

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6566269号
(P6566269)

(45) 発行日 令和1年8月28日 (2019.8.28)

(24) 登録日 令和1年8月9日 (2019.8.9)

(51) Int. Cl.

F I

HO 1 F	38/14	(2006.01)	HO 1 F	38/14
HO 2 J	50/80	(2016.01)	HO 2 J	50/80
HO 2 J	50/90	(2016.01)	HO 2 J	50/90
HO 2 J	50/12	(2016.01)	HO 2 J	50/12
HO 2 J	7/00	(2006.01)	HO 2 J	7/00

P

請求項の数 15 (全 30 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2016-536937 (P2016-536937)
(86) (22) 出願日	平成26年12月2日 (2014.12.2)
(65) 公表番号	特表2017-511594 (P2017-511594A)
(43) 公表日	平成29年4月20日 (2017.4.20)
(86) 国際出願番号	PCT/US2014/068181
(87) 国際公開番号	W02015/088829
(87) 国際公開日	平成27年6月18日 (2015.6.18)
審査請求日	平成29年11月14日 (2017.11.14)
(31) 優先権主張番号	61/913,775
(32) 優先日	平成25年12月9日 (2013.12.9)
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)
(31) 優先権主張番号	14/464,583
(32) 優先日	平成26年8月20日 (2014.8.20)
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)

(73) 特許権者	513307922
	ワイトリシティ コーポレーション
	W I T R I C I T Y C O R P O R A T I O N
	アメリカ合衆国 マサチューセッツ州
	2472 ウォータータウン ウォーター
	ストリート 57
(74) 代理人	100108453
	弁理士 村山 靖彦
(74) 代理人	100110364
	弁理士 実広 信哉
(74) 代理人	100133400
	弁理士 阿部 達彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 強磁性材料を貫通する交流を提供しながら磁氣的電力損失を回避するためのシステムおよび方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ワイヤレス電力伝達システムの一部として電力をワイヤレスに送信するか、またはワイヤレスに受信するように構成された電気デバイスであって、

少なくとも1つのオリフィスを含む強磁性材料であって、前記少なくとも1つのオリフィスの少なくとも1つの部分が前記強磁性材料内の磁束の方向と平行に並び、前記磁束が誘導電力伝達に使用される、強磁性材料と、

前記強磁性材料の第1の側面上の第1の領域から、前記強磁性材料の第2の側面上の第2の領域まで前記強磁性材料の前記少なくとも1つのオリフィスを貫通して延びる第1の電気導管であって、前記第2の側面は前記第1の側面とは反対側にあり、前記第1の領域と前記第2の領域との間で前記第1の電気導管に沿って流れる第1の交流を有するように構成される第1の電気導管と、

前記強磁性材料の前記第1の側面上の前記第1の領域から、前記強磁性材料の前記第2の側面上の前記第2の領域まで延びる第2の電気導管であって、前記第1の領域と前記第2の領域との間で前記第2の電気導管に沿って流れる第2の交流を有するように構成される第2の電気導管と

を含み、

前記第2の電気導管が前記強磁性材料を貫通しては延びず、前記少なくとも1つのオリフィスが、前記第1の電気導管を含む細長いオリフィスを含み、前記細長いオリフィスが、前記第1の電気導管と前記強磁性材料のエッジとの間の前記強磁性材料にわたって延び

10

20

る、
電気デバイス。

【請求項 2】

前記電気デバイスが、ワイヤレス送信機、ワイヤレス受信機、またはその両方を含む、請求項 1 に記載の電気デバイス。

【請求項 3】

前記少なくとも 1 つのオリフィスが空隙を含むか、

前記少なくとも 1 つのオリフィスが非強磁性材料を含むか、

前記少なくとも 1 つのオリフィスが、前記第 1 の交流および前記第 2 の交流のうちの少なくとも一方によって生成される前記強磁性材料内の円周方向の磁束を遮断するように構成されるか、

前記第 1 の交流および前記第 2 の交流が、互いに逆位相を有し、同じ大きさを有するか、または、

前記第 2 の電気導管が、前記強磁性材料を貫通しては延びない、

請求項 1 に記載の電気デバイス。

【請求項 4】

前記第 1 および第 2 の電気導管ならびに前記少なくとも 1 つのオリフィスが、前記第 1 の交流および前記第 2 の交流のうちの少なくとも一方によって生成される前記強磁性材料内の円周方向の磁束を遮断しながら、前記強磁性材料内の前記少なくとも 1 つのオリフィスの前記 1 つの部分の方向と平行な磁束の破壊を低減するように構成される、請求項 1 に記載の電気デバイス。

【請求項 5】

前記少なくとも 1 つのオリフィスが、前記電気デバイスの動作に明らかに寄与しない前記強磁性材料の一部分内に形成される、請求項 4 に記載の電気デバイス。

【請求項 6】

前記第 1 の電気導管および前記第 2 の電気導管がどちらも、前記少なくとも 1 つのオリフィスの前記切れ目のない単一のオリフィスを貫通して延びる、請求項 1 に記載の電気デバイス。

【請求項 7】

前記オリフィスの前記第 2 の部分が、ほぼ直線状であり、前記強磁性材料内の磁束の方向とほぼ平行な方向に延びる、請求項 6 に記載の電気デバイス。

【請求項 8】

前記細長いオリフィスが、前記第 1 の電気導管を含む第 1 の部分と、前記第 1 の部分から前記強磁性材料の前記エッジまで延びる第 2 の部分とを含む、請求項 1 に記載の電気デバイス。

【請求項 9】

前記細長いオリフィスの前記第 2 の部分が、前記強磁性材料内の前記磁束の前記方向にほぼ平行な前記方向に延びる、請求項 8 に記載の電気デバイス。

【請求項 10】

ワイヤレス電力伝達システムの電気デバイスであって、

磁束を導くための手段を含む、電力をワイヤレスに送信するか、またはワイヤレスに受信するための手段であって、磁束を導くための前記手段は少なくとも 1 つのオリフィスを含み、前記少なくとも 1 つのオリフィスの少なくとも 1 つの部分が磁束を導くための前記手段内の磁束の方向と平行に並び、前記磁束が誘導電力伝達に使用される、手段と、

第 1 の交流を導通させるための第 1 の手段であって、前記第 1 の手段は、磁束を導くための前記手段の第 1 の側面の第 1 の領域から、磁束を導くための前記手段の第 2 の側面の第 2 の領域まで磁束を導くための前記手段の前記少なくとも 1 つのオリフィスを貫通して延び、前記第 2 の側面は前記第 1 の側面とは反対側にあり、前記第 1 の手段は、前記第 1 の領域と前記第 2 の領域との間で前記第 1 の手段に沿って流れる前記第 1 の交流を有するように構成される、手段と、

第2の交流を導通させるための第2の手段であって、前記第2の手段が、磁束を導くための前記手段の前記第1の側面の前記第1の領域から、磁束を導くための前記手段の前記第2の側面上の前記第2の領域まで延び、前記第2の手段が、前記第1の領域と前記第2の領域との間で前記第2の手段に沿って流れる前記第2の交流を有するように構成される、手段と

を含み、
前記第2の手段が磁束を導くための前記手段を貫通しては延びず、前記少なくとも1つのオリフィスが、前記第1の手段を含む細長いオリフィスを含み、前記細長いオリフィスが、前記第1の手段と磁束を導くための前記手段のエッジとの間の磁束を導くための前記手段にわたって延びる、
電気デバイス。

10

【請求項11】

前記切れ目のない単一のオリフィスの前記第2の部分が、前記2つの第1の部分のいずれかよりも狭い幅を有する、請求項1または10に記載の電気デバイス。

【請求項12】

電力をワイヤレスに送信するか、またはワイヤレスに受信する方法であって、
強磁性材料の第1の側面上の第1の領域から、前記強磁性材料の第2の側面上の第2の領域まで前記強磁性材料を貫通して延びる少なくとも1つのオリフィスを貫通させて第1の交流を導通させるステップであって、前記第2の側面は前記第1の側面とは反対側にあり、前記少なくとも1つのオリフィスの少なくとも1つの部分が、前記強磁性材料内の磁束の方向と平行に並び、前記磁束が誘導電力伝達に使用される、ステップと、

20

前記強磁性材料の前記第1の側面上の前記第1の領域から、前記強磁性材料の前記第2の側面上の前記第2の領域まで第2の交流を導通させるステップと、

前記強磁性材料を含むデバイスを介して電力をワイヤレスに送信するか、またはワイヤレスに受信するステップと
を含み、

前記第2の交流が前記強磁性材料を貫通しては導通せず、前記少なくとも1つのオリフィスが、前記第1の交流を包含する細長いオリフィスを含み、前記細長いオリフィスが、前記強磁性材料内の前記磁束の前記方向にほぼ平行な前記方向に、前記第1の交流を包含する部分と前記強磁性材料のエッジとの間の前記強磁性材料にわたって延びる、
方法。

30

【請求項13】

ワイヤレス電力伝達システムの一部として電力をワイヤレスに送信するか、またはワイヤレスに受信するように構成された電気デバイスを作製する方法であって、

少なくとも1つのオリフィスを含む強磁性材料を提供するステップであって、前記少なくとも1つのオリフィスの少なくとも1つの部分が前記強磁性材料内の磁束の方向と平行に並び、前記磁束が誘導電力伝達に使用される、ステップと、

前記強磁性材料の第1の側面上の第1の領域から、前記強磁性材料の第2の側面上の第2の領域まで前記強磁性材料の前記少なくとも1つのオリフィスを貫通させて第1の電気導管を延ばすステップであって、前記第2の側面は前記第1の側面とは反対側にあり、前記第1の電気導管は、前記第1の領域と前記第2の領域との間で前記第1の電気導管に沿って流れる第1の交流を有するように構成される、ステップと、

40

前記強磁性材料の前記第1の側面上の前記第1の領域から、前記強磁性材料の前記第2の側面上の前記第2の領域まで第2の電気導管を延ばすステップであって、前記第2の電気導管が、前記第1の領域と前記第2の領域との間で前記第2の電気導管に沿って流れる第2の交流を有するように構成される、ステップと
を含み、

前記第2の電気導管が前記強磁性材料を貫通しては延びず、前記少なくとも1つのオリフィスが、前記第1の電気導管を含む細長いオリフィスを含み、前記細長いオリフィスが、前記第1の電気導管と前記強磁性材料のエッジとの間の前記強磁性材料にわたって延び

50

る、
方法。

【請求項 1 4】

前記強磁性材料を提供するステップは、前記強磁性材料の一部分内で前記少なくとも 1 つのオリフィスをカッティングすることを含むか、

前記強磁性材料を提供するステップは、前記強磁性材料のタイルを組み立てることと、非強磁性材料によってタイルを互いに機械的に結合することを含むか、または

前記少なくとも 1 つのオリフィスが非強磁性材料を含む、
請求項 1 3 に記載の方法。

【請求項 1 5】

前記切れ目のない単一のオリフィスの前記第 2 の部分が、前記 2 つの第 1 の部分のいずれかよりも狭い幅を有する、請求項 1 2 から 1 4 のいずれか一項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、一般にワイヤレス電力伝達に関し、より詳細には、バッテリーを含む、車両または電子デバイスなどのリモートシステムへのワイヤレス電力伝達に係るデバイス、システム、および方法と、ワイヤレス電力伝達システムにおける磁氣的電力損失を回避するシステムおよび方法とに関する。

【背景技術】

【0002】

バッテリーなどのエネルギー蓄積デバイスから受信された電気から導出された運動力を含む車両などのリモートシステムが導入されている。たとえば、ハイブリッド電気車両は、車両を充電するために、車両のブレーキおよび従来型モータからの電力を使用するオンボード充電器を含む。電気のための車両は一般に、他のソースからバッテリーを充電するための電気を受信する。バッテリー式電気車両（電気車両）は、家庭用または商用交流（AC）供給源などの何らかのタイプの有線 AC を通して充電されることが提案されることが多い。有線充電接続は、電源に物理的に接続されているケーブルまたは他の同様のコネクタを必要とする。ケーブルおよび同様のコネクタは、場合によっては、不便であるか、または扱いにくく、かつ他の欠点を有することがある。電気車両を充電するのに使用されるように（たとえば、ワイヤレス場を介して）自由空間内で電力を伝達することが可能なワイヤレス充電システムは、有線充電ソリューションの欠点の一部を克服する可能性がある。したがって、ワイヤレス充電システムおよび方法は、電気車両を充電するために電力を効率的かつ安全に伝達する。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0003】

【非特許文献 1】「Modeling Magnetic Core Loss for Sinusoidal Waveforms」、Master's Thesis of Colin J. Dunlop、Massachusetts Institute of Technology、2008 年 6 月

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0004】

添付の特許請求の範囲内のシステム、方法、およびデバイスの様々な実装形態の各々は、いくつかの態様を有し、そのどの態様も単独で、本明細書で説明する望ましい属性に関与することはない。添付の特許請求の範囲を限定することなく、本明細書においていくつかの顕著な特徴について説明する。

【0005】

本明細書で説明する主題の 1 つまたは複数の実装形態の詳細について、添付の図面およ

10

20

30

40

50

び以下の説明において述べる。他の特徴、態様、および利点は、説明、図面、および特許請求の範囲から明らかになるであろう。以下の図の相対的な寸法は、一定の縮尺で描かれていない可能性があることに留意されたい。

【0006】

本開示の一態様は、少なくとも1つのオリフィスを含む強磁性材料を含む電気デバイスを提供する。電気デバイスは、強磁性材料の第1の側面上の第1の領域から、第1の側面とは反対側の、強磁性材料の第2の側面上の第2の領域まで強磁性材料の少なくとも1つのオリフィスを貫通して延びる少なくとも1つの電気導管をさらに含む。少なくとも1つの電気導管は、第1の領域と第2の領域との間の少なくとも1つの電気導管に沿って流れる少なくとも1つの交流を有するように構成される。強磁性材料および少なくとも1つの電気導管は、少なくとも1つの電気導管に沿って流れる少なくとも1つの交流によって強磁性材料内に生成される円周方向の磁束によってもたらされる強磁性材料内の電力損失を低減するように構成される。

10

【0007】

本開示の別の態様は、電力をワイヤレスに送信するか、またはワイヤレスに受信する方法を提供する。本方法は、強磁性材料の第1の側面上の第1の領域から、強磁性材料の第2の側面上の第2の領域まで強磁性材料を貫通して延びる少なくとも1つのオリフィスを貫通する交流を導くステップを含む。第2の側面は、第1の側面とは反対側にある。強磁性材料および少なくとも1つのオリフィスは、交流によって強磁性材料内に生成される円周方向の磁束によってもたらされる強磁性材料内の電力損失を低減するように構成される。本方法は、強磁性材料を含むデバイスを介して電力をワイヤレスに送信するか、またはワイヤレスに受信するステップをさらに含む。

20

【0008】

本開示の別の態様は、ワイヤレス電力伝達システムの一部として電力をワイヤレスに送信するか、またはワイヤレスに受信するように構成された電気デバイスを作製する方法を提供する。本方法は、少なくとも1つのオリフィスを含む強磁性材料を提供するステップを含む。本方法は、強磁性材料の第1の側面上の第1の領域から、強磁性材料の第2の側面上の第2の領域まで強磁性材料の少なくとも1つのオリフィスを貫通させて少なくとも1つの電気導管を延ばすステップをさらに含む。第2の側面は、第1の側面とは反対側にある。少なくとも1つの電気導管は、第1の領域と第2の領域との間の少なくとも1つの電気導管に沿って流れる少なくとも1つの交流を有するように構成される。強磁性材料および少なくとも1つの電気導管は、少なくとも1つの電気導管に沿って流れる少なくとも1つの交流によって強磁性材料内に生成される円周方向の磁束によってもたらされる強磁性材料内の電力損失を低減するように構成される。

30

【0009】

本開示の別の態様は、ワイヤレス電力伝達システムの電気デバイスを提供する。本デバイスは、磁束を導くための手段を含む、電力をワイヤレスに送信するか、またはワイヤレスに受信するための手段を含み、磁束を導くための手段は少なくとも1つのオリフィスを含む。本デバイスは、交流を導通させるための手段をさらに含む。前記導通させる手段は、磁束を導くための手段の第1の側面の第1の領域から、第1の側面とは反対側の、磁束を導くための手段の第2の側面上の第2の領域まで磁束を導くための手段の少なくとも1つのオリフィスを貫通して延びる。前記導通させる手段は、第1の領域と第2の領域との間の前記導通させる手段に沿って流れる少なくとも1つの交流を有するように構成される。磁束を導くための手段および前記導通させる手段は、前記導通させる手段に沿って流れる少なくとも1つの交流によって磁束を導くための手段内に生成される円周方向の磁束によってもたらされる磁束を導くための手段内の電力損失を低減するように構成される。

40

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の例示的な実施形態による、電気車両を充電するための例示的なワイヤレス電力伝達システムの図である。

50

【図 2】図 1 のワイヤレス電力伝達システムの例示的なコア構成要素の概略図である。

【図 3】図 1 のワイヤレス電力伝達システムの例示的なコア構成要素および補助構成要素を示す別の機能ブロック図である。

【図 4】本発明の例示的な実施形態による、電気車両に配置された交換可能非接触バッテリーを示す機能ブロック図である。

【図 5 A】本発明の例示的な実施形態による、バッテリーに対する誘導コイルおよびフェライト材料の配置に関する例示的な構成の図である。

【図 5 B】本発明の例示的な実施形態による、バッテリーに対する誘導コイルおよびフェライト材料の配置に関する例示的な構成の図である。

【図 5 C】本発明の例示的な実施形態による、バッテリーに対する誘導コイルおよびフェライト材料の配置に関する例示的な構成の図である。

10

【図 5 D】本発明の例示的な実施形態による、バッテリーに対する誘導コイルおよびフェライト材料の配置に関する例示的な構成の図である。

【図 6】本発明の例示的な実施形態による、電気車両をワイヤレス充電するために利用可能であり得る例示的な周波数を示す周波数スペクトルのチャートである。

【図 7】本発明の例示的な実施形態による、電気車両をワイヤレス充電するのに有用であり得る例示的な周波数および送信距離を示すチャートである。

【図 8 A】フェライトプレート貫通して延びる 1 対の電気導管（たとえば、180°位相シフトした、どちらも差動モードである電気導体および帰線）をシミュレートするために使用されたモデル構造体を概略的に示す図である。

20

【図 8 B】このシミュレーションの磁束を示す図である。

【図 9】本明細書で説明するいくつかの実施形態による例示的な電気デバイス 600 を概略的に示す図である。

【図 10】フェライトプレートが、フェライトプレートから除去された材料の、1mmの幅を有し一方の穴から他方の穴まで延びるスライスを含む、シミュレーションの磁束を示す図である。

【図 11 A】本明細書で説明する一実施形態による、好ましい導体およびフェライトポロジを有する電子デバイスの例示的な部分を概略的に示す図である。

【図 11 B】本明細書で説明する一実施形態による、好ましい導体およびフェライトポロジを有する電子デバイスの例示的な部分を概略的に示す図である。

30

【図 11 C】本明細書で説明する一実施形態による、好ましい導体およびフェライトポロジを有する電子デバイスの例示的な部分を概略的に示す図である。

【図 11 D】本明細書で説明する一実施形態による、好ましい導体およびフェライトポロジを有する電子デバイスの例示的な部分を概略的に示す図である。

【図 12】簡略化された構造体のための等価磁気回路を概略的に示す図である。

【図 13】本明細書で説明するいくつかの実施形態による、電力をワイヤレスに送信するか、またはワイヤレスに受信する例示的な方法の流れ図である。

【図 14】ワイヤレス電力伝達システムの一部として電力をワイヤレスに送信するか、またはワイヤレスに受信するように構成された電気デバイスを作製する例示的な方法の流れ図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0011】

図面に示された様々な特徴は、縮尺どおりに描かれていない場合がある。したがって、明確にするために、様々な特徴の寸法は任意に拡大または縮小されている場合がある。加えて、図面のいくつかは、所与のシステム、方法、またはデバイスの構成要素のすべてを描写していない場合がある。最後に、本明細書および図の全体を通して、同様の特徴を示すために同様の参照番号が使用される場合がある。

【0012】

添付の図面に関連させて以下に記載される詳細な説明は、本発明の例示的な実施形態の説明を目的としたものであり、本発明を実践できる唯一の実施形態を表すことを意図した

50

ものではない。本明細書全体にわたって使用される「例示的な」という用語は、「例、実例、または図例として役立つ」ことを意味しており、他の例示的な実施形態よりも好ましい、または有利であると必ずしも解釈すべきではない。詳細な説明は、本発明の例示的な実施形態の完全な理解をもたらす目的で、具体的な詳細を含んでいる。場合によっては、いくつかのデバイスがブロック図の形式で示されている。

【0013】

電力をワイヤレスに伝達することは、物理的な電気導体を使用することなく、電場、磁場、電磁場などに関連する任意の形態のエネルギーを送信機から受信機に伝達する（たとえば、電力は、自由空間を通して伝達され得る）ことを指し得る。電力伝達を実現するために、ワイヤレス場（たとえば、磁場）内に出力された電力は、「受信コイル」によって受信、捕捉、または結合され得る。

10

【0014】

本明細書において、リモートシステムについて説明するために電気車両が使用され、その一例は、運動能力の一部として、充電可能なエネルギー蓄積デバイス（たとえば、1つまたは複数の再充電可能な電気化学セルまたは他のタイプのバッテリー）から導出された電力を含む車両である。非限定的な例として、いくつかの電気車両は、電気モータ以外に、直接運動のための、または車両のバッテリーを充電するための従来型内燃機関を含むハイブリッド電気車両であり得る。他の電気車両は、電力からすべての運動能力を引き出し得る。電気車両は、自動車に限定されず、オートバイ、カート、スクーターなどを含み得る。限定ではなく例として、リモートシステムは本明細書において、電気車両（EV）の形態で説明される。さらに、充電可能なエネルギー蓄積デバイスを使用して少なくとも部分的に電力供給され得る他のリモートシステム（たとえば、パーソナルコンピューティングデバイスなどの電子デバイス）も企図される。

20

【0015】

図1は、本発明の例示的な実施形態による、電気車両112を充電するための例示的なワイヤレス電力伝達システム100の図である。ワイヤレス電力伝達システム100は、電気車両112が基地ワイヤレス充電システム102aの近くに駐車している間に、電気車両112の充電を可能にする。駐車エリアにおいて2台の電気自動車に対応する基地ワイヤレス充電システム102aおよび102bの上に駐車させるためのスペースが示されている。いくつかの実施形態では、ローカル分配センター130を電力バックボーン132に接続することができ、ローカル分配センター130は、交流（AC）または直流（DC）供給を、電力リンク110を介して、基地ワイヤレス充電システム102aに提供するように構成され得る。基地ワイヤレス充電システム102aはまた、電力をワイヤレスに伝達または受信するための基地システム誘導コイル104aを含む。電気車両112は、バッテリーユニット118と、電気車両誘導コイル116と、電気車両ワイヤレス充電システム114とを含むことができる。電気車両誘導コイル116は、たとえば、基地システム誘導コイル104aによって生成された電磁場の領域を介して、基地システム誘導コイル104aと対話することができる。

30

【0016】

いくつかの例示的な実施形態では、基地システム誘導コイル104aによって生成されたエネルギー場に電気車両誘導コイル116が位置するとき、電気車両誘導コイル116は電力を受信することができる。エネルギー場は、基地システム誘導コイル104aによって出力されたエネルギーが電気車両誘導コイル116によって捕捉され得る領域に対応する。たとえば、基地システム誘導コイル104aによって出力されたエネルギーは、電気車両112を充電するか、または電気車両112に電力供給するのに十分なレベルにあり得る。場合によっては、エネルギー場は、基地システム誘導コイル104aの「近距離場」に対応し得る。近距離場は、基地システム誘導コイル104aから電力を放射しない、基地システム誘導コイル104a内の電流および電荷からもたらされる、強い反応場が存在する領域に対応することができる。場合によっては、近距離場は、以下でさらに説明するように、基地システム誘導コイル104aの波長の約 $1/2$ の範囲内にある領域（

40

50

反対に電気車両誘導コイル 1 1 6 の場合も同様) に対応することができる。

【 0 0 1 7 】

ローカル分配 1 3 0 は、通信バックホール 1 3 4 を介して外部ソース (たとえば、電力網) と、および通信リンク 1 0 8 を介して基地ワイヤレス充電システム 1 0 2 a と通信するように構成され得る。

【 0 0 1 8 】

いくつかの実施形態では、単純に運転手が電気車両 1 1 2 を基地システム誘導コイル 1 0 4 a に対して正しく位置付けることによって、電気車両誘導コイル 1 1 6 は、基地システム誘導コイル 1 0 4 a と位置合わせすることができ、したがって、近距離場領域内に配置することができる。他の実施形態では、ワイヤレス電力伝達のために電気車両 1 1 2 が適切に配置されたときを判断するために、運転手には、視覚的フィードバック、聴覚的フィードバック、またはそれらの組合せを与えることができる。また他の実施形態では、電気車両 1 1 2 は、オートパイロットシステムによって位置付けることができ、オートパイロットシステムは、位置合わせ誤差が許容値に達するまで、電気車両 1 1 2 を (たとえば、ジグザグ運動で) 前後に移動させることができる。これは、電気車両 1 1 2 が、車両を調整するためのサーボハンドル、超音波センサ、およびインテリジェンスを備える場合、運転手が介入することなく、または運転手が最低限の介入しか行わずに、電気車両 1 1 2 によって自動的、および自律的に実行することができる。さらに他の実施形態では、電気車両誘導コイル 1 1 6、基地システム誘導コイル 1 0 4 a、またはそれらの組合せは、誘導コイル 1 1 6 および 1 0 4 a を互いに対して変位および移動させて、それらをより正確に方向合わせし、それらの間により効率的な結合を生じさせるための機能を有することができる。

【 0 0 1 9 】

基地ワイヤレス充電システム 1 0 2 a は、様々な場所に位置し得る。非限定的な例として、いくつかの適切な場所は、電気車両 1 1 2 の所有者の自宅の駐車エリア、従来のガソリンスタンドに倣った電気車両ワイヤレス充電用に確保された駐車エリア、およびショッピングセンターおよび職場など、他の場所の駐車場を含む。

【 0 0 2 0 】

ワイヤレスに電気車両を充電することで、数々の利点が提供される。たとえば、充電は、自動的、実質的に運転手の介入および操作なしに実行することができ、それによって、ユーザの利便性を向上させる。露出した電気接点、および機械的摩耗をなくすこともでき、それによって、ワイヤレス電力伝達システム 1 0 0 の信頼性を高める。ケーブルおよびコネクタを用いる操作を不必要にすることができ、戸外の環境において湿気および水分にさらされることがある、ケーブル、プラグ、またはソケットをなくすことができ、それによって、安全性を向上させる。見えるまたは接近できるソケット、ケーブル、およびプラグをなくすこともでき、それによって、電力充電デバイスへの潜在的な破壊行為を減らす。さらに、電力網を安定させるために、電気車両 1 1 2 を分散貯蔵デバイスとして使用することができるので、ビークルツーグリッド (V2G: Vehicle-to-Grid) 動作のための車両の利用可能性を高めるために、ドッキングツーグリッド (docking-to-grid) ソリューションが使用されることがある。

【 0 0 2 1 】

図 1 に関して説明するワイヤレス電力伝達システム 1 0 0 は、美的および無害の利点も提供し得る。たとえば、自動車および / または歩行者の妨害となることがある、充電カラムおよびケーブルをなくすことができる。

【 0 0 2 2 】

ビークルツーグリッド機能のさらなる説明として、ワイヤレス電力送信および受信機能は、基地ワイヤレス充電システム 1 0 2 a が電力を電気車両 1 1 2 に伝達し、たとえばエネルギー不足のときに電気車両 1 1 2 が電力を基地ワイヤレス充電システム 1 0 2 a に伝達するように、相互的になるように構成され得る。この機能は、過剰な需要または再生可能エネルギー生産 (たとえば、風または太陽) の不足によって引き起こされたエネルギー

10

20

30

40

50

不足のときに電気車両が分配システム全体に電力を寄与できるようにすることによって電力分配網を安定させるのに役立ち得る。

【 0 0 2 3 】

図 2 は、図 1 のワイヤレス電力伝達システム 1 0 0 の例示的なコア構成要素の概略図である。図 2 に示すように、ワイヤレス電力伝達システム 2 0 0 は、インダクタンス L_1 を有する基地システム誘導コイル 2 0 4 を含む基地システム送信回路 2 0 6 を含むことができる。ワイヤレス電力伝達システム 2 0 0 は、インダクタンス L_2 を有する電気車両誘導コイル 2 1 6 を含む電気車両受信回路 2 2 2 をさらに含む。本明細書で説明する実施形態は、一次構造（送信機）と二次構造（受信機）の両方が共通の共振周波数に合わせられている場合に、磁気または電磁気近距離場を介して一次構造から二次構造にエネルギーを効率的に結合することが可能な共振構造を形成する容量装荷ワイヤループ（すなわち、多巻きコイル）を使用することができる。コイルは、電気車両誘導コイル 2 1 6 および基地システム誘導コイル 2 0 4 に使用され得る。エネルギーを結合するために共振構造を使用することは、「磁気結合共振」、「電磁結合共振」、および／または「共振誘導」と呼ばれ得る。ワイヤレス電力伝達システム 2 0 0 の動作は、基地ワイヤレス電力充電システム 2 0 2 から電気車両 1 1 2 への電力伝達に基づいて説明されることになるが、これに限定されない。たとえば、上記で説明したように、電気車両 1 1 2 は、基地ワイヤレス充電システム 1 0 2 a に電力を伝達し得る。

【 0 0 2 4 】

図 2 を参照すると、電源 2 0 8（たとえば、AC または DC）は、電気車両 1 1 2 にエネルギーを伝達するために電力 P_{SDC} を基地ワイヤレス電力充電システム 2 0 2 に供給する。基地ワイヤレス電力充電システム 2 0 2 は、基地充電システム電力変換器 2 3 6 を含む。基地充電システム電力変換器 2 3 6 は、標準的なメイン AC 電力から適切な電圧レベルの DC 電力に電力を変換するように構成された AC / DC 変換器、および DC 電力をワイヤレス高電力伝達に適した動作周波数の電力に変換するように構成された DC / 低周波数（LF）変換器などの回路を含み得る。基地充電システム電力変換器 2 3 6 は、所望の周波数で電磁場を放出するために、基地システム誘導コイル 2 0 4 と直列のキャパシタ C_1 を含む基地システム送信回路 2 0 6 に電力 P_1 を供給する。所望の周波数で共振する基地システム誘導コイル 2 0 4 との共振回路を形成するように、キャパシタ C_1 が提供され得る。基地システム誘導コイル 2 0 4 は電力 P_1 を受信し、電気車両 1 1 2 の充電または電気車両 1 1 2 への電力供給に十分なレベルの電力をワイヤレスに送信する。たとえば、基地システム誘導コイル 2 0 4 によってワイヤレスに提供される電力レベルは、およそ数キロワット（kW）（たとえば、1 kW から 1 10 kW までの間、またはこれよりも高い kW または低い kW）であり得る。

【 0 0 2 5 】

基地システム誘導コイル 2 0 4 を含む基地システム送信回路 2 0 6 および電気車両誘導コイル 2 1 6 を含む電気車両受信回路 2 2 2 は、実質的に同じ周波数に合わせられてよく、基地システム誘導コイル 2 0 4 および電気車両誘導コイル 2 1 6 のうちの 1 つによって送出された電磁場の近距離場内に位置付けられ得る。この場合、キャパシタ C_2 および電気車両誘導コイル 2 1 6 を含む電気車両受信回路 2 2 2 に電力が伝達され得るように、基地システム誘導コイル 2 0 4 および電気車両誘導コイル 2 1 6 は、互いに結合され得る。キャパシタ C_2 は、所望の周波数で共振する電気車両誘導コイル 2 1 6 との共振回路を形成するように提供され得る。要素 $k(d)$ は、コイル分離で生じる相互結合係数を表す。等価抵抗 $R_{eq,1}$ および $R_{eq,2}$ は、誘導コイル 2 0 4 および 2 1 6 ならびに逆リアクタンスキャパシタ C_1 および C_2 に固有であり得る損失を表す。電気車両誘導コイル 2 1 6 およびキャパシタ C_2 を含む電気車両受信回路 2 2 2 は、電力 P_2 を受信し、電気車両充電システム 2 1 4 の電気車両電力変換器 2 3 8 に電力 P_2 を提供する。

【 0 0 2 6 】

電気車両電力変換器 2 3 8 は、とりわけ、電気車両バッテリーユニット 2 1 8 の電圧レベルに整合する電圧レベルの DC 電力に戻す形で動作周波数の電力を変換するように構成

10

20

30

40

50

された L F / D C 変換器を含み得る。電気車両電力変換器 2 3 8 は、電気車両バッテリーユニット 2 1 8 を充電するために、変換された電力 $P_{L D C}$ を提供することができる。電源 2 0 8、基地充電システム電力変換器 2 3 6、および基地システム誘導コイル 2 0 4 は、静止し、上述した様々な場所に位置してよい。バッテリーユニット 2 1 8、電気車両電力変換器 2 3 8、および電気車両誘導コイル 2 1 6 は、電気車両 1 1 2 の一部またはバッテリーパック（図示せず）の一部である電気車両充電システム 2 1 4 中に含まれ得る。電気車両充電システム 2 1 4 はまた、電力網に電力を戻すために、電気車両誘導コイル 2 1 6 を通して基地ワイヤレス電力充電システム 2 0 2 にワイヤレスに電力を提供するように構成され得る。電気車両誘導コイル 2 1 6 および基地システム誘導コイル 2 0 4 の各々は、動作モードに基づいて送信誘導コイルまたは受信誘導コイルとしての働きをすることができる。

10

【 0 0 2 7 】

図示されていないが、ワイヤレス電力伝達システム 2 0 0 は、電気車両バッテリーユニット 2 1 8 または電源 2 0 8 をワイヤレス電力伝達システム 2 0 0 から安全に切断する負荷切断ユニット（L D U）を含み得る。たとえば、緊急事態またはシステム障害の場合、L D U は、ワイヤレス電力伝達システム 2 0 0 から負荷を切断するようにトリガされ得る。L D U は、バッテリーへの充電を管理するためのバッテリー管理システムに加えて提供されてよく、またはバッテリー管理システムの一部であってもよい。

【 0 0 2 8 】

さらに、電気車両充電システム 2 1 4 は、電気車両誘導コイル 2 1 6 を電気車両電力変換器 2 3 8 との間で選択的に接続および切断するための切替回路（図示せず）を含むことができる。電気車両誘導コイル 2 1 6 を切断することで、充電を中止することができ、（送信機としての働きをする）基地ワイヤレス充電システム 1 0 2 a によって「見られる」ように「負荷」を調整することもでき、これを利用して、（受信機としての働きをする）電気車両充電システム 1 1 4 を基地ワイヤレス充電システム 1 0 2 a から「隠す」ことができる。送信機が負荷感知回路を含む場合、負荷変動が検出され得る。したがって、基地ワイヤレス充電システム 2 0 2 などの送信機は、電気車両充電システム 1 1 4 などの受信機が基地システム誘導コイル 2 0 4 の近距離場に存在するときを判断するための機構を有し得る。

20

【 0 0 2 9 】

上記で説明したように、動作中、車両またはバッテリーへのエネルギー伝達を仮定すると、基地システム誘導コイル 2 0 4 がエネルギー伝達を提供するための場を生成するように、電源 2 0 8 から入力電力が提供される。電気車両誘導コイル 2 1 6 は放射場に結合し、電気車両 1 1 2 による貯蔵または消費のために出力電力を生成する。上記のように、いくつかの実施形態では、電気車両誘導コイル 1 1 6 の共振周波数および基地システム誘導コイル 2 0 4 の共振周波数が非常に近くなるか、または実質的に同じになるように相互共振関係に従って、基地システム誘導コイル 2 0 4 および電気車両誘導コイル 1 1 6 は構成される。電気車両誘導コイル 2 1 6 が基地システム誘導コイル 2 0 4 の近距離場に位置するとき、基地ワイヤレス電力充電システム 2 0 2 と電気車両充電システム 2 1 4 との間の送電損失は最小である。

30

40

【 0 0 3 0 】

上述のように、効率的なエネルギー伝達は、電磁波内のエネルギーの大部分を遠距離場に伝播するのではなく、送信誘導コイルの近距離場内のエネルギーの大部分を受信誘導コイルに結合することによって生じる。この近距離場にあるとき、送信誘導コイルと受信誘導コイルとの間に結合モードが確立され得る。この近距離場結合が発生し得る誘導コイルの周りのエリアを、本明細書では近距離場結合モード領域と呼ぶ。

【 0 0 3 1 】

図示されていないが、基地充電システム電力変換器 2 3 6 および電気車両電力変換器 2 3 8 はいずれも、発振器、電力増幅器などのドライバ回路、フィルタ、およびワイヤレス電力誘導コイルと効率的に結合するための整合回路を含み得る。発振器は、調整信号に応

50

答して調整され得る所望の周波数を生成するように構成され得る。発振器信号は、電力増幅器によって、制御信号に応答する増幅量で増幅され得る。フィルタおよび整合回路は、高調波または他の不要な周波数をフィルタ除去し、電力変換モジュールのインピーダンスをワイヤレス電力誘導コイルに整合させるために含まれ得る。電力変換器 236 および 238 はまた、バッテリーを充電するために適切な電力出力を生成するための整流器および切替回路を含み得る。

【0032】

開示する実施形態を通じて説明する電気車両誘導コイル 216 および基地システム誘導コイル 204 は、「ループ」アンテナ、より具体的には、多巻きループアンテナと呼ばれるか、またはそのようなものとして構成され得る。誘導コイル 204 および 216 はまた、本明細書において「磁気」アンテナと呼ばれるか、またはそのようなものとして構成され得る。「コイル」という用語は、一般に別の「コイル」に結合するためのエネルギーをワイヤレスに出力または受信することができる構成要素を指す。コイルは、電力をワイヤレスに出力または受信するように構成されるタイプの「アンテナ」と呼ぶこともできる。本明細書で使用する場合、コイル 204 および 216 は、電力をワイヤレスに出力、ワイヤレスに受信、および/またはワイヤレスに中継するように構成されるタイプの「電力伝達構成要素」の例である。ループ（たとえば、多巻きループ）アンテナは、空芯、またはフェライトコアなどの物理的コアを含むように構成され得る。空芯ループアンテナにより、コアエリア内に他の構成要素を配置することが可能になり得る。強磁性材料またはフェリ磁性材料を含む物理的コアアンテナにより、より強い電磁場の生成および結合の改善が可能になり得る。

【0033】

上述のように、送信機と受信機との間のエネルギーの効率的な伝達は、送信機と受信機との間に整合した共振またはほぼ整合した共振が生じている間に行われる。しかしながら、送信機と受信機との間の共振が整合しないときでも、効率性を下げてエネルギーを伝達することができる。エネルギーの伝達は、送信誘導コイルからのエネルギーを自由空間に伝播するのではなく、送信誘導コイルの近距離場からのエネルギーを、この近距離場が確立された領域内（たとえば、共振周波数の所定の周波数範囲内または近距離場領域の所定の距離内）に存在する受信誘導コイルに結合することによって生じる。

【0034】

共振周波数は、上述した誘導コイル（たとえば、基地システム誘導コイル 204）を含む送信回路のインダクタンスおよびキャパシタンスに基づき得る。図 2 に示すように、インダクタンスは概して、誘導コイルのインダクタンスであってよく、一方でキャパシタンスは、所望の共振周波数で共振構造を形成するために誘導コイルに追加され得る。非限定的な例として、図 2 に示すように、キャパシタが、電磁場を生成する共振回路（たとえば、基地システム送信回路 206）を形成するために誘導コイルと直列に追加され得る。したがって、より大きい直径の誘導コイルでは、共振を誘起するために必要なキャパシタンスの値は、コイルの直径またはインダクタンスが増加するにつれて減少してよい。インダクタンスはまた、誘導コイルの巻数に左右され得る。さらに、誘導コイルの直径が増加するにつれて、近距離場の効率的なエネルギー伝達面積が増加してよい。他の共振回路も考えられる。別の非限定的な例として、誘導コイルの 2 つの端子間に並列にキャパシタを配置してよい（たとえば、並列共振回路）。さらに、誘導コイルは、誘導コイルの共振を改善するための高品質（Q）係数を有するように設計され得る。たとえば、Q 係数は 300 以上であり得る。

【0035】

上述のように、いくつかの実施形態によれば、互いの近距離場にある 2 つの誘導コイルの間の電力結合が開示されている。上述のように、近距離場は、電磁場が存在する誘導コイルの周りの領域に対応し得るが、誘導コイルから伝播または放射することはない場合がある。近距離場結合モード領域は、通常は波長のごく一部の中にある、誘導コイルの物理容積に近い容積に対応し得る。いくつかの実施形態によれば、1 回巻きまたは多巻きルー

プアンテナなどの電磁誘導コイルは、送信と受信の両方に使用され、その理由は、実際の実施形態における磁気近距離場振幅は、電気タイプアンテナ（たとえば、小さいダイポール）の電気近距離場と比較して、磁気タイプコイルの場合に高い傾向があることにある。これにより、ペア間の潜在的により高い結合が可能になる。さらに、「電気」アンテナ（たとえば、ダイポールおよびモノポール）または磁気アンテナと電気アンテナとの組合せが使用され得る。

【 0 0 3 6 】

図 3 は、図 1 のワイヤレス電力伝達システム 3 0 0 の例示的なコア構成要素および補助構成要素を示す別の機能ブロック図である。ワイヤレス電力伝達システム 3 0 0 は、通信リンク 3 7 6、案内リンク 3 6 6、および基地システム誘導コイル 3 0 4 および電気車両誘導コイル 3 1 6 のための位置合わせシステム 3 5 2、3 5 4 を示している。図 2 に関して上述したように、電気車両 1 1 2 へのエネルギーフローを仮定すると、図 3 では、基地充電システム電力インターフェース 3 5 4 は、AC または DC 電源 1 2 6 などの電源からの電力を充電システム電力変換器 3 3 6 に提供するように構成され得る。基地充電システム電力変換器 3 3 6 は、基地充電システム電力インターフェース 3 5 4 から AC または DC 電力を受信して、基地システム誘導コイル 3 0 4 をその共振周波数においてまたはその共振周波数近くで励磁することができる。電気車両誘導コイル 3 1 6 は、近距離場結合モード領域にあるとき、近距離場結合モード領域からエネルギーを受信して、共振周波数においてまたは共振周波数近くで発振することができる。電気車両電力変換器 3 3 8 は、電気車両誘導コイル 3 1 6 からの発振信号を、電気車両電力インターフェースを介してバッテリに充電するのに適した電力信号に変換する。

【 0 0 3 7 】

基地ワイヤレス充電システム 3 0 2 は基地充電システムコントローラ 3 4 2 を含み、電気車両充電システム 3 1 4 は電気車両コントローラ 3 4 4 を含む。基地充電システムコントローラ 3 4 2 は、たとえば、コンピュータ、および電力分配センター、またはスマート電力網などの他のシステム（図示せず）への基地充電システム通信インターフェース 1 6 2 を含むことができる。電気車両コントローラ 3 4 4 は、たとえば、車両搭載コンピュータ、他のバッテリー充電コントローラ、車両内の他の電子システム、およびリモート電子システムなどの他のシステム（図示せず）への電気車両通信インターフェースを含み得る。

【 0 0 3 8 】

基地充電システムコントローラ 3 4 2 および電気車両コントローラ 3 4 4 は、別個の通信チャンネルを有する特定のアプリケーションのためのサブシステムまたはモジュールを含み得る。これらの通信チャンネルは、別個の物理チャンネルまたは別個の論理チャンネルであり得る。非限定的な例として、基地充電位置合わせシステム 3 5 2 は、自律的に、またはオペレータの支援により、基地システム誘導コイル 3 0 4 と電気車両誘導コイル 3 1 6 とをよりしっかりと位置合わせするためのフィードバック機構を提供する通信リンク 3 5 6 を介して、電気車両位置合わせシステム 3 5 4 と通信することができる。同様に、基地充電案内システム 3 6 2 は基地システム誘導コイル 3 0 4 と電気車両誘導コイル 3 1 6 とを位置合わせする際にオペレータを案内するためのフィードバック機構を提供する案内リンクを介して、電気車両案内システム 3 6 4 と通信することができる。さらに、基地ワイヤレス電力充電システム 3 0 2 と電気車両充電システム 3 1 4 との間で他の情報を通信するための基地充電通信システム 3 7 2 および電気車両通信システム 3 7 4 によってサポートされる別個の汎用通信リンク（たとえば、チャンネル）があり得る。この情報は、基地ワイヤレス電力充電システム 3 0 2 と電気車両充電システム 3 1 4 の両方の電気車両特性、バッテリー特性、充電ステータス、および電力容量に関する情報、ならびに電気車両 1 1 2 に関する保守および診断データを含み得る。これらの通信チャンネルは、たとえば、ブルートゥース、z i g b e e、セルラーなどの別個の物理通信チャンネルであり得る。

【 0 0 3 9 】

電気車両コントローラ 3 4 4 は、電気車両主バッテリーの充電および放電を管理するバ

10

20

30

40

50

バッテリー管理システム（ＢＭＳ）（図示せず）、マイクロ波または超音波レーダー原理に基づく駐車支援システム、半自動式駐車動作を実行するように構成されたブレーキシステム、および駐車の高確性を高め、ひいては基地ワイヤレス充電システム１０２aおよび電気車両充電システム１１４のうちのいずれかにおける機械的水平誘導コイルの位置合わせの必要性を低減し得る、概ね自動化された駐車「park by wire」を支援するように構成されたハンドルサーボシステム（steering wheel servo system）も含むことができる。さらに、電気車両コントローラ３４４は、電気車両１１２の電子機器と通信するように構成され得る。たとえば、電気車両コントローラ３４４は、視覚的出力デバイス（たとえば、ダッシュボードディスプレイ）、音響／オーディオ出力デバイス（たとえば、ブザー、スピーカー）、機械的入力デバイス（たとえば、キーボード、タッチスクリーン、ポインティングデバイス、たとえば、ジョイスティック、トラックボールなど）、およびオーディオ入力デバイス（たとえば、電子音声認識によるマイクロフォン）と通信するように構成され得る。

10

【００４０】

さらに、ワイヤレス電力伝達システム３００は、検出およびセンサシステムを含み得る。たとえば、ワイヤレス電力伝達システム３００は、運転手または車両を充電場所に適切に案内するためのシステムとともに使用するセンサ、必要な分離／結合により誘導コイルを相互に位置合わせするためのセンサ、結合を達成するために特定の高さおよび／または位置に電気車両誘導コイル３１６が移動するのを妨げ得るオブジェクトを検出するためのセンサ、およびシステムの信頼できる無害および安全な動作を実行するためのシステムとともに使用する安全センサを含み得る。たとえば、安全センサは、安全区域を越えてワイヤレス電力誘導コイル１０４a、１１６に近づいてくる動物または子供の存在の検出、加熱され得る（誘導加熱）基地システム誘導コイル３０４に近い金属オブジェクトの検出、基地システム誘導コイル３０４上の白熱オブジェクトなどの危険な事象の検出、および基地ワイヤレス電力充電システム３０２および電気車両充電システム３１４の構成要素の温度監視のためのセンサを含み得る。

20

【００４１】

ワイヤレス電力伝達システム３００はまた、有線接続を介したプラグイン充電をサポートすることができる。電気車両１１２との間で電力を伝達する前に、有線充電ポートが、２つの異なる充電器の出力を一体化し得る。切替回路は、ワイヤレス充電と有線充電ポートを介した充電の両方をサポートするために必要な機能を提供し得る。

30

【００４２】

基地ワイヤレス充電システム３０２と電気車両充電システム３１４との間で通信するために、ワイヤレス電力伝達システム３００は、帯域内シグナリングとＲＦデータモデム（たとえば、許可されていない帯域での無線によるイーサネット（登録商標））の両方を使用することができる。帯域外通信は、車両の使用者／所有者への付加価値サービスの提供に十分な帯域幅を提供し得る。ワイヤレス電力キャリアの低深度振幅または位相変調は、干渉を最小限に抑えた帯域内シグナリングシステムとしての働きをし得る。

【００４３】

さらに、特定の通信アンテナを使用せずにワイヤレス電力リンクを介して実行される通信もあり得る。たとえば、ワイヤレス電力誘導コイル３０４および３１６はまた、ワイヤレス通信送信機としての働きをするように構成され得る。したがって、基地ワイヤレス電力充電システム３０２のいくつかの実施形態は、ワイヤレス電力経路におけるキーイングタイププロトコルを可能にするためのコントローラ（図示せず）を含むことができる。所定のプロトコルによる所定の間隔での送信電力レベルのキーイング（振幅シフトキーイング）によって、受信機は、送信機からのシリアル通信を検出することができる。基地充電システム電力変換器３３６は、基地システム誘導コイル３０４によって生成された近距離場の近傍における作動中の電子車両受信機の有無を検出するための負荷感知回路（図示せず）を含むことができる。例として、負荷感知回路は、基地システム誘導コイル１０４aによって生成された近距離場の近傍における作動中の受信機の有無によって影響を及ぼさ

40

50

れる電力増幅器に流れる電流を監視する。電力増幅器上の負荷に対する変化の検出は、エネルギーを送送するために発振器を有効にすべきかどうか、作動中の受信機と通信すべきかどうか、またはそれらの組合せを決定する際に使用するために基地充電システムコントローラ 342 によって監視され得る。

【0044】

ワイヤレス高電力伝達を可能にするために、いくつかの実施形態は、10 ~ 60 kHz またはそれ以上の範囲内の周波数で電力を送達するように構成され得る（たとえば、図 6 参照）。この低周波数結合は、固体デバイスを使用して達成され得る高効率な電力変換を可能にし得る。加えて、無線システムによる共存問題が他の帯域と比べて少なくなり得る。

10

【0045】

説明したワイヤレス電力伝達システム 100 は、再充電可能または交換可能なバッテリーを含む様々な電気車両 112 で使用され得る。図 4 は、本発明の例示的な実施形態による、電気車両 412 に配置された交換可能非接触バッテリーを示す機能ブロック図である。本実施形態では、ワイヤレス電力インターフェース（たとえば、充電器 / バッテリーコードレスインターフェース 426）を組み込んだ、地中に埋め込まれた充電器（図示せず）から電力を受信し得る電気車両バッテリーユニットにとって、低バッテリー位置は有益であり得る。図 4 において、電気車両バッテリーユニットは、再充電可能バッテリーユニットであってよく、バッテリーコンパートメント 424 に収容されてよい。電気車両バッテリーユニットはワイヤレス電力インターフェース 426 も提供し、ワイヤレス電力イン

20

【0046】

電気車両誘導コイルは、突き出た部分がないように、および地上 / 車体の指定間隔が維持され得るように、電気車両バッテリーユニットまたは車体の下側と面一に組み込まれるのが有益であり得る。この構成は、電気車両ワイヤレス電力サブシステム専用の電気車両バッテリーユニット内の何らかの余地を必要とし得る。電気車両バッテリーユニット 422 はまた、バッテリー / EV コードレスインターフェース 428、および非接触電力および電気車両 412 と図 1 に示す基地ワイヤレス充電システム 102a との間の通信を提供する充電器 / バッテリーコードレスインターフェース 426 を含むことができる。

30

【0047】

いくつかの実施形態では、図 1 を参照すると、基地システム誘導コイル 104a および電気車両誘導コイル 116 は固定位置にあってよく、これらの誘導コイルは、基地ワイヤレス充電システム 102a に対する電気車両誘導コイル 116 の全体的配置によって近距離結合領域内に置かれる。しかしながら、エネルギー伝達を迅速、効率的および安全に実行するために、基地システム誘導コイル 104a と電気車両誘導コイル 116 との間の距離は、結合を改善するために短縮される必要があり得る。したがって、いくつかの実施形態では、基地システム誘導コイル 104a および / または電気車両誘導コイル 116 は、それらの位置合わせを改善するように配置可能および / または移動可能であり得る。

40

【0048】

図 5A、図 5B、図 5C、および図 5D は、本発明の例示的な実施形態による、バッテリーに対する誘導コイルおよびフェライト材料の配置に関する例示的な構成の図である。図 5A は、完全なフェライト埋込み型誘導コイル 536a を示している。ワイヤレス電力誘導コイルは、フェライト材料 538a およびフェライト材料 538a の辺りに巻かれたコイル 536a を含むことができる。コイル 536a 自体は、標準的なリッツワイヤから作られ得る。導電性シールド 532a は、車両の同乗者を過剰な EMF トランスミッションから保護するために提供される。導電性シールドリングは、プラスチックまたは複合物から作られた車両では特に有益であり得る。

50

【 0 0 4 9 】

図 5 B は、結合を高めるための、および導電性シールド 5 3 2 b における渦電流（熱放散）を減らすための最適に寸法決定されたフェライトプレート（すなわち、フェライトバックリング）を示している。コイル 5 3 6 b は、非導電性の非磁性（たとえば、プラスチック）材料に完全に埋め込まれ得る。たとえば、図 5 A ~ 図 5 D に示すように、コイル 5 3 6 b は、保護筐体 5 3 4 b に埋め込まれ得る。磁気結合とフェライトヒステリシス損との間のトレードオフの結果として、コイル 5 3 6 b とフェライト材料 5 3 8 b との間に分離があり得る。

【 0 0 5 0 】

図 5 C は、コイル 5 3 6 c（たとえば、銅リッツワイヤ多巻きコイル）が横（「X」）方向で移動可能であり得る別の実施形態を示している。図 5 D は、誘導コイルモジュールが下方向に配置される別の実施形態を示している。いくつかの実施形態では、バッテリーユニットは、ワイヤレス電力インターフェースの一部として、配置可能な電気車両誘導コイルモジュール 5 4 2 d および配置不可能な電気車両誘導コイルモジュール 5 4 2 d のうちの 1 つを含む。磁場がバッテリー空間 5 3 0 d に、また車両の内部に浸透するのを防ぐために、バッテリー空間 5 3 0 d と車両との間に導電性シールド 5 3 2 d（たとえば、銅板）があり得る。さらに、導電性シールド 5 3 2 d、コイル 5 3 6 d、およびフェライト材料 5 3 8 d を環境の影響（たとえば、機械的損傷、酸化など）から保護するために、非導電性（たとえば、プラスチック）保護層 5 3 4 d が使用され得る。さらに、コイル 5 3 6 d は、横 X 方向および / または Y 方向で移動可能であり得る。図 5 D は、電気車両誘導コイルモジュール 5 4 2 d がバッテリーユニット本体に対して下方 Z 方向に配置された一実施形態を示している。

【 0 0 5 1 】

この配置可能な電気車両誘導コイルモジュール 5 4 2 d の設計は、電気車両誘導コイルモジュール 5 4 2 d に導電性シールディングがないことを除いて、図 5 B の設計と同様である。導電性シールド 5 3 2 d は、バッテリーユニット本体に付帯している。電気車両誘導コイルモジュール 5 4 2 d が配置状態にないときに、保護層 5 3 4 d（たとえば、プラスチック層）は、導電性シールド 5 3 2 d と電気車両誘導コイルモジュール 5 4 2 d との間に提供される。電気車両誘導コイルモジュール 5 4 2 d をバッテリーユニット本体から物理的に分離することで、誘導コイルのパフォーマンスに好ましい影響が生じ得る。

【 0 0 5 2 】

上述したように、配置された電気車両誘導コイルモジュール 5 4 2 d は、コイル 5 3 6 d（たとえば、リッツワイヤ）およびフェライト材料 5 3 8 d のみを含むことがある。フェライトバックリングは、結合を高めるために、および車体の底面または導電性シールド 5 3 2 d における過剰な渦電流損から保護するために提供され得る。さらに、電気車両誘導コイルモジュール 5 4 2 d は、電力変換電子機器およびセンサ電子機器への柔軟なワイヤ接続を含み得る。このワイヤ束は、電気車両誘導コイルモジュール 5 4 2 d を配置するための機械ギアに組み込まれ得る。

【 0 0 5 3 】

図 1 を参照すると、上述の充電システムは、電気車両 1 1 2 を充電するために、または電力網に戻す形で電力を伝達するために、様々な場所で使用され得る。たとえば、電力の伝達は、駐車場環境で生じることがある。「駐車エリア」は、本明細書で「駐車スペース」と呼ばれることもあることに留意されたい。車両ワイヤレス電力伝達システム 1 0 0 の効率性を高めるために、電気車両 1 1 2 は、電気車両 1 1 2 内の電気車両誘導コイル 1 1 6 が関連駐車スペース内の基地ワイヤレス充電システム 1 0 2 a と適切に位置合わせできるように X 方向および Y 方向に沿って位置合わせされ得る。

【 0 0 5 4 】

さらに、開示する実施形態は、1 つまたは複数の駐車スペースまたは駐車エリアを有する駐車場に適用可能であり、駐車場の少なくとも 1 つの駐車スペースは基地ワイヤレス充電システム 1 0 2 a を含むことができる。案内システム（図示せず）を使用して、電気

車両 1 1 2 内の電気車両誘導コイル 1 1 6 が基地ワイヤレス充電システム 1 0 2 a と位置合わせされるように、車両オペレータが電気車両 1 1 2 を駐車エリアに位置付けるのを支援することができる。案内システムは、電気車両 1 1 2 内の電気車両誘導コイル 1 1 6 が充電基地（たとえば、基地ワイヤレス充電システム 1 0 2 a）内の充電誘導コイルと適切に位置合わせできるように、電気車両オペレータが電気車両 1 1 2 を位置付けるのを支援するための、電子ベースの手法（たとえば、無線位置付け、方向発見原理、ならびに／または光学、準光学および／もしくは超音波感知方法）または機械ベースの手法（たとえば、車輪ガイド、トラックまたはストップ）またはそれらの任意の組合せを含むことができる。

【 0 0 5 5 】

10

上記で説明したように、電気車両充電システム 1 1 4 は、電力を送信し、かつ基地ワイヤレス充電システム 1 0 2 a から電力を受信するために、電気車両 1 1 2 の下面に配置され得る。たとえば、電気車両誘導コイル 1 1 6 は、好ましくは中心位置の近くで車体底面に組み込まれてよく、それにより、EM 露出に関して最大の安全な距離がもたらされ、電気車両の前進駐車および後進駐車が可能になる。

【 0 0 5 6 】

図 6 は、本発明の例示的な実施形態による、電気車両をワイヤレス充電するために使用され得る例示的な周波数を示す周波数スペクトルのチャートである。図 6 に示すように、電気車両へのワイヤレス高電力伝達のための潜在的周波数範囲は、3 kHz ~ 30 kHz 帯域の VLF、いくつかの例外を有する 30 kHz ~ 150 kHz 帯域の低 LF (ISM などの用途)、HF の 6.78 MHz (ITU-R ISM - 帯域 6.765 ~ 6.795 MHz)、HF の 13.56 MHz (ITU-R ISM - 帯域 13.553 ~ 13.567)、および HF の 27.12 MHz (ITU-R ISM - 帯域 26.957 ~ 27.283) を含み得る。

20

【 0 0 5 7 】

図 7 は、本発明の例示的な実施形態による、電気車両をワイヤレス充電するのに有用であり得る例示的な周波数および送信距離を示すチャートである。電気車両のワイヤレス充電に有用であり得るいくつかの例示的な送信距離は、約 30 mm、約 75 mm および約 150 mm である。いくつかの例示的な周波数は、VLF 帯域の約 27 kHz および LF 帯域の約 135 kHz であり得る。

30

【 0 0 5 8 】

ワイヤレス電力伝達システムのいくつかの構成では、ワイヤレス送信機（たとえば、基地ワイヤレス充電システム 302）またはワイヤレス受信機（たとえば、電気車両充電システム 314）のハウジングを貫通して延びる電気導管（たとえば、ワイヤ、ケーブル、フィードスルー）を経由して、交流（AC）がワイヤレス送信機、ワイヤレス受信機、またはその両方内の回路に供給され、またはそこから受け取られる。いくつかのそのような構成では、これらの電気導管は、ワイヤレス送信機またはワイヤレス受信機の少なくとも強磁性部分を貫通して延びる。たとえば、1 つまたは複数の電気導管は、内部回路と外部回路との間の電氣的通信を提供するためにワイヤレス送信機またはワイヤレス受信機のフェライト材料、フェライトプレート、またはフェライトバックキングのうちの少なくとも 1 つを貫通して延び得る。より一般的には、1 つまたは複数の電気導管は、電子デバイス（たとえば、アクチュエータ、ワイヤレス送信機、ワイヤレス受信機）を電子システムに接続するために、電子デバイスの少なくとも強磁性部分（たとえば、フェライト材料）を貫通して延び得る。フェライト材料の高い透磁率のために、AC は、電気導管を取り囲むフェライト材料内に著しく大きい円周方向の磁束密度を生成し、それによって、システムの磁気損失を著しく増加させる可能性がある。システムに高い温度増加および熱応力をもたらす可能性もある、そのような損失を低減（たとえば、防止、回避、最小化）することが有利である。いくつかの場合には、磁束を導くための手段は、強磁性材料を含み得る。

40

【 0 0 5 9 】

図 8 A は、フェライトプレートを貫通して延びる 1 対の電気導管をシミュレートするた

50

めに使用されたモデル構造体を概略的に示し、図 8 B は、このシミュレーションの磁束を示す。電気デバイスおよびその構成要素（たとえば、強磁性材料、少なくとも 1 つの電気導管）は、寸法、磁束、または本明細書で説明するいくつかの実施形態に従って使用され得る他のパラメータに関して限定されない。たとえば、本明細書で開示する長さスケール、電流、磁束の値、および電力損失は、たとえば図 8 B に示すように、いくつかの例示的な相対値のみを示すために提供され、本明細書で説明するデバイス、システム、または方法を限定することを意図したものではない。モデル構造体は、フェライトプレート貫通して延びる 2 つの穴を有するフェライトプレートを含み、各々の穴が直径を有する。モデル構造体は、フェライトプレートの穴を貫通して延びる 2 つの電気導管も含み、各々の電気導管は、直径を有し、電気導管に沿って流れる 10 A の交流を有する。2 つの電気導管を

10

通って流れる交流は、互いに対して逆位相を有する。図 8 B に示すシミュレーションは、2 つの電気導管を

通って流れる交流によって誘起される、フェライトプレート内の磁束を示す。このモデル構造体に生じる電力損失量は、（たとえば、スタインメッツのモデルを使用して）計算することができ、18.3 W になる。様々な参考文献（たとえば、「Modeling Magnetic Core Loss for Sinusoidal Waveforms」、Master's Thesis of Colin J. Dunlop、Massachusetts Institute of Technology、2008 年 6 月）では、スタインメッツのモデルについて説明する。

【0060】

2 つの電気導管を

20

通って流れる交流によって誘起される磁束は、電流に近接した導電性材料を

通って流れる渦電流とは基本的に異なる。たとえば、交流の比較的高い周波数では、磁束による磁気損失が適用されるが、低周波数（たとえば、50 ~ 60 Hz）と比較的高い周波数の両方において、渦電流による損失が適用される。加えて、磁束は、（たとえば、図 8 B に示す）電気導管を

通って流れる電流の方向の周りに回転するが、渦電流は、電気導管を

通って流れる電流の方向に平行な方向に流れる。

【0061】

図 9 は、本明細書で説明するいくつかの実施形態による例示的な電気デバイス 600 を概略的に示す。電気デバイス 600 は、（たとえば、本明細書で説明するようにワイヤレス電力伝達システム 100 の一部として）電力をワイヤレスに送信するか、またはワイヤレスに受信するように構成される。そのような電気デバイス 600 の例は、ワイヤレス送信機（たとえば、基地ワイヤレス充電システム 302）、ワイヤレス受信機（たとえば、電気車両充電システム 314）、またはその両方を含み得る。

30

【0062】

電気デバイス 600 は、少なくとも 1 つのオリフィス 620（たとえば、穴、開口、強磁性材料 610 を含まない領域）を含む強磁性材料 610 を含む。電気デバイス 600 は、強磁性材料 610 の少なくとも 1 つのオリフィス 620 を貫通して延びる少なくとも 1 つの電気導管 630（たとえば、電気ケーブル、ワイヤ、フィードスルー）をさらに含む。たとえば、少なくとも 1 つの電気導管 630 は、強磁性材料 610 の第 1 の側面 612 上の第 1 の領域 640 から、強磁性材料 610 の第 2 の側面 614 上の第 2 の領域 650 に延び得るが、第 2 の側面 614 は第 1 の側面 612 とは反対側にある（たとえば、第 1 の領域 640 は電気デバイス 600 の外側にあることができ、第 2 の領域 650 は電気デバイス 600 内にあることができる）。少なくとも 1 つの電気導管 630 は、第 1 の領域 640 と第 2 の領域 650 との間の少なくとも 1 つの電気導管 630 に沿って流れる少なくとも 1 つの交流を有するように構成される。いくつかの実施形態では、強磁性材料 610 および少なくとも 1 つの電気導管 630 は、少なくとも 1 つの電気導管 630 に沿って流れる少なくとも 1 つの交流によって強磁性材料 610 内に生成される円周方向の磁束密度による電力損失を低減（たとえば、回避、防止、最小化）するように構成される。以下でより詳細に説明するように、円周方向の磁束密度による電力損失を低減（たとえば、回避、防止、最小化）するために、様々な構成が使用され得る。交流によって生成される任意の渦電流に対する円周方向の磁束密度の異なる方向により、これらの構成は、渦電流損

40

50

を低減するために設計される構成とは異なる。

【0063】

いくつかの実施形態では、少なくとも1つのオリフィス620は、空隙を含む（たとえば、少なくとも1つの電気導管630を除く固体材料を含まない）。いくつかの他の実施形態では、少なくとも1つのオリフィス620は、材料を通して流れる磁束をサポートしない材料（たとえば、非強磁性材料、その例は、限定はしないが、プラスチック、セラミック、導電性であるが非強磁性の金属、合金、または他の固体材料を含む）を含む。いくつかの実施形態では、少なくとも1つのオリフィス620は、場合によっては強磁性材料610内に形成する不要な磁束を遮断し、それによって、少なくとも1つの電気導管630に沿って流れる少なくとも1つの交流による強磁性材料610内の円周方向の磁束による電力損失を低減（たとえば、回避、防止、最小化）するように構成される。たとえば、少なくとも1つのオリフィス620および少なくとも1つの電気導管630は、強磁性材料610（たとえば、フェライトプレート）の平面内の円周方向の磁束密度を遮断するように構成され得る。対照的に、渦電流損を低減するために設計される構成は、電気導管630に近接した導電性材料内の、電気導管630に平行な方向（たとえば、電気導管630が貫通して延びる導電性プレートに垂直な方向）の渦電流を遮断するように設計される。

10

【0064】

図10は、フェライトプレート660が強磁性材料610および少なくとも1つのオリフィス620を含む、例示的なシミュレーションの磁束密度を示す。少なくとも1つのオリフィス620は、1対の穴620a、620bを含み、それらの穴の各々が、それを貫通して延びる電気導管630（電気導管630は図10には示されていない）を有する。少なくとも1つのオリフィス620は、強磁性材料610を含まない領域620c（たとえば、強磁性材料610なしで形成されるか、または強磁性材料610が除去されたフェライトプレート660のスライス）をさらに含む。図10のスライスは、1mmの例示的な幅を有し、一方の穴620aから他方の穴620bまで延びる。そのような構造体では、領域620c（たとえば、スライス）に加え、2つの穴620a、620bは、フェライトプレート660を貫通する切れ目のない単一のオリフィス620を形成する。以下でより十分に説明するように、そのような構造体は、本明細書で説明するいくつかの実施形態に従っている。図10に示す例示的なシミュレーションは、2つの電気導管630を

20

30

通って流れる交流によって生成される、フェライトプレート660内の円周方向の磁束密度を示す。このモデル構造体に生じる例示的な電力損失量は、（たとえば、スタインメッツのモデルを使用して）計算することができ、0.03Wになる。

【0065】

図11A～図11Dは、本明細書で説明するいくつかの実施形態による電子デバイス600の例示的な部分を概略的に示す。図11A～図11Dの各々における両矢印は、強磁性材料610内の主要な磁束の方向670（たとえば、デバイスの技術的目的で使用される磁束の方向）を示す。たとえば、主要な磁束は、強磁性材料610を貫通して電気導管630a、630bに沿って流れる交流によって生成される不要な円周方向の磁束とは異なる、誘導電力伝達（たとえば、WEC動作）に使用される磁束であり得る。いくつかの実施形態では、電気導管630a、630bおよび少なくとも1つのオリフィス620は、少なくとも1つの電気導管630に沿って流れる少なくとも1つの交流によって強磁性材料610内に生成される円周方向の磁束を遮断しながら、強磁性材料610内の主要な磁束（たとえば、ワイヤレス電力伝達に使用される主要な磁束）の破壊を低減（たとえば、防止、回避、最小化）するように構成される。

40

【0066】

たとえば、図11A～図11Dに示すように、電気導管630a、630bと、電気導管630a、630b間の少なくとも1つのオリフィス620の一部分（たとえば、図11Bの一部分620c）および/または電気導管630a、630bの一方と強磁性材料610のエッジ616との間の少なくとも1つのオリフィス620の一部分（たとえば、

50

図 1 1 C の一部分 6 2 0 d、6 2 0 e および図 1 1 D の一部分 6 2 0 f) とは、主要な磁束の方向 6 7 0 (たとえば、強磁性材料 6 1 0 を使用したワイヤレス電力伝達に使用される磁束の方向) と平行に並び得る。代替として、少なくとも 1 つのオリフィス 6 2 0 は、主要な磁束がわずかに影響を受けるとされる強磁性材料 6 1 0 の一部分に (たとえば、デバイス 6 0 0 の動作に明らかに寄与しない強磁性材料 6 1 0 の一部分に) 形成され得る。そのような一部分では、少なくとも 1 つのオリフィス 6 2 0 が主要な磁束の方向 6 7 0 に垂直に延びる場合でも、送信コイルと受信コイルとの間の磁気結合の低減により、ワイヤレス電力伝達性能に過度に影響を及ぼすことなく、強磁性材料 6 1 0 の電力損失の低減が実現される。

【 0 0 6 7 】

図 1 1 A では、第 1 の電気導管 6 3 0 a (たとえば、入力電気ケーブル) は、(たとえば、強磁性材料 6 1 0 の第 1 の側面 6 1 2 上の第 1 の領域 6 4 0 から、第 1 の側面 6 1 2 とは反対側の、強磁性材料 6 1 0 の第 2 の側面 6 1 4 上の第 2 の領域 6 5 0 まで) 強磁性材料 6 1 0 を貫通して延び、第 2 の電気導管 6 3 0 b (たとえば、出力電気ケーブル) は、(たとえば、強磁性材料 6 1 0 の第 1 の側面 6 1 2 上の第 1 の領域 6 4 0 から、強磁性材料 6 1 0 の第 2 の側面 6 1 4 上の第 2 の領域 6 5 0 まで) 強磁性材料 6 1 0 を貫通して延びる。たとえば、第 1 の領域 6 4 0 は電気デバイス 6 0 0 の外側にあることができ、第 2 の領域 6 5 0 は電気デバイス 6 0 0 内にあることができる。第 1 の電気導管 6 3 0 a は、第 1 の領域 6 4 0 から第 2 の領域 6 5 0 に流れる第 1 の交流を搬送し、第 2 の電気導管は、第 2 の領域 6 5 0 から第 1 の領域 6 4 0 に流れる第 2 の交流を搬送する。たとえば、第 1 の交流および第 2 の交流は、どちらも互いに逆位相を有することができ、どちらも同じ大きさを有することができる。強磁性材料 6 1 0 は、第 1 および第 2 の電気導管 6 3 0 a、6 3 0 b の直径の合計よりも大きく強磁性材料 6 1 0 の第 1 の側面 6 1 2 から強磁性材料 6 1 0 の第 2 の側面 6 1 4 まで延びるオリフィス 6 2 0 (たとえば、穴、開口、強磁性材料 6 1 0 を含まない領域) を含む。たとえば、図 1 1 A のオリフィス 6 2 0 は、ほぼ矩形で単一であり、第 1 と第 2 の電気導管 6 3 0 a、6 3 0 b の両方がオリフィス 6 2 0 内に適合するほど十分に大きい。限定はしないが、円形、楕円形、正方形、三角形、および不規則な形状を含む、オリフィス 6 2 0 の他の形状も、本明細書で説明するいくつかの実施形態と適合する。図 1 1 A の構成では、第 1 および第 2 の電気導管 6 3 0 a、6 3 0 b から強磁性材料 6 1 0 内に生成される磁束への寄与は、互いに (たとえば、第 1 および第 2 の交流が同じ大きさと逆位相とを有するときは完全に) 相殺し、それによって、第 1 および第 2 の電気導管 6 3 0 a、6 3 0 b が円周方向の磁束を遮断するようには構成されない別のオリフィス内にある構成と比較して、円周方向の磁束による電力損失を低減 (たとえば、回避、防止、最小化) する。

【 0 0 6 8 】

別の例では、図 1 1 B に概略的に示すように、オリフィス 6 2 0 は、2 つの第 1 の部分 6 2 0 a、6 2 0 b (たとえば、2 つのほぼ円形の部分) によって形成される切れ目のない単一のオリフィス (たとえば、穴、開口、強磁性材料 6 1 0 を含まない領域) を含むことができ、2 つの第 1 の部分 6 2 0 a、6 2 0 b の各々が、第 1 の電気導管 6 3 0 a および第 2 の電気導管 6 3 0 b のうちの一方と、2 つの第 1 の部分 6 2 0 a、6 2 0 b 間に延びる第 2 の部分 6 2 0 c (たとえば、ほぼ真つすぐな直線部分) とを含む。オリフィス 6 2 0 の第 2 の部分 6 2 0 c は、主要な磁束の方向 6 7 0 にほぼ平行な方向に延びることができ、様々な技術 (たとえば、強磁性材料 6 1 0 内のスライスのカッティング、非強磁性材料によって互いに結合され得る強磁性材料 6 1 0 の様々なタイルの組立て) によって形成され得る。図 1 0 のオリフィス 6 2 0 は、図 1 1 B によって概略的に示すオリフィスのクラスの部材である。オリフィス 6 2 0 の第 2 の部分 6 2 0 c は、磁路が他の電気導管を取り囲むことなく単一の電気導管を完全に取り囲むことを防止するために、各電気導管 6 3 0 a、6 3 0 b の周りの磁路を遮断することができる。このように、両電気導管 6 3 0 a、6 3 0 b の磁場は、強磁性材料 6 1 0 内に追加の磁束が生成されないように互いに相殺し、それによって、強磁性材料 6 1 0 内の円周方向の磁束による電力損失を低減するこ

とができる。オリフィス620の第2の部分620cは、標準的なフェライトブロックを組み立て、電気導管630a、630b間に空隙もしくは非強磁性材料を残すことによって、または単一のフェライト構造体内でオリフィス620の第2の部分620cを機械加工することによって形成され得る。図11Aのオリフィス620と図11Bのオリフィス620の両方は、第1の電気導管630aと第2の電気導管630bの両方を含む切れ目のない単一のオリフィス620であるという共通の属性を有する。

【0069】

図11Cでは、第1の電気導管630aは、(たとえば、強磁性材料610の第1の側面612上の第1の領域640から、第1の側面612とは反対側の、強磁性材料610の第2の側面614上の第2の領域650まで)強磁性材料610を貫通して延び、第2の電気導管630bは、(たとえば、強磁性材料610の第1の側面612上の第1の領域640から、強磁性材料610の第2の側面614上の第2の領域650まで)強磁性材料610を貫通して延びる。第1の電気導管630aは、第1の領域640から第2の領域650に流れる第1の交流を搬送し、第2の電気導管630bは、第2の領域650から第1の領域640に流れる第2の交流を搬送する。たとえば、第1の交流および第2の交流は、どちらも互いに逆位相を有することができ、同じ大きさを有することができる。強磁性材料610は、第1の電気導管630aを含む第1のオリフィス620a、620d(たとえば、穴、開口、強磁性材料610を含まない領域)と、第2の電気導管630bを含む第2のオリフィス620b、620e(たとえば、穴、開口、強磁性材料610を含まない領域)とを含む。第1のオリフィス620a、620dおよび第2のオリフィス620b、620eの各々は、強磁性材料610の第1の側面612から、強磁性材料610の第2の側面614まで延び、第1のオリフィス620a、620dおよび第2のオリフィス620b、620eの各々は、オリフィス620に含まれる電気導管630と強磁性材料610のエッジ616との間の強磁性材料610(たとえば、強磁性材料610の外側エッジと電気導管を含む穴との間のスライス)にわたって延びる。

【0070】

たとえば、図11Cによって概略的に示すように、第1のオリフィス620a、620dは、第1の電気導管630aを含む第1の部分620aと、第1の部分620aから強磁性材料の第1のエッジ616aまで延びる第2の部分620dとを含む。第1のオリフィス620a、620dの第2の部分620dは、主要な磁束の方向670にほぼ平行な方向に延び得る。第2のオリフィス620b、620eは、第2の電気導管630bを含む第1の部分620bと、強磁性材料610の第2のエッジ616bまで延びる第2の部分620eとを含む。第2のオリフィス620b、620eの第2の部分620eは、主要な磁束の方向670にほぼ平行な方向に延び得る。いくつかの実施形態では、第1のエッジ616aおよび第2のエッジ616bは、互いに異なる(たとえば、強磁性材料610の反対のエッジである)。第1のオリフィス620a、620dの第2の部分620dおよび/または第2のオリフィス620b、620eの第2の部分620eは、標準的なフェライトブロックを組み立て、電気導管630とエッジ616a、616bとの間に空隙もしくは非強磁性材料を残すことによって、または単一のフェライト構造体内で第1のオリフィス620a、620dの第2の部分620d、および/もしくは第2のオリフィス620b、620eの第2の部分620eを機械加工することによって形成され得る。

【0071】

図11Dでは、第1の電気導管630aは、(たとえば、強磁性材料610の第1の側面612上の第1の領域640から、第1の側面612とは反対側の、強磁性材料610の第2の側面614上の第2の領域650まで)強磁性材料610を貫通して延び、第2の電気導管630bは、強磁性材料610を貫通しては延びない(たとえば、強磁性材料610を横断しない)が、強磁性材料610の第1の側面612上の第1の領域640から、強磁性材料610の第2の側面614上の第2の領域650までを延びる。第1の電気導管630aは、第1の領域640から第2の領域650に流れる第1の交流を搬送し、第2の電気導管630bは、第2の領域650から第1の領域640に流れる第2の交

流を搬送する。たとえば、第1の交流および第2の交流は、どちらも互いに逆位相を有することができ、同じ大きさを有することができる。強磁性材料610は、第1の電気導管630aを含むオリフィス620a、620fを含む。オリフィス620a、620fは、強磁性材料610の第1の側面612から、強磁性材料610の第2の側面614まで延びる。オリフィス620a、620fは、第1の電気導管630aと、強磁性材料610のエッジ616との間の強磁性材料610にわたって延びる。

【0072】

たとえば、図11Dによって概略的に示すように、オリフィス620a、620fは、第1の電気導管630aを含む第1の部分620aと、第1の部分620aから強磁性材料610のエッジ616まで延びる第2の部分620fとを含む。オリフィス620a、620fの第2の部分620fは、主要な磁束の方向670にほぼ平行な方向に延び得る。オリフィス620a、620fの第2の部分620fは、標準的なフェライトブロックを組み立て、電気導管630aとエッジ616との間に空隙もしくは非強磁性材料を残すことによって、または単一のフェライト構造体内でオリフィス620a、620fの第2の部分620fを機械加工することによって形成され得る。

10

【0073】

図11Cの第1の電気導管630aを含む第1のオリフィス620a、620d、図11Cの第2の電気導管630bを含む第2のオリフィス620b、620e、および図11Dの第1の電気導管630aを含むオリフィス620a、620fはすべて、強磁性材料610がその中に含まれる電気導管630を完全には取り囲まないように構成されると同じ属性を共有する。この属性は、強磁性材料610の外側に電気導管630を有することに類似する（たとえば、強磁性材料610の外側に図11Dの第2の電気導管630bを配置することに類似する）ものと見なされ得る。

20

【0074】

図12は、簡略化された構造体のための等価磁気回路計算を概略的に示す。図12の右側は、電気導管630（図示せず）がオリフィス620（白い中心円によって示す）を通過して強磁性材料610（陰影をつけた円によって示す）を貫通して延びる、簡略化された構造体を示す。電気導管630を通過して流れる交流は、強磁性材料610内に磁束（矢印によって示す）を生成する。図12の左側は、図12の右側の簡略化された構造体に関する磁束密度の同位面を示す。等価回路の磁気抵抗（円形線上に重なった矩形によって示す）と起磁力（円形線上に重なった小さい白色円によって示す）とを含む、等価磁気回路（半径 r を有する円形線によって示す）が形成され得る。この磁気回路は、電気回路に類似するものと考えられ得るが、抵抗器の代わりに磁気抵抗を、バッテリー（または起電力）の代わりに起磁力を、電流の代わりに磁束を有する。

30

【0075】

スタインメッツのモデルによれば、強磁性（たとえば、フェライト）材料610の損失は、磁束密度の2～3乗の範囲に比例する。したがって、磁束密度を5倍だけ低減することによって、損失は、少なくとも25倍だけ減少し得る。さらに、磁束ならびに磁束密度は、図12に示す理想的な等価回路の磁気抵抗の逆数（ $1/R$ ）に比例する。したがって、オリフィス620の変更形態を使用して（オリフィス620をさらに変更することなく強磁性材料610と比較して）少なくとも25倍だけ損失の低減を実現するために、いくつかの実施形態では、オリフィス620の変更形態（たとえば、強磁性材料610内の磁束を遮断するように構成されたオリフィス620の一部分）は、少なくとも5倍だけ単一の電気導管の周りの同等の磁気回路の磁気抵抗を増加させるほど十分広い。

40

【0076】

たとえば、オリフィス620の変更形態が強磁性材料610を貫通する追加のスライスを含む場合、次の式は、スライスの幅（ l_{slice} ）を選択するのに有益であり得る。

【0077】

【数 1】

$$R_{ferrite} + R_{slice} = 5 * R_{ferrite\ without\ slice} \rightarrow \frac{l_{ferrite}}{\mu_0 \mu_r A} * 5 = \frac{l_{ferrite} - l_{slice}}{\mu_0 \mu_r A} + \frac{l_{slice}}{\mu_0 A}$$

【0078】

この式は、 $l_{slice} = 0.004 * l_{ferrite}$ を示すように低減され得る。 $r_{mean} = 25\text{ mm}$ と仮定すれば、少なくとも25倍だけ損失の低減をもたらすスライスの幅(l_{slice})は、 0.63 mm であり得る。実際には、非線形の磁場の挙動により、より小さい幅のスライスでも、所望の磁気抵抗の増加と付随する損失の低減とを実現することができる。

10

【0079】

図13は、本明細書で説明するいくつかの実施形態による、電力をワイヤレスに送信するか、またはワイヤレスに受信する例示的な方法700の流れ図である。動作ブロック710では、方法700は、ワイヤレス電力伝達システムの電気デバイス600を提供するステップを含む。デバイス600は、強磁性材料610と、強磁性材料610を貫通して延びる少なくとも1つのオリフィス620を含む。動作ブロック720では、方法700は、強磁性材料610の第1の側面612上の第1の領域640から、強磁性材料610の第2の側面614上の第2の領域650まで少なくとも1つのオリフィス620を貫通させて交流を導通させるステップをさらに含む。第2の側面614は、第1の側面612とは反対側にある。強磁性材料610および少なくとも1つのオリフィス620は、交流によって強磁性材料610内に生成される円周方向の磁束によってもたらされる強磁性材料610内の電力損失を低減するように構成される。

20

【0080】

図14は、ワイヤレス電力伝達システムの一部として電力をワイヤレスに送信するか、またはワイヤレスに受信するように構成された電気デバイス600を作製する例示的な方法800の流れ図である。動作ブロック810では、方法800は、少なくとも1つのオリフィス620を含む強磁性材料610を提供するステップを含む。動作ブロック820では、方法800は、強磁性材料610の第1の側面612上の第1の領域640から、強磁性材料610の第2の側面614上の第2の領域650まで強磁性材料610の少なくとも1つのオリフィス620を貫通させて少なくとも1つの電気導管630を延ばすステップをさらに含む。第2の側面614は、第1の側面612とは反対側にある。少なくとも1つの電気導管630は、第1の領域640と第2の領域650との間の少なくとも1つの電気導管630に沿って流れる少なくとも1つの交流を有するように構成される。強磁性材料610および少なくとも1つの電気導管630は、少なくとも1つの電気導管630に沿って流れる少なくとも1つの交流によって強磁性材料610内に生成される円周方向の磁束によってもたらされる強磁性材料610内の電力損失を低減するように構成される。

30

【0081】

たとえば、強磁性材料610を提供するステップは、強磁性材料610の一部分内で少なくとも1つのオリフィス620をカッティングすることを含み得る。別の例では、強磁性材料を提供するステップは、強磁性材料610のタイルを組み立てることと、非強磁性材料によってタイルを互いに機械的に結合することを含み得る。いくつかの実施形態では、少なくとも1つのオリフィス620は、非強磁性材料を含む。

40

【0082】

上述の方法の様々な動作は、様々なハードウェア構成要素および/もしくはソフトウェア構成要素、回路、ならびに/またはモジュールなどの、その動作を実施することが可能な任意の適切な手段によって実行され得る。一般に、図に示す任意の動作は、その動作を実行することが可能な対応する機能的手段によって実行され得る。たとえば、電力をワイヤレスに送信するための手段はワイヤレス電力送信機を含む場合があり、電力をワイヤレスに受信するための手段はワイヤレス電力受信機を含む場合がある。加えて、磁束を導く

50

ための手段は、強磁性材料を含み得る。さらに、交流を導通させるための手段は、電気導管を含み得る。多種多様な技術および技法のうちのいずれかを使用して情報および信号を表すことができる。たとえば、上記の説明全体にわたって言及され得るデータ、命令、コマンド、情報、信号、ビット、シンボル、およびチップは、電圧、電流、電磁波、磁場もしくは磁性粒子、光場もしくは光学粒子、またはそれらの任意の組合せによって表され得る。

【0083】

本明細書で開示する実施形態に関して説明する様々な例示的な論理ブロック、モジュール、回路、およびアルゴリズムステップは、電子ハードウェア、コンピュータソフトウェア、またはその両方の組合せとして実装され得る。ハードウェアおよびソフトウェアのこの互換性を明確に示すために、様々な例示的な構成要素、ブロック、モジュール、回路、およびステップが、概してそれらの機能に関して上記で説明されている。そのような機能をハードウェアとして実装するか、またはソフトウェアとして実装するかは、特定の適用例および全体的なシステムに課される設計制約に依存する。説明した機能は、特定の適用例ごとに様々な方法で実装できるが、そのような実装上の決定は、本発明の実施形態の範囲からの逸脱を生じさせると解釈すべきではない。

【0084】

本明細書で開示する実施形態に関して説明する様々な例示的なブロック、モジュール、および回路は、汎用プロセッサ、デジタル信号プロセッサ(DSP)、特定用途向け集積回路(ASIC)、フィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)もしくは他のプログラマブル論理デバイス、個別ゲートもしくはトランジスタ論理、個別ハードウェア構成要素、または、本明細書で説明する機能を実行するように設計されたそれらの任意の組合せで、実装または実行されてよい。汎用プロセッサはマイクロプロセッサであり得るが、代替として、プロセッサは、任意の従来のプロセッサ、コントローラ、マイクロコントローラ、または状態機械であり得る。プロセッサはまた、コンピューティングデバイスの組合せ、たとえば、DSPとマイクロプロセッサとの組合せ、複数のマイクロプロセッサ、DSPコアと連携する1つもしくは複数のマイクロプロセッサ、または任意の他のそのような構成として実装され得る。

【0085】

本明細書で開示する実施形態に関して説明する方法またはアルゴリズムおよび機能のステップは、直接ハードウェアで具現化されても、プロセッサによって実行されるソフトウェアモジュールで具現化されても、またはその2つの組合せで具現化されてもよい。ソフトウェアで実装される場合、機能は、1つまたは複数の命令またはコードとして、有形な非一時的コンピュータ可読媒体上に記憶すること、または有形な非一時的コンピュータ可読媒体を介して送信することができる。ソフトウェアモジュールは、ランダムアクセスメモリ(RAM)、フラッシュメモリ、読取り専用メモリ(ROM)、電氣的にプログラム可能なROM(EPROM)、電氣的に消去可能およびプログラム可能なROM(EEPROM)、レジスタ、ハードディスク、着脱可能ディスク、CD ROM、または当技術分野で知られた任意の他の形態の記憶媒体内に存在することができる。記憶媒体は、プロセッサが記憶媒体から情報を読み取り、かつ記憶媒体に情報を書き込むことができるように、プロセッサに結合される。代替として、記憶媒体はプロセッサと一体であり得る。ディスク(diskおよびdisc)は、本明細書で使用される場合、コンパクトディスク(CD)、レーザディスク、光ディスク、デジタル多用途ディスク(DVD)、フロッピー(登録商標)ディスク、およびブルーレイディスクを含み、ディスク(disk)は、通常、磁氣的にデータを再生し、一方、ディスク(disc)は、レーザを用いて光学的にデータを再生する。上記の組合せも、コンピュータ可読媒体の範囲の中に含まれるべきである。プロセッサおよび記憶媒体はASIC内に存在することができる。

【0086】

本開示の概要を述べるために、本発明のいくつかの態様、利点、および新規の特徴について本明細書で説明してきた。本発明の任意の特定の実施形態に従って、そのような利点

10

20

30

40

50

の必ずしもすべてを実現できない場合があることを理解されたい。したがって、本発明は、本明細書に教示される１つの利点または利点の群を、本明細書に教示または示唆され得る他の利点を必ずしも実現することなく実現または最適化するように具現化または実行され得る。

【 0 0 8 7 】

上述の実施形態への様々な修正が容易に明らかになり、本明細書に定義する一般原理は、本発明の趣旨または範囲を逸脱することなく他の実施形態に適用され得る。したがって、本発明は、本明細書に示された実施形態に限定されるものではなく、本明細書に開示された原理および新規の特徴に一致する最大の範囲を与えるものである。

【 符号の説明 】

10

【 0 0 8 8 】

1 0 0	ワイヤレス電力伝達システム、車両ワイヤレス電力伝達システム	
1 0 2 a	基地ワイヤレス充電システム	
1 0 2 b	基地ワイヤレス充電システム	
1 0 4 a	基地システム誘導コイル、誘導コイル、ワイヤレス電力誘導コイル	
1 0 8	通信リンク	
1 1 0	電力リンク	
1 1 2	電気車両	
1 1 4	電気車両ワイヤレス充電システム、電気車両充電システム	
1 1 6	電気車両誘導コイル、誘導コイル、ワイヤレス電力誘導コイル	20
1 1 8	バッテリーユニット	
1 2 6	A C または D C 電源	
1 3 0	ローカル分配センター、ローカル分配	
1 3 2	電力バックボーン	
1 3 4	通信バックホール	
2 0 0	ワイヤレス電力伝達システム	
2 0 2	基地ワイヤレス電力充電システム、基地ワイヤレス充電システム	
2 0 4	基地システム誘導コイル、誘導コイル、コイル	
2 0 6	基地システム送信回路	
2 0 8	電源	30
2 1 4	電気車両充電システム	
2 1 6	電気車両誘導コイル、誘導コイル、コイル	
2 1 8	電気車両バッテリーユニット、バッテリーユニット	
2 2 2	電気車両受信回路	
2 3 6	基地充電システム電力変換器、電力変換器、充電電源ユニット	
2 3 8	電気車両電力変換器、電力変換器	
3 0 0	ワイヤレス電力伝達システム	
3 0 2	基地ワイヤレス充電システム、基地ワイヤレス電力充電システム	
3 0 4	基地システム誘導コイル、ワイヤレス電力誘導コイル	
3 1 4	電気車両充電システム	40
3 1 6	電気車両誘導コイル、ワイヤレス電力誘導コイル	
3 3 6	充電システム電力変換器、基地充電システム電力変換器	
3 3 8	電気車両電力変換器	
3 4 2	基地充電システムコントローラ	
3 4 4	電気車両コントローラ	
3 5 2	位置合わせシステム、基地充電位置合わせシステム	
3 5 4	位置合わせシステム、基地充電システム電力インターフェース、電気車両位置合わせシステム	
3 6 2	基地充電案内システム	
3 6 4	電気車両案内システム	50

3 6 6	案内リンク	
3 7 2	基地充電通信システム	
3 7 4	電気車両通信システム	
3 7 6	通信リンク	
4 1 2	電気車両	
4 2 2	電気車両バッテリーユニット	
4 2 4	バッテリーコンパートメント	
4 2 6	充電器 / バッテリーコードレスインターフェース、ワイヤレス電力インターフェース	
4 2 8	バッテリー / EVコードレスインターフェース	10
5 3 0 d	バッテリー空間	
5 3 2 a	導電性シールド	
5 3 2 b	導電性シールド	
5 3 2 d	導電性シールド	
5 3 4 b	保護筐体	
5 3 4 d	保護層	
5 3 6 a	完全なフェライト埋込み型誘導コイル、コイル	
5 3 6 b	コイル	
5 3 6 c	コイル	
5 3 6 d	コイル	20
5 3 8 a	フェライト材料	
5 3 8 b	フェライト材料	
5 3 8 d	フェライト材料	
5 4 2 d	電気車両誘導コイルモジュール	
6 0 0	電気デバイス、電子デバイス	
6 1 0	強磁性材料	
6 1 2	第 1 の側面	
6 1 4	第 2 の側面	
6 1 6 a	強磁性材料の第 1 のエッジ、強磁性材料のエッジ	
6 1 6 b	強磁性材料の第 2 のエッジ	30
6 2 0	オリフィス	
6 2 0 a	オリフィス、穴、オリフィスの第 1 の部分、第 1 のオリフィスの第 1 の部	
6 2 0 b	オリフィス、穴、オリフィスの第 1 の部分、第 2 のオリフィスの第 1 の部	
6 2 0 c	オリフィス、強磁性材料を含まない領域、オリフィスの第 2 の部分	
6 2 0 d	第 1 のオリフィスの第 2 の部分	
6 2 0 e	第 2 のオリフィスの第 2 の部分	
6 2 0 f	オリフィスの一部分	
6 3 0	電気導管	40
6 3 0 a	第 1 の電気導管	
6 3 0 b	第 2 の電気導管	
6 4 0	第 1 の領域	
6 5 0	第 2 の領域	
6 6 0	フェライトプレート	
6 7 0	主要な磁束の方向	

【図 1】

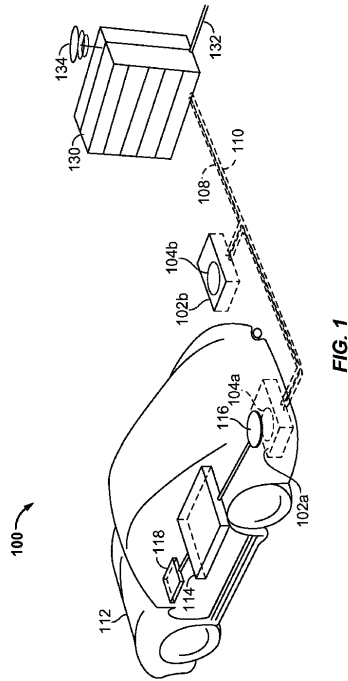


FIG. 1

【図 2】

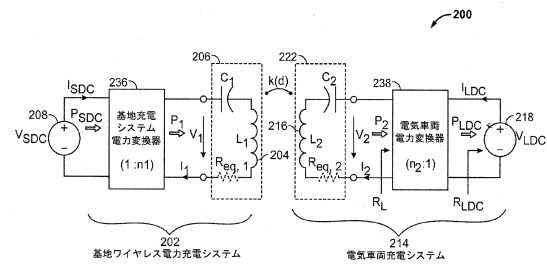


FIG. 2

【図 3】

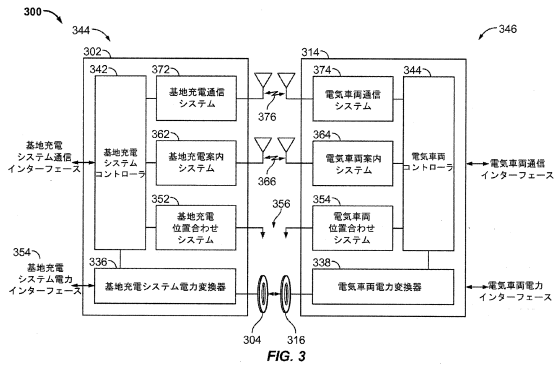


FIG. 3

【図 4】

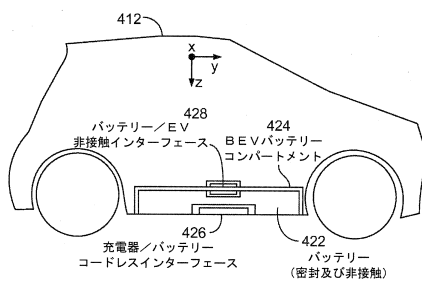


FIG. 4

【図 5 B】

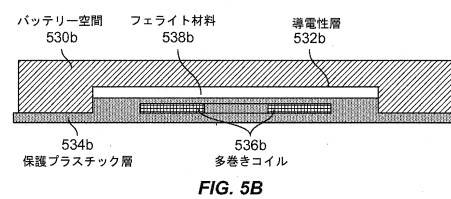


FIG. 5B

【図 5 C】

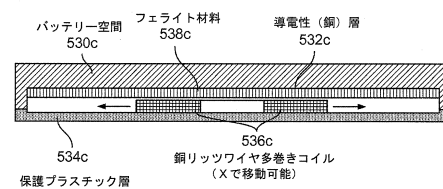


FIG. 5C

【図 5 A】

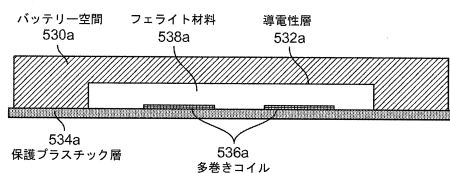


FIG. 5A

【図 5 D】

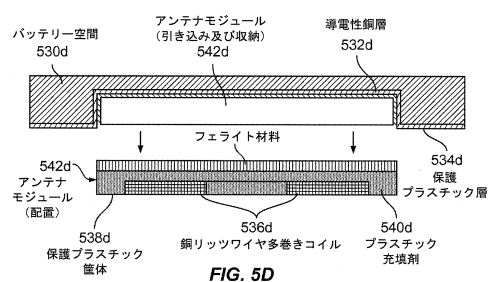


FIG. 5D

【図 6】

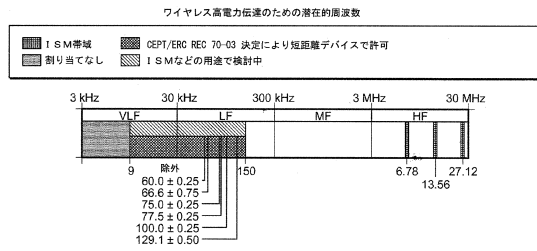


FIG. 6

【図 7】

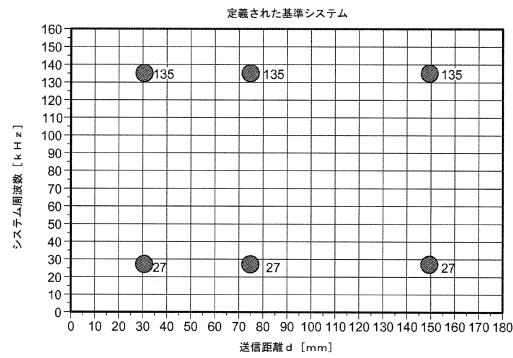


FIG. 7

【図 8 A】

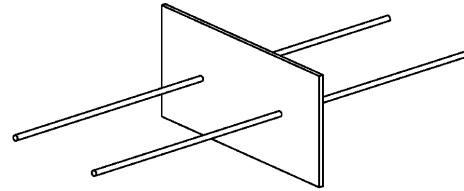


FIG. 8A

【図 8 B】

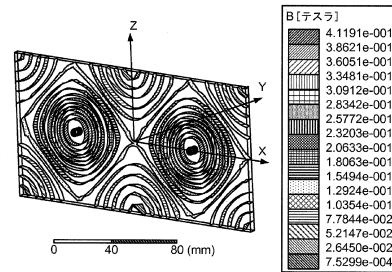


FIG. 8B

【図 9】

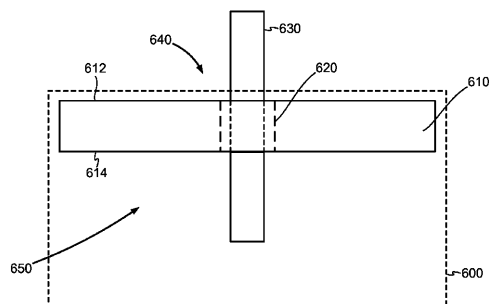


FIG. 9

【図 11 A】

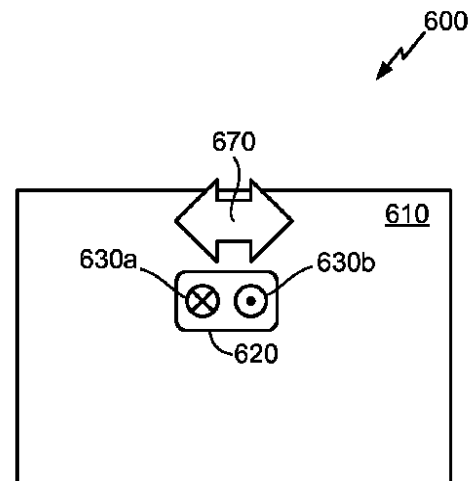


FIG. 11A

【図 10】

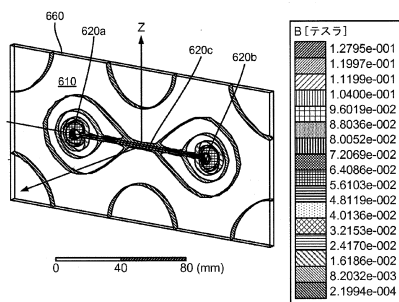


FIG. 10

【図 11B】

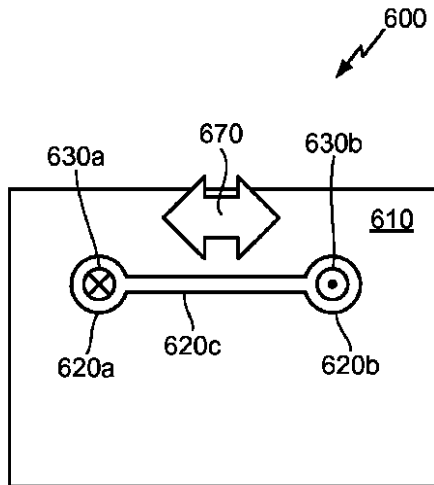


FIG. 11B

【図 11C】

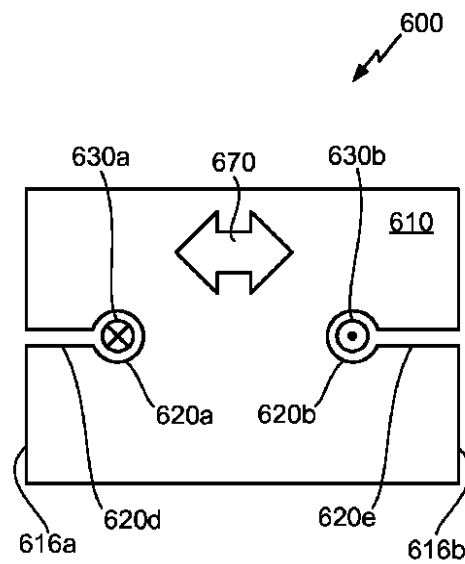


FIG. 11C

【図 11D】

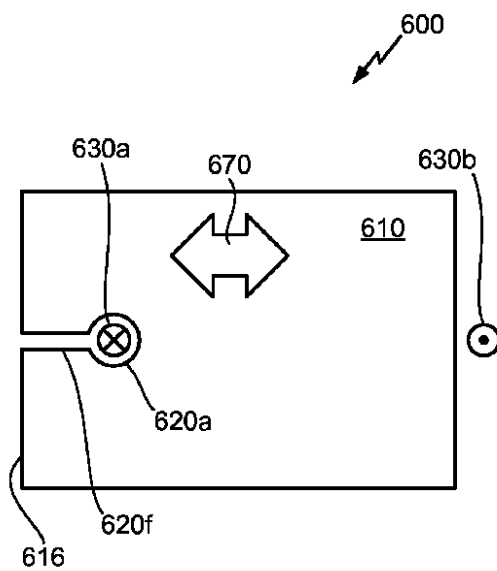


FIG. 11D

【図 12】

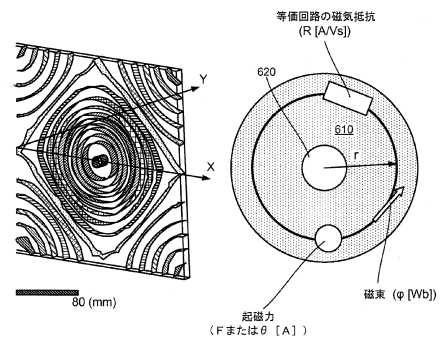


FIG. 12

【図 13】

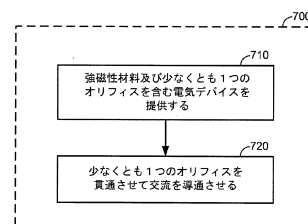


FIG. 13

【図 14】

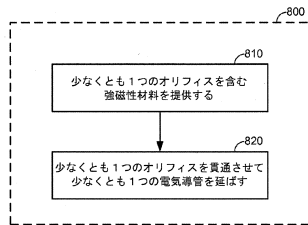


FIG. 14

フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
H 0 1 F 27/24 (2006.01)		H 0 2 J 7/00		3 0 1 D
H 0 1 F 41/00 (2006.01)		H 0 1 F 27/24		E
H 0 1 F 41/02 (2006.01)		H 0 1 F 27/24		H
B 6 0 M 7/00 (2006.01)		H 0 1 F 41/00		Z
B 6 0 L 5/00 (2006.01)		H 0 1 F 41/02		D
B 6 0 L 53/00 (2019.01)		B 6 0 M 7/00		X
		B 6 0 L 5/00		B
		B 6 0 L 53/00		

- (72)発明者 ミヒヤエル・ヴェルナー
アメリカ合衆国・カリフォルニア・9 2 1 2 1 - 1 7 1 4・サン・ディエゴ・モアハウス・ドライブ・5 7 7 5
- (72)発明者 ヴォイチェフ・チュレボス
アメリカ合衆国・カリフォルニア・9 2 1 2 1 - 1 7 1 4・サン・ディエゴ・モアハウス・ドライブ・5 7 7 5
- (72)発明者 ダニエル・カーシュナー
アメリカ合衆国・カリフォルニア・9 2 1 2 1 - 1 7 1 4・サン・ディエゴ・モアハウス・ドライブ・5 7 7 5
- (72)発明者 レアンドロ・エー・パーセボン
アメリカ合衆国・カリフォルニア・9 2 1 2 1 - 1 7 1 4・サン・ディエゴ・モアハウス・ドライブ・5 7 7 5
- (72)発明者 エドワード・エル・ファン・ボヘーメン
アメリカ合衆国・カリフォルニア・9 2 1 2 1 - 1 7 1 4・サン・ディエゴ・モアハウス・ドライブ・5 7 7 5

審査官 秋山 直人

- (56)参考文献 実開平01-020704(JP,U)
実開平03-113817(JP,U)
特開平03-195008(JP,A)
国際公開第2014/090945(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 1 F 3 8 / 1 4
H 0 1 F 2 7 / 2 4
H 0 1 F 4 1 / 0 0
H 0 1 F 4 1 / 0 2
H 0 2 J 7 / 0 0
H 0 2 J 5 0 / 1 2
H 0 2 J 5 0 / 8 0
H 0 2 J 5 0 / 9 0
B 6 0 L 5 / 0 0
B 6 0 L 5 3 / 0 0
B 6 0 M 7 / 0 0