

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6124085号
(P6124085)

(45) 発行日 平成29年5月10日 (2017.5.10)

(24) 登録日 平成29年4月14日 (2017.4.14)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 F 27/36 (2006.01)

H O 1 F 27/36

B

H O 2 J 50/70 (2016.01)

H O 2 J 50/70

H O 1 F 38/14 (2006.01)

H O 1 F 38/14

請求項の数 10 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2014-523605 (P2014-523605)
 (86) (22) 出願日 平成25年7月3日 (2013.7.3)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2013/004133
 (87) 国際公開番号 W02014/006895
 (87) 国際公開日 平成26年1月9日 (2014.1.9)
 審査請求日 平成28年1月20日 (2016.1.20)
 (31) 優先権主張番号 61/668,198
 (32) 優先日 平成24年7月5日 (2012.7.5)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 314012076
 パナソニック I P マネジメント株式会社
 大阪府大阪市中央区域見2丁目1番61号
 (74) 代理人 100101683
 弁理士 奥田 誠司
 (74) 代理人 100155000
 弁理士 喜多 修市
 (74) 代理人 100180529
 弁理士 梶谷 美道
 (74) 代理人 100125922
 弁理士 三宅 章子
 (74) 代理人 100135703
 弁理士 岡部 英隆
 (74) 代理人 100188813
 弁理士 川喜田 徹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線電力伝送装置、無線電力送電装置および受電装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

非接触状態で対向するように配置される送電アンテナおよび受電アンテナと、

前記送電アンテナと前記受電アンテナとが対向しているとき、前記送電アンテナおよび前記受電アンテナを内部空間に収容する電磁シールド構造体であって、第1シールドおよび第2シールドを有し、前記第1シールドは、前記送電アンテナを収容する第1空間を形成するように、前記送電アンテナに対向する第1の平板部分と、前記第1の平板部分の端部から前記第1の平板部分に垂直に突出する第1のシールド側壁とを有し、かつ、前記第2シールドは、前記受電アンテナを収容する第2空間を形成するように、前記受電アンテナに対向する第2の平板部分と、前記第2の平板部分の端部から前記第2の平板部分に垂直に突出する第2のシールド側壁とを有している電磁シールド構造体と、
 を備え、

前記電磁シールド構造体は非磁性導電材料から形成され、

前記第1シールドおよび前記第2シールドが、前記送電アンテナおよび前記受電アンテナの少なくとも一方に平行で、かつ前記第1のシールド側壁および前記第2のシールド側壁から前記電磁シールド構造体の外側に向かって広がる突出部をそれぞれ有しており、

前記送電アンテナから前記受電アンテナに高周波磁界を介して非接触で電力を伝送し、

前記第1シールドのアンテナ対向面と前記送電アンテナとの距離を G_1 、前記第1シールドの突出部の長さを E_L とするとき、 $0 < E_L / G_1$ が成立し、

前記第2シールドのアンテナ対向面と前記受電アンテナとの距離を G_2 、前記第2シールド

10

20

ルドの突出部の長さを $E L$ とするとき、 $0 < E L / G 2$ が成立する、無線電力伝送装置。

【請求項 2】

前記突出部は、前記第 1 シールドのうち、前記第 1 シールドと前記第 2 シールドとの間に形成されるギャップの一端を規定する部分から前記電磁シールド構造体の外側に向かって鰐状に広がっている、請求項 1 に記載の無線電力伝送装置。

【請求項 3】

前記突出部は、前記第 2 シールドのうち、前記第 1 シールドと前記第 2 シールドとの間に形成されるギャップの一端を規定する部分から前記電磁シールド構造体の外側に向かって鰐状に広がっている、請求項 2 に記載の無線電力伝送装置。

10

【請求項 4】

前記第 1 シールドおよび前記第 2 シールドの各々が前記突出部を有している、請求項 1 に記載の無線電力伝送装置。

【請求項 5】

前記突出部は、前記第 1 シールドと前記第 2 シールドとの間に形成されるギャップの一端および他端を規定する部分から前記電磁シールド構造体の外側に向かって鰐状に広がっている、請求項 4 に記載の無線電力伝送装置。

【請求項 6】

導電体部分を有する筐体を備え、

前記筐体の前記導電体部分は、前記電磁シールド構造体の前記突出部に接触している、請求項 1 から 5 のいずれかに記載の無線電力伝送装置。

20

【請求項 7】

前記第 1 シールドおよび前記第 2 シールドの少なくとも一方は、前記受電アンテナまたは前記送電アンテナに対向する磁性体シートを備えている、請求項 1 から 6 のいずれかに記載の無線電力伝送装置。

【請求項 8】

前記突出部は、前記高周波磁界の周波数において、前記第 1 シールドまたは前記第 2 シールドと電磁的に結合する、請求項 1 から 7 のいずれかに記載の無線電力伝送装置。

【請求項 9】

請求項 1 から 8 のいずれかに記載された無線電力伝送装置に使用される前記第 1 シールドおよび前記送電アンテナを備える無線電力送電装置。

30

【請求項 10】

請求項 1 から 8 のいずれかに記載された無線電力伝送装置に使用される前記第 2 シールドおよび前記受電アンテナを備える無線電力受電装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、共振磁界結合を利用して電力を無線で伝送する共振磁界結合型の非接触電力技術に関する。

40

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 は、2 つの共振器の間で空間を介して電力を伝送する新しい無線電力伝送装置を開示している。この無線電力伝送装置では、共振器の周辺の空間に生じる共振周波数の振動電力のしみ出し（エバネッセント・テール）を介して 2 つの共振器を結合することにより、振動電力を無線（非接触）で伝送する。

【0003】

特許文献 2 は、他の共振磁界結合型の無線電力伝送装置を開示している。この無線電力伝送装置によれば、比較的低い結合効率で電力を伝送する際に電圧を効果的に上昇させる

50

ことができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】米国特許出願公開第2008/0278264号明細書(図10、図12)

【特許文献2】特開2011-41464号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

10

共振磁界結合によって電力を伝送するとき、共振磁界が外部に漏れて人に影響が及ぶことが危惧される。本発明の実施形態は、漏れ磁界を抑制することのできる無線電力伝送装置および送電装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0006】

実施形態において、無線電力伝送装置は、非接触状態で対向するように配置される送電アンテナおよび受電アンテナと、前記送電アンテナと前記受電アンテナとが対向しているとき、前記送電アンテナおよび前記受電アンテナを内部空間に収容する電磁シールド構造体であって、第1シールドおよび第2シールドを有し、前記第1シールドは、前記送電アンテナを収容する第1空間を形成するように、前記送電アンテナに対向する第1の平板部分と、前記第1の平板部分の端部から前記第1の平板部分に垂直に突出する第1のシールド側壁とを有し、かつ、前記第2シールドは、前記受電アンテナを収容する第2空間を形成するように、前記受電アンテナに対向する第2の平板部分と、前記第2の平板部分の端部から前記第2の平板部分に垂直に突出する第2のシールド側壁とを有している電磁シールド構造体とを備え、前記第1シールドおよび前記第2シールドの少なくとも一方が、前記送電アンテナおよび前記受電アンテナの少なくとも一方に平行で、かつ前記第1のシールド側壁および前記第2のシールド側壁の少なくとも一方から前記電磁シールド構造体の外側に向かって広がる突出部を有しており、前記送電アンテナから前記受電アンテナに高周波磁界を介して非接触で電力を伝送する。

20

【発明の効果】

30

【0007】

本発明の実施形態における無線電力伝送装置および送電装置によれば、磁性体部材によって漏れ磁界を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本開示の無線電力伝送装置の基本構成例を示す図である。

【図2】本開示の無線電力伝送装置におけるアンテナの等価回路の例を示す図である。

【図3】本開示の他の無線電力伝送装置(整流回路付)の基本構成例を示す図である。

【図4】本開示の無線電力伝送装置におけるアンテナ配置の一例を模式的に示す斜視図である。

40

【図5】本開示の無線電力伝送装置におけるアンテナ配置の一例を模式的に示す側面図である。

【図6A】本開示の無線電力伝送装置における電磁シールド構造体の一例を示す斜視図である。

【図6B】本開示の無線電力伝送装置における電磁シールド構造体の一例を示す断面図である。

【図7A】本開示の無線電力伝送装置における電磁シールド構造体の他の例を示す斜視図である。

【図7B】本開示の無線電力伝送装置における電磁シールド構造体の他の例を示す断面図である。

50

【図 8 A】アンテナ配置の例を示す斜視図である。

【図 8 B】比較例における突出部が無い電磁シールド構造体とアンテナとの関係を示す透過斜視図である。

【図 8 C】本開示の実施例における電磁シールド構造体とアンテナとの関係を示す透過斜視図である。

【図 9】本開示の無線電力伝送装置における電磁シールド構造体の更に他の例を示す断面図である。

【図 10】本開示の無線電力伝送装置における電磁シールド構造体の更に他の例を示す断面図である。

【図 11】本開示の無線電力伝送装置における電磁シールド構造体の更に他の例を示す断面図である。

10

【図 12】本開示の無線電力伝送装置における電磁シールド構造体のサイズを規定するパラメータを示す断面図である。

【図 13】無線電力伝送時における漏れ磁界強度と電磁シールド構造体の中心からの距離との関係を示すグラフである。

【図 14】突出部 200c が無い場合における漏れ磁界強度に対する突出部 200c を設けた場合における磁界強度の比率（磁界強度抑圧比）の突出部 200c の長さ依存性を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0009】

20

本開示による無線電力伝送装置の実施形態を説明する前に、本開示の基本構成を簡単に説明する。

【0010】

本開示の一側面によると、無線電力伝送装置は、第 1 インダクタと第 2 インダクタとを備え、第 1 インダクタと第 2 インダクタとの間で共振磁界結合によって非接触で電力を送送する。第 2 インダクタは、第 1 インダクタから離間している。第 1 インダクタおよび第 2 インダクタの一方は送電アンテナのインダクタとして機能し、他方は受電アンテナのインダクタとして機能する。

【0011】

実施形態において、この無線電力伝送装置は、対向して配置された送電アンテナおよび受電アンテナを内部空間に収容する電磁シールド構造体を備えている。この電磁シールド構造体は、第 1 シールドおよび第 2 シールドを有し、第 1 シールドは送電アンテナを収容する第 1 空間を形成するように、前記送電アンテナに対向する第 1 の平板部分と、前記第 1 の平板部分の端部から前記第 1 の平板部分に垂直に突出する第 1 のシールド側壁とを有し、第 2 シールドは受電アンテナを収容する第 2 空間を形成するように、前記受電アンテナに対向する第 2 の平板部分と、前記第 2 の平板部分の端部から前記第 2 の平板部分に垂直に突出する第 2 のシールド側壁とを有している。第 1 シールドおよび第 2 シールドの少なくとも一方は、前記送電アンテナおよび前記受電アンテナの少なくとも一方に平行で、かつ前記第 1 のシールド側壁および前記第 2 のシールド側壁の少なくとも一方から前記電磁シールド構造体の外側に向かって広がる突出部（追加シールド）を有している。送電アンテナおよび受電アンテナが対向して配置されるとき、第 1 シールドと第 2 シールドの間には、ギャップが形成される。このような構成を備えることにより、ギャップから外側に漏れる磁界の強度が低減される。

30

40

【0012】

ある実施形態において、前記突出部は、前記第 1 シールドのうち、前記ギャップの一端を規定する部分から前記電磁シールド構造体の外側に向かって鰐状に広がっている。

【0013】

ある実施形態において、前記突出部は、前記第 2 シールドのうち、前記ギャップの一端を規定する部分から前記電磁シールド構造体の外側に向かって鰐状に広がっている。

【0014】

50

ある実施形態において、前記第 1 シールドおよび前記第 2 シールドの各々が前記突出部を有している。

【 0 0 1 5 】

ある実施形態において、前記突出部は、前記ギャップの一端および他端を規定する部分から前記電磁シールド構造体の外側に向かって鰐状に拡がっている。

【 0 0 1 6 】

ある実施形態において、前記突出部は前記境界面に対して平行である。

【 0 0 1 7 】

ある実施形態において、導電体部分を有する筐体を備え、前記筐体の前記導電体部分は、前記電磁シールド構造体の前記突出部に接触している。

10

【 0 0 1 8 】

ある実施形態において、前記電磁シールド構造体は非磁性導電材料から形成されている。

【 0 0 1 9 】

ある実施形態において、前記第 1 シールドおよび前記第 2 シールドの少なくとも一方は、前記受電アンテナまたは前記送電アンテナに対向する磁性体シートを備えている。

【 0 0 2 0 】

ある実施形態において、前記突出部は、前記高周波磁界の周波数において、前記第 1 シールドまたは前記第 2 シールドと電磁氣的に結合する。

【 0 0 2 1 】

20

ある実施形態において、前記第 1 シールドが前記突出部を有し、前記第 1 シールドのアンテナ対向面と前記送電アンテナとの距離を G_1 、前記第 1 シールドの突出部の長さを E_L とするとき、 $0.1 \leq E_L / G_1$ が成立する。

【 0 0 2 2 】

ある実施形態において、前記第 2 シールドが前記突出部を有し、前記第 2 シールドのアンテナ対向面と前記受電アンテナとの距離を G_2 、前記第 2 シールドの突出部の長さを E_L とするとき、 $0.1 \leq E_L / G_2$ が成立する。

【 0 0 2 3 】

次に、図 1 を参照する。図 1 は、本開示による無線電力伝送装置の基本構成の一例を示している。この無線電力伝送装置の例は、発振周波数 f_0 の発振器 103 と、共振周波数 f_T の送電アンテナ 107 と、共振周波数 f_R の受電アンテナ 109 と、電磁シールド構造体 200 とを備えている。共振周波数 f_T および共振周波数 f_R は、典型的には、周波数 f_0 に等しく設定され得るが、共振周波数 f_T 、共振周波数 f_R 、および共振周波数 f_0 は相互に等しく設定されている必要はない。周波数 f_0 は、例えば $50 \text{ Hz} \sim 300 \text{ GHz}$ 、ある例では、 $100 \text{ kHz} \sim 10 \text{ GHz}$ 、典型的には、 $500 \text{ kHz} \sim 20 \text{ MHz}$ に設定される。なお、用途によっては、 $10 \text{ kHz} \sim 1 \text{ GHz}$ 、あるいは、 $20 \text{ kHz} \sim 20 \text{ MHz}$ 、 $100 \text{ kHz} \sim 205 \text{ kHz}$ 、 $20 \text{ kHz} \sim 100 \text{ kHz}$ の範囲に設定される。本明細書では、このような周波数 f_0 の振動磁界によって伝送される電力を「高周波電力」または「RF 電力」と称する場合がある。なお、発振器 103 の発振周波数 f_0 、送電アンテナ 107 の共振周波数 f_T 、および、受電アンテナ 109 の共振周波数 f_R の少なくとも 1 つは、可変であり得る。

30

40

【 0 0 2 4 】

発振器 103 は、典型的には、直流電力を受け取り、この直流電力を周波数 f_0 の RF 電力に変換する (DC - RF 変換)。発振器 103 には、D 級、E 級、F 級などの、高効率且つ低歪な特性を実現できる増幅器を用いることができるし、ドハーティ増幅器を用いてもよい。歪成分を含む出力信号を発生するスイッチング素子の後段に、低域通過フィルタまたは帯域通過フィルタ、帯域阻止フィルタを配置することにより、高効率な正弦波を生成してもよい。発振器 103 は、交流電力を受け取り、RF 電力に変換してもよい。

【 0 0 2 5 】

発振器 103 から出力された RF 電力は、発振器 103 に接続された送電アンテナ 10

50

7に入力される。送電アンテナ107および受電アンテナ109は、互いの共振器が形成する共振磁界によって結合され、受電アンテナ109は、送電アンテナ107によって送出されたRF電力を受け取ることができる。受電アンテナ109は、送電アンテナ107に接触しておらず、送電アンテナ107から例えば10cm～数m程度は離間している。

【0026】

本開示の無線電力伝送装置における「アンテナ」は、共振器の電磁界の近接場成分（エバネッセント・テール）を利用した結合を利用して2つの物体間で電力伝送を行うための要素である。共振磁界結合を利用した無線電力伝送によれば、電磁波を遠方に伝播させるときに生じる電力損失が生じないため、極めて高い効率で電力を伝送することが可能になる。このような共振磁界結合を利用した電力伝送では、ファラデーの電磁誘導の法則を利用した公知の非接触電力伝送に比べて損失が少ない。

10

【0027】

次に、図2を参照する。図2は、送電アンテナ107および受電アンテナ109の等価回路の一例を示す図である。図2に示すように、本開示における送電アンテナ107は、第1インダクタ107aおよび第1容量素子107bが直列に接続された直列共振回路であり、受電アンテナ109は、第2インダクタ109aおよび第2容量素子109bが並列に接続された並列共振回路である。なお、送電アンテナ107の直列共振回路は寄生抵抗成分R1を有し、受電アンテナ109の並列共振回路は寄生抵抗成分R2を有している。上記例とは異なり、送電アンテナが並列共振回路を構成する場合もあるし、受電アンテナが直列共振回路を構成する場合もありうる。

20

【0028】

図3は、本開示による他の無線電力伝送装置を示す図である。この無線電力伝送装置が前述の無線電力伝送装置（図2）と異なる点は、受電アンテナ109に接続された整流回路（整流器）115を備えている点にある。この整流回路115の働きにより、無線電力伝送装置から直流電力を出力させることが可能になる。

【0029】

本開示の無線電力伝送装置では、図1に示されるように、送電アンテナ107および受電アンテナ109の周りに電磁シールド構造体200が配置され、それによって、漏えい磁界を抑制することが可能になる。電磁シールド構造体200の構成および機能は、後述の実施形態および実施例について詳細に説明する。

30

【0030】

上記の無線電力伝送装置のうち、発振器103および送電アンテナ107を備える部分は送電装置として機能する。各々が受電アンテナ109を備える複数の装置が、1つの送電装置に割り当てられてもよい。言い換えると、各々が受電アンテナ109を備える複数の装置または乗り物が、順次、送電アンテナ107に対向するように配置され、逐次、無線電力伝送が実行されてもよい。

【0031】

（実施形態）

以下、図面を参照しながら、本発明による無線電力伝送の実施形態を説明する。

【0032】

40

まず、図4および図5を参照する。図4は、本実施形態における無線電力伝送装置におけるアンテナの配置を模式的に示す斜視図であり、図5は、その側面図である。図4および図5では、簡単のため、前述した本開示の無線電力伝送装置における構成要素のうち、第1インダクタ107a、第2インダクタ109aを記載している。第1インダクタ107aおよび第2インダクタ109aは、実際には、不図示の配線を介して、図2に示す回路要素に接続されている。なお、以下の説明では、簡単のため、第1インダクタ107aおよび第2インダクタ109aを、それぞれ、送電アンテナ107および受電アンテナ109と称する場合がある。

【0033】

本実施形態における第1インダクタ107aおよび第2インダクタ109aの形状は、

50

図4に示されるように、中央に開口部を有するように巻かれた配線から構成されている。第2インダクタ109aは、第1インダクタ107aから離間している。なお、図面における第1インダクタ107aと第2インダクタ109aとの間隔は、現実の間隔を反映していない。図示されている例において、第2インダクタ109aは、第1インダクタ107aよりも小さいが、第2インダクタ109aおよび第1インダクタ107aのサイズ関係は、この例に限定されない。

【0034】

実施形態において、第1インダクタ107aおよび第2インダクタ109aは、いずれも、平面状に広がり、両者は互いに平行に対向するように配置され得る。アンテナを構成するインダクタ107a、109aの外形は、円形である必要はなく、楕円形、多角形、または、その他の任意の形状であり得る。図4および図5の例では、インダクタ107a、109aは、いずれも軸対称の形状を有しているが、インダクタ107a、109aの一方または両方は、対称性の低い形状（例えば、楕円、長方形、帯形状）を有していてもよい。ある実施形態では、Z方向から第1インダクタ107aを見た場合、第1インダクタ107aの第1の方向におけるサイズが第1の方向に垂直な方向におけるサイズよりも大きく設定されていてもよい。

【0035】

第1インダクタ107aと第2インダクタ109aとの配置は、固定されている必要はない。第1インダクタ107aを備える送電装置と、第2インダクタ109aを備える受電装置とは、相互に独立して移動することが可能であっても良いし、一方が固定されて他方のみが移動し得るように構成されていてもよい。また、第1インダクタ107aを備える1つの送電装置が固定され、第2インダクタ109aを備える複数の受電装置のいずれかが、無線電力伝送が必要な時に、随時、送電装置に対向するように配置されても良い。

【0036】

本実施形態における第1インダクタ107aおよび第2インダクタ109aは、それぞれ、巻数 N_1 、 N_2 のスパイラル構造を有している（ $N_1 > 1$ 、 $N_2 > 1$ ）が、巻数が1のループ構造を有していてもよい。これらのインダクタ107a、109aは、一層の導電体から構成されている必要はなく、積層された複数の導電体を直列に接続した構成を有していてもよい。

【0037】

第1インダクタ107aおよび第2インダクタ109aは、良好な導電率を有する銅や銀などの導電体から好適に形成され得る。RF電力の高周波電流は、導電体の表面を集中して流れるため、発電効率を高めるため、導電体の表面を高導電率材料で被覆してもよい。導電体の断面中央に空洞を有する構成からインダクタ107a、109aを形成すると、軽量化を実現することができる。更に、リッツ線などの並列配線構造を採用してインダクタ107a、109aを形成すれば、単位長さ辺りの導体損失を低減できるため、直列共振回路、および並列共振回路のQ値を向上させることができ、より高い効率で電力伝送が可能になる。

【0038】

第1インダクタ107aと第2インダクタ109aの間では、前述したように、共振磁界結合により、電力が伝送される。本発明の実施形態において、第2インダクタ109aは電気自動車に搭載され、第1インダクタ107aは道路に埋設され得る。このような場合、電気自動車は移動し得るため、第1インダクタ107aに対する第2インダクタ109aの位置も変化し得る。ただし、無線電力伝送は、第1インダクタ107aと第2インダクタ109aとが対向しているときに実行される。

【0039】

電気自動車に搭載される第2インダクタ109aは、例えば、一辺が20～30cmの矩形領域内に収まる大きさを有している。その場合、第1インダクタ107aの開口部は、例えば、30～300cmの幅（電気自動車の進行方向に垂直な方向におけるサイズ）を有し得る。走行中における充電のために使用される場合、第1インダクタ107aは、

車両の走行方向に延伸した構造を有し得る。このような構造を有する場合、第1インダクタ107aおよび第2インダクタ109aの車両進行方向におけるサイズを、インダクタの「長さ」と称し、それらの車両進行方向に垂直な方向におけるサイズをインダクタの「幅」と称することができる。第1インダクタ107aの幅、第2インダクタ109aの幅は、例えば、30～300cm、20～30cmに設定され得る。

【0040】

電力伝送時の漏れ磁界を低減するため、この無線電力伝送装置は、電磁シールド構造体200を備えている。図6Aは、一実施形態における電磁シールド構造体200の斜視図であり、図6Bは、その電磁シールド構造体200の模式的な断面図である。

【0041】

実施形態において、電磁シールド構造体200は、送電アンテナ107と受電アンテナ109とが対向して配置されているとき、全体として、送電アンテナ107と受電アンテナ109を囲む形状を有している。具体的には、送電アンテナ107と受電アンテナ109を内部空間に収容する第1シールド200aおよび第2シールド200bを有している。第1シールド200aは送電アンテナ107を収容する第1空間20aを形成するように構成され、第2シールド200bは受電アンテナ109を収容する第2空間20bを形成するように構成されている。より具体的には、図示される例において、各シールド200a、200bは、アンテナに対向する平板部分（天井または底板）と、平板部分から垂直に突出するシールド側壁とから構成されている。ここで、「平板部分から垂直に突出するシールド側壁」における「垂直」とは、平板部分に対して厳密に垂直であることのみならず、漏れ磁界を抑制する効果がある範囲内で垂直からずれた角度をなしていることをも含む。漏れ磁界を抑制する効果がある角度の範囲は、平板部分から垂直（90度）に対して好ましくは±30度の範囲であり、さらに好ましくは90度から±10度の範囲である。第1シールド200aおよび第2シールド200bは、いずれも、例えば銅、アルミニウム、金、銀、白金などの非磁性導電材料から形成された厚さが例えば0.1mm～10cm程度の板状部材から形成され得る。なお、第1シールド200aおよび第2シールド200bの材料および形状は、相互に異なっても良い。シールド200a、200bにおける表面の全体または一部は、シールド本体の材料とは異なる材料の膜または層によって被覆されていても良い。このような膜または層は、シールド本体の材料の導電率よりも高い導電率を有する材料から形成され得る。シールド本体の表面が導電材料によって被覆されていれば、シールド本体は導電材料から形成されている必要は無い。

【0042】

第1シールド200aおよび第2シールド200bは、互いに対向する状態において、それらの端部にギャップを形成するように配置される。ギャップの大きさは、例えば3mm～1mmである。このギャップが大きくなると、電磁シールド構造体200の外側へ漏洩する磁界の強度が高くなる。このため、ギャップを小さくするように第1シールド200aおよび第2シールド200bの設計することが好ましいが、ギャップを完全にゼロにすることはできない。また、前述したように、第1インダクタ107aを備える送電装置に対して、第2インダクタ109aを備える受電装置が受電装置を備える装置または乗り物とともに移動可能な場合、第2シールド200bを第1シールド200aに対向するように配置するとき、位置合わせズレが生じると、上記ギャップはゼロではない値を示すことになる。

【0043】

本発明の実施形態では、第1シールド200a内の送電アンテナ107および第2シールド200b内の受電アンテナ109の少なくとも一方に平行で、上述したシールド側壁から電磁シールド構造体200の外側に向かって広がる突出部200cを有している。ここで、送電アンテナおよび受電アンテナの少なくとも一方と突出部とが「平行」とは、厳密に平行である場合に限らず、漏れ磁界を抑制する効果がある範囲で平行からずれている構成をも含む。例えば、±10度の範囲で平行からずれていてもよく、このずれは±5度の範囲内であればなおよい。このような突出部200cは、言い換えれば、第1空間20

aと第2空間20bとの境界面20cに沿って外側に拡がっている。突出部200cも、上述した非磁性導電材料から形成される。ただし、突出部200cの材料は、第1シールド200aおよび/または第2シールド200bの材料と同一であっても異なっても良い。

【0044】

なお、図示されている例では、第1シールド200aと第2シールド200bとの間に形成されるギャップの外側近傍の空間が上下の突出部200cによって挟まれている。突出部200cとシールド200a、200bの間では、無線電力伝送の周波数帯域において、電磁気的な結合が実現していればよい。従って、突出部200cとシールド200a、200bとの間に、絶縁材料層または空気層が存在していてもよい。典型的には、突出部200cはシールド200a、200bに直接的に接続されるか、導電性物質を介して接続される。

10

【0045】

図7Aおよび図7Bは、それぞれ、電磁シールド構造体200の他の例を示している。この例では、第2シールド200bに収容されている受電アンテナ109に平行な方向のサイズが第1シールド200aに収容されている送電アンテナ107に平行な方向のサイズよりも小さい。この例では、第2シールド200bに設けられた突出部200cの横方向の長さ(「幅」と呼んでも良い)が、第1シールド200aに設けられた突出部200cの横方向の長さよりも大きく設定されて、上下の突出部200cが対向している。

【0046】

20

図8A、図8B、図8Cは、それぞれ、対向するアンテナ107、109の配置例、突出部200cの無い電磁シールド構造体200'(比較例)、突出部200cを備える電磁シールド構造体200(実施例)を示す斜視図である。これらの図に示される構造物は、電磁界シミュレーションを行うために単純化された形状を有している。現実の電磁シールド構造体200は、図8Cに示されるような複数の平板部分から構成されている必要は無く、曲面形状を有していても良い。

【0047】

本実施形態における電磁シールド構造200の構成は、上記の例に限定されない。図9は、突出部200cの取り付け位置が第1シールド200aおよび第2シールド200bのエッジ部分からシフトしている例を示している。図10は、突出部200cが受電装置の金属製筐体300と接触している例を示している。

30

【0048】

図11は、図6Bに示す突出部200cの他の変形例を示している。図11に示される突出部200cは、突出した部分の途中で折れ曲がり、外側の部分がシールド側壁に平行で平板部分まで達するような形状を有している。この形状でも図6Bの例とほぼ同等の漏洩磁界の低減効果がある。様々なシミュレーションを行った結果、漏洩磁界の低減効果がある形状としては、シールド側壁の端部から電磁シールド構造体の外側に向かって拡がる突出部を有する図6Bのような構成が、最も効果が高いことが分かった。

【0049】

次に、図12を参照する。図12は、図6Bの断面図に相当し、アンテナ107、109、および電磁シールド構造体200の各部のサイズを示している。図12に示される記号の意味は、以下の表1に記載されている。

40

【0050】

【表 1】

G0	アンテナ間の距離
G1	送電アンテナ107から第1シールド200aのアンテナ対向面までの距離
G2	受電アンテナ109から第2シールド200bのアンテナ対向面までの距離
G3	送電アンテナ107から第1シールド200aの側面までの距離
G4	受電アンテナ109から第2シールド200bの側面までの距離
G5	第1シールド200aと第2シールド200bとの間のギャップのサイズ
EL	突出部200cの長さ

10

【0051】

なお、アンテナ107、109および電磁シールド構造体200の形状がZ軸を中心とする軸対称ではない場合、上記の距離G3、G4の値は、ある幅を有することになる。その場合は、漏えい磁界の強度もZ軸の周りの角度（方位角）によって変化する。

【0052】

本実施形態では、ELを、例えば、 $G1 * 0.1 \sim EL$ 、 $G2 * 0.1 \sim EL$ の範囲内に設定することができる。

【0053】

なお、回路ブロック間でのRF電力の多重反射を抑制し、総合発電効率を改善するためには、受電アンテナ109の出力端子が負荷に接続された状態において、発振器103から出力されるRF電力の出力インピーダンス Z_{oc} と送電アンテナ107の入力インピーダンス Z_{in} とを等しくし得る。また、同様に、発振器103が送電アンテナ107に接続された状態で、受電アンテナの出力インピーダンス Z_{out} が、接続される負荷の抵抗値Rと等しくし得る。なお、本明細書において、2つのインピーダンスが「等しい」とは、インピーダンスが厳密に一致する場合に限られず、ほぼ等しい場合を含み、具体的には、2つのインピーダンスの差異が、大きい方のインピーダンスの25%以下である場合を含むものと定義する。

20

【0054】

第1インダクタ107aおよび/または第2インダクタ109aの周辺に磁性体を配置してもよい。第1、第2容量素子107b、109bには、例えばチップ形状、リード形状を有する、あらゆるタイプのキャパシタを利用できる。空気を介した2配線間の容量を第1、第2容量素子107b、109bとして機能させることも可能である。第1、第2容量素子107b、109bをMIMキャパシタから構成する場合は、公知の半導体プロセスまたは多層基板プロセスを用いて低損失の容量回路を形成できる。

30

【0055】

長期信頼性を高めるという観点から、送電アンテナ107および受電アンテナ109を構成する部品（インダクタおよび容量素子など）は保護装置内に格納され得る。また、第1空間20aおよび第2空間20bをそれぞれ樹脂でモールドしてもよい。この場合、磁性体を分散した樹脂でモールド部材を兼用し得る。また、保護装置には防水加工が施され得る。なお、第1シールド200aおよび第2シールド200bの少なくとも一方は、受電アンテナ107または送電アンテナ109に対向する磁性体シートを備えていてもよい。

40

【0056】

伝送損失を最小化するために、送電アンテナ107および受電アンテナ109は、できるだけ近接して配置され得る。

【0057】

なお、本実施形態では、各シールド200a、200bは、アンテナに対向する平板部分と、平板部分から垂直に突出するシールド側壁とを含むが、必ずしもこのような構造で

50

ある必要はない。第1シールド200aが送電アンテナ107を収納する第1空間を形成するように構成され、第2シールド200bが受電アンテナ109を収納する第2空間を形成するように構成されていれば、それらの構造は任意である。また、本実施形態では、突出部200cが送電アンテナ107および受電アンテナ109の少なくとも一方に平行であるが、必ずしも平行である必要はない。

【0058】

(実施例1)

以下の表2に示す数値パラメータを持つ実施例について、空間内に分布する磁界強度分布を電磁界解析によって求めた。各数値パラメータによって規定される構成は、図12に示す通りである。また、比較例として、突出部200cを除去した点以外は実施例と同じ構成で漏れ磁界の強度分布をシミュレーションによって求めた。本実施例では、簡単のため、アンテナ107、109および電磁シールド構造体200の形状がZ軸を中心とする軸対称である。

【0059】

【表2】

G0	5.0cm
G1	5.0cm
G2	5.0cm
G3	3.0cm
G4	3.0cm
G5	5cm
EL	3.0cm

【0060】

なお、本実施例では、インダクタ107a、109aが、いずれも、半径7.5cmの円形状を有している。インダクタ巻数は11、容量は33000pFである。また、無線電力伝送時における伝送電力は3kW(伝送周波数:150kHz)に設定した。第1シールド200a、第2シールド200b、および突出部200cは、厚さ2mmの非磁性金属(例えばアルミニウムまたは銅)から形成されている。突出部200cは、Z軸に垂直な面内において外側に向かって鰐状に拡がっている。このため、突出部200cを「鰐」と呼ぶ場合がある。

【0061】

図13は、電磁シールド構造体200の中心からの距離と磁界強度との関係を示すグラフである。電磁シールド構造体200の「中心」に、XYZ座標の原点を置いている。すなわち、電磁シールド構造体200の「中心」は、(X、Y、Z)=(0、0、0)の点に等しい。計算では、Z=0のXY面内における磁界強度を求めた。図13において、シールド壁まで6cmの場合(G3=G4=6cm)を比較例1、シールド壁まで3cmの場合(G3=G4=3cm)を比較例2とする。

【0062】

3kWの高周波電力(周波数:150kHz)を伝送するとき、鰐なしの比較例1では、電磁シールド構造体200の中心から0.2m離れた位置における漏れ磁界強度は10A/mであった。また、鰐なしの比較例2では、電磁シールド構造体200の中心から0.2m離れた位置における漏れ磁界強度は3.35A/mであった。一方、鰐ありの実施例では、電磁シールド構造体200の中心から0.2m離れた位置における漏れ磁界強度は0.3A/mであった。このように、比較例では高い値での磁界曝露が懸念されるが、

実施例では、磁界強度を 90 ~ 97 % 低減する改善効果（磁界抑圧比 11.2 ~ 33.3）が得られた。

【0063】

（実施例 2）

図 14 は、上記の実施例 1 において、突出部 200c の長さ EL を変化させると、漏れ磁界強度がどのように変化するかを示すグラフである。縦軸は、突出部 200c が無い場合における値に対する磁界強度抑圧比である。横軸は導入した突出部 200c の長さ EL である。図 14 では、 $(X, Y, Z) = (7.5 \text{ cm} + G3 + EL, 0, 0)$ における磁界強度抑圧比率を示している。突出部 200c の長さ EL 以外のサイズの値は実施例 1 のパラメータの値に等しい例については、点線でデータを示している。一方、実施例 1 のパラメータの値のうち、 $G1 = G2 = 0.5 \text{ cm}$ に設定した他の例については、実線でデータを示している。本実施例では、伝送電力は 200 W、伝送周波数は 750 kHz に設定した。

10

【0064】

図 14 のグラフからわかるように、突出部 200c の長さを EL 、シールドのアンテナ対向面とアンテナとの距離を $G1$ または $G2$ とするとき、本実施形態では、 $0.1 \cdot EL / G1$ または $0.1 \cdot EL / G2$ となるように突出部 200c の長さ EL を設定すれば、漏れ磁界の低減効果が発現する。また、突出部 200c の長さ EL を大きくするほど、漏れ磁界の低減効果が向上する。

20

【産業上の利用可能性】

【0065】

本開示の無線電力伝送装置は、人体が装置の近傍に近接しうる用途に対して、安全性を高める効果を得るため、電気自動車へ電力を伝送する充電器だけではなく、AV 機器を固定し、充電を行うクレイドル装置などへも好適に使用され得る。

【符号の説明】

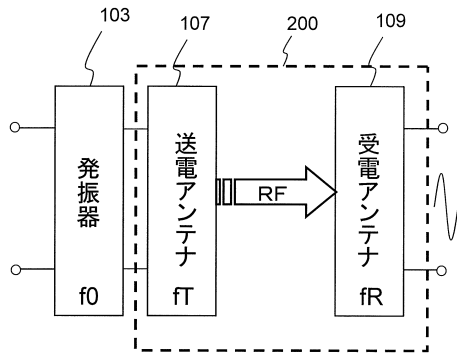
【0066】

- 20a 第 1 空間
- 20b 第 2 空間
- 103 発振器
- 107 送電アンテナ（送電装置側の共振器）
- 107a 第 1 インダクタ
- 107b 第 1 キャパシタ
- 109 受電アンテナ（受電装置側の共振器）
- 109a 第 2 インダクタ
- 109b 第 2 キャパシタ
- 110 第 1 インダクタの開口部
- 115 整流回路
- 119 出力端子
- 172 第 1 インダクタの内周端
- 174 第 1 インダクタの外周端
- 200 電磁シールド構造体
- 200a 第 1 シールド
- 200b 第 2 シールド
- 200c 突出部
- 200' 罫なしの電磁シールド構造体

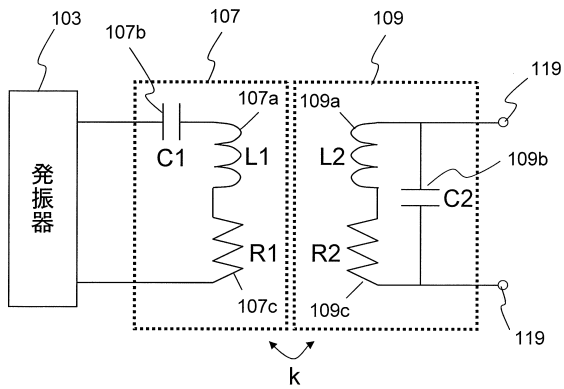
30

40

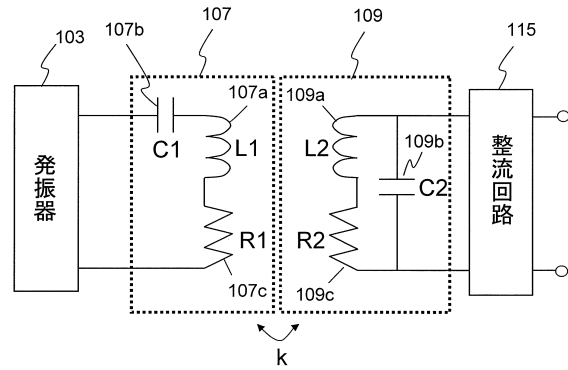
【図 1】



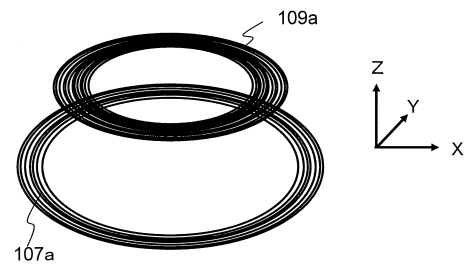
【図 2】



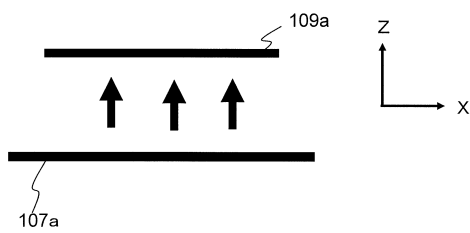
【図 3】



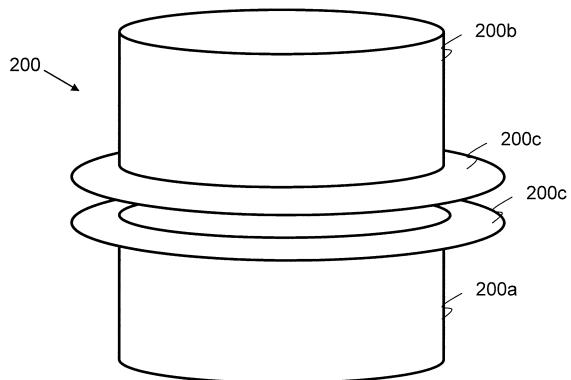
【図 4】



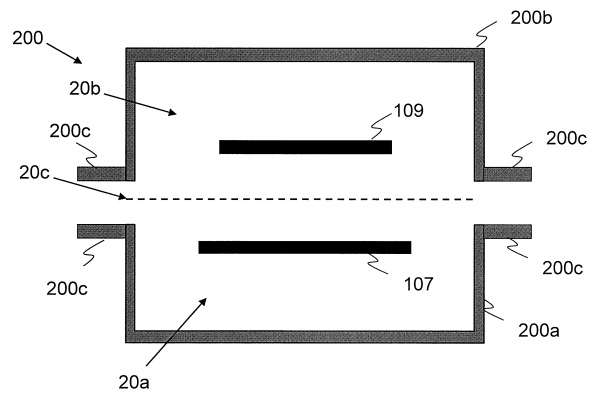
【図 5】



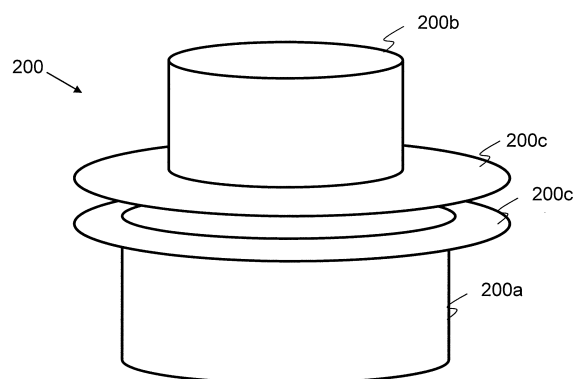
【図 6 A】



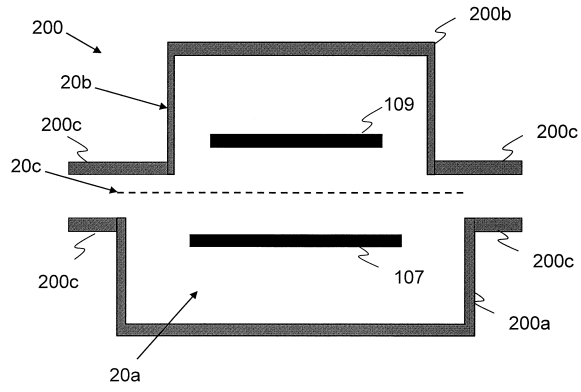
【図 6 B】



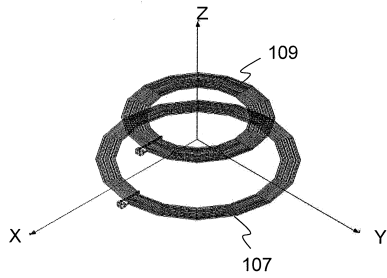
【図 7 A】



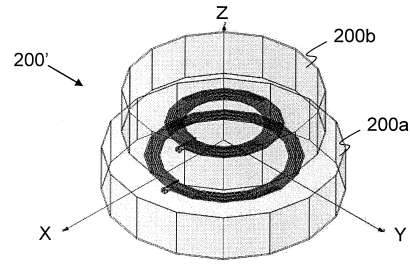
【図 7 B】



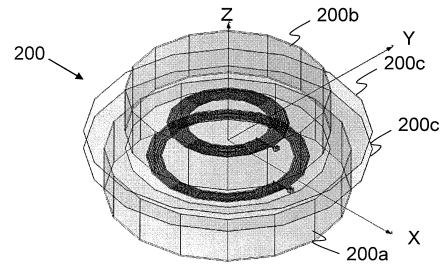
【図 8 A】



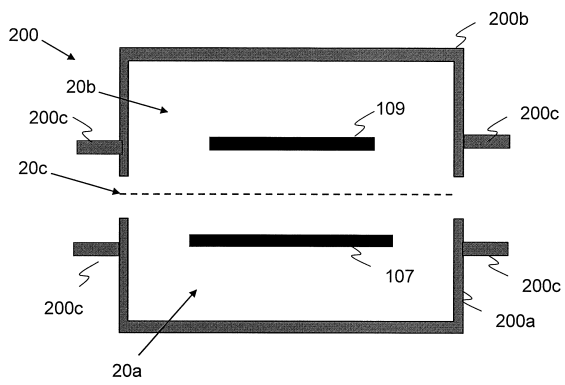
【図 8 B】



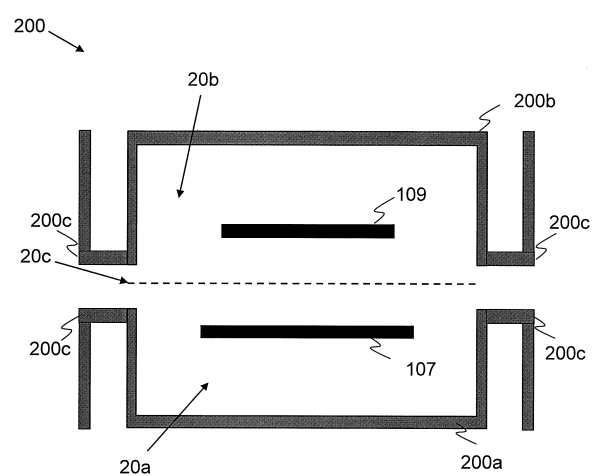
【図 8 C】



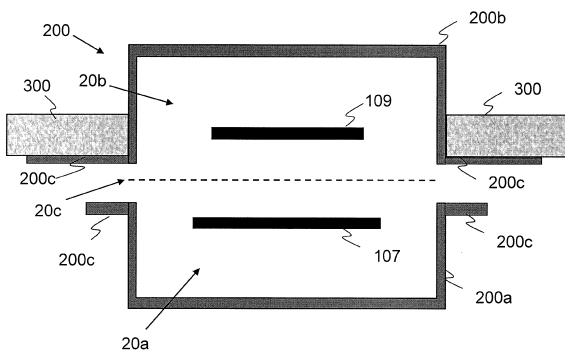
【図 9】



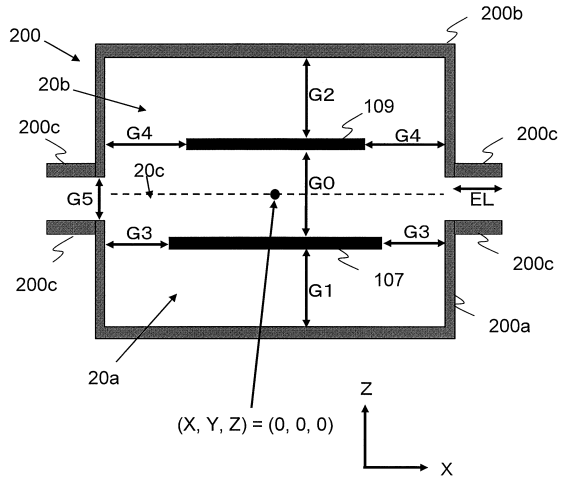
【図 11】



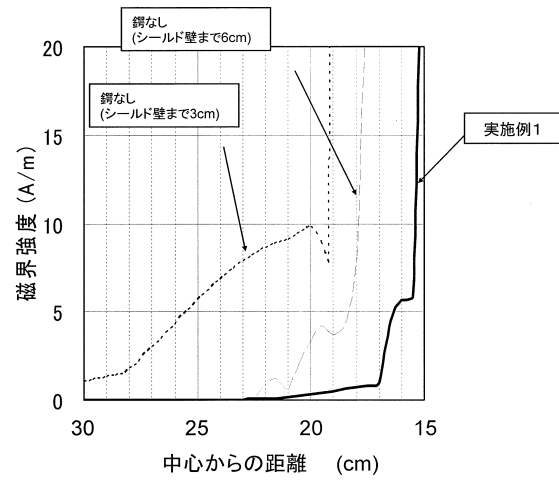
【図 10】



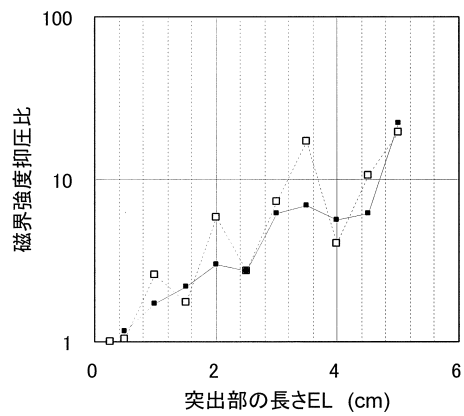
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



フロントページの続き

(72)発明者 菅野 浩

大阪府門真市大字門真１００６番地 パナソニック株式会社内

審査官 右田 勝則

(56)参考文献 特開平０８－１６３７９２（ＪＰ，Ａ）

特開平０８－２０５４３２（ＪＰ，Ａ）

特開２０１２－０８４８９３（ＪＰ，Ａ）

国際公開第２０１０／１２２５９８（ＷＯ，Ａ１）

特開２０１２－１１９６１５（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)

H 0 1 F 2 7 / 3 6

H 0 1 F 3 8 / 1 4

H 0 2 J 5 0 / 7 0