

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6526798号
(P6526798)

(45) 発行日 令和1年6月5日 (2019. 6. 5)

(24) 登録日 令和1年5月17日 (2019. 5. 17)

(51) Int. Cl.	F I	
H O 2 J 50/40 (2016. 01)	H O 2 J 50/40	
H O 2 J 50/12 (2016. 01)	H O 2 J 50/12	
H O 2 J 50/80 (2016. 01)	H O 2 J 50/80	
H O 2 J 7/00 (2006. 01)	H O 2 J 7/00	P
B 6 O M 7/00 (2006. 01)	H O 2 J 7/00	3 O 1 D
請求項の数 13 (全 22 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2017-512821 (P2017-512821)	(73) 特許権者	507364838
(86) (22) 出願日	平成27年8月27日 (2015. 8. 27)		クアルコム, インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2017-536067 (P2017-536067A)		アメリカ合衆国 カリフォルニア 921
(43) 公表日	平成29年11月30日 (2017. 11. 30)		21 サン ディエゴ モアハウス ドラ
(86) 国際出願番号	PCT/US2015/047192		イブ 5775
(87) 国際公開番号	W02016/039998	(74) 代理人	100108453
(87) 国際公開日	平成28年3月17日 (2016. 3. 17)		弁理士 村山 靖彦
審査請求日	平成30年8月7日 (2018. 8. 7)	(74) 代理人	100163522
(31) 優先権主張番号	14/482, 943		弁理士 黒田 晋平
(32) 優先日	平成26年9月10日 (2014. 9. 10)	(72) 発明者	チャン・ユ・ファン
(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
			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】 動的誘導電力伝達システムにおける無効電力制御のためのシステムおよび方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1の複数のコイルであって、各コイルが、それぞれの強磁性材料に動作可能に結合され、電源に結合されたバックボーン導体から前記強磁性材料を介してワイヤレス電力を受電するように構成された、第1の複数のコイルと、

前記第1の複数のコイルの各々に関連付けられた複数のスイッチであって、前記スイッチが、前記第1の複数のコイルのうちのあるものによって受電される電力を選択的に制御するように構成された、複数のスイッチと、

前記第1の複数のコイルのそれぞれから電流を受電するように構成された第2の複数のコイルであって、前記第2の複数のコイルが、ワイヤレス電力受電器にワイヤレス電力を送達するようにさらに構成された、第2の複数のコイルと、

前記スイッチを選択的にアクティブ化するように構成された少なくとも1つの制御ユニットと

を備え、前記スイッチが、

前記第1の複数のコイルのうちの1つまたは複数の開放または短絡するように前記スイッチを設定することによって、前記電源の無効電力負荷を選択的に増加もしくは減少させること

を行うように構成可能に設定される、誘導電力伝達システムにおいて無効電力を動的に調整するためのデバイス。

【請求項 2】

10

20

前記制御ユニットがさらに、分配コントローラからメッセージを含む入力を受信し、前記メッセージが、前記電源の無効電力負荷を示す、請求項1に記載のデバイス。

【請求項3】

前記制御ユニットがさらに、分配コントローラからメッセージを含む入力を受信し、前記メッセージが、指定された無効電力負荷を達成するために前記スイッチをアクティブ化するための命令を含むように構成された、請求項1に記載のデバイス。

【請求項4】

前記制御ユニットがさらに、ローカルコントローラからメッセージを含む入力を受信し、前記メッセージが、隣接する複数のスイッチのスイッチ状態を示す、請求項1に記載のデバイス。

10

【請求項5】

前記制御ユニットが、メッセージを送信するようにさらに構成され、前記メッセージが、前記複数のスイッチの状態を示す、請求項1に記載のデバイス。

【請求項6】

前記制御ユニットが、前記電源の無効電力負荷を決定し、スイッチアクティブ化を命令するか、またはより上位のコントローラからのスイッチアクティブ化命令を受信するようにさらに構成された、請求項1に記載のデバイス。

【請求項7】

第1の複数のコイルにおいて、電源に結合されたバックボーン導体から強磁性材料を介してワイヤレス電力を受電するステップであって、前記第1の複数のコイルの各コイルが

20

、それぞれの強磁性材料に動作可能に結合されている、ステップと、
複数のスイッチにおいて、前記第1の複数のコイルのうちのあるものによって受電される電力を選択的に制御するステップであって、前記複数のスイッチの各スイッチが、前記第1の複数のコイルの各コイルに関連付けられている、ステップと、

第2の複数のコイルにおいて、前記第1の複数のコイルのそれぞれから電流を受電するステップと、

前記第2の複数のコイルによって、ワイヤレス電力受電器にワイヤレス電力を送達するステップと、

少なくとも1つの制御ユニットによって前記スイッチを選択的にアクティブ化するステップと

30

を備え、前記スイッチが、

前記第1の複数のコイルのうちの1つまたは複数を開放または短絡するように前記スイッチを設定することによって、前記電源の無効電力負荷を選択的に増加もしくは減少させること

を行うように構成可能に設定される、誘導電力伝達システムにおいて無効電力を動的に調整するための方法。

【請求項8】

前記制御ユニットがさらに、分配コントローラからメッセージを含む入力を受信し、前記メッセージが、前記電源の無効電力負荷を示す、請求項7に記載の方法。

【請求項9】

40

前記制御ユニットがさらに、分配コントローラからメッセージを含む入力を受信し、前記メッセージが、指定された無効電力負荷を達成するために前記スイッチをアクティブ化するための命令を含む、請求項7に記載の方法。

【請求項10】

前記制御ユニットがさらに、ローカルコントローラからメッセージを含む入力を受信し、前記メッセージが、隣接する複数のスイッチのスイッチ状態を示す、請求項7に記載の方法。

【請求項11】

前記制御ユニットが、メッセージを送信するようにさらに構成され、前記メッセージが、前記複数のスイッチの状態を示す、請求項7に記載の方法。

50

【請求項 1 2】

前記制御ユニットが、前記電源の無効電力負荷を決定し、スイッチアクティブ化を命令するか、またはより上位のコントローラからのスイッチアクティブ化命令を受信するようにさらに構成された、請求項7に記載の方法。

【請求項 1 3】

実行されると、誘導電力伝達システムに、請求項7から12のいずれか一項に記載の方法を実施させる命令を備える、コンピュータ可読記憶媒体。

【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。

【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。完全に電気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。

【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。

【課題を解決するための手段】

【0004】

本開示の1つの態様は、第1の複数のコイルを備える誘導電力伝達システムにおいて無効電力を動的に調整するためのデバイスを提供する。複数のコイルの各コイルは、それぞれの強磁性材料に動作可能に結合される。複数のコイルの各コイルは、電源から強磁性材料を介してワイヤレス電力を受電するように構成される。デバイスは、第1の複数のコイルの各々に関連付けられた複数のスイッチをさらに備える。スイッチは、第1の複数のコイルのうちのあるものによって受電される電力を選択的に制御するように構成される。デバイスは、第1の複数のコイルのそれぞれから電流を受電するように構成された第2の複数のコイルをさらに備える。第2の複数のコイルは、ワイヤレス電力受電器にワイヤレス電力を送達するようにさらに構成される。デバイスは、スイッチを選択的にアクティブ化するように構成された少なくとも1つの制御ユニットをさらに備える。スイッチは、電源から複数の第2のコイルのうち少なくとも1つに電力を伝達するように、または、電源の無効電力負荷を選択的に増加もしくは減少させるように構成可能に設定され得る。

【0005】

本開示の別の態様は、誘導電力伝達システムにおいて無効電力を動的に調整するための

10

20

30

40

50

方法を提供する。方法は、第1の複数のコイルにおいて、電源から強磁性材料を介してワイヤレス電力を受電するステップを備える。第1の複数のコイルの各コイルは、それぞれの強磁性材料に動作可能に結合される。方法は、複数のスイッチにおいて、第1の複数のコイルのうちのあるものによって受電される電力を選択的に制御するステップをさらに備える。複数のスイッチの各スイッチは、第1の複数のコイルの各コイルに関連付けられる。方法は、第2の複数のコイルにおいて、第1の複数のコイルのそれぞれから電流を受電するステップをさらに備える。方法は、第2の複数のコイルによって、ワイヤレス電力受電器にワイヤレス電力を送達するステップをさらに備える。方法は、少なくとも1つの制御ユニットによってスイッチを選択的にアクティブ化するステップをさらに備える。スイッチは、電源から複数の第2のコイルのうちの少なくとも1つへの伝達を提供するように、または、電源の無効電力負荷を選択的に増加もしくは減少させるように構成可能に設定される。

10

【0006】

本開示の別の態様は、誘導電力伝達システムにおいて無効電力を動的に調整するための装置を提供する。装置は、電源から強磁性材料を介してワイヤレス電力を受電するための第1の手段を備える。第1の受電手段は、それぞれの強磁性材料に動作可能に結合される。装置は、第1の受電手段のうちのあるものによって受電される電力を選択的に制御するための手段をさらに備える。制御手段は、第1の受電手段の各々に関連付けられる。装置は、第1の受電手段のそれぞれから電流を受電するための第2の手段をさらに備える。装置は、ワイヤレス電力受電器にワイヤレス電力を送達するための手段をさらに備える。装置は、制御手段を選択的にアクティブ化するための手段をさらに備える。制御手段は、電源から複数の第2の受電手段のうちの少なくとも1つに電力を伝達するように、または、電源の無効電力負荷を選択的に増加もしくは減少させるように構成可能に設定する。

20

【0007】

本開示の別の態様は、非一時的コンピュータ可読媒体を提供する。媒体は、実行されると、誘導電力伝達システムに、第1の複数のコイルにおいて、電源から強磁性材料を介してワイヤレス電力を受電させる命令を備え、第1の複数のコイルの各コイルは、それぞれの強磁性材料に動作可能に結合される。媒体はさらに、誘導電力伝達システムに、複数のスイッチにおいて、第1の複数のコイルのうちのあるものによって受電される電力を選択的に制御させる。複数のスイッチの各スイッチは、第1の複数のコイルの各コイルに関連付けられる。媒体はさらに、誘導電力伝達システムに、第2の複数のコイルにおいて、第1の複数のコイルのそれぞれから電流を受電させる。媒体はさらに、誘導電力伝達システムに、第2の複数のコイルによって、ワイヤレス電力受電器にワイヤレス電力を送達させる。媒体はさらに、誘導電力伝達システムに、少なくとも1つの制御ユニットによってスイッチを選択的にアクティブ化させ、スイッチは、電源から複数の第2のコイルの一部に電力を伝達するように、または、電源の無効電力負荷を選択的に増加もしくは減少させるように構成可能に設定される。

30

【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。

40

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】一実施形態の一例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】いくつかの例示的な実施形態による、送電または受電アンテナを含む図2の送電回路または受電回路の一部の概略図である。

50

【図4A】一実施形態による、動的ワイヤレス電気車両充電システムの存在下の少なくとも1つの車両パッドを有する電気車両の概略図である。

【図4B】一実施形態によるベースアレイネットワークモジュールの概略図である。

【図5】一実施形態によるワイヤレス電力伝達システムのブロック図である。

【図6A】本開示によるバランス制御スイッチングシステムの一実施形態を示す図である。

【図6B】本開示によるランプ制御スイッチを有するバランス制御スイッチングシステムの一実施形態を示す図である。

【図6C】図6Bのコンポーネント間の電気的關係を示す概略図である。

【図7】本開示による無効電力(VAr)負荷における変動を示すチャートである。

【図8】本開示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】

【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。

【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、「受電アンテナ」によって受電され、取り込まれ、または結合され得る。

【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、電気モータのほかに、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。

【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、要素の列挙に先行するとき、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。

【 0 0 1 4 】

図1は、1つ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、電源(この図では図示せず)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。

【 0 0 1 5 】

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。そのように、非常に近い(たとえば、場合によって数ミリメートル以内の)大きなアンテナコイル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、様々な誘導コイル構成を用いる電力伝達とを可能にし得る。

【 0 0 1 6 】

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に送電するための送電アンテナまたはコイル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アンテナまたはコイル118を含み得る。近接場は、電力を送電コイル114の外に最小限に放射する送電コイル114内の電流および電荷からもたらされる強い反応場が存在する領域に対応し得る。近接場は、送電コイル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。

【 0 0 1 7 】

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コイル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、送電コイル114と受電コイル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アンテナ114および受電アンテナ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。

【 0 0 1 8 】

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と比べて、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、たとえば、入力電圧信号(V_D)225に基づいて送電アンテナ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。ドライバ回路224は、発振器222からの方形波を受信し、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。たとえば、ドライバ回路224は、E級増幅器であり得る。

【 0 0 1 9 】

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

10

20

30

40

50

し得、送電器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、たとえば、電気車両405のバッテリー236を充電するの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。

【0020】

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アンテナ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を介して通信し得る。

10

【0021】

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。

【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、アンテナ352を含み得る。アンテナ352はまた、「ループ」アンテナ352もしくは「ループ」アンテナとして構成され得る。アンテナ352はまた、本明細書で「磁気」アンテナもしくは誘導コイルと呼ばれ得、または「磁気」アンテナもしくは誘導コイルとして構成され得る。「アンテナ」という用語は、一般に、別の「アンテナ」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。アンテナはまた、電力をワイヤレスに出力または受電するように構成されたタイプのコイルと呼ばれることがある。本明細書で使用される場合、アンテナ352は、電力をワイヤレスに出力および/または受電するように構成されたタイプの「電力伝達コンポーネント」の一例である。

20

【0023】

アンテナ352は、空芯またはフェライトコア(この図には示さず)などの物理的なコアを含み得る。空芯ループアンテナは、コアの近傍に置かれた無関係の物理的デバイスにより許容され得る可能性がある。さらに、空芯ループアンテナ352は、コア領域内の他のコンポーネントの配置を可能にする。加えて、空芯ループは、送電アンテナ214(図2)の結合モード領域がより強力であり得る送電アンテナ214の平面内の受電アンテナ218(図2)の配置をより容易に可能にし得る。

30

【0024】

上述したように、送電器104(図2で参照される送電器204)と受電器108(図2で参照される受電器208)との間のエネルギーの効率的な伝達は、送電器104と受電器108との間の整合されたまたはほぼ整合された共振中に起こり得る。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、送電コイル114から自由空間にエネルギーを伝播させるのではなく、送電コイル114(図2で参照される送電コイル214)のワイヤレス場105(図2で参照されるワイヤレス場205)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コイル118(図2で参照される受電コイル218)に結合することによって起こる。

40

【0025】

ループまたは磁気アンテナの共振周波数は、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、単純にアンテナ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アンテナ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、より大きい直径のアンテナでは、共振を維持

50

するために必要とされる容量の大きさは、ループの直径またはインダクタンスが増加するにつれて減少する可能性がある。

【0026】

さらに、アンテナの直径が増加するにつれて、近接場の効率的なエネルギー伝達領域は、増加する可能性がある。他のコンポーネントを使用して形成された他の共振回路も可能である。別の非限定的な例として、キャパシタは、回路350の2つの端子間に並列に配置され得る。送電アンテナでは、アンテナ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、アンテナ352への入力であり得る。

【0027】

図1では、送電器104は、送電コイル114の共振周波数に対応する周波数を有する時変磁場(または電磁場)を出力し得る。受電器108がワイヤレス場105内にあるとき、時変磁場(または電磁場)は、受電コイル118内に電流を誘導し得る。受電コイル118が送電コイル114の周波数において共振するように構成されている場合、エネルギーは、効率的に伝達され得る。受電コイル118によって誘導されるAC信号は、負荷を充電または負荷に給電するように提供され得るDC信号を生成するために、上記で説明したように整流され得る。

【0028】

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、電気車両が電荷を伝達するためのワイヤレス充電システム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ワイヤレス充電システム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。

【0029】

進行経路に沿って直線的に配置された複数のベースパッドを備える動的ワイヤレス充電システムを有する道路上で、電気車両は、道路上を進行する間、複数のベースパッドの近くを走行し得る。電気車両が走行中に電気車両に給電するそのバッテリーまたは電源を充電することを望む場合、その範囲を拡張するため、または後に充電する必要性を減らすために、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パッド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。そのように、電気車両の走行経路に沿ってベースパッドを効率的かつ効果的にアクティブ化する動的ワイヤレス充電システムおよび方法が必要とされる。

【0030】

図4A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つの車両パッド406を有する電気車両405の概略図を示す。図4A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4Aの左側から図4A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つの車両パッド406を備え得る。

【0031】

いくつかの実施形態では、車両パッド406は、分極結合システム(たとえば、ダブルDコイル)、直交コイルシステム、結合されたダブルD直交コイルシステム、または、任意の他のタイプもしくは形状のコイル(たとえば、円形、矩形、もしくはソレノイド形状)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

10

20

30

40

50

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。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パッド415a~415rをさらに備え得る。ベースパッド415a~415rの各々は、アクティブ化されたとき、少なくとも1つの車両パッド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420a~420r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つにベースパッド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420a~420rを介して複数のベースパッド415a~415r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。本明細書で使用される場合、複数の反復を有するコンポーネント(たとえば、ベースパッド415a~415r)は、簡略化のため、単一の番号によって集合的に参照され得る。たとえば、ベースパッド415、スイッチ420、分配回路421、およびローカルコントローラ425。

【0032】

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、給電するベースパッド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電力を伝達するように構成され得る。電源440および電源/インバータ435は、ベースパッド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、互いに近いベースパッド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。

【0033】

動的ワイヤレス充電システム400は、分配コントローラ445をさらに備え得る。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に動作可能に接続され得る。分配コントローラ445は、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うに構成され得る。ベースパッド415、スイッチ420、およびローカルコントローラ425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に分類され得る。たとえば、BANモジュール450a~450cの各々は、6つのベースパッド415と2つのローカルコントローラ425とを備え得るが、BANモジュールのためのベースパッドおよびローカルコントローラの他の配置および数が、他の実施形態では使用され得る。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。

【0034】

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、ベースパッド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1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」(たとえば、「ダブルカップルユニット」)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8に関連してより詳細に

説明される。

【 0 0 3 5 】

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パッド415a～415rのうちの1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。ベースパッド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420a～420r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1つの車両パッド406に結合し得る。

10

【 0 0 3 6 】

特定の実施形態に応じて、ベースパッド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、ベースパッド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、ベースパッドのアクティブ化および順序付けを制御し得る。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、ベースパッド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、ベースパッドアクティブ化情報を提供しなくてもよい。

20

【 0 0 3 7 】

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。

30

【 0 0 3 8 】

分配コントローラ445はまた、ベースパッド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、ベースパッド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、適切なベースパッド415a～415rを自律的かつ選択的にアクティブ化し得る。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450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450(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。

40

【 0 0 3 9 】

それぞれのローカルコントローラ425が、特定のベースパッド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、特定のベースパッド415に対応するスイッチ420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、車両パッド406の位置に基づいて特定のベースパッド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

50

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。

【0040】

図示のように、連続するローカルコントローラ425からのベースパッド415は、単一のローカルコントローラ425が交互のベースパッド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からのベースパッド415は、2つのローカルコントローラ425が同じBANモジュール450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パッド415によって近位にインターリーブされ得る。したがって、交互のベースパッド415は、異なるローカルコントローラ425によって給電され、1つのローカルコントローラが、2つのベースパッド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が連続ベースパッド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パッド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。

10

【0041】

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、ベースパッド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パッド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。

20

【0042】

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まされ得る。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。

30

【0043】

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つのベースパッド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BANモジュール450a~450cの1つまたは複数に適用されている複数のベースパッド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、単一のベースパッド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パッド415を用いて機能するように構成され得る。

40

【0044】

図4Bは、BANモジュール450およびBANモジュール450を備えるコンポーネントの概略図を示す。図4Bは、単一のエンクロージャ内に含まれ得る、(図4に示すように)ベースパッド415a~415fと、複数のスイッチ420a~420fと、複数のローカルコントローラ425aおよび425bとを備えるモジュラーデバイスとしてBANモジュール450a(図4A)を示す。図示のように、ローカルコントローラ425aは、ベースパッド415a、415c、および415eに通じるスイッチ420a、420c、および420eに接続された分配回路421aに動作可能に接続され得る。同様に、ローカルコントローラ425bは、分配回路421b、スイッチ420b、420d、および420f、ならびにベースパッド415b、415d、および415fに、順番に接続され得る。図示のように、BANモジュール450のそれぞれのコンポーネントは、共通の電力分配経路を示すために陰影付けさ

50

れている。ベースパッド415は、隣接するローカルコントローラ425からのベースパッド415がBANモジュール450内のそれらのレイアウトにおいて交互になるように設計される。たとえば、それぞれ、スイッチ420a、420c、および420eを介してローカルコントローラ425aに接続され得るベースパッド415a、415c、および415eは、それぞれ、スイッチ420b、420d、および420fを介してローカルコントローラ425bに接続され得るベースパッド415b、415d、および415fと交互配置されるようにBANモジュール450内に設置され得る。したがって、電気車両405の走行の順番で設置されたベースパッド415のパターンは、415a、415b、415c、415d、415e、および415fであり得る。

【0045】

上述したように、スイッチ420a～420fは、ベースパッド415a～415fを、それぞれ、それぞれの分配回路421に選択的に結合するように機能し得る。選択的結合は、ローカルコントローラ425aもしくは425bの一方から、または分配コントローラ445から受信された信号に応答し得る。結合されたとき、ベースパッド415は、分配回路421を介してローカルコントローラ425からの電流を受電することができ得る。一実施形態では、(図4Aの)ローカルコントローラ425a～425fは、ベースパッド415a～415rへの電流フローを制御し得、ベースパッド415a～415rを通る電流フローの方向を制御し得る。別の実施形態では、スイッチ420a～420r、分配回路421、またはベースパッド415a～415r自体が、ベースパッド415a～415rを通る電流フローの方向を制御し得る。ベースパッド415を通る電流フロー方向の制御は、同時にアクティブ化されたベースパッド415と隣接するベースパッド415との間の相互結合および交差結合を最小化することができる。上記で論じた分配回路421、ローカルコントローラ425、またはスイッチ420による電流の制御は、ベースパッド415に送られている電流の大きさを制御することまたは電流の位相を制御することのうちの少なくとも1つを備え得る。分配回路421、ローカルコントローラ425、またはスイッチ420によるそのような制御は、ベースパッド415によって生成されたワイヤレス場の操作を提供し得る。いくつかの実施形態では、接続されたベースパッド415を通る電流フローの位相は、ゼロ度または180度のうちの1つに制限され得る。いくつかの他の実施形態では、電流フローの位相は、ゼロ度と360度との間の任意の値であり得る。動作中、BANモジュール450は、動的ワイヤレス充電システム400のサブツリーネットワークとして動作し得る。BANモジュール450は、BANモジュール450が限定された距離にわたって電流分布を分配および制御するように設計されるように、その内部コンポーネントが調整され得、予備組立てされ得、接続され得る、自己完結型ユニットとして機能し得る。図示のように、内部的に、2つのローカルコントローラ425aおよび425bと、2つの分配回路421aおよび421bと、スイッチ420a～420fと、ベースパッド415a～415fとが存在する。

【0046】

図5は、本開示によるワイヤレス電力伝達システムのブロック図を示す。図5は、(図4Aおよび図4Bの)バックボーン430と、一連の共振および制御ネットワーク(「ネットワーク」)505a～505nとを備えるワイヤレス電力伝達システム500を示す。システム500は、システム400と同様に動作する。3つのネットワーク505が示されているが、バックボーン430に示された中断508は、一連のBANモジュール450がシステム400内で利用され得るのと同じ方法で任意の数のネットワーク505が実装され得ることを示す。各ネットワーク505は、BANモジュール450に関連して上記で説明した、ローカルコントローラ425、分配回路421、およびスイッチ420と同様に機能し得る。したがって、ネットワーク505は、スイッチ420のスイッチング機能を完成させ得、ネットワーク505に対応するベースパッド515a～ベースパッド515nとして示すベースパッド515の適切な機能のための電流を提供する。ベースパッド515は、前記で説明したベースパッド415と実質的に同じであり得るが、ここで示すベースパッド515は、以前の図4Aおよび図4Bによる複数のベースパッド415を表し得る。

【0047】

図4A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502は、バックボーン430からベースパッド415の各々に電力を伝達する。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に関連する2つのワイヤレス結合、す

10

20

30

40

50

なわち、バックボーン430とダブルカップル変圧器との間の第1の結合、および、車両パッド415と車両パッド406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。図4Aによれば、バックボーン430は、ダブルカップル変圧器502の第1のコイルに誘導電力を供給し、ダブルカップル変圧器502は次に、ローカルコントローラ425、分配回路421、およびスイッチ420のネットワークを介して、1つまたは複数のベースパッド415に電流を供給し、1つまたは複数のベースパッド415は次に、車両パッド406に結合される。

【0048】

いくつかの実施形態では、各ダブルカップル変圧器502は、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電するように構成された少なくとも1つのコイル(たとえば、変圧器)を備え得る。ダブルカップル変圧器502は次いで、ネットワーク505を介してベースパッド515に電流および電力を供給し得る。上述したように、BANモジュール450は、各々6つのベースパッド415を備え得る。図5に示すダブルカップル変圧器502は、簡略化のために単一のベースパッド515に動作可能に結合されているように示されているが、各BANモジュール450は、たとえば、3つのベースパッド415の各々に電力を提供する、2つ以上のダブルカップル変圧器をさらに備え得る。各ダブルカップル変圧器502は、(図6Aおよび図6Bに関連して以下に示す)強磁性材料を備えるコアの周りの一連の巻線を備え得る。コアは、フェライトまたは他の強磁性材料を備え得る。ダブルカップル変圧器502は、ワイヤレス場105と同様に、ワイヤレス場(図示せず)を介してバックボーン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502で受電されたワイヤレス電力は、次いで、ネットワーク505を介して、最終的にベースパッド515に伝達され得る。

【0049】

図6Aは、バランス制御スイッチングシステム600の一例を示す。システム600は、ローカルコントローラ425、スイッチ421、およびベースパッド415と同様に動作し得る。システム600は、バックボーン430に近接してコア610を備え得る。コア610は、フェライトコアまたは他の適切な強磁性材料を備え得る。コア610は、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コア610の周囲のコイル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(図1)およびワイヤレス場205(図3)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が、これは、限定と見なされるべきではない。コア610は、コア610がバックボーン430の隣にあるまたは並んでいる構成などの、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。システム600は、バックボーン430からベースパッド415にワイヤレス電力を伝達するための回路およびロジックを提供するBANモジュール450に組み込まれ得る。

【0050】

システム600は、コイル612に動作可能に結合され、少なくとも1つのベースパッド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)602をさらに備え得る。コイル612は、図5のダブルカップル変圧器502と同様に、ダブルカップル変圧器602のための電力コイルを備え得る。ダブルカップル変圧器602は、一連のベースパッド615に電流を選択的に供給し得る共振および制御ネットワーク604によって使用するための電流を生成し得る。ベースパッド615は、ベースパッド415およびベースパッド515と同様に動作し得、ネットワーク604から電流を受電し、車両405などのワイヤレス電力受電器にワイヤレス電力を提供する。ネットワーク604は、ネットワーク505と同様に動作し得、図4のスイッチ420、分配回路421、およびローカルコントローラ425の機能を提供し得る。

【0051】

上述したように、バックボーン430の近傍におけるフェライトコア610の存在は、全体的なインダクタンス(インピーダンス)を増加させる可能性があり、バックボーン430および/または電源/インバータ435において測定されるVAr負荷に影響を及ぼす可能性がある。コ

10

20

30

40

50

イル612内に誘導される電流がネットワーク604によって使用されるかどうかに関わらず、コア610は、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がシステム600内に含まれ得る。いくつかの実施形態では、これは、補償回路と呼ばれることがある。インダクタおよびキャパシタは、電源/インバータ435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。しかしながら、そのような能動補償回路は、一般に、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。

10

【0052】

システム600は、ここでは制御スイッチ620aおよび制御スイッチ620bとして示されている複数の制御スイッチ620をさらに備え得る。制御スイッチ620は、ダブルカップル変圧器602のコイル612をネットワーク604に動作可能に接続し得る。スイッチ620の各々の状態は、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、VAr負荷を補償する。

【0053】

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620aは、閉じられ、スイッチ620b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に電力を転送または供給し、次にベースパッド615に電力を供給することを可能にする。

20

【0054】

第2の開回路スイッチ状態では、スイッチ620aおよびスイッチ620b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604およびベースパッド615への電流の流れを排除する。開状態では、システム600は、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。

【0055】

第3の短絡スイッチ状態では、スイッチ620bは、閉じられ、コア610の周囲のコイル612を短絡する。短絡スイッチ状態は、次いで、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。フェライトコア610の周囲のダブルカップル変圧器602のコイル612を短絡することによって、コア610の存在は、バックボーン430にほぼ不可視になる。

30

【0056】

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620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、BANモジュール450内の非アクティブダブルカップル変圧器502、602は、したがって、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。

【0057】

図6Bは、本開示による、ランプ制御スイッチを有するバランス制御スイッチングシステム650を示す。いくつかの実施形態では、システム650は、BANモジュール450内で動作し得、バックボーン430とベースパッド415との間のスイッチング制御を提供する。バランス制御スイッチングシステム650は、バランス制御スイッチングシステム600と実質的に同様であり得るが、システム650は、追加の電力流ランプコントローラ(ランプコントローラ)660を備える。一実施形態では、ランプコントローラ660は、コア610を取り囲む巻線を有する制御コイル662を備える。ランプコントローラ660は、コイル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。一実施形態では、ランプコントローラ660は、ダブルカップル変圧器602に隣接し得るが、コイル612および662は、電氣的に絶縁され得る。コイル612と同様に、コイル662は、ワイヤレス場605内に位置し得、したがって、コイル662は、コイル612を有するバックボーン430に同時にワイヤレスに結合し得る。

40

50

【0058】

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4Aに関連して上述したように高電圧(たとえば、1kV~4kV)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604は、コイル612がスイッチ620bのみを使用して短絡されたとき、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604、スイッチ620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。有利には、図6Bに示す実施形態では、スイッチ664は、閉じられ得、コア610の周りのコイル662を短絡し、コイル612内に誘導される電流に分路を提供する。一実施形態では、短絡されたコイル662(および分路)は、コイル612内に(バックボーン430によって)誘導される電流の量を減少させ、共振および制御ネットワーク604が、関連する高い過渡電圧なしにスイッチ620bを短絡させることを可能にする。

10

【0059】

図6Cは、図6Bのコンポーネント間の電気的關係を示す概略図670を示す。図示のように、バックボーン430は、ダブルカップル変圧器672に結合されたインダクタンス「 L_b 」を有する図6Cの左側に示される。ダブルカップル変圧器672は、上記で説明したダブルカップル変圧器502、602と同様であり得る。ダブルカップル変圧器672は、誘導性負荷「 L_k 」(たとえば、誘導性負荷)および同調キャパシタ「 C_k 」によって表される。同調キャパシタ「 C_k 」は、ダブルカップル変圧器672における負荷補償のために実装され得る。ベースパッド415(図4)は、誘導性負荷「 L_1 」および関連する同調キャパシタまたは容量性負荷「 C_1 」によって表され得る。 L_1 は、少なくとも1つのベースパッド415を表し得る。少なくとも1つの実施形態では、 L_1 は、3つ以上のベースパッド415を表し得る。

20

【0060】

図6Cは、バックボーン430にも結合されたランブコントローラ660(図6B)をさらに示す。図示のように、誘導性負荷「 L_{ctrl} 」は、(図6Bの)制御コイル662を表し得る。制御コイル L_{ctrl} は、ダイオード676と並列に動作可能に結合され得、さらに、誘導性負荷「 L_{dc} 」と容量性負荷「 C_{dc} 」とを備える負荷と直列に動作可能に結合され得る。スイッチ662(図6B)と同様の制御スイッチ674は、図6Bに関連して論じたシャント電流を達成するために、2つの誘導性負荷 L_{ctrl} および L_{dc} にわたって配置され得る。したがって、スイッチ674が閉じられたとき、誘導性負荷 L_k 内の誘導電流は、管理可能なレベルに低減される。

30

【0061】

図7は、本開示による、上記で説明した実施形態に関連する無効電力負荷(VAr)における変動を示すチャート700を示す。チャート700のX軸は、時間(t)を表し、チャート700のY軸は、電源/インバータ435において測定される有効なバックボーン430のトラッキングインダクタンス(ヘンリー(H))を示す。理想的な同調線702が、負の値の線704と正の値の線706との間に示されている。一実施形態では、理想的なVAr負荷は、理想的な同調線702のマイナス5パーセント(-5%)の間で変動し得る。マイナス5パーセントは、負の値の線704によって示され、プラス5パーセント(+5%)は、正の値の線706によって示される。理想的な同調線702は、さらに、平衡VAr負荷またはリアクタンスを表し得る。そのようなバランスは、一般に、バックボーン430(図4A)によって生成された無効電力がバックボーン430上の負荷によって消費される無効電力と等しくなる条件と見なされ得る。非限定的な例として、バックボーン430上の負荷は、図4Aに示すような一連のBANモジュール450と、車両405とを備え得る。特定の実施形態では、負荷は、図4B~図6Cに関連して説明したシステム400、500、600、650の特定の態様をさらに備え得る。 ± 5 パーセントは、システムアーキテクチャおよび他の電力関連要因に基づいて調整され得、例としてのみ提供されていることが理解されるべきである。

40

【0062】

図示のように、有効なバックボーントラッキングインダクタンスが点Aにおける理想的な同調値を(たとえば、マイナス5パーセント)下回るとき、共振および制御ネットワーク604(図6A、図6B)は、非アクティブダブルカップル変圧器602におけるスイッチ620を開くこと

50

ができ、電源/インバータ435において測定される有効な誘導性負荷を増加させる。一実施形態では、誘導性負荷が点Bにおいてさらに増加したとき、共振および制御ネットワーク604は、第2のダブルカップル変圧器602におけるスイッチ620を開く(開放する)ことができ、誘導性負荷をさらに増加させる。誘導性負荷が点Cにおいてさらに増加した場合、共振および制御ネットワーク604は、非アクティブダブルカップル変圧器602を短絡させることができ、これは、バックボーン430におけるそのダブルカップル変圧器602の有効な誘導性負荷をほとんど無視し得る値に減少させ得る。したがって、共振および制御ネットワーク604は、それぞれのローカルコントローラ425(図4)によって命令されたとき、システム400(図4A)を構成するBANモジュール450アレイ内の複数のダブルカップル変圧器602のうちの1つを開放または短絡することによって、VAr負荷における変動を補償するために使用され得る。

10

【0063】

図8は、本開示による方法を示すフローチャートである。図8は、非アクティブ電子コンポーネントを使用する動的ワイヤレス充電システムにおける無効電力(VAr)補償のための方法を示す。具体的には、方法800は、バックボーン430とベースパッド415(図4A)との間の最大の電力伝達を維持するために、電源/インバータ435において測定される誘導性負荷を増加または減少させるための、例示的なシステム400内の1つまたは複数の非アクティブダブルカップル変圧器602の使用を説明する。ダブルカップル変圧器602(図6)内の1つまたは複数のコイルを開放または短絡することによって、電源/インバータ435において測定される有効インダクタンスは、離散的なステップにおいて所望のレベルに補償または他の方法で調整され得る。

20

【0064】

方法800は、ローカルコントローラ425(図4)が分配コントローラ415(図4A)から命令を受信し得るブロック805で開始する。命令は、1つまたは複数のベースパッド415(図4A)に近接した電気車両405(図4A)の存在を示すことを備え得る。命令は、接続されたダブルカップル変圧器602および/またはベースパッド415のうちの1つまたは複数を実アクティブ化するためのコマンドをさらに備え得る。分配コントローラは、電気車両405にワイヤレス電力を提供するために、1つまたは複数のベースパッド415を実アクティブ化するために、1つまたは複数のローカルコントローラに命令を提供し得る。命令は、ベースパッド415がアクティブ化または非アクティブ化されるべき特定のシーケンスをさらに示し得る。

30

【0065】

ブロック810において、ローカルコントローラ425は、システム400のワイヤレス充電動作中、アクティブおよび非アクティブダブルカップル変圧器602の総数を決定し得る。決定することは、ローカルコントローラ425に接続されたアクティブおよび非アクティブベースパッド415の数を監視することを備え得る。決定することは、ローカルコントローラ425に接続されたアクティブおよび非アクティブダブルカップル変圧器602の数を監視することを備え得る。決定することは、隣接するローカルコントローラ425またはBANモジュール450から、システム400全体においてアクティブなアクティブおよび非アクティブベースパッド415の総数またはアクティブおよび非アクティブダブルカップル変圧器602の総数を示す指示を受信することをさらに備え得る。

40

【0066】

ブロック815において、ローカルコントローラは、電源の無効電力負荷を決定し得る。決定することは、ローカルコントローラ425がその一部である単一のBANモジュール450において、無効電力負荷の値を決定することを備え得る。ブロック815における決定は、隣接するBANモジュール450から、隣接するBANモジュール450における無効電力負荷の指示を受信することをさらに備え得る。たとえば、BANモジュール450b(図4A)は、ローカルコントローラ425a、425bが関連するスイッチ420a~420fを実アクティブ化し得るように、BANモジュール450aに車両405の存在下でのその無効電力負荷の指示を提供し得る。ブロック815における決定は、分配コントローラ445からの、電源/インバータ435における無効電力負荷の指示を備え得る。

50

【 0 0 6 7 】

ブロック820において、ローカルコントローラ425はさらに、無効電力負荷に応答して制御スイッチ420、620を選択的にアクティブ化し得る。一実施形態では、ローカルコントローラ425は、回路を開く(たとえば、図6Aの開回路状態)ために制御スイッチ620をアクティブ化し得、共振および制御ネットワーク604から電流を除去し得る。一実施形態では、ローカルコントローラ425は、コア610の周りのコイル612(図6A、図6B)を短絡するために、短絡するように(たとえば、図6Aの第3の短絡状態)制御スイッチ620をアクティブ化し得る。制御スイッチ620の開放状態、短絡状態、および給電状態は、電源/インバータ435の無効電力負荷に応答して選択的にアクティブ化され得る。ローカルコントローラ425は、分配コントローラ445からの指示と、ブロック810におけるアクティブおよび非アクティブダブルカップル変圧器の数の決定とに応答して、スイッチ620の状態を自律的に選択し得る。

10

【 0 0 6 8 】

ブロック825において、ローカルコントローラ425は、アクティブおよび非アクティブダブルカップル変圧器602の数を示すメッセージを送信し得る。一実施形態では、メッセージはさらに、スイッチ620の状態を示し得る。一実施形態では、メッセージは、フィードバック信号として分配コントローラ445に送信され得る。一実施形態では、メッセージは、隣接するBANモジュール450に、またはその中のローカルコントローラ425のうちの1つに送信され得る。これらのメッセージは、無効電力負荷における変化を予測するために、隣接するローカルコントローラ425にフィードバック信号または事前警告を提供し得る。そのようなメッセージは、無効電力負荷補償の有効性を増加させ得る。

20

【 0 0 6 9 】

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。

【 0 0 7 0 】

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。

30

【 0 0 7 1 】

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かは、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。

40

【 0 0 7 2 】

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

50

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、または任意の他のそのような構成として実装され得る。

【0073】

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、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れなければならない。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。

【0074】

本開示を要約する目的のため、本発明の特定の態様、利点、および新規な特徴が、本明細書で説明されている。本発明の任意の特定の実施形態に従って、そのような利点の必ずしもすべてを実現できない場合があることを理解されたい。したがって、本発明は、本明細書で教示または示唆されることがある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利点または利点のグループを達成または最適化するように具体化または実行され得る。

【0075】

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、本発明の趣旨または範囲を逸脱することなく他の実施形態に適用され得る。したがって本発明は、本明細書に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】

【0076】

- 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 送電コイル
- 118 受電コイル
- 200 ワイヤレス電力伝達システム
- 204 送電器

10

20

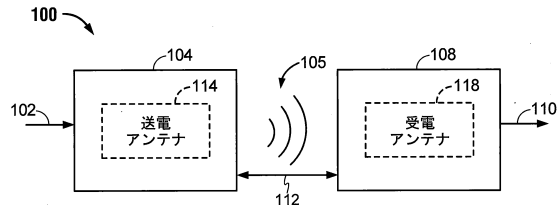
30

40

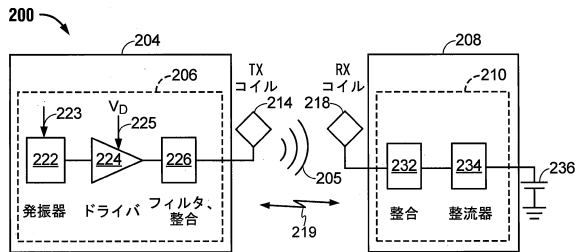
50

205	ワイヤレス場	
206	送電回路	
208	受電器	
210	受電回路	
214	送電アンテナ	
218	受電アンテナ	
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	10
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	
236	バッテリー	
350	送電または受電回路	
352	アンテナ、導体ループ	
354	キャパシタ	
356	キャパシタ	
358	信号	20
400	ワイヤレス電力伝達システム	
405	電気車両	
406	車両パッド	
410	道路	
415、415a～415r	ベースパッド	
420、420a～420f	スイッチ	
421、421a～421f	分配回路	
425、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	30
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	
502	ダブルカップル変圧器	
505	制御ネットワーク	
508	中断	
515	ベースパッド	
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	40
604	ネットワーク	
605	ワイヤレス場、共振および制御ネットワーク	
610	コア	
612	コイル	
615	ベースパッド	
620、620a、620b	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、電力流ランプコントローラ	
662	コイル、制御コイル	
664	制御スイッチ	50

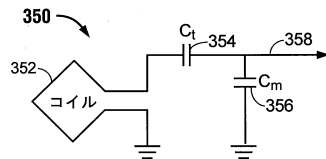
【図 1】



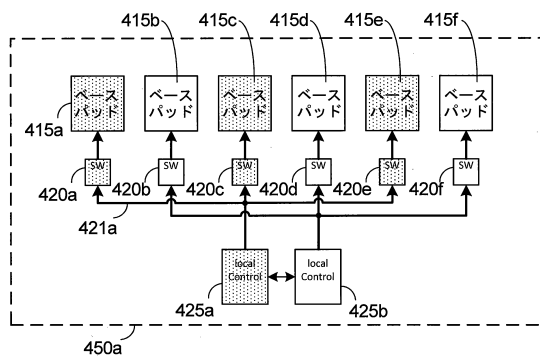
【図 2】



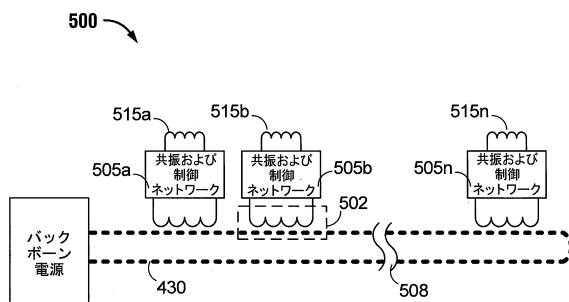
【図 3】



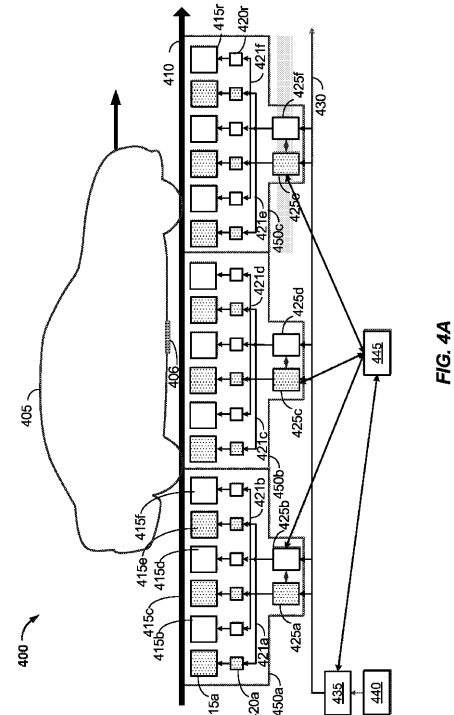
【図 4 B】



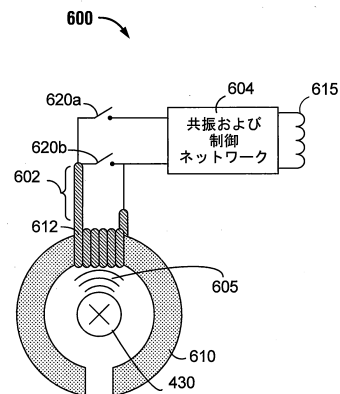
【図 5】



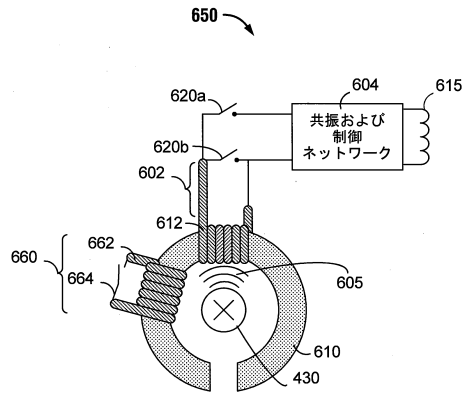
【図 4 A】



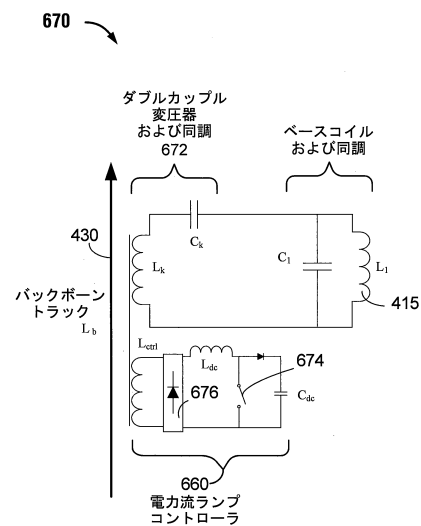
【図 6 A】



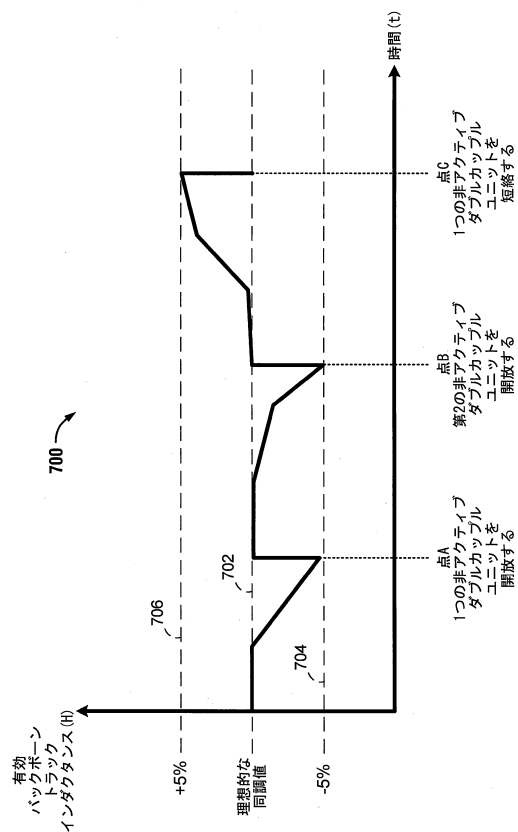
【図 6 B】



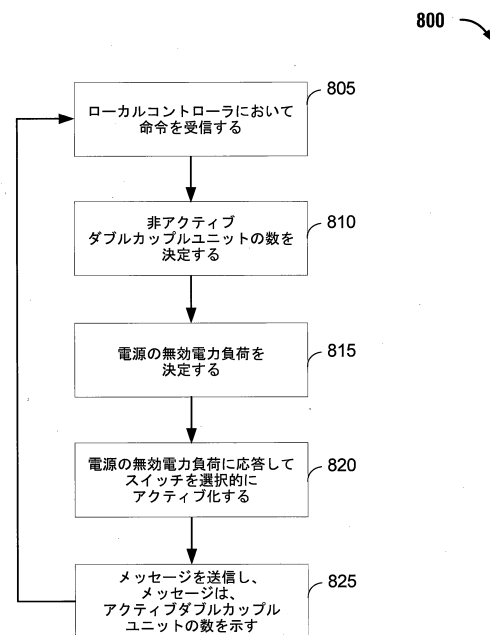
【図 6 C】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I			
B 6 0 L	50/40	(2019.01)	B 6 0 M	7/00	X
B 6 0 L	50/50	(2019.01)	B 6 0 L	11/18	C
B 6 0 L	53/00	(2019.01)	B 6 0 L	5/00	B
B 6 0 L	55/00	(2019.01)			
B 6 0 L	58/00	(2019.01)			
B 6 0 L	5/00	(2006.01)			

- (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 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
- (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

審査官 赤穂 嘉紀

- (56)参考文献 特表2 0 1 3 - 5 0 1 6 6 5 (J P , A)
国際公開第2 0 1 4 / 0 0 7 6 5 6 (WO , A 1)
特開平0 7 - 2 2 7 0 0 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 M | 7 / 0 0 |
| B 6 0 L | 1 / 0 0 - 1 3 / 0 0 |
| B 6 0 L | 1 5 / 0 0 - 1 5 / 4 2 |
| B 6 0 L | 5 0 / 0 0 - 5 8 / 4 0 |