

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6671349号
(P6671349)

(45) 発行日 令和2年3月25日(2020.3.25)

(24) 登録日 令和2年3月5日(2020.3.5)

(51) Int.Cl.	F 1
HO2J 50/70	(2016.01)
HO2J 50/10	(2016.01)
HO2J 7/00	(2006.01)
B60M 7/00	(2006.01)
B60L 5/00	(2006.01)
	HO2J 50/70
	HO2J 50/10
	HO2J 7/00 P
	HO2J 7/00 301D
	B60M 7/00 X

請求項の数 15 (全 25 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2017-511865 (P2017-511865)
(86) (22) 出願日	平成27年9月8日(2015.9.8)
(65) 公表番号	特表2017-535228 (P2017-535228A)
(43) 公表日	平成29年11月24日(2017.11.24)
(86) 國際出願番号	PCT/US2015/048973
(87) 國際公開番号	W02016/040338
(87) 國際公開日	平成28年3月17日(2016.3.17)
審査請求日	平成30年8月24日(2018.8.24)
(31) 優先権主張番号	14/481,804
(32) 優先日	平成26年9月9日(2014.9.9)
(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 O 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】無線電気車両充電システムにおいてリーク線束を低減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】

無線電力伝達システムにおいて無線場のリーク磁束を集めるための装置であって、無線電力送電機によって生成された無線場に結合するための手段であって、前記無線場の一部分が前記リーク磁束を含む、手段と、電気車両の外縁から離れる前記リーク磁束の少なくとも一部分を吸収または方向変換するための手段とを備え、

前記結合するための手段が無線電力受電機を含み、

前記リーク磁束の少なくとも一部分を吸収または方向変換するための前記手段が、強磁性体を含むリークコネクタであって前記無線場内で前記無線電力受電機から第1の距離に位置するリークコレクタを含み、前記リークコレクタは、第1の幅から前記リークコレクタの中間ににおける第2の幅まで変化する幅を用いて構成され、前記第1の幅は前記リークコレクタの少なくとも1つの端部の幅であり、前記第2の幅は前記リークコレクタの中間部における幅であり、前記第1の幅は前記第2の幅よりも狭い、装置。

【請求項 2】

前記リーク磁束の少なくとも一部分を吸収または方向変換するための前記手段が、前記電気車両のほぼ外縁において前記電気車両の底部分に配置され、前記リーク磁束の少なくとも一部分を吸収または方向変換するための前記手段が、実質的に水平な面において前記結合するための手段を少なくとも部分的に囲むか、または、

10

20

前記リーグ磁束の少なくとも一部分を吸収または方向変換するための前記手段が、前記電気車両の底部分に配置され前記結合するための手段を完全に囲むか、または、

前記リーグ磁束の少なくとも一部分を吸収または方向変換するための前記手段が、正方形、長方形、円、三角形、多角形、または半円のうちの1つに整形され、前記リーグ磁束の少なくとも一部分を吸収または方向変換するための前記手段の外周が、前記結合するための手段の下方で前記電気車両の底部から離れるように延在するか、または、

前記リーグ磁束の少なくとも一部分を吸収または方向変換するための前記手段が、前記リーグ磁束を吸収または方向変換するのに十分な透磁率の値を有する、請求項1に記載の装置。

【請求項3】

10

前記電気車両の底部分に配置された磁気車両シールドをさらに備え、前記結合するための手段および前記リーグ磁束の少なくとも一部分を吸収または方向変換するための前記手段が、前記磁気車両シールドの下方に位置する、請求項1に記載の装置。

【請求項4】

前記リーグ磁束の少なくとも一部分を吸収または方向変換するための前記手段が、前記結合するための手段の外周よりも大きい外周を有し、前記リーグ磁束の少なくとも一部分を吸収または方向変換するための前記手段が、前記リーグ磁束を吸収または方向変換するのに十分な比透磁率の値を有する、請求項1に記載の装置。

【請求項5】

前記比透磁率が $\mu_r = 10$ よりも大きい、請求項4に記載の装置。

20

【請求項6】

請求項1から5のいずれか一項に記載の装置であって、

前記結合するための手段が、無線電力送電機によって生成された無線場に結合するように構成された無線電力受電機であって、前記無線場の一部分が前記リーグ磁束を含む、無線電力受電機を備え、

前記吸収または方向変換するための手段が、強磁性体を含むとともに電気車両の外縁から離れる前記リーグ磁束の少なくとも一部分を吸収または方向変換するように構成されたリーグコレクタであって、前記無線場内で前記無線電力受電機から第1の距離に位置するリーグコレクタを備える、装置。

【請求項7】

30

前記強磁性体が、前記リーグ磁束を吸収または方向変換するのに十分な透磁率の値を有する、請求項6に記載の装置。

【請求項8】

前記強磁性体が、軟磁性複合体、ナノ結晶磁性体、またはプラスチック接合フェライト粉末のうちの1つを含む、請求項7に記載の装置。

【請求項9】

前記リーグコレクタが、前記リーグ磁束に影響を及ぼすように構成された断面を有し、前記断面が、前記電気車両の底部から離れるように直角に延在する寸法を有するか、または、

前記第1の距離が、前記無線電力受電機と前記電気車両の前記外縁との間の距離の少なくとも $1/2$ に等しい、請求項6に記載の装置。

40

【請求項10】

無線電力伝達システムにおいて無線場のリーグ磁束を集めるための方法であって、

無線電力送電機によって生成された前記無線場に無線電力受電機を介して結合するステップであって、前記無線場の一部分が前記リーグ磁束を含む、ステップと、

電気車両の外縁から離れる前記リーグ磁束の少なくとも一部分をリーグコレクタを介して吸収または方向変換するステップであって、前記リーグコレクタが、強磁性体を含むとともに前記無線場内で無線電力受電機から第1の距離に位置し、前記リーグコレクタは、第1の幅から第2の幅まで変化する幅を用いて構成され、前記第1の幅は前記リーグコレクタの少なくとも1つの端部の幅であり、前記第2の幅は前記リーグコレクタの中間部のおけ

50

る幅であり、前記第1の幅は前記第2の幅よりも狭い、ステップとを含む方法。

【請求項11】

前記方法が、前記リークコレクタを使用して、前記無線場から前記リーク磁束を実質的に除去するステップをさらに含むか、または、

前記リークコレクタが、前記電気車両のほぼ外縁において前記電気車両の底部分に配置され、前記リークコレクタが、実質的に水平な面において前記無線電力受電機を少なくとも部分的に囲むか、または、

磁気車両シールドが、前記電気車両の底部分に配置され、前記無線電力受電機および前記リークコレクタが、前記磁気車両シールドの下方に位置するか、または、

前記リークコレクタが、前記電気車両の底部分に配置され前記無線電力受電機を完全に囲むか、または、

前記リークコレクタが、正方形、長方形、円、三角形、多角形、または半円のうちの1つに整形され、前記リークコレクタの外周が、前記無線電力受電機の下方で前記電気車両の底部から離れるように延在する、請求項10に記載の方法。

【請求項12】

前記リークコレクタが、前記無線電力受電機の外周よりも大きい外周を有し、前記リークコレクタが、前記リーク磁束を吸収または方向変換するのに十分な比透磁率の値を有する、請求項10に記載の方法。

【請求項13】

前記比透磁率が $\mu_r = 10$ よりも大きい、請求項12に記載の方法。

【請求項14】

前記強磁性体が、前記リーク磁束を吸収または方向変換するのに十分な透磁率の値を有する、請求項10に記載の方法。

【請求項15】

前記強磁性体が、軟磁性複合体、ナノ結晶磁性体、およびプラスチック接合フェライト粉末のうちの1つを含む、請求項14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、無線電力伝達に関し、より詳細には、バッテリーを含む車両などの遠隔システムへの無線電力伝達に関するデバイス、システム、および方法に関し、特に、誘導性電力伝達システムにおける電子部品の統合のための磁場分布最適化に関する。

【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けた電気から導出された運動力を含む、車両などの遠隔システムが導入されてきた。たとえば、ハイブリッド電気車両は、車両制動および従来の発動機からの動力を使用して車両を充電するオンボード充電器を含む。もっぱら電気式である車両は、通常、バッテリーを充電するための電気を他のソースから受ける。バッテリー式電気車両(電気車両)は、しばしば、家庭用または商用AC供給源などのいくつかのタイプの有線の交流電流(AC)を通じて充電されるように提案される。有線の充電接続は、電源に物理的に接続され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、時には不便なことがあります、または扱いにくいことがあります、他の欠点を有することがある。電気車両を充電するために使用されるべき電力を自由空間の中で(たとえば、無線場を介して)伝達することができる無線電気車両充電(WEVC)システムは、有線で充電する解決策の欠陥のうちのいくつかを克服し得る。したがって、電気車両を充電するための電力を効率的かつ安全に伝達する無線充電システムおよび無線充電方法が望ましい。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 3 】

本開示は、無線電力伝達システムにおいて無線場のリーク磁束(Leakage Magnetic Flux)を集めるための装置を提供する。装置は、無線電力送電機によって生成された無線場(Wireless Field)に結合するように構成された無線電力受電機を備える。無線場の一部分は、リーク磁束を含む。装置は、強磁性体を含むとともに電気車両の外縁から離れるリーク磁束の少なくとも一部分を吸収または方向変換するように構成されたリークコレクタをさらに備える。リークコレクタは、無線場内で無線電力受電機から第1の距離に位置する。

【 0 0 0 4 】

本開示は、無線電力伝達システムにおいて無線場のリーク磁束を集めるための方法を提供する。方法は、無線場内で無線電力受電機から第1の距離に位置するリークコレクタを設けることを含む。リークコレクタは、強磁性体を含む。方法は、無線電力送電機によって生成された無線場にリークコレクタを結合することをさらに含む。無線場の一部分は、リーク磁束を含む。方法は、電気車両の外縁から離れるリーク磁束の少なくとも一部分を吸収または方向変換することをさらに含む。

10

【 0 0 0 5 】

本開示は、無線電力伝達システムにおいて無線場のリーク磁束を集めるための装置をさらに提供する。装置は、無線電力送電機によって生成された無線場に結合するための手段を備える。無線場の一部分は、リーク磁束を含む。装置は、電気車両の外縁から離れるリーク磁束の少なくとも一部分を吸収または方向変換するための手段をさらに備える。

20

【図面の簡単な説明】**【 0 0 0 6 】**

【図 1】例示的な一実装形態による、電気車両を充電するための例示的な無線電力伝達システムの図である。

【図 2】例示的な一実装形態による、無線電力伝達システムの機能プロック図である。

【図 3】例示的な一実装形態による、リーク場コレクタを有する無線電力伝達システムの機能プロック図である。

【図 4】例示的な一実装形態による、電気車両の下面に沿った電気車両充電誘導コイルハウジングおよびリーク場コレクタを示す図である。

【図 5 A】一実装形態による、リーク場コレクタに適合された電気車両の底部の図である。

30

【図 5 B】一実装形態による、リーク場コレクタに適合された電気車両の底部の図である。

【図 5 C】一実装形態による、リーク場コレクタに適合された電気車両の底部の図である。

【図 5 D】一実装形態による、リーク場コレクタに適合された電気車両の底部の図である。

【図 5 E】一実装形態による、リーク場コレクタに適合された電気車両の底部の図である。

【図 5 F】一実装形態による、リーク場コレクタに適合された電気車両の底部の図である。

40

【図 5 G】一実装形態による、リーク場コレクタに適合された電気車両の底部の図である。

【図 5 H】一実装形態による、リーク場コレクタに適合された電気車両の底部の図である。

【図 5 I】一実装形態による、リーク場コレクタに適合された電気車両の底部の図である。

【図 6 A】一実装形態による、電気車両の底部分に沿った内部図である。

【図 6 B】一実装形態による、図6Aの電気車両の底部分の右側の内部図である。

【図 6 C】一実装形態による、図6Aの電気車両の底部分の右側の内部図である。

【図 6 D】一実装形態による、図6Aの電気車両の底部分の右側の内部図である。

50

【図7A】一実装形態による磁場強度図である。

【図7B】別の実装形態による磁場強度図である。

【図7C】距離の関数である図7Aおよび図7Bのリーク場の大きさの減衰の比較を示すプロット図である。

【図8】一実装形態による方法を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0007】

図面に示す様々な特徴は、一定の縮尺で描かれていねいことがある。したがって、様々な特徴の寸法は、明快のために任意に拡大または縮小され得る。さらに、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示さないことがある。
最後に、同様の参照番号が、明細書および図面全体にわたって同様の特徴を表すために使用され得る。

10

【0008】

添付の図面に関して以下に記載する詳細な説明は、例示的な実装形態の説明であることが意図されており、実践され得る唯一の実装形態を表すことは意図されていない。本説明全体にわたって使用される「例示的」という用語は、「例、実例、または例示としての役割を果たすこと」を意味し、必ずしも他の例示的な実装形態よりも好ましい、または有利なものとして解釈されるべきではない。詳細な説明は、例示的な実装形態の完全な理解を与えるための具体的な詳細を含む。場合によっては、いくつかのデバイスはブロック図の形態で示される。

20

【0009】

電力を無線で伝達することは、物理的な電気導体を使用せずに、電場、磁場、電磁場、またはその他に関連する任意の形態のエネルギーを送電機から受電機に伝達することを指し得る(たとえば、電力は、自由空間を通じて伝達され得る)。電力伝達を実現するために、無線場(たとえば、磁場)に出力された電力は、「受電コイル」によって受けられ、取り込まれ、または結合され得る。

【0010】

限定ではなく例として、無線電力受電機は、電気車両(EV)の形態で本明細書で説明される。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遠隔システム(たとえば、モバイルデバイスまたは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。

30

【0011】

図1は、例示的な一実装形態による、電気車両を充電するための例示的な無線電力伝達システムの図である。無線電力伝達システム100は、電気車両105がベース無線充電システム102aの近くに駐車されている間、電気車両105の充電を可能にする。

【0012】

電気車両105は、ワイヤレス電力受電機を説明するために本明細書で使用される。車両105は、その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)から導出される電力を利用する。非限定的な例として、車両105のようないくつかの電気車両は、電気モーター以外に、直接の運動のための、または車両のバッテリーを充電するための、従来型の内燃機関を含むハイブリッド電気車両であってよい。一実装形態では、電気車両105は、すべての運動能力を電力から引き出し得る。したがって、電気車両105は、図示のような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。

40

【0013】

図示のように、2つの電気車両のためのスペースが、対応するベース無線充電システム102aおよび102bの上方に駐車されるべき駐車エリアの中に示される。いくつかの実装形態では、ローカル配電センター130が、電力バックボーン132に接続され得、電力リンク110を通じてベース無線充電システム102aに交流電流(AC)または直流電流(DC)の電源を供給するように構成され得る。ベース無線充電システム102aはまた、電力を無線で伝達しまたは

50

受けるベースシステム誘導コイル104aを含む。電気車両105は、バッテリーユニット114、電気車両充電誘導コイル116、および電気車両無線充電システム118を含み得る。電気車両充電誘導コイル116は、たとえば、ベースシステム誘導コイル104aによって生成される電磁場の領域を介して、ベースシステム誘導コイル104aと相互作用し得る。いくつかの実装形態では、電気車両充電誘導コイルは、電気車両充電誘導コイルハウジング(図1に示さず)のボリューム内に配置され得る。

【0014】

いくつかの例示的な実装形態では、ベースシステム誘導コイル104aによって生成されるエネルギー場に電気車両充電誘導コイル116が位置するとき、電気車両充電誘導コイル116は電力を受け得る。場は、ベースシステム誘導コイル104aによって出力されるエネルギーが電気車両充電誘導コイル116によって取り込まれ得る領域に相当する。たとえば、ベースシステム誘導コイル104aによって出力されるエネルギーは、電気車両105を充電するか、または電気車両105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、場は、ベースシステム誘導コイル104aの「近距離場」に相当し得る。近距離場は、ベースシステム誘導コイル104aから離れて電力を放射しない、ベースシステム誘導コイル104aの中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相当し得る。場合によっては、近距離場は、ベースシステム誘導コイル104aの波長の約1/2 内にある領域に相当し得る(電気車両充電誘導コイル116に対してその逆も同様)。

【0015】

ローカル配電センター130は、通信バックホール134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108を介してベース無線充電システム102aと通信するように構成され得る。

【0016】

いくつかの実装形態では、電気車両充電誘導コイル116は、ベースシステム誘導コイル104aと位置合わせされ得、したがって、単に運転手が電気車両105をベースシステム誘導コイル104aに対して正しく位置決めすることによって近距離場領域内に配置され得る。他の実装形態では、いつ電気車両105が無線電力伝達のために適切に配置されたのかを示すために、センサー回路またはコントローラ(図2に関して説明する)が、視覚フィードバック、聴覚フィードバック、またはそれらの組合せを運転手に提供してもよい。いくつかの実装形態では、位置合わせ誤差が許容できる値に達するまで、オートパイロットシステム(この図に示さず)が必要に応じて電気車両105を前後に(たとえば、ジグザグ移動で)移動させてよい。この機能は、電気車両105が車両を調整するためのサーボ式ハンドル、超音波センサー、および知能を装備している限り、運転手の介入を伴うことなく、または運転手の最小限の介入を伴って、電気車両105によって自動的かつ自律的に実行され得る。いくつかの実装形態では、電気車両充電誘導コイル116、ベースシステム誘導コイル104a、またはそれらの組合せは、誘導コイル116および104a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配向するとともにそれらの間のより効率的な磁気結合を促進するための機能を有し得る。

【0017】

ベース無線充電システム102aは、様々なロケーションに位置し得る。非限定的な例として、いくつかの適切なロケーションは、電気車両112の所有者の自宅における駐車エリア、従来型の石油ベースの給油所にならって作られた、電気車両の無線充電のために確保された駐車エリア、およびショッピングセンターや職場などの他のロケーションにおける駐車場を含む。

【0018】

電気車両を無線で充電することは、数多くの利点をもたらし得る。たとえば、充電は、自動的に、ほとんど運転手の介入および操作を伴わずに実行され得、それによって、ユーザの利便性を向上させる。無線電力伝達システムはまた、露出した電気接点および可動部を排除し得、機械的な破壊を最小限に抑え(または、排除し)、それによって、無線電力伝達システム100の信頼性を向上させる。ケーブルおよびコネクタを用いる操作が必要とさ

10

20

30

40

50

れなくてよく、屋外環境で湿気および水にさらされることがあるケーブル、プラグ、またはソケットがなくてよく、それによって、安全性を向上させる。目に見えるまたは手が届くソケット、ケーブル、およびプラグもなくてよく、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低減させる。さらに、電力網を安定させるための分散蓄積デバイスとして電気車両105が使用され得るので、ドッキングツーグリッドソリューションが使用されてピークルツーグリッド(V2G)動作のための車両の利用可能性を高め得る。

【0019】

図1を参照しながら説明した無線電力伝達システム100はまた、美的で無害な利点をもたらし得る。たとえば、車両および/または歩行者にとって障害であり得る充電柱およびケーブルがなくてよい。

10

【0020】

ピークルツーグリッド能力のさらなる説明として、無線電力送電および受電能力は、ベース無線充電システム102aが電気車両105に電力を伝達し、たとえば、エネルギー不足の時に、電気車両105がベース無線充電システム102aに電力を伝達するように、相互的であるように構成され得る。この能力は、過大な需要または再生可能エネルギー(たとえば、風力または太陽光)の産出の不足によって引き起こされるエネルギー不足の時に、電気車両が配電系統全体へ電力を寄与することを可能にすることによって、配電網を安定させるのに有用であり得る。

【0021】

図2は、例示的な一実装形態による無線電力伝達システムの機能ブロック図である。システム200は、送電機204および受電機208を含む。送電機204は、ベース無線充電システム102aと実質的に同様の機能を実行し得る。さらに、受電機208は、図1の電気車両充電システム114および電気車両充電誘導コイル116と実質的に同様の機能を実行し得る。

20

【0022】

図2に示すように、送電機204は、送電回路機構206に電気的に接続された通信回路229を含み得る。送電回路機構206は、動作可能にドライバ回路224に結合された発振器222およびフィルタ/整合回路226とを含み得る。発振器222は、周波数制御信号223に応答して調整され得る所望の周波数において信号を生成するように構成され得る。発振器222は、発振器信号をドライバ回路224に供給し得る。ドライバ回路224は、入力電圧信号(VD)225に基づいて、たとえば、送電アンテナ214の共振周波数において、送電アンテナ214を駆動するように構成され得る。非限定的な一例では、ドライバ回路224は、発振器222から方形波を受けるとともに正弦波を出力するように構成されたスイッチング増幅器であり得る。

30

【0023】

フィルタ/整合回路226は、高調波または他の不要な周波数をフィルタ除去し得、送電機204のインピーダンスを送電アンテナ214に整合させ得る。送電アンテナ214を駆動する結果として、送電アンテナ214は、無線場216を生成して、たとえば、電気車両のバッテリー236を充電するのに十分なレベルで電力を無線で出力し得る。

【0024】

送電機204は、通信回路229に電気的に接続されたコントローラ回路228をさらに含み得る。通信回路229は、通信リンク219を介して受電機208内の通信回路239と通信するように構成され得る。通信リンク219を介した送電機204から受電機208への通信は、送電機204の増大または減少された電力能力を含む充電プロセスに関する情報、および送電機204の充電能力に関連する他の情報を備え得る。別段に記載されていない限り、送電回路機構206内の各構成要素は、図1に関して前に説明したようなベース無線充電システム102内に、任意の相補的な送電回路機構内のそれぞれの構成要素と実質的に同じ機能を有し得る。

40

【0025】

受電機208は、図1の電気車両充電コイル116および電気車両充電システム118と同様の、受電コイル218および受電回路機構210を備え得る。受電回路機構210は、整合回路232に動作可能に接続されたスイッチング回路230、および整合回路232に動作可能に接続された整流器回路234を含み得る。受電コイル218は、スイッチング回路230に電気的に接続され得

50

る。スイッチング回路は、整合回路232、または受電コイル218の短絡回路端子に、受電コイル218を選択的に互いに接続し得る。整合回路232は、整流器回路234に電気的に接続され得る。整流器回路234は、DC電流をバッテリー236に供給し得る。別段に記載されていない限り、受電回路機構210内の各構成要素は、図1に関して前に説明したような電気車両充電システム114内の、任意の相補的な受電回路機構内のそれぞれの構成要素と実質的に同じ機能を有し得る。

【0026】

受電機208は、受電コイル218の短絡回路電流または開回路電圧を感知するように構成されたセンサー回路235をさらに含み得る。コントローラ回路238は、センサー回路235に電気的に接続され得、センサー回路235からセンサーデータを受信し得る。通信回路239は、コントローラ回路238に接続され得る。通信回路239は、上述したものと同様に、通信リンク219を介して送電機204内の通信回路229と通信するように構成され得る。そのような通信は、受電機208の特定の電力需要、バッテリー236の充電状態、または受電機208の電力要件に関する他の情報を、送電機204に示すように働き得る。

【0027】

送電機204から受電機208に電力を供給するために、送電コイル214から無線場(たとえば、磁場または電磁場)216を通じて受電コイル218へエネルギーが送られ得る。送電コイル214および送電回路機構206は、特定の共振周波数を有する共振回路を形成する。受電コイル218および受電回路機構210は、特定の共振周波数を有する別の共振回路を形成する。同じ共振周波数を有する2つの結合された共振システム間で電磁損失が最小限に抑えられるので、受電コイル218に関連する共振周波数が送電コイル214に関連する共振周波数と実質的に同じであることが望ましい。したがって、送電コイル214および受電コイル218のうちの一方または両方のための同調トポロジーが、インダクタンスまたは負荷の変化によって著しく影響を受けないことがさらに望ましい。本明細書で開示する実装形態は、共振アーキテクチャまたは非共振アーキテクチャを組み込み得る。

【0028】

上記の説明によれば、コントローラ回路238は、送電コイル214に対する受電コイル218の任意の位置にとって可能な最大出力電流または出力電圧を決定し得る。コントローラ回路238は、バッテリー236に電流を供給する前にそのような決定を行ってよい。別の実装形態では、コントローラ回路238は、バッテリー236の充電中にそのような決定を行ってもよい。のような実装形態は、充電電流および/または充電電圧が充電サイクル中に安全限度内にとどまるこことを確実にするための安全機構を設けてよい。また別の実装形態では、コントローラ回路238は、充電のためのスペースの中へ運転手が車両105(図1)を運転している間にそのような決定を行ってもよい。

【0029】

上述のように、WEVCシステム200の整合された送電コイル214および受電コイル218は電磁損失を最小限に抑え得るが、いくらかの損失がリーク場(Leakage Field)212a、212b(総称して、「リーク場(Leakage Fields)」212)の形で残っている。無線場216(たとえば、磁場)、すなわち送電コイル214によって生成される線束を通じた移動エネルギーまたは電力は、通常、受電コイル218へ直線的に進行しない。代わりに、無線場216の線は、任意の周囲構造(たとえば、地面、または電気車両105の底部)の構成によって影響を受けた送電コイル214から離れて、一部または全部の方向に発散し得る。したがって、送られた電力のすべてが実際に受電コイル218に到達するとは限らない。送られた磁気エネルギー(線束)のうちのいくらかは、準最適な方向に流れ、システム外へ「漏れ(Leaking)」、「リーク線束(Leakage Flux)」になり、またはリーク場212を作り出す。リーク場212は、周囲の電子装置への負の影響を潜在的に有し得、または近くの人々にとって安全上の問題を生み出し得る。したがって、送電コイル214および受電コイル218を囲むリーク磁場212を最小限に抑えることが有利であり得る。

【0030】

図3は、例示的な一実装形態による、リーク場コレクタを有する無線電力伝達システム

10

20

30

40

50

の機能ブロック図である。WEVCシステム300は、図2に示すものと実質的に同様の送電コイル214および受電コイル218を有するように示される。図示のように、送電コイル214は、受電コイル218の方向に無線場216を送り得る。受電コイル218によって受けられた無線場216の部分は、上記で説明したようにWEVCシステム200用の電力に変換され得るが、無線場216のエネルギーのすべてが実際に受電コイル218によって受けられるとは限らない。受電コイル218に電力を伝達するために使用されない無線場216のエネルギー(線束)は、リーク場212と呼ばれることがあり、リーク場212aおよびリーク場212bのように、送電コイル214から離れてページの上部および底部に向かう、最適ではない方向に流れるように示される。このリーク線束は、周囲の電子装置または人々に有害であり得る。

【0031】

10

一実装形態では、1つまたは複数のリーク場コレクタ350aおよび350b(総称して、「コレクタ」350)は、それぞれのそれたリーク磁場212a、212bを方向変換および/または吸収するように位置してよい。リーク場コレクタ350は、受電コイル218から距離352に、または送電コイル214から距離353に位置し得る。コレクタ350は、材料の中でも軟磁性複合体(SMC)、ナノ結晶磁性体、またはプラスチック接合フェライト粉末などの、いくつかのフェライトまたは他の強磁性もしくはフェリ磁性の複合体を備え得る。特に酸化鉄、ニッケル合金などの、いくつかの鉄鋼材も実装されてよい。コレクタ350の構成、配置、および幾何形状は、コレクタ350がリーク磁場212を方向変換および吸収することを可能にするように選択され得る。別の実装形態では、コレクタ350は、リーク磁場212を妨害するか、または打ち消すようにさらに構成され得る。

【0032】

20

いくつかのWEVCシステム100、200、300は、変化する強度およびパターンの磁場(たとえば、場216、リーク場212)を示すことがある。したがって、コレクタ350の選択および構成は、支払われた電力送電機および電力受電機のペア(たとえば、送電機214および受電機218)の特性によって決まり得る。少なくとも1つの実装形態では、コレクタ350の構成、幾何形状、および位置は、送電機/受電機ペアの位置およびサイズを考慮に入れ得る。そのような考慮は、電気車両105を囲むリーク場212の大きさおよびロケーションをさらに含み得る。

【0033】

30

同様に、電気車両105は、様々な物理的寸法および構造を有し得る。したがって、電気車両105は、リーク磁場212に関する、変化する特性を有し得る。したがって、コレクタ350の選択または構成は、車両105とコレクタ350の両方の多種多様な物理的特性を考慮に入れ得る。少なくとも1つの実装形態では、コレクタ350は、特定のリーク場212のタイプおよび強度に基づいて選択または形成され得る。したがって、コレクタ350の選択は、いくつかのリーク場212が他よりも強い場合があり、または不規則な線束パターンを有する場合があることを考慮に入れ得る。そのような選択は、必要に応じて、リーク場212を形成または整形する車両105の近傍にいる人々の存在をさらに考慮に入れ得る。

【0034】

40

別の実装形態では、コレクタ350の選択は、受電機/送電機に関する位置、地面の上方での受電機218の高さ、および送電機214(この図に示さず)の上方での受電機218の高さをさらに考慮に入れ得る。

【0035】

上記の受電機/送電機および車両105の特性を考慮に入れることに加えて、コレクタ350は、様々な形状、サイズをとることがあり、様々な位置に配置されることがある。コレクタは、さらに、様々な断面寸法または3次元幾何形状を有することがある。コレクタ350は、所与のリーク線束212のパターン上で特定の形状の効果を利用するように、特有の形状または幾何形状(たとえば、長方形の、正方形の、曲がった、まっすぐな、区分された、など)で形成され得る。

【0036】

コレクタ350は、さらに、選択された形状および/または構成を最も効果的に利用する位

50

置に配置され得る。たとえば、コレクタは、受電機218とコレクタ350との間にいくらかの量の自由空間をもたらす、受電機218から特定の距離に配置され得る。コレクタは、車両105の前部、後部、または側部に配置され得る(図5A～図5Iを参照)。

【0037】

コレクタ350の向きがさらに考慮に入れられ得る。いくつかのリーク場212の線束パターンは、線束の線に平行なコレクタ350の位置に対してと、線束の線に直角に配置されたコレクタ350に対してとは異なって反応し得る。

【0038】

コレクタ350は、さらに、異なる数量の中で選択され得る。たとえば、区分されたコレクタ350(図5Iのコレクタ545a、545bを参照)は、リーク場212を整形するようにより小さい複数の区分を利用し得る。そのような実装形態のより小さい区分はまた、コレクタ350の中で使用される材料のボリュームを低減し得る。10

【0039】

一実装形態では、コレクタ350は、図5A～図6Dで説明するように、様々な可能な幾何形状および配置のうちの1つまたは複数に形成され得る。図3に示すように、2つのコレクタ350は、受電コイル218に最も近くの、受電コイル218に隣接する無線場216の範囲内に位置する。WEVCシステム300の一実装形態では、受電コイル218は、電気車両充電誘導コイル116と同様に電気車両105(図1)の底面上または底面の中に配置され得る。したがって、コレクタ350はまた、自動車の下部に受電コイル218に近接して配置され得る。コレクタ350の位置、送電/受電コイルからの距離、および幾何形状は、リーク場312を方向変換または吸収するためのコレクタ350の能力に影響を及ぼし得る。幾何形状、および送電コイル314または受電コイル318とコレクタ350との間の距離が、図4および図5A～図5Iに関して以下でさらに説明される。20

【0040】

一実装形態では、コレクタ350は、リーク磁場212を最も効果的に導き、取り込み、集め、または「吸収」して、電気車両および周囲への場の放射を低減するように選択された、所定の幾何形状および構成を有する低リラクタンス強磁性体を備え得る。コレクタ350は、いくつかのフェライト構成物または他の強磁性体を備え得る。本明細書で使用する磁性リラクタンスは、逆ヘンリー(H^{-1})に換算して表現されるスカラーであり得る。一般に、空気および真空は高いリラクタンスを有し、鉄およびほとんどの鉄鋼材などの容易に磁化される材料は低いリラクタンスを有し得る。30

【0041】

リラクタンスは、透磁率と逆関係を有するものとして考慮に入れられ得る。 $R=1/(\mu A)$ であり、ただし、Rはリラクタンスを表すスカラーであり、Iは磁気回路のメートル単位の長さであり、 μ は材料の透磁率(無次元)であり、Aはメートル単位の断面積である。したがって、低リラクタンス材料はまた、「高い透磁率」を有するものとして考慮に入れられる。

【0042】

本明細書で使用する初期磁性「透磁率」は、概して、それ自体(たとえば、コレクタ350)内での磁場の形成をサポートするための、材料の能力の尺度を指す。透磁率は、通常、定数「 μ 」または比透磁率「 μ_r 」によって示される。本明細書で使用する比透磁率は、概して、自由空間(真空)の透磁率 μ_0 に対する特定の媒体の透磁率の比を指す($\mu_r = \mu / \mu_0$)。非制限的な例として、フェライトは $\mu_r = 2000$ としての比透磁率を有すると言われることがあり、SMCでは $\mu_r = 500$ 、ナノ結晶磁性体では $\mu_r = 1000$ 、プラスチック接合フェライト粉末では $\mu_r = 30$ である。基準点として、鉄(Fe)は、通常、 $\mu_r = 5000$ としての比透磁率を有するように保たれる。多くの鉄鋼材/強磁性体/フェリ磁性体の透磁率は磁場強度(H)とともに大幅に変化し得るので、前述の例は参考として提供される。たとえば、十分に大きい場の強度の存在下でのいかなる材料の比透磁率も、1に向かう傾向にあり得る。40

【0043】

上記のことを考慮に入れると、磁場は、比透磁率が高い材料を通る最も小さい磁性リラ

50

クタンスの経路に磁束を追従させる。したがって、強磁性コレクタ350の低リラクタンス特性は、最も小さい磁気抵抗の経路をリーク磁束に提供し得る。したがって、コレクタ350は、コレクタ350に向かう磁束、詳細には、リーク場350の経路に影響を及ぼすために使用され得、それによって、受電機208の近傍にある磁場強度を低減する。

【0044】

一実装形態では、受電コイル218に近接して配置されたコレクタ350の低リラクタンス材料が磁束を引きつけ得、リーク場212aを方向356aに、またリーク場212bを方向356bに、外部システムおよび人々に向かって外の方でなく、コレクタ350に向かって引っ張る。したがって、コレクタ350は、リーク磁束を吸収し得、それに影響を及ぼし得、リーク磁場を妨害または消去し得ない。

10

【0045】

図4は、例示的な一実装形態による、電気車両の下面に沿った電気車両充電誘導コイルハウジングおよびリーク場コレクタを示す。無線電力伝達システム100(図1)は、図1の無線電力伝達システム100と互換性のある様々な電気車両105とともに使用され得る。

【0046】

図4に示すように、電気車両105と同様の電気車両405は、WEVCシステム400から無線電力を受けている。システム400は、システム100と実質的に同様であってよく、無線電力を車両405に供給するように構成され得る。電気車両405は、車輪の間に位置する車両405の下部に配置された車両シールド406を備え得る。一実装形態では、車両シールド406は、自動車の裏面の広範な部分をカバーし得、車両405の構造的部分を備え得る。車両シールドが車両405の構造的部分を備えるいくつかの実装形態では、別個の車両シールド406が存在しなくてよい。したがって、図4および図5A～図6Dにおいて「車両シールド406」と呼ばれる特定の構成要素の存在は、いくつかの実装形態では存在しなくてよい。車両シールド406および他の後続の実装形態は、いくつかの実装形態では、図6A～図6Dに関して以下で述べるような、車両405それ自体またはシャーシの磁気遮蔽特性を示し得る。車両シールド406は、磁気車両シールド406と呼ばれることもある。

20

【0047】

車両シールド406は、電磁的な遮蔽材料または構成要素を備え得る。非制限的な一例として、そのような遮蔽材料は、任意の入射磁気エネルギーを打ち消すか、または別のやり方でそのような磁気エネルギーが車両405の乗員室に入ることを妨げるもしくは防止するように構成された、いくつかの金属メッシュまたは堅牢な金属材料を含み得る。車両シールド406は、ハウジング402内の無線電力受電機の機能を邪魔せずに、車両の内側を無線場216から磁気的に遮蔽するように働き得る。

30

【0048】

車両405は、ハウジング402(破線で示す)をさらに備え得る。図示のように、ハウジング402は、車両シールド406の下部に配置されるか、または別のやり方で連結され得る。図示のように、ハウジング402は、前輪と後輪との間のほぼ中間に位置する。一実装形態では、ハウジング402は車両のどこに位置してもよい。いくつかの実装形態では、突出した部分がないように、また地面から車両本体までの規定されたすき間が維持され得るように、ハウジング402が電気車両405の下面と面一に(この図に示さず)一体化されることが有用であり得る。

40

【0049】

いくつかの実装形態では、ハウジング402は、無線電力受電機(たとえば、図2の受電機208)や受電機コイル(たとえば、受電機コイル218)などの、少なくとも無線車両充電構成要素を含み得る。ハウジング402は、無線電力送電機(たとえば、送電機204)に結合し、無線電力送電機から無線電力を受けるために必要な構成要素のすべてを含み得る。

【0050】

車両405は、送電機404の上方に位置する(図2の送電機204と同様に)。送電機404は、無線場216(図2)を放射するように示される。ハウジング402は、図示のように無線場216から無線電力を受け得る。無線場216は、無線電力送電機404からハウジング402へ流れる一連

50

の連続的な矢印としてこの図に示される。連続的な矢印は、概して、磁場内の磁束の環状のまたは連続的な流れを表し得る。

【0051】

図示のように、無線場216の一部分は、ハウジング402から離れて流れるように示される。無線場216を備える連続的な矢印の大部分はハウジング402の近傍にあるように示されるが、矢印の一部分はまた、車両405の前部および後部を表す図4の左および右へ、電力送電機404から離れて水平に流れている。準最適な方向に、すなわちハウジング402から離れて流れれる矢印の部分は、図2に示すものと同様のリーク場212を示す。図2に関して前に述べたように、リーク場212は、近くの電子装置への負の影響を有し得、または場合によっては人々への危険をもたらし得る。この図に直接的に表されないが、図4のリーク場212はまた、ページの中および外にある車両405の左および右へ流れる。このことは、図7Aおよび図7Bにおいてより直接的に以下に表される。

10

【0052】

車両405は、1つまたは複数のリーク場コレクタ450をさらに備え得る。コレクタ450は、コレクタ350(図3)と構造的に同様であってよく、リーク磁場212を吸収または方向変換するように働き得る。リーク場コレクタ450は、ハウジング402に近接して位置し、電気車両405の下部から下の方へ突出または延在し、ハウジング402を囲むように示される。コレクタ450は、さらに、車両405の裏面上の車両シールド406に配置され得るか、別のやり方で取り付けられ得る。ハウジング402は、リーク場コレクタ450の後ろ、かつ/またはリーク場コレクタ450内、かつ車両シールド406の下方のその位置を示す破線で示される。コレクタ450の前縁部および後縁部に近い垂直の点線は、ハウジング402において受けられるようコレクタ450の中央を通って無線場212が容易に流れることを可能にする、中央アパチャまたは中央開口(図5A～図5Iに関して説明する)を示す。

20

【0053】

図示のように、コレクタ450は、ハウジング402よりも長い距離に、車両405の下部から離れて突出し得る。上述のように、ハウジング402は、車両405の下部と面一であるように車両405の下部の中に一体化され得る。しかしながら、いくつかの実装形態では、コレクタ450は、車両450からハウジング402よりも突出しないことがある。したがって、そのような実装形態では、ハウジング402の下側部分は、車両405の下部からコレクタ450よりも遠くに突出し得る(この図に示さず)。

30

【0054】

いくつかの実装形態では、リーク場コレクタ450は、リーク場212に低リラクタンス経路を提供することによって、リーク場212を低減するための方式を提供し得る。図4に示すように、連続的な点線213は、コレクタ450によって影響を及ぼされたときの、低減されたりーク磁場212の経路を示す。低リラクタンス品質のコレクタ450が存在することに起因して、リーク場212の場の線は、コレクタ450に向かって流れるように誘導され得る。

【0055】

図5A～図5Iは、車両405(図4)の下面に沿った実質的に水平な面における車両405の裏面の図を示す。図5A～図5Iに示すように、車両405の裏面は、車両405の裏面に沿って配置された車両シールド406を備え得る。ハウジング402(図4)は、車両405および車両シールド406にありがちな様々な位置に配置され得る。車両405は、コレクタ450(図4)と同様のリークコレクタをさらに備え得る。リークコレクタは、以下で説明するように、ハウジング402からある距離離れて車両405の外縁に近い距離に、ただし依然として無線場216内に位置し得る。そのような距離は、ハウジング402からの数インチから、車両405のちょうど外縁まで変化し得る。距離は、さらに、無線電力受電機またはハウジング402と電気車両405の外縁との間の分離(距離)と比較して測定され得る。たとえば、図5A～図5Iに関して説明するコレクタは、ハウジング402から車両405の外縁までの距離の1/3である位置において、またはそうした距離の1/2以上において配置され得る。そのような分離は、ハウジング402を取り囲んで均一でなくてよい。さらに、様々な幾何形状、形状(たとえば、線、正方形、長方形、円、三角形、多角形、または半円)、および他の特徴が図5A～図5Hに示される。

40

50

以下に開示する設計の異なる態様は、異なる適用例を適応させて効率的にリーク場212に影響を及ぼし、またはそれを吸収するように、混合または整合され得る。

【0056】

図5Aは、一実装形態による、リーク場コレクタに適合された電気車両の下部の図である。図5Aは、長方形のリーク場コレクタ505を備える車両405を示す。コレクタ505は、その外周において厚さが均一であり得る。コレクタ505は、さらに、実質的に水平な面においてハウジング402を囲み得、無線場216などの無線場がそこを通って流れることができる大きい中央アーチャを残す。一実装形態では、コレクタ505は、概して長方形の形状、および車両シールド402よりもわずかに小さい寸法を有し得る。

【0057】

図5Bは、一実装形態による、リーク場コレクタに適合された電気車両の下部の図である。図5Bは、電気車両405の下部に配置された1対のリークコレクタ510aおよび510bを示す。コレクタ510aおよび510bは、車両シールド406によって遮蔽されたエリア内に位置する。一実装形態では、リークコレクタ510a、510bはそれぞれ、車両405の対向する側部に配置され角度をなす2つの別個の区分を備え得る。コレクタ510a、510bは、さらに、ハウジング402を実質的に囲み得る。図示のように、コレクタ510a、510bの各々はそれぞれ、3つの部分を有し得る。コレクタ510a、510bの各々の中央部分は、車両405の長手軸と概して平行であり得る。コレクタ510の各々の他の2つの区分は、ハウジング502に向かって角度をなし、不完全な「C」形状である。一実装形態では、コレクタ510a、510bは、それらの長さに沿って幅512を有し得る。別の実装形態では、幅512は、コレクタ510の長さ全体に沿って一定でなくてよい。

10

【0058】

図5Cは、一実装形態による、リーク場コレクタに適合された電気車両の下部の図である。図5Cは、1対のリークコレクタ515aおよび515bを示す。リークコレクタ515a、515bは、車両405の裏面に配置された2つの平行な長さを備え得る。コレクタ515a、515bは、車両シールド406によって遮蔽されたエリア内でハウジング402の対向する側部に位置し得る。コレクタ515a、515bは、さらに、前の実装形態と同様の幅517を有し得る。図示のような幅517は、コレクタ515の長さに沿って一定であるが、必要に応じてコレクタ515a、515bの長さに沿って変化してもよい。一実施形態では、リークコレクタ515a、515bはまた、必要に応じてハウジング402の前部および後部(図示せず)に位置してよい。

20

【0059】

図5Dは、一実装形態による、リーク場コレクタに適合された電気車両の下部の図である。図5Dは、車両405の下部に配置された1対のリーク場コレクタ520a、520bを示す。リークコレクタ520a、520bは、車両405の側部の裏面に配置された2つの平行な長さを備え得る。コレクタ520a、520bは、実質的に車両シールド406によって遮蔽されたエリア内でハウジング402の対向する側部に位置し得る。コレクタ520a、520bは、第1の幅522から第2の幅524まで変化する幅を用いて構成され得る。別の実装形態では、第1の幅522は、第2の幅524よりも狭くてよい。図示のように、コレクタ520a、520bは、両端における第1の幅522から中間ににおけるより広い第2の幅525まで幅が変化してよい。第3の実装形態では、中間ににおいて狭い幅を有し、末端においてより広い幅を有する、対向する構成が存在してよい(図示せず)。

30

【0060】

図5Eは、一実装形態による、リーク場コレクタに適合された電気車両の下部の図である。図5Eは、車両405の下部に配置された1対のリーク場コレクタ525a、525bを示す。コレクタ525a、525bは、車両405の裏面の側部に配置されたいくつかの曲がった、Cの形をした部分を備え得る。図示のように、コレクタ525a、525bは、長さ全体に沿って幅527を有し得る。別の実装形態では、幅527はまた、図5Dと同様に、必要に応じて長さに沿って変化してよい。Cの形をしたコレクタ525は、図示のようにハウジング402の両側の側面に位置し得るか、または最適なリーク場吸収のために、必要に応じてハウジング402を取り囲む別の幾何形状をなして配置され得る。

40

50

【0061】

図5Fは、一実装形態による、リーケ場コレクタに適合された電気車両の下部の図である。図5Fは、車両405の下部に配置されたリーケ場コレクタ530を示す。コレクタ530は、強磁性体としての少なくとも1つの曲がった、Cの形をした部分を備え得る。コレクタ530は、車両406の後部の裏面に、ハウジング402に隣接して配置され得る。いくつかの実装形態では、コレクタ530は、ハウジング402と、図示のような車両405の後部などの人が立つことがあるエリアとの間に配置され得る。一実装形態では、ハウジングはまた、車両406の前部に配置され得る(図示せず)。ハウジング402が車両405の前部に位置する場合、そのような実装形態が組み込まれ得る。したがって、コレクタ530は、ハウジング402からのリーケ場212に最も効率的に影響を及ぼすか、またはそれを吸収するように位置し得る。

10

【0062】

図5Gは、一実装形態による、リーケ場コレクタに適合された電気車両の下部の図である。図5Gは、車両405の後部の裏面に配置されたリーケ場コレクタ535を示す。コレクタ535は、図5Fのコレクタ530と同様に位置する。コレクタ535は、図示のように、少なくとも1つの区分すなわち棒材を備え得る。コレクタ535は、前の実装形態におけるようにその長さに沿って均一な厚さを有してよいが、リーケ場212の所望の部分を吸収するように、変化する厚さが選択されてもよい。コレクタ535は、車両405の後部においてハウジング402に近接して示される。一実装形態では、コレクタ535はまた、ハウジング402からのリーケ場212に効果的に影響を及ぼすか、またはそれを吸収するように、車両の前部の下に配置され得る。この構成は、ハウジング402が車両405の前部に位置するときに望ましい場合がある(この図に示さず)。

20

【0063】

図5Hは、一実装形態による、リーケ場コレクタに適合された電気車両の下部の図である。図5Hは、車両405の裏面に配置された連続的なリーケ場コレクタ540を示す。コレクタ540は、ハウジング402を囲むように構成される。コレクタ540は、その長さに沿って実質的に均一な厚さを有し得る。しかしながら、いくつかの実装形態では、コレクタ540の幅は、必要に応じて変化してよい(この図に示さず)。いくつかの実装形態では、コレクタ540は、さらに、コレクタ530(図5E)と同様に、または図5Iにおいて以下に示すように区分され得る。前の実装形態におけるように、コレクタ540は、車両シールド406よりも小さい寸法を有し得る。

30

【0064】

図5Iは、一実装形態による、リーケ場コレクタに適合された電気車両の下部の図である。図5Iは、車両405の後部の裏面に配置されたリーケ場コレクタ545aおよび545bを示す。そのような構成は、図5Fと同様であってよい。リーケコレクタ545a、545bは、車両405の各側部の裏面に沿って、区分された複数のセクションを備え得る。図示のように、区分された2つのコレクタ545a、545bは、ハウジング402の両側に位置する。2つのコレクタ545a、545bだけが示されるが、追加の実装形態は、追加のコレクタを設けてよい。別の実装形態では、コレクタ545は、車両シールド406のエリア内に配置されてよく、車両405の側部から発散するリーケ場212を方向変換または吸収する。

40

【0065】

図6A～図6Dは、いくつかの実装形態による、電気車両の底部分に沿った内部図を示す。図示のように、電気車両シャーシの底部分だけが存在する。車輪や他の付属品などの電気車両の他の構成要素は、簡単のために図6A～図6Dの図から省略される。

【0066】

図6Aは、一実装形態による、電気車両の底部分に沿った内部図である。図示のように、図6Aは、図5Aの線6-6に沿って取られたシャーシ600の内部図を示す。シャーシ600は、車両405(図4)の底部分であり得る。シャーシは、シャーシ600の下部に配置されるか、または別のやり方で取り付けられた、車両シールド406をさらに備え得る。図4に関して上述したように、車両シールド406は、シャーシ600の構造的部分を備え得る。したがって、車両シールド406は、別個の構成要素でなくてよく、ただしシャーシ600の一部分として形成さ

50

れ得る。したがって、この説明において、車両シールド406は、明快および完全性のため別個の構成要素として詳述される。

【 0 0 6 7 】

シャーシ600は、前の実装形態(たとえば、図4～図51)と同様に、車両シールド406の下部に位置するハウジング402をさらに備え得る。シャーシ600は、図4～図51において前に説明したリークコレクタと同様の、少なくともリークコレクタ602aおよび602bをさらに備え得る。

【 0 0 6 8 】

一実装形態では、リークコレクタ602a、602bは、リークコレクタ(たとえば、リークコレクタ510a、510b、520a、520b、525a、525b、545a、545bなど)の個々の区分の横断面図であり得る。別の実装形態では、リークコレクタ620a、620bは、連続的なリークコレクタ(たとえば、リークコレクタ505、540など)の横断面図であり得る。したがって、リークコレクタ602a、602bは、本明細書で説明するリークコレクタのいずれかの形状を示し得る。

【 0 0 6 9 】

コレクタ602は、車両シールド406によって遮蔽されたエリアにおいて車両の下部の外側部分に配置されている。コレクタ602は、所与の設計に従って、車両シールド406に、車両シールド406のそばに、または車両シールド406の上に取り付けられてよい。図6Aのコレクタ602は、長方形の断面を有する。一実装形態では、コレクタ602の長方形の断面は、図5A～図5Iのコレクタの幾何形状のうちの1つに一体化され得る。同じことが以下の例に当てはまる。

【 0 0 7 0 】

図6Bは、一実装形態による、図6Aの電気車両の底部分の右側の内部図である。図6Bは、図5Aの線6-6に沿って取られた、車両405の下部に沿った横断を示す。図6B～図6Dは、簡単のために内部図の片側だけを示す。一実装形態では、丸みのあるまたは半円の断面を有するリーク場コレクタ606が、シャーシ600の下部にハウジング402に近接して配置され得る。前の実装形態におけるように、コレクタ606は、車両シールド406によってカバーされた、シャーシ600(または、車両405)の一部分に配置され得る。

【 0 0 7 1 】

図6Cは、一実装形態による、図6Aの電気車両の底部分の右側の内部図である。図6Cは、図5Aの線6-6に沿って取られた、車両405の下部に沿った横断を示す。一実装形態では、三角形の断面を有するリーク場コレクタ606が、シャーシ600の下部にハウジング402に近接して配置され得る。前の実装形態におけるように、コレクタ608は、車両シールド406によってカバーされた、シャーシ600(または、車両405)の一部分に配置され得る。

【 0 0 7 2 】

図6Dは、一実装形態による、図6Aの電気車両の底部分の右側の内部図である。図6Dは、図5Aの線6-6に沿って取られた、車両405の下部に沿った横断を示す。一実装形態では、不規則な、長方形の、または複合の断面を有するリーク場コレクタ610が、シャーシ600の下部にハウジング402に近接して配置され得る。コレクタ610は、Lの形をした断面を有するように示される。

【 0 0 7 3 】

図6A～図6Dは、本明細書で開示するようなリーク場コレクタにとっての様々な断面寸法および形状を示す。リークコレクタ505、510、515、520、525、530、535、540、545の平面ビューの幾何形状、位置、およびレイアウトが、コレクタ602、604、608、610の様々な断面と部分的または全体的に組み合わせられてよいことに留意されたい。いくつかの実装形態は、本明細書で開示する複数のタイプおよび幾何形状の場コレクタを含み得る。上記で説明した実装形態が一定の縮尺で描かれておらず、したがって、いかなる特定の寸法も限定的でないことにさらに留意されたい。

【 0 0 7 4 】

さらに、コレクタ350(図3)、450(図4)、および図5A～図5Iにおいて開示されたものの様々な形状、断面、および寸法の実装形態は、図7A～図7Bに関してさらに説明される、リー

10

20

30

40

50

ク場の低減への異なる効果を有し得る。コレクタ350の断面がリーク場212a、212bの場の分布に影響を及ぼし得ることにも留意されたい。コレクタ350は、コレクタ350のボリューム全体にも影響を及ぼし得る、様々なまたは不規則な断面(上記図6A～図6Dを参照)を有し得る。したがって、コレクタ350の断面は、リーク場212の吸収またはリーク場212への影響を最適に調整するように選択され得る。

【0075】

図7Aは、一実装形態による磁場強度図を示す。図示のように、図7Aは、送電機704として示された磁場ソースに対して2次元空間で示された一連の磁束線を示す、場強度図700を示す。図示のように、磁束の各線は、送電機704から発散するアンペア每メートル(A/m)単位でのリーク場712の等しい大きさを表す。垂直軸(Y)および水平軸(X)の各々は、送電機704からの距離を表す。垂直軸は、地面(0m)から、垂直軸上のマークおよび点線によって示される地面から1.5mまでの高さを示す。水平軸(X)もメートル単位で示されるが、水平軸は任意の距離を示し、この説明にとって重要でない。1.5mのマークおよび線「g」(破線として示す)が、以下の図、すなわち、以下で説明するような図7Bおよび図7Cのための参考として使用される。

【0076】

図示のように、送電機704は、車両705の下部に位置する。車両705は、電気車両(たとえば、車両105)の輪郭として示される。したがって、図700は、送電機704から無線電力を受けているときの電気車両705を表す。

【0077】

いくつかの実装形態では、車両405(図4)と実質的に同様の電気車両705は、無線電力受電機208(図2)と実質的に同様の無線電力受電機708を備える。車両705は、充電状態においてWEVC送電機704(図2の送電機204と同様)の上方に位置する、無線電力を受けるように示される。一連の磁束線は、リーク場212と同様のリーク場712を備える。リーク場712は、送電機704によって生成されており、車両705から離れて流れている。

【0078】

一般に、磁場(たとえば、リーク場212、712)は、距離とともに強度が低下し得、すなわち、ソースから遠ければ遠いほど場は弱くなる。このことが図700に示される。図示のように、リーク場712は、送電機704に最も近い空間724の中で50.0A/mとしての大きさで始まる。リーク場の線は、磁束としての最も外側の線における0.1A/mまで、垂直軸および水平軸における送電機704(および、車両705)からの距離が増大するとともに、半径が増大し大きさが低下するように示される。リーク磁場場712の大きさの低下を示す様々な例示的な値が、場において示される。

【0079】

図7Bは、別の実装形態による磁場強度図を示す。図7Bは、送電機704に対して2次元空間で示された一連の磁束線を示す、場強度図702を示す。図702は、車両705からの距離の関数である磁場強度を示す図700(図7A)と実質的に同様である。図7Aと同様に、磁束の各線は、送電機704から発散するA/m単位でのリーク場713の等しい大きさを表す。図7Aにおけるように、1.5mの線もここに示され、車両705の上部の近くで線「g」と合致している。

【0080】

図702は、車両705の裏面に受電機708に近接して配置されたリーク場コレクタ750を車両705が有することをさらに示す。リーク場コレクタ750は、図4～図6Dにおいて前に説明したりークコレクタのうちの1つであり得る。受電機708は、リークコレクタ750内でのその位置を示す破線で示される。

【0081】

図7Bは、リーク場713の線束線に隣接する数値によって示されるように、リーク場の大きさとしての様々な値をさらに示す。場713は、送電機704に最も近い空間724の中で50.0A/mとしての最大の大きさを有するように示される。リーク場713の大きさは、図7Aと同様の0.1A/mとしての値まで下に、垂直軸および水平軸における距離とともに低下する。しかしながら、リークコレクタ750の存在に起因して、リーク場713の強度がリーク場712より

10

20

30

40

50

も速く、距離とともに低下することに留意されたい。

【0082】

図7Cは、距離の関数である図7Aおよび図7Bのリーク場の大きさの減衰の比較を示すプロット図を示す。図示のように、チャート760は、メートル単位での距離の関数であるリーク場712およびリーク場713の相対的な強度を示す。

【0083】

チャート760は、A/m単位で測定された場強度を示す垂直(Y)軸を有する。チャート760を備えるリーク場712、713の強度の測定値は、図700、図702の両方に共通の、線「g」に沿った車両705に対する位置から取られている。線「g」は、図7Aおよび図7Bの車両705の外縁に位置する。したがって、線「g」はまた、この図の中に存在し、チャート760の垂直軸と合致している。線「g」は、人が立つかもしれない車両705の側部に隣接する位置をさらに表す。
10

【0084】

チャート760は、ソース(たとえば、送電機704)からの距離をメートル(m)単位で示す水平(X)軸をさらに備える。チャート760の水平軸に示される距離は、(図7Aおよび図7Bの)地面での0mから、線「g」に沿って垂直に、図7Aおよび図7Bの1.5mのマークに対応する高さ1.5mの測定値まで測定される。詳細には、チャート760の水平(X)軸の原点は、地面における送電機704に最も近い、線「g」上の点において取られた場712、713(図7Aおよび図7B)の強度の測定値を表す。

【0085】

図示のように、チャート760は、図700に対応する線762を示す。線762は、ほぼ1.46A/mにおいて始まり、線「g」からの距離とともに減衰し、漸近的に0に接近する。チャート760は、図702に対応する線764をさらに示す。線764は、ほぼ1.08A/mとしての値において左側で始まり、送電機704からの距離とともに減衰し、1.5mにおいて漸近的に0に接近する。線764が線762の値よりも小さい値で始まり、さらに、線762よりも急速に減衰し、より車両705に近い距離において0に接近することを諒解されたい。この初期開始値の低減(たとえば、1.46A/m対1.08A/m)、およびリーク場が距離とともににより急速に減衰することは、リークコレクタ750の選択された位置、幾何形状、および構成に起因し得る。
20

【0086】

図8は、一実装形態による方法を示すフローチャートである。図示のように、図8は、上記の図に関して説明されたように、それによってリーク場(たとえば、リーク場212、712)が1つまたは複数のリークコレクタ(たとえば、コレクタ350、750など)によって吸収または方向変換されるプロセスを説明する方法800を示す。
30

【0087】

ブロック810において、リークコレクタ(たとえば、コレクタ350)は、無線電力送電機(たとえば、送電機204)によって生成された無線場(たとえば、無線場216)のリーク磁場(たとえば、リーク場212)に結合し得る。

【0088】

ブロック820において、リークコレクタ350は、送電機によって生成されたリーク磁場(たとえば、リーク磁束)の少なくとも一部分を集め得る。図4～図7Cに関して上記で説明したように、リークコレクタ350の構成、幾何形状、および位置は、ブロック830においてリーク線束を効果的に吸収または方向変換するように選択され得る。
40

【0089】

ブロック840において、コレクタ350は、無線電力場からリーク線束を実質的に除去し得る。要約すれば、ブロック840は、リーク場212におけるリークコレクタ350の処理の正味効果を説明する。ブロック840は、図7Cによって示されるプロセス、および線「g」におけるリーク線束の低減をさらに説明する。

【0090】

情報および信号は、様々な異なる技術および技法のいずれかを使用して表され得る。たとえば、上記の説明全体にわたって参照され得るデータ、命令、コマンド、情報、信号、
50

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、光界もしくは光学粒子、またはそれらの任意の組合せによって表され得る。

【0091】

上記で説明した方法の様々な動作は、様々なハードウェアおよび/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、動作を実行することのできる任意の適切な手段によって実行され得る。概して、図に示す任意の動作は、動作を実行することができる対応する機能的手段によって実行され得る。

【0092】

本明細書で開示する実装形態に関して説明した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、または両方の組合せとして実施され得る。ハードウェアと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、それらの機能に関して上記で包括的に説明されてきた。そのような機能がハードウェアとして実装されるのか、それともソフトウェアとして実装されるのかは、特定の適用例および全体的なシステムに課された設計制約によって決まる。説明した機能は、特定の適用例ごとに様々な方法で実装され得るが、そのような実装決定は、実装形態の範囲からの逸脱を生じさせると解釈されるべきではない。

10

【0093】

本明細書で開示する実装形態に関して説明した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)、場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した機能を実行するように設計されるそれらの任意の組合せを用いて、実装または実行され得る。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、任意の従来型プロセッサ、コントローラ、マイクロコントローラ、またはステートマシンであってもよい。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の組合せ、複数のマイクロプロセッサ、DSPコアと連携した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。

20

【0094】

本明細書で開示する実装形態に関して説明した方法またはアルゴリズムのステップおよび機能は、ハードウェアにおいて直接、または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において、またはその2つの組合せにおいて具現され得る。ソフトウェアで実装される場合、機能は、1つもしくは複数の命令もしくはコードとして有形の非一時的コンピュータ可読媒体上に記憶されてよく、または有形の非一時的コンピュータ可読媒体を介して送信されてよい。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、読み取り専用メモリ(ROM)、電気的プログラマブルROM(EPROM)、電気的消去可能プログラマブルROM(EEPROM)、レジスタ、ハードディスク、リムーバブルディスク、CD-ROM、または当技術分野において知られている任意の他の形態の記憶媒体の中に存在し得る。記憶媒体は、プロセッサが情報を記憶媒体から読み取り、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に一体化され得る。本明細書で使用するディスク(disk)およびディスク(disc)は、コンパクトディスク(disc)(CD)、レーザーディスク(登録商標)(disc)、光ディスク(disc)、デジタル多用途ディスク(disc)(DVD)、フロッピーディスク(disk)、およびブルーレイディスク(disc)を含み、ディスク(disk)は通常、データを磁気的に再生し、ディスク(disc)は、レーザーを用いてデータを光学的に再生する。上記の組合せも、コンピュータ可読媒体の範囲に含まれるべきである。プロセッサおよび記憶媒体は、ASICの中に存在し得る。ASICは、ユーザ端末の中に存在し得る。代替として、プロセッサおよび記憶媒体は、個別構成要素としてユーザ端末の中に存在し得る。

40

【0095】

50

本開示を要約するために、いくつかの実装形態の様様、利点、および新規の特徴が本明細書で説明されてきた。任意の特定の実装形態に従って、そのような利点の必ずしもすべてが実現され得るとは限らないことを理解されたい。したがって、実装形態は、本明細書で教示または示唆され得るような他の利点を必ずしも達成することなく、本明細書で教示される1つの利点または一群の利点を達成または最適化するようにして、具現または実行され得る。

【0096】

上で説明した実装形態の様々な修正が容易に明らかになり、本明細書で定義される一般原理は、本出願の趣旨または範囲を逸脱することなく他の実装形態に適用され得る。したがって、本出願は、本明細書で示す実装形態に限定されることはない意図されず、本明細書で開示する原理および新規の特徴に一致する最も広い範囲を与えられるべきである。10

【符号の説明】

【0097】

100	無線電力伝達システム	
102	ベース無線充電システム	
104	ベースシステム誘導コイル	
105	電気車両	
108	通信リンク	
110	電力リンク	
114	バッテリーユニット	20
116	電気車両充電誘導コイル	
118	電気車両無線充電システム	
130	ローカル配電センター	
132	電力バックボーン	
134	通信バックホール	
204	送電機	
206	送電回路機構	
208	受電機	
210	受電回路機構	
212	リーケ場	30
214	送電コイル	
216	無線場	
218	受電コイル	
219	通信リンク	
222	発振器	
223	周波数制御信号	
224	ドライバ回路	
226	フィルタ/整合回路	
228	コントローラ回路	
229	通信回路	40
230	スイッチング回路	
232	整合回路	
234	整流器回路	
235	センサー回路	
236	バッテリー	
238	コントローラ回路	
239	通信回路	
350	リーケ場コレクタ	
402	ハウジング	
404	無線電力送電機	50

- 405 電気車両
 406 車両シールド
 450 リーク場コレクタ
 600 シャーシ

【図1】

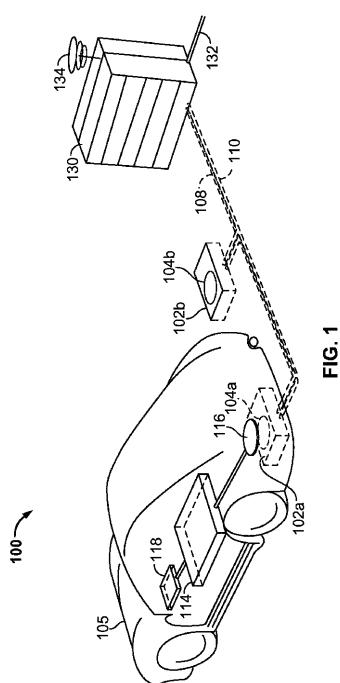
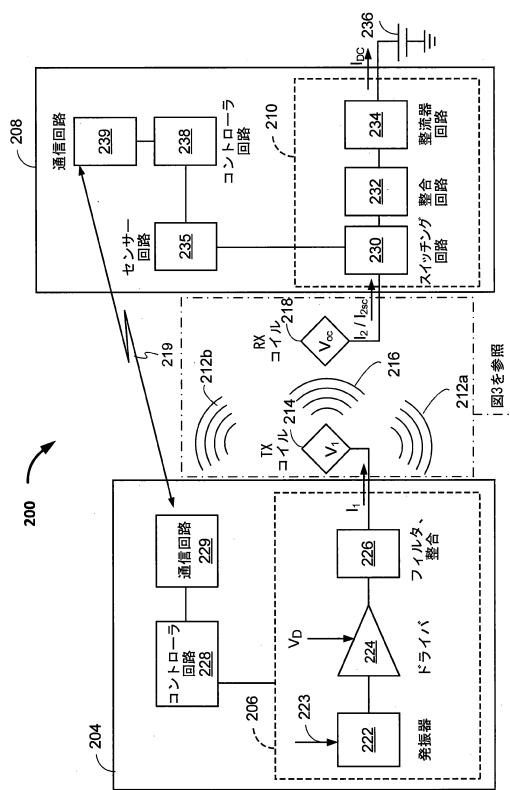
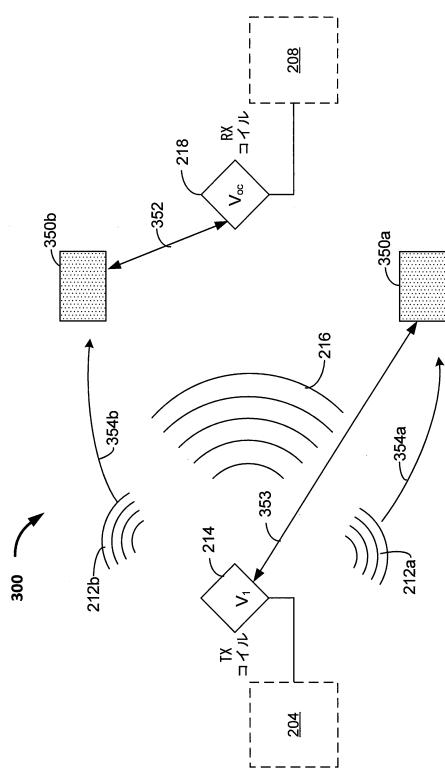


FIG. 1

【図2】



【 义 3 】



【 図 4 】

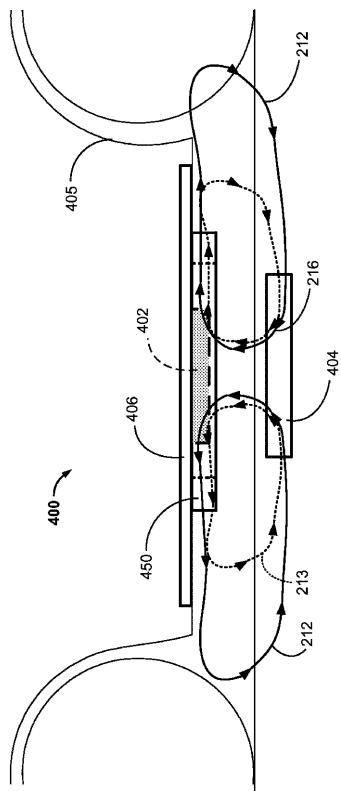
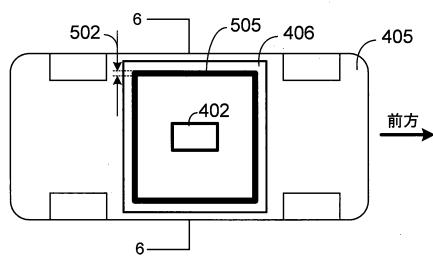
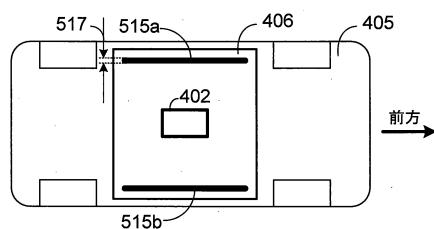


FIG. 4

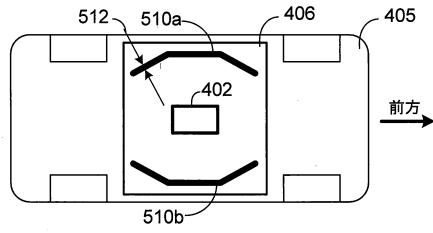
【図 5 A】



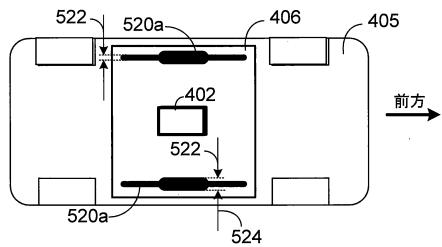
【図5C】



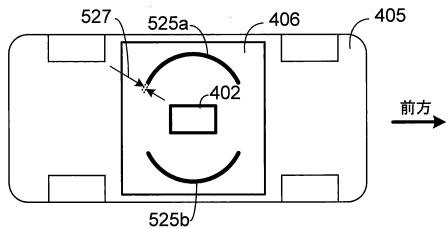
【図 5 B】



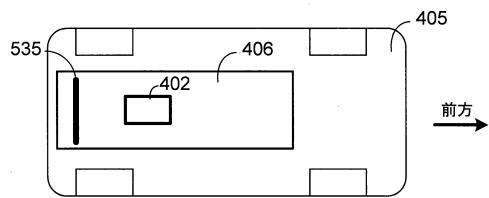
【図5D】



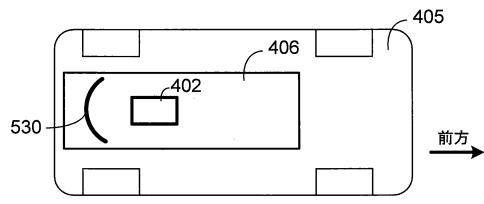
【図 5 E】



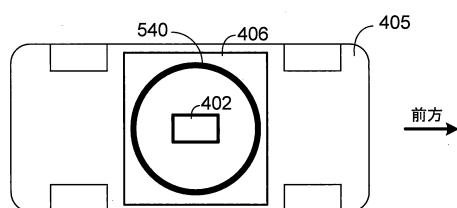
【図 5 G】



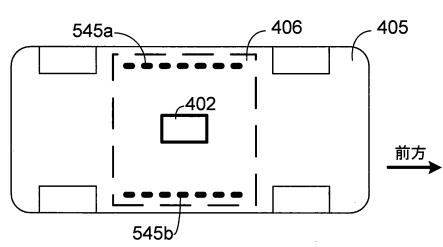
【図 5 F】



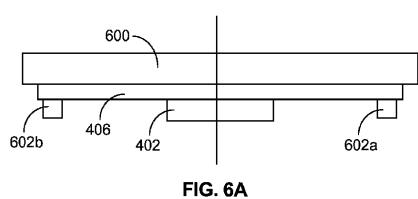
【図 5 H】



【図 5 I】



【図 6 A】



【図 6 B】

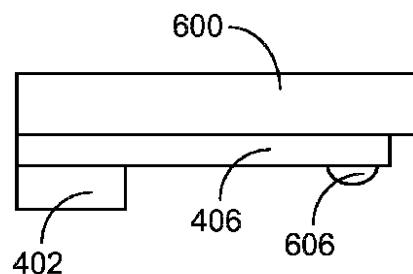


FIG. 6B

【図 6 C】

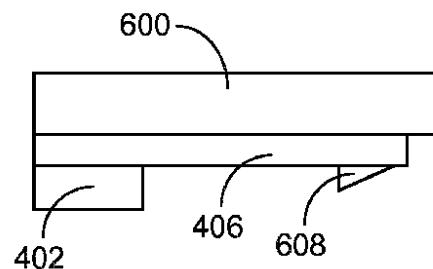


FIG. 6C

【図 6 D】

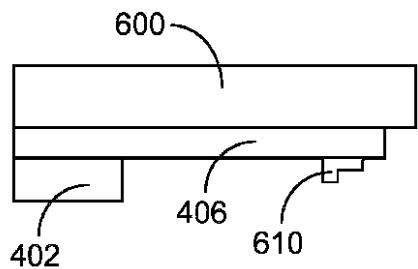


FIG. 6D

【図 7 A】

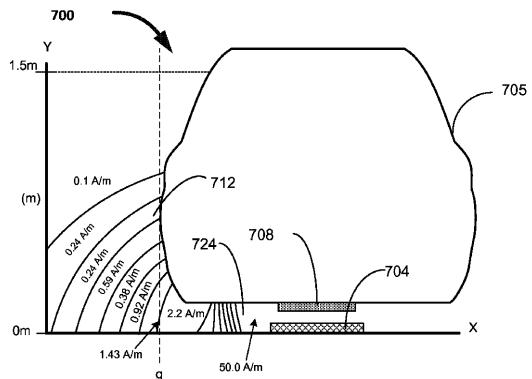


FIG. 7A

【図 7 B】

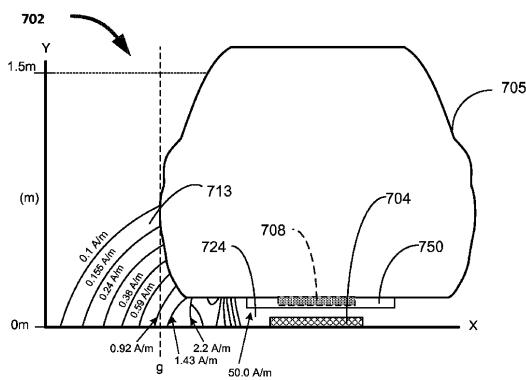
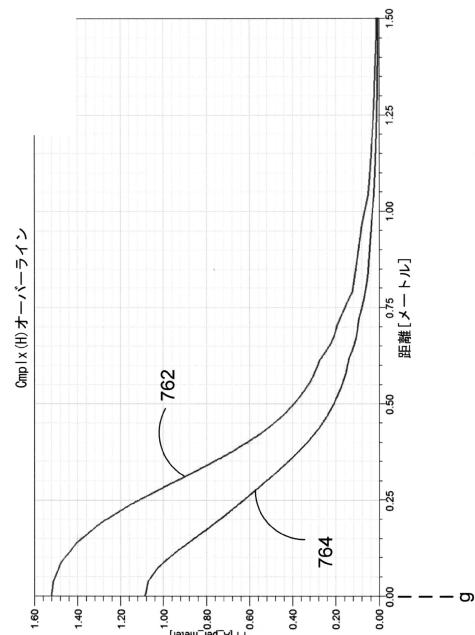
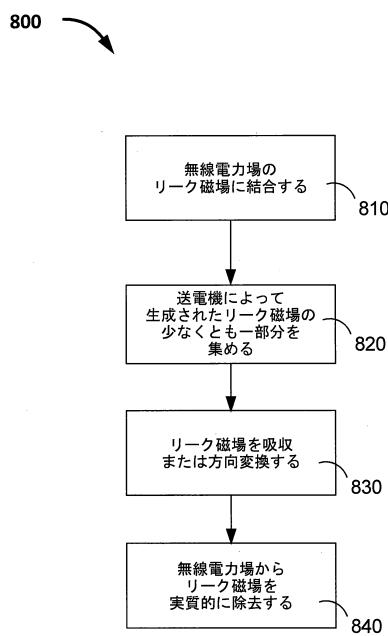


FIG. 7B

【図 7 C】



【図8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I
B 6 0 L 53/12 (2019.01)	B 6 0 L 5/00 B
H 0 5 K 9/00 (2006.01)	B 6 0 L 53/12 H 0 5 K 9/00 H

- (72)発明者 レアンドロ・パーセボン
アメリカ合衆国・カリフォルニア・92121-1714・サン・ディエゴ・モアハウス・ドライヴ・5775
- (72)発明者 マイケル・ワーナー
アメリカ合衆国・カリフォルニア・92121-1714・サン・ディエゴ・モアハウス・ドライヴ・5775
- (72)発明者 ダニエル・クアーシュナー
アメリカ合衆国・カリフォルニア・92121-1714・サン・ディエゴ・モアハウス・ドライヴ・5775
- (72)発明者 ウォイチェフ・チュレボス
アメリカ合衆国・カリフォルニア・92121-1714・サン・ディエゴ・モアハウス・ドライヴ・5775

審査官 高野 誠治

- (56)参考文献 特開2015-047013(JP, A)
特開2014-166070(JP, A)
特開2014-103735(JP, A)
国際公開第2013/107920(WO, A1)
米国特許出願公開第2015/0380157(US, A1)
特開2014-063768(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 2 J	5 0 / 0 0	- 5 0 / 9 0
H 0 2 J	7 / 0 0	
B 6 0 L	5 / 0 0	
B 6 0 L	5 3 / 1 2	
B 6 0 M	7 / 0 0	
H 0 5 K	9 / 0 0	