

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6622794号
(P6622794)

(45) 発行日 令和1年12月18日 (2019. 12. 18)

(24) 登録日 令和1年11月29日 (2019. 11. 29)

(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 3 O 1 D

H O 2 J 50/40 (2016. 01)

H O 2 J 7/00 P

H O 2 J 50/80 (2016. 01)

H O 2 J 50/40

B 6 O M 7/00 (2006. 01)

H O 2 J 50/80

請求項の数 11 (全 27 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2017-513059 (P2017-513059)
 (86) (22) 出願日 平成27年8月27日 (2015. 8. 27)
 (65) 公表番号 特表2017-536069 (P2017-536069A)
 (43) 公表日 平成29年11月30日 (2017. 11. 30)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2015/047204
 (87) 国際公開番号 WO2016/040000
 (87) 国際公開日 平成28年3月17日 (2016. 3. 17)
 審査請求日 平成30年8月13日 (2018. 8. 13)
 (31) 優先権主張番号 14/483, 000
 (32) 優先日 平成26年9月10日 (2014. 9. 10)
 (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
 2 4 7 2 ウォータータウン ウォーター
 ストリート 5 7
 (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】 ダブルカップル誘導電力伝達システムを調整および制御するための方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

充電電力を車両にワイヤレスに送電するための装置であって、前記装置が、
 動作周波数において第1のリアクタンスを有し、バックボーン電源から電力をワイヤレ
 スに受電するように構成され、強磁性コア上に巻回された第1のカブラと、
 前記動作周波数において第2のリアクタンスを有し、前記第1のカブラに直列に電氣的に
 接続された第1のキャパシタであって、前記第2のリアクタンスが、前記第1のリアクタン
 スの大きさと等しい大きさを有する、第1のキャパシタと、
 前記第1のカブラおよび前記第1のキャパシタにわたって並列に電氣的に接続された第2
 のキャパシタと、
 車両パッドに電力をワイヤレスに送電するように構成され、かつ、第1のスイッチを介
 して前記第2のキャパシタにわたって並列に電氣的に接続されるように構成された第1のベ
 ースカブラと、
 同一の前記強磁性コア上に巻回され、前記バックボーン電源に誘導結合された第2のカ
 ブラであって、前記第1のカブラと前記第2のカブラとは、前記強磁性コアを通過する磁束
 を介して結合される、第2のカブラと、
 前記第2のカブラに電氣的に接続され、閉じられたとき、前記第2のカブラを短絡するよ
 うに構成されたシャントスイッチと
 を備える、装置。

【請求項 2】

前記第2のキャパシタにわたるピーク電圧の大きさが、前記動作周波数において前記第1のカプラ内に誘導されるピーク電圧の大きさに比例する、請求項1に記載の装置。

【請求項3】

前記第1のリアクタンスが、漏れインダクタンスを備え、前記第2のリアクタンスが、キャパシタンスを備え、前記キャパシタンスが、前記動作周波数において前記漏れインダクタンスを実質的に相殺するように構成された、請求項1に記載の装置。

【請求項4】

前記第1のベースカプラを含む複数のベースカプラと、前記第1のスイッチを含む複数のスイッチとを備え、前記複数のベースカプラの各々が、前記複数のスイッチのうちの対応するスイッチを介して前記第2のキャパシタにわたって並列に電氣的に接続されるように構成された、請求項1に記載の装置。

10

【請求項5】

前記第2のキャパシタが、前記動作周波数において第3のリアクタンスを有し、前記複数のベースカプラのうちの、前記第2のキャパシタにわたって並列に電氣的に接続されたベースカプラが、合成リアクタンスを有し、前記第3のリアクタンスが、前記合成リアクタンスの大きさと等しい大きさを有する、請求項4に記載の装置。

【請求項6】

前記第2のカプラと前記シャントスイッチとを含む電力フローコントローラをさらに備え、

前記電力フローコントローラが、ブーストコンバータを備える、請求項1に記載の装置。

20

【請求項7】

前記複数のベースカプラのうちの選択された1つを通電させるために、前記複数のスイッチのうちの対応する1つを閉じ、前記シャントスイッチを開くことと、

前記ベースカプラのうちの前記選択された1つの通電を停止させるために、前記シャントスイッチを閉じ、前記複数のスイッチのうちの前記対応する1つを開くこととのうちの少なくとも1つを行うように構成されたスイッチコントローラをさらに備える、請求項4に記載の装置。

【請求項8】

前記シャントスイッチと並列に接続されたシャントキャパシタをさらに備える、請求項1に記載の装置。

30

【請求項9】

前記シャントキャパシタが、電源レールに電圧を提供するように構成された、請求項8に記載の装置。

【請求項10】

充電電力を車両にワイヤレスに送電するための方法であって、前記方法が、動作周波数において第1のキャパシタの第2のリアクタンスの大きさと等しい大きさを有するように第1のカプラの第1のリアクタンスを選択するステップであって、前記第1のカプラが、強磁性コア上に巻回され、前記第1のキャパシタに直列に電氣的に接続されている、ステップと、

40

前記第1のカプラを利用してバックボーン電源から電力をワイヤレスに受電するステップと、

第1のスイッチを利用して、前記第1のカプラおよび前記第1のキャパシタにわたって並列に電氣的に接続された第2のキャパシタにわたって並列に、車両パッドに電力をワイヤレスに送電するように構成された第1のベースカプラを、選択的に電氣的に接続するステップと、

前記第1のベースカプラに前記電力を供給するステップと、

同一の前記強磁性コア上に巻回された第2のカプラに誘導結合された前記バックボーン電源から、電力をワイヤレスに受電するステップであって、前記第1のカプラと前記第2のカプラとは、前記強磁性コアを通過する磁束を介して結合される、ステップと、

50

前記第2のカブラに電氣的に接続されたシャントスイッチを閉じることによって、前記第2のカブラを短絡するステップと

を備える、方法。

【請求項 1 1】

実行されると、装置に、請求項10に記載の方法を行わせるコードを備える非一時的コンピュータ可読記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本出願は、全体的には、電気車両などの充電可能なデバイスのワイヤレス電力充電に関する。

10

【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電した電気から得られる移動力を含む、車両などの充電可能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、車両の制動および従来のモータからの電力を使用するオンボード充電器を含む。完全に電氣的である車両は一般に、他の電力源からバッテリーを充電するための電気を受電する。バッテリー式電気車両を、家庭用または商用の交流(AC)電源などの何らかのタイプの有線ACを通して充電することがしばしば提案されている。有線充電接続は、電源に物理的に接続されるケーブルまたは他の類似のコネクタを必要とする。ケーブルおよび類似のコネクタは、場合によっては不便であること、または扱いにくいことがあり、他の欠点を有することがある。有線充電による解決策の欠点のうちのいくつかを克服するために、電気車両を充電するために使用されるべき自由空間において(たとえばワイヤレス場を介して)電力を伝達することが可能であるワイヤレス充電システムを提供することが望ましい。

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ワイヤレス充電システムの実施形態は、強磁性材料の使用を必要とすることがある。そのような材料の存在は、システムの全体的な無効電力バランスに影響を与える可能性がある。したがって、ワイヤレス充電システムは、移動する受電器への連続的な電力の伝達を適切に調整するために、既存のシステムコンポーネントを使用して全体的な無効電力をバランスさせることができるべきである。

30

【課題を解決するための手段】

【0004】

いくつかの実施形態によれば、充電電力を車両にワイヤレスに送電するための装置が提供される。装置は、動作周波数において第1のリアクタンスを有する第1のカブラを備える。第1のカブラは、電源から電力をワイヤレスに受電するように構成される。第1のカブラは、強磁性コア上に巻回される。装置は、動作周波数において第2のリアクタンスを有する第1のキャパシタを備える。第1のキャパシタは、第1のカブラに直列に電氣的に接続される。第2のリアクタンスは、第1のリアクタンスの大きさと等しい大きさを有する。装置は、第1のカブラおよび第1のキャパシタにわたって並列に電氣的に接続された第2のキャパシタを備える。装置は、第1のスイッチを介して第2のキャパシタにわたって並列に電氣的に接続されるように構成された第1のベースカブラを備える。

40

【0005】

いくつかの他の実施形態によれば、充電電力を車両にワイヤレスに送電するための方法が提供される。方法は、動作周波数において第1のキャパシタの第2のリアクタンスの大きさと等しい大きさを有するように第1のカブラの第1のリアクタンスを選択するステップを備える。第1のカブラは、強磁性コア上に巻回され、第1のキャパシタに直列に電氣的に接続される。方法は、第1のカブラを利用して電源から電力をワイヤレスに受電するステッ

50

プを備える。方法は、第1のスイッチを利用して、第1のカプラおよび第1のキャパシタにわたって並列に電氣的に接続された第2のキャパシタにわたって並列に第1のベースカプラを選択的に電氣的に接続するステップを備える。方法は、第1のベースカプラに電力を供給するステップを備える。

【0006】

さらにいくつかの他の実施形態によれば、充電電力を車両にワイヤレスに送電するための装置が提供される。装置は、電源から電力をワイヤレスに受電するための手段を備える。電力をワイヤレスに受電するための手段は、動作周波数において第1のリアクタンスを有する。装置は、動作周波数において第2のリアクタンスを有する、電荷を蓄積するための第1の手段を備える。電荷を蓄積するための第1の手段は、電力をワイヤレスに受電するための手段に電氣的に接続される。第2のリアクタンスは、第1のリアクタンスの大きさと等しい大きさを有する。装置は、電力をワイヤレスに受電するための手段および電荷を蓄積するための第1の手段に接続された、電荷を蓄積するための第2の手段を備える。装置は、電荷を蓄積するための第2の手段に電氣的に接続されるように構成された、電力をワイヤレスに送電するための第1の手段を備える。

10

【0007】

さらにいくつかの他の実施形態では、コードを備える非一時的コンピュータ可読媒体が提供される。コードは、実行されると、装置に、動作周波数において第1のキャパシタの第2のリアクタンスの大きさに等しい大きさを有するように第1のカプラの第1のリアクタンスを選択させる。第1のカプラは、強磁性コア上に巻回され、第1のキャパシタに直列に電氣的に接続される。コードは、実行されると、装置に、第1のカプラを利用して電源から電力をワイヤレスに受電させる。コードは、実行されると、装置に、第1のスイッチを利用して、第1のカプラおよび第1のキャパシタにわたって並列に電氣的に接続された第2のキャパシタにわたって並列に第1のベースカプラを選択的に電氣的に接続させる。コードは、実行されると、装置に、第1のベースカプラに電力を提供させる。

20

【0008】

上述の態様、ならびに、本技術の他の特徴、態様、および利点は、添付図面を参照して、様々な実施形態に関連してここで説明される。しかしながら、図示の実施形態は、単なる例であり、限定的であることは意図されていない。図面全体を通じて、同様の記号は、文脈がそうではないと規定しない限り、通常は同様のコンポーネントを識別する。以下の図面の相対的な寸法が、原寸通りに描かれていない場合があることに留意されたい。

30

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】例示的な実施形態によるワイヤレス電力伝達システムの機能ブロック図である。

【図2】別の例示的な実施形態によるワイヤレス電力伝達システムの機能ブロック図である。

【図3】例示的な実施形態による、送電カプラまたは受電カプラを含む図2の送電回路または受電回路の一部の概略図である。

【図4】例示的な実施形態による、ワイヤレス電力伝達システムの存在下の少なくとも1つの車両カプラを有する電気車両の機能ブロック図である。

40

【図5】図4のワイヤレス電力伝達システムに対応するワイヤレス電力伝達システムの別のブロック図である。

【図6A】例示的な実施形態によるワイヤレス電力伝達システムを示す図である。

【図6B】例示的な実施形態によるランプ制御スイッチを有するワイヤレス電力伝達システムを示す図である。

【図7A】いくつかの例示的な実施形態による、図6Aのコンポーネント間の電氣的関係を示す概略図である。

【図7B】いくつかの例示的な実施形態による、図6Aのコンポーネント間の電氣的関係を示す概略図である。

【図7C】いくつかの例示的な実施形態による、図6Aのコンポーネント間の電氣的関係を

50

示す概略図である。

【図 7 D】いくつかの例示的な実施形態による、図 6A のコンポーネント間の電気的関係を示す概略図である。

【図 8 A】いくつかの例示的な実施形態による、図 6B のコンポーネント間の電気的関係を示す概略図である。

【図 8 B】いくつかの例示的な実施形態による、図 6B のコンポーネント間の電気的関係を示す概略図である。

【図 8 C】いくつかの例示的な実施形態による、図 6B のコンポーネント間の電気的関係を示す概略図である。

【図 8 D】いくつかの例示的な実施形態による、図 6B のコンポーネント間の電気的関係を示す概略図である。

10

【図 9】例示的な実施形態による方法を示すフローチャートである。

【図 10】例示的な実施形態による別の方法を示すフローチャートである。

【図 11】例示的な実施形態によるワイヤレス電力伝達システムの機能ブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下の詳細な説明では、本開示の一部を形成する添付図面への参照が行われる。詳細な説明、図面、および特許請求の範囲において説明される例示的な実施形態は、限定することを意味するものではない。本明細書において提示される主題の趣旨または範囲から逸脱することなく、他の実施形態が利用されてよく、他の変更が行われてよい。本明細書において全体的に説明され、図に示される本開示の態様は、様々な異なる構成で配置され、置換され、結合され、設計されてよく、それらのすべては、明示的に企図され、本開示の一部を形成することが容易に理解されよう。

20

【0011】

ワイヤレス電力伝達は、物理的な電気導体を使用することなく(たとえば、電力は、自由空間を介して伝達され得る)、送電器から受電器に電場、磁場、電磁場、または別の方法に関連する任意の形態のエネルギーを伝達することを指すことがある。ワイヤレス場(たとえば、磁場または電磁場)への電力出力は、電力伝達を達成するために、「受電能力」によって受電され、取り込まれ、または結合され得る。

30

【0012】

本明細書では、遠隔システムを説明するために、電気車両が使用され、その一例は、その運動能力の一部として、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)から得ら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、電気モータに加えて、直接の運動のため、または車両のバッテリーを充電するための従来の燃焼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給電され得る他の遠隔システム(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。

40

【0013】

本明細書で使用される用語は、特定の実施形態のみを説明する目的のためのものであり、本開示を限定するものであることは意図されない。特定の数の請求項要素が意図される場合、そのような意図は、請求項において明示的に列挙され、そのような列挙がない場合、そのような意図は、存在しないことが理解されよう。たとえば、本明細書で使用される場合、単数形「a」、「an」、および「the」は、文脈がそうでないことを明確に示さない限り、同様に複数形も含むことが意図される。本明細書で使用される場合、「および/または」という用語は、関連するリストされた項目の1つまたは複数のいずれかの組合せおよびそれらすべての組合せを含む。「備える」、「備えている」、「含む」、「含んでい

50

る」という用語は、本明細書で使用される場合、記載された特徴、整数、ステップ、動作、要素、および/またはコンポーネントの存在を指定するが、1つまたは複数の他の特徴、整数、ステップ、動作、要素、コンポーネント、および/またはそれらのグループの存在または追加を排除しないことがさらに理解されよう。「のうちの少なくとも1つ」などの表現は、要素の列举に先行するとき、要素のリスト全体を修飾するものであり、リストの個々の要素を修飾するのではない。

【0014】

図1は、例示的な実施形態によるワイヤレス電力伝達システム100の機能ブロック図である。入力電力102は、エネルギー伝達を実行するための送電カプラ114の共振周波数に対応する周波数を有する時変ワイヤレス(たとえば、磁または電磁)場105を生成するために、
10 電源(図示せず)から送電器104に供給され得る。受電器108は、ワイヤレス場105に結合し得、出力電力110に結合されたデバイス(この図には示さず)による蓄積または消費のための出力電力110を生成し得る。送電器104と受電器108の両方は、距離112だけ分離されている。

【0015】

1つの例示的な実施形態では、送電器104および受電器108は、相互共振関係に従って構成される。受電器108の共振周波数および送電器104の共振周波数が実質的に同じであるか、または非常に近いとき、送電器104と受電器108との間の伝達損失は、最小である。しかしながら、送電器104と受電器108との間の共振が整合しないときであっても、効率は、影響を受ける可能性があるが、エネルギーは、伝達され得る。たとえば、共振が整合しない
20 とき、効率が低くなることがある。エネルギーの伝達は、送電カプラ114からのエネルギーを自由空間に伝播させるのではなく、送電カプラ114のワイヤレス場105からのエネルギーを、ワイヤレス場105の近傍に存在する受電カプラ118に結合することによって起こる。

【0016】

そのように、非常に近い(たとえば、数ミリメートル以内の)大きなカプラを必要とすることがある純粋な誘導性の解決策とは対照的に、ワイヤレス電力伝達は、より大きな距離にわたって提供され得る。共振誘導結合手法は、したがって、改善された効率と、様々な距離にわたり、様々な誘導カプラ構成を用いる電力伝達とを可能にし得る。

【0017】

受電器108は、受電器108が送電器104によって生成されたワイヤレス場105内に位置するとき、電力を受電し得る。ワイヤレス場105は、送電器104によって出力されたエネルギーを受電器108によって取り込むことができる領域に対応する。ワイヤレス場105は、以下でさらに説明するように、送電器104の「近接場」に対応し得る。送電器104は、エネルギーを受電器108に結合するための送電カプラ114を含み得る。受電器108は、送電器104から送電されたエネルギーを受電するまたは取り込むための受電カプラ118を含み得る。近接場は、電力を送電カプラ114の外に最小限に放射する送電カプラ114内の電流および電荷から
30 もたらされる強い反応場が存在する領域に対応し得る。近接場は、送電カプラ114の約1波長(またはその一部)内にある領域に対応し得る。

【0018】

上記で説明したように、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させるのではなく、ワイヤレス場105内のエネルギーの大部分を受電カプラ118に結合することによって起こり得る。ワイヤレス場105内に配置されると、送電カプラ114と受電カプラ118との間に「結合モード」が発現され得る。この結合が起こり得る送電カプラ114および受電カプラ118の周囲の領域は、本明細書では、結合モード領域と呼ばれる。
40

【0019】

図2は、別の例示的な実施形態によるワイヤレス電力伝達システム200の機能ブロック図である。システム200は、図1のシステム100と同様の動作および機能のワイヤレス電力伝達システムであり得る。しかしながら、システム200は、図1と比較して、ワイヤレス電力伝達システム200のコンポーネントに関する追加の詳細を提供する。システム200は、送電
50

器204と受電器208とを含む。送電器204は、発振器222と、ドライバ回路224と、フィルタおよび整合回路226とを含み得る送電回路206を含み得る。発振器222は、周波数制御信号223に応答して調整することができる所望の周波数で信号を生成するように構成することができる。発振器222は、発振器信号をドライバ回路224に提供することができる。ドライバ回路224は、入力電圧信号(V_D)225に基づいて送電カプラ214の共振周波数において送電カプラ214を駆動するように構成され得る。

【0020】

フィルタおよび整合回路226、高調波または他の望ましくない周波数をフィルタリングし得、送電器204のインピーダンスを送電カプラ214に整合させ得る。送電カプラ214を駆動する結果として、送電カプラ214は、たとえば、電気車両405のバッテリー236を充電するの

10

【0021】

に十分なレベルの電力をワイヤレスに出力するために、ワイヤレス場205を生成し得る。受電器208は、整合回路232と整流回路234とを含み得る受電回路210を含み得る。整合回路232は、受電回路210のインピーダンスを受電カプラ218に整合させ得る。整流回路234は、図2に示すように、バッテリー236を充電するために、交流電流(AC)電力入力から直流電流(DC)電力出力を生成し得る。受電器208および送電器204は、加えて、別個の通信チャネル219(たとえば、Bluetooth(登録商標)、Zigbee、セルラーなど)上で通信し得る。受電器208および送電器204は、代替的には、ワイヤレス場205の特性を使用する帯域内信号方式(in-band signaling)を介して通信し得る。いくつかの実施形態では、受電器208は、送電器204によって送電され、受電器208によって受電される電力の量がバッテリー236を充電するために適切であるかどうかを決定するように構成され得る。

20

【0022】

図3は、いくつかの例示的な実施形態による、図2の送電回路206または受電回路210の一部の概略図である。図3に示すように、送電または受電回路350は、カプラ352を含み得る。カプラ352はまた、「導体ループ」352もしくは「磁気」カプラと呼ばれ得、または「導体ループ」352もしくは「磁気」カプラとして構成され得る。「カプラ」という用語は、一般に、別の「カプラ」に結合するためのエネルギーをワイヤレスに出力するまたは受け取ることができるコンポーネントを指す。

【0023】

ループまたは磁気カプラの共振周波数は、ループまたは磁気カプラのインダクタンスおよびキャパシタンスに基づく。インダクタンスは、単純にカプラ352によって作成されたインダクタンスであり得るが、キャパシタンスは、所望の共振周波数において共振構造を作成するためにカプラのインダクタンスに追加され得る。非限定的な例として、共振周波数における信号358を選択する共振回路を作成するために、キャパシタ354およびキャパシタ356が送電または受電回路350に追加され得る。したがって、より大きいインダクタンスを示す大きい直径のコイルを使用するより大きいサイズのカプラについて、共振を生成するために必要なキャパシタンスの値は、より低くなり得る。さらに、カプラのサイズが増大するにつれて、結合効率は増大し得る。このことは、主にベースカプラと電気車両カプラの両方のサイズが増大する場合に当てはまる。送電カプラについて、カプラ352の共振周波数に実質的に対応する周波数を有する信号358は、カプラ352への入力であり得る。

30

40

【0024】

多くの現在のワイヤレス車両充電システムは、電気車両が静止して、すなわち、電気車両がベースカプラによって生成されたワイヤレス場内に存在し続けるようにベースカプラの近くまたはその上に停止して充電されることを必要とする。したがって、電気車両がそのようなワイヤレス充電システムによって充電されている間、電気車両は、輸送のために使用され得ない。自由空間を介して電力を転送することができる動的ワイヤレス充電システムは、静止ワイヤレス充電ステーションの欠点の一部を克服することができる。

【0025】

たとえば、電気車両は、動的ワイヤレス充電システムを有する道路に沿って走行し得る

50

。動的ワイヤレス充電システムは、走行経路に沿って直線的に配置された複数のベースカプラを備え得る。電気車両は、動的ワイヤレス充電システムが電気車両の走行経路に沿ってベースカプラをアクティブ化することを要求し得る。そのような動的充電はまた、電気車両の電気運動システムに加えて補助的なまたは追加のモータシステム(たとえば、ハイブリッド/電気車両の二次ガソリンエンジン)の必要性を低減または排除するのに役立ち得る。

【0026】

図4は、例示的な実施形態による、ワイヤレス電力伝達システム400の存在下の少なくとも1つの車両カプラ406を有する電気車両405の機能ブロック図を示す。図4に示すように、ワイヤレス電力伝達システム400の配電ネットワークの様々なコンポーネントは、道路410の下に、道路410に沿って、または道路410の横に設置される。道路410は、図4の左側から図4の右側に延び、電気車両405の走行方向は、道路410と一致する。電気車両405は、それぞれ図1および図2に関連して前述したように、受電器108/208と同様に、少なくとも1つの車両カプラ406を備え得る。いくつかの実施形態では、少なくとも1つの車両カプラ406は、分極結合システム(たとえば、ダブルDカプラ)、直交カプラシステム、結合されたダブルD直交カプラシステム、または、任意の他のタイプもしくは形状のカプラ(たとえば、円形、矩形、もしくはソレノイド形状のカプラ)を利用する任意の他のシステムを備え得る。車両パッド406(二次コイル)は、磁束を受け取るために、一次コイルによって放射された磁場と結合し得る。いくつかの実施形態では、車両パッド406(二次コイル)は、受け取られる磁束を最大にするために、多くの磁場と結合するように一次コイルを補うように選択され得る。一次コイルが分極(すなわち、水平)磁束を生成している場合、分極タイプの車両パッド406(たとえば、ダブルDコイルまたはソレノイド)が結合システムで使用され得、代替的には、一次コイルが垂直磁束を生成している場合、円形コイルまたは直交コイルが使用され得る。一次コイルが水平磁束と垂直磁束の組合せを生成している場合、組合せの車両パッド406、たとえばDDQコイルが使用され得る。「ダブルD」は、コイルの全体形状が丸くなるように、2つのD形コイルを背中合わせに配置することを指すことがある。直交コイルは、様々な幾何学的形状において、2つだけではなく4つのコイルを使用し得る。

【0027】

動的ワイヤレス充電システム400は、道路410内、道路410上、道路410の横、または道路410と同一平面上に設置された複数のベースカプラ415a~415rを備え得る。複数のベースカプラ415a~415rの各々は、アクティブ化されたとき、少なくとも1つの車両カプラ406を介して電気車両405に電力をワイヤレスに伝達するためのワイヤレス場(図2のワイヤレス場205参照)を生成するように構成され得る。複数のスイッチ418a~418rの各々は、複数の分配回路421a~421fのうちの1つを介して複数のローカルコントローラ425a~425fのうちの1つにベースカプラ415a~415rのそれぞれの1つを動作可能に接続するように構成され得る。ローカルコントローラ425a~425fは、交流電流(AC)電力バックボーン430を介して電源/インバータ435から電力をワイヤレスに受電し、スイッチ418a~418rを介して複数のベースカプラ415a~415fのうちの1つまたは複数に伝達される電力の量を制御するように構成され得る。電源/インバータ435は、電源440からその電力を受電し得る。電源440および/または電源/インバータ435は、給電するベースカプラ415の数、ローカルコントローラ425の数、ならびに/または、充電されるべき電気車両405の数およびタイプに基づいてサイズを決定され得る。電源440および電源/インバータ435は、ベースカプラ415によって利用される周波数の、または代替としていくらかより高いもしくはより低い周波数の電流を供給し得る。AC電力バックボーン430は、高周波(HF)電力を分配するループ導体を備え得、互いに近いベースカプラ415および/またはローカルコントローラ425を単一相に同期させることができ得る。したがって、AC電力バックボーン430は、電力を分配する位相基準と見なされ得る。

【0028】

分配コントローラ445は、電源/インバータ435およびローカルコントローラ425a~425fと通信し得、ローカルコントローラ425a~425f間の電力制御の全体的な調整を提供するよ

10

20

30

40

50

うに構成され得る。ベースカブラ415、スイッチ418、およびローカルコントローラ425のグループは、一連の個別のベースアレイネットワーク(BAN: Base Array Network)モジュール450a~450cを備え得る。BANモジュール450のそれぞれのコンポーネントは、それぞれの共通電流経路を示すために網掛けされている。

【0029】

電気車両405が道路410に沿って走行する際、分配コントローラ445は、ベースカブラ415a~415rのうちの特定のもののアクティブ化および非アクティブ化を調整するために、電気車両405、電源/インバータ435、およびローカルコントローラ425a~425fのうちの一つまたは複数と通信し得る。たとえば、分配コントローラ445は、電流を生成し、電流をAC電力バックボーン430に分配するように電源/インバータ435に命令し得る。AC電力バックボーン430は、「ダブルカップル変圧器」を介してローカルコントローラ425a~425fに電力をワイヤレスに供給するために、分配された電流を利用し得、ダブルカップル変圧器の機能は、以下で図5~図8Cに関連してより詳細に説明される。

【0030】

ローカルコントローラ425a~425fは、AC電力バックボーン430から電力を受け取り得、調整された量の電流をベースカブラ415a~415rのうちの一つまたは複数に供給し得る。いくつかの実施形態では、各BANモジュール450内のローカルコントローラ425は、互いに独立して制御可能な個別の制御ユニットを備え得る。代替的には、各BANモジュール450のローカルコントローラ425は、単一の共有制御ユニットまたはプロセッサを備え得る。ベースカブラ415a~415rは、ローカルコントローラ425a~425fからそれぞれのスイッチ418a~418rを介して受信された電流に従ってワイヤレス場を生成し得、電力を電気車両405にワイヤレスに伝達するために、少なくとも一つの車両カブラ406に結合し得る。

【0031】

特定の実施形態に応じて、ベースカブラ415のアクティブ化の制御は、分配コントローラ445とローカルコントローラ425a~425fとの間で異なる程度に共有され得る。たとえば、いくつかの実施形態では、分配コントローラ445は、ベースカブラ415a~415rのアクティブ化および非アクティブ化を調整し得、複数のBANモジュール450a~450c間の任意の通信またはアクションを調整し得る。いくつかの他の実施形態では、分配コントローラ445は、単に、BANモジュール450a~450cまたはローカルコントローラ425a~425f間の通信を調整し得るが、ローカルコントローラ425a~425fは、ベースカブラの順序付けを制御し得る。さらに別の実施形態では、分配コントローラ445は、特定のBANモジュール450a~450cをアクティブ化し得るが、ベースカブラのアクティブ化のタイミングに関連するローカルコントローラ425a~425fに任せ得る。さらに他の実施形態では、分配コントローラ445は、非クリティカルな情報のみをローカルコントローラ425a~425fに通信し得、ベースカブラアクティブ化情報を提供しなくてもよい。

【0032】

ローカルコントローラ425a~425fにおけるより局所化された電流分配および調整と組み合わせられた、分配コントローラ445によるより高いレベルの調整は、ローカルコントローラ425a~425fを介した分散制御を用いてより応答性の高い動的ワイヤレス充電システム400を作成し得る。これは、ローカルコントローラ425a~425fが分配コントローラ445とは独立に電流の流れを制御することを可能にし、インピーダンス整合および無効電圧/電流量(VAr)負荷の局所制御を可能にする。そのような局所的な制御は、命令がローカルコントローラ425a~425fからのみ来る必要があり、分配コントローラ445から来る必要がないので、短縮されたVAr負荷補償応答時間を提供し得る。

【0033】

分配コントローラ445はまた、ベースカブラ415a~415rのうちの特定のもののアクティブ化を制御するための電気車両405の速度に関する情報を取得し得る。分配コントローラ445は、この情報を、電気車両405から、または、ベースカブラ415a~415rの様々なセンサもしくは負荷解析から得ることができる。他の実施形態では、BANモジュール450a~450cの各々は、電気車両405の存在を感知し、電気車両405の検出された存在または位置に従っ

て、適切なベースカブラ415a~415rを自律的かつ選択的にアクティブ化し得る。さらに他の実施形態では、BANモジュール450a~450cは、隣接するBANモジュールから電気車両405の速度および/もしくは位置に関する情報またはアクティブ化コマンドを含む信号を受信し得る。受信される信号は、隣接するBANモジュール(たとえば、対応するローカルコントローラ425)から直接、または分配コントローラ445を介して来てもよい。

【0034】

それぞれのローカルコントローラ425が、特定のベースカブラ415をアクティブ化するための信号を分配コントローラ445から受信すると、それぞれのローカルコントローラ425は、特定のベースカブラ415に対応するスイッチ418をアクティブ化し得る。車両405が走行方向にあり続ける際、ローカルコントローラ425a~425fは、車両カブラ406の位置に基づいて特定のベースカブラ415a~415rをアクティブ化または非アクティブ化するために、分配コントローラ445からコマンドを受信し得る。ローカルコントローラ425a~425fは、AC電力バックボーン430からの電流をさらに制御または調整し得る。

【0035】

図示のように、連続するローカルコントローラ425からのベースカブラ415は、単一のローカルコントローラ425が交互のベースカブラ415に電力を供給し得るように、インターリーブまたはインターレースされ得る。したがって、第1のローカルコントローラ425からのベースカブラ415は、2つのローカルコントローラ425が同じBAN450内にあるとき、第2のローカルコントローラ425によって制御されるベースカブラ415によって近位にインターリーブされ得る。したがって、交互のベースカブラ415は、異なるローカルコントローラ425によって給電され得、1つのローカルコントローラが、2つの隣接するベースカブラ415に同時に給電する必要はない。加えて、単一のローカルコントローラ425が連続するまたは隣接するベースカブラ415に電流を供給するのを防ぐことは、各コンポーネントが所与の時間に単一のベースカブラ415の電流負荷を処理することができるだけでよいので、個々のコンポーネントの電力定格要件を低減し得る。

【0036】

不平衡無効電力負荷を有するワイヤレス電力伝達システムは、電源(たとえば、AC電力バックボーン430)と負荷または受電器(たとえば、ベースカブラ415)との間の平衡無効電力負荷を有するシステムよりも少ない電力を伝達することができ得る。たとえば、不平衡無効電力は、とりわけ、熱損失と、ソースとシンクとの間の電圧差と、電圧安定性の低下とをもたらし得る。したがって、いくつかの実施形態では、ローカルコントローラ425a~425fは、各々、現在アクティブ化されているベースカブラ415で使用可能な電流と、したがって電圧とを調整するための同調回路またはネットワークを備え得る。そのような同調回路は、企図された電力調整値の小さい範囲(たとえば、 $\pm 5\%$)内にワイヤレス充電システム400の最適なまたは平衡なVArを維持することを可能にし得る。

【0037】

例示的な動的ワイヤレス充電システムでは、電源同調ネットワークに影響を及ぼすいくつかの要因が存在し得る。特定のシステムは、同調キャパシタの経時変化に苦しめられ得る。キャパシタが経時変化するにつれて、コンポーネントの容量特性が減じる可能性がある。一実施形態では、AC電力バックボーン430は、長さが変化する可能性があり、システムの全体的なVAr負荷に影響を及ぼす。一実施形態では、様々な車両同調トポロジーは、(たとえば、車両充電システムの設計に基づいて)AC電力バックボーン430に戻る無効電力負荷の異なる量を反映して、異なる方法でAC電力バックボーン430のVAr負荷に影響を及ぼす可能性がある。

【0038】

一実施形態では、同調回路またはネットワークは、アクティブ化された1つのベースカブラ415のみを用いて機能するように構成され得る。別の実施形態では、同調回路またはネットワークは、アクティブ化されている、またはBAN450a~450cの1つまたは複数に適用されている複数のベースカブラ415を用いて機能するように構成され得る。別の実施形態では、同調回路またはネットワークは、単一のベースカブラ415を用いて、または、アク

ティブ化され、それぞれのローカルコントローラ425から電流を受け取っている複数のベースカプラ415を用いて機能するように構成され得る。

【0039】

図5は、図4のワイヤレス電力伝達システム400に対応するワイヤレス電力伝達システム500の別のブロック図を示す。図5に示すように、ワイヤレス電力伝達システム500は、図4のAC電力バックボーン430に電氣的に接続される図4の電源435を備える。システム500は、加えて、複数のダブルカップル変圧器502a~502nのうちのそれぞれ1つと、1つまたは複数のベースカプラ515a~515nとに各々が接続された複数の共振および制御ネットワーク(「ネットワーク」)505a~505nを含む。ネットワーク505a~505nは、図4に関連して先に説明したローカルコントローラ425、分配回路421、およびスイッチ418のうちの1つまたは複数のネットワークに対応し得る。したがって、ネットワーク505a~505nは、スイッチ418の切替え機能を完備し得、ベースカプラ515a~515nの適切な機能のための電流を提供し得る。ベースカプラ515a~515nは、図4に関連して先に説明したベースカプラ415に対応し得る。しかしながら、ベースカプラ515a~515nの各々はまた、ベースカプラ415a~415rのうちの複数のものを表し得る。3つのネットワーク505a~505nが示されているが、特定の実施形態によれば、任意の数のネットワークが利用され得る。

【0040】

図4に示すもののような道路用途では、いくつかのダブルカップル変圧器502a~502nは、AC電力バックボーン430からベースカプラ515a~515nの各々に電力を伝達するために実装され得る。本明細書で使用される「ダブルカップル」は、一般に、各ダブルカップル変圧器502a~502nとの間の第1の結合、および、ベースカプラ515a~515nと車両パッド406(図4参照)との間の第2の結合が存在し、したがって「ダブルカップル」が存在するという考えを指す。ダブルカップル変圧器502a~502nは、各々、AC電力バックボーン430とワイヤレスに結合し、ワイヤレス電力を受け取るように構成された少なくとも1つのコイル(たとえば、カプラまたは変圧器)を備え得る。ダブルカップル変圧器502a~502nは、次いで、それぞれのネットワーク505a~505nを介してベースカプラ515a~515nに電流および電力を供給し得る。ダブルカップル変圧器502a~502nは、簡略化のために単一のベースカプラ515に動作可能に結合されて示されている。しかしながら、図4に関連して先に説明したBAN450a~450cの各々は、たとえば、3つのベースカプラ415の各々に電力を供給する2つ以上のダブルカップル変圧器を備え得る。各ダブルカップル変圧器502a~502nは、以下で図6Aおよび図6Bに関連してより詳細に説明するように、強磁性材料(たとえば、フェライト)を備えるコアの上または周囲に一連の巻線を備え得る。ダブルカップル変圧器502a~502nは、ワイヤレス場(図2のワイヤレス場205参照)を介してAC電力バックボーン430から電力をワイヤレスに受電する変圧器と同様に動作し得る。ダブルカップル変圧器502a~502nで受電されたワイヤレス電力は、次いで、それぞれのネットワーク505a~505nを介して、最終的にベースカプラ515a~515nに伝達され得る。

【0041】

ベースカプラ515a~515nは、図4に関連して先に説明したような、ベースカプラ415a~415rを制御するためにローカルコントローラ425a~425fによって利用されるのと同様の方法で、ネットワーク505a~505nからのコマンドを介して制御(たとえば、アクティブ化および非アクティブ化)され得る。

【0042】

図6Aは、例示的な実施形態によるワイヤレス電力伝達システム600を示す。システム600は、AC電力バックボーン430に近接してコア610を備え得る。コア610は、フェライトまたはなにか他の適切な強磁性材料を備え得る。コア610は、コア610の上または周囲に巻回され、AC電力バックボーン430によって生成されたワイヤレス場605とワイヤレスに結合するように構成されたカプラ612を備える少なくとも1連の巻線を有し得る。ワイヤレス場605は、ワイヤレス場105/205(それぞれ、図1および図2)と同様の磁(電磁)場であり得る。図6Aでは、コア610は、バックボーン430を部分的に取り囲んで示されている。しかしながら

、本出願は、それに限定されず、コア610は、バックボーン430を取り囲まないワイヤレス結合を可能にする他の構成で配置され得る(たとえば、コア610は、バックボーン430の隣にまたは並んで配置される)。

【0043】

システム600は、カブラ612に動作可能に結合され、少なくとも1つのベースカブラ615に電流を選択的に供給するように構成された共振および制御ネットワーク(ネットワーク)605をさらに備え得る。カブラ612は、ダブルカップル変圧器602の一部であり得る。ネットワーク605、ベースカブラ615、およびダブルカップル変圧器602は、それぞれ、図5に関連して先に説明したネットワーク505a~505n、ベースカブラ515a~515n、およびダブルカップル変圧器502a~502nに対応し得る。

10

【0044】

カブラ612内に誘導される電流がネットワーク605によって使用されるかどうかに関わらず、コア610は、AC電力バックボーン430への誘導負荷を表す。したがって、いくつかの実施形態では、VAr負荷の変動を補償するために、追加のインダクタまたはキャパシタ(たとえば、補償回路)がシステム600内に実装され得る。インダクタおよびキャパシタは、電源435(図4および図5参照)において測定されたVAr負荷を増加または減少させるために誘導性負荷と直列または並列に使用され得る。そのような能動補償回路は、従来は、別個の電子コンポーネントの追加を必要とすることがあり、システムのコストおよび複雑さを増大させる。しかしながら、システム600は、VAr負荷補償のための能動補償回路においてそのような追加のコンポーネントを必要としなくてもよい。

20

【0045】

システム600は、複数の制御スイッチ618(たとえば、制御スイッチ618aおよび618b)をさらに備え得る。制御スイッチ618は、ダブルカップル変圧器602のカブラ612をネットワーク605に動作可能に接続し得る。スイッチ618の各々の位置は、バックボーン430上のシステム600のインピーダンスを調整するように機能し得、したがって、VAr負荷を補償する。

【0046】

一実施形態では、3つの主スイッチ状態が考慮され得る。第1の給電状態では、スイッチ618aは、閉じられ、スイッチ618bは、開かれる。この給電スイッチ状態は、ダブルカップル変圧器602内に誘導される電流のための回路を完成させ、電流が流れ、ネットワーク605に電力を供給し、次にベースカブラ615に電力を供給することを可能にする。

30

【0047】

第2の開回路スイッチ状態では、スイッチ618aおよびスイッチ618bは、両方とも開かれる。この開回路状態は、回路を開き、回路から電力を除去し、ネットワーク605およびベースカブラ615への電流の流れを排除する。開状態では、システム600は、AC電力バックボーン430上の誘導負荷(たとえば、インピーダンス)のままであり、VAr負荷を増加させる。

【0048】

第3の短絡スイッチ状態では、スイッチ618bは、閉じられ、カブラ612を短絡する。短絡スイッチ状態は、AC電力バックボーン430上の誘導負荷としてシステム600をほぼ排除し、インピーダンスを無視し得る値に低減する。ダブルカップル変圧器602のカブラ612を短絡することによって、コア610の存在は、AC電力バックボーン430にほぼ不可視になる。

40

【0049】

したがって、3つの状態(給電、開、短絡)を提供する制御スイッチ618の組込みは、上述した追加の回路の追加なしに、既存のコンポーネント(たとえば、システム600)を使用する誘導負荷補償システムとして機能し得る。一実施形態では、BAN450内の非アクティブなダブルカップル変圧器502、602(図5および図6参照)は、したがって、図4に関連して先に説明したシステム400の全体的なVAr負荷を調整するために使用され得る。

【0050】

一実施形態では、システム600(図6A)のダブルカップル変圧器602は、図4に関連して先に説明したように、高電圧(たとえば、25~50kw)をサポートし得る。そのような環境では、共振および制御ネットワーク605は、カブラ612がスイッチ618bのみを使用して短絡され

50

たとき、非常に高い過渡電圧に曝される可能性がある。非常に高い過渡電圧は、(たとえば、共振および制御ネットワーク605、スイッチ618などの)接続された電子コンポーネントに悪影響を及ぼす可能性があり、いくつかの実施形態では、コンポーネントの故障につながる可能性がある。有利なことに、いくつかの実施形態では、図6Bに関連して以下で説明するように、スイッチ618aが開かれたときに高い過渡電圧を低減または除去するために、カプラ612内に誘導される電流のための分路(shunt pathway)が設けられ得る。

【0051】

図6Bは、例示的な実施形態による、ランプ制御スイッチ660を有するワイヤレス電力伝達システム650を示す。バランス制御スイッチングシステム650は、図6Aに関連して先に説明したバランス制御スイッチングシステム600、ならびに電力フローランプコントローラ(ランプコントローラ)660を備え得る。いくつかの実施形態では、ランプコントローラ660は、コア610の上または周囲に巻回された巻線を有する制御カプラ662を備える。ランプコントローラ660は、カプラ662に動作可能に接続された制御スイッチ664をさらに備え得る。いくつかの実施形態では、ランプコントローラ660は、ダブルカップル変圧器602に隣接し得る。しかしながら、カプラ612および662は、互いに電氣的に絶縁され得る。カプラ612と同様に、カプラ662は、ワイヤレス場605内に位置し得る。したがって、カプラ612および662は、AC電力バックボーン430に同時にワイヤレスに結合され得る。

【0052】

図7Aは、例示的な実施形態による、図6Aのコンポーネント間の電氣的関係を示す概略図700である。図7Aに示すように、AC電力バックボーン430は、カプラ612(図6A参照)に誘導結合される。カプラは、同調キャパシタ C_k 714と直列に接続され得、同調キャパシタ C_k 714は、スイッチ718を介して、同調キャパシタ716およびベースカプラ615の並列配置と直列に選択的に結合され得る。したがって、図7Aに示す配置は、並列同調ベースカプラ構造を駆動する直列同調ダブルカップル変圧器を備え得る。

【0053】

いくつかの実施形態では、カプラ612の値および同調キャパシタ714の値は、バランス制御スイッチングシステムの動作周波数において同調キャパシタ714の容量性リアクタンスがカプラ612の誘導性リアクタンスと実質的に等しくなるように選択され得る。したがって、同調キャパシタ714のリアクタンスの大きさは、符号が反対であるが、カプラ612のリアクタンスの大きさに等しくてもよい。このようにして、カプラ612のインダクタンス(たとえば、漏れインダクタンス)は、同調キャパシタ714のキャパシタンスによって実質的に補償または相殺され得る。

【0054】

同様に、いくつかの実施形態では、ベースカプラ615の値および同調キャパシタ716の値は、バランス制御スイッチングシステムの動作周波数において同調キャパシタ716の容量性リアクタンスがベースカプラ615の誘導性リアクタンスと実質的に等しくなるように選択され得る。したがって、同調キャパシタ716のリアクタンスの大きさは、符号が反対であるが、ベースカプラ615のリアクタンスの大きさに等しくてもよい。このようにして、ベースカプラ615のインダクタンスは、同調キャパシタ716のキャパシタンスによって実質的に補償または相殺され得る。

【0055】

動作中、AC電流は、AC電力バックボーン430を通過し、カプラ612内に電流を誘導する。カプラ612および同調キャパシタ714の組合せは、直列同調ダブルカップル変圧器を形成する。直列同調ダブルカップル変圧器は、スイッチ718が閉じられたとき、同調キャパシタ716にわたって実質的に一定の大きさのAC電圧を提供し得る。そのような実質的に一定のACバス電圧は、実質的に一定の大きさのAC電流をベースカプラ615に供給し得る。したがって、スイッチ718が閉じられたとき、カプラ612および同調キャパシタ714は、同調キャパシタ716とベースカプラ615とを備える第2の共振回路を駆動する第1の共振回路を形成し得る。ベースカプラ615に電力を供給することを中止するために、スイッチ718は、開かれ得る。しかしながら、電流の瞬間的な変化に抵抗するカプラ612の大きいインダクタンスの

ために、(たとえば、1.2kVを超える)非常に高い過渡スイッチング電圧が、開スイッチ718の端子にわたって印加される可能性がある。これは、スイッチ718の端子にわたる高電圧アーク放電を防止するために、スイッチ718が大きく、比較的高価であることを必要とする可能性がある。この理由のため、図7Bに示すようなトポロジーが、いくつかの実施形態ではより望ましい可能性がある。

【0056】

図7Bは、別の例示的な実施形態による、図6Aのコンポーネント間の電気的關係を示す別の概略図740である。図7Bの概略図740は、スイッチ718が、同調キャパシタ714と同調キャパシタ716およびベースカプラ615の並列配置との間の代わりに、カプラ612の端子にわたって並列に配置されることを除いて、図7Aの概略図700と実質的に同じであってもよい。したがって、ベースカプラ615に電力を供給することを中止するために、スイッチ718は、閉じられ得る。しかしながら、図7Aの概略図700とは対照的に、図7Bでは、動作中にスイッチ718が開かれたとき、スイッチ718の端子にわたって誘導される共振電圧は、非常に大きい(たとえば、2~3kV)である可能性がある。これはまた、スイッチ718の端子にわたるアーク放電を防止するために、スイッチ718が大きく、比較的高価であることを必要とする可能性がある。

【0057】

図7Cは、さらに別の例示的な実施形態による、図6Aのコンポーネント間の電気的關係を示すさらに別の概略図760である。図7Cに示すように、AC電力バックボーン430は、同調キャパシタ C_k 714と直列に接続されたカプラ612に誘導結合される。同調キャパシタ716は、カプラ612と同調キャパシタ714とを備えるダブルカップル変圧器にわたって接続され得る。概略図760は、複数のベースカプラ615a~615cを追加で含み得、複数のベースカプラ615a~615cの各々は、複数のスイッチ718a~718cのうちのそれぞれ1つを介して同調キャパシタ716と並列に選択的に結合され得る。したがって、図7Cに示す配置は、複数のベースカプラの並列同調配置を駆動する直列同調ダブルカップル変圧器を備え得る。同調キャパシタ714の容量性リアクタンスは、図7Aに関連して先に説明したように、動作周波数においてカプラ612の誘導性リアクタンスと実質的に同じであり得る。しかしながら、いくつかの実施形態では、同調キャパシタ716の容量性リアクタンスは、任意の所与の時間において、同調キャパシタ716に選択的に接続されるすべてのベースカプラ615a~615cの結合された見かけの誘導性リアクタンスと実質的に同じであり得る。したがって、いくつかの実施形態では、同調キャパシタ716の容量性リアクタンスは、どのベースカプラ615a~615cが同調キャパシタ716に選択的に接続されるか、および、どれくらい多くのベースカプラ615a~615cが同調キャパシタ716に選択的に接続されるかに従って、変化し得、または調整され得る。しかしながら、キャパシタ716の容量性リアクタンスが所定の数の選択的に接続されたベースカプラ615a~615cに基づいて静的に設定されるいくつかの他の実施形態では、一旦設定されると、同調キャパシタ716の容量性リアクタンスは、変更されなくてもよい。そのような実施形態では、同調キャパシタ716が静的に設定されるベースカプラ615a~615cの組合せは、ダブルカップル変圧器が機能し得る唯一の組合せである(たとえば、同調キャパシタ716が単一のベースカプラ615aのために設計される場合、1つよりも多くのベースカプラ615aは、許可されない可能性がある)。

【0058】

いくつかの他の実施形態では、同調キャパシタ714の容量性リアクタンスは、カプラ612の誘導性リアクタンスの大きさよりも小さい大きさを有し得る。そのような実施形態では、同調キャパシタ716は、カプラ612をさらに調整するために利用され得る。しかしながら、そのような実施形態では、同調キャパシタ716の値は、動作周波数において、カプラ612の誘導性リアクタンスの値に基づいて選択されるので、同調キャパシタ716は、いくつかの状況では、もはや、ベースカプラ615a~615cのうちの接続されたもののインダクタンスを完全には補償することができない可能性がある。

【0059】

概略図760の動作は、ベースカプラ615a~615cの1つまたは複数のスイッチ718a~

10

20

30

40

50

718cのうちの対応する1つを閉じることによって実質的に同時にアクティブ化または非アクティブ化され得ることを除いて、図7Aに関連して先に説明した概略図700の動作と実質的に同じであってもよい。さらに、ベースカブラ615a~615cのすべてが同じ同調キャパシタ716を共有し得るので、資源効率的なベースカブラ多重化構造が実現され得る。しかしながら、概略図760によって示されるコンポーネントは、スイッチ718a~718cの端子にわたって誘導される図7Aに関連して先に説明したのと同じ非常に高い過渡スイッチング電圧に苦しめられる可能性がある。さらに、図7Aと比較すると、キャパシタ716とカブラ615a~615cとの間の共振によりカブラ612を流れる電流よりも大きい可能性があるベースカブラ電流に耐えるように各々が設計されるべきより多くのスイッチ718a~718cが存在する。したがって、図7Cの設計は、より少ないキャパシタ(たとえば、キャパシタ716)を必要とし得るが、キャパシタ716および/またはスイッチ718a~718cが形成されるシリコンは、そのような大電流耐性のためにより多くの費用がかかる可能性がある。

10

【0060】

図7Dは、さらに別の例示的な実施形態による、図6Aのコンポーネント間の電気的關係を示すさらに別の概略図780である。図7Dに示すように、AC電力バックボーン430は、同調キャパシタ714に直列に電気的に接続されたカブラ612に誘導結合される。カブラ612およびキャパシタ714は、ダブルカップル変圧器を構成し得る。図7Dにさらに示すように、同調キャパシタ716は、ノード717において別の同調キャパシタ720と直列に接続され得る。ベースカブラ615は、同調キャパシタ716および720の直列結合にわたって並列に接続され得る。カブラ612の第1の端子は、同調キャパシタ714の第1の端子に接続され得、カブラ612の第2の端子は、ノード717に接続され得る。同調キャパシタ714の第2の端子は、第1のスイッチ718および第2のスイッチ722の各々の一方の端子に接続され得、スイッチ718および722の反対側の端子は、ベースカブラ615のそれぞれの端子に接続され得る。したがって、図7Dの実施形態は、図7A~図7Cにおけるような、しかしながら、ベースカブラ615ならびにキャパシタ716および720のための並列で部分的に直列の同調配置を有する直列同調ダブルカップル変圧器を備え得る。

20

【0061】

図7A~図7Cに関連して先に説明したように、同調キャパシタ714の容量性リアクタンスは、動作周波数において、カブラ612の誘導性リアクタンスと実質的に同じであり得る。いくつかの実施形態では、同調キャパシタ716および720の並列で部分的に直列の配置の合計の等価容量性リアクタンスは、ベースカブラ615の誘導性リアクタンスと実質的に同じであり得る。したがって、同調キャパシタ716および720の値は、互いに同じである必要はない(たとえば、同じであることを必要とされない)。

30

【0062】

図7A~図7Dの各々において、キャパシタ716にわたる電圧は、システムの動作周波数において、カブラ612内に誘導される電圧に比例し得る。したがって、キャパシタ716にわたるピーク電圧の大きさはまた、動作周波数において、カブラ612内に誘導されるピーク電圧の大きさに比例し得る。

【0063】

図8Aは、例示的な実施形態による、図6Bのコンポーネント間の電気的關係を示す概略図800である。図8Aに示すように、概略図800は、図7Aに関連して先に説明したすべてのコンポーネントを含む。概略図800はまた、AC電力バックボーン430に誘導結合された制御カブラ662(図6B参照)と、制御カブラ662にわたって接続されたシャントスイッチ664(図6B参照)とを備える電圧流ランプコントローラ860を含む。制御カブラ662の巻線は、カブラ612と同じコア(たとえば、図6Bのコア610)の上または周囲に巻回され得る。カブラ612および662は、同じコアの上または周囲に巻回されるので、カブラ612および662は、コアを通過する磁束の実質的に同じ量を共有し得る(たとえば、カブラ612および662は、高い相互インダクタンスを有し得、互いに対してしっかりと結合され得る)。

40

【0064】

概略図800の動作は、シャントスイッチ664が電力をベースカブラ615に供給するために

50

スイッチ718を閉じると実質的に同時に開かれ得ることを除いて、図7Aに関連して先に説明した概略図700の動作と同様であってもよい。動作中、ベースカプラ615に電力を供給することを停止するために、シャントスイッチ664は、閉じられ得、スイッチ718は、開かれ得る。カプラ612とカプラ662との間の高い相互インダクタンスおよび共有されるコア磁束のために、シャントスイッチ664が閉じられている間にスイッチ718が開かれたとき、図7A中のスイッチ718の端子にわたって現れる非常に高い過渡スイッチング電圧は、この電圧スパイクを駆動し、カプラ612に対して作用する磁束が、制御カプラ662によって吸収され得、制御カプラ662内に分流されるので、実質的に除去される。これは、制御カプラ662およびシャントスイッチ664を通過するスイッチング電流における大きく比較的速い増加を引き起こす可能性があり、この増加は、短い時間期間中に実質的により低い値にその後落ち着く可能性がある。

10

【0065】

図8Bは、別の例示的な実施形態による、図6Bのコンポーネント間の電気的關係を示す別の概略図850である。図8Bに示すように、概略図850は、図7Aに関連して先に説明したすべてのコンポーネントを含む。概略図850はまた、電力フローランプコントローラ865を含む。電力フローランプコントローラ865は、ブーストコンバータ構造を備え得る。たとえば、電力フローランプコントローラ865は、制御カプラ662の端子にわたって並列に接続された制御カプラ662と逆接続ダイオード864とを備え得る。カプラ866は、並列に接続された制御カプラ662および逆接続ダイオード864と直列に接続され得る。カプラ866は、スイッチ664(図6Bおよび図8A参照)とキャパシタ872と直列に接続されたダイオード870との並列接続と直列に接続され得る。

20

【0066】

動作中、ベースカプラ615に電力を供給することを停止するために、シャントスイッチ664は、閉じられ得、スイッチ718は、開かれ得る。これは、制御カプラ662を通過するACスイッチング電流における大きく比較的速い増加を引き起こす可能性がある。逆接続ダイオード864およびダイオード870は、ACスイッチング電流をDC電流に整流し得る。DC電流は、キャパシタ872を充電し得、カプラ612から分流されDC電流によって提供される分流エネルギーまたは電力のための短期間蓄積を提供し得、これは、いくつかの実施形態では、低電圧レールに電力を提供するために利用され得る。いくつかの実施形態では、キャパシタ872上に蓄積された分流電荷(shunted charge)を放電するために、負荷(図8C参照)がキャパシタ872にわたって並列に接続され得る。

30

【0067】

図8Cは、別の例示的な実施形態による、図6Bのコンポーネント間の電気的關係を示す別の概略図880である。図8Cに示すように、概略図880は、スイッチ718がカプラ612と並列に接続されるのではなくベースカプラ615と並列に接続されることを除いて、図7Bに関連して先に説明したすべてのコンポーネントを含む。概略図880はまた、図8Bに関連して先に説明した電力フローランプコントローラ865を含む。概略図880によるレイアウトによって提供される利点は、直列同調ダブルカップル変圧器(たとえば、カプラ612およびカプラ714)ならびに並列同調ベースカプラ615およびキャパシタ716の各々の共振が、共振電流経路内のスイッチを必要とすることなく崩壊され得ることである(たとえば、スイッチ718は、カプラ612またはベースカプラ615のどちらとも直列に配置されない)。スイッチ718は、キャパシタ716およびベースカプラ615の共振電流経路内に配置されないため、スイッチ718は、以下で説明する図8Dに示すような配置と比較してより小さい定格電流を有し得る。図8Dの配置と比較してより小さい電流がスイッチ718を通過するので、スイッチ718はまた、より効率的であり得る。しかしながら、非常に大きい電流がカプラ612およびキャパシタ714を流れて流れるのを回避するために、電力フローランプコントローラ865のスイッチ64が開かれたとき、スイッチ718は、短絡されない(たとえば、閉じられない)ことが好ましい。

40

【0068】

図8Dは、別の例示的な実施形態による、図6Bのコンポーネント間の電気的關係を示す別

50

の概略図890である。図8Dに示すように、概略図890は、図7Cに関連して先に説明したすべてのコンポーネントを含む。概略図890はまた、電力フローランプコントローラ867を含む。電力フローランプコントローラ867は、図8Bに関連して先に説明したブーストコンバータ構造を備え得、放電抵抗器874として示す負荷をさらに含み得る。図8Dの概略図890の動作は、実質的に、図7Cおよび図8Bに関連して先に説明したようなものであり得、電力フローランプコントローラ867のキャパシタ872上に蓄積された電荷は、放電抵抗器874を介して放電され得る。

【 0 0 6 9 】

図8Aおよび図8Bは、図7Aに関連して先に説明した配置を示し、図8Dは、図7Cに関連して先に説明した配置を示すが、本出願は、それに限定されない。たとえば、図7A～図7Dに関連して先に説明した配置のいずれかが、それぞれ、図8A～図8Dに関連して先に説明した電力フローランプコントローラ860、865、および867のいずれかと結合され得る。

【 0 0 7 0 】

図9は、例示的な実施形態による方法を示すフローチャート900である。フローチャート900の方法は、図4～図8Cに関連して先に説明したワイヤレス電力伝達システムを参照してここで説明される。一実施形態では、フローチャート900内のブロックの1つまたは複数は、たとえば、図4に関連して先に説明したローカルコントローラ425a～425fなどのコントローラによって実行され得る。フローチャート900の方法は、ここでは特定の順序を参照して説明されるが、様々な実施形態では、ここでのブロックは、異なる順序で実行され得、または省略され得、追加のブロックが追加され得る。いくつかの実施形態では、フローチャート900は、車両(たとえば、図4の車両405)がワイヤレス電力伝達システム400を設置された道路410に沿って進行する際に適用され得る。フローチャート900に示すように、ブロック902および910は、ベースカプラ(たとえば、図7A～図8Dのいずれかのベースカプラ615または615a～615c)の1つまたは複数が、現在、フローチャート900がその特定のブロックに進んでいるときにある状態を意味し得る。

【 0 0 7 1 】

方法は、特定のコントローラ(たとえば、図4のローカルコントローラ425a～425fのうちの1つ)の制御下にあるすべてのベースカプラがオフである(すなわち、通電されていない)ブロック902において開始し得る。そのような状態では、電力フロー制御スイッチ664(図6B、図8A～図8C参照)は、閉じられ(ON)、すべてのベースカプラスイッチ718/720(図7A～図7D、図8A～図8Bおよび図8D)は、開かれる(OFF)。すべてのベースカプラスイッチ718/720は、開かれるので、電流は、カプラ612からベースカプラ615のいずれにも流れない。対照的に、図8Cでは、ベースカプラスイッチ718は、閉じられる(OFF)。方法は、次いで、ブロック904に進み得る。

【 0 0 7 2 】

ブロック904において、コントローラ(たとえば、図4のローカルコントローラ425a～425fのうちの1つ)は、ベースカプラ(たとえば、ベースカプラ615)のうちの1つまたは複数をオンにするかどうかを決定し得る。たとえば、図4に関して、ローカルコントローラ425a～425fのそれぞれ1つは、図4の車両405が特定のベースカプラの上に整列されたとき、特定のベースカプラがオンにされるべきであることを決定し得る。決定がYESである場合、方法は、次いで、ブロック906に進み得る。決定がNOである場合、方法は、ブロック902に戻り得る。

【 0 0 7 3 】

ブロック906において、コントローラ(たとえば、図4のローカルコントローラ425a～425fのうちの1つ)は、同調されるべき1つまたは複数のベースカプラに対応する1つまたは複数の選択されたカプラスイッチ(たとえば、図7A～図8Bおよび図8Dのスイッチ718a～718c/720)を閉じ得る(オンにし得る)。これは、たとえば、カプラ612から選択された1つまたは複数のベースカプラ615a～615c(図8D)への電流経路を提供し得る。対照的に、図8Cでは、ベースカプラスイッチ718は、開かれる(オフにされる)。方法は、次いで、ブロック908に進み得る。

【 0 0 7 4 】

ブロック908において、コントローラ(たとえば、図4のローカルコントローラ425a~425fのうちの1つ)は、電力フロー制御スイッチ(たとえば、図6B、図8A~図8Dのスイッチ664)を開き得る(オフにし得る)。これは、電力フローランプコントローラ(たとえば、図8Dの電力フローランプコントローラ867)に、ダブルカップル変圧器および選択されたベースカブラ(たとえば、オンにされた、カブラ612、キャパシタ714、キャパシタ716、およびベースカブラ615a~615c)と比較して、AC電力バックボーン430に高いインピーダンスを提示させ得る。したがって、電力フロー制御スイッチ664を開くことは、選択されたベースカブラ615a~615cへの電力の送達を効果的にオンにし得る。方法は、次いで、ブロック910に進み得る。

10

【 0 0 7 5 】

ブロック910において、選択されたベースカブラ(たとえば、図7A~図8Cのベースカブラ615a~615cのうちの1つまたは複数)は、現在給電されている。この状態では、選択されたベースカブラに対応するスイッチ718a~718cは、閉じられ(オンにされ)、電力フロー制御スイッチ664は、開かれる(オフにされる)。対照的に、図8Cでは、スイッチ718は、開かれる(オフにされる)。

【 0 0 7 6 】

方法は、次いで、コントローラ(たとえば、図4のローカルコントローラ425a~425fのうちの1つ)が、現在給電されているすべてのベースカブラがオフにされるべきであるかどうかを決定するブロック912に進み得る。たとえば、図4に関して、ローカルコントローラ425a~425fのうちのそれぞれ1つは、それぞれのローカルコントローラによって制御されるすべてのベースカブラが、図4の車両405がこれらの特定のベースカブラの上にもはや整列されていないので、オフにされるべきであることを決定し得る。したがって、決定がYESである場合、方法は、ブロック914に進み得る。決定がNOである場合、方法は、代替的にブロック918に進み得る。

20

【 0 0 7 7 】

ブロック914において、コントローラ(たとえば、図4のローカルコントローラ425a~425fのうちの1つ)は、電力フロー制御スイッチ664を閉じ得る(オンにし得る)。電力フロー制御スイッチ664を閉じることは、電力フロー制御スイッチ664を開くことと反対の効果を有する。電力フロー制御スイッチ664が閉じられていると、電力フローランプコントローラ867(図8D参照)は、ダブルカップル変圧器および選択されたベースカブラ(たとえば、オンにされている、カブラ612、キャパシタ714、キャパシタ716、およびベースカブラ615a~615c)と比較して、低いインピーダンスをAC電力バックボーン430に提示し得る。したがって、電力フロー制御スイッチ664を閉じることは、選択されたベースカブラ615a~615cへの電力の送達を効果的にオフにし得る。方法は、次いで、すべてのカブラスイッチ718a~718cが開かれる(オフにされる)ブロック916に進み得る。これは、カブラ612からベースカブラ615a~615cの各々への電流経路を除去し得る。対照的に、図8Cでは、ベースカブラスイッチ718は、閉じられる(オンにされる)。方法は、次いで、すべてのベースカブラがオフの非給電状態にあるブロック902に戻され得る。

30

【 0 0 7 8 】

ブロック912からブロック918への移行に戻ると、ブロック918において、コントローラ(たとえば、図4のローカルコントローラ425a~425fのうちの1つ)は、すでに給電されているものとは異なる1つまたは複数のベースカブラが給電されるべきかどうかを決定し得る。たとえば、車両405が複数のベースカブラに沿って進行しており、現在給電されているベースカブラに隣接するベースカブラ上に現在ある場合、特定のローカルコントローラ425は、現在給電されているベースカブラがオフにされるべきであり、隣接するベースカブラが現在給電されるべきであることを決定し得る。決定がNOである場合、方法は、ブロック910に戻り得る。決定がYESである場合、方法は、ブロック920に進み得る。

40

【 0 0 7 9 】

ブロック920において、コントローラ(たとえば、図4のローカルコントローラ425a~425

50

fのうちの1つ)は、電力フロー制御スイッチ664(図6B、図8A～図8D参照)を閉じ得る(オンにし得る)。先に説明したように、電力フロー制御スイッチ664を閉じることは、選択されたベースカプラ615a～615cへの電力の送達を効果的にオフにすることになる。方法は、次いで、以前に給電されていたが現在オフにされるべきベースカプラに対応する選択されたカプラスイッチ718a～718cが開かれる(オフにされる)ブロック922に進み得る。対照的に、図8Cでは、ベースカプラスイッチ718は、閉じられる(オンにされる)ことになる。方法は、次いで、以前にオンではなかったがオンにされるべき新たに選択されたカプラスイッチ718a～718cが閉じられる(オンにされる)ブロック906に戻り得る。対照的に、図8Cでは、ベースカプラスイッチ718は、開かれる(オフにされる)ことになる。方法は、次いで、先に説明したように、ブロック906から進み得る。このようにして、フローチャート900の方法は、図8A～図8Cに関連して先に説明したように、充電システム内の安全でないまたは望ましくない電流または電圧スパイクを防止しながら、1つまたは複数のベースカプラをアクティブ化および非アクティブ化するために使用され得る。

【0080】

図10は、例示的な実施形態による別の方法を示すフローチャート1000である。フローチャート1000の方法は、図4～図9に関連して先に説明したワイヤレス電力伝達システムを参照してここで説明される。一実施形態では、フローチャート1000内のブロックの1つまたは複数は、たとえば、図4に関連して先に説明したローカルコントローラ425a～425fのうちの1つなどのコントローラによって実行され得る。フローチャート1000の方法は、ここでは特定の順序を参照して説明されるが、様々な実施形態では、ここでのブロックは、異なる順序で実行され得、または省略され得、追加のブロックが追加され得る。いくつかの実施形態では、フローチャート1000は、車両(たとえば、図4の車両405)がワイヤレス電力伝達システム400を設置された道路410に沿って進行する際に適用され得る。

【0081】

フローチャート1000は、動作周波数において第1のキャパシタ(たとえば、キャパシタ714)の第2のリアクタンスの大きさに等しい大きさを有するように第1のカプラ(たとえば、カプラ612)の第1のリアクタンスを選択するステップを含むブロック1002で開始し得る。第1のカプラ(たとえば、カプラ612)は、強磁性コア(たとえば、コア610)上に巻回され、第1のキャパシタ(たとえば、キャパシタ714)と直列に電氣的に接続される。フローチャート1000は、次いで、第1のカプラ(たとえば、カプラ612)を利用して電源(たとえば、バックボーン電源435/AC電力バックボーン430)から電力をワイヤレスに受け取るステップを含むブロック1004に進み得る。フローチャート1000は、次いで、第1のスイッチ(たとえば、スイッチ718a～718cのうちの1つ)を利用して第1のカプラ(たとえば、カプラ612)および第1のキャパシタ(たとえば、キャパシタ714)にわたって並列に電氣的に接続された第2のキャパシタ(たとえば、キャパシタ716)にわたって並列に第1のベースカプラ(たとえば、ベースカプラ615a～615cのうちの1つ)を選択的に電氣的に接続するステップを含むブロック1006に進み得る。フローチャート1000は、次いで、第1のベースカプラ(たとえば、ベースカプラ615a～615cのうちの1つ)に電力を供給するステップを含むブロック1008に進み得る。

【0082】

図11は、例示的な実施形態による、ワイヤレス電力を受電するための装置1100の機能ブロック図である。装置1100は、図4～図10に関連して先に論じた様々なアクションのための手段1102と、手段1104と、手段1106と、手段1108とを備える。装置1100は、電源から電力をワイヤレスに受電するための手段1102を含む。電力をワイヤレスに受電するための手段1102は、動作周波数において第1のリアクタンスを有する。一実施形態では、手段1102は、図10のブロック1004に関連して上記で論じた機能のうちの1つまたは複数を実行するように構成され得る。様々な実施形態では、手段1102は、カプラ612(図6A～図8D)によって実装され得る。

【0083】

装置1100は、動作周波数において第2のリアクタンスを有し、電力をワイヤレスに受電

するための手段1102と電氣的に接続される、電荷を蓄積するための第1の手段1104をさらに含む。第2のリアクタンスは、第1のリアクタンスの大きさと等しい大きさを有する。いくつかの実施形態では、第1の手段1104は、図10のブロック1002に関連して先に論じた機能のうちの1つまたは複数を実行するように構成され得る。様々な実施形態では、第1の手段1104は、キャパシタ714(図7A～図8D)によって実装され得る。

【0084】

装置1100は、電力をワイヤレスに受電するための手段1102および電荷を蓄積するための第1の手段1104に接続された、電荷を蓄積するための第2の手段1106をさらに含む。いくつかの実施形態では、第2の手段1106は、図10のブロック1006に関連して上記で論じた機能のうちの1つまたは複数を実行するように構成され得る。様々な実施形態では、第2の手段1106は、キャパシタ716(図7A～図8D)によって実装され得る。

10

【0085】

装置1100は、電荷を蓄積するための第2の手段1106に電氣的に接続されるように構成された、電力をワイヤレスに送電するための第1の手段1108をさらに含む。いくつかの実施形態では、第1の手段1108は、図10のブロック1006および1008に関連して上記で論じた機能のうちの1つまたは複数を実行するように構成され得る。様々な実施形態では、第1の手段1108は、ベースカプラ615a～615c(図7Cおよび図8D)の1つまたは複数によって実装され得る。

【0086】

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コンポーネントおよび/もしくはソフトウェアコンポーネント、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ができる任意の適切な手段によって実行され得る。一般に、それらの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、図に示した任意の動作を実行することができる。

20

【0087】

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、上記の説明を通し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、磁場もしくは磁性粒子、光学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。

【0088】

本明細書に開示された実施形態に関連して説明され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、電子ハードウェアとして、コンピュータソフトウェアとして、または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、様々な例示的なコンポーネント、ブロック、モジュール、回路、およびステップは、それらの機能に関して一般的に上記で説明されている。そのような機能がハードウェアまたはソフトウェアのいずれとして実装されるのは、特定の適用例およびシステム全体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、そのような実施形態上の決定は、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。

30

【0089】

本明細書に開示された実施形態に関連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)、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、ディスクリートゲートもしくはトランジスタロジック、ディスクリートハードウェアコンポーネント、または、本明細書で説明され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および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コアと連携する1つもしくは複数のマイクロプロセッサ、または

40

50

任意の他のそのような構成として実装され得る。

【 0 0 9 0 】

本明細書に開示された実施形態に関連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、直接ハードウェアにおいて、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、またはこれら2つの組合せにおいて具体化され得る。ソフトウェアの中で実装される場合、機能は、有形の非一時的コンピュータ可読媒体上の1つまたは複数の命令またはコードとして記憶し、あるいは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、リードオンリメモリ(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、取外し可能ディスク、CD-ROM、または当分野で知られている任意の他の形態の記憶媒体内に存在し得る。記憶媒体は、プロセッサが記憶媒体から情報を読み出すことができ、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、プロセッサに一体化され得る。ディスク(disk)およびディスク(disc)は、本明細書で使用されるときに、コンパクトディスク(disc)(CD)、レーザディスク(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、通常はデータを磁氣的に再生し、ディスク(disc)は、レーザ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内に含まなければならない。プロセッサおよび記憶媒体は、ASIC内に存在し得る。ASICは、ユーザ端末内に存在し得る。代替として、プロセッサおよび記憶媒体は、離散構成要素としてユーザ端末内に存在し得る。

【 0 0 9 1 】

本開示を要約する目的のため、特定の態様、利点、および新規な特徴が、本明細書で説明されている。任意の特定の実施形態に従って、そのような利点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、1つまたは複数の実施形態は、本明細書で教示または示唆されてい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た1つの利点または利点のグループを達成または最適化する。

【 0 0 9 2 】

上記で説明した実施形態への様々な修正が容易に明らかになり、本明細書で定義する一般原理は、本出願の趣旨または範囲を逸脱することなく他の実施形態に適用され得る。したがって本出願は、本明細書において示された実施形態に限定されることは意図されておらず、本明細書において開示された原理および新規な特徴と無矛盾の最も広義の範囲と一致するものとする。

【 符号の説明 】

【 0 0 9 3 】

- 100 ワイヤレス電力伝達システム
- 102 入力電力
- 104 送電器
- 105 ワイヤレス場
- 108 送電器
- 110 出力電力
- 112 距離
- 114 送電カプラ
- 118 受電カプラ
- 200 ワイヤレス電力伝達システム
- 204 送電器
- 205 ワイヤレス場
- 206 送電回路
- 208 受電器
- 210 受電回路

10

20

30

40

50

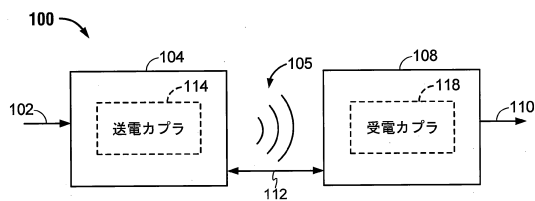
214	送電カプラ	
218	受電カプラ	
219	通信チャネル	
222	発振器	
223	周波数制御信号	
224	ドライバ回路	
225	入力電圧信号	
226	フィルタおよび整合回路	
232	整合回路	
234	整流回路	10
236	バッテリー	
350	送電または受電回路	
352	カプラ、導体ループ	
354	キャパシタ	
356	キャパシタ	
358	信号	
400	ワイヤレス電力伝達システム	
405	電気車両	
406	車両カプラ	
410	道路	20
415a ~ 415r	ベースカプラ	
418a ~ 418r	スイッチ	
421a ~ 421f	分配回路	
425a ~ 425f	ローカルコントローラ	
430	交流電流 (AC) 電力バックボーン	
435	電源 / インバータ	
440	電源	
445	分配コントローラ	
450a ~ 450c	ベースアレイネットワーク (BAN) モジュール	
500	ワイヤレス電力伝達システム	30
502a ~ 502n	ダブルカップル変圧器	
505a ~ 505n	制御ネットワーク	
515a ~ 515n	ベースカプラ	
600	ワイヤレス電力伝達システム	
602	ダブルカップル変圧器	
605	ワイヤレス場、共振および制御ネットワーク	
610	コア	
612	カプラ	
615	ベースカプラ	
615a ~ 615c	ベースカプラ	40
618	制御スイッチ	
618a	制御スイッチ	
618b	制御スイッチ	
650	ワイヤレス電力伝達システム、バランス制御スイッチングシステム	
660	ランプ制御スイッチ、電力フローランプコントローラ	
662	カプラ、制御カプラ	
664	制御スイッチ	
700	概略図	
714	同調キャパシタ	
716	同調キャパシタ	50

717 ノード
 718 第1のスイッチ
 718a ~ 718c スイッチ
 720 同調キャパシタ
 722 第2のスイッチ
 740 概略図
 760 概略図
 780 概略図
 800 概略図
 850 概略図
 860 電力フローランプコントローラ
 864 逆接続ダイオード
 865 電力フローランプコントローラ
 866 カプラ
 867 電力フローランプコントローラ
 870 ダイオード
 872 キャパシタ
 874 放電抵抗器
 880 概略図
 890 概略図

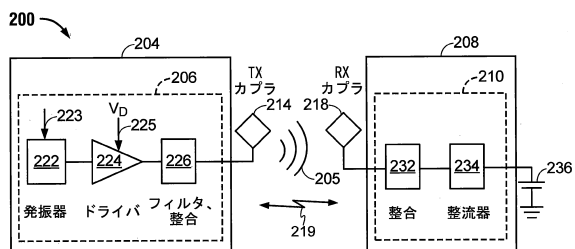
10

20

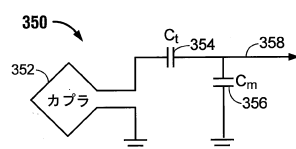
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

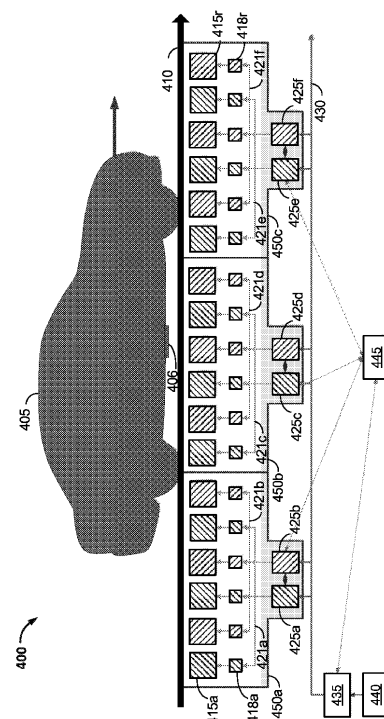
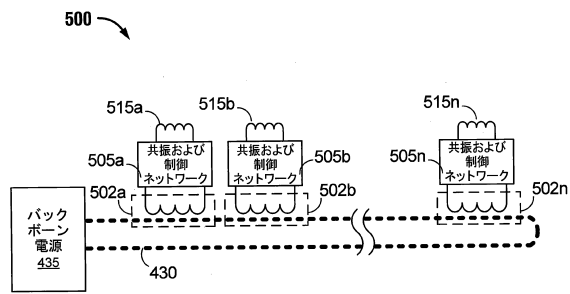
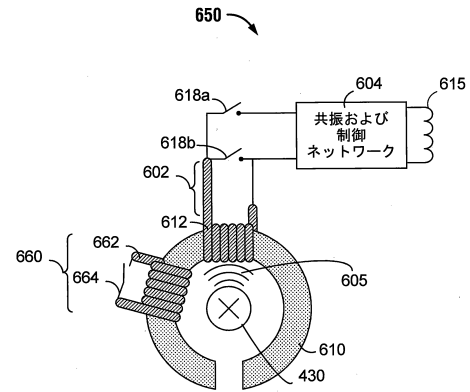


FIG. 4

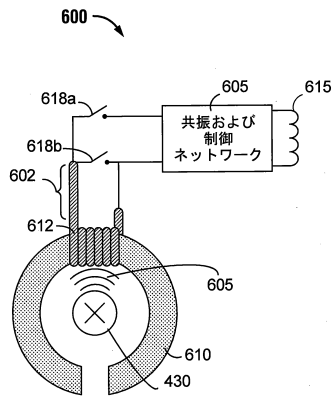
【図 5】



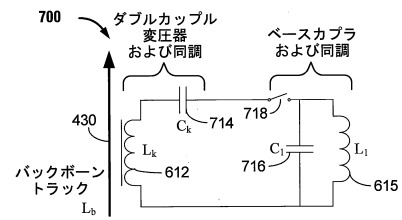
【図 6 B】



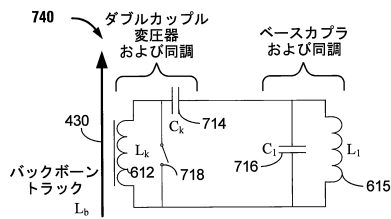
【図 6 A】



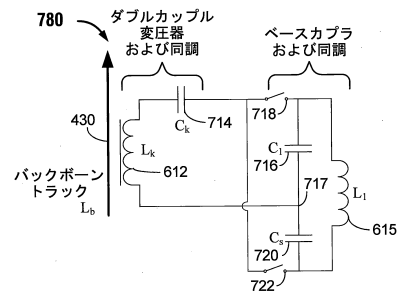
【図 7 A】



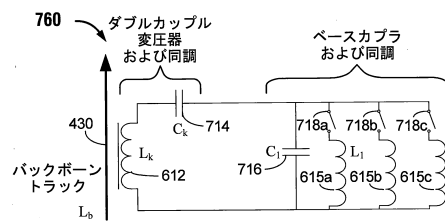
【図 7 B】



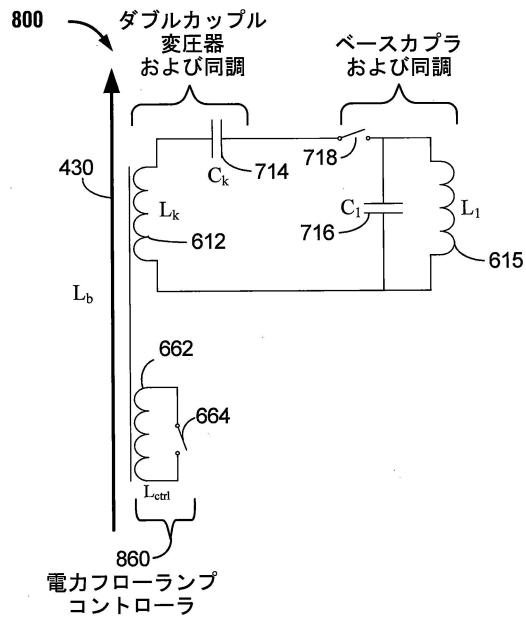
【図 7 D】



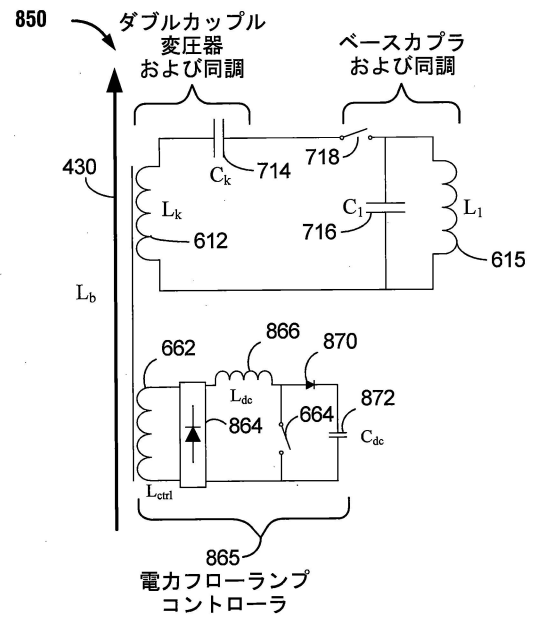
【図 7 C】



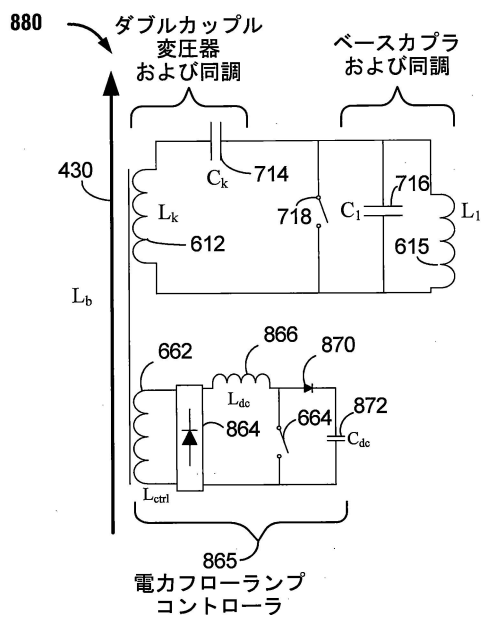
【図 8 A】



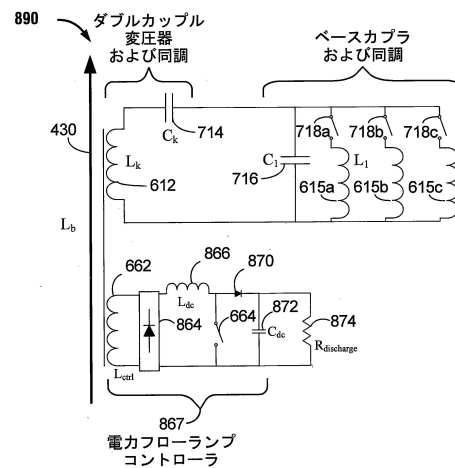
【図 8 B】



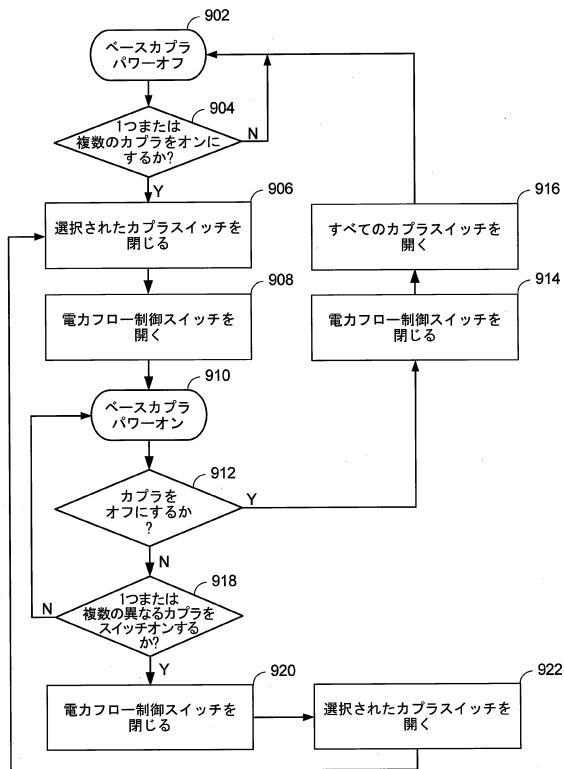
【図 8 C】



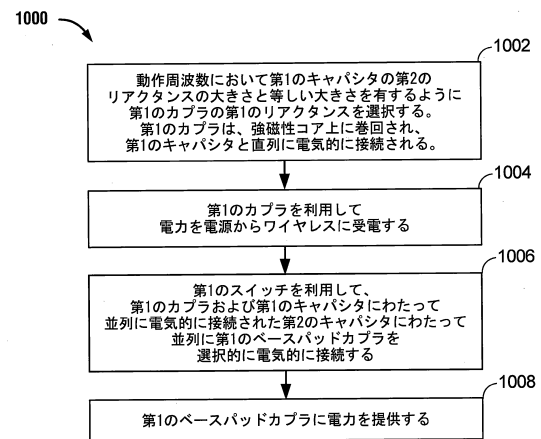
【図 8 D】



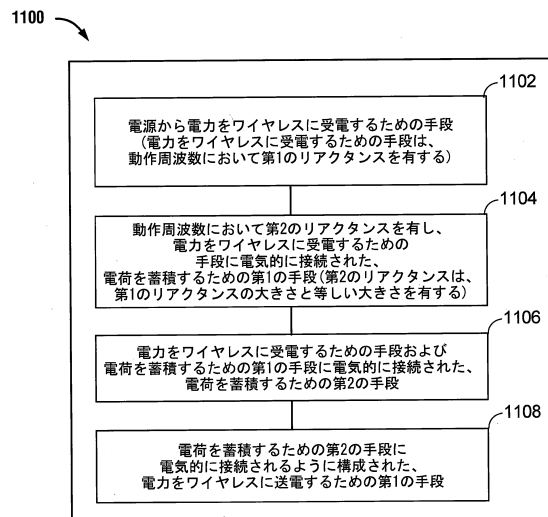
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I			
B 6 0 L	5/00	(2006.01)	B 6 0 M	7/00	X
B 6 0 L	53/12	(2019.01)	B 6 0 L	5/00	B
			B 6 0 L	53/12	

- (72)発明者 チャン・ユ・ファン
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
ヴ・5 7 7 5
- (72)発明者 ニコラス・アソル・キーリング
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
ヴ・5 7 7 5
- (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・9 2 1 2 1 - 1 7 1 4・サン・ディエゴ・モアハウス・ドライ
ヴ・5 7 7 5
- (72)発明者 マイケル・ル・ギャレ・キッシン
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
ヴ・5 7 7 5
- (72)発明者 ミッケル・ビピン・ブディア
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
ヴ・5 7 7 5

審査官 大濱 伸也

- (56)参考文献 特表2 0 1 3 - 5 0 1 6 6 5 (J P , A)
特開2 0 1 3 - 0 1 3 2 0 7 (J P , A)
特開2 0 1 1 - 1 8 8 7 3 3 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B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 |