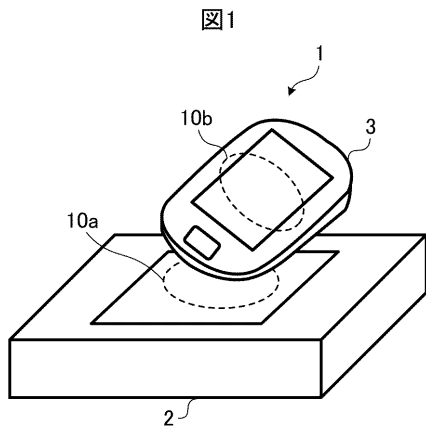
を有することを特徴とする受電側装置。

【符号の説明】

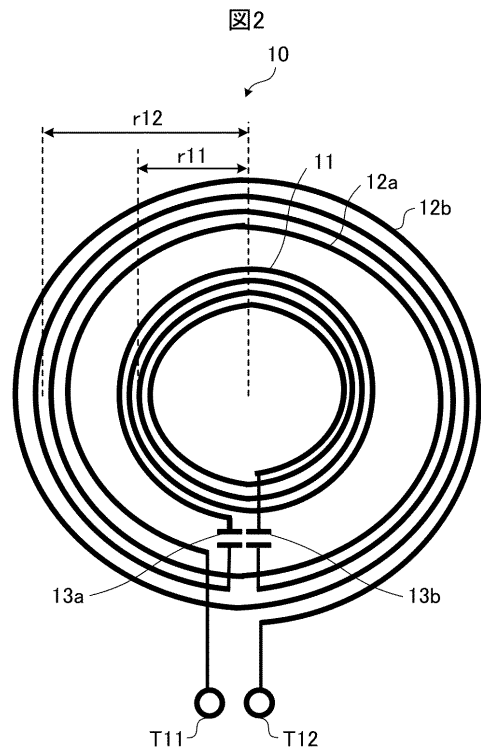
【0216】

1...無線給電システム、2...充電器、3...携帯端末、10, 10a, 10b...電力コイル、11...内側コイル、12a, 12b...外側コイル、13a, 13b...容量素子、T11, T12...端子、21a, 21b...内側コイル、22...外側コイル、23a, 23b...容量素子、T21, T22...端子、31...内側コイル、32a, 32b...外側コイル、33a, 33b...容量素子、T31, T32...端子、41a, 41b...内側コイル、42...外側コイル、43a, 43b...容量素子、44...シャフト、T41, T42...端子、50...給電側装置、60...受電側装置。

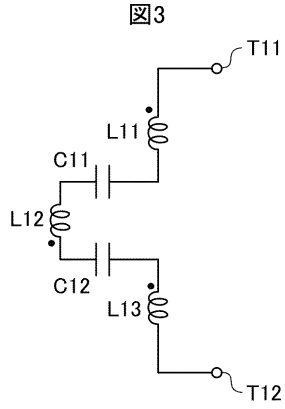
【図1】



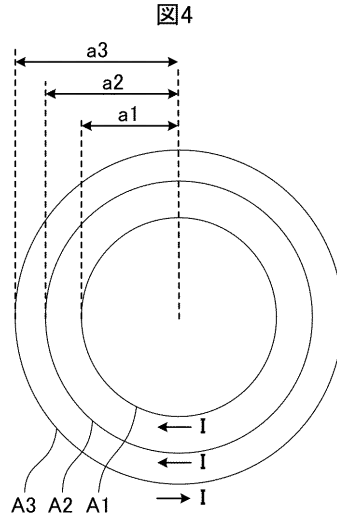
【図2】



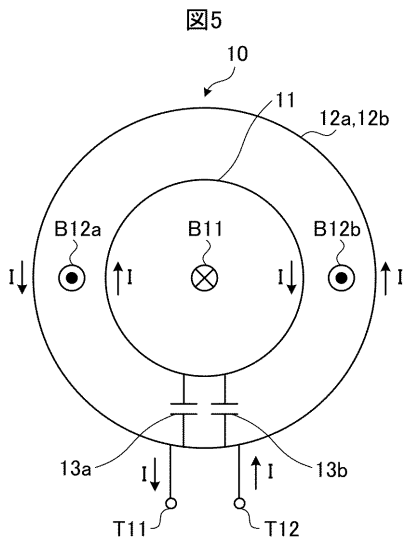
【 図 3 】



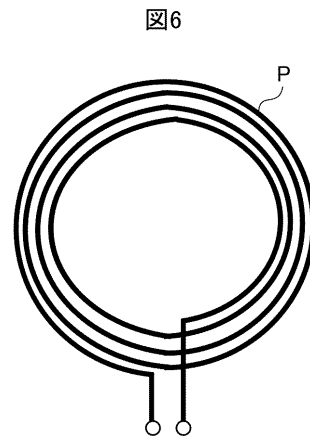
【 図 4 】



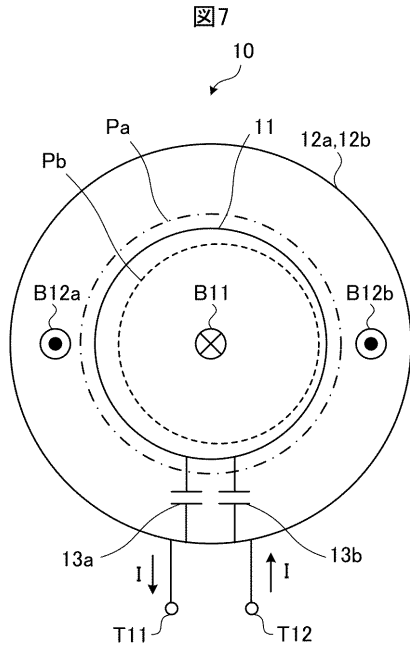
【 図 5 】



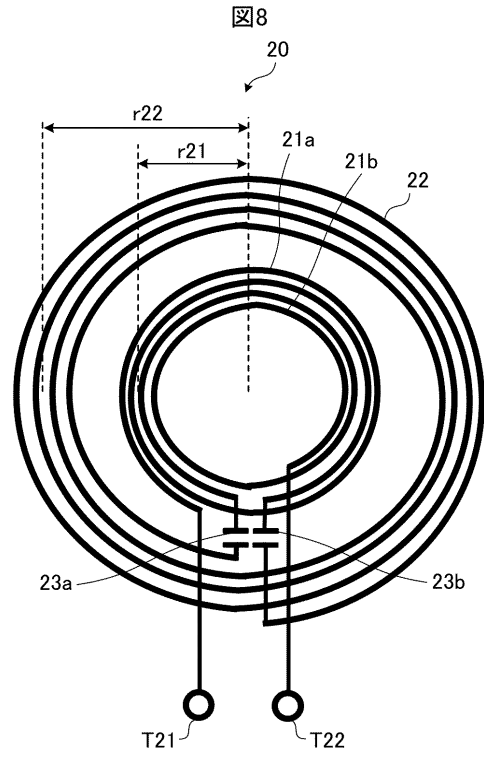
【 図 6 】



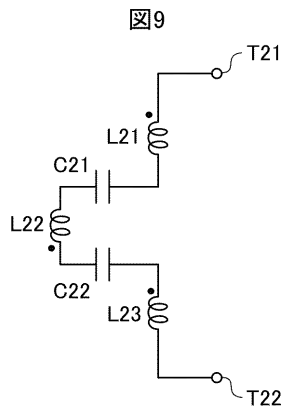
【 図 7 】



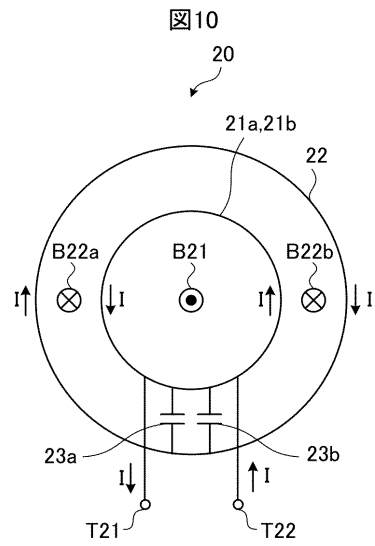
【 図 8 】



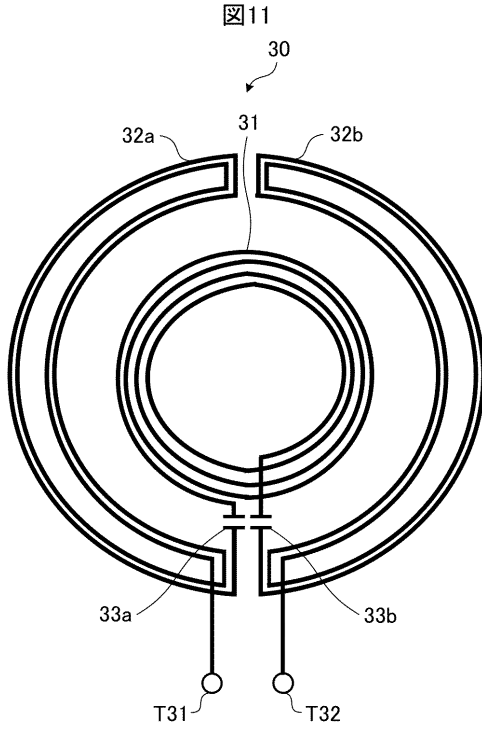
【 図 9 】



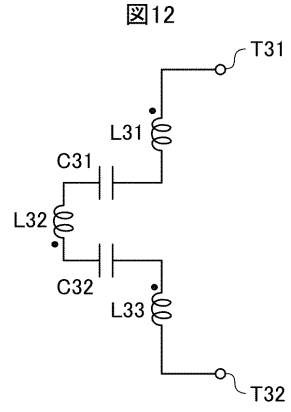
【 図 10 】



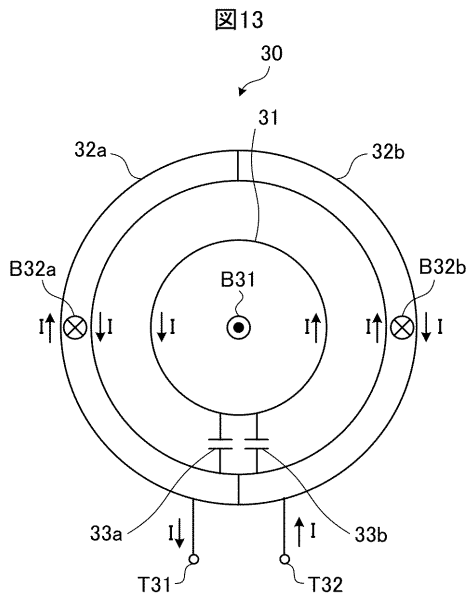
【 図 1 1 】



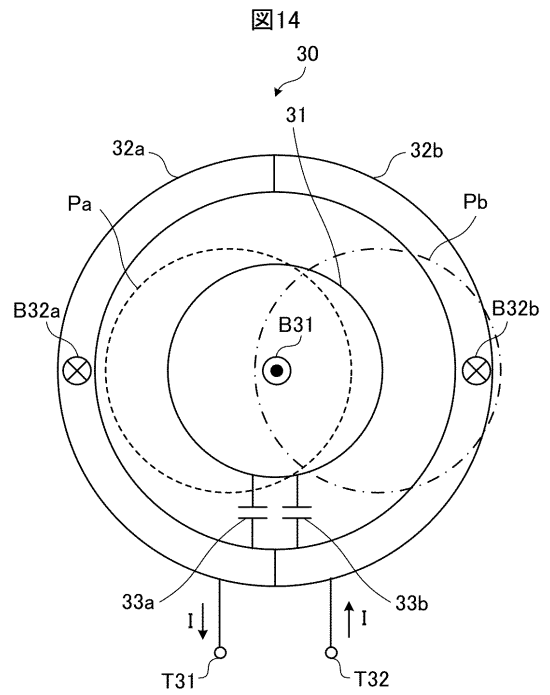
【 図 1 2 】



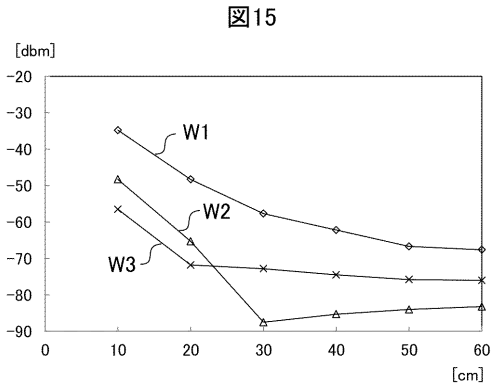
【 図 1 3 】



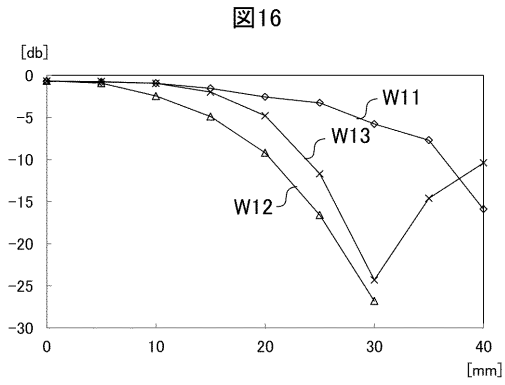
【 図 1 4 】



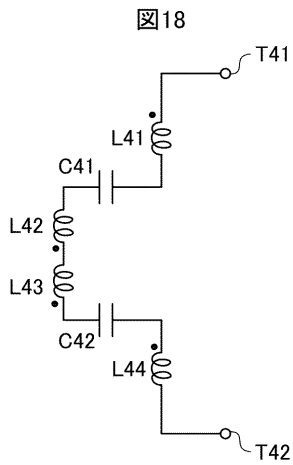
【 図 1 5 】



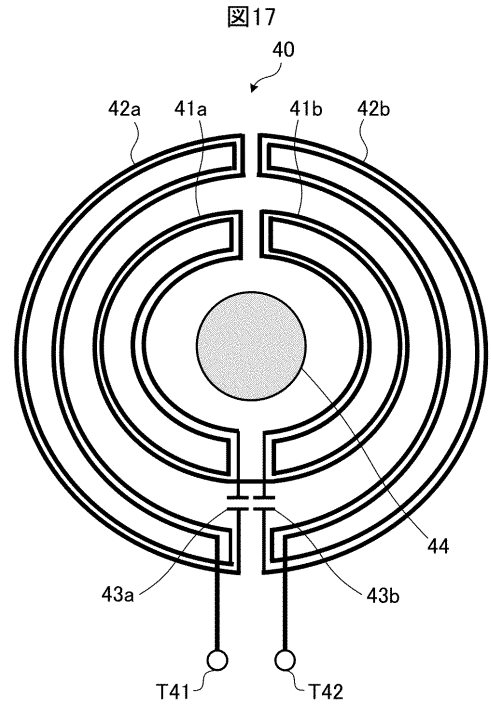
【 図 1 6 】



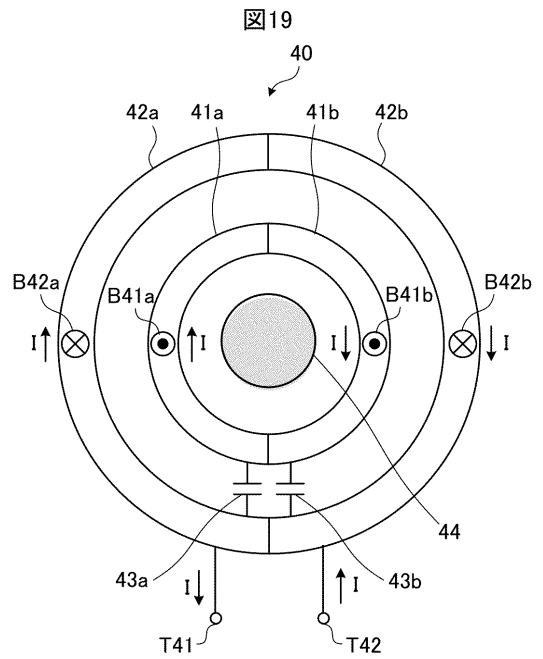
【 図 1 8 】



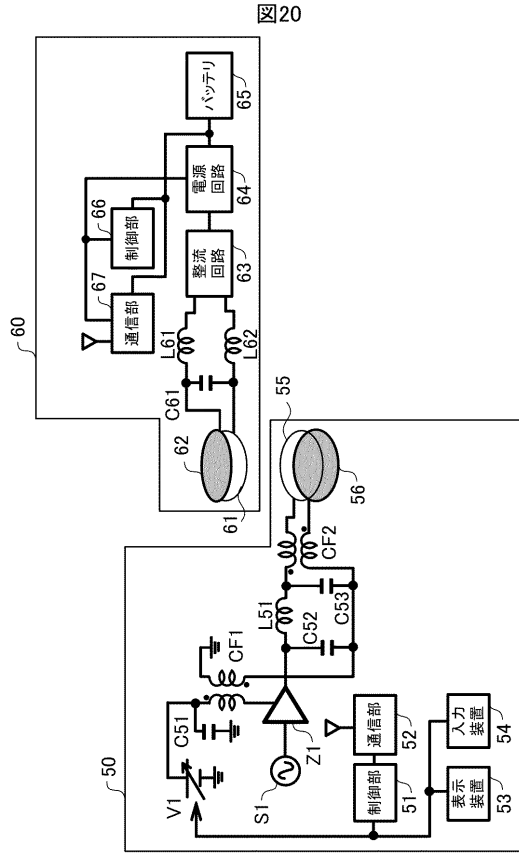
【 図 1 7 】



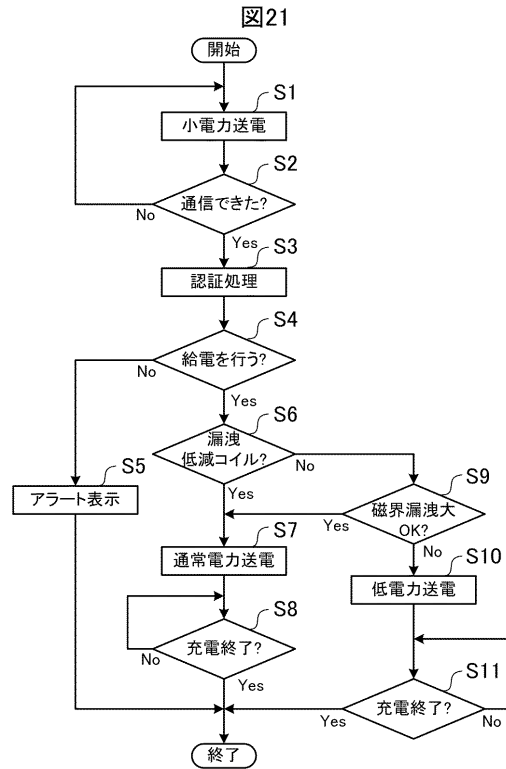
【 図 1 9 】



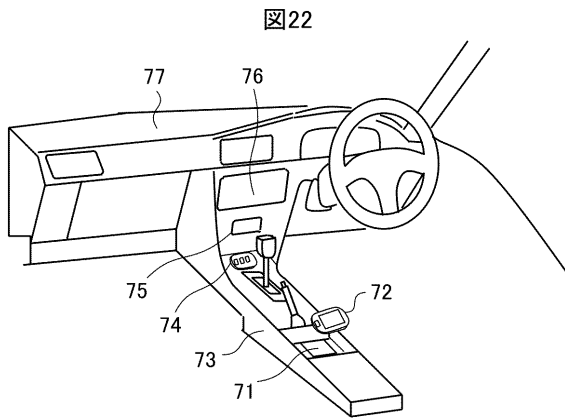
【図20】



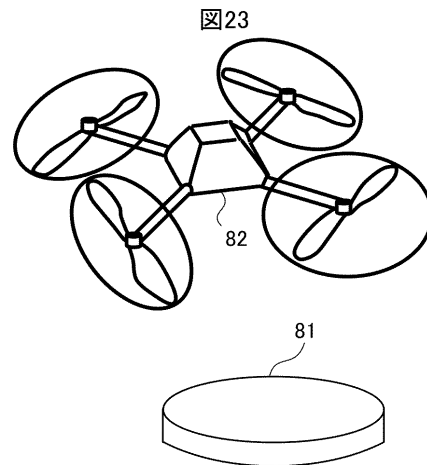
【図21】



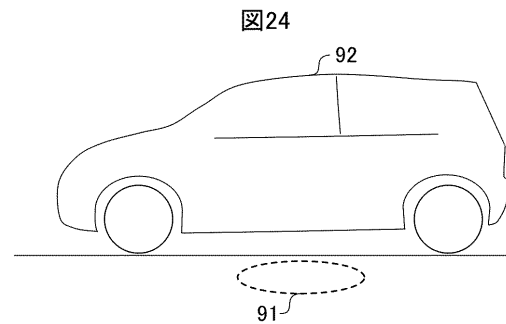
【図22】



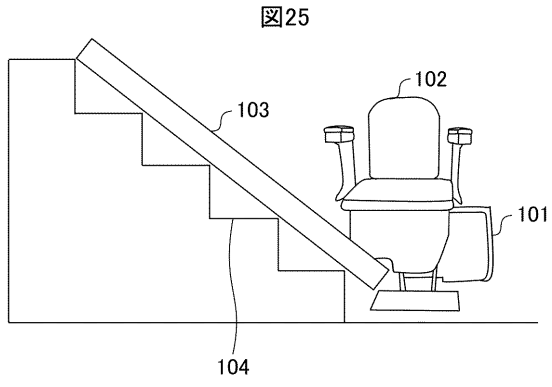
【図23】



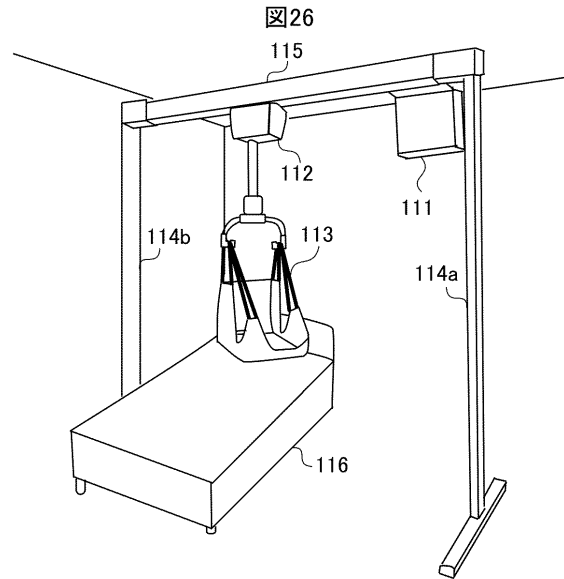
【図24】



【 図 2 5 】



【 図 2 6 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード(参考)
B 6 0 M	7/00	(2006.01)	A 6 1 G	7/14		
B 6 0 L	5/00	(2006.01)	B 6 0 M	7/00	X	
B 6 0 L	11/18	(2006.01)	B 6 0 L	5/00	B	
			B 6 0 L	11/18	C	