

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6423370号
(P6423370)

(45) 発行日 平成30年11月14日(2018.11.14)

(24) 登録日 平成30年10月26日(2018.10.26)

(51) Int.Cl.	F I
H O 2 J 50/12 (2016.01)	H O 2 J 50/12
H O 2 J 7/00 (2006.01)	H O 2 J 7/00 P

請求項の数 19 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2015-558862 (P2015-558862)	(73) 特許権者	507364838
(86) (22) 出願日	平成26年2月10日 (2014.2.10)		クアルコム, インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2016-514444 (P2016-514444A)		アメリカ合衆国 カリフォルニア 921
(43) 公表日	平成28年5月19日 (2016.5.19)		21 サン ディエゴ モアハウス ドラ
(86) 国際出願番号	PCT/US2014/015582		イブ 5775
(87) 国際公開番号	W02014/130285	(74) 代理人	100108453
(87) 国際公開日	平成26年8月28日 (2014.8.28)		弁理士 村山 靖彦
審査請求日	平成29年1月25日 (2017.1.25)	(74) 代理人	100163522
(31) 優先権主張番号	13/773,474		弁理士 黒田 晋平
(32) 優先日	平成25年2月21日 (2013.2.21)	(72) 発明者	ニコラス・エー・キーリング
(33) 優先権主張国	米国 (US)		アメリカ合衆国・カリフォルニア・921
前置審査			21-1714・サン・ディエゴ・モアハ
			ウス・ドライブ・5775
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 モジュール式誘導電力伝送電源および操作方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

磁界を生成するように構成された導電性構造体と、
 前記導電性構造体に動作可能に接続された複数のキャパシタと、
 前記複数のキャパシタに結合された複数のモジュールであって、
 前記複数のモジュールのそれぞれは、
 前記複数のキャパシタのうちの異なるキャパシタに対応し、かつ、
 電源と、インダクタと、前記電源と前記対応するキャパシタとの間に位置する変圧器とを備え、

モジュールごとに、前記変圧器は、前記電源の出力を前記対応するキャパシタに結合するように構成される、複数のモジュールと
 を備え、

パラメータを監視して、前記複数のモジュールのうちの各モジュールの状態を判断するように構成されたコントローラをさらに備え、

前記複数のモジュールは、バックアップモジュールをさらに含み、
前記コントローラが障害を検出した後、前記障害が検出されたモジュールが動作可能に切り離され、かつ、前記バックアップモジュールが動作可能に接続される、ワイヤレス電力送信機。

【請求項2】

前記複数のキャパシタのうちの各キャパシタの電気的特性が、少なくとも前記導電性構

10

20

造体のインピーダンスおよび前記複数のキャパシタのキャパシタ数に基づく請求項1に記載のワイヤレス電力送信機。

【請求項3】

前記複数のキャパシタが、共振周波数で前記ワイヤレス電力送信機と同調を維持する請求項1に記載のワイヤレス電力送信機。

【請求項4】

前記複数のキャパシタが前記導電性構造体と並列に接続されている請求項1に記載のワイヤレス電力送信機。

【請求項5】

前記複数のモジュールのうちの各モジュールが、前記モジュールの前記インダクタおよび前記モジュールの前記変圧器を介して、前記複数のキャパシタの前記異なるキャパシタに動作可能に接続されている請求項1に記載のワイヤレス電力送信機。

10

【請求項6】

前記複数のモジュールのうちのモジュールごとに、前記変圧器が、前記複数のキャパシタのうちの1つのキャパシタと前記モジュールの前記インダクタとの間に動作可能に接続されている請求項1に記載のワイヤレス電力送信機。

【請求項7】

前記複数のモジュールのうちの少なくとも1つモジュールが、取外し可能なモジュールを形成する請求項1に記載のワイヤレス電力送信機。

【請求項8】

20

前記ワイヤレス電力送信機が電力を送信している間、前記取外し可能なモジュールが取り外され得る請求項7に記載のワイヤレス電力送信機。

【請求項9】

いずれかのモジュールが取り外されているかどうかに関係なく、前記ワイヤレス電力送信機が同調されたままである請求項7に記載のワイヤレス電力送信機。

【請求項10】

有効にされた前記電源の数に関係なく、前記ワイヤレス電力送信機が同調されたままである請求項1に記載のワイヤレス電力送信機。

【請求項11】

前記複数のモジュールのうちの各モジュールが共通の中央タップを備える請求項1に記載のワイヤレス電力送信機。

30

【請求項12】

前記複数のモジュールの各電源が共通のDCバスによって給電される請求項11に記載のワイヤレス電力送信機。

【請求項13】

前記コントローラが負荷の増加を検出すると、前記複数のモジュールのうちの無効にされていたモジュールが有効にされる請求項1に記載のワイヤレス電力送信機。

【請求項14】

複数のコントローラをさらに備え、各コントローラが、前記複数のモジュールのうちの1つのモジュールおよび前記複数のキャパシタのうちの1つのキャパシタに関連付けられており、前記関連付けられたモジュールおよびキャパシタのパラメータを監視して、前記関連付けられたモジュールおよびキャパシタの状態を判断するように構成されている請求項1に記載のワイヤレス電力送信機。

40

【請求項15】

前記複数のコントローラが通信リンクを介して通信する請求項14に記載のワイヤレス電力送信機。

【請求項16】

複数のモジュールによって複数のキャパシタに接続された導電性構造体に電流を供給するステップであって、

前記複数のモジュールのそれぞれは、

50

電源と、インダクタと、前記電源と対応するキャパシタとの間に位置する変圧器とを備え、

モジュールごとに、前記対応するキャパシタは、前記複数のキャパシタのうちの異なるキャパシタである、ステップと、

前記導電性構造体によって磁界を生成するステップと、

前記複数のモジュールのうちの少なくとも1つのモジュールについて、前記電源を前記導電性構造体から動作可能に切り離すステップと

を含み、

パラメータを監視して、前記複数のモジュールのうちの各モジュールの状態を判断するステップをさらに含み、

10

前記複数のモジュールは、バックアップモジュールをさらに含み、

障害を検出することに対応して、前記障害が検出されたモジュールが動作可能に切り離され、かつ、前記バックアップモジュールが動作可能に接続される、ワイヤレスで電力を送信する方法。

【請求項 17】

前記複数のモジュールのすべてより少ない数の前記電源を動作可能に切り離すとき、前記電流が一定のままである請求項16に記載の方法。

【請求項 18】

電力を供給するための複数の手段と、

電荷を蓄積するための複数の手段に動作可能に接続された磁界を生成するための手段と

20

、蓄積するための前記複数の手段によって、供給するための前記複数の手段を生成するための前記手段に接続するための複数の手段であって、

接続するための前記複数の手段のうちの各接続するための手段は、生成するための前記手段と、接続するための前記手段との間に位置する蓄積するための前記複数の手段のうちの異なる蓄積するための手段に対応し、

供給するための前記複数の手段のうちの各供給するための手段は、生成するための前記手段に電流を与え、

生成するための前記手段に前記電流を供給することを継続しつつ、接続するための前記複数の手段は、生成するための前記手段から、供給するための前記複数の手段のうちの少なくとも1つの供給するための手段、または接続するための前記複数の手段のうちの少なくとも1つの接続するための手段を動作可能に切り離すための手段を備える、接続するための複数の手段と

30

を備え、

パラメータを監視して、接続するための前記複数の手段のうちの各接続するための手段の状態を判断するように構成された制御するための手段をさらに備え、

接続するための前記複数の手段は、バックアップするための手段をさらに含み、

前記制御するための手段が障害を検出した後、前記障害が検出された接続するための手段が動作可能に切り離され、かつ、バックアップするための前記手段が動作可能に接続される、ワイヤレス電力送信機。

40

【請求項 19】

供給するための前記複数の手段のすべてより少ない数の手段、または接続するための前記複数の手段のすべてより少ない数の手段の切り離しによって、前記電流が一定のままである請求項18に記載のワイヤレス電力送信機。

【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送に関し、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ワイヤレス電力伝送に関連したデバイス、システム、および方法に関する。より詳細には、本開示は電源のトポロジに関する。

50

【背景技術】

【0002】

バッテリーなどのエネルギー貯蔵デバイスから受け取る電気から導出される移動力(locomotion power)を含む、車両などの遠隔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、車両を充電するのに、車両のブレーキングからの電力および従来の電動機を用いる車載型充電器を含む。専ら電気の車両は、一般に、バッテリーを充電するための電気を他の電源から受け取る。バッテリー電気車両(電気車両)を、家庭用または商用のAC電源などの何らかのタイプの有線の交流(AC)によって充電することがしばしば提案されている。有線の充電接続には、電源に物理的に接続されるケーブルまたは他の類似のコネクタが必要である。ケーブルおよび類似のコネクタは、不便で扱いにくいことがあり、他の

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ワイヤレス電力システムは、一般的な有線の電源周波数電力システムと比較して、比較的高い周波数の大電力レベルで動作する。その結果、ワイヤレス電源または送信機を構築するのに使用される構成要素は、高レベルのストレスを免れない。そのような構成要素の1つには、送信機のインバータ段で使用されるスイッチがある。電源のインバータ段を構築するのに、多くのワイヤレス電力送信機がスイッチとしてIGBTを使用するが、MOSFETが使用されることもある。IGBTは、大電流、高電圧、高周波の用途で作動することができるので、しばしば選択されている。かなりのコストにもかかわらず、最新の高性能IGBTのデバイス定格は、ワイヤレス電力伝送用途における制約要因であり続けている。それに加えて、インバータの各レグにおける複数の並列のIGBTのスイッチングは困難であり、ソフトスイッチングのトポロジによって電源から見た負荷のインピーダンスが変わることが判明している。その上、従来の電源設計の構成要素が故障すると、ワイヤレス電力伝送が停止する。そのため、本開示に関連する電源のトポロジは、ワイヤレス電力送信機に用いられてよく、また、複数のモジュールの各々の負荷を低減する並列接続を可能にする一方で、

20

30

【課題を解決するための手段】

【0004】

添付の特許請求の範囲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は、各々がいくつかの態様を有し、それらのうちの単一の態様が、単独で、本明細書で説明する望ましい属性を担当するとは限らない。添付の特許請求の範囲の範囲を限定することなく、いくつかの卓越した特徴が本明細書で説明される。

【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が、添付の図面および以下の説明に記載されている。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が、縮尺通りに描かれていない場合があることに留意されたい。

40

【0006】

本開示の一態様が提供するワイヤレス電力送信機は、磁界を生成するように構成された導電性構造体と、導電性構造体に動作可能に接続され、導電性構造体を実質的に一定の電流を供給するように複数の電源によって駆動される複数の電気回路とを備える。

【0007】

本開示の別の態様が提供する、電力をワイヤレスで伝送する方法は、複数の電源によって導電性構造体を実質的に一定の電流を供給するステップと、導電性構造体によって磁界を生成するステップと、複数の電源のうちの少なくとも1つを導電性構造体から動作可能

50

に切り離すステップとを含む。

【 0 0 0 8 】

本開示のさらに別の態様が提供するワイヤレス電力送信機は、電力を供給するための手段と、磁界を生成するための手段と、両手段を接続するための手段であって、送信機を共振周波数に同調させるための手段、および磁界を生成するための手段に実質的に一定の電流を供給するための手段を備える接続するための手段とを備える。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図 1】例示的ワイヤレス電力伝送システムの機能ブロック図である。

【図 2】図1のワイヤレス電力伝送システムに使用され得る例示的ワイヤレス電力送信機の機能ブロック図である。

【図 3】図1のワイヤレス電力伝送システムに使用され得る例示的ワイヤレス電力受信機の機能ブロック図である。

【図 4】LCL共振回路の負荷を有するワイヤレス電力送信機の簡易化した回路概略図である。

【図 5 A】例示的ワイヤレス電力送信機の簡易化した回路概略図である。

【図 5 B】回路の一部が切り離された図5Aのワイヤレス電力送信機の簡易化した回路概略図である。

【図 6】モジュール式電源を絶縁するための変圧器を含んでいる例示的ワイヤレス電力送信機の簡易化した回路概略図である。

【図 7】冗長モジュールを有する例示的ワイヤレス電力送信機の簡易化した回路概略図である。

【図 8】各モジュールにわたる不均等な配電を示す例示的ワイヤレス電力送信機の簡易化した回路概略図である。

【図 9】代替コントローラの配置を示す例示的ワイヤレス電力送信機の簡易化した回路概略図である。

【図 1 0】例示的切断ポイントを示す例示的ワイヤレス電力送信機の簡易化した回路概略図である。

【図 1 1】例示的電気車両に配設された交換可能な無接点バッテリーを示す機能ブロック図である。

【図 1 2】電気車両を充電するための例示的ワイヤレス電力伝送システムの図である。

【図 1 3】道路に沿って電気車両に電力を供給するための例示的ワイヤレス電力伝送システムの図である。

【図 1 4】電気車両をワイヤレス充電するのに利用可能な例示的周期数を示す周波数スペクトルの図である。

【図 1 5】ワイヤレスで電力を伝送する例示的方法の流れ図である。

【図 1 6】例示的ワイヤレス電力送信機の機能ブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

各図面に示された種々のフィーチャは、原寸に比例していない可能性がある。したがって、種々のフィーチャの寸法は、明確にするために、自由裁量によって拡大され、または縮小されることがある。それに加えて、いくつかの図面は、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しているわけではないことがある。最後に、明細書および図を通じて、類似の参照数字は類似のフィーチャを示すのに用いられ得る。

【 0 0 1 1 】

以下で添付図に関連して記載される詳細な説明は、本発明の例示的实施形態の説明として意図されており、本発明が実践され得る唯一の実施形態を表すようには意図されていない。この説明の全体にわたって用いられる用語「例示的」は、「例、事例、または実例として役立つ」を意味し、必ずしも他の例示的实施形態より好ましい、または有利であるように解釈されるべきではない。詳細な説明は、本発明の例示的实施形態の完全な理解をも

10

20

30

40

50

たらすために特定の詳細を含んでいる。場合によっては、いくつかのデバイスはブロック図の形式で示されている。

【 0 0 1 2 】

ワイヤレスで電力を伝送することは、電界、磁界、電磁界に関連した任意の形態のエネルギーを伝送することを指してよく、またはそうでなければ、送信機から受信機へ、物理的導電体を使用することなく伝送することを指してよい(たとえば、電力が自由空間を通過して伝送され得る)。ワイヤレスフィールド(たとえば磁界)に出力された電力は、電力伝送を実現するために、「受信コイル」によって受信され、取得され、または結合されてよい。

【 0 0 1 3 】

図1は、例示的ワイヤレス電力伝送システム100の機能ブロック図である。入力電力102がワイヤレス電力送信機110に供給され、ワイヤレス電力送信機110が、入力電力102を、送信回路を駆動するのに適切な形態に変換し、送信回路がエネルギー伝送のための磁界108を生成する。送信回路は導電性構造体105およびキャパシタ116を含み得る。導電性構造体105は時変磁界108を生成し得る。受信回路は導電性構造体107およびキャパシタ121を含み得る。導電性構造体107は、電圧を誘起するように磁界108のエネルギーによって導電性構造体105に結合され、誘起された電圧は、ワイヤレス電力受信機120によって整流されてフィルタリングされる。本明細書で用いられるとき、「導電性構造体」という用語は、ループ、コイル、アンテナ、または他の構造体でよい。送信機に関連した導電性構造体は、受信機に関連した導電性構造体にエネルギーをワイヤレスで伝えるための磁界を生成する。反対に、受信機に関連した導電性構造体は、ワイヤレス電力送信機に関連した導電性構造体に関連した導電性構造体によって生成された磁界からエネルギーを受け取る。もたらされた出力は、出力電力130に結合されたデバイス(図示せず)による蓄積または消費のために用いられてよい。導電性構造体105と導電性構造体107の両方は、ある距離だけ離れている。導電性構造体105と導電性構造体107は、電力伝送の効率を最適化するために、システムの動作周波数で共振するように同調される。導電性構造体107の共振周波数と導電性構造体105の共振周波数が非常に接近しているとき、磁界108のほとんどの磁束線が導電性構造体107またはその近傍を通過する領域に導電性構造体107が配置されると、導電性構造体105と導電性構造体107との間の伝送損失が最小限になる。

【 0 0 1 4 】

導電性構造体105および導電性構造体107は、関連する用途およびデバイスに応じて寸法設定されてよい。効率的なエネルギー伝送は、電磁波の大部分のエネルギーを非近接場へ伝搬させるのではなく、導電性構造体105の磁界のエネルギーの大部分を導電性構造体107に結合することによって行われる。この近接場にあるとき、導電性構造体105と導電性構造体107との間で結合モードが成長し得る。この近接場結合が生じ得る導電性構造体105および導電性構造体107の辺りの領域は、本明細書では結合モード領域と称され得る。

【 0 0 1 5 】

図1に示されるように、ワイヤレス電力送信機110は、商用電力102を50/60Hzで受け取って、導電性構造体105を駆動するための動作周波数の交流電流(AC)に変換してよい。ワイヤレス電力送信機110は、外部AC電力を脈動するDCに変換する整流器111を含み得る。電気車両充電器などの大負荷については、電力系統に過大電流が流れるのを防止し、また50/60Hzの商用電力102をフィルタリングするために、力率補正回路112が使用されてよい。脈動するDCは、大型のエネルギー貯蔵素子113によって一定のDCへとフィルタリングされてよい。次いで、一定のDCが、インバータ回路114によって矩形波に変換され、フィルタ115によって正弦波へとフィルタリングされてよい。次いで、この出力が、送信回路の導電性構造体105に接続されてよい。導電性構造体105に流れるAC電流が時変磁界108を生成してよい。前述のように、送信回路は、動作周波数で共振するように導電性構造体105およびキャパシタ116を含んでよく、導電性構造体105と導電性構造体と107の間の磁気結合の改善をもたらす。

【 0 0 1 6 】

受信回路の導電性構造体107が磁界108によって導電性構造体105に結合されてAC電力を生成し、これがワイヤレス電力受信機120に接続される。キャパシタ121と導電性構造体107が動作周波数で共振回路を形成してよく、導電性構造体105と導電性構造体107との間のより優れた電磁結合をもたらす。AC電力は整流器122によって脈動するDCに変換される。脈動するDCを一定のDCに平滑化するために、エネルギー貯蔵デバイス123が含まれ得る。出力電力130によってバッテリー(図示せず)を充電するのに適切な値に電圧を調節するために、スイッチモード電源124が含まれ得る。ワイヤレス電力送信機110とワイヤレス電力受信機120は、磁界108を変調することによって、または分離した通信チャネル132(たとえばブルートゥース、ジグビー、セルラー、NFCなど)上で通信してもよい。

【0017】

10

前述のように、ワイヤレス電力送信機110によって、導電性構造体105と導電性構造体107が、その間で一致した共振またはほぼ一致した共振が生じる周波数で駆動されていると、導電性構造体105と導電性構造体107との間の効率的なエネルギー伝送が行われる。しかしながら、導電性構造体105と導電性構造体107との間の共振が一致していないときさえ、効率に悪影響があるものの、エネルギーは伝送され得る。エネルギー伝送は、導電性構造体105から自由空間へのエネルギー伝搬ではなく、導電性構造体105の近接場から、この近接場が確立されている近隣の導電性構造体107にエネルギーを結合することによって生じる。近接場は、導電構造体105の電流および電荷に由来する強い無効磁場(reactive fields)が存在して、導電構造体105からの電力放射がない領域に相当し得る。場合によっては、近接場は、以下でさらに説明されるように、導電性構造体105の約1/2 波長以内にある領域に相当し得る(導電性構造体107について、逆も同様である)。

20

【0018】

図2は、図1のワイヤレス電力伝送システム100に使用され得る例示的ワイヤレス電力送信機200の機能ブロック図である。図2は、50/60Hzの電力系統の電力を、導電性構造体205およびキャパシタ217を含んでいる送信回路を駆動するのに用いられ得るACに変換するのに必要な機能を含み得るワイヤレス電力送信機の例示的構成を示すものであるが、他の入力電源向けには他の構成も可能である。50/60Hzの電力系統の電力202は、ノイズと、損傷を与える電圧スパイクとを除去するようにラインフィルタ211によって調整されてよい。整流器212が、50/60HzのACを脈動するDCに変換することができる。

【0019】

30

整流器212のスイッチング動作による電圧および電流の位相のずれならびに高調波歪みが原因の電力系統の過電流を防止するための制御性の目的で、有効力率補正回路213(active power factor correction circuit)が含まれ得る。有効力率補正回路213は、その電圧出力を実質的に一定に調節してよい。力率補正回路213は、電力系統からの電流が電力系統電圧に追従して流れるように調節してよく、優れた力率を有する抵抗型負荷として現われる。力率補正回路213は、電力系統から、電力系統の電圧波形と一致するように調整される一連のパルスで電流を引き出すスイッチモード電源に類似でよい。

【0020】

エネルギー貯蔵素子214が含まれ得て、非常に大きいキャパシタでよく、あるいはインダクタとキャパシタから成るものでもよい。いずれの場合も、この構成要素は、50/60Hzの電力系統の電力の半サイクル持続するのに十分なエネルギーを貯蔵するために大きいものであり得る。低電力の電源はエネルギー貯蔵素子214を省略することがあるが、結果として生じる、送信回路を駆動するAC電力は、整流された50/60Hzの電力系統の電力が包絡線として重なる波形を有し、より大きいピーク電圧および電流ならびにより大きい最大磁界をもたらす。様々な電力レベルでこれを防止するのが望ましいことがある。

40

【0021】

以前の構成要素211から214によって生成された、整流されかつ平滑化されたDCを変換するのにインバータ回路215が使用されてよく、平滑化されたDCを送信回路の動作周波数で矩形波にチョッピングしてもよい。この周期数は、例示的実装形態として20kHzであり得るが、実用的なサイズの送信回路および受信回路につながる任意の周期数が用いられ得る

50

。周期数がより高ければ、より小さい構成要素をワイヤレス電力送信機200に使用することができ、その一方で、周期数がより低ければ、より低いスイッチング損失によるより高い効率をもたらす得る。充電システムには、400Hzから1MHzの範囲の周期数を用いることが提唱されている。

【0022】

インバータ回路215によって生成された矩形波を高調波が抑制された正弦波に変換すること、ならびに、インバータ回路215のインピーダンスを、送信回路のキャパシタ217および導電性構造体205で構成されている共振回路に整合させることの2重の任務を遂行するように、フィルタとして整合回路216が含まれてよい。これらの構成要素は、整合回路216が比較的高い周波数で動作しているので、比較的小さいものでよいが、損失を防止するために好ましくは高品質のものである。キャパシタ217は、送信回路の導電性構造体205と並列または直列でよいが、いずれにせよ、このデバイスに流れる電流に共振回路の動作Qを掛けるように、損失を防止するために最高品質のものであり得る。同様に、送信回路の導電性構造体205は、損失を防止するために高品質の構成要素から成るものでよい。巻線の銅の表面積を増加して最大限に活用するために、リッツ線が使用されてよい。あるいは、送信回路の導電性構造体205は、抵抗損失を小さく保つように選択された厚さ、幅、および金属タイプを有する金属ストリップで製作されてもよい。磁気回路に用いられるフェライト材料は、動作周波数において飽和、渦電流および損失を防止するように選択されてよい。

【0023】

ワイヤレス電力送信機200は、送信回路によって生成された磁界208の近傍における活動状態の受信コイルの有無を検出するための負荷検知回路(図示せず)をさらに含んでよい。一例として、インバータ回路215に流れる電流は、磁界208の近傍に適切に位置合わせされた受信コイルの有無によって影響を受け、負荷検知回路によって監視される。インバータ回路215に対する負荷の変化の検出は、活動状態の受信コイルにエネルギーを送信し、かつこれと通信するための力率補正回路213を有効にすべきかどうかを判断するのに用いるように、コントローラ(図示せず)によって監視されてよい。インバータ回路215で測定された電流は、送信回路の充電領域内に無効の物体があるかどうか判断するのにさらに用いられてよい。

【0024】

図3は、図1のワイヤレス電力伝送システム100に使用され得る例示的ワイヤレス電力受信機システム300の機能ブロック図である。受信機システム300は、磁界308をAC電力に変換してよく、このAC電力が、バッテリー(図示せず)を充電するかまたはデバイス(図示せず)に電力を供給するのに用いられるDC電力330に変換される。受信回路に含まれる導電性構造体307は、キャパシタ321とともに共振回路を形成する。図2を参照しながら説明した、導電性構造体307およびキャパシタ321に関する構成要素の品質のコメントは、ここでも当てはまる。整合回路322は、受信回路が生成するAC電力が整流器323とインピーダンス整合され、整流器323が生成する高調波が受信回路に結合されないことのみ異なるが(only in reverse)、整合回路213と類似の働きをしてよい。整流回路323は、整流作用によって発生する高調波を低減し、かつ整合回路322に対するフィルタリングの要求を低減するために使用されてよい。これによって、電力をワイヤレスで受信して負荷(たとえば充電のためのバッテリー)に供給する電力変換の効率を向上するために、高力率をもたらすことが可能になり得る。

【0025】

脈動するDCを一定のDCに平滑化するために、エネルギー貯蔵素子324が使用されてよい。エネルギー貯蔵素子324は、(図2のエネルギー貯蔵素子214と比較して)高い周波数で動作してよく、そのため、構成要素をより小さくすることができる。スイッチモード電源325は、電池管理システム(図示せず)に応じて、DC電圧と、恐らくDC電流とを調節するように使用されてよい。代替形態として、スイッチモード電源325の調整機能は、ワイヤレス電力送信機200内に設けられてもよいが、この手法は、ワイヤレス電力受信機300からワイ

ヤレス電力送信機200への高速かつ高信頼の通信リンクに依拠する可能性があり、全体システムに複雑さが増す可能性もある。

【0026】

図4は、LCL共振回路負荷を有するワイヤレス電力送信機の簡易化した回路概略図である。示されるように、導電性構造体498は、電力伝送のために、導電性構造体499に対して誘導的に結合する磁界490を生成する。送信側で、導電性構造体498は、電源401によって電力を供給されるLCL共振回路負荷のインダクタのうちの1つである。電源401は、LCL共振回路の負荷に先立つ、たとえば電力システムの電力202、ラインフィルタ211、整流器212、力率補正回路213、エネルギー貯蔵素子214、および図2のインバータ回路215、またはそのいくつかのサブセットといった回路を表す。受信側で、導電性構造体499は、図3の導電性構造体307(たとえば受信回路の一部)でよい。さらに、導電性構造体499は、DC電力330を供給するように、キャパシタ321、整合回路322、整流器323、エネルギー貯蔵素子324、図3のスイッチモード電源325に接続されてよい。導電性構造体498および499は、それぞれ疎結合の変圧器の1次側巻線および2次側巻線と考えられ得る。

【0027】

LCL共振回路の負荷は、インダクタ410、キャパシタ420、および導電性構造体498を備え、複数の機能を有する。第1に、図2の整合回路216と同様に、LCL共振回路の負荷が、電源の出力を平滑化し得る。インバータ回路は、整流器のDC出力をAC信号に変換する。このAC信号は、ワイヤレス電力システムの動作周波数以外の周波数成分を含み得て、非正弦波形(たとえば矩形波)を有する。しかしながら、エネルギー伝送のためにシステムの動作周波数で送信コイルへの正弦波入力を有するのが望ましいであろう。したがって、LCL共振回路の負荷は、インバータ回路からの非動作周波数成分の出力をフィルタリングしてよく、共振回路のための正弦波の励振信号をもたらす。第2に、導電性構造体498およびキャパシタ420は、送信回路(たとえば図2の導電性構造体205およびキャパシタ217)として働く。したがって、LCL共振回路の一部がワイヤレス電力伝送のための送信コイルとして働き、電源と共振コイルとの間の他の整合回路を実装するシステムと比較してシステムの複雑さが低減する。システムの共振周波数、またはワイヤレス電力送信機と同調は、このように、導電性構造体498のインダクタンス L とキャパシタ420のキャパシタンス C によって設定される。最後に、LCL共振回路の負荷は、受信側負荷に結合されたとき、電源から見たインピーダンスが効率的なエネルギー伝送を可能にするようにインピーダンス変換を遂行する。より具体的には、キャパシタ420がリアクタンス X_C を有し、インダクタ410および導電性構造体498がそれぞれ誘導リアクタンス X_L を有して、 X_C と X_L が等しい状態では、電源から見たインピーダンスは、導電性構造体498と499との間の誘導結合による受信側負荷の反射インピーダンスであることが示され得る。したがって、受信側負荷の変動が電源に反映されて、整合回路の損失が最小化される。いくつかの実施形態では、導電性構造体は、単一ループ、コイル、またはリアクタンス X_L を有するアンテナを含み得る。他の実施形態では、導電性構造体は、等価リアクタンスが X_L になるような電氣的構成の複数のループ、コイル、またはアンテナを含み得る。複数のループ、コイル、またはアンテナは、生成される磁界を調節するようにスペースに関連して配置されてよい。

【0028】

上記で論じたように、電源設計に使用される構成要素のデバイス定格によって、大電力、高電圧、高周波のワイヤレス電力伝送の応用範囲が制限されることが多い。したがって、本開示に関連する電源のトポロジは、ワイヤレス電力送信機に使用されてよく、また、複数のモジュールの、それぞれの負荷を低減する並列接続を可能にする一方で、送信機と同調および性能を保ち、頑健性を向上するものである。

【0029】

図5Aは、例示的ワイヤレス電力送信機の簡易化した回路概略図を示す。わかるように、同調キャパシタ420は、システムの共振周波数に影響を及ぼすことなく、それぞれが $1/2X_C$ のリアクタンスを有する直列キャパシタ520と521に分割されている。その際、同調回路の左半分が、共通の中央タップ596を共有する2つの電源501と502に分割され得る。整合を維

持するために、インダクタ410は、この場合は関連するキャパシタによって決定されたりアクタンス $1/2X_L$ をそれぞれ有する2つのインダクタ510と511に分割されている。このようにして、回路の同調および整合が維持される一方で、各電源からの電力出力が低下する。

【0030】

電源501と502の両方が導電性構造体498を駆動するので、それらの出力の同期をとるのが望ましい。そうしないと、電源が互いに対抗して駆動するとき損失が生じる可能性がある。たとえば、最悪のシナリオでは、2つの電源の出力波形の位相が 180° ずれていると、2つの電源が相殺することになり、受信機へのいかなる電力伝送も事実上無効になる。したがって、同期させることによって、ワイヤレス電力送信機の電力損失が軽減される。電源が同期している限り、ワイヤレス電力送信機の合計の電力出力は、必須ではないが、電源の間で均等に分割され得る。たとえば、電源501が40kWを出力し、電源502が20kWを出力すると、ワイヤレス電力送信機は合計60kWの電力を出力することになる。

【0031】

図5Bは、回路の一部分が切り離された図5Aのワイヤレス電力送信機の簡易化した回路概略図である。特に、送信機は以下のようなイベントで動作し続ける。電源501および502がそれぞれキャパシタ520および521にエネルギーを与えてから、スイッチ530がオープン状態に移行する。そのエネルギーは、次に、磁界490を生成するように、導電性構造体498を通る電流を駆動するのに用いられる。したがって、理想的な構成要素であれば、送信機によって送信され得る電力の合計が、したがって2つの電源からの電力出力の合計になる(理想的な構成要素でなければ、何らかの抵抗損および放射損によって電力出力の合計が低減するはずである)。スイッチ530がオープン状態に移行すると、電源502およびインダクタ511は送信機から事実上取り除かれる。送信機は、スイッチ状態の移行による一時的な過渡現象を経験することになる。一旦、システムが定常状態に達すると、送信機が無負荷であると想定すれば、電源502のうちの1つを除去したにもかかわらず、導電性構造体498を通る電流が実質的に一定のままであることが示され得る。これは、スイッチが開いても、導電性構造体498とキャパシタ520および521とによって設定されたような送信機の共振周波数が不変に保たれるからである。電源501は、共振する送信コイルのいかなる電力損失も補償するのに十分な電力を供給する。しかしながら、受信側に負荷が導入されると、システムの電力出力の合計は、電源501の電力出力(たとえば上記の40kW)によって制限されることになる。

【0032】

スイッチ530は、機械スイッチタイプ、電気スイッチタイプ、または電気機械スイッチタイプを含む任意のタイプのスイッチでよい。1つのスイッチだけが表されているが、電源501を絶縁するために別のスイッチが含まれてよい。処理を必要とするいかなる他の機能(たとえば適応型同調、帯域外通信、物体検出、電力出力の制御)を遂行することに加えて、システムに含まれる1つまたは複数のスイッチを制御するために、コントローラ550が含まれ得る。コントローラ550は、スイッチ530を開くべきか閉じるべきか判断するために、1つまたは複数のパラメータを収集してもよい。いくつかのパラメータ(たとえば電圧、電流、温度)は、システムに含まれるセンサによって測定されてよく、または測定値(たとえば負荷の変化)に基づいて求められてもよい。他のパラメータには、より高レベルのコントローラから、または近くに配置されたワイヤレス電力受信機から受け取った情報が含まれ得る。特定のイベントが求められてよく、それに応じてスイッチ状態が調節され得る。たとえば、構成要素に障害があると、スイッチは、システムの不良の半分を絶縁するように使用されてもよい。別の例として、コントローラは、電力を増加するのが望ましいと判断すると、切り離されてはいるが使用可能な電源を投入して(switch in)よい。

【0033】

図6は、モジュール式電源を絶縁するための変圧器を含んでいる例示的ワイヤレス電力送信機の簡易化した回路概略図である。モジュールは、ワイヤレス電力送信機200のラインフィルタ211から任意数の構成要素まで含み得るが、共振回路のキャパシタは(同調を維持するように)含まれない。モジュール683は、電源601、インダクタ610、および電源の出

力をキャパシタ620に結合するための変圧器640を含む。この構成では、モジュール680、681、682、および683の任意数が、並列に導電性構造体698を駆動してよい。したがって、低コストの構成要素が、それらの動作限界からさらに進んで作動され得、全費用が低減され、信頼性が向上する。特定のワイヤレス電力送信機におけるN個のモジュールを想定すると、共振コイルを同調させるのに使用されるキャパシタ(たとえばキャパシタ620)のリアクタンスはNで除され、各キャパシタが変圧器の2次コイルに接続される。同様に、変圧器の一次コイルに電源を結合するインダクタ(たとえばインダクタ610)のリアクタンスはNで除される。送信機は同調したままであり、各モジュールの電力出力が低減される。再び、1つまたは複数の電源が送信回路から切り離されると、共振周波数は変わらず、導電性構造体698を通る電流は実質的に一定のままであり、送信機から出力され得る電力の合計が比例して低下する。再び、スイッチによって送信コイルから任意数の電源を選択的に切り離すのに、コントローラ650が使用されてよい。

【0034】

モジュールは、共振回路を同調させるのに使用されるキャパシタまでの任意数の構成要素を含み得るが、変圧器を使用することによって別の利点がもたらされる。変圧器が各々の電源の出力を電氣的に絶縁するので、電源は共通のDCバス693によって電力を供給され得る。たとえば、エネルギー貯蔵素子214の出力が、N個のモジュールの各々に対する電源として働く複数のインバータ回路215に電力を供給するのに用いられ得る。導電性構造体698にわたって成長する電圧を制限するために、DC電圧が低下されて電流レベルが増加されてよい。

【0035】

図7は、冗長モジュールを有する例示的ワイヤレス電力送信機の簡易化した回路概略図である。構成要素の制約を考慮してワイヤレス電力送信機の頑健性を改善するために、ワイヤレス電力送信機にはバックアップモジュールが含まれ得る。ここでは、ワイヤレス電力送信機は5つのモジュールを含む。モジュールのうちの4つは、(規制限度または他の考慮によって設定された)システムの最大の電力出力を供給するために任意の所与のときに作動される。この場合、モジュール780~783が活動状態であり、モジュール784はバックアップモジュールとして働く。コントローラ750が、たとえばモジュール782の障害を検出した場合、コントローラ750はスイッチ732によってモジュール782を切り離し、スイッチ734によってモジュール784を接続してよい。このように、ワイヤレス電力送信機の信頼性が改善される。

【0036】

図8は、モジュール間の不均等な配電を示す例示的ワイヤレス電力送信機の簡易化した回路概略図である。示されるように、各モジュールから見た負荷は均等に分配されていなくてよい。これは、用途の要件に基づいたスケーラブル送信機の設計のために望ましいことであろう。ここで、モジュール880および881のそれぞれが電源の合計の電力出力の1/4を供給してよく、モジュール882が1/2を供給する。

【0037】

図9は、代替コントローラの配置を示す例示的ワイヤレス電力送信機の簡易化した回路概略図である。特定の用途では、モジュール980は、モジュール981から物理的に離れていてよい。したがって、コントローラ950がモジュール980を監視してよく、コントローラ951がモジュール981を監視してよい。それに加えて、コントローラは、モジュールとともに取り外され得るようにモジュール内に配設されてよく、または、モジュールが取り外されるときコントローラが残ってもよい。コントローラは、通信チャネル995を通じて互いに通信してよく、または他のデバイス(図示せず)と通信してもよい。通信は、診断、保守整備、状態、または他の情報を含み得る。複数のモジュールが存在するとき、コントローラは、モジュールが送信回路に電力を供給することを選択的に可能にするように通信してよい。たとえば、ワイヤレス電力受信機の負荷が増加すると、無効なコントローラが、送信回路にモジュールを接続すべきであることを示す信号を受け取ってよい。別の例では、そのモジュールに障害を検出したコントローラが、別のコントローラに対して、バックアッ

ブモジュールまたは切り離され動作可能なモジュールを接続するように信号を送信してよい。

【0038】

図10は、例示的切断ポイントを示す例示的ワイヤレス電力送信機の簡易化した回路概略図である。ワイヤレス電力送信機をモジュール設計にすると、モジュールのホットスワッピングが可能になる。前述のように、モジュールは、送信機の共振周波数を設定するのに使用される同調キャパシタ(たとえばキャパシタ1020)を除いて、任意の構成要素を含み得る。さらに、共振回路からモジュールを切り離すために、送信機には1つまたは複数のスイッチが含まれてよく、ここでは変圧器の2次コイルと同調キャパシタとの間にスイッチ1030が配置されている。モジュールは、切断ポイント1094の例示的位置で切り離されてよく、任意選択で送信機から物理的に取り外されてもよい。このように、共振回路に対する作動状態のモジュールの給電能力に影響を及ぼすことなく、送信機の保守整備が実行され得る。

10

【0039】

前述の電源トポロジの例示的用途の1つには、電気車両システムを展開するためのワイヤレス電力送信機がある。本明細書では、遠隔システムを説明するために電気車両が用いられ、その一例には、移動能力の一部として、充電式エネルギー貯蔵デバイス(たとえば1つまたは複数の再充電可能な電気化学的電池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んでいる車両がある。限定的でない例として、いくつかの電気車両は、電動機に加えて、直接的な移動のため、または車両のバッテリーを充電するための従来の内燃エンジンを含んでいるハイブリッド電気車両であり得る。他の電気車両は、移動能力のすべてを電力から取り出してよい。電気車両は自動車に制限されず、モータサイクル、カート、スクータ、コンベヤ装置などを含み得る。限定的でない例として、本明細書では、遠隔システムは電気車両(EV)の形で説明される。さらに、充電式エネルギー貯蔵デバイスを使用して少なくとも部分的に給電される他の遠隔システム(たとえばパーソナルコンピュータデバイスなどの電子デバイス)も企図される。

20

【0040】

ワイヤレス電力伝送システムは、再充電可能なバッテリーまたは交換可能なバッテリーを含む様々な電気車両で使用され得る。図11は、電気車両1112に配設された交換可能な無接点バッテリー(contactless battery)を示す例示的機能ブロック図である。ワイヤレス電力インターフェース(たとえば充電器からバッテリーへのコードレスインターフェース1126)を組み込んで、車両より下の、または地面に埋め込まれたワイヤレス電力送信機(図示せず)から電力を受け取る電気車両のバッテリーユニットにとって、バッテリー位置が低いことは有益であり得る。図11で、電気車両のバッテリーユニットは再充電可能なバッテリーユニットでよく、バッテリー収納部1124に収容されてよい。電気車両のバッテリーユニットにはワイヤレス電力インターフェース1126も設けられてよく、これによって、共振する導電性構造体と、電力変換回路と、ワイヤレス電力送信機と電気車両のバッテリーユニットとの間の効率的で安全なワイヤレスエネルギー伝送に必要に応じて他の制御および通信の機能(図1および図3を参照されたい)とを含んでいる電気車両のワイヤレス電力受信機の全体が統合され得る。電気車両用途に使用されるような、本明細書で開示された電源トポロジを組み込んだワイヤレス電力伝送システムにより、双方向の電力伝送が容易になり得、したがって、導電性構造体は、エネルギーの受信または送信のどちらにも作用し得ることに留意されたい。これによって、EV所有者は、通常電源の需要が大きいとき(たとえば日中)、貯蔵されたエネルギーを売って、通常電源の需要が小さいとき(たとえば夜間に)エネルギーを買うことができる。

30

40

【0041】

電気車両の導電性構造体は、電気車両のバッテリーユニットまたは車体の底側と同一平面に、突き出た部分がなく、地面と車体の指定された間隔が維持されるように組み込まれるのが有益であろう。この構成は、電気車両のワイヤレス電力受信機に専用の電気車両バッテリーユニット内にいくらかの空間を必要とする可能性がある。電気車両のバッテリー

50

ユニット1122は、バッテリーからEVへの無接点インターフェース1128と、電気車両1112とワイヤレス電力送信機との間の無接点の給電(power)および通信をもたらす、充電器からバッテリーへのコードレスインターフェース1126とを含んでよい。

【0042】

図12は、電気車両1212を充電するための例示的ワイヤレス電力伝送システム1200の図である。ワイヤレス電力伝送システム1200は、電気車両1212がベース1202aの近くに駐車しているとき、電気車両1212の充電を可能にする。2つの電気車両のためのスペースが、対応するベース1202aおよび1202bの上に駐車されるべき駐車場に示されている。配電センター1230は、電力幹線1232に接続されてよく、他の構成要素(たとえば図2のラインフィルタ211および整流器212)の位置(siting)に依拠して、ベース1202aへの電力リンク1210を介して交流(AC)または直流(DC)の電力(supply)を供給するように構成されてよい。ベース1202aは、電力のワイヤレス送受信のための導電性構造体1204aも含む。電気車両1212は、バッテリーユニット1218、電気車両の導電性構造体1216、および電気車両のワイヤレス充電システム1214を含み得る。電気車両の導電性構造体1216は、たとえばベースの導電性構造体1204aによって生成された電磁界の領域を介してベースの導電性構造体1204aと相互作用してよい。

10

【0043】

電気車両の導電性構造体1216は、ベースの導電性構造体1204aによって生成されたエネルギー場にあるとき電力を受信することができる。このエネルギー場は、ベースの導電性構造体1204aによるエネルギー出力が電気車両の導電性構造体1216によって取得され得る領域に相当する。たとえば、ベースの導電性構造体1204aによるエネルギー出力は、電気車両1212の充電または給電に十分なレベルにあり得る。場合によっては、このエネルギー場は、ベースの導電性構造体1204aの「近接場」に相当し得る。近接場は、ベースの導電性構造体1204aの電流および電荷に由来する強い無効磁場が存在して、ベースの導電性構造体1204aからの電力放射がない領域に相当し得る。場合によっては、近接場は、以下でさらに説明されるように、ベースの導電性構造体1204の波長の約1/2 以内にある領域に相当し得る(電気車両の導電性構造体1216について、逆も同様である)。

20

【0044】

局所配電1230は、1つまたは複数の通信リンク(図示せず)を介して外部電源(たとえば配電網(power grid))およびベース1202aと通信するように構成されてよい。

30

【0045】

電気車両の導電性構造体1216は、ベースの導電性構造体1204aと位置合わせされてよく、したがって、運転者が、電気車両1212を単にベースの導電性構造体1204aに対して正確に位置決めすることによって、近接場の領域内に配設され得る。位置合わせを支援するために、運転者には、電気車両1212がワイヤレス電力伝送のために適切に配置されたことを判断するように、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が与えられてよい。あるいは、電気車両1212は自動操縦装置によって位置決めされてもよく、自動操縦装置は、位置合わせ誤差が許容値に達するまで、電気車両1212を、(たとえばジグザグ運動で)前後に移動させてよい。電気車両1212に、車両を調節するためのサーボハンドル(servo steering wheel)、超音波センサ、および知能が装備されていれば、この移動は、電気車両1212によって、運転者の介在なしで、または最小限の介在のみで、自動的かつ自律的に遂行され得る。あるいは、電気車両の導電性構造体1216、ベースの導電性構造体1204a、またはその組合せは、それらをより正確に配向し、その間により高効率の結合を発達させるために、導電性構造体1216と1204aを互いに対して変位させ、かつ移動させるための機能を有してもよい。

40

【0046】

ベース1202aは様々な位置に配置されてよい。限定的でない例として、いくつかの適切な位置には、EV所有者の自宅駐車場、従来の石油ベースのガソリンスタンドを基に作られた電気車両のワイヤレス充電専用の駐車場、ならびにショッピングセンターおよび職場などの他の位置の駐車場が含まれる。

50

【0047】

電気車両をワイヤレスで充電すると、多くの利点をもたらされ得る。たとえば、事実上運転者が介入したり操作したりすることなく、自動的に充電され得、それによってユーザへの利便性が改善される。露出した電気接点および機械的摩耗もなく、それによって、ワイヤレス電力伝送システム1200の信頼性が改善される。ケーブルおよびコネクタに対する操作が不要になり、野外環境で湿気および水に対して暴露される可能性があるケーブル、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が改善される。可視または接触可能なソケット、ケーブル、およびプラグもなくてよく、それによって、電力充電デバイスの可能な破壊行為を低減する。さらに、電気車両1212は、配電網を安定化するための分散型貯蔵デバイスとして使用され得るので、車両から配電網(V2G)への働きに関する車両の有用性を増すために、配電網に結合する解決策が用いられ得る。

10

【0048】

図12を参照しながら説明されたようなワイヤレス電力伝送システム1200は、美的利点および邪魔にならない利点ももたらし得る。たとえば、車両および/または歩行者にとって邪魔になる充電柱およびケーブルがなくてよい。

【0049】

車両から配電網への能力のさらなる説明として、ワイヤレス電力を送受信する能力は、ベース1202aが電気車両1212に電力を伝送し、たとえばエネルギー不足のときには電気車両1212がベース1202aに電力を伝送するように、互恵的に構成されてよい。この能力は、過大な需要または再生可能エネルギーの生産(たとえば風力または太陽による)の不足に起因するエネルギー不足のとき、電気車両が、全体の配電システムに対して電力を与えることを可能にすることによって配電網を安定化するのに有益であり得る。

20

【0050】

引き続き図12を参照して、ベースの導電性構造体1204aおよび電気車両の導電性構造体1216は固定位置にあってよく、これらの導電性構造体は、ベース1202aに対する電気車両の導電性構造体1216の全体的な配置によって近接場結合領域の範囲内に持って来られる。しかしながら、エネルギー伝送を迅速に、効率的に、かつ安全に遂行するために、ベースの導電性構造体1204aと電気車両の導電性構造体1216との間の距離を、結合を改善するように縮小する必要がある。したがって、ベースの導電性構造体1204aおよび/または電気車両の導電性構造体1216は、より優れた位置合わせになるように展開可能および/または移動可能である。

30

【0051】

引き続き図12を参照して、前述の充電システムは、電気車両1212を充電するため、または配電網に電力を返すために様々な位置で使用され得る。たとえば、電力伝送が駐車区画の環境で行われてよい。「駐車場」は、本明細書では「駐車スペース」とも称され得ることが注意される。車両のワイヤレス電力伝送システム1200の効率を高めるために、電気車両1212内の電気車両の導電性構造体1216が、関連する駐車場内のベース1202aと適切に位置合わせされ得るように、電気車両1212は、X方向およびY方向に沿って位置合わせされてよい。

【0052】

40

さらに、開示された実施形態は、1つまたは複数の駐車スペースまたは駐車場を有する駐車区画に対して適用可能であり、駐車区画内の少なくとも1つの駐車スペースがベース1202aを含み得る。駐車場における電気車両1212の位置決めにおいて、車両運転者が電気車両1212内の電気車両の導電性構造体1216をベース1202aに位置合わせするのを支援するために、誘導システム(図示せず)が使用され得る。誘導システムは、電気車両1212の位置決めにおいて、電気車両の運転者が、電気車両1212内の導電性構造体1216を、充電ベース(たとえばベース1202a)内の充電の導電性構造体と適切に位置合わせすることができるように支援するために、電子的手法(たとえば無線位置決め、方向探知方式、および/または光学的感知方法、準光学的感知方法および/または超音波感知方法)または機械ベースの手法(たとえば車両ホイールの誘導装置、進路(track)、または止め具)、あるいはその任意の

50

組合せを含み得る。

【0053】

上記で論じたように、電気車両の充電システム1214は、ベース1202aとの間で電力を送受信するために、電気車両1212の下側に配置されてよい。たとえば、電気車両の導電性構造体1216は、好ましくは車両の中心位置の近くで底面に結合されてEM暴露に対する最大の安全距離をもたらす、電気車両の前向き駐車および後向き駐車を可能にする。

【0054】

図13は、道路に沿って電気車両に電力を供給するための例示的ワイヤレス電力伝送システムの図である。上記で論じた、EVが静止している状況とは異なり、本明細書で開示された電源トポロジは、様々な電気車両が送信コイルの全長を通過するとき電力要求が変わることがある動的な道路の用途に用いられ得る。示されるように、導電性構造体1310、1320、および1330は、進路1301に組み込まれてよく、進路1301は、固定進路、道路、ハイウェイ、平面道路、搬送ライン、または他のEV走行経路でよい。進路の長さに依拠して、1つまたは複数のモジュールが進路に電力を供給してよい。たとえば、3つのモジュール1311~1313によって導電性構造体1310に電力が供給され、4つのモジュール1321~1324によって導電性構造体1320に電力が供給され、2つのモジュール1337~1338によって導電性構造体1330に電力が供給される。そのような用途の物理的寸法のために、上記で論じられた電源トポロジのモジュラー設計により、進路の全長に沿ったモジュールの物理的分離が容易になる。さらに、図9のように、モジュールは個別の通信リンク(図示せず)を介して通信してよい。各モジュールは、単一の送信コイルに接続されたモジュール間の通信以上に、車両の進行に基づいて、予期される負荷に関連した進路下流の(down-track)モジュールに情報を伝送するために、各送信コイルの間で通信してよい。そのような用途では、電源トポロジの信頼性によって、電気車両は、1つのモジュールが切り離されても進路を移動し続けることができる。さらに、モジュール内に配設されたコントローラは、システムの健全性を示すメッセージを別のデバイスに送信してよい。たとえば、モジュールのうちの1つが切り離された場合、進路の管理に責任のある実体(たとえば公的または民間の組織)は、保守整備の必要性を通知され得る。

【0055】

図14は、ワイヤレス電力伝送システムにおいて電気車両をワイヤレス充電するのに用いられ得る例示的周波数を示す周波数スペクトルの図である。図14に示されるように、電気車両に対してワイヤレスで大電力を伝送するための可能な周波数範囲には、3kHzから30kHzのVLF帯、いくつかの除外を伴う30kHzから150kHzの低LF帯(ISMに似た用途向け)、HF 6.78MHz(6.765~6.795MHzのITU-R ISM帯)、HF 13.56MHz(13.553~13.567MHzのITU-R ISM帯)およびHF 27.12MHz(26.957~27.283MHzのITU-R ISM帯)が含まれ得る。

【0056】

図15は、ワイヤレスで電力を伝送する例示的方法1500の流れ図である。方法1500は、図1~図10、図12および図13を参照して説明されたシステムのうち任意のものとともに用いられ得る。ブロック1502で、複数の電源が、導電性構造体を実質的に一定の電流を供給する。ブロック1504で、導電性構造体が磁界を生成する。ブロック1506で、複数の電源のうちの少なくとも1つが、導電性構造体から動作可能に切り離される。さらに、複数の電源のうちの少なくとも1つが導電性構造体から動作可能に切り離されたとしても、導電性構造体を通る電流は実質的に一定のままである。

【0057】

図16は、例示的ワイヤレス電力送信機の機能ブロック図である。ワイヤレス電力送信機は、電力を供給するための手段1602と、磁界を生成するための手段1604と、電力を供給するための手段を磁界を生成するための手段に接続するための手段1606とを備え、接続するための手段は、送信機を共振周波数に同調させるための手段を備え、接続するための手段は、磁界を生成するための手段に実質的に一定の電流を供給するための手段をさらに備える。たとえば、電力を供給するための手段は、電源401、501、502、または601を含み得る。別の例として、電力を供給するための手段は、整流器111、力率補正回路112、エネルギー

ー貯蔵素子113、インバータ回路114、および/またはフィルタ115を含み得る。さらに別の例として、電力を供給するための手段は、ラインフィルタ211、整流器212、力率補正回路213、エネルギー貯蔵素子214、および/またはインバータ回路215を含み得る。磁界を生成するための手段は、たとえば導電性構造体498、598、698、または798を含み得る。磁界を生成するための手段は、あるいは導電性構造体105または205を備えてもよい。最後に、接続するための手段は、インダクタ410およびキャパシタ420、インダクタ510および511ならびにキャパシタ520および521、あるいはモジュール(たとえば図6～図9および図13に示されたモジュール)を含み得る。

【0058】

情報および信号は、様々な異なる技術および技法のうち任意のものを用いて表されてよい。たとえば、上記の説明の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、ビット、記号、およびチップは、電圧、電流、電磁波、磁界または粒子、光場または粒子、あるいはそれらの任意の組合せによって表され得る。

【0059】

本明細書において開示された実施形態に関連して説明した様々な実例となる論理ブロック、モジュール、回路、およびアルゴリズムのステップは、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てよい。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、種々の実例となる構成要素、ブロック、モジュール、回路、およびステップが、一般にそれらの機能の面から上記で説明されてきた。このような機能が、ハードウェアとして実装されるかソフトウェアとして実装されるかということは、特定の用途および総合的なシステムに課される設計制約次第である。説明された機能は、それぞれの特定の用途向けに様々なやり方で実装され得るが、このような実装形態の決定が本発明の例示的实施形態の範囲からの逸脱をもたらすと解釈されるべきではない。

【0060】

本明細書に開示された実施形態に関連して説明された種々の実例となるブロック、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)あるいは本明細書に説明された機能を遂行するように設計された他のプログラマブルロジックデバイス、個別のゲートまたはトランジスタロジック、個別のハードウェア構成要素、またはそれらの任意の組合せを用いて実装されるかまたは遂行されてよい。汎用プロセッサはマイクロプロセッサでよいが、別の方法として、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よい。プロセッサは、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つまたは複数のマイクロプロセッサ、あるいは任意の他のそのような構成として実装することもできる。

【0061】

本明細書に開示された実施形態に関連して説明された方法またはアルゴリズムおよび機能のステップは、ハードウェアで直接具現化されてよく、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実施されてよく、またはこの2つの組合せで実施されてもよい。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、有形または無形のコンピュータ可読媒体上に記憶するか、あるいは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)、電氣的プログラマブルROM (EPROM)、電氣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、または当技術分野で既知の記憶媒体の他の形態の中に常駐してよい。記憶媒体は、同記憶媒体に対してプロセッサが情報を読み取り、かつ書き込むことができるようにプロセッサに結合される。別の方法として、この記憶媒体はプロセッサに一体化されてよい。本明細書で使用する場合、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)、レーザディスク(登録商標)(disc)、光ディスク(disc)、デジタ

10

20

30

40

50

ル多用途ディスク(disc)(DVD)、フロッピー(登録商標)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、データを磁氣的に再生し、ディスク(disc)は、データをレーザで光学的に再生する。上記のものの組合せも、コンピュータ可読媒体の範囲内に含まれるべきである。プロセッサおよび記憶媒体はASICの中に常駐してもよい。ASICは、ユーザ端末の中に常駐してもよい。別の方法として、プロセッサおよび記憶媒体は、ユーザ端末の中に個別の構成要素として常駐してもよい。

【0062】

本開示を要約するために、本発明の特定の態様、利点および斬新な特徴が本明細書で説明されてきた。そのような利点は、本発明の何らかの特定の実施形態によって、必ずしもすべてが実現されるものではないことを理解されたい。したがって、本明細書で教示されるような1つの利点または利点の群を、本明細書で教示または示唆された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やり方で、本発明が具現化されてよく、または実行されてよい。

10

【0063】

前述の実施形態に対する種々の変更は、容易に明らかになるはずであり、本明細書に定義された一般的な原理は、本発明の趣旨または範囲から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ようには意図されておらず、本明細書に開示された原理および新規の機能と一致する最も広い範囲を与えられるべきである。

【符号の説明】

20

【0064】

- 100 ワイヤレス電力伝送システム
- 102 入力電力、商用電力
- 105 導電性構造体
- 107 導電性構造体
- 108 時変磁界
- 110 ワイヤレス電力送信機
- 111 整流器
- 112 力率補正回路
- 113 エネルギー貯蔵素子
- 114 インバータ回路
- 115 フィルタ
- 116 キャパシタ
- 120 ワイヤレス電力受信機
- 121 キャパシタ
- 122 整流器
- 123 エネルギー貯蔵デバイス
- 124 スイッチモード電源
- 130 出力電力
- 132 通信チャネル
- 200 ワイヤレス電力送信機
- 202 電力
- 205 導電性構造体
- 208 磁界
- 211 ラインフィルタ
- 212 整流器
- 213 力率補正回路
- 214 エネルギー貯蔵素子
- 215 インバータ回路
- 216 整合回路

30

40

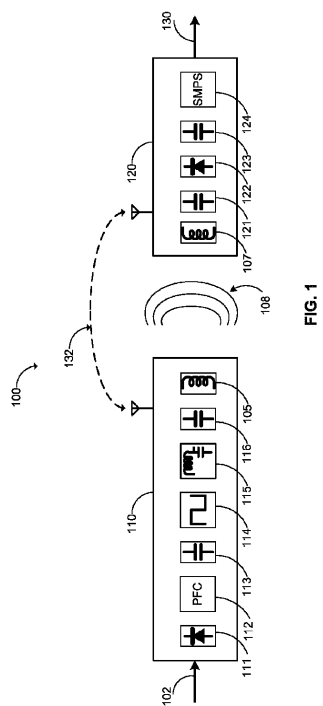
50

217	キャパシタ	
300	ワイヤレス電力受信機システム	
307	導電性構造体	
308	磁界	
321	キャパシタ	
322	整合回路	
323	整流器	
324	エネルギー貯蔵素子	
325	スイッチモード電源	
330	DC電力	10
400	ワイヤレス電力送信機の回路	
401	電源	
410	インダクタ	
420	キャパシタ	
490	磁界	
498	導電性構造体	
499	導電性構造体	
500	ワイヤレス電力送信機の回路	
500B	回路の一部が切り離された図5Aのワイヤレス電力送信機の回路	
501	電源	20
502	電源	
510	インダクタ	
511	インダクタ	
520	キャパシタ	
521	キャパシタ	
530	スイッチ	
550	コントローラ	
596	中央タップ	
600	ワイヤレス電力送信機の回路	
601	電源	30
610	インダクタ	
620	キャパシタ	
640	変圧器	
650	コントローラ	
680	モジュール	
681	モジュール	
682	モジュール	
683	モジュール	
693	DCバス	
698	導電性構造体	40
700	ワイヤレス電力送信機の回路	
730	スイッチ	
731	スイッチ	
732	スイッチ	
733	スイッチ	
734	スイッチ	
750	コントローラ	
780	モジュール	
781	モジュール	
782	モジュール	50

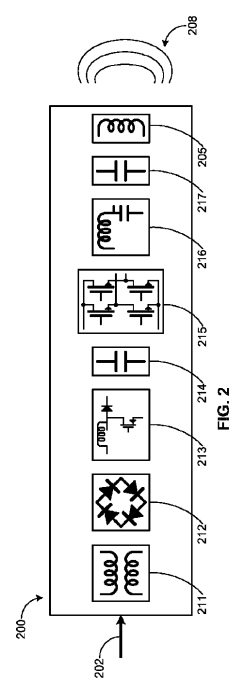
783	モジュール	
784	モジュール	
798	導電性構造体	
800	ワイヤレス電力送信機の回路	
880	モジュール	
881	モジュール	
882	モジュール	
900	ワイヤレス電力送信機の回路	
950	コントローラ	
951	コントローラ	10
980	モジュール	
981	モジュール	
995	通信チャネル	
1000	ワイヤレス電力送信機の回路	
1020	キャパシタ	
1030	スイッチ	
1050	コントローラ	
1094	切断ポイント	
1112	電気車両	
1122	バッテリーユニット	20
1124	バッテリー収納部	
1126	コードレスインターフェース	
1128	無接点インターフェース	
1200	ワイヤレス電力伝送システム	
1202a	ベース	
1202b	ベース	
1204a	導電性構造体	
1204b	導電性構造体	
1208	電力リンク	
1210	電力リンク	30
1212	電気車両	
1214	ワイヤレス充電システム	
1216	導電性構造体	
1218	バッテリーユニット	
1230	配電センター、局所配電	
1232	電力幹線	
1301	進路	
1310	導電性構造体	
1311	モジュール	
1312	モジュール	40
1313	モジュール	
1320	導電性構造体	
1321	モジュール	
1322	モジュール	
1323	モジュール	
1324	モジュール	
1330	導電性構造体	
1337	モジュール	
1338	モジュール	
1600	ワイヤレス電力送信機	50

- 1602 電力を供給するための手段
- 1604 磁界生成
- 1606 接続するための手段

【図 1】



【図 2】



【図 3】

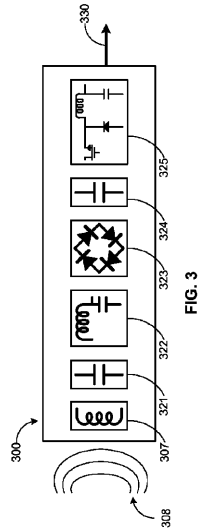


FIG. 3

【図 4】

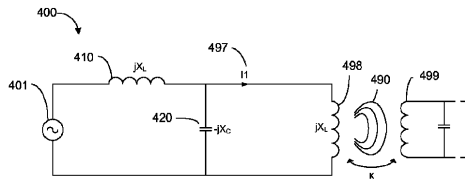


FIG. 4

【図 5 A】

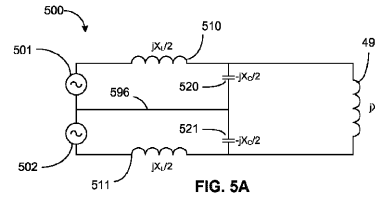
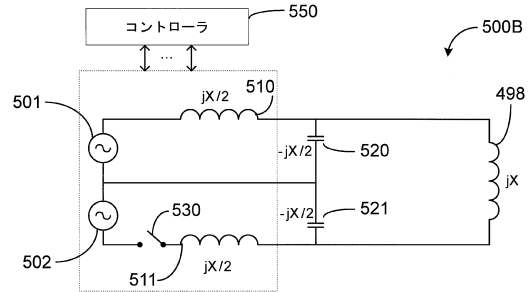
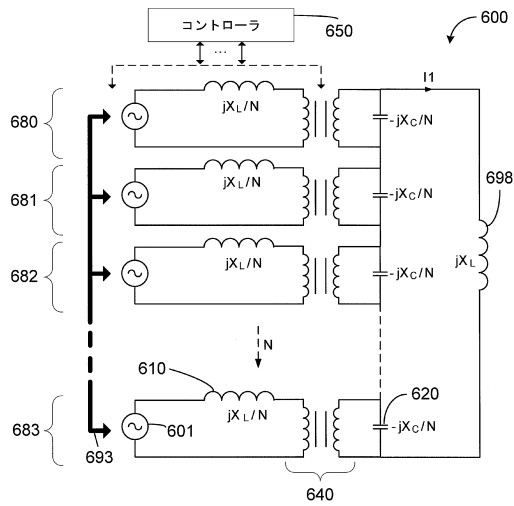


FIG. 5A

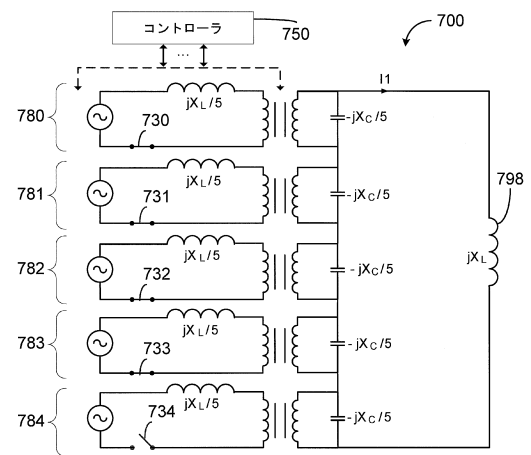
【図 5 B】



【図 6】



【図 7】



【図 8】

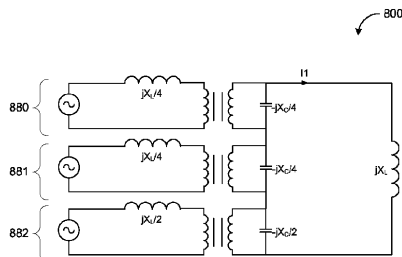
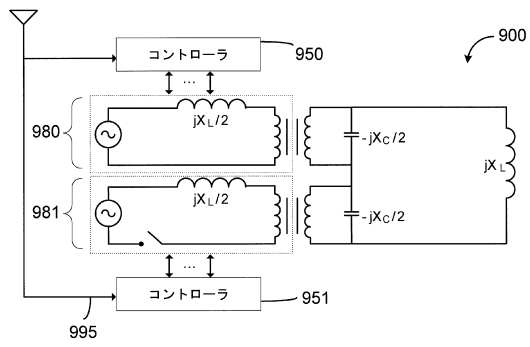
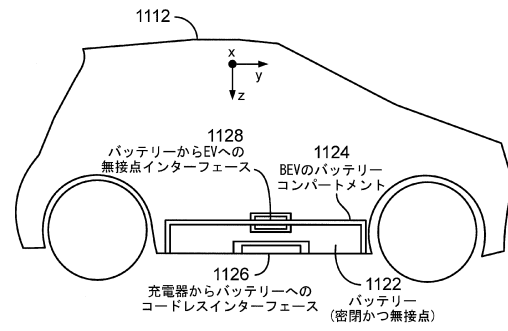


FIG. 8

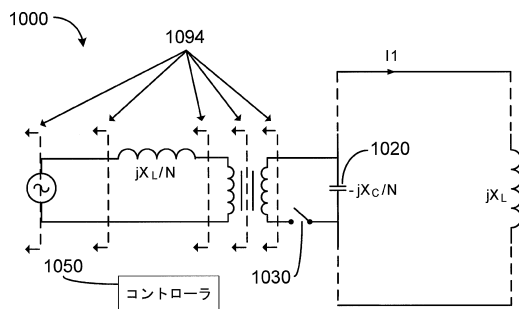
【図 9】



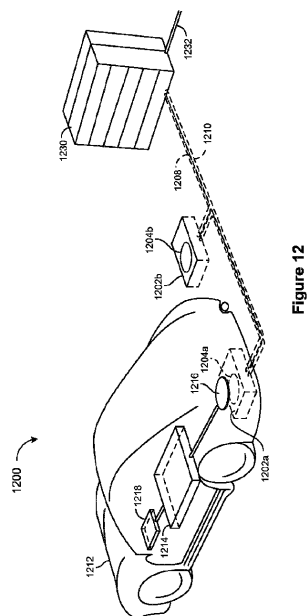
【図 11】



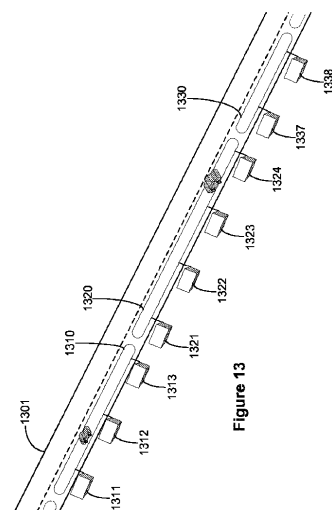
【図 10】



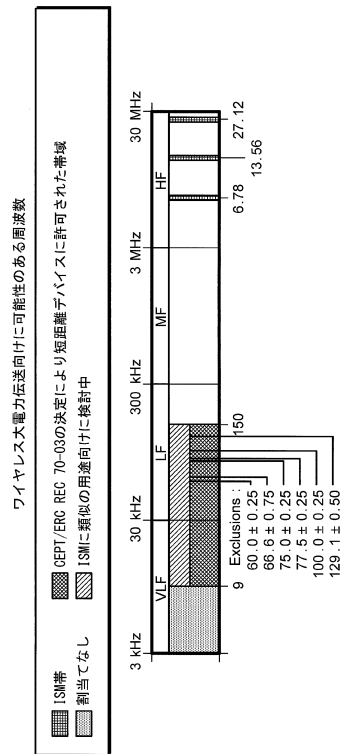
【図 12】



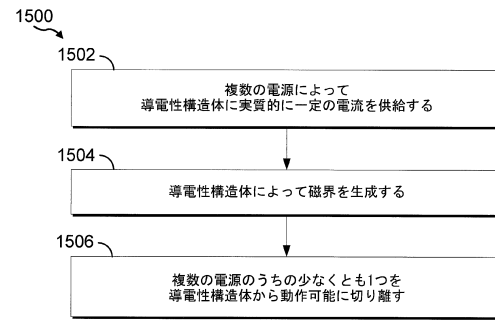
【図 13】



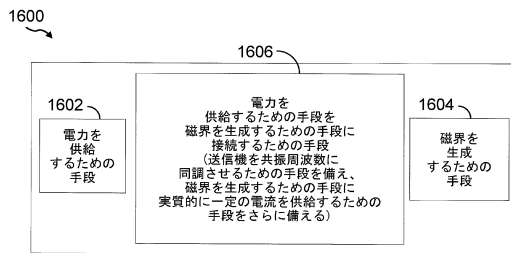
【図 14】



【図 15】



【図 16】



フロントページの続き

(72)発明者 マイケル・キッシン

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 ジョナサン・ビーヴァー

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

審査官 原 嘉彦

(56)参考文献 特開２００４－２０３１７８（ＪＰ，Ａ）

特開２０１３－２１７６９（ＪＰ，Ａ）

特開２０１０－２３３３５４（ＪＰ，Ａ）

特開２０１２－１４３１０６（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)

B 6 0 L 5 / 0 0 - 5 / 4 2

B 6 0 M 1 / 0 0 - 7 / 0 0

H 0 1 F 3 8 / 1 4

3 8 / 1 8

H 0 2 J 7 / 0 0 - 7 / 1 2

7 / 3 4 - 7 / 3 6

5 0 / 0 0 - 5 0 / 9 0