

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6490585号  
(P6490585)

(45) 発行日 平成31年3月27日(2019.3.27)

(24) 登録日 平成31年3月8日(2019.3.8)

(51) Int.Cl.	F 1
HO 1 F 38/14 (2006.01)	HO 1 F 38/14
HO 2 J 50/10 (2016.01)	HO 2 J 50/10
HO 2 J 50/40 (2016.01)	HO 2 J 50/40
HO 2 J 7/00 (2006.01)	HO 2 J 7/00 301 D
	HO 2 J 7/00 P

請求項の数 13 (全 42 頁)

(21) 出願番号	特願2015-540686 (P2015-540686)
(86) (22) 出願日	平成25年10月15日 (2013.10.15)
(65) 公表番号	特表2016-504755 (P2016-504755A)
(43) 公表日	平成28年2月12日 (2016.2.12)
(86) 国際出願番号	PCT/US2013/064957
(87) 国際公開番号	W02014/070443
(87) 国際公開日	平成26年5月8日 (2014.5.8)
審査請求日	平成28年9月28日 (2016.9.28)
(31) 優先権主張番号	61/722,077
(32) 優先日	平成24年11月2日 (2012.11.2)
(33) 優先権主張国	米国(US)
(31) 優先権主張番号	13/786,231
(32) 優先日	平成25年3月5日 (2013.3.5)
(33) 優先権主張国	米国(US)

(73) 特許権者	507364838 クアルコム、インコーポレイテッド アメリカ合衆国 カリフォルニア 921 21 サンディエゴ モアハウス ドラ イブ 5775
(74) 代理人	100108453 弁理士 村山 靖彦
(74) 代理人	100163522 弁理士 黒田 晋平
(72) 発明者	ハンス・ピーター・ウィドマー 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】低電磁放射用のワイヤレス電力伝達システム内のコイル配列

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

電力をワイヤレスに伝達するための装置であって、  
 ベースパッドによって発生された磁場を介して電力をワイヤレスに受信するように構成された略長方形の第1の導電性構造であって、それぞれ第1のエリアおよび第2のエリアを囲む第1のループおよび第2のループを備え、前記第1のループが第1の下面を有し、前記第2のループが第2の下面を有し、前記第1の下面と前記第2の下面が実質的に同一平面上にあり、第1の導電性構造が、前記第1の導電性構造の略長方形の長辺方向に沿った第1の形状線と各々が交差する第1の縁部および第2の縁部を有する、第1の導電性構造と、

前記第1の導電性構造と略長方形の磁性材料との間に配置され、前記ベースパッドによつて発生された磁場を介して電力をワイヤレスに受信するように構成された、略長方形の第2の導電性構造であって、第3のエリアを囲む第3のループを備え、前記第2の導電性構造の略長方形の長辺が、少なくとも前記第1の導電性構造の前記第1の縁部と前記第2の縁部との間の前記第1の形状線に沿った距離に等しい、第2の導電性構造とを備え、

前記第1の導電性構造の略長方形の長辺は、前記第2の導電性構造の略長方形の長辺に実質的に平行に配置されており、

前記第1および第2の導電性構造の略長方形の長辺が、ベースパッドの略長方形の長辺に実質的に垂直に配置されるとき、前記第1および第2の導電性構造は前記磁場を介して

電力をワイヤレスに受信するように構成されている、装置。

**【請求項 2】**

前記第1の導電性構造および前記第2の導電性構造が、前記磁場を発生させるように構成されたベースパッドの上に配置されるように構成され、前記ベースパッドは、前記第1の導電性構造および前記第2の導電性構造が前記ベースパッドの上に配置されたとき、前記第1の形状線と直交する前記ベースパッドの略長方形の長辺に沿った第2の形状線を有する、請求項1に記載の装置。

**【請求項 3】**

前記磁性材料、第1の導電性構造、および第2の導電性構造によって画定された第1の長方形が、短辺 c および長辺 c + d を有し、c 割る d が c + d 割る c に実質的に等しい、  
請求項1に記載の装置。 10

**【請求項 4】**

前記ベースパッドによって形成された第2の長方形が、短辺 a および長辺 a + b を有し、a 割る b が a + b 割る a に実質的に等しい、請求項2に記載の装置。

**【請求項 5】**

前記第1および第2の導電性構造が、前記第1および第2の導電性構造の表面エリアをカバーする幾何学的長方形の中心に位置する第1の中心点を画定し、前記ベースパッドが、前記ベースパッドの前記表面エリアをカバーする幾何学的長方形の中心に位置する第2の中心点を画定し、前記第1の中心点と前記第2の中心点との間のオフセット距離を含み、そこでの結合量がしきい値を上回る点のセットが、略長方形の領域を画定し、前記結合量が、前記第1の導電性構造と前記ベースパッドとの間の結合を測定する第1の結合係数および前記第2の導電性構造と前記ベースパッドとの間の結合を測定する第2の結合係数から導出された値によって、少なくとも部分的に定義される、請求項2に記載の装置。 20

**【請求項 6】**

前記ベースパッドが、第4のエリアを画定するループを備え、前記略長方形の領域の長辺は、前記第4のエリアの前記第2の形状線に沿った長さと前記第3のエリアの前記第2の形状線に沿った長さとの間の差分に等しい、請求項5に記載の装置。

**【請求項 7】**

前記ベースパッドの前記ループは、外縁および内縁を有しており、前記略長方形の領域の短辺が、前記第2の形状線に沿った前記ベースパッドの前記ループの一側における前記外縁と前記内縁との間の第1の中心点と、前記第2の形状線に沿った前記ベースパッドの前記ループの他側における前記外縁と前記内縁との間の第2の中心点との間の距離に等しい、請求項6に記載の装置。 30

**【請求項 8】**

前記第1の導電性構造が、  
前記第1のエリアおよび前記第2のエリアを囲むように巻き付けられた第1のコイル、  
または

前記第1のエリアを囲むように巻き付けられた第2のコイルおよび前記第2のエリアを囲むように巻き付けられた第3のコイル  
を備える、請求項1に記載の装置。 40

**【請求項 9】**

前記第1および第2の導電性構造に結合され、前記第1および第2の導電性構造を介して受信された前記電力の組合せに少なくとも部分的に基づいて、電気車両に電力供給または充電するように構成された、受信回路をさらに備える、請求項1に記載の装置。

**【請求項 10】**

前記第1および第2の導電性構造の各々と送信機導電性構造との間の結合量を示す測定値を受信するように構成されたコントローラをさらに備え、前記コントローラが、前記結合量に基づいて前記第1または第2の導電性構造を選択的に非アクティブ化するように構成された、請求項1に記載の装置。

**【請求項 11】**

10

20

30

40

50

前記装置が、前記第1および第2の導電性構造の各々と送信機導電性構造との間の結合量を検出するように構成され、前記結合量に基づいて前記第1および第2の導電性構造内の電流の振幅または位相のうちの少なくとも1つを制御するように構成された、コントローラをさらに備える、請求項1に記載の装置。

【請求項12】

前記コントローラが、前記電流の前記振幅または前記位相のうちの少なくとも1つを制御して、電磁放射のレベルをしきい値未満に維持するように構成された、請求項1\_1に記載の装置。

【請求項13】

電力をワイヤレスに伝達する方法であって、

10

略長方形のベースパッドによって発生された磁場を介して略長方形の第1の導電性構造を介して電力をワイヤレスに受信するステップであって、前記第1の導電性構造が、それぞれ第1のエリアおよび第2のエリアを囲む第1のループおよび第2のループを備え、前記第1のループが第1の下面を有し、前記第2のループが第2の下面を有し、前記第1の下面と前記第2の下面が実質的に同一平面上にあり、前記第1の導電性構造が、前記第1の導電性構造の略長方形の長辺方向に沿った形状線と各々が交差する、第1の縁部および第2の縁部を有する、ステップと、

前記第1の導電性構造と略長方形の磁性材料との間に配置された略長方形の第2の導電性構造を介して、ベースパッドによって発生された電力をワイヤレスに受信するステップであって、前記第2の導電性構造が第3のエリアを囲み、前記第2の導電性構造の略長方形の長辺が、少なくとも前記第1の導電性構造の前記第1の縁部と前記第2の縁部との間の前記形状線に沿った距離に等しい、ステップと

20

を含み、

前記第1の導電性構造の略長方形の長辺は、前記第2の導電性構造の略長方形の長辺に実質的に平行に、およびベースパッドの略長方形の長辺に実質的に垂直に配置される、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、一般にワイヤレス電力伝達に関し、より詳細には、バッテリを含む車両などのリモートシステムへのワイヤレス電力伝達に関するデバイス、システム、および方法に関する。より詳細には、本開示は、ワイヤレス電力伝達システム内の誘導コイル用のコイル配列に関する。

30

【背景技術】

【0002】

バッテリなどのエネルギー蓄積デバイスから受信された電気から導出された運動力を含む、車両などのリモートシステムが導入されている。たとえば、ハイブリッド電気車両は、車両を充電するために、車両のブレーキおよび従来型モータからの電力を使用するオンボード充電器を含む。電気のみの車両は、一般に、他の供給源からバッテリを充電するための電気を受信する。バッテリ式電気車両（電気車両）は、家庭用または商用の交流（AC）供給源などの何らかのタイプの有線ACを通して充電されるように提案されることが多い。有線充電接続は、電源に物理的に接続されているケーブルまたは他の同様のコネクタを必要とする。ケーブルおよび同様のコネクタは、時々不便であるか、または扱いにくく、かつ他の欠点を有する場合がある。電気車両を充電するために使用されるよう（たとえば、ワイヤレス場を介して）自由空間内で電力を伝達することができる。したがって、電気車両を充電するための電力を効率的かつ安全に伝達するワイヤレス充電システムおよびワイヤレス充電方法が必要である。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

50

**【0003】**

【特許文献1】PCT公報第WO2010/090539号

【特許文献2】米国公報第US2010/0109604号

**【発明の概要】****【課題を解決するための手段】****【0004】**

添付の特許請求の範囲内のシステム、方法、およびデバイスの様々な実装形態は、各々いくつかの態様を有し、それらのどの態様も、本明細書に記載される望ましい属性に単独で関与することはない。添付の特許請求の範囲を限定することなく、本明細書においていくつかの顕著な特徴が記載される。

10

**【0005】**

本明細書に記載される主題の1つまたは複数の実装形態の詳細が、下記の添付の図面および発明を実施するための形態において説明される。他の特徴、態様、および利点は、発明を実施するための形態、図面、および特許請求の範囲から明らかになる。以下の図の相対的な寸法は、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。

**【0006】**

本開示に記載される主題の一態様は、電力をワイヤレスに伝達するための装置を提供する。装置は、磁場を介して、電力をワイヤレスに受信するように構成された第1の導電性構造を含む。第1の導電性構造は、幅よりも大きい長さを有する。第1の導電性構造は、それぞれ第1のエリアおよび第2のエリアを囲む、第1のループおよび第2のループを含む。第1のループは第1の下面を有し、第2のループは第2の下面を有し、第1の下面と第2の下面是実質的に同一平面上にある。第1の導電性構造は、第1の導電性構造の長さに沿った第1の形状線(geometric line)と各々が交差する、第1の縁部および第2の縁部を有する。装置は、第1の導電性構造と磁性材料との間に配置され、磁場を介して電力をワイヤレスに受信するように構成された第2の導電性構造をさらに含む。第2の導電性構造は、第3のエリアを囲む第3のループを含む。第2の導電性構造は、幅よりも大きい長さを有する。第2の導電性構造の長さは、少なくとも第1の導電性構造の第1の縁部と第2の縁部との間の第1の形状線に沿った距離に実質的に等しい。

20

**【0007】**

本開示に記載される主題の別の態様は、電力をワイヤレスに通信する方法の実装形態を提供する。方法は、磁場を介して、第1の導電性構造を介して電力をワイヤレスに受信することを含む。第1の導電性構造は、幅よりも大きい長さを有する。第1の導電性構造は、それぞれ第1のエリアおよび第2のエリアを囲む、第1のループおよび第2のループを含む。第1のループは第1の下面を有し、第2のループは第2の下面を有し、第1の下面と第2の下面是実質的に同一平面上にある。第1の導電性構造は、第1の導電性構造の長さに沿った形状線と各々が交差する、第1の縁部および第2の縁部を有する。方法は、第1の導電性構造と磁性材料との間に配置された第2の導電性構造を介して、電力をワイヤレスに受信することをさらに含む。第2の導電性構造は、第3のエリアを囲む。第2の導電性構造は、幅よりも大きい長さを有する。第2の導電性構造の長さは、少なくとも第1の導電性構造の第1の縁部と第2の縁部との間の形状線に沿った距離に実質的に等しい。

30

**【0008】**

本開示に記載される主題のさらに別の態様は、電力をワイヤレスに伝達するための装置を提供する。装置は、磁場を介して、電力をワイヤレスに受信するための第1の手段を含む。第1の受信手段は、幅よりも大きい長さを有する。第1の受信手段は、それぞれ第1のエリアおよび第2のエリアを囲む、第1のループおよび第2のループを含む。第1のループは第1の下面を有し、第2のループは第2の下面を有し、第1の下面と第2の下面是実質的に同一平面上にある。第1の受信手段は、第1の受信手段の長さに沿った形状線と各々が交差する、第1の縁部および第2の縁部を有する。装置は、第1の受信手段と磁性材料との間に配置された磁場を介して、電力をワイヤレスに受信するための第2の手段をさらに含む。第2の受信手段は、第3のエリアを囲む。第2の受信手段は、幅よりも大き

40

50

い長さを有する。第2の受信手段の長さは、少なくとも第1の受信手段の第1の縁部と第2の縁部との間の形状線に沿った距離に実質的に等しい。

#### 【0009】

本開示に記載される主題の別の態様は、電力をワイヤレスに伝達するための装置を提供する。装置は、時変信号を出力するように構成された送信回路を含む。装置は、時変信号を受信し、受信機デバイスに電力供給または充電するための電力をワイヤレスに伝達するのに十分なレベルで電磁場を発生させるように構成された、導電性構造をさらに含む。導電性構造は、幅aおよび長さa+bを有する長方形の形状因子を有し、a割るbは、a+b割るaに実質的に等しい。

#### 【0010】

本開示に記載される主題の別の態様は、電力をワイヤレスに伝達する方法の実装形態を提供する。方法は、送信回路から時変信号を出力することを含む。方法は、時変信号を受信することと、導電性構造で受信機デバイスに電力供給または充電するための電力をワイヤレスに伝達するのに十分なレベルで電磁場を発生させることとをさらに含み、導電性構造は、幅aおよび長さa+bを有する長方形の形状因子を有し、a割るbは、a+b割るaに実質的に等しい。

10

#### 【0011】

本開示に記載される主題の別の態様は、電力をワイヤレスに伝達する装置を提供する。装置は、時変信号を出力するための手段を含む。装置は、時変信号に基づいて電磁場を発生させるための手段をさらに含む。電磁場は、受信機デバイスに電力供給または充電するための電力をワイヤレスに伝達するのに十分なレベルにある。発生手段は、幅aおよび長さa+bを有する長方形の形状因子を有し、a割るbは、a+b割るaに実質的に等しい。

20

#### 【0012】

本開示に記載される主題の別の態様は、電力をワイヤレスに伝達するための装置を提供する。装置は、負荷に電力供給または充電するのに十分なレベルにある第1の電磁場を介して、電力をワイヤレスに送信または受信するように構成された、第1の導電性構造を含む。第1の導電性構造は、第1のエリアを囲む第1のループを含む。装置は、負荷に電力供給または充電するのに十分なレベルにある第2の電磁場を介して、電力をワイヤレスに送信または受信するように構成された、第2の導電性構造をさらに含む。第2の導電性構造は、第1のエリアの内部に配置され、第1の導電性構造と実質的に同一平面上にある。第2の導電性構造は、それぞれ第2のエリアおよび第3のエリアを囲む、第2のループおよび第3のループを含む。第2のループは第2の下面を有し、第3のループは第3の下面を有し、第2の下面と第3の下面是実質的に同一平面上にある。

30

#### 【0013】

本開示に記載される主題の別の態様は、電力をワイヤレスに伝達する方法の実装形態を提供する。方法は、負荷に電力供給または充電するのに十分なレベルにある第1の電磁場を介して、第1の導電性構造で電力をワイヤレスに送信または受信することを含む。第1の導電性構造は、第1のエリアを囲む第1のループを含む。方法は、負荷に電力供給または充電するのに十分なレベルにある第2の電磁場を介して、第2の導電性構造で電力をワイヤレスに送信または受信することをさらに含む。第2の導電性構造は、第1のエリアの内部に配置され、第1の導電性構造と実質的に同一平面上にある。第2の導電性構造は、それぞれ第2のエリアおよび第3のエリアを囲む、第2のループおよび第3のループを含む。第2のループは第2の下面を有し、第3のループは第3の下面を有し、第2の下面と第3の下面是実質的に同一平面上にある。

40

#### 【0014】

本開示に記載される主題の別の態様は、電力をワイヤレスに伝達するための装置を提供する。装置は、負荷に電力供給または充電するのに十分なレベルにある第1の電磁場を介して、電力をワイヤレスに送信または受信するための第1の手段を含む。第1の手段は、第1のエリアを囲む第1のループを含む。装置は、負荷に電力供給または充電するのに十

50

分なレベルにある第2の電磁場を介して、電力をワイヤレスに送信または受信するための第2の手段をさらに含む。第2の手段は、第1のエリアの内部に配置され、第1の手段と実質的に同一平面上にある。第2の手段は、それぞれ第2のエリアおよび第3のエリアを囲む、第2のループおよび第3のループを含む。第2のループは第2の下面を有し、第3のループは第3の下面を有し、第2の下面と第3の下面是実質的に同一平面上にある。

**【図面の簡単な説明】**

**【0015】**

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

【図2】図1のワイヤレス電力伝達システムの例示的な構成要素の概略図である。

10

【図3】ベースパッドおよび車両パッドの例示的な実施形態を含む、誘導電力伝達システムの上面図および断面図である。

【図4】図3のパッドの実施形態による、 $x$ 方向および $y$ 方向の位置合わせオフセットの関数として、結合係数 $k$ の例示的な値を示すプロットである。

【図5】図3のパッドの実施形態による、 $x$ 方向および $y$ 方向のオフセットの関数として、1次電流変動の例示的な値を示すプロットである。

【図6】一実施形態による、ベースパッドの上に配列された車両パッドを含む、充電システムの斜視図である。

【図7】一実施形態による、ベースパッドおよび車両パッドの例示的な実施形態を含む、誘導電力伝達システムの上面図および断面図である。

20

【図8】図7のベースパッドおよび車両パッドについての位置合わせオフセットの関数としての1次電流変動の例示的な値のプロットである。

【図9】一実施形態による、ベースパッドおよび車両パッドを含む、例示的な誘導電力伝達システムの上面図および断面図である。

【図10】図7および図9のパッドによる、 $x$ 方向および $y$ 方向の位置合わせオフセットの関数として、結合係数 $k$ の例示的な値を示すプロットである。

【図11】図9のベースパッドおよび車両パッドの位置合わせオフセットの関数としての1次電流変動の例示的な値のプロットである。

【図12A】図9のパッドに応じて、QコイルおよびDDコイルについての例示的な電流フロー構成を示す、例示的なパッドの図である。

30

【図12B】図9のパッドに応じて、QコイルおよびDDコイルについての例示的な電流フロー構成を示す、例示的なパッドの図である。

【図12C】図9のパッドに応じて、QコイルおよびDDコイルについての例示的な電流フロー構成を示す、例示的なパッドの図である。

【図13】一実施形態による、ワイヤレス電力伝達パッドの例示的な実施形態の上面図および断面図である。

【図14】一実施形態による、別の例示的なワイヤレス電力伝達パッドの上面図および断面図である。

【図15A】一実施形態による、ベースパッドおよび車両パッドを含む、例示的な誘導電力伝達システムの上面図および断面図である。

40

【図15B】一実施形態による、誘導電力伝達システムで使用され得る、例示的な車両パッドの上面図および断面図である。

【図16】一実施形態による、ベースパッドおよび車両パッドを含む、別の例示的な誘導電力伝達システムの上面図および断面図である。

【図17】一実施形態による、選択された位置合わせの許容範囲を達成するために、ベースパッドおよび車両パッドの寸法決定用の情報を有する、図9の誘導電力伝達システムを示す図である。

【図18】図9の「方円形」ベースパッドの上の図9の車両パッドの位置合わせを示す図である。

【図19】一実施形態による、図9の例示的なベースパッドの上面図である。

50

【図20】一実施形態による、図9の例示的な車両パッドの上面図および断面図である。

【図21A】図20の車両パッドが図19のベースパッドの上に位置合わせされたときの、誘導電力伝達システムの位置合わせの許容範囲を示す図である。

【図21B】図20の車両パッドが図19のベースパッドの上に位置合わせされたときの、誘導電力伝達システムの位置合わせの許容範囲を示す図である。

【図22A】システムの水平方向の位置合わせの許容範囲を示す水平方向のオフセット( $y$ 方向)の関数としての、2つの異なる例示的なパッドの高さでの例示的な結合係数 $k$ のプロットである。

【図22B】システムの垂直方向の位置合わせの許容範囲を示す垂直方向のオフセット( $x$ 方向)の関数としての、2つの異なる例示的なパッドの高さでの例示的な結合係数 $k$ のプロットである。 10

【図23】図1のワイヤレス電力伝達システムの例示的なコア構成要素および補助構成要素を示す別の機能ブロック図である。

【図24】一実装形態による、電力をワイヤレスに伝達する方法の実装形態のフローチャートである。

【図25】例示的な実装形態による、ワイヤレス電力受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】

##### 【0016】

図面に示された様々な特徴は、縮尺通りに描かれていらない場合がある。したがって、明確にするために、様々な特徴の寸法は、恣意的に拡大または縮小されている場合がある。加えて、図面のいくつかは、所与のシステム、方法、またはデバイスのすべての構成要素を描写していない場合がある。最後に、本明細書および図の全体を通して、同様の特徴を示すために同様の参照番号が使用される場合がある。 20

##### 【0017】

添付の図面に関して下記に記載される発明を実施するための形態は、例示的な実施形態を説明するためのものであり、本発明を実践することができる唯一の実施形態を表すためのものではない。本説明全体にわたって使用される「例示的」という用語は、「例、実例、または例示としての働きをすること」を意味しており、必ずしも、他の例示的な実施態様よりも好ましいか、または有利であると解釈されるべきではない。発明を実施するための形態は、例示的な実施形態の完全な理解をもたらすための具体的な詳細を含んでいる。例示的な実施形態は、これらの具体的な詳細なしに実践され得ることが、当業者には明らかであろう。場合によっては、本明細書に提示される例示的な実施形態の新規性を曖昧にすることを回避するために、よく知られている構造およびデバイスがブロック図の形式で示されている。 30

##### 【0018】

電力をワイヤレスに伝達することは、物理的な導電体を使用することなく、電場、磁場、電磁場などに関連する任意の形態のエネルギーを送信機から受信機に伝達する(たとえば、電力は、自由空間を通じて伝達され得る)ことを指す場合がある。電力伝達を実現するために、ワイヤレス場(たとえば、磁場)内に出力された電力は、「受信コイル」によって受信、捕捉、または結合することができる。 40

##### 【0019】

本明細書では、リモートシステムを記載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、充電可能なエネルギー蓄積デバイス(たとえば、1つまたは複数の再充電可能な電気化学セルまたは他のタイプのバッテリ)から導出された電力を含む車両である。非限定的な例として、いくつかの電気車両は、電気モータ以外に、直接運動のための、または車両のバッテリを充電するための従来型内燃機関を含むハイブリッド電気車両であり得る。他の電気車両は、電力からすべての運動能力を引き出すことができる。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む場合がある。限定ではなく例として、リモートシステムは、本明細書では電気車両(EV)の形態で記載される。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 50

分的に電力供給され得る他のリモートシステム（たとえば、パーソナルコンピューティングデバイスなどの電子デバイス）も考えられる。

#### 【0020】

図1は、例示的な実施形態による、電気車両112を充電するための例示的なワイヤレス電力伝達システム100の図である。ワイヤレス電力伝達システム100により、電気車両112がベースワイヤレス充電システム102aの近くに駐車している間に、電気車両112の充電が可能になる。対応するベースワイヤレス充電システム102aおよび102bの上に駐車させるために、2台の電気自動車用のスペースが駐車エリア内に示されている。いくつかの実施形態では、ローカル配電センタ130は、電力バックボーン132に接続され、交流電流(AC)または直流電流(DC)の供給を、電力リンク110を介してベースワイヤレス充電システム102aに提供するように構成することができる。ベースワイヤレス充電システム102aはまた、電力をワイヤレスに伝達または受信するためのベースシステム誘導コイル104aを含む。電気車両112は、バッテリユニット118と、電気車両誘導コイル116と、電気車両ワイヤレス充電システム114とを含むことができる。電気車両誘導コイル116は、たとえば、ベースシステム誘導コイル104aによって発生した電磁場の領域を介して、ベースシステム誘導コイル104aと相互作用することができる。10

#### 【0021】

いくつかの例示的な実施形態では、ベースシステム誘導コイル104aによって発生したエネルギー場に電気車両誘導コイル116が位置するとき、電気車両誘導コイル116は電力を受信することができる。エネルギー場は、ベースシステム誘導コイル104aによって出力されたエネルギーが、電気車両誘導コイル116によって捕捉され得る領域に相当する。場合によっては、エネルギー場は、ベースシステム誘導コイル104aの「近距離場」に相当する場合がある。近距離場は、ベースシステム誘導コイル104aから遠くに電力を放射しない、ベースシステム誘導コイル104a内の電流および電荷からもたらされる、強い反応場が存在する領域に相当する場合がある。場合によっては、近距離場は、以下でさらに記載されるように、ベースシステム誘導コイル104aの波長の約1/2以内にある領域（反対に電気車両誘導コイル116の場合も同様）に相当する場合がある。20

#### 【0022】

ローカル配電センタ1130は、通信バックホール134を介して外部ソース（たとえば、電力網）と通信し、通信リンク108を介してベースワイヤレス充電システム102aと通信するように構成することができる。30

#### 【0023】

いくつかの実施形態では、単に運転手がベースシステム誘導コイル104aに対して電気車両112を正確に配置することによって、電気車両誘導コイル116は、ベースシステム誘導コイル104aと位置合わせすることができ、したがって、近距離場の領域内に配置することができる。他の実施形態では、ワイヤレス電力伝達のために電気車両112が適切に配置されたときを判断するために、運転手は、視覚的フィードバック、聴覚的フィードバック、またはそれらの組合せを与えられる場合がある。さらに他の実施形態では、電気車両112は、オートパイロットシステムによって配置することができ、オートパイロットシステムは、位置合わせ誤差が許容値に達するまで、電気車両112を（たとえば、ジグザグ運動で）前後に移動させることができる。これは、電気車両112が、車両を調整するためのサーボハンドル、超音波センサ、およびインテリジェンスを備える場合、運転手が介入することなく、または運転手が最小限の介入しか行わずに、電気車両112によって自動的かつ自律的に実行することができる。さらに他の実施形態では、電気車両誘導コイル116、ベースシステム誘導コイル104a、またはそれらの組合せは、誘導コイル116および104aを互いに対しても変位および移動させて、それらをより正確に方向合わせし、それらの間により効率的な結合を生じさせるための機能を有することができる。4050

## 【0024】

ベースワイヤレス充電システム 102a は、様々な場所に位置することができる。非限定的な例として、いくつかの適切な場所には、電気車両 112 の所有者の自宅の駐車エリア、従来のガソリンスタンドに倣った電気車両ワイヤレス充電用に確保された駐車エリア、ならびにショッピングセンタおよび職場などの他の場所の駐車場が含まれる。

## 【0025】

ワイヤレスに電気車両を充電することは、数々の利点をもたらすことができる。たとえば、充電は、自動的に、実質的に運転手の介入および操作なしに実行することができる、それによって、ユーザの利便性が向上する。露出した電気接点、および機械的摩耗をなくすこともでき、それによって、ワイヤレス電力伝達システム 100 の信頼性が向上する。10 ケーブルおよびコネクタを用いる操作を不要にすることができ、戸外の環境において湿気および水分にさらされる場合がある、ケーブル、プラグ、またはソケットをなくすことができ、それによって、安全性が向上する。見えるまたはアクセス可能なソケット、ケーブル、およびプラグをなくすこともでき、それによって、電力充電デバイスへの潜在的な破壊行為が減少する。さらに、電力網を安定させるために、電気車両 112 を分散蓄積デバイスとして使用することができるので、ピークルツーグリッド（V2G）動作のための車両の利用可能性を高めるために、ドッキングツーグリッドソリューションを使用することができる。

## 【0026】

図 1 を参照して記載されたワイヤレス電力伝達システム 100 は、美的で無害な利点をもたらすこともできる。たとえば、車両および / または歩行者の妨げになる場合がある、充電柱（charge column）および充電ケーブルをなくすことができる。20

## 【0027】

ピークルツーグリッド機能のさらなる説明として、ワイヤレス電力の送信機能および受信機能は、ベースワイヤレス充電システム 102a が電気車両 112 に電力を伝達するか、またはたとえばエネルギー不足の際に電気車両 112 がベースワイヤレス充電システム 102a に電力を伝達するように、互恵的に構成することができる。この機能は、過剰な需要または再生可能エネルギー生産（たとえば、風または太陽）の不足によって引き起こされるエネルギー不足の際に、電気車両が配電システム全体に電力を寄与することを可能にすることによって、配電網を安定させるために有用であり得る。30

## 【0028】

他の何らかの使用事例では、送信機デバイスと受信機デバイスとの位置合わせを改善するか、またはどの送信機デバイスが受信機デバイスに電力を伝達するのにふさわしく配置されているかを識別するプロセスの一環として、反対方向の電力フローは、少量にすぎない場合がある。

## 【0029】

したがって、「送信機」、「受信機」、「1 次」および「2 次」などの用語が、電源から電気車両に、すなわち送信機デバイスまたは 1 次デバイスから受信機デバイスまたは 2 次デバイスに電力を伝達するために使用されるときのワイヤレス電力伝達システムの構成要素の通常使用を指すために、本明細書で使用されることが理解されよう。したがって、「送信機」が電力を受信するために使用される場合もあり、「受信機」が電力を送信するために使用される場合もある。これらの用語の使用は、理解しやすいようにシステムのいくつかの構成要素の動作の通常の意味を参照しているが、そのような構成要素の任意の特定の動作に本発明を限定するものではない。40

## 【0030】

図 2 は、図 1 のワイヤレス電力伝達システム 100 の例示的な構成要素の概略図である。図 2 に示されたように、ワイヤレス電力伝達システム 200 は、インダクタンス L<sub>1</sub> を有するベースシステム誘導コイル 204 を含むベースシステム送信回路 206 を含むことができる。ワイヤレス電力伝達システム 200 は、インダクタンス L<sub>2</sub> を有する電気車両誘導コイル 216 を含む電気車両受信回路 222 をさらに含む。本明細書に記載される実50

施形態は、1次構造（送信機）と2次構造（受信機）の両方が共通の共振周波数に同調されている場合、磁気または電磁気の近距離場を介して1次構造から2次構造にエネルギーを効率的に結合することが可能な共振構造を形成する、容量装荷ワイヤループ（すなわち、多巻きコイル）を使用することができる。

#### 【0031】

共振周波数は、上述された誘導コイル（たとえば、ベースシステム誘導コイル204）を含む送信回路のインダクタンスおよびキャパシタンスに基づく場合がある。図2に示されたように、インダクタンスは、一般に誘導コイルのインダクタンスであり得るし、一方キャパシタンスは、所望の共振周波数で共振構造を作成するために誘導コイルに追加される場合がある。非限定的な例として、キャパシタが、電磁場を発生させる共振回路（たとえば、ベースシステム送信回路206）を作成するために誘導コイルに追加されるか、または誘導コイルと統合され、誘導コイルと直列に配列される場合がある。したがって、より大きい直径の誘導コイルの場合、共振を誘起するためのキャパシタンスの値は、コイルの直径またはインダクタンスが増加するにつれて減少する場合がある。インダクタンスはまた、誘導コイルの巻数に依存する場合がある。さらに、誘導コイルの直径が増大するにつれて、近距離場の効率的なエネルギー伝達面積が増大する場合がある。他の共振回路も考えられる。別の非限定的な例として、キャパシタは、誘導コイル（たとえば、並列共振回路）の2つの端子間に並列に配置される場合がある。さらに、誘導コイルは、誘導コイルの共振を改善するための高品質（Q）因子を有するように設計される場合がある。

#### 【0032】

コイルは、電気車両誘導コイル216およびベースシステム誘導コイル204に使用することができる。エネルギーを結合するために共振構造を使用することは、「磁気結合共振」、「電磁結合共振」、および／または「共振誘導」と呼ばれる場合がある。ワイヤレス電力伝達システム200の動作は、ベースワイヤレス電力充電システム202から電気車両112への電力伝達に基づいて記載されるが、これに限定されない。たとえば、上記で説明されたように、電気車両112は、ベースワイヤレス充電システム102aに電力を伝達することができる。

#### 【0033】

図2を参照すると、電源208（たとえば、ACまたはDC）は、ベースワイヤレス電力充電システム202に電力P<sub>SDC</sub>を供給して、電気車両112にエネルギーを伝達する。ベースワイヤレス電力充電システム202は、ベース充電システム電力変換器236を含む。ベース充電システム電力変換器236は、標準的な幹線AC電力から適切な電圧レベルのDC電力に電力を変換するように構成されたAC/DC変換器、およびワイヤレス高電力伝達に適した動作周波数の電力にDC電力を変換するように構成されたDC/低周波数（LF）変換器などの回路を含む場合がある。ベース充電システム電力変換器236は、ベース充電システム同調回路205を含む、ベースシステム送信回路206に電力P<sub>1</sub>を供給する。所望の周波数でベースシステム誘導コイル204との共振回路を形成するために、ベース充電システム同調回路205が提供される場合がある。同調回路205は、ベースシステム誘導コイル204に結合された1つまたは複数の反応性同調構成要素（たとえば、1つまたは複数のキャパシタ）を含む場合がある。反応性同調構成要素は、ベースシステム誘導コイル204と直列構成もしくは並列構成で、または直列構成と並列構成の任意の組合せで、電気的に接続される場合がある。

#### 【0034】

ベースシステム誘導コイル204を含むベースシステム送信回路206と、電気車両誘導コイル216を含む電気車両受信回路222とは、実質的に同じ周波数に同調することができるし、ベースシステム誘導コイル204および電気車両誘導コイル216のうちの1つによって送出された電磁場の近距離場内に配置することができる。この場合、電気車両充電システム同調回路221および電気車両誘導コイル216を含む電気車両受信回路222に電力が伝達され得るように、ベースシステム誘導コイル204および電気車両誘導コイル216は、互いに結合されるようになることができる。電気車両充電システム同

10

20

30

40

50

調回路 221 は、所望の周波数で電気車両誘導コイル 216 との共振回路を形成するためには提供される場合がある。同調回路 221 は、電気車両誘導コイル 216 に結合された 1 つまたは複数の反応性同調構成要素（たとえば、1 つまたは複数のキャパシタ）を含む場合がある。反応性同調構成要素は、電気車両誘導コイル 216 と直列構成もしくは並列構成で、または直列構成と並列構成の任意の組合せで電気的に接続される場合がある。コイル分離で生じる相互結合係数は、要素  $k(d)$  によって表される。等価抵抗  $R_{eq,1}$  および  $R_{eq,2}$  は、誘導コイル 204 および 216、ならびに、いくつかの実施形態では、それぞれベース充電システム同調回路 205 および電気車両充電システム同調回路 221 において提供され得る任意の逆リアクタンスキャパシタに固有であり得る損失を表す。  
電気車両誘導コイル 216 および電気車両充電システム同調回路 221 を含む電気車両受信回路 222 は、電力  $P_2$  を受信し、電気車両充電システム 214 の電気車両電力変換器 238 に電力  $P_2$  を供給する。

#### 【0035】

電気車両電力変換器 238 は、とりわけ、電気車両バッテリユニット 218 の電圧レベルに整合する電圧レベルの DC 電力に戻す形で動作周波数の電力を変換するように構成された LF / DC 変換器を含む場合がある。電気車両電力変換器 238 は、変換された電力  $P_{LCD}$  を供給して、電気車両バッテリユニット 218 を充電することができる。電源 208、ベース充電システム電力変換器 236、およびベースシステム誘導コイル 204 は、上記で説明された様々な場所に固定され、位置する場合がある。バッテリユニット 218、電気車両電力変換器 238、および電気車両誘導コイル 216 は、電気車両 112 の一部またはバッテリパック（図示せず）の一部である電気車両充電システム 214 に含まれる場合がある。電気車両充電システム 214 はまた、電気車両誘導コイル 216 を通してベースワイヤレス電力充電システム 202 に電力をワイヤレスに供給して、グリッドに電力を戻すように構成することができる。電気車両誘導コイル 216 およびベースシステム誘導コイル 204 の各々は、動作モードに基づいて送信誘導コイルまたは受信誘導コイルとしての働きをすることができる。

#### 【0036】

簡単のために、上記の説明および図 2 のブロック図は、单一チャネルのワイヤレス電力送信機および单一チャネルのワイヤレス電力受信機に限定されており、单一の 1 次誘導コイルを駆動する单一の電力ソースが存在し、单一の電力シンク、たとえば整流器に電力を送達する单一の 2 次誘導コイル（ピックアップ）が存在することを意味することが理解されよう。しかしながら、ワイヤレス電力伝達システム 200 は、複数の 1 次誘導コイルを駆動する複数の（集約された）電力ソース、および複数の電力シンク（たとえば、整流器）に電力を送達する複数の 2 次誘導コイルから構成されるマルチチャネルタイプのシステムであり得る。二重チャネル構成は、本明細書に記載されるいくつかの実施形態により、コイル配列を使用するシステムを動作するために使用される場合がある。

#### 【0037】

図示されていないが、ワイヤレス電力伝達システム 200 は、電気車両バッテリユニット 218 または電源 208 をワイヤレス電力伝達システム 200 から安全に切断する負荷切断ユニット（LDU）を含む場合がある。たとえば、緊急事態またはシステム障害の場合、LDU は、ワイヤレス電力伝達システム 200 から負荷を切断するようにトリガされる場合がある。LDU は、バッテリへの充電を管理するためのバッテリ管理システムに加えて提供される場合があるか、またはバッテリ管理システムの一部であり得る。

#### 【0038】

さらに、電気車両充電システム 214 は、電気車両誘導コイル 216 を電気車両電力変換器 238 との間で選択的に接続および切断するための切替回路（図示せず）を含む場合がある。電気車両誘導コイル 216 を切断すると、充電を一時停止することができ、（送信機としての働きをする）ベースワイヤレス充電システム 202 によって「見られる」ように「負荷」を調整することもでき、これをを利用して、（受信機としての働きをする）電気車両充電システム 214 をベースワイヤレス充電システム 202 から分離することができます。

10

20

30

40

50

きる。送信機が負荷感知回路を含む場合、負荷変動を検出することができる。したがって、ベースワイヤレス充電システム 202 などの送信機は、電気車両充電システム 214 などの受信機が、ベースシステム誘導コイル 204 の近距離場に存在するときを判断するための機構を有することができる。

#### 【0039】

上述されたように、動作中、車両またはバッテリに向けてのエネルギー伝達を仮定すると、ベースシステム誘導コイル 204 がエネルギー伝達を提供するための場を発生させるように、電源 208 から入力電力が供給される。電気車両誘導コイル 216 は電磁場に結合し、電気車両 112 による蓄積または消費のための出力電力を生成する。上述されたように、いくつかの実施形態では、電気車両誘導コイル 216 の共振周波数およびベースシステム誘導コイル 204 の共振周波数が非常に近くなるか、または実質的に同じになるような相互共振関係に従って、ベースシステム誘導コイル 204 および電気車両誘導コイル 216 は構成される。電気車両誘導コイル 216 がベースシステム誘導コイル 204 の近距離場に位置するとき、ベースワイヤレス電力充電システム 202 と電気車両充電システム 214との間の送電損失は最小である。10

#### 【0040】

上述のように、効率的なエネルギー伝達は、電磁波内のエネルギーの大部分を遠距離場に伝播するのではなく、送信誘導コイルの近距離場内のエネルギーの大部分を受信誘導コイルに結合することによって行われる。この近距離場にあるとき、送信誘導コイルと受信誘導コイルとの間に結合モードが確立され得る。この近距離場結合が発生できる誘導コイルの周りのエリアは、本明細書では近距離場結合モード領域と呼ばれる。20

#### 【0041】

上記で説明されたように、送信機と受信機との間のエネルギーの効率的な伝達は、送信機と受信機との間の整合された共振またはほぼ整合された共振の間に行われる。しかしながら、送信機と受信機との間の共振が整合されていないときでも、効率を下げておよび/または電力を下げてエネルギーを伝達することができる。エネルギーの伝達は、送信誘導コイルから自由空間にエネルギーを伝播するのではなく、送信誘導コイルの近距離場からのエネルギーを、この近距離場が確立された領域内（たとえば、共振周波数の所定の周波数範囲内または近距離場領域の所定の距離内）に存在する受信誘導コイルに結合することによって行われる。30

#### 【0042】

上述されたように、いくつかの実施形態によれば、互いの近距離場にある 2 つの誘導コイルの間の電力を結合することが開示される。上述されたように、近距離場は、電磁場が存在する誘導コイルの周りの領域に対応する場合があるが、誘導コイルから離れて伝播または放射しない場合がある。近距離場結合モード領域は、通常は波長のごく一部の中にある、誘導コイルの物理容積に近い容積に相当する場合がある。いくつかの実施形態によれば、1 回巻きループアンテナまたは多巻きループアンテナなどの電磁誘導コイルは、送信と受信の両方に使用され、その理由は、実際の実施形態における磁気近距離場振幅が、電気タイプのアンテナ（たとえば、小さいダイポール）の電気近距離場と比較して、磁気タイプのコイルの場合に高い傾向があるためである。これにより、ペア間の潜在的により高い結合が可能になる。さらに、「電気」アンテナ（たとえば、ダイポールおよびモノポール）または磁気アンテナと電気アンテナの組合せが使用される場合がある。本明細書では、「コイル」という用語は、すべてが単一の中心点に巻き付く導電性材料のいくつかの巻を有する導電性構造の意味で使用される場合がある。「コイル配列」という用語は、いくつかの「コイル」を備える場合がある導電性材料の任意の巻線配列を意味するために使用される。いくつかの例示的な実施形態では、リツツ線は、コイル配列を形成するために使用される場合がある。40

#### 【0043】

図示されていないが、ベース充電システム電力変換器 236 および電気車両電力変換器 238 は、両方とも、発振器、電力増幅器などのドライバ回路、フィルタ、およびワイヤ50

レス電力誘導コイルと効率的に結合するための整合回路を含む場合がある。発振器は、調整信号に応答して調整され得る所望の周波数を生成するように構成することができる。発振器信号は、電力増幅器によって、制御信号に応答する増幅量で増幅することができる。フィルタおよび整合回路は、高調波または他の不要な周波数をフィルタ除去し、電力変換モジュールのインピーダンスをワイヤレス電力誘導コイルに整合させるために含まれる場合がある。電力変換器 236 および 238 は、適切な電力出力を発生させてバッテリを充電するために、整流器および切替回路を含むこともできる。

#### 【0044】

開示された実施形態の全体にわたって記載された電気車両誘導コイル 216 およびベースシステム誘導コイル 204 は、「ループ」アンテナ、より具体的には、多巻きループアンテナと呼ばれるか、またはそのように構成される場合がある。誘導コイル 204 および 216 は、本明細書では「磁気」アンテナと呼ばれるか、またはそのように構成される場合もある。コイルは、電力をワイヤレスに出力または受信するように構成されたタイプの「アンテナ」と呼ばれる場合もある。ループ(たとえば、多巻きループ)アンテナは、空芯、またはフェライトコアなどの物理コアを含むように構成することができる。空芯ループアンテナにより、コアエリア内に他の構成要素を配置することが可能になる場合がある。強磁性材料またはフェリ磁性材料を含む物理コアアンテナにより、より強い電磁場の発生および結合の改善が可能になる場合がある。

#### 【0045】

図 1 および図 2 を参照して部分的に記載された誘導電力伝達(IPT)システムは、エネルギーのワイヤレス伝達の一例を提供する。IPT では、1 次(または「送信機」)電力デバイスが、2 次(または「受信機」)電力受信機デバイスに電力を送信する。送信機電力デバイスおよび受信機電力デバイスの各々は、インダクタ、通常、電流伝達媒体のコイルまたは巻線の配列を含む。1 次インダクタ内の交流電流は、交流磁場を発生させる。2 次インダクタが 1 次インダクタに近接して配置されたとき、交流磁場は 2 次インダクタ内に起電力(EMF)を誘起し、それによって 2 次電力受信機デバイスに電力を伝達する。

#### 【0046】

図 3 は、ベースパッド 302 および車両パッド 314 の例示的な実施形態を含む、誘導電力伝達システム 300 の上面図および断面図である。電気車両およびプラグインハイブリッド車両の IPT システムでは、1 次電力デバイスは地上に位置する場合があり、「ベース」デバイスまたはベースパッド 302 として知られる場合がある。一様では、ベースパッド 302 は、図 1 および図 2 を参照して上述されたベースシステム誘導コイル 104 を含む、ベースワイヤレス充電システム 102a に対応する場合がある。2 次電力デバイスは電気車両に位置する場合があり、「ピックアップ」デバイスまたは車両パッド 314 として知られる場合がある。一様では、車両パッド 314 は、図 1 および図 2 を参照して上述された電気車両誘導コイル 116 を含む、電気車両ワイヤレス充電システム 114 に対応する場合がある。これらのデバイスは、地上から車両 112(図 1)に電力を送信するために使用される。

#### 【0047】

ベースパッド 302 は、上述されたように電力伝達を実現するための交流磁場を発生するように構成された、1 次コイル 304 を含む。ベースパッド 302 は、磁性材料 350(たとえば、フェライト構造)および導電性背面板 360 をさらに含む。磁性材料 350 は、コイル 304 と導電性背面板 360 との間に配置される。車両パッド 314 は、電力が負荷(図示せず)に供給され得るように、1 次コイル 304 によって発生した磁場に応答して電流を発生させるように構成された、2 次コイル 316 を含む。車両パッド 314 は、コイル 316 と導電性背面板 362 との間に配置され磁性材料 352 をさらに含む。IPT システムは、図 1 もしくは図 2 に示された、または場合によっては下記に記載される構成要素のうちの 1 つまたは複数をさらに含む場合があることを諒解されたい。

#### 【0048】

10

20

30

40

50

以下の説明では、ベースパッド 302 が地上に位置し、車両パッド 314 が車両 112 の底（基部）、たとえば車両 112 の中心に取り付けられて最大距離を実現し、磁場にさらされることから人々を保護すると仮定する。その上、いくつかの実施形態によれば、ベースパッド 302 と車両パッド 314 の両方は、水平方向（ $x$  寸法、 $y$  寸法）に展開し、垂直（ $z$ ）寸法に低い高さ（断面）を有する、実質的に平面の構造である。

#### 【0049】

IPT システム 300 はまた、電力が他の方向、すなわち車両からグリッド（V2G）に伝達されるモードで機能することが可能であり得る。このモードでは、車両パッド 314 がベース内で起電力（EMF）を誘起するので、車両パッド 314 は技術的に言えば 1 次デバイスであり、ベースパッド 302 は 2 次デバイスである。これにより、電気車両バッテリ 118（図 1）に蓄積された電力が、商用電源網（mains electric grid）に戻されることが可能になる場合がある。  
10

#### 【0050】

電気車両 IPT システム 300 では、縦方向（すなわち、車両 112 に対して前方／後方）および逆方向（すなわち、左右）の許容範囲が望ましい。様々な状況では、縦方向または逆方向における位置ずれに対するより大きい程度の許容範囲を有することが有益であり得る。したがって、電気車両 IPT システム 300 が特定の状況の要件に適合する、許容範囲における柔軟性を有することが望ましい。

#### 【0051】

PCT 公報第 WO 2010 / 090539 号は、通常地上に配置された、ベース（通常は 1 次）コイル配列が、フェライトなどの高い磁気透過性の材料から形成されたコアの上に配置された 2 つの別個の共面コイルを含む、電気車両に電力供給するための IPT システムを開示している。さらに、シールドおよび追加のフラックスシェーパとして動作する磁気コアの下に、導電性背面板が存在する。この構成では、コイルを通過するコアを通るまっすぐな経路が存在しない。したがって、特に反対方向の電流で駆動された場合、「ダブル D」配列と呼ばれるこのコイル配列は、2 つの別個の磁極エリアおよびコイル上の「フラックスパイプ」の形状のそれらの間の磁束アーク線、IPT システムの機能空間と呼ばれる高磁束集中のゾーンを発生させる。この構造によって発生する磁気モーメントは、実質的に垂直である「円形」パッドと呼ばれる平面の單一コイル構造の磁気モーメントとは反対に、実質的に水平である。  
20  
30

#### 【0052】

本明細書に記載された様々な実施形態によれば、受信機（ピックアップ）デバイスのコイル配列で、3 つ以上のコイルが使用される場合もある。受信機デバイスは、本明細書で車両パッドとも呼ばれる。最初の 2 つのコイルは、ベースコイル配列の場合のように、「ダブル D」を形成する別個の共面コイルであり得る。エネルギー伝達の間、この「ダブル D」は、送信機（ベース）デバイス内の「ダブル D」と位置合わせされる。本明細書で「直交位相」コイルと呼ばれる 3 番目のコイルは、透磁性コアの同じ側にある「ダブル D」の上の中心に配置される。「直交位相」コイルにより、「ダブル D」によって抽出された水平成分に加えて、受信機デバイスによって遮断された磁場の垂直成分から、電力が抽出されることが可能になる、ソレノイドコイル構造に関しては、「ダブル D」は、送信機デバイスと受信機デバイスの磁気モーメントに直交する方向で、送信機デバイスと受信機デバイスとの間の位置ずれに対する許容範囲を有するが、送信機デバイスと受信機デバイスの磁気モーメントに平行な方向の位置ずれに対しては、少しの許容範囲しか有していない。車両パッド内の「ダブル D」（DD）および「直交位相」（Q）から成る三重コイル配列により、平行な方向での IPT システムの許容範囲が改善され得るし、こうして、いかなる方向の位置ずれに対しても、システムの全体的な許容範囲が増大する。  
40

#### 【0053】

本明細書に記載された実施形態の一態様は、電気車両の充電を実行しながら、低放射レベル（たとえば、ICNIRP'98 基準レベルまたは無線周波数干渉レベルを下回る、たとえば、欧州規格 EN 300330 または FCC パート 15 によって定義された限度を  
50

下回る E M F 被爆レベル)を達成する能力を改善するコイル構造を対象とする。たとえば、いくつかの実施形態は、車両基部が金属であり、および/もしくは金属シールドを含む場合でも、および/または地上構造が電気的に良好な導電性の材料、たとえば鉄筋コンクリートグラウンド内の鉄棒を含む場合、低放射レベルを達成する場合がある。

#### 【0054】

車両パッドの上およびベースパッドの下の水平面の導電性構造は、一般に、人々が通常の使用事例で位置する場合があるいくつかの場所で、磁場を実質的に抑制しない場合がある。対照的に、そのような導電性構造の不在時に操作されたシステムと比較した場合、それらは、これらの位置で磁束密度を増加させる磁束チャネルとして動作する場合がある。

#### 【0055】

「円形」單一コイルパッドとは対照的に、導電性背面板、および米国公報第 U S 2 0 1 0 / 0 1 0 9 6 0 4 号で開示されたようなパッドの磁気構造を囲繞する場合があるその任意の拡張、または、車両の鉄製基部、もしくは任意の他の追加の基部のシールドなどの他の導電性表面、または導電性の地上構造は、車両内部(乗員室)を除く危険な位置で放射レベルを抑制する助けにはならない場合がある。これは、磁場の境界条件に關係する場合がある。良好な導電性表面に直交する磁場成分は、実質的に存在しない。それらは、誘起された渦電流によって取り消される(レンツの法則)。

10

#### 【0056】

車両の下で噴き出す水平方向の磁束を効果的に取り消すために、垂直導電シールドを使用することができる。車両の底に取り付けられる場合、そのようなシールドは、非実用的で、信頼性がなく、高価過ぎ、美観を損なう可能性がある、引込み用の機械的な手段(たとえば、フラップ、金属スカート)を必要とする場合がある。

20

#### 【0057】

本明細書に記載された様々な実施形態によれば、「円形」パッドは、低放射用の潜在能力を有する場合がある。図3のベースパッド302および車両パッド316は、「円形」構成の一例を示す。さらに、磁気コア上の「ダブルD」またはソレノイドコイル構造(図示せず)は、位置合わせオフセットに対するより多くの許容範囲、したがって車両の駐車のためのより多くの自由度をもたらすことができる。

#### 【0058】

低放射レベルは、高い対称度を実現する、実質的に完全に位置合わせされた「円形」パッド(たとえば、同軸コイル配列)によって実現することができる。たとえば、位置合わせオフセットに起因するいかなる非対称も、シールド構造によって取り消されない可能性がある水平方向の磁気モーメントを発生させる場合があり、車両の周囲で測定される放射を増大させる場合がある。

30

#### 【0059】

図4は、図3のパッド302および314の実施形態による、 $x$ 方向および $y$ 方向の位置合わせオフセットの関数として、結合係数 $k$ の例示的な値を示すプロットである。図4は、ベースパッド面と車両パッド面との間として定義された所与の空隙の高さについての、結合係数 $k$ と位置合わせオフセットとの間の例示的な関係を示す。空隙の高さは、パッド302および314の筐体についてのいくらかの厚さを考慮に入れることができる。図4は、結合の比較的速い崩壊が、 $x$ 方向および $y$ 方向におけるオフセットを増大させて発生する場合があることを示す。この挙動は、少なくとも部分的に図3に示された円形のコイル形状の結果であり得る。

40

#### 【0060】

図5は、図3のパッド302および314の実施形態による、 $x$ 方向および $y$ 方向のオフセットの関数として、1次電流変動の例示的な値を示すプロットである。図5に示された値は、回路の複雑さおよびコストの理由で、負荷に送達される一定の電力、一定の2次側負荷電圧(電気車両バッテリ)、および簡単な受動整流器を使用する非適応ワイヤレス電力受信機を仮定し、その結果、2次共振電流は、所望の $x$ および $y$ のオフセットレンジにわたって実質的に一定のままである。図5は、1次電流変動が、図3に示された円形の

50

コイル形状の場合、少なくとも部分的にコイルの位置合わせに実質的に基づいて、変化する場合があることを示す。たとえば、例示的な値として、図5は、特定のオフセット半径について約40%の電流変動を示し、正規化された1次電流変動を

【0061】

【数1】

$$\alpha_1 = 100 \cdot \left( 1 - \frac{I_{1,\min}}{I_{1,\max}} \right)$$

10

【0062】

として定義する。

【0063】

図6は、一実施形態による、ベースパッド602の上に配列された車両パッド614を含む、充電システム600の斜視図である。ベースパッド602は、導電性背面板660（たとえば、シールド）および磁性材料650（たとえば、フェライト構造）を含む。（以下「DDコイル」と呼ばれる）「ダブルD」コイルは、ベースパッド602の磁性材料650に実質的に直接載っている、（以下図6を参照してDDコイル604a～bと呼ばれる）コイル604bおよび604aを含む。DDコイル604a～bは、各々がそれぞれのエリアを囲む2つのループ616aおよび616bから形成される場合がある。実施形態によれば、DDコイル604a～bは、個別のコイル616aおよび616b、またはそれぞれのエリアを囲む2つのループを含むような方法で巻き付けられるか、もしくは形成される任意の導電性材料などの単一の導電性構造のいずれかから形成される場合がある。車両パッド614はまた、導電性背面板（たとえば、シールド）662および磁性材料652を含む。車両パッド614は、磁性材料652に直接配置された（以下DDコイル616a～bと呼ばれる）DDコイル616aおよび616bを含む。車両パッド614はさらに、追加のコイル616cを含む。DDコイル616a～bに加えて使用されるとき、コイル616cは、（以下「Qコイル」と呼ばれる）「直交位相」コイルと呼ばれる場合がある。いくつかの実施形態では、コイル616cはさらに、単一のエリアを囲むように巻き付かれたとき、「円形」コイルと呼ばれる。Qコイル616cは、DDコイル616a～bに配置される。図6に示されたように、Qコイル616cの幅は、磁性材料652の幅と実質的に同じである。Qコイル616cの長さは、磁性材料652の長さよりも実質的に短い。

20

【0064】

放射レベルおよび位置ずれの許容範囲は、基本的に関係する場合がある。最小の放射と高い許容範囲を同時に達成することは、困難であり得る。これは、厳しい放射制約の下での誘導電力伝達のジレンマとして考えることができる。

30

【0065】

しかしながら、下記に記載される実施形態によれば、放射と許容範囲との間に許容可能なトレードオフが存在する場合がある。一実施形態では、「円形」コイル構造（たとえば、図6のQコイル616c）は、実質的に水平方向の磁気モーメントを発生させる第2のコイル構造に対して特に配置されたときのオフセット状態でサポートされるコイル構造として使用される場合がある。この第2の配列は、ベースパッドの一部または車両パッドの一部または両方の一部であり得る、DDコイル（たとえば、図6のDDコイル616a～b）であり得る。受信機として動作すると、この第2の構造は、エネルギー受信パッドを遮断する磁束の水平成分を抽出する。ワイヤレス電力送信機として構成されると、この第2のコイル配列は、オフセット状態でワイヤレス電力受信機の「円形」コイルによってエネルギーが抽出されることを可能にする磁場を発生させる。

40

【0066】

Qコイル616c、DDコイル616a～bを使用するパッドは、DDQタイプのパッ

50

ドと呼ばれる場合がある。垂直方向と水平方向の両方の磁気モーメントを発生させることができ、垂直方向と水平方向の両方の磁束成分をピックアップすることができるパッド 662は、垂直方向と水平方向の両方の偏波をサポートするので、本明細書ではクロスボーラパッドと呼ばれる場合がある。

#### 【0067】

図7は、一実施形態による、ベースパッド702および車両パッド714を含む、例示的な誘導電力伝達システム700の上面図および断面図である。ベースパッド702は、磁性材料750（たとえば、フェライト構造）の上に配置された「円形」の形状を有するコイル704を備える。磁性材料750は、導電性背面板760の上に配置される。車両パッド714はまた、導電性背面板762を含む。車両パッド714はクロスボーラパッドであり、垂直方向と水平方向の両方の磁束成分をピックアップするように構成され、垂直方向と水平方向の両方の偏波をサポートする。この趣旨で、車両パッド714は、DDコイル716a～bおよびQコイル716cを含む。Qコイル716cは、磁性材料752とDDコイル716a～bとの間に配置される。実施形態によれば、DDコイル716a～bは、個別のコイル716aおよび716b、またはそれぞれのエリアを囲む2つのループ716aおよび716bを含むように巻き付けられた単一のコイルなどの単一の導電性構造のいずれかから形成される場合がある。  
10

#### 【0068】

水平偏波された磁気構造（たとえば、DDコイル716a～b）からの放射は、より大きくなる傾向があるので、水平偏波された磁気構造（たとえば、DDコイル716a～b）の使用は、完全に垂直偏波されたシステム内の結合が通常劣化するオフセット状態で、システム性能を高めるノブーストする「ギャップフィルタ」であり得る。これは、本明細書に記載された実施形態により、結果として生じる浮遊磁場が対象のポイントで最小化されるように、コイルを適切に寸法決定すること、およびパッドの電流を制御することによって遂行することができる。（DDQタイプのパッドを仮定して）DDコイル716a～bよりも「円形」またはQコイル716cが重視される場合があるので、本明細書に記載された対応する実施形態はQDDパッドと呼ばれる。  
20

#### 【0069】

クロスボーラ配列（たとえば、車両パッドコイル716a～bおよび716c）からの少なくとも1つの利益は、負荷に送達された電力が指定された許容域以内のすべてのオフセット状態で一定に維持される場合の、より少ない応力をもたらすより小さいパッドの電流変動、したがって電力変換時のより低い損失である。別様に述べると、クロスボーラコイル配列を使用することによって、システムの動作可能なまたはロードされた品質係数（以下Q値）における変動は、離調および損失の影響が車両または地上設置の実際の環境で発生する可能性があるので、それらに対してシステムをより強固にレンダリングして、低減および/または最小化することができる。クロスボーラ磁気構造（たとえば、車両パッドコイル716a～bおよび716c）を使用すると、適応型インピーダンスの同調および整合のための追加の損失が大きい回路の使用または緩和要件を回避することができる。クロスボーラ手法を使用することによって、そのような余分の回路は、たとえば、主に、充電サイクルにわたってその電圧を変更する車両バッテリからもたらされるような、様々な空隙の高さおよび/または様々な負荷状態に、システムを適応させる目的で確保することができる。本明細書において図3～図7またはそれ以外を参照して記載された実施形態によれば、「円形」コイルという用語は、実質的に垂直偏波された磁気モーメントを発生させる任意の形状の単一のコイル構造に使用される場合がある。「円形」コイルは、たとえば、円形、正方形、または実質的に長方形の形状を有する場合がある。「円形」パッドという用語は、「円形」コイルを組み込む任意のパッドに使用される場合がある。「円形」パッド、ならびにそのシールド部材およびその磁気コア部材は、たとえば、円形、正方形、または長方形の形状を有する場合がある。  
30  
40

#### 【0070】

本明細書において図3～図7またはそれ以外を参照して記載された実施形態によれば、  
50

「ダブルD」または「DD」という用語は、二重のコイル構造を示すために使用される場合があり、実質的に水平偏波された磁気モーメントを発生させるように構成される場合がある。

#### 【0071】

本明細書において図3～図7またはそれ以外を参照して記載された実施形態によれば、「DDQ」または「QDD」という用語は、垂直偏波された磁気モーメントと水平偏波された磁気モーメントの両方を発生させるように構成された、三重コイル配列を記述するために本明細書で使用される。

#### 【0072】

本明細書において図3～図7またはそれ以外を参照して記載された実施形態によれば、「モノリシック」という用語は、高透磁率の磁性材料、たとえばフェライトの少なくとも1つのブロックから構成される磁気コア構造を記述するために本明細書で使用され、複数のブロック（たとえば、フェライトタイル）の場合、ブロック間のギャップは、ブロックのサイズに比べて小さく、たとえばそれらの長さの10%未満、およびそれらの幅の10%未満であり、その結果、構造は真のモノリシック構造と同様の効果を引用する。

#### 【0073】

上述されたように、例示的な実施形態により、図7のベースパッド702は、「円形」コイル構成を備え、車両パッド714は、Qコイル716cおよびDDコイル716a～bを有する「QDD」タイプの車両パッドである。図7はさらに、座標系(x, y)を示す。

#### 【0074】

車両パッド714は、DDコイル716a～bよりもQコイル716cが重視されるように構成される。これは、少なくとも以下の例示的な性状によって表される。第1に、Qコイル716cの面積は、パッドの面積に比べて（たとえば、図6に示されたQコイル616cに比較して）大きい。一実施形態では、パッドの面積に比べて大きいQコイル716cの面積は、実質的に直接磁気コアに隣接する垂直位置によって画定され（図7の断面参照）、両方ともインダクタンス、固有のQ値、および結合を増大させる。第2に、Qコイル716cの幅は、磁気コア752の幅に比べて縮小される（たとえば、Qコイル716cの幅は、磁気コア752の幅よりも小さい）。一態様では、Qコイル716cの幅が縮小されると、導電性背面板762、ならびに車両パッド714を囲繞する場合がある任意の導電性構造（たとえば、背面板762および車両の鉄製基部）における損失が削減され、その結果、コイルの固有のQ値が増大する。第3に、Qコイル716cは、磁気コア752とDDコイル716a～bとの間に配置される。DDコイル716a～bは、磁気コア752から少なくともQコイル716cの厚さだけ離れて、Qコイル716cの上部に載る。一態様では、この配置は、Qコイル716cを優先して、DDコイル716a～bの性能を少なくとも部分的に損なう。

#### 【0075】

主にDDコイルの構成に依存するシステムは、一般に、比較的強い結合から恩恵を受ける場合がある。「円形」ベースのシステムは、一般に、弱い結合に遭遇する場合があり、したがって、効率が結合係数と、1次Q値と2次Q値との幾何平均との積の関数であるとすれば、固有のQ値に関しても最適化されたコイル構造を有する。これは、様々な形状および上記の顕著な特徴につながる場合がある。

#### 【0076】

図8は、図7のベースパッド702および車両パッド714の位置合わせオフセットの関数としての1次電流変動の例示的な値のプロットである。図5の場合のように、アクティブであるとき、DDコイル716a～bとQコイル716cの両方の共振電流が所望のxおよびyのオフセットレンジにわたって実質的に一定のままであり、DDコイル716a～bがしきい値よりも実質的に大きいxオフセットの場合のみアクティブであるという仮定に基づいて、値は例示的な1次電流変動を示す。

#### 【0077】

10

20

30

40

50

より小さい×オフセットの場合、いくつかの実施形態では、DDコイル716a～b上に実質的に電流が存在しないように、DDコイル716a～bは非アクティブ化されているか、または分離されると仮定される場合がある。図8に示された例示的な値は、DDコイル716a～bが非アクティブ化されていると仮定する。いくつかの実施形態では、DDコイル716a～bは、位置合わせオフセットに基づいて選択的に分離される。位置合わせオフセットに基づいてDDコイル716a～bが選択的に分離されると、一般に、DDコイル716a～bがエネルギー伝達全体に対して実質的に寄与できない、それらのオフセットポイントでの効率が改善される。本明細書に記載された実施形態によれば、Qコイル716cまたはDDコイル716a～bのいずれかが、結合測定値に基づいて選択的に非アクティブ化される場合があることに留意されたい。たとえば、まさに留意されたように、DDコイル716a～bがエネルギー伝達全体に対して実質的に寄与できない状況では、アクティブ化されたときの他の損失が全体的な効率を低減する場合がある。したがって、この状況では、効率はDDコイル716a～bを非アクティブ化することによって増加する場合がある。上記の仮定が与えられれば、Qコイル716cとDDコイル716a～bの両方の電流（したがって電力損失）も、電力伝達に対するそれらの寄与とは無関係に、実質的に一定のままである。したがって、コイルの分離は、効率を最適化する効果的な方法である考えることができる。ハードの分離の代わりに、2つのコイル構成、すなわちQコイル716cおよびDDコイル716a～bのソフト連結またはソフト結合が提供される場合がある。そのような場合、各コイル716cおよび716a～bによる電力寄与は、たとえば制御された整流器、たとえば同期整流器を使用して、たとえば各整流器の入力で見られるように、負荷抵抗を選択的に適応させることによって、個別に制御される場合がある。  
10  
20

#### 【0078】

図8は、例示的な一実施形態により、x方向のオフセットにおける1次電流変動を10%程度に実質的に低減する図7のDDコイル716a～bの効果を示し、システムが、150mmを超えるxオフセット、または非対称オフセットの許容要件（たとえば、円形ではなく橢円形の許容域）を処理できることを予想する。x方向およびy方向で等しい許容要件についての全体的な電流変動は、図7のパッド構成の許容要件に関する全体的な電流変動に関して同様であり得る。

#### 【0079】

図9は、一実施形態による、ベースパッド902および車両パッド914の別の実施形態を含む、例示的な誘導電力伝達システム900の上面図および断面図である。図9はさらに、座標系(x, y)の定義を示す。車両パッド914は、図7の車両パッド714と同様に構成され、磁性材料952（たとえば、フェライト構造）とDDコイル916a～bとの間に配置されたQコイル916cを含む。図9に示されたベースパッド902は、長方形の形状因子を有する「円形」ベースパッド構成である。ベースパッド902は、図3および図7の「円形」パッドならびに図6の「QDD」パッドに比較して、長さでは少し大きいが、幅および面積では著しく小さい。ベースパッド902は、磁性材料950の上に配置された実質的に長方形の形状を有するコイル904を含む。磁性材料950は、導電性背面板960の上に配置される。磁性材料950および導電性背面板960は、長方形の形状を有する。いくつかの態様では、図9に示された「方円形」ベースパッド902は、図7のパッド構成に関する1次電流変動に関して改善された性能を有する場合がある。  
30  
40

#### 【0080】

上述されたように、DDコイル916a～bは、磁場を介して電力をワイヤレスに受信するように構成される。DDコイル916a～bは、幅よりも大きい長さを有し、第1の中心点を有する第1のエリアを囲むように巻き付けられた導電性材料の第1の部分と、第2の中心点を有する第2のエリアを囲むように巻き付けられた導電性材料の第2の部分とを含む。第1の部分および第2の部分は、実質的に同一平面上にある下面を有する。DDコイル916a～bは、各々がDDコイル916a～bの長さに沿った形状線と交差する  
50

、第1の縁部および第2の縁部を有する。Qコイル916cは、DDコイル916a～bと磁性材料（たとえば、磁性材料950または磁性材料950と同様の性状を有する他の材料）との間に配置される。Qコイル916cはさらに、磁場を介して電力をワイヤレスに受信するように構成される。Qコイル916cは、第3の中心点を有する第3のエリアを囲むように巻き付けられた導電性材料を備える。Qコイル916cはさらに、幅よりも大きい長さを有する。Qコイル916cの長さは、少なくともDDコイル916a～bの第1の縁部と第2の縁部との間の形状線に沿った距離に実質的に等しい。

#### 【0081】

図10は、図7および図9のパッド構成による、 $x$ 方向および $y$ 方向の位置合わせオフセットの関数として、結合係数 $k$ の例示的な値を示すプロットである。図10は、ベースパッド902と、図7のパッド構成（すなわち、「円形」および「QDD」）用の「QDD」車両パッド714のQコイル716cと図9のQコイル916c（「方円形」および「QDD」）の両方との間の結合を比較することによって、図9のベースパッド902の長方形の形状の効果を示す。図7のパッド構成の場合、 $x$ オフセットと $y$ オフセットについて結合係数が同様に減衰する場合があるが、長方形の形状のベースパッド902を使用する図9のパッド構成の場合、 $y$ 方向には実質的に平坦なコースが、 $x$ 方向には早い減衰が存在する。これらの例示的な値によって示されたように、図9により、DDコイル916a～bの偏波の軸がベースパッド902の長い方の軸に対して実質的に直角に方向付けされている場合、拳動は、有利なことに車両側の「QDD」配列と一致する。図9の構成では、DDコイル916a～bは、 $x$ 方向における結合の早い減衰を補償するが、 $y$ 方向ではいかなる補償の必要もない。

#### 【0082】

図11は、図9のベースパッド902および車両パッド914についての位置合わせオフセットの関数としての1次電流変動の例示的な値のプロットである。同じく、2次側の共振電流が所望の $x$ オフセットレンジおよび $y$ オフセットレンジにわたって実質的に一定のままであること、ならびにDDコイル916a～bがしきい値よりも大きい $x$ オフセットの場合のみ使用されることが仮定される。図7を参照して上述されたように、より小さい $x$ オフセットの場合、いくつかの実施形態では、DDコイル916a～b上に電流が実質的に存在しないように、DDコイル916a～bが非アクティブ化される場合があることが仮定される場合がある。図11では、DDコイル916a～bは、しきい値よりも小さい $x$ オフセットの場合、非アクティブ化されていると仮定される。図11は、一実施形態によれば、水平方向のパッドの位置ずれに起因する例示的な合計1次電流変動が20%の程度であることを示し、それは、たとえば、いくつかの状況で図3に示されたパッド構成と同様のパッド構成で達成可能な値の半分程度であり得る。

#### 【0083】

図7および図9に示された車両パッド714および914に示されたような「QDD」配列は、たとえば、車両のリムに沿って、またはシステムの安全のために重要であると考えられる特定の磁場の「ホットスポット」内で測定された放射を制御するために使用され得る、現在の構成内のいくらかの自由度を提供する。放射制御は、コイル916a、916b、または916cのうちの1つの電流の相対振幅および/または相対位相を変更することによって、遂行することができる。電流制御を使用すると、被爆レベルは、たとえば、基準レベルに関してICNIRP'98の順守を達成するように、実質的に低減することができる。

#### 【0084】

いくつかの実施形態では、Qコイル916cおよびDDコイル916a～bにおける電流の相対方向（相対位相）は、最悪の場合の位置（「ホットスポット」）での磁場の強さを低減するように選択される。

#### 【0085】

図12A、図12B、および図12Cは、Qコイル1216cおよびDDコイル1216a～bについての例示的な電流フローを示す、（たとえば、図9の車両パッド914に

10

20

30

40

50

対応する) 例示的なパッド 1214 の図である。パッド 1214 は、磁性材料 1250 (たとえば、フェライト構造) と DDコイル 1216a ~ bとの間に配置されたQコイル 1216c を含む。図 12A は、DDコイル 1216a ~ bのうちの1つのコイル 1216a についての位置に対する相対的な電流方向を示す矢印 1240 を示す。図 12B は、DDコイル 1216a ~ bのうちの他のコイル 1216b についての位置に対する相対的な電流方向を示す矢印 1242 を示す。図 12C は、パッドのQコイル 1216c に対する相対的な電流方向を示す矢印 1244 を示す。図 12A、図 12B、および図 12C に示されたコイル構成は、車両パッドまたはベースパッドのいずれかに使用され得ることに留意されたい。

## 【0086】

10

電流は高い周波数で交番しているが、相対的な意味での電流方向、たとえば、誘起された電圧の極性を、各コイル 1216a、1216b、および 1216c に割り当てることができる。

## 【0087】

20

一実施形態では、放射は、電力変換器に対するコイルの端子の固定された結合を使用することによって、低減することができる。結合係数がその符号を変更するので、車両パッドが負のオフセットから正のオフセットに x 方向に移動したとき、DDコイル 1216a ~ b の極性、したがって電流方向は、Qコイル 1216c に対してその符号を変更すること(位相の 180 度変更)に留意されたい。磁場のホットスポット(最大)も、たとえば、車両 112(図 1)の左側から車両 112 の右側に移動し、電流の相対方向が最小の磁場の強さに向けて反転されることを必要とする場合があるので、この効果は、協調的に働くことができる。

## 【0088】

別の実施形態では、電流方向は、反転スイッチを使用して誘導コイル 1216a、1216b、または 1216c の極性を変更することによって、動的に変更することができる。

## 【0089】

すでに上述されたように、「QDD」コイル配列内の電流制御は、電力損失を低減するために採用される場合もある。

## 【0090】

30

図 13 は、一実施形態による、パッド 1302 の例示的な実施形態の上面図および断面図である。パッド 1302 は、ベースパッドまたは車両パッドとして構成される場合があるが、パッド 1302 は、一実施形態により、ベースパッドとして使用するために特に構成される場合がある。図 13 は、一実施形態による、(たとえば、図 9 のベースパッド 902 を参照して上述された構造と同様に)「方円形」パッド 1302 の構造を示し、パッド 1302 用に画定および構成され得る寸法のうちのいくつかを示す。長方形パッド 1302 の長い方の側は、長さと呼ばれる場合がある。パッド 1302 の短い方の側は、したがって幅と呼ばれる。パッド 1302 は、長方形の形状を有するコイル 1304 を含む。一実施形態によれば、コイル 1304 は、リツ線のコイルから形成される場合がある。コイル 1304 は、寸法 1374 によって画定される外側の長さと、寸法 1372 によって画定される内側の長さとを有する。さらに、コイル 1304 は、寸法 1384 によって画定される外側の幅と、寸法 1382 によって画定される内側の幅とを有する。コイル 1304 は、寸法 1376 によって画定される長さと、寸法 1386 によって画定される幅とを有する、磁性材料 1350 (たとえば、フェライト構造) の上に配置される。磁性材料 1350 は、寸法 1378 によって画定される長さと、寸法 1388 によって画定される幅とを有する、導電性背面板 1360 の上に配置される。加えて、パッド 1302 は、導電性シールド 1360 と磁性材料 1350 との間に、第 1 の絶縁層 1362 を含む場合がある。パッド 1302 はまた、磁性材料 1350 とコイル 1304 との間に、絶縁層 1364 を含む場合がある。

## 【0091】

40

50

図14は、一実施形態による、パッド1414の例示的な実施形態の上面図および断面図である。パッド1414は、ベースパッドまたは車両パッドとして構成される場合があるが、パッド1414は、一実施形態により、車両パッドとして使用するために特に構成される場合がある。図14は、例示的な実施形態による、(図9の車両パッド914と同様に)「QDD」タイプのパッド1414の構造の一実施形態を示し、パッド1414用に画定および構成され得る寸法のうちのいくつかを示す。長方形パッド1414の長い方の側は、長さと呼ばれる場合がある。パッド1414の短い方の側は、したがって幅と呼ばれる。パッド1414は、長方形の形状を有するQコイル1416cを含む。一実施形態によれば、コイル1416cは、リツツ線のコイルから形成される場合がある。Qコイル1416cは、中心点を有する内側部分を囲むように巻き付けられるように構成された導電性材料を備える導電性構造であり得る。Qコイル1416cの長さは寸法1424によって画定され、Qコイル1416cの幅は寸法1446によって画定される。加えて、内部領域の縁部までの長さに沿った、Qコイル1416cの縁部のQコイル1416cの長さに沿った距離は、寸法1432によって画定される。内部領域の縁部までの幅に沿った、Qコイル1416cの縁部のQコイル1416cの幅に沿った距離は、寸法1444によって画定される。

#### 【0092】

Qコイル1416cは、DDコイル1416a～bと磁性材料1450(たとえば、フェライト構造)との間に配置される。DDコイル1416a～bは、2つの中心点を有する2つの内部領域を囲むように巻き付けられた導電性材料の少なくとも2つのループを有すると考えることができる。DDコイル1416a～bの各部分の長さは、寸法1422によって画定される。DDコイル1416a～bの各部分の幅は、寸法1448によって画定される。加えて、内部領域の縁部までの長さに沿った、DDコイル1416a～bの縁部のDDコイル1416a～bの長さに沿った距離は、寸法1430によって画定される。DDコイル1416a～bの2つの部分に分割するポイントと内部領域の対向する縁部のDDコイル1416a～bの長さに沿った距離は、寸法1434によって画定される。さらに、内部領域の縁部までの幅に沿った、DDコイル1416a～bの縁部のDDコイル1416a～bの幅に沿った距離は、寸法1442によって画定される。磁性材料1450は、寸法1426によって画定される長さと、寸法1448によって画定される幅とを有する。磁性材料1450は、寸法1428によって画定される長さと、寸法1440によって画定される幅とを有する、導電性背面板1460の上に配置される。導電性背面板1460、磁性材料1450、Qコイル1416c、およびDDコイル1416a～bの各々の中心点は、位置合わせされる。パッド1414の厚さは、寸法1420によって画定される。

#### 【0093】

上述されたように、DDコイル1416a～bは、磁場を介して電力をワイヤレスに受信するように構成される。DDコイル1416a～bは、幅よりも大きい長さを有し、第1の中心点を有する第1のエリアを囲むように巻き付けられた導電性材料の第1のループと、第2の中心点を有する第2のエリアを囲むように巻き付けられた導電性材料の第2のループとを含む。第1のループおよび第2のループは、実質的に同一平面上にある下面を有する。DDコイル1416a～bは、各々がDDコイル1416a～bの長さに沿った形状線と交差する、第1の縁部および第2の縁部を有する。Qコイル1416cは、DDコイル1416a～bと磁性材料(たとえば、磁性材料1450または磁性材料1450と同様の性状を有する他の材料)との間に配置される。Qコイル1416cはさらに、磁場を介して電力をワイヤレスに受信するように構成される。Qコイル1416cは、第3の中心点を有する第3のエリアを囲むように巻き付けられた導電性材料を備える。Qコイル1416cはさらに、幅よりも大きい長さを有する。Qコイル1416cの長さは、少なくともDDコイル1416a～bの第1の縁部と第2の縁部との間の形状線に沿った距離に実質的に等しい。

#### 【0094】

10

20

30

40

50

パッド1414はさらに、導電性背面板1460と磁性材料1450との間に配置された絶縁層1462を含む場合がある。パッド1414はさらに、磁性材料1450とQコイル1416cとの間に配置された絶縁層1464を含む場合がある。パッド1414はさらに、Qコイル1416cとDDコイル1416a～bとの間に、絶縁層1466を含む場合がある。

#### 【0095】

図15Aは、一実施形態による、ベースパッド1502および車両パッド1514の別の実施形態を含む、例示的な誘導電力伝達システム1500の上面図および断面図である。図15Aはさらに、座標系(x, y)の定義を示す。車両パッド1514は、図9の車両パッド914と同様に構成され、磁性材料1552(たとえば、フェライト構造)とDDコイル1516a～bとの間に配置されたQコイル1516cを含む。パッド構成は、「QDD」タイプのベースパッド1502と、「QDD」タイプの車両パッド1514とを備える。ベースパッド1502は、DDコイル1504a～bおよびQコイル1504cを含む。DDコイル1504aは、Qコイル1504cの開口によって与えられた空き領域を使用して、実質的にQコイル1504cと同じ平面内に配列される。したがって、パッドの全体的な厚さは同じままである。

#### 【0096】

図15Aのコイル構成によれば、ベースパッドのDDコイル1504a～bの性能は、Qコイル1504cを優先して、「損なわれる」ように構成され、これは、図7を参照して上述されたように、Qコイル1504cを重視することによる。その上、DDコイル1504a～bの磁気モーメントの偏波は、車両パッドのDDコイル1516a～bに対し直交する。この構成により、二重チャネルの電力ソースからの電流の振幅と位相に関して選択的に駆動されたとき、位置ずれの許容範囲および/または結合(1次電流)対y方向のオフセットの平坦度が向上する場合がある。

#### 【0097】

図15Bは、一実施形態による、誘導電力伝達システムで使用され得る、例示的な車両パッド1514Bの上面図および断面図である。図15Bは、図15Aのベースパッド1502と同様に構成され得る車両パッド1514Bの一例を示す。たとえば、車両パッド1514Bは、DDコイル1516B-a～bおよびQコイル1516B-cを含む。DDコイル1516B-a～bは、Qコイル1516B-cの開口によって与えられた空き領域を使用して、実質的にQコイル1516B-cと同じ平面内に配列される。車両パッド1514Bは、上述されたベースパッド構成のうちのいずれかによって発生した磁場を介して、電力をワイヤレスに受信するように構成される。

#### 【0098】

図16は、一実施形態による、ベースパッド1602および車両パッド1614の別の実施形態を含む、例示的な誘導電力伝達システム1600の上面図および断面図である。車両パッド1614は、図9の車両パッド914と同様に構成され、磁性材料1652(たとえば、フェライト構造)とDDコイル1616a～bとの間に配置されたQコイル1616cを含む。図16のパッド構成は、「QDD」タイプのベースパッド1602と、「QDD」タイプの車両パッド1614とを含む。ベースパッド1602は、DDコイル1604a～bおよびQコイル1604cを含む。車両パッド1614の構成と同様に、ベースパッドのQコイル1604cは、DDコイル1604a～bと磁性材料1650との間に配置される。その上、上述されたように、ベースパッドのQコイル1604cは、ベースパッド1602の面積に比べて大きく、Qコイル1604cの長さは、DDコイル1604a～bの縁部の長さをまたがる。

#### 【0099】

図7～図16を参照して記載された実施形態によれば、パッド構成は、放射を低減することを可能にしながら、x方向とy方向における所望の位置合わせの許容範囲を満たすために使用することができる。

#### 【0100】

10

20

30

40

50

加えて、本明細書に記載された構成は、確認用のかなりの量のシミュレーションを回避しながら、所望の位置合わせの許容範囲を満たすようにパッドを設計することを実現することができる。別の言い方をすれば、（たとえば、図9、図13、図14、図15、および図16を参照して）上述されたパッドの基本的な形状を使用すると、特定の位置合わせの許容範囲をもたらす一般的な形状に従って、特定の寸法を選択することが可能になり得る。パッドの一般的な形状が（たとえば、図9を参照して）上述されたパッドの形状に基づく場合、所望の位置合わせの許容範囲が満たされたことを確認するために、かなりの検査および／またはシミュレーションは必要でない場合がある。このことは、以下でさらに記載される。

## 【0101】

10

図17は、一実施形態による、選択された位置合わせの許容範囲を達成するために、ベースパッド1702および車両パッド1714の寸法決定用の情報を有する、図9の誘導電力伝達システムを示す。ベースパッドコイル1704は、幅aを有する長方形の形状因子を有する。ベースパッドコイル1704の長さは、幅aプラス値bによって画定することができる。一実施形態によれば、長さaおよびbは、

## 【0102】

## 【数2】

$$\frac{a}{b} \cong \frac{(a+b)}{a}$$

20

## 【0103】

のような「黄金」比を実質的に満足するように選択することができる。

## 【0104】

特定の位置合わせの許容範囲はこの寸法決定の関数であり得るし、その結果、この比を満足するようにパッドを設計すると、予測可能な位置合わせの許容範囲を有するパッドがもたらされる場合がある。加えて、いくつかの実施形態では、磁性材料は、両方の寸法に実質的に0.15\*aだけ長方形のベースパッドコイルを超えて延在する。

## 【0105】

$Q + DD$  コイル1716 a ~ b および 1716 c から形成された車両パッド1714はまた、幅cと、cプラス別の値dによって画定される長さとを有する長方形の形状因子を有する。一実施形態によれば、長さcおよびdは、

30

## 【0106】

## 【数3】

$$\frac{c}{d} \cong \frac{(c+d)}{c}$$

## 【0107】

のような「黄金」比を実質的に満足するように選択することができる。

40

## 【0108】

したがって、上記の比に従って寸法決定された車両パッド1714により、かなりの検証に従事せずに位置合わせの許容範囲を容易に決定することが可能になり得る。いくつかの実施形態では、車両パッド1714の長さc+dは、ベースパッド1702の幅wに実質的に等しい。上述されたように、Qコイル1716 cは、磁性材料に直接配置され（たとえば、約1ミリメートルの空隙）、Qコイル1716 cは、磁性材料1752のサイズの約95%であり、DDコイル1716 a ~ bは、およそ磁性材料1752のサイズである。

## 【0109】

図7および図9を参照すると、たとえば、「円形」コイル904（たとえば、単一の工

50

リアを囲む円形または長方形の形状因子)を有するベースパッド902を有する実施形態により、放射が低くなる場合がある。ベースパッド902内の「円形」コイル904は、ベースパッドの金属製導電性背面板960および車両112(図1)の基部金属または任意の追加のシールド構造によって効果的に抑制された、ドーナツ状の浮遊磁場を有する、垂直偏波された磁気モーメントを発生させる。対照的に、DDまたは「ソレノイド」構造は、特に鉄筋コンクリートグラウンドの場合、水平の金属表面によって外に「絞り出された」漏洩磁場を有する、水平方向のモーメントを発生させる。「円形」ベースパッド902のy寸法を拡張して長方形の形状因子を形成すると、y方向の位置合わせオフセットの許容範囲が増加する場合があるが、x方向の許容範囲は減少する。次いで、x許容範囲の不足は、車両パッド914内の補足のDDコイル916a～b構造を使用して(たとえば、Qコイル916cを補足して)、補償することができる。潜在的に著しい放射の源であり得るDDコイル916a～bは、削減されるが必要なx許容範囲を達成するのに十分なアンペア回数で動作する。Qコイル916cに対するDDコイル916a～bの電流方向は、特定の位置(たとえば、磁場の「ホットスポット」)でQコイル916cおよびDDコイル916a～bによって発生した磁場成分が実質的に取り消される傾向があるよう20に、選択される。Qコイル916cおよびDDコイル916a～bは、Qコイル916cとDDコイル916a～bとの間に存在する相互結合が実質的にゼロであるように、配置することができる。たとえば、Qコイル916c内の時変信号は、Qコイル916c内の時変信号の結果として、DDコイル916a～b内の任意の電圧を実質的に誘起しない場合がある。同様に、DDコイル916a～b内の時変信号は、DDコイル916a～b内の時変信号の結果として、Qコイル916c内の任意の電圧を実質的に誘起しない場合がある。

#### 【0110】

加えて、ベースパッドの磁束密度は、物体検出に対する感度要件を緩和することができるDDベースパッド602(図6)に比較して、たとえば30%程度低い場合がある。

#### 【0111】

図18は、図9の場合のような「方円形」ベースパッド1802の上の、図9の場合のような車両パッド1814の位置合わせを示す。図18では、DD-Q車両パッド1814が、ベースパッド1802の上に位置合わせされて示される。図示されたように、DD-Q車両パッド1814の縦軸は、ベースパッド1802の縦軸に直交する。別の言い方をすれば、車両パッド1814の長さ(すなわち、長い方の寸法)に沿って延びる形状線は、ベースパッド1802の長さ(すなわち、長い方の寸法)に沿って延びる形状線に直交する。

#### 【0112】

図19は、一実施形態による、図9の場合のような例示的なベースパッド1902の上面図である。図19はさらに、位置合わせの許容範囲を決定するために、ベースパッド1902を寸法決定するための情報を示す。図19は、磁性材料1950(たとえば、フェライト構造)の上に配置された「方円形」コイル1904を有する、方円形ベースパッド1902を示す。磁性材料1950は、導電性背面板1960の上に配置される。「方円形」コイル1904は、幅に沿ったコイル1904の各側の中心からAの例示的な長方形寸法を有する。「方円形」コイル1904はさらに、y方向に窓の長さ(たとえば、コイル1904によって囲まれたエリアの長さ)を画定するBの寸法を有する。中心点1982は、パッド1902の表面エリアをカバーする長方形の中心として一括して画定されて示される。

#### 【0113】

図20は、一実施形態による、図9の場合のような例示的な車両パッド2014の上面図および断面図である。図20はさらに、図19と連携して、位置合わせの許容範囲を決定するために、車両パッド2014を寸法決定するための情報を示す。図20は、長方形の車両パッド2014を形成する例示的な寸法を有するDDQ車両パッド2014の層を示す。車両パッドは、導電性背面板2062および磁性材料2052(たとえば、フェラ

10

20

30

40

50

イト構造)を含む。第1の層では、Qコイル2016cは、磁性材料2052の上に配置される。Qコイルは、CがQコイル2016cの窓の幅(たとえば、囲まれたエリアの幅)を画定する長方形の形状を有する。第2の層では、DDコイル2016a~bは、Qコイル2016cの上に配置される。中心点2082は、パッド2014の表面エリアをカバーする長方形の中心として一括して画定されて示される。図示されたように、窓(たとえば、DDコイルによって囲まれたエリア)の幅は、少なくとも寸法Cと同じ幅である。

#### 【0114】

図21Aおよび図21Bは、図20の場合のような車両パッド2114が図19の場合のようなベースパッド2102の上に位置合わせされたときの、誘導電力伝達システムの位置合わせの許容範囲を示す図である。矢印によって画定された領域2180は、パッド2102のコイルとパッド2114のコイルとの間の十分な結合が実現される、システムの位置合わせ許容域を示す。図21Aに示されているように、図19および図20に関して記載された寸法によれば、y方向に移動するときのシステムの位置合わせの許容範囲は、B-Cの値を乗じた2分の1(one-half)を実質的にプラスまたはマイナスすることによって画定される。加えて、図21Bに示されているように、図19および図20に関して記載された寸法によれば、x方向に移動するときのシステムの位置合わせの許容範囲は、Aの値を乗じた2分の1を実質的にプラスまたはマイナスすることによって画定される。同じように、図19および図20を参照して記載されたパッド構成による寸法決定を使用することによって、位置合わせの許容範囲は、容易に決定することができる。

かなりの検査およびシミュレーションは、必要ではない場合がある。

10

20

#### 【0115】

別の言い方をすれば、位置合わせ許容域2180は、実質的に長方形の領域によって画定することができる。この位置合わせ許容域2180は、電力伝達の量がしきい値を上回る(たとえば、車両パッド2114とベースパッド2102との間の結合がしきい値を上回る)領域に対応する場合がある。しきい値は、本明細書に記載された実施形態により、負荷に充電するのに十分な電力量に対応する場合がある。別の言い方をすれば、車両パッドの中心点2082とベースパッド1902の中心点1982との間のオフセット距離によって画定され、そこで結合量または効率がしきい値を上回る点のセットが、実質的に長方形の領域を画定する。結合量は、結合量が様々な1次コイルと2次コイルのペアの間の結合の各々の組合せであるように、様々な1次コイルと2次コイルのペアの各々の間の結合を測定する結合係数のセットから導出された値によって定義することができる。効率は、マルチコイル誘導結合システムの最適な使用によって達成可能な最大エネルギー伝達効率として定義することができる。いくつかの実装形態では、結合の組合せは、実質的に効率と等価であり得る。(たとえば、y方向の)位置合わせ許容域2180の長さは、寸法BとCとの間の差分を乗じた2分の1のプラスまたはマイナスに実質的に等しい場合がある。さらに、(たとえば、x方向の)位置合わせ許容域2180の幅は、寸法Aを乗じた2分の1のプラスまたはマイナスに実質的に等しい場合がある。このようにして、目標の位置合わせ許容域2180が与えられると、目標の位置合わせの許容範囲を達成する車両パッド2114およびベースパッド2102のコイルの寸法は、たとえば、かなりの検査を必要とせずに、容易に決定することができる。

30

40

#### 【0116】

図22Aは、システムの水平方向の位置合わせの許容範囲を示す水平方向のオフセット(y方向)の関数としての、2つの異なる例示的なパッドの高さでの例示的な結合係数kのプロットである。図22Aのプロットは、図21Aの車両パッド2114が図21Aのベースパッド2102の上で水平に移動するときの、様々な高さでの結合係数に対応する場合がある。図示された結合係数は、ベースパッド2102の「方円形」コイル2104と車両パッド2114のQコイル2116cとの間で測定された結合係数であり得る。上述されたように、いくつかの実施形態によれば、水平軸に沿ったベースパッドコイル2104と車両パッド2114のDDコイル2116a~bとの間の結合は、無視できる場合があるか、またはDDコイル2116a~bは非アクティブ化される場合がある。例示的

50

な結合係数は、図 21 A のパッド構成の水平オフセットの場合、結合が  $y$  方向の大きな領域にわたって実質的に一定のままであることを示す。垂直線は、結合がしきい値を下回る場合があるポイントを示す。したがって、システムの  $y$  許容範囲は、一様では、結合がしきい値を上回る領域として定義することができる。しきい値は、電気車両に電力供給または充電するための十分な電力伝達を達成するのに十分な結合量に対応する場合がある。

#### 【0117】

図 22 B は、システムの垂直方向の位置合わせの許容範囲を示す垂直方向のオフセット ( $x$  方向) の関数としての、2 つの異なる例示的なパッドの高さでの例示的な結合係数  $k$  のプロットである。図 22 B のプロットは、図 21 B の車両パッド 2114 が図 21 B のベースパッド 2102 の上で垂直に ( $x$  方向に) 移動するときの、様々な高さでの結合係数に対応する場合がある。 $k_{12}$  と示された結合係数は、ベースパッドコイル 2104 と車両パッド 2114 の DD コイル 2116a ~ b との間の結合に対応する。上述されたように、車両パッド 2114 がベースパッド 2102 に対して  $x$  方向に移動するとき、ベースパッドコイル 2104 と DD コイル 2116a ~ b との間で、結合は増大する。 $k_{13}$  と示された結合係数は、ベースパッドコイル 2104 と車両パッド 2114 の Q コイル 2116c との間の結合に対応する。上述されたように、車両パッド 2114 がベースパッド 2102 に対して  $x$  方向に移動するとき、ベースパッドコイル 2104 と Q コイル 2116c との間で、結合は減少する。許容域 2180 (図 22 B) の場合、Q コイル 2116c との結合における減少が、DD コイル 2116a ~ b との結合における増大によるオフセットであり得るので、ベースパッド 2102 と車両パッドコイル 2116a ~ b および 2116c との間の組み合わされた結合は、しきい値を上回る場合がある。したがって、十分な電力伝達のための十分な結合がしきい値を上回る  $x$  方向に、大きいオフセットレンジが存在する場合がある。同じく、ベースパッド 2102 と車両パッド 2114 との間の結合が、 $x$  方向と  $y$  方向の両方でしきい値を上回ったままである、大きい位置合わせの許容範囲が実現される。

#### 【0118】

したがって、記載された実施形態によれば、合計ベースパッド電流変動がより少ない位置ずれの許容範囲を改善するパッド構成が提供される。その上、 $x$  方向と  $y$  方向の両方でかなりの許容範囲を提供することができる、長方形または正方形の許容域が実現される。その上、実施形態は、一様ではベースパッドによって発生する垂直磁束極に起因して、低減された放射を有するように構成される。加えて、いくつかの実施形態では、ベースパッドのサイズは、特に DD 方向で縮小される場合がある。加えて、上述された寸法決定が与えられると、パッド構成は、様々な許容域および車両構成用にカスタマイズすることが、より簡単であり得る。加えて、実施形態により、ベースパッド表面の磁束密度がより低くなり得る。

#### 【0119】

一様では、図 7 ~ 図 21 を参照して記載されたパッド構成は、大きい実質的に「正方形」の許容域にわたって高い効率をもたらす。したがって、本明細書に記載された構成は、放射を低減しながら、高い電力伝達効率を有する位置合わせ用の大きい許容域を実現することができる。

#### 【0120】

図 23 は、図 1 のワイヤレス電力伝達システム 100 の例示的なコア構成要素および補助構成要素を示す別の機能ブロック図である。上述された車両パッドまたはベースパッドのいずれも、図 23 のワイヤレス電力伝達システムに組み込まれている場合があるか、または図 23 を参照して記載された構成要素のうちの任意の 1 つまたは複数を使用する場合がある。ワイヤレス電力伝達システム 2310 は、通信リンク 2376、案内リンク 2366、ならびにベースシステム誘導コイル 2308 および電気車両誘導コイル 2316 のための位置合わせシステム 2352、2354 を示す。図 2 を参照して上述されたように、電気車両 112 に向かうエネルギーフローを仮定すると、図 23 では、ベース充電システム電力インターフェースは、AC 電源または DC 電源などの電力源から充電システム電

10

20

30

40

50

力変換器 2336 に電力を供給するように構成することができる。ベース充電システム電力変換器 2336 は、ベース充電システム電力インターフェースから A C 電力または D C 電力を受信して、ベースシステム誘導コイル 2308 をその共振周波数においてまたはその共振周波数の近くで励磁することができる。電気車両誘導コイル 2316 は、近距離場結合モード領域にあるとき、近距離場結合モード領域からエネルギーを受信して、共振周波数においてまたは共振周波数の近くで発振することができる。電気車両電力変換器 2338 は、電気車両誘導コイル 2316 からの発振信号を、電気車両電力インターフェースを介してバッテリを充電するのに適した電力信号に変換する。

#### 【0121】

ベースワイヤレス充電システム 2312 はベース充電システムコントローラ 2342 を含み、電気車両充電システム 2314 は電気車両コントローラ 2344 を含む。ベース充電システムコントローラ 2342 は、たとえば、コンピュータ、および配電センタ、またはスマート電力網などの他のシステム（図示せず）へのベース充電システム通信インターフェースを含む場合がある。電気車両コントローラ 2344 は、たとえば、車両上の搭載コンピュータ、他のバッテリ充電コントローラ、車両内の他の電子システム、およびリモート電子システムなどの他のシステム（図示せず）への電気車両通信インターフェースを含む場合がある。

#### 【0122】

ベース充電システムコントローラ 2342 および電気車両コントローラ 2344 は、別個の通信チャネルを有する特定のアプリケーション用のサブシステムまたはモジュールを含む場合がある。これらの通信チャネルは、別個の物理チャネルまたは別個の論理チャネルであり得る。非限定的な例として、ベース充電位置合わせシステム 2352 は、通信リンク 2376 を介して電気車両位置合わせシステム 2354 と通信して、自律的に、またはオペレータの支援により、ベースシステム誘導コイル 2308 と電気車両誘導コイル 2316 をより厳密に位置合わせするためのフィードバック機構を提供することができる。同様に、ベース充電案内システム 2362 は、案内リンクを介して電気車両案内システム 2364 と通信して、ベースシステム誘導コイル 2308 と電気車両誘導コイル 2316 を位置合わせする際にオペレータを誘導するために、フィードバック機構を提供することができる。加えて、ベースワイヤレス電力充電システム 2312 と電気車両充電システム 2314との間で他の情報を通信するための、ベース充電通信システム 2372 および電気車両通信システム 2374 によってサポートされる別個の汎用通信リンク（たとえば、チャネル）があり得る。この情報は、ベースワイヤレス電力充電システム 2312 と電気車両充電システム 2314 の両方の電気車両特性、バッテリ特性、充電状態、および電力容量に関する情報、ならびに電気車両 112 についての保守および診断データを含む場合がある。これらの通信チャネルは、たとえば、B l u e t o o t h（登録商標）、z i g b e e、セルラーなどの別個の物理通信チャネルであり得る。これらのシステムは、任意の適切な方式でベースシステム誘導コイル 2308 と電気車両誘導コイル 2316 の相対位置および／または相対方向を決定し通信するように動作することができる。

#### 【0123】

ベースワイヤレス充電システム 2312 と電気車両充電システム 2314 との間で通信するために、ワイヤレス電力伝達システム 2310 は、帯域内シグナリングと R F データモデム（たとえば、無認可の帯域内の無線を介したイーサネット（登録商標））の両方を使用することができる。帯域外通信は、車両の使用者／所有者への付加価値サービスの割振りに十分な帯域幅を提供することができる。ワイヤレス電力キャリアの低深度振幅または位相変調は、干渉を最小限に抑えた帯域内シグナリングシステムとしての働きをすることができる。

#### 【0124】

さらに、一部の通信は、特定の通信アンテナを使用せずにワイヤレス電力リンクを介して実行される場合がある。たとえば、ワイヤレス電力誘導コイル 2308 および 2316 は、ワイヤレス通信送信機としての働きをするように構成される場合もある。したがって

10

20

30

40

50

、ベースワイヤレス電力充電システム 2312 のいくつかの実施形態は、ワイヤレス電力経路上でキーイングタイププロトコルを可能にするためのコントローラ（図示せず）を含む場合がある。既定のプロトコルによる既定の間隔での送信電力レベルのキーイング（振幅シフトキーイング）により、受信機は、送信機からのシリアル通信を検出することができる。ベース充電システム電力変換器 2336 は、ベースシステム誘導コイル 2308 によって発生した近距離場の近傍で作動中の電子車両受信機の有無を検出するための負荷感知回路（図示せず）を含む場合がある。例として、負荷感知回路は、ベースシステム誘導コイル 2308 によって発生した近距離場の近傍で作動中の受信機の有無によって影響される電力増幅器に流れる電流を監視する。電力増幅器上の負荷に対する変化の検出は、エネルギーを送信するための発振器を有効にすべきかどうか、作動中の受信機と通信すべきかどうか、またはそれらの組合せを判定する際に使用するためのベース充電システムコントローラ 2342 によって監視することができる。10

#### 【0125】

ワイヤレス高電力伝達を可能するために、いくつかの実施形態は、10 ~ 60 kHz の範囲内の周波数で電力を伝達するように構成することができる。この低周波数結合により、固体デバイスを使用して実現され得る高効率な電力変換が可能になる場合がある。加えて、他の帯域と比較して無線システムによる共存問題が少なくなる場合がある。

#### 【0126】

図 24 は、一実施態様による、電力をワイヤレスに伝達する方法 2400 の実装形態のフローチャートである。ブロック 2402 で、電力は、磁場を介して、第 1 の導電性構造を介して、ワイヤレスに受信される。第 1 の導電性構造は、幅よりも大きい長さを有する。第 1 の導電性構造は、それぞれ第 1 のエリアおよび第 2 のエリアを囲む、第 1 のループおよび第 2 のループを含む。第 1 のループは第 1 の下面を有し、第 2 のループは第 2 の下面を有し、第 1 の下面と第 2 の下面是実質的に同一平面上にある。第 1 の導電性構造は、第 1 の導電性構造の長さに沿った形状線と各々が交差する、第 1 の縁部および第 2 の縁部を有する。ブロック 2404 で、電力は、第 1 の導電性構造と磁性材料との間に配置された第 2 の導電性構造を介して、ワイヤレスに受信される。第 2 の導電性構造は、第 3 のエリアを囲む。第 2 の導電性構造は、幅よりも大きい長さを有し、第 2 の導電性構造の長さは、少なくとも第 1 の導電性構造の第 1 の縁部と第 2 の縁部との間の形状線に沿った距離に実質的に等しい。20

#### 【0127】

図 25 は、例示的な実装形態による、ワイヤレス電力受信機 2500 の機能ブロック図である。ワイヤレス電力受信機 2500 は、図 1 ~ 図 24 に関して説明された様々なアクションのための手段 2502 および 2504 を含む。

#### 【0128】

上述された方法の様々な動作は、様々なハードウェア構成要素および／もしくはソフトウェア構成要素、回路、ならびに／またはモジュールなどの、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することができる。一般に、図に示された任意の動作は、動作を実行することができる対応する機能的手段によって実行することができる。30

#### 【0129】

多種多様な技術および技法のうちのいずれかを使用して、情報および信号を表すことができる。たとえば、上記の説明全体にわたって言及され得るデータ、命令、コマンド、情報、信号、ビット、シンボル、およびチップは、電圧、電流、電磁波、磁場もしくは磁性粒子、光場もしくは光学粒子、またはそれらの任意の組合せによって表すことができる。

#### 【0130】

本明細書で開示された実施形態に関して記載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、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することができる。ハードウェアおよびソフトウェアのこの互換性を明確に示すために、様々な例示的な構成要素、ブロック、モジュール、回路、およびステップが、概してそれらの機能に関して上述されている。そのよう4050

な機能がハードウェアとして実装されるか、またはソフトウェアとして実装されるかは、具体的な適用例および全体的なシステムに課される設計制約に依存する。記載された機能は特定の適用例ごとに様々な方法で実装できるが、そのような実装の決定は、実施形態の範囲からの逸脱を生じるものと解釈されるべきではない。

#### 【0131】

本明細書で開示された実施形態に関して記載され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（D S P）、特定用途向け集積回路（A S I C）、フィールドプログラマブルゲートアレイ（F P G A）もしくは他のプログラマブル論理デバイス、個別ゲートもしくはトランジスタ論理、個別ハードウェア構成要素、または、本明細書に記載された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、実装または実行することができる。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、D S P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、D S P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することができる。10

#### 【0132】

本明細書で開示された実施形態に関する記載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、直接ハードウェアで、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、またはその2つの組合せで具現化することができる。ソフトウェアで実装される場合、それらの機能は、1つもしくは複数の命令もしくはコードとして有形の非一時的コンピュータ可読媒体上に記憶されるか、または有形の非一時的コンピュータ可読媒体を介して送信される場合がある。ソフトウェアモジュールは、ランダムアクセスメモリ（R A M）、フラッシュメモリ、読み取り専用メモリ（R O M）、電気的プログラマブルR O M（E P R O M）、電気的消去可能プログラマブルR O M（E E P R O M）、レジスタ、ハードディスク、リムーバブルディスク、C D R O M、または、当技術分野で既知の任意の他の形態の記憶媒体の中に存在することができる。記憶媒体は、プロセッサが記憶媒体から情報を読み取り、記憶媒体に情報を書き込むことができるよう、プロセッサに結合される。代替として、記憶媒体はプロセッサと一緒にあり得る。本明細書で使用する場合、ディスク（d i s k）およびディスク（d i s c）は、コンパクトディスク（d i s c）（C D）、レーザディスク（d i s c）、光ディスク（d i s c）、デジタル多用途ディスク（d i s c）（D V D）、フロッピー（登録商標）ディスク（d i s k）、およびブルーレイディスク（d i s c）を含み、ディスク（d i s k）は、通常、磁気的にデータを再生し、ディスク（d i s c）は、レーザで光学的にデータを再生する。上記の組合せも、コンピュータ可読媒体の範囲の中に含まれるべきである。プロセッサおよび記憶媒体はA S I C内に存在することができる。A S I Cはユーザ端末内に存在することができる。代替として、プロセッサおよび記憶媒体は、ユーザ端末内に個別構成要素として存在することができる。20

#### 【0133】

本開示の概要を示すために、本発明のいくつかの態様、利点、および新規の特徴が本明細書に記載されている。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が実現されない場合があることを理解されたい。したがって、本発明は、本明細書に教示された1つの利点または利点のグループを、本明細書に教示または示唆され得る他の利点を必ずしも実現することなく、実現または最適化するように具現化または実行することができる。30

#### 【0134】

上述された実施形態の様々な修正が容易に明らかになり、本明細書に定義された一般原理は、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することができる。したがって、本発明は、本明細書に示された実施形態に限定されるものではなく、本明細書に開示された原理および新規の特徴に一致する最大の範囲を与えられるものである40

。

## 【符号の説明】

## 【0135】

100	ワイヤレス電力伝達システム	
102 a	ベースワイヤレス充電システム	
102 b	ベースワイヤレス充電システム	
104 a	ベースシステム誘導コイル	
104 b	ベースシステム誘導コイル	
108	通信リンク	
110	電力リンク	10
112	電気車両	
114	電気車両ワイヤレス充電システム	
116	電気車両誘導コイル	
118	バッテリユニット	
130	ローカル配電センタ	
132	電力バックボーン	
134	通信バックホール	
200	ワイヤレス電力伝達システム	
202	ベースワイヤレス電力充電システム	
204	ベースシステム誘導コイル	20
205	ベース充電システム同調回路	
206	ベースシステム送信回路	
208	電源	
214	電気車両充電システム	
216	電気車両誘導コイル	
218	電気車両バッテリユニット	
221	電気車両充電システム同調回路	
222	電気車両受信回路	
236	ベース充電システム電力変換器	
238	電気車両電力変換器	30
300	誘導電力伝達システム	
302	ベースパッド	
304	1次コイル	
314	車両パッド	
316	2次コイル	
350	磁性材料	
352	磁性材料	
360	導電性背面板	
362	導電性背面板	
600	充電システム	40
602	ベースパッド	
604 a	DDコイル	
604 b	DDコイル	
614	車両パッド	
616 a	DDコイル	
616 b	DDコイル	
616 c	Qコイル	
650	磁性材料	
652	磁性材料	
660	導電性背面板	50

6 6 2	導電性背面板	
7 0 0	誘導電力伝達システム	
7 0 2	ベースパッド	
7 0 4	コイル	
7 1 4	車両パッド	
7 1 6 a	D D コイル	10
7 1 6 b	D D コイル	
7 1 6 c	Q コイル	
7 5 0	磁性材料	
7 5 2	磁性材料	
7 6 0	導電性背面板	
7 6 2	導電性背面板	
9 0 0	誘導電力伝達システム	
9 0 2	ベースパッド	
9 0 4	コイル	
9 1 4	車両パッド	
9 1 6 a	D D コイル	20
9 1 6 b	D D コイル	
9 1 6 c	Q コイル	
9 5 0	磁性材料	
9 5 2	磁性材料	
9 6 0	導電性背面板	
9 6 2	導電性背面板	
1 2 1 4	パッド	
1 2 1 6 a	D D コイル	
1 2 1 6 b	D D コイル	
1 2 1 6 c	Q コイル	
1 2 4 0	電流方向を示す矢印	
1 2 4 2	電流方向を示す矢印	
1 2 4 4	電流方向を示す矢印	30
1 2 5 0	磁性材料	
1 3 0 2	パッド	
1 3 0 4	コイル	
1 3 5 0	磁性材料	
1 3 6 0	導電性背面板	
1 3 6 2	第 1 の絶縁層	
1 3 6 4	絶縁層	
1 3 7 2	寸法	
1 3 7 4	寸法	40
1 3 7 6	寸法	
1 3 7 8	寸法	
1 3 8 2	寸法	
1 3 8 4	寸法	
1 3 8 6	寸法	
1 3 8 8	寸法	
1 4 1 4	パッド	
1 4 1 6 a	D D コイル	
1 4 1 6 b	D D コイル	
1 4 1 6 c	Q コイル	
1 4 2 0	寸法	50

1 4 2 2	寸法	
1 4 2 4	寸法	
1 4 2 6	寸法	
1 4 2 8	寸法	
1 4 3 0	寸法	
1 4 3 2	寸法	
1 4 3 4	寸法	
1 4 4 0	寸法	
1 4 4 2	寸法	
1 4 4 4	寸法	10
1 4 4 6	寸法	
1 4 4 8	寸法	
1 4 5 0	磁性材料	
1 4 6 0	導電性背面板	
1 4 6 2	絶縁層	
1 4 6 4	絶縁層	
1 4 6 6	絶縁層	
1 5 0 0	誘導電力伝達システム	
1 5 0 2	ベースパッド	
1 5 0 4 a	DDコイル	20
1 5 0 4 b	DDコイル	
1 5 0 4 c	Qコイル	
1 5 1 4	車両パッド	
1 5 1 4 B	車両パッド	
1 5 1 6 a	DDコイル	
1 5 1 6 b	DDコイル	
1 5 1 6 c	Qコイル	
1 5 1 6 B - a	DDコイル	
1 5 1 6 B - b	DDコイル	
1 5 1 6 B - c	Qコイル	30
1 5 5 0	磁性材料	
1 5 5 2	磁性材料	
1 5 5 2 B	磁性材料	
1 5 6 0	導電性背面板	
1 5 6 2	導電性背面板	
1 5 6 2 B	導電性背面板	
1 6 0 0	誘導電力伝達システム	
1 6 0 2	ベースパッド	
1 6 0 4 a	DDコイル	
1 6 0 4 b	DDコイル	40
1 6 0 4 c	Qコイル	
1 6 1 4	車両パッド	
1 6 1 6 a	DDコイル	
1 6 1 6 b	DDコイル	
1 6 1 6 c	Qコイル	
1 6 5 0	磁性材料	
1 6 5 2	磁性材料	
1 6 6 0	導電性背面板	
1 6 6 2	導電性背面板	
1 7 0 0	誘導電力伝達システム	50

1 7 0 2	ベースパッド	
1 7 0 4	ベースパッドコイル	
1 7 1 4	車両パッド	
1 7 1 6 a	DDコイル	
1 7 1 6 b	DDコイル	
1 7 1 6 c	Qコイル	
1 7 5 0	磁性材料	
1 7 5 2	磁性材料	
1 7 6 0	導電性背面板	
1 7 6 2	導電性背面板	10
1 8 0 2	「方円形」ベースパッド	
1 8 1 4	DD-Q車両パッド	
1 9 0 2	ベースパッド	
1 9 0 4	「方円形」コイル	
1 9 5 0	磁性材料	
1 9 6 0	導電性背面板	
1 9 8 2	中心点	
2 0 1 4	車両パッド	
2 0 1 6 a	DDコイル	
2 0 1 6 b	DDコイル	20
2 0 1 6 c	Qコイル	
2 0 5 2	磁性材料	
2 0 6 2	導電性背面板	
2 0 8 2	中心点	
2 1 0 2	ベースパッド	
2 1 0 4	コイル	
2 1 1 4	車両パッド	
2 1 1 6 a	DDコイル	
2 1 1 6 b	DDコイル	
2 1 1 6 c	Qコイル	30
2 1 8 0	位置合わせ許容域	
2 3 0 8	ベースシステム誘導コイル	
2 3 1 0	ワイヤレス電力伝達システム	
2 3 1 2	ベースワイヤレス充電システム	
2 3 1 4	電気車両充電システム	
2 3 1 6	電気車両誘導コイル	
2 3 3 6	ベース充電システム電力変換器	
2 3 3 8	電気車両電力変換器	
2 3 4 2	ベース充電システムコントローラ	
2 3 4 4	電気車両コントローラ	40
2 3 5 2	ベース充電位置合わせシステム	
2 3 5 4	電気車両位置合わせシステム	
2 3 6 2	ベース充電誘導システム	
2 3 6 4	電気車両誘導システム	
2 3 6 6	誘導リンク	
2 3 7 2	ベース充電通信システム	
2 3 7 4	電気車両通信システム	
2 3 7 6	通信リンク	
2 4 0 0	電力をワイヤレスに伝達する方法	
2 4 0 2	ブロック	50

## 2404 ブロック

【図1】

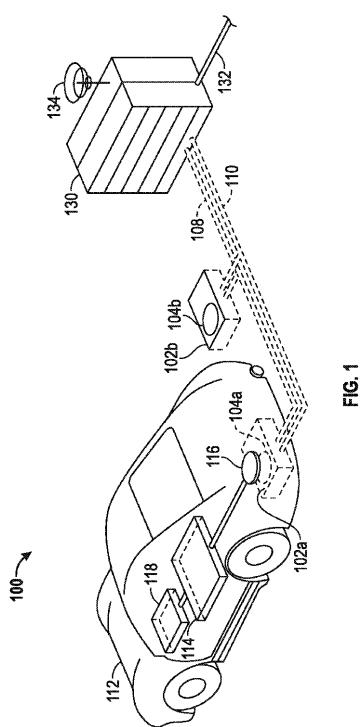


FIG. 1

【図2】

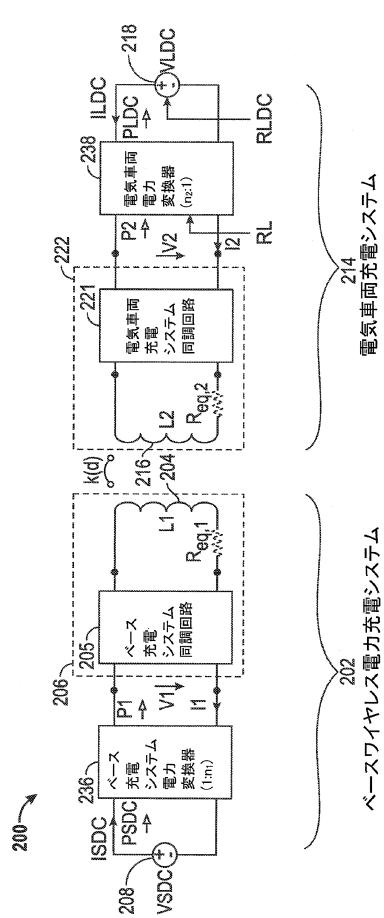
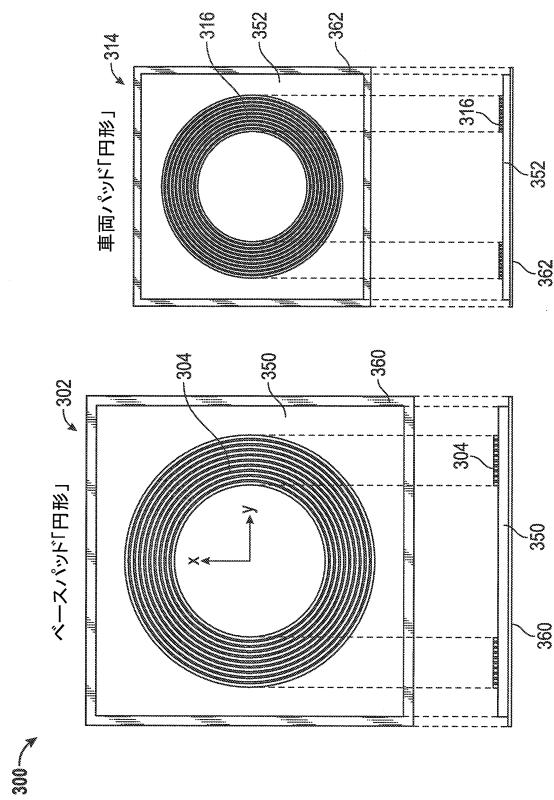


FIG. 2

【図3】



【図4】

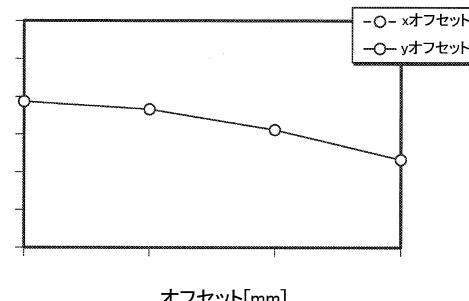


FIG. 4

【図5】

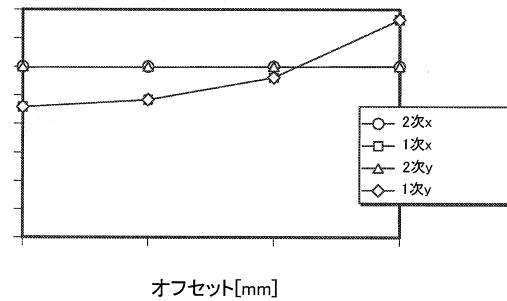


FIG. 5

【図6】

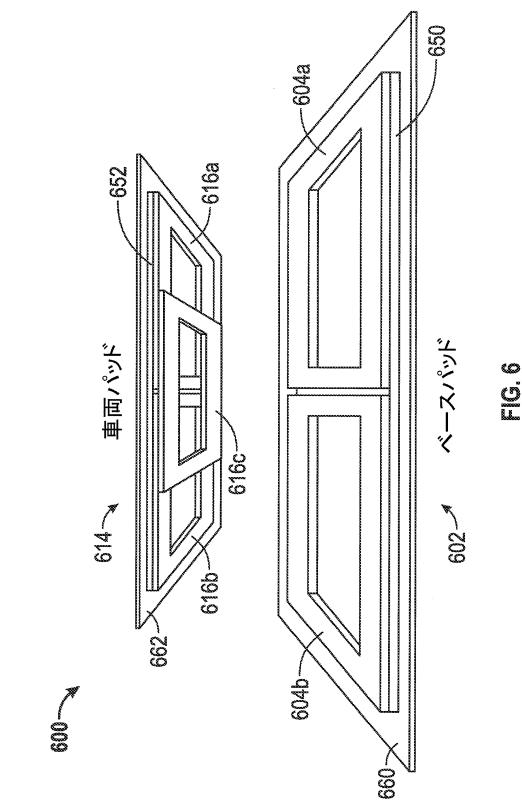


FIG. 6

【図7】

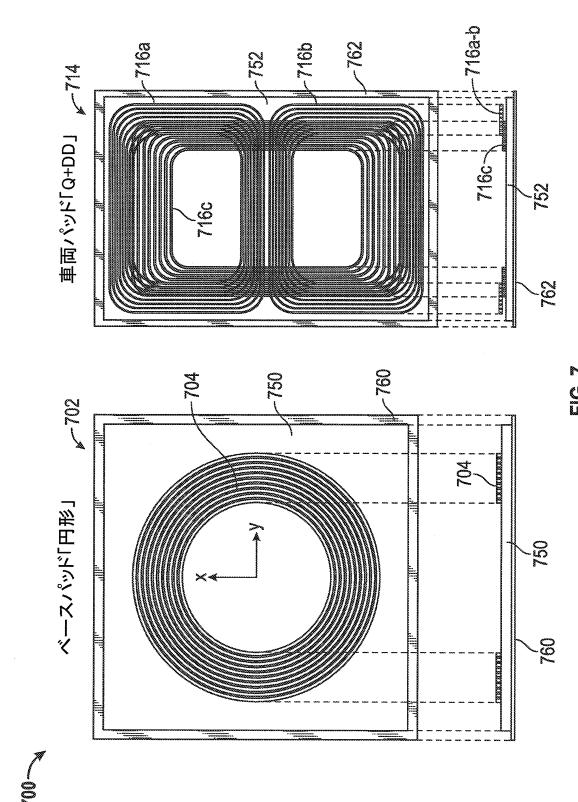
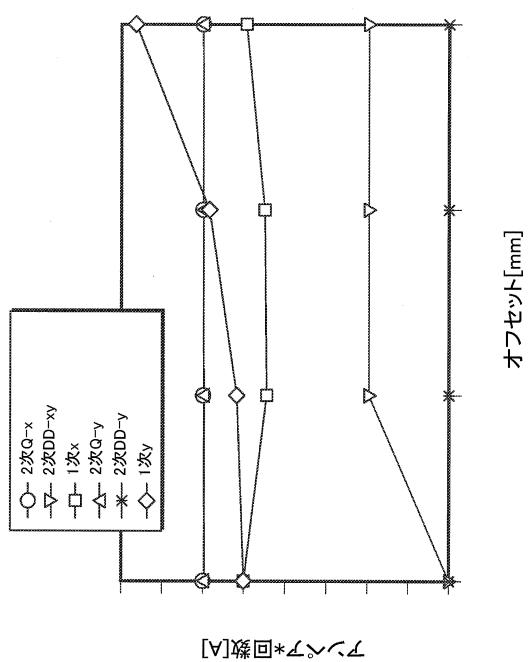
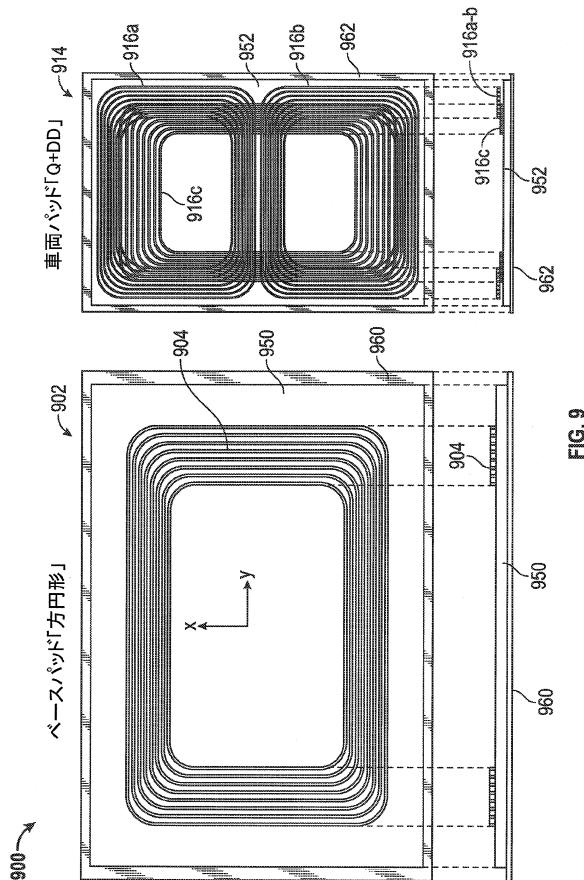


FIG. 7

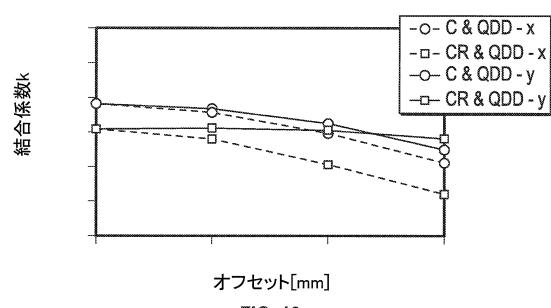
【図 8】



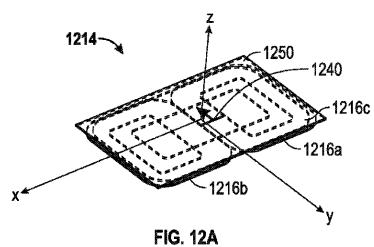
【図 9】



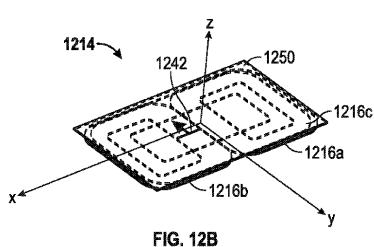
【図 10】



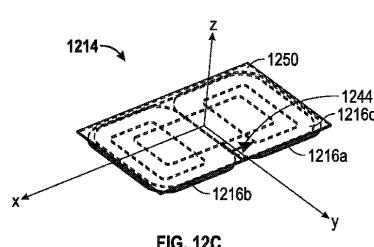
【図 12 A】



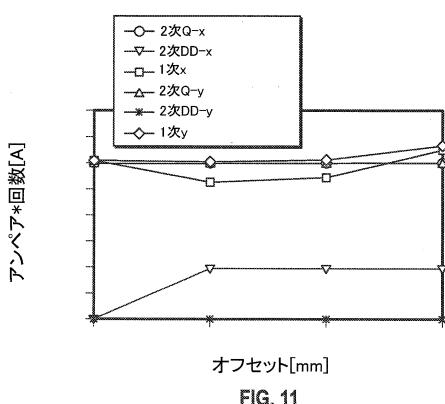
【図 12 B】



【図 12 C】



【図 11】



【図13】

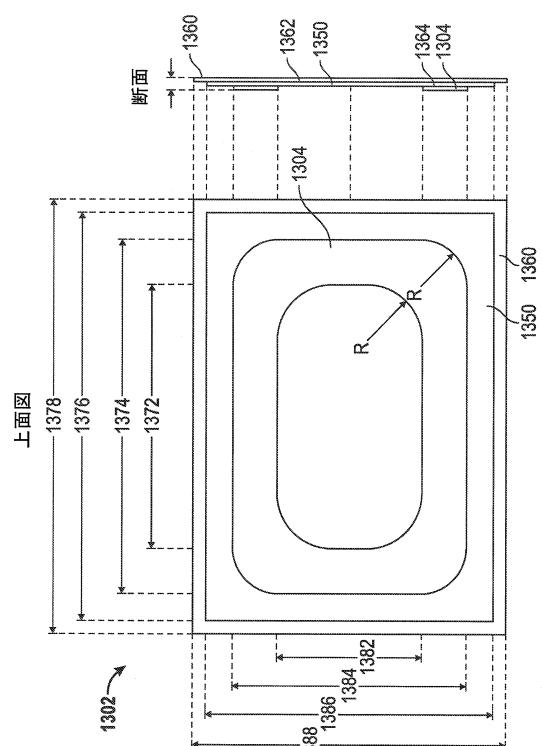


FIG. 13

【図 1-4】

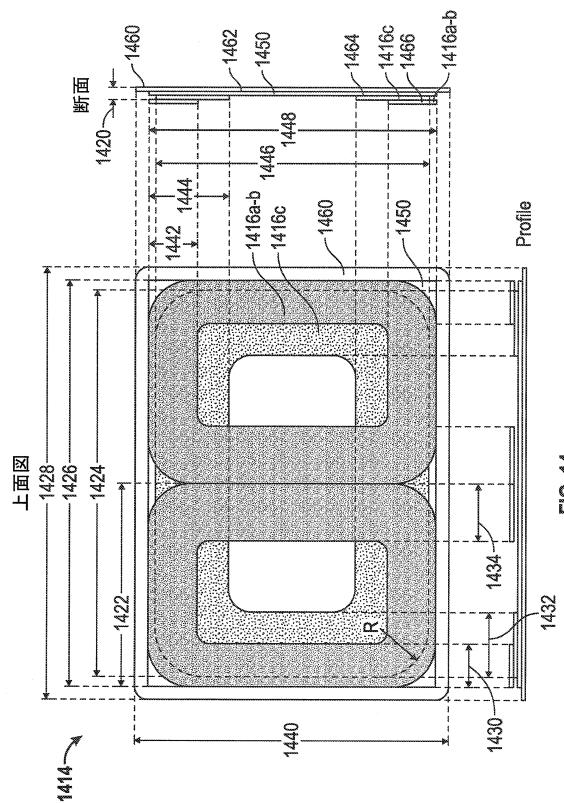
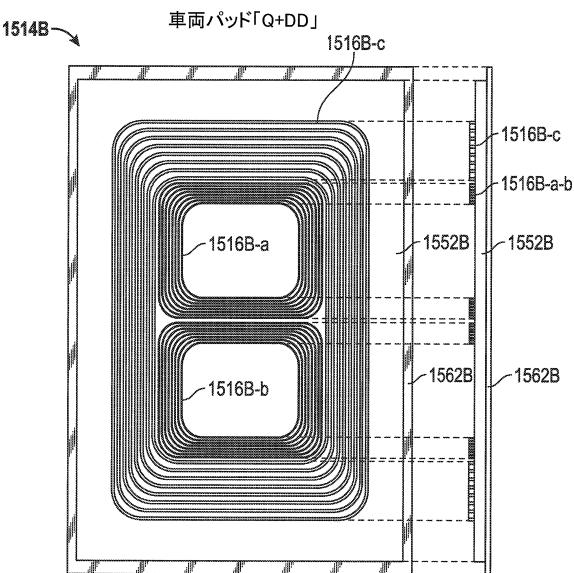
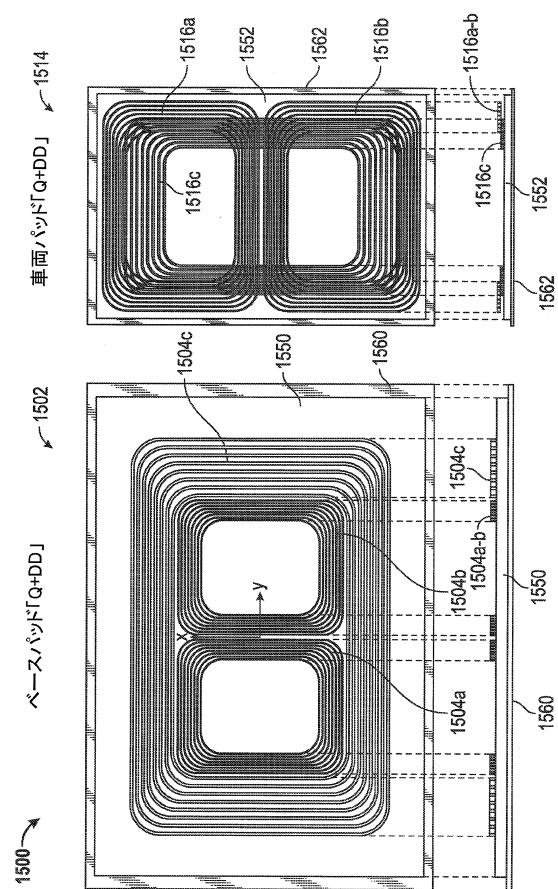


FIG. 14

【図15A】



【図16】

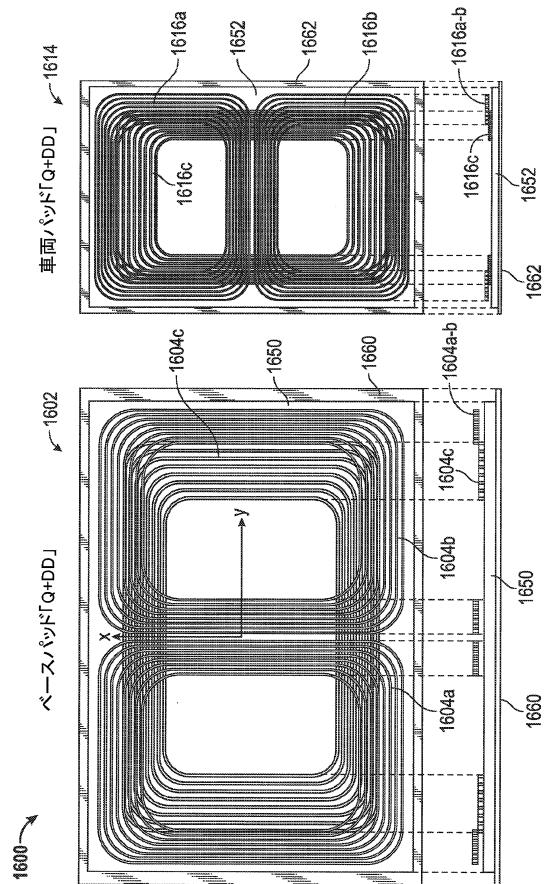


FIG. 16

【図17】

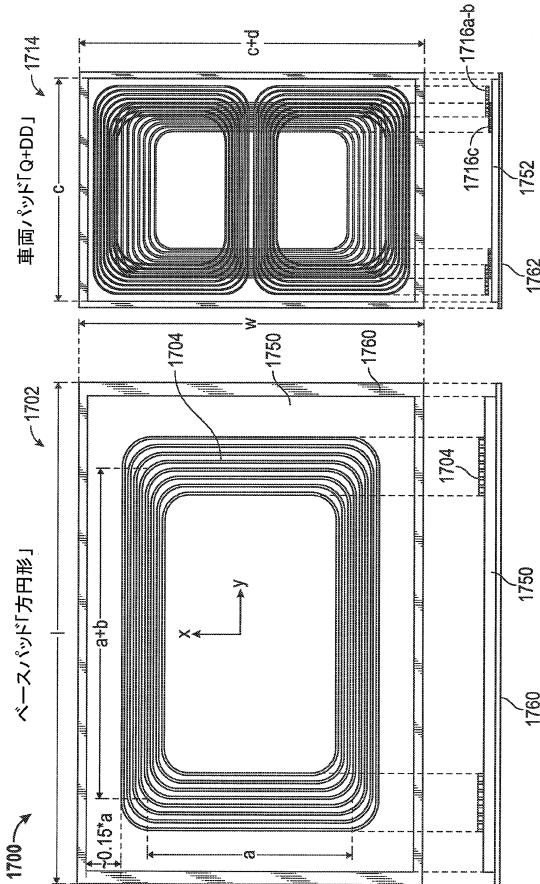


FIG. 17

【図18】

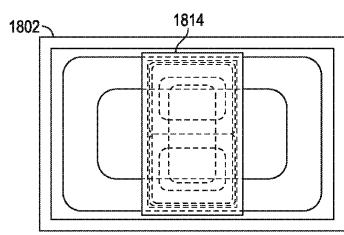


FIG. 18

【図19】

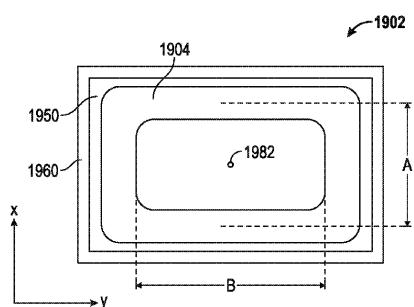


FIG. 19

【図20】

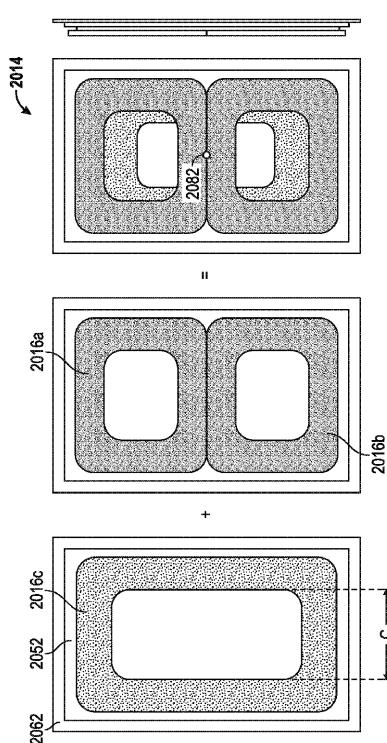


FIG. 20

【図 21A】

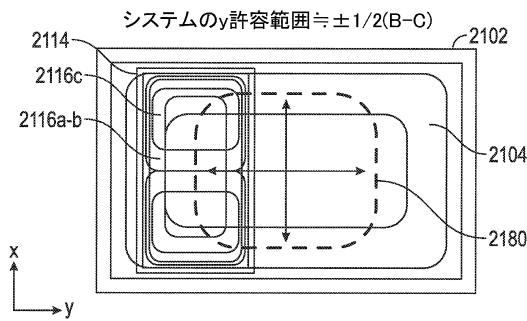


FIG. 21A

【図 21B】

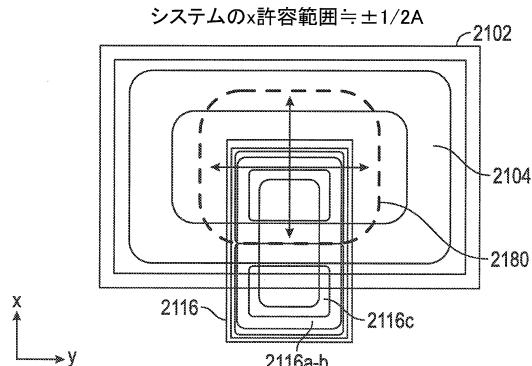


FIG. 21B

【図 22A】

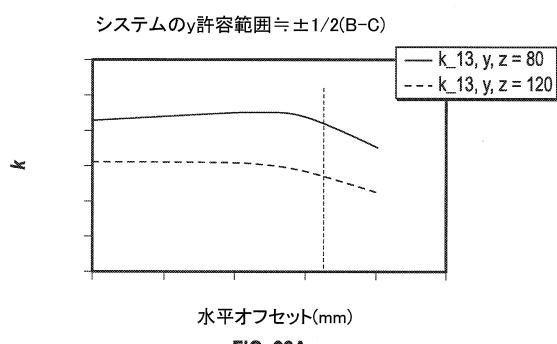


FIG. 22A

【図 23】

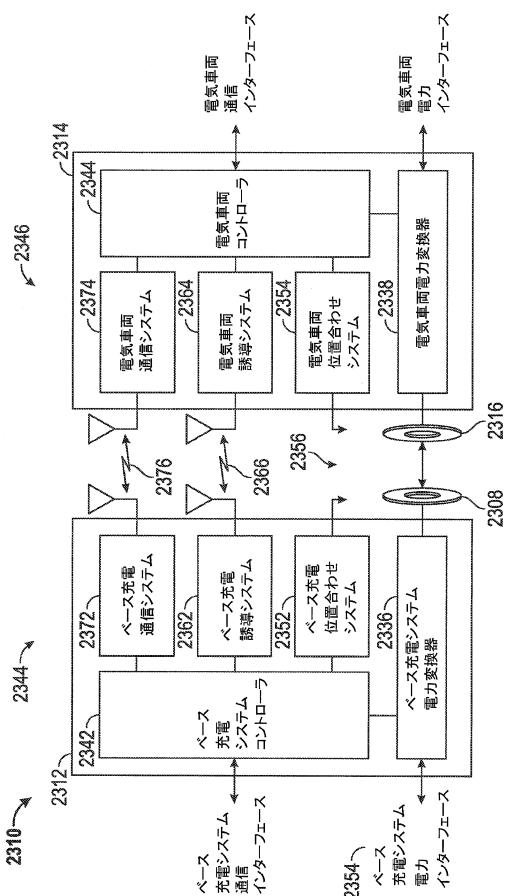


FIG. 23

【図 22B】

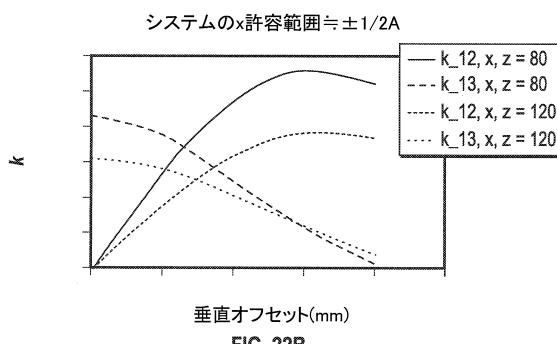


FIG. 22B

【図24】

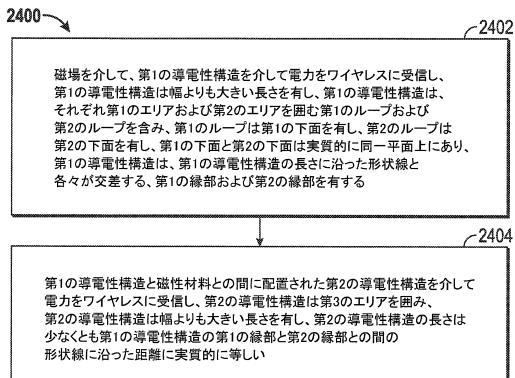


FIG. 24

【図25】

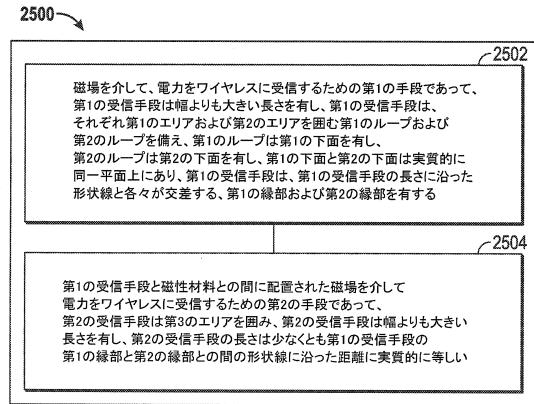


FIG. 25

---

フロントページの続き

(72)発明者 ニコラス・エー・キーリング

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 久保田 昌晴

(56)参考文献 國際公開第2011/016736 (WO, A2)

特表2013-501665 (JP, A)

特表2012-517118 (JP, A)

特開平6-277358 (JP, A)

特開2011-72074 (JP, A)

米国特許出願公開第2012/0161535 (US, A1)

Grant A.Covic, Michael L.G. Kissin, Dariusz Kacprzak, Niels Clausen, Hao Hao, A Bipolar Primary Pad Topology for EV Stationary Charging and Highway Power by Inductive Coupling, 2011 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition, 2011年 9月, p.1832-1838

Mickel Budhia, Grant A.Covic, John T.Boys, Chang-Yu Huang, Development and evaluation of single sided flux couplers for contactless electric vehicle charging, 2011 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition, 2011年 9月, p.614-621

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01F 38/14

H02J 7/00、50/00、50/10-50/12、50/40

B60L 53/12-53/126