

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6696966号
(P6696966)

(45) 発行日 令和2年5月20日 (2020.5.20)

(24) 登録日 令和2年4月27日 (2020.4.27)

(51) Int. Cl.

F I

HO 2 J	50/40	(2016.01)	HO 2 J	50/40
HO 2 J	50/70	(2016.01)	HO 2 J	50/70
HO 2 J	50/12	(2016.01)	HO 2 J	50/12
HO 2 J	50/80	(2016.01)	HO 2 J	50/80
HO 2 J	50/90	(2016.01)	HO 2 J	50/90

請求項の数 13 (全 37 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2017-502845 (P2017-502845)
 (86) (22) 出願日 平成27年7月14日 (2015.7.14)
 (65) 公表番号 特表2017-531416 (P2017-531416A)
 (43) 公表日 平成29年10月19日 (2017.10.19)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2015/040417
 (87) 国際公開番号 W02016/014294
 (87) 国際公開日 平成28年1月28日 (2016.1.28)
 審査請求日 平成30年6月29日 (2018.6.29)
 (31) 優先権主張番号 62/029,092
 (32) 優先日 平成26年7月25日 (2014.7.25)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 14/515,291
 (32) 優先日 平成26年10月15日 (2014.10.15)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 米国 (US)

(73) 特許権者 513307922
 ワイトリシティ コーポレーション
 W I T R I C I T Y C O R P O R A T I
 O N
 アメリカ合衆国 マサチューセッツ州 O
 2 4 7 2 ウォータータウン ウォーター
 ストリート 5 7
 (74) 代理人 100108453
 弁理士 村山 靖彦
 (74) 代理人 100110364
 弁理士 実広 信哉
 (74) 代理人 100133400
 弁理士 阿部 達彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電気車両ワイヤレス充電システムのための誘導および整列システムおよび方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ワイヤレス電力伝達システムにおける磁場成分を感知するための装置であって、
 強磁性透磁性基板と、
 前記強磁性透磁性基板上に配置された少なくとも3つの共面コイルであり、受信された
 磁場によって誘起された信号を生成するように構成された少なくとも3つの共面コイルと
 、
 前記コイルの反対側の前記強磁性透磁性基板上に配置される導電性バックプレートと、
 前記コイルに動作可能に接続され、前記コイルによって生成された前記信号に基づいて
 少なくとも2つの出力を生成するように構成された処理システムであり、前記出力が、前
 記受信された磁場の少なくとも2つのベクトル成分を示す、処理システムと
 を含む装置。

【請求項 2】

前記処理システムが、信号合成器および検出器を含み、前記信号合成器が、前記コイル
によって生成された前記信号を線形結合するように構成され、前記検出器が、前記信号を
線形結合することによって得られた信号ベクトルの成分に対して非線形演算を実行して、
ベクトル出力を生成するように構成される、請求項1に記載の装置。

【請求項 3】

前記信号合成器が、前記受信された磁場の方向が前記少なくとも3つのコイルの平面に
 垂直であるときに最大である前記ベクトル出力のベクトル成分を生成するように信号を結

10

20

合するように構成される、請求項2に記載の装置。

【請求項4】

前記信号合成器が、前記受信された磁場の方向が前記少なくとも3つのコイルの平面に平行であるときに最大である前記ベクトル出力のベクトル成分を生成するように信号を結合するように構成される、請求項2に記載の装置。

【請求項5】

信号合成器が、前記少なくとも3つのコイルのうちの少なくとも2つのコイルの組合せからの信号を結合して、少なくとも1つのベクトル成分を含むベクトル成分出力を生成する、請求項2に記載の装置。

【請求項6】

前記少なくとも3つのコイルが、前記強磁性透磁性基板上の少なくとも1つの対称軸に対して対称になるように配置される、請求項1に記載の装置。

【請求項7】

前記少なくとも3つのコイルのうちの1つまたは複数のコイルが、前記少なくとも3つのコイルのうちの別のコイルと重なる、請求項1に記載の装置。

【請求項8】

前記処理システムが、前記少なくとも3つのコイルによって生成された前記信号に基づいて3つの出力を生成するように構成され、前記3つの出力の各々が、前記受信された磁場の3つのベクトル成分のうちの1つを示す、請求項1に記載の装置。

【請求項9】

前記少なくとも3つのコイルの環境に対する感度を低減するように構成された導電性バックプレートをさらに含み、前記導電性バックプレートが、前記コイルの反対側の前記強磁性透磁性基板上に配置される、請求項1に記載の装置。

【請求項10】

前記少なくとも3つのコイルが、前記強磁性透磁性基板上に配置されたプリント回路基板内またはプリント回路基板上に配置される、請求項1に記載の装置。

【請求項11】

ワイヤレス電力伝達システムにおける磁場成分を感知するための方法であって、
強磁性透磁性基板上に配置された少なくとも3つの共面コイルを介して磁場を受信するステップと、

前記強磁性透磁性基板を介して、前記少なくとも3つの共面コイルを通る前記磁場を変化させるステップと、

前記少なくとも3つのコイルを介して前記受信された磁場によって誘起された信号を生成するステップと、

処理システムを介して、前記少なくとも3つのコイルによって生成された前記信号に基づいて少なくとも2つの出力を生成するステップであり、前記出力が、前記受信された磁場の少なくとも2つのベクトル成分を含み、前記コイルの反対側の前記強磁性透磁性基板上に導電性バックプレートが配置される、ステップと

を含む方法。

【請求項12】

前記少なくとも2つの出力を生成するステップが、信号合成器を介して、前記少なくとも3つのコイルによって生成された信号を結合するステップと、検出器を介してベクトル出力を生成するために、前記信号に非線形演算を実行するステップとを含む、請求項11に記載の方法。

【請求項13】

前記少なくとも3つのコイルによって生成された信号を結合するステップが、前記受信された磁場の方向が前記少なくとも3つのコイルの平面に垂直であるときに最大である前記ベクトル出力のベクトル成分を生成するように前記信号を結合するステップを含む、請求項12に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

記載の技術は、一般にはワイヤレス電力に関する。より具体的には、本開示は、地上ベースの充電ユニットと車両ベースのユニットとの間のワイヤレス電力伝達、ならびに、誘導および整列のために地上ベースの充電ユニットに対して電気車両の位置を決定することに関するデバイス、システム、および方法を対象とする。

【背景技術】

【0002】

バッテリーなどのエネルギー蓄積デバイスから受け取られる電気から導出される運動力を含む、電気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、車両制動および従来の発動機からの動力を使用して車両を充電するオンボード充電器を含む。完全に電氣的である車両は一般に、他の電力源からバッテリーを充電するための電気を受け取る。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。加えて、ワイヤレス充電システムは、可能な限り効率的な方法で受信機へのワイヤレス電力の伝達を容易にするために、電気車両および/または充電システムの位置を決定することができなければならない。

【0003】

誘導電力伝送(IPT)システムは、エネルギーのワイヤレス伝送の一例を提供する。IPTシステムでは、1次デバイス(すなわち、送信機)は、電力を2次デバイス(すなわち、受信機)に送信する。これらの送信機デバイスおよび受信機デバイスの各々は、電流伝達材料の巻線のシングルコイルまたはマルチコイル構成を含み得る、少なくとも1つの誘導結合器(たとえば、IPT結合器)を備え得る。IPTシステムでは、送信機における交流は磁場を生成し、これは、送信機の近傍に配置される受信機に起電力を誘導し、それに応じて電力を受信機に伝達する。一般に、電気車両の充電のための誘導電力伝達のために、VLFまたはLF周波数帯(たとえば、20kHzから150kHzまで)の周波数が使用される。

【0004】

キロワット範囲の電気車両の誘導充電は、効率的であり、規制規格に準拠するために比較的密な結合を必要とする。誘導充電では、より高い電力は、より堅い結合に付随する。電気車両の誘導充電は、静的充電システム(電気車両が静止している間に誘導充電が行われる)または動的充電システム(電気車両が動いている間に誘導充電が行われる)とともに使用され得る。静的システムでは、駐車支援システムは、運転手が整列問題を克服し、便利さおよび充電効率を向上させるのを助け得る。たとえば、駐車支援システムは、電気車両が「スイートスポット」内に駐車されるとき、運転手に指示することができる。別の実施形態によれば、駐車支援システムは、電気車両に、最小の運転手の介入でそれ自体を自動的に駐車するよう指示することができる。これは、位置が重要な車両充電システムでは特に有益である。誘導および整列システムは、運転手が「スイートスポット」または「許容エリア」内に電気車両を確実に駐車するのを支援するために使用され得、「許容エリア」は、(充電ベース上の)送信機と(電気車両上の)受信機との間の結合効率があるしきい値または最小値以上であるエリアであり得る。スイートスポットおよび充電エリアは、駐車エリア内にリリースされる放出によっても定義され得、たとえば、車両がスイートスポットまたは許容エリア内に位置する場合、車両の周囲において測定された磁気漏れフィールドは、規定された限度、たとえば、規制の人間の曝露限度を満たす。したがって、誘導および整列情報を提供するために好ましくは150kHz未満の周波数でベース充電ユニットまたは電気車両充電ユニットによって生成され得る低周波磁場を感知することに基づいてロー

10

20

30

40

50

カル位置決めを提供するためのシステムおよび方法が望まれる。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明のシステム、方法、およびデバイスは、いくつかの態様をそれぞれ有し、それらのうちの単一の態様だけが、その望ましい属性を担うわけではない。ここで、後記の特許請求の範囲によって表される本発明の範囲を限定することなく、いくつかの特徴について簡単に説明する。この説明を考察した後、また特に「発明を実施するための形態」と題するセクションを読んだ後、本発明の様々な実施形態の特徴が、ワイヤレスネットワークの中のアクセスポイントとステーションとの間の改善された通信を含む利点をどのようにもたらすのかが理解されよう。

10

【0006】

本明細書で開示する実施形態はそれぞれ、いくつかの革新的な態様を有し、それらの態様はいずれも、本発明の所望の属性に単独で関与するものではない。以下で説明する特許請求の範囲によって表される範囲を限定することなく、そのより顕著な特徴をここで簡単に開示する。この議論を検討した後には、様々な実施形態の特徴が、現在の動的ワイヤレス充電システムに対する様々な利点をどのようにして提供するのかが理解される。

【0007】

本開示の一態様は、ワイヤレス電力伝達システムにおける磁場成分を感知するための装置を提供する。一態様では、この装置は、透磁性基板と、透磁性基板上に配置され、受信された磁場によって誘起された信号を生成するように構成された、少なくとも3つの共面コイルと、コイルに動作可能に接続され、コイルによって生成された信号に基づいて少なくとも2つの出力を生成するように構成された処理システムであり、出力は、受信された磁場の少なくとも2つのベクトル成分を示す、処理システムとを含む。

20

【0008】

開示される別の態様は、ワイヤレス電力伝達システムにおける磁場成分を感知するための方法である。この方法は、透磁性基板上に配置された少なくとも3つの共面コイルを介して磁場を受信するステップと、少なくとも3つのコイルを介して受信された磁場によって誘起された信号を生成するステップと、処理システムを介して、少なくとも3つのコイルによって生成された信号に基づいて少なくとも2つの出力を生成するステップであり、出力は、受信された磁場の少なくとも2つのベクトル成分を含む、ステップとを含む。

30

【0009】

開示される別の態様は、ワイヤレス電力伝達システムにおける磁場成分を感知するための装置である。この装置は、透磁性基板上に配置され、受信された磁場によって誘起された信号を生成するように構成された、少なくとも3つの共面コイルと、少なくとも3つのコイルによって生成された信号に基づいて少なくとも2つの出力を生成するための手段であり、出力は、受信された磁場の少なくとも2つのベクトル成分を含む、手段とを含む。

【0010】

開示される別の態様は、ワイヤレス電力伝達システムにおける位置決め磁場信号を生成するための装置である。この装置は、透磁性基板と、透磁性基板上に配置された少なくとも3つの共面コイルであり、少なくとも3つのジェネレータコイルの各々が、位置決め磁場信号を生成するように構成された、少なくとも3つの共面コイルと、少なくとも3つのコイルの各々の電流の特性を制御するように構成された処理システムであり、位置決め磁場信号は、磁気位置決め磁場信号の受信側に対する装置の位置を示す、処理システムとを含む。

40

【0011】

上で述べた諸態様ならびに本技術の他の特徴、態様、および利点について、これから添付図面を参照して様々な実施形態に関連して説明する。ただし、図示の実施形態は、例にすぎず、限定的であることは意図されていない。図面を通じて、文脈が別段に示す場合を除いて、同様の符号は通常、同様の構成要素を識別する。以下の図面の相対的な寸法が、

50

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。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【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】例示的な実施形態による、例示的なワイヤレス電力伝達システム構成要素の概略図である。

【図 3】例示的な実施形態による、図1のワイヤレス電力伝達システムの例示的なシステム構成要素を示す機能ブロック図である。

【図 4 A】例示的な実施形態によるパーキングストールを原点とする例示的な座標系を使用してパーキングストールに設置された充電スポットと電気車両との間の第1の定義された位置関係を示す図である。

10

【図 4 B】例示的な実施形態による電気車両を原点とする例示的な座標系を使用して電気車両とパーキングストールの間の第2の定義された位置関係を示す図である。

【図 5 A】例示的な実施形態による、信号合成器および検出器が複数の出力を有する、基板に配置された感知コイルを有するセンサーおよび検出器システムの概略図である。

【図 5 B】例示的な実施形態による、追加の構成要素が単一の出力を有する、透磁性基板に配置されたセンサーを有するセンサーおよび検出システムの概略図である。

【図 6 A】例示的な実施形態による、信号合成器および検出器が複数の出力を有する、基板に配置された感知コイルを有するセンサーおよび検出器システムの概略図である。

20

【図 6 B】例示的な実施形態による基板上に配置された感知コイルを有するセンサーおよび検出器システムの概略図である。

【図 6 C】例示的な実施形態によるPCBにおいて形成される感知コイルを示す磁場感知システムの概略プロファイル図である。

【図 6 D】別の例示的な実施形態によるPCBにおいて形成される感知コイルを示す磁場感知システムの断面プロファイル図である。

【図 7 A】例示的な実施形態による感知コイルの平面と実質的に直角なフィールド方向についての磁束線によって視覚化される位置決め磁場上の透磁性基板の効果を示す図である。

。

【図 7 B】例示的な実施形態による感知コイルの平面と実質的に平行なフィールド方向についての磁束線によって視覚化される位置決め磁場上の透磁性基板の効果を示す図である。

30

。

【図 8】複数の感知コイルを有する例示的な実施形態による磁場感知および検出システムの一実施形態のブロック図である。

【図 9 A】例示的な実施形態による信号スプリッタに流れ込む単入力から位置決め磁場信号を生成することができる透磁性基板に配置されたマルチコイル構成の概略図である。

【図 9 B】例示的な実施形態による信号スプリッタに流れ込む複数の入力から位置決め磁場信号を生成することができる透磁性基板に配置されたマルチコイル構成の概略図である。

。

【図 1 0】例示的な実施形態による異なる偏光および周波数を有する2つの磁場の同時生成を示すジェネレータコイル構成および磁場パターンの磁束線を示す図である。

40

【図 1 1】図9Bに示した生成器システムの例示的な実施形態による磁場生成器システムの一実施形態のブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 3 】

添付の図面に関連させて以下に記載される詳細な説明は、例示的な実施形態の説明を目的としたものであり、本発明を實踐できる唯一の実施形態を表すことを意図したものではない。本説明全体にわたって使用される「例示的」という用語は、「一例、実例、または例示としての役割を果たす」ことを意味し、必ずしも、他の例示的な実施形態よりも好ましいまたは有利であると解釈されるべきではない。詳細な説明は、例示的な実施形態を完

50

全に理解してもらうために、具体的な詳細を含んでいる。場合によっては、いくつかのデバイスがブロック図の形式で示されている。

【 0 0 1 4 】

1つまたは複数の実施形態によれば、本明細書で開示される磁性ベクタリング方法およびシステムは、IPT充電システムへと、好ましくはベースサブシステムへと、かつ具体的にはベースIPT結合器、すなわちベースパッドへと組み込まれると企図される。しかしながら、本明細書で開示される方法は、組み込まれない単独の解決法、すなわち個別の解決法にも適用され得る。本明細書で開示される磁気ベクタリングの概念および解決法は、ベースIPT結合器への組み込みを仮定する。それらは、車両結合器への組み込みにも適用され得る。

10

【 0 0 1 5 】

いくつかの実施形態によれば、本明細書で開示される方法およびシステムは、ベースユニットに組み込まれる送信アンテナと受信アンテナの両方を企図する。しかしながら、そのような方法およびシステムは、そのように制限されるものとして見なされるべきではない。

【 0 0 1 6 】

本明細書には特に詳細には記述しないが、磁気ベクタリングシステムは、磁気ベクタリングシステムが電気車両のIPT結合器とベースパッドのIPT結合器との整列を支援し得るように、いくつかの実施形態によるワイヤレス充電制御システムに接続される。

【 0 0 1 7 】

磁気ベクタリングの概念および解決法を開示する目的で本明細書に記載される例示的なIPT結合器は、例示的であり、限定するものとして見なされるべきではない。そのような例示的なIPT結合器は、一般に、たとえば柔らかいフェライト材料を含む銅リッツ線、物理的なコア構造体によりたとえば作られるコイル構造、および、たとえばアルミニウムを含む導電性バックプレートを含む。強磁性体または強磁性材料を含む物理的なコアアンテナは、より強い電磁場の展開および結合の改善を可能にし得る。いくつかの実施形態では、コイル構造は、空芯を含むように構成され得る。空芯ループアンテナは、コア領域内への他の構成要素の配置を可能にし得る。本明細書において考慮されるIPT結合器の一例は、「循環」タイプの結合器である。本開示では明示的に示されないが、磁気ベクタリングシステムは、何らかの修正とともに、他のタイプのIPT結合器、たとえば「DD」タイプ、「バイポーラ」タイプまたは「ソレノイド」タイプのIPT結合器内に組み込まれ得る。

20

30

【 0 0 1 8 】

電力をワイヤレスに伝達することは、物理的な導体を使用せずに、電場、磁場、電磁場などに関連付けられ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)ことを指し得る。電力伝送を実現するために、ワイヤレス場(たとえば、磁場)へと出力された電力は、「受信コイル」によって受信され、捕捉され、または結合され得る。

【 0 0 1 9 】

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、充電可能なエネルギー蓄積デバイス(たとえば、1つまたは複数の再充電可能な電気化学セルまたは他のタイプのバッテリー)から導か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、直接の運動のための、または車両のバッテリーを充電するための従来型の内燃機関を含むハイブリッド電気車両であり得る。他の電気車両は、運動能力のすべてを電力から取り出してよい。電気車両は自動車に限定されず、オートバイ、カート、スクーターなどを含み得る。限定ではなく例として、遠隔システムは本明細書において、電気車両(EV)の形態で説明される。さらに、充電可能なエネルギー蓄積デバイスを使用して少なくとも部分的に電力供給され得る他の遠隔システム(たとえば、パーソナルコンピューティングデバイスなどの電子デバイス)も企図される。

40

【 0 0 2 0 】

50

図1は、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100の図である。ワイヤレス電力伝達システム100は、電気車両112がベースワイヤレス充電システム102Aの近くに駐車されている間の、電気車両112の充電を可能にする。2つの電気車両のための空間が、対応するベースワイヤレス充電システム102Aおよび102Bの上方に駐車されることになる駐車エリアの中に示されている。いくつかの実施形態では、ローカル配電センター130が、電力バックボーン132に接続され、電力リンク110を通じてベースワイヤレス充電システム102Aに交流(AC)または直流(DC)電源を提供するように構成され得る。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送または受信するベースシステム誘導コイル104A、104Bを含む。電気車両112は、バッテリーユニット118、電気車両誘導コイル116、および電気車両ワイヤレス充電システム114を含む。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によって生成される電磁場の領域を介して、ベースシステム誘導コイル104Aと相互作用し得る。

【0021】

いくつかの例示的な実施形態では、電気車両誘導コイル116は、電気車両誘導コイル116がベースシステム誘導コイル104Aによって生成されるエネルギー場の中に位置するとき、電力を受信することができる。この場合は、ベースシステム誘導コイル104Aによって出力されるエネルギーが電気車両誘導コイル116によって捕捉され得る領域に対応し得る。たとえば、ベースシステム誘導コイル104Aによって出力されるエネルギーは、電気車両112を充電または給電するのに十分なレベルにあり得る。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「近接場」に相当する場合がある。近接場は、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。いくつかの場合には、近接場は、以下でさらに説明されるように、ベースシステム誘導コイル104Aの波長の約1/2 内にある(かつ電気車両誘導コイル116に対しては電気車両誘導コイル116の波長の約1/2 外にある)領域に対応し得る。

【0022】

ローカル配電センター130は、通信バックホール134を介して外部ソース(たとえば、電力網)と、および通信リンク108を介してベースワイヤレス充電システム102Aと通信するように構成され得る。

【0023】

いくつかの実施形態では、電気車両誘導コイル116は、ベースシステム誘導コイル104Aと揃えられ得るので、単に運転手が電気車両112をベースシステム誘導コイル104Aに対して十分な整列で配置することによって、近接場領域内に配設され得る。他の実施形態では、運転手は、電気車両112がワイヤレス電力伝送のための「スイートスポット」に適切に配置されているときを決定するために、視覚的なフィードバック、音声のフィードバック、またはそれらの組合せを与えられ得る。また他の実施形態では、電気車両112は、オートパイロットシステムによって位置決めされ得、オートパイロットシステムは、整列の誤差が許容可能なまたは十分な値に達するまで電気車両112を移動させ得る。これは、電気車両112が車両を調整するためのサーボ式ハンドル、超音波センサー、および知能を備えている限り、運転手の介入を伴うことなく、または運転手の最小限の介入を伴うことで、電気車両112によって自動的かつ自律的に実行され得る。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を互いに対してずらして移動させて、それらをより正確に配向し、または整列させ、それらの間の十分な、および/またはさもなければ、より効率的な結合を促進するための機能を有し得る。

【0024】

ベースワイヤレス充電システム102Aは、種々の位置に位置し得る。非限定的な例として、いくつかの適切な位置は、電気車両112の所有者の自宅の駐車エリア、従来型の石油ベースの給油所にならって作られた電気車両のワイヤレス充電のために確保された駐車エリア、ならびにショッピングセンターおよび職場などの他の位置にある駐車場を含む。

【0025】

電気車両をワイヤレスで充電すると、多くの利点をもたらされ得る。たとえば、充電が実質的に運転手の介入および操作を伴わずに自動的に実行され得るので、ユーザの利便性が向上する。また、露出した電氣的接点および機械的な摩耗がなくなり得るので、ワイヤレス電力伝達システム100の信頼性が向上する。ケーブルおよびコネクタによる操作が必要とされなくてよく、屋外環境において蒸気および水に曝され得るケーブル、プラグ、またはソケットがなくなり得るので、安全性が向上する。目に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、電気車両112は、電力網を安定化するための分散蓄電デバイスとして使用され得るので、Vehicle-to-Grid (V2G)動作のための車両の利用可能性を上げるために、docking-to-grid解決法が使用されることが可能である。

10

【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/または歩行者の邪魔になり得る充電柱およびケーブルがなくてよい。

【0027】

vehicle-to-grid機能のさらなる説明として、ワイヤレス電力送受信機能は、ベースワイヤレス充電システム102Aが電力を電気車両112に伝達し、たとえばエネルギー不足のときに電気車両112が電力をベースワイヤレス充電システム102Aに伝達するように、相互的であるように構成され得る。この機能は、再生可能エネルギー生産(たとえば、風または太陽)の過剰な需要または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112が配電システム全体に電力を寄与できるよう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。

20

【0028】

図2は、図1のワイヤレス電力伝送システム100の例示的なシステム構成要素の概略図である。図2に示すように、ワイヤレス電力伝達システム200は、インダクタンスL1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を含み得る。ワイヤレス電力伝達システム200はさらに、インダクタンスL2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を含む。本明細書に記載される実施形態は、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接場を介して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。このコイルは、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のために使用され得る。エネルギーを結合するための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」と呼ばれ得る。ワイヤレス電力伝達システム200の動作は、ベースワイヤレス充電システム202から電気車両(図示せず)への電力伝達に基づいて説明されるが、それには限定されない。たとえば、上で論じられたように、電気車両は、電力をベースワイヤレス充電システム202に伝達することができる。

30

【0029】

図2を参照すると、電源208(たとえば、ACまたはDC)が、電力 P_{SDC} をベースワイヤレス充電システム202に供給して、エネルギーを電気車両に伝達する。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コンバータ236を含む。ベース充電システム電力コンバータ236は、標準的な商用AC電力から適切な電圧レベルのDC電力へと電力を変換するように構成されるAC/DCコンバータ、および、DC電力をワイヤレス高電力伝達に適した動作周波数の電力に変換するように構成されるDC/低周波(LF)コンバータのような、回路を含み得る。ベース充電システム電力コンバータ236は、電力P1をベースシステム誘導コイル204と直列のキャパシタC1を含むベースシステム送信回路206に供給して、所望の周波数で電磁場を放出する。キャパシタC1は、並列もしくは直列のいずれかでベースシステム誘導コイル204に結合されてよく、または並列トポロジーマしくは直列トポロジーマしくは任意の組合せでいくつかの反応性要素から形成されてよい。キャパシタC1は、所望の周波数

40

50

で共振するベースシステム誘導コイル204を伴う共振回路を形成するために設けられ得る。ベースシステム誘導コイル204は、電力P1を受信し、電気車両を充電または給電するのに十分なレベルの電力をワイヤレスに送信する。たとえば、ベースシステム誘導コイル204によってワイヤレスに提供される電力レベルは、キロワット(kW)のオーダー(たとえば、1kWから110kWまで、またはそれ以上まで、またはそれ以下までのどこか)にあり得る。

【0030】

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は、実質的に同じ周波数に合わせられてよく、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接場内に位置付けられ得る。この場合、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、キャパシタC2と電気車両誘導コイル216と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、互いに結合されるようになり得る。キャパシタC2は、所望の周波数で共振する電気車両誘導コイル216とともに共振回路を形成するために設けられ得る。キャパシタC2は、並列もしくは直列のいずれかで電気車両誘導コイル204に結合されてよく、または並列トポロジーマしくは直列トポロジーマの任意の組合せでいくつかの反応性要素から形成されてよい。要素 $k(d)$ は、コイルの離隔に起因する相互結合係数を表す。等価抵抗 $R_{eq,1}$ および $R_{eq,2}$ は、ベースシステムおよび電気車両誘導コイル204および216ならびに反リアクタンスキャパシタC1およびC2に固有であり得る損失を表す。電気車両誘導コイル216およびキャパシタC2を含む電気車両受信回路222は、電力P2を受信し、電力P2を電気車両充電システム214の電気車両電力コンバータ238に提供する。

【0031】

電気車両電力コンバータ238は、とりわけ、動作周波数の電力を、電気車両バッテリーユニット218の電圧レベルに一致した電圧レベルのDC電力へと戻す形で変換するように構成される、LF/DCコンバータを含み得る。電気車両電力コンバータ238は、電気車両バッテリーユニット218を充電するために、変換された電力 P_{LDC} を提供することができる。電源208、ベース充電システム電力コンバータ236、およびベースシステム誘導コイル204は固定され、上で論じられたような種々の位置に位置し得る。電気車両バッテリーユニット218、電気車両電力コンバータ238、および電気車両誘導コイル216は、電気車両の一部またはバッテリーパック(図示せず)の一部である電気車両充電システム214に含まれ得る。電気車両充電システム214はまた、電気車両誘導コイル216を通じてベースワイヤレス充電システム202に電力をワイヤレスに提供して、電力を電力網に戻すように構成され得る。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、動作のモードに基づいて、送信誘導コイルまたは受信誘導コイルとして動作し得る。

【0032】

示されないが、ワイヤレス電力伝達システム200は、電気車両バッテリーユニット218または電源208をワイヤレス電力伝達システム200から安全に切り離すための、負荷切断ユニット(LDU)を含み得る。たとえば、緊急事態またはシステム障害の場合、LDUは、負荷をワイヤレス電力伝達システム200から切断することをトリガされ得る。LDUは、バッテリーへの充電を管理するためのバッテリー管理システムに加えて設けられてよく、または、バッテリー管理システムの部分であってもよい。

【0033】

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を電気車両電力コンバータ238に選択的に接続し、かつそれから切り離すための、スイッチング回路(図示せず)を含み得る。電気車両誘導コイル216を切断することで、充電を中止することができ、(送信機としての働きをする)ベースワイヤレス電力充電システム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電力充電システム202から「隠す」ことができる。送信機が負荷感知回路を含む場合、負荷の変化が検出され得る。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の近接場に存在するときに判断するための機構を有し得る。

【 0 0 3 4 】

上で説明されたように、動作において、車両またはバッテリーへのエネルギー伝達の間、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生成するように、入力電力が電源208から提供される。電気車両誘導コイル216は、放射された場に結合し、電気車両による蓄積または消費のための出力電力を生成する。上記のように、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に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。ベースワイヤレス充電システム202と電気車両充電システム214との間の送信損失は、電気車両誘導コイル216がベースシステム誘導コイル204の近接場に位置しているときは最小限である。

10

【 0 0 3 5 】

述べられたように、効率的なエネルギー伝達は、エネルギーの大半を電磁波で非近接場に伝播するのではなく、送信側誘導コイルの近接場におけるエネルギーの大部分を受信側誘導コイルに結合することによって発生する。近接場の中にあるとき、送信誘導コイルと受信誘導コイルとの間にある結合モードが確立され得る。この近接場結合が発生し得る、誘導コイルの周りの領域は、本明細書では近接場結合モード領域と呼ばれる。

【 0 0 3 6 】

示されないが、ベース充電システム電力コンバータ236および電気車両電力コンバータ238はともに、発振器と、電力増幅器のような駆動回路と、フィルタと、ワイヤレス電力誘導コイルとの効率的な結合のための整合回路とを含み得る。発振器は、調整信号にตอบสนอง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、制御信号にตอบสนองした増幅量で電力増幅器によって増幅され得る。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するために含まれ得る。ベース充電システムおよび電気車両電力コンバータ236および238はまた、電気車両バッテリーユニット218を充電するのに適切な電力出力を生成するための、整流器およびスイッチング回路を含み得る。

20

【 0 0 3 7 】

開示される実施形態全体で説明されるような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ループアンテナと呼ばれることがあり、またはそれとして構成され得る。ベースシステムおよび電気車両誘導コイル204および216は、「磁気」アンテナと本明細書では呼ばれることがあり、またはそのように構成され得る。「コイル」という用語は、別の「コイル」に結合するためのエネルギーをワイヤレスに出力または受信することができる構成要素を指すことが意図される。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るタイプの「アンテナ」と呼ぶこともできる。本明細書で使用するベースシステムおよび電気車両誘導コイル204および216は、上述した例示的なIPT結合器の例である。

30

【 0 0 3 8 】

上で論じられたように、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した共振またはほぼ整合した共振の間に発生する。しかしながら、送信機と受信機との間の共振が整合していないときでも、エネルギーはより低い効率で伝達され得る。エネルギーの伝達は、送信側誘導コイルからのエネルギーを自由空間へと伝播するのではなく、送信側誘導コイルの近接場からのエネルギーを、この近接場が確立される領域内に(たとえば、所定の周波数範囲の共振周波数内に、または近接場領域から所定の距離内に)存在する受信側誘導コイルに結合することによって発生する。

40

【 0 0 3 9 】

共振周波数は、上で説明されたような誘導コイル(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き得る。図2に示されるように、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、誘導コイルに追加さ

50

れ得る。非限定的な例として、図2に示されるように、電磁場を生成する共振回路(たとえば、ベースシステム送信回路206)を作成するために、キャパシタが誘導コイルと直列に追加され得る。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加するにつれて、近接場の効率的なエネルギー伝達面積が増加し得る。他の共振回路が可能である。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得る。さらに、誘導コイルは、誘導コイルの共振を改善するために高い品質(Q)値を有するように設計され得る。たとえば、Q値は300以上であり得る。

10

【0040】

上で説明されたように、いくつかの実施形態によれば、互いの近接場の中にある2つの誘導コイルの間の結合電力が開示される。上で説明されたように、近接場は、電磁場が存在するが電磁場が誘導コイルから遠くに伝播または放射し得ない、誘導コイルの周りの領域に対応し得る。近接場結合モード領域は、誘導コイルの物理的容積の近く、通常は波長のごく一部の範囲内にある、容積に対応し得る。いくつかの実施形態によれば、1回巻きループアンテナおよび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接場振幅が、電気タイプのアンテナ(たとえば、小さいダイポール)の電気近接場と比較して、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。これは、ペアの間の潜在的により密な結合を可能にする。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得る。

20

【0041】

図3は、図1のワイヤレス電力伝達システム100、および/または図2のワイヤレス電力伝達システム200で使用され得る、ワイヤレス電力伝達システム300の例示的な構成要素を示す機能ブロック図である。ワイヤレス電力伝達システム300は、通信リンク376、たとえば位置決め磁場を使用する誘導リンク366、ベースシステム誘導コイル304および車両システム誘導コイル316の一方または両方を機械的に移動させることができる整列機構356、ならびにベースシステム誘導コイル304および電気車両誘導コイル316用のベース充電および電気車両充電整列システム352、354を示す。誘導リンク366は、双方向性または単方向性シグナリングが可能であり得る。整列機構356は、可動のベースシステム誘導コイル304および/または可動の電気車両誘導コイル316を機械的に操作し、整列させることができる。図2を参照して上記で説明したように、エネルギーが電気車両112の方へ流れるとき、図3において、ベース充電システム電力インターフェース348は、ベース充電システム電力コンバータ336にAC電源またはDC電源(図示せず)などの電源から電力を供給するように構成され得る。ベース充電システム電力コンバータ336は、ベース充電システム電力インターフェース348からACまたはDC電力を受信して、ベースシステム誘導コイル304をその共振周波数においてまたはその共振周波数近くで励磁することができる。電気車両誘導コイル316は、近接場結合モード領域にあるとき、近接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近くで発振することができる。電気車両電力コンバータ338は、電気車両誘導コイル316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ーを充電するのに適した電力信号に変換する。

30

40

【0042】

ベースワイヤレス電力充電システム302はベース充電システムコントローラ342を含み、電気車両充電システム314は電気車両コントローラ344を含む。ベース充電システムコントローラ342は、たとえば、コンピュータ、配電センター、またはスマート電力網のような他のシステム(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み得る。電気車両コントローラ344は、たとえば、車両の車中コンピュータ、他のバッテリー充電コントローラ、車両内の他の電子システム、および遠隔電子システムのような、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み得る。

50

【 0 0 4 3 】

ベース充電システムコントローラ342および電気車両コントローラ344は、別々の通信チャンネルを伴う特定の用途のためのサブシステムまたはモジュールを含み得る。これらの通信チャンネルは、別々の物理チャンネルまたは別々の論理チャンネルであってよい。非限定的な例として、ベース充電整列システム352は、通信リンク376を通じて電気車両充電整列システム354と通信して、上述したように、たとえば、自律的に、機械的(運動学的アライメント)に、電気車両により、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304および電気車両誘導コイル316をより接近して整列させるための、フィードバック機構を提供することができる。同様に、ベース充電誘導システム362はベースシステム誘導コイル304と電気車両誘導コイル316とを整列させる際にオペレータを充電スポットに案内するためのフィードバック機構を提供するために、通信リンク376を介して、および誘導リンク366を使用して、電気車両誘導システム364と通信することができる。いくつかの実施形態では、通信リンク376は、ベースワイヤレス電力充電システム302と電気車両充電システム314との間で他の情報を通信するために、ベース充電通信システム372および電気車両通信システム374によってサポートされる複数の別個の汎用通信チャンネルも備え得る。この情報は、電気車両の特性、バッテリーの特性、充電状態、および、ベースワイヤレス充電システム302と電気車両充電システム314の両方の電力能力についての情報、同様に、電気車両のメンテナンスデータおよび診断データを含み得る。これらの通信チャンネルは、たとえば、WLAN、Bluetooth、zigbee、セルラーなどのような、別個の論理チャンネルまたは別個の物理通信チャンネルであり得る。

10

20

【 0 0 4 4 】

電気車両コントローラ344はまた、電気車両の主要バッテリーおよび/または補助バッテリーの充電および放電を管理するバッテリー管理システム(BMS)(図示せず)を含み得る。本明細書に記載するように、電気車両コントローラ344のいくつかの実施形態は、マイクロ波、超音波レーダ、または磁気ベクタリング原理に基づく駐車支援システム、半自動駐車動作を実行するように構成されたブレーキシステム、より高い駐車精度を提供し、ベースシステムおよび電気車両誘導コイル304および316の間の十分な整列を提供することができる大部分自動の駐車「パークバイワイヤ」を支援するように構成されたハンドルサーボシステムを使用し得る。さらに、電気車両コントローラ344は、電気車両112の電子機器と通信するように構成され得る。たとえば、電気車両コントローラ344は、視覚的出力デバイス(たとえば、ダッシュボードのディスプレイ)、音響/オーディオ出力デバイス(たとえば、ブザー、スピーカー)、機械的入力デバイス(たとえば、キーボード、タッチスクリーン、および、ジョイスティック、トラックボールのようなポインティングデバイスなど)、およびオーディオ入力デバイス(たとえば、電子音声認識を伴うマイクロフォン)と通信するように構成され得る。

30

【 0 0 4 5 】

さらに、ワイヤレス電力伝達システム300は、検出およびセンサーシステム(図示せず)を含み得る。たとえば、ワイヤレス電力伝達システム300は、運転手または車両を充電スポットへと適切に案内するためのシステムとともに使用するためのセンサー、要求される離隔/結合を伴って誘導コイルを相互に整列するためのセンサー、電気車両誘導コイル316が結合を実現するために特定の高さおよび/または位置へと移動するのを妨げ得る物体を検出するためのセンサー、ならびに、信頼性のある、損傷を伴わない、かつ安全な、システムの動作を実行するためにシステムとともに使用するための安全センサーを含み得る。たとえば、安全センサーは、安全範囲を超えてベースシステムおよび電気車両誘導コイル304、316に近づく動物または子供の存在の検出、加熱され得る(誘導加熱)ベースシステム誘導コイル304の近くの金属物体の検出、およびベースシステム誘導コイル304上の白熱を発する物体などの危険な事象の検出のための、センサーを含み得る。

40

【 0 0 4 6 】

ワイヤレス電力伝達システム300はまた、有線接続を介したプラグイン充電をサポートし得る。有線充電ポートは、電気車両への、または電気車両からの電力の伝達の前に、2

50

つの異なる充電器の出力を統合し得る。スイッチング回路は、ワイヤレス充電と有線充電ポートを介した充電との両方をサポートするために必要とされるような機能を提供し得る。

【0047】

ベースワイヤレス電力充電システム302と電気車両充電システム314との間で通信するために、ワイヤレス電力伝達システム300は、ベースシステムおよび電気車両誘導コイル304、316を介した帯域内シグナリング、ならびに/または、通信システムを介した、たとえば、RFデータモデム(たとえば、非ライセンス帯域の中での無線上のイーサネット)を介した帯域外シグナリングを使用し得る。帯域外通信は、車両の使用/所有者への付加価値サービスの割振りのために十分な帯域幅を提供し得る。ワイヤレス電力搬送波の低深度の振幅変調または位相変調が、干渉が最小限の帯域内シグナリングシステムとしての働きをし得る。

【0048】

加えて、一部の通信は、特定の通信アンテナを使用することなく、ワイヤレス電力リンクを介して実行され得る。たとえば、ベースシステムおよび電気車両誘導コイル304および316はまた、ワイヤレス通信送信機として動作するように構成され得る。したがって、ベースワイヤレス充電システム302のいくつかの実施形態は、ワイヤレス電力経路上でのキーイングタイプのプロトコルを可能にするためのコントローラ(図示せず)を含み得る。あらかじめ定められたプロトコルによりあらかじめ定められた間隔で送信電力レベルをキーイングすることによって(振幅シフトキーイング)、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コンバータ336は、ベースシステム誘導コイル304によって生成される近接場の近傍における動作中の電気車両受信機の存在または不在を検出するための負荷感知回路(図示せず)を含み得る。例として、負荷感知回路は、ベースシステム誘導コイル304によって生成された近接場の近傍における作動中の受信機の有無によって影響を及ぼ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、エネルギーを伝送するために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決定する際に使用するためにベース充電システムコントローラ342によって監視され得る。

【0049】

ワイヤレス大電力伝達を可能にするために、いくつかの実施形態は、10~150kHzの範囲の周波数で電力を伝達するように構成され得る。この低周波結合は、ソリッドステートデバイスを使用して実現され得る高度に効率的な電力変換を可能にし得る。加えて、他の帯域と比較して、無線システムとの共存問題が少なくなり得る。

【0050】

誘導充電に関して、エネルギー伝達レート(電力レベル)、動作周波数、一次磁気構造および二次磁気構造のサイズおよび設計、ならびにそれらの間の距離に応じて、いくつかの位置でのエアギャップにおける磁束密度は0.5mTを上回ることがあり、数ミリテスラに達することもある。ある量の高導電性の材料(たとえば、金属)を含む物体が一次構造と二次構造との間の空間に挿入された場合、この物体に渦電流が生成され(レンツまたはファラデーの法則)、それが電力の散逸およびその後の加熱効果をもたらすことがある。この誘導加熱効果は、磁束密度、交番磁場の周波数、物体の導電性構造のサイズ、形状、向き、および導電率に依存する。物体は、十分に長い時間にわたって磁場に曝されると、いくつかの面で危険と考えられ得る温度まで加熱することがある。1つの危険性として、物体が可燃材料を含んでいる場合、または物体がそのような材料、たとえば薄い金属化箔を含む煙草の箱と直接接触している場合に、自己発火があり得る。別の危険性として、そのような熱い物体、たとえば硬貨または鍵を拾い得る人の手に火傷を負わせることがあり得る。別の危険性として、一次構造または二次構造のプラスチック筐体の損傷、たとえば物体がプラスチックに溶けることがあり得る。

【0051】

実質的に非導電性であり得る強磁性材料を含むが顕著なヒステリシス効果を示す物体に

において、またはヒステリシスと渦電流損の両方を生成する材料においては、温度上昇も予想され得る。したがって、そのような物体を検出することは、対応する有害な結果を回避するために有益である。ワイヤレス電力を提供するためのシステムの中に物体検出システムが組み込まれている場合、有害な物体を検出したことに応答して、システムは、有害な物体を除去するための対策が取られ得るまで、電力レベルを下げ、または停止することができる。

【 0 0 5 2 】

家庭内および公的なゾーンにおける電気車両の充電のような、誘導電力伝達のいくつかの適用例では、人々および機器の安全のために、電気車両または充電ベースの位置決めに支援するために磁気ベクタリングを利用することができることは特に有利であり得る。たとえば、電気車両の運転手が視覚的な手掛かりのみを使用して適切に電気車両を駐車することをより困難にする天気または他の障壁のために、ワイヤレス充電器の上、またはその近くに電気車両を駐車することがより困難になるシステムにおいて、これは特に当てはまり得る。

【 0 0 5 3 】

位置決めのために磁場を感知する(すなわち、位置決め磁場を感知する)ことは、充電ベース(すなわち、誘導電力のためのソースまたはワイヤレス電力充電ソースとして働くデバイス)、または電気車両受信ユニット(すなわち、誘導電力を介してワイヤレス充電されるデバイス)のうちの少なくとも1つを備え得る。充電ベースまたは電気車両うちの1つは、充電ベースまたは電気車両のうちの他方で1つまたは複数の感知デバイスのシステムによって感知され得る交番磁場を生成し得る。感知システムは、充電ベースまたは電気車両受信ユニットのどちらが位置決め磁場を生成しているかに応じて、電気車両受信ユニットに統合され得るか、または充電ベースに組み込まれ得る。いくつかの実施形態では、センサーシステムは、電気車両受信ユニットまたは充電ベースに統合されるのではなく、代わりに、電気車両の別の構成要素、または位置決めに専用の充電ベースでもよい。

【 0 0 5 4 】

いくつかの実施形態では、位置決め磁場の周波数は、IPTシステムの動作周波数と同一でもよく、一方、いくつかの実施形態では、位置決め磁場の周波数は、IPTシステム周波数と異なり得る。いくつかの実施形態では、位置決め磁場の周波数は、IPTシステムの周波数からわずかにオフセットされ得る。位置決め磁場の周波数がIPTシステムの周波数と同一であるかどうかにかかわらず、位置決め磁場の周波数は好ましくはいわゆる近接場範囲にある。しかしながら、位置決め磁場の周波数は、近接場範囲にある必要はない。いくつかの実施形態では、位置決め磁場のための周波数は、低周波(LF)帯域(たとえば120~140kHzの範囲内)であってもよく、一方、いくつかの実施形態では、適切な周波数は、高周波(HF)帯域(たとえば6.78MHzまたは13.56MHzのISM帯域)であってもよい。

【 0 0 5 5 】

位置決め磁場の近接場特性および磁気ベクトルフィールドパターンの特性は、多くの使用例において物体の正確な位置を決定するのに有用であり得る。さらに、正確な位置を決定するための位置決め磁場および磁気ベクトルフィールドパターンの使用は、環境への影響に比較的鈍感である。

【 0 0 5 6 】

上記で簡単に説明したように、いくつかの実施形態では、通常、誘導電力伝送(IPT)に関連付けられ、そのために使用されるコイルまたは回路は、位置決め磁場(すなわち、磁気感知フィールド)を生成し得る。しかしながら、いくつかの実施形態では、より高い精度およびより広い適用性は、特に位置決めのために、IPT回路とは別個の1つまたは複数の別々のコイルまたは回路を使用して達成され得る。したがって、いくつかの実施形態では、IPT構成要素および位置決め構成要素は、別々の構成要素でもよいが、単一ユニットまたは構造に統合されてもよい。しかしながら、いくつかの実施形態では、IPT構成要素および位置決め構成要素は、個々のユニットまたは構造に分けられ得る。

【 0 0 5 7 】

いくつかの実施形態では、位置決め磁場は、ベースユニットによって生成することができ、アライメントスコア(受信機と送信機との間の結合強度を表す)は、たとえば、数ある方法の中でも、車両コイルの短絡電流または開放電圧を測定することによって決定され得る。位置決め磁場の送信機で必要とされる電流レベルは、IPTの間に必要とされるもの未満であり得る。

【0058】

いくつかの実施形態では、磁場感知システムは、電気車両の運転手がスイートスポットに電気車両を正確に駐車するのを支援するために使用され得る、拡張した範囲にわたる位置情報を提供することができる。そのような実施形態は、周波数選択性であり、IPTシステムにおいて使用される構成要素よりもかなり感受性が高い専用の感知デバイスを必要とし得る。さらに、そのようなシステムは、すべての状況の人間の暴露標準に準拠するより低い磁場レベルで動作することができ得る。

【0059】

これらの磁場感知システムは、磁場を生成するための1つまたは複数の専用のコイルを使用することによって、より高い位置決め精度およびより広い適用性を提供することもでき得る。ジェネレータコイルは、IPTシステムの磁場よりも複雑な磁場パターンを生成するために配置され、構成され得る。いくつかの実施形態では、本明細書で説明する方法およびシステムは、ワイヤレス電力伝達またはIPT、たとえば、車道における動的車両充電、または無人ナビゲーションもしくは一般の位置決めおよび自動制御技法(たとえば、ロボット制御など)様々な他の実施形態において使用され得る。近接場で動作するように構成された磁場感知システムによってジェネレータコイルを感知することは、パーキングストールにおける駐車、または、たとえば、駐車場、駐車ガレージ、もしくはパーキングロット内など、拡張された駐車エリアにおける駐車を支援するために適用され得る。そのような位置では、磁場源は、たとえば、アクセス通路または運転可能な道路の路肩に埋め込まれるなど、道路に埋め込まれてもよい。

【0060】

電気車両IPT結合器と充電ベースIPT結合器との間の位置関係および配向を決定するためのシステムは、以下でさらに説明するように、原点が充電ベースIPT結合器の磁気中心にある、地上ベースの座標系(x', y', z')、または、座標系の原点が電気車両のIPT結合器の磁気中心にある、車両ベースの座標系(x, y, z)のいずれかを使用し得る。いくつかの実施形態では、駐車位置を定義するために、2次元の座標系(x', y')または(x, y)は、それぞれ十分であり得る。

【0061】

いくつかの実施形態では、IPT結合器の磁気中心点は、そのIPT結合器によって生成される磁場パターンの2つの垂直対称面が横切る水平面における点として定義され得る。IPT結合器の各々によって理想的に生成されることになる磁場パターンが2つの垂直な対称面を示すという条件で、この定義は、ベースIPT結合器と電気車両IPT結合器の両方に適用され得る。

【0062】

図4Aは、軸 x' 、 y' が駐車ストールと整列され、その原点 $0'$ が充電ベースの磁気中心にある例示的な座標系を使用してパーキングストールに設置された充電ベースと電気車両との間の第1の定義された位置関係を示す。 x' 軸はパーキングストールの長手方向の(より長い)軸と平行であり、 y' 軸は、 x' 軸に垂直である。 z' 軸(図示せず)は、(x', y')平面に垂直である。第1の定義された位置関係は、車両IPT結合器420の磁気中心の位置 P' 、およびパーキングストールの座標系に対する車両の座標系(x, y)の回転角によって、パーキングストールの地上ベースの座標系(x', y')に記述され得る。点 $0'$ と P' の間の距離は、 D によって表される。点 P' は、車両ベースの座標系の原点(車両ベースの座標系に関して点 0 と呼ばれる)としても示されており、 x 軸は、電気車両415の縦軸に対して並行であり、 y 軸は、電気車両415の縦軸に垂直の方向である。角度は、車両ベースの座標系から地上ベースの座標系までの回転角として示されている。

【 0 0 6 3 】

パーキングストール405は、車両が通常駐車され得るパーキングストールまたは駐車スポットの外側の境界の例を表すマーキングを含む。充電ベースIPT結合器410は、パーキングストール405のほぼ中心にあるように示されており、一方、電気車両IPT結合器420は、電気車両415のほぼ中心にあるように示されている。充電ベースIPT結合器410および電気車両IPT結合器420は、電気車両415がパーキングストール405内に適切に駐車される(すなわち電気車両415がパーキングストール405のほぼ中心に駐車される)とき、電気車両IPT結合器420が充電ベースIPT結合器410の実質的に上に位置するように配置される。電気車両IPT結合器420が充電ベースIPT結合器410の実質的に上に位置するとき、2つのIPT結合器410および420は、実質的に整列しているものと表され得る。2つのIPT結合器410、420の整列は、結合係数によって数値的に定義され得、2つのIPT結合器410、420がより整列するにつれて結合係数が増加し、整列しなくなるにつれて低下する。いくつかの実施形態では、電気車両415がパーキングストール405内に駐車されると、充電ベースIPT結合器410および電気車両IPT結合器420が実質的に整列されるように、充電ベースIPT結合器410は、パーキングストール405内のどこにでも配置され得る。

10

【 0 0 6 4 】

いくつかの実施形態では、充電ベースIPT結合器410は、生成されたワイヤレス電力フィールドを介してワイヤレス電力の送信機として働き、電気車両IPT結合器420は、ワイヤレス電力フィールドを介してワイヤレス電力の受信機として働き得る。電気車両415がパーキングストール405内のほぼ中心に配置され、ならびに/または充電ベースIPT結合器410および電気車両IPT結合器420が実質的に整列されるように、電気車両415がパーキングストール405内に駐車するとき、充電ベースIPT結合器410は、ワイヤレス電力フィールドを介してワイヤレス電力を電気車両IPT結合器420に送信することができる。充電ベースIPT結合器410と電気車両IPT結合器420との間の結合係数が増加する(すなわち、2つのIPT結合器410、420がより実質的に整列される)と、2つのIPT結合器410、420間のワイヤレス電力伝送の効率が増加する。結合係数が低下するにつれて、ワイヤレス電力伝送の効率も同様に低下する。

20

【 0 0 6 5 】

図4Bは、x軸およびy軸を有し、電気車両IPT結合器の磁気中心点を原点とする例示的な座標系を使用して、電気車両と充電ベースとの間の第2の定義された位置関係を示す。図4Aを参照して上述した第1の定義された位置関係とは対照的に、第2の定義された位置関係は、電気車両415の向き(回転角)を含まない。そのような第2の定義された位置関係は、車両ベースの座標系でのみ表され得、地上ベースの座標系(x' , y')を必要としない場合がある。いくつかの実施形態では、充電ベースIPT結合器410の位置は、デカルト座標(x_p, y_p)または極座標(距離Dおよび角度)の形で、車両ベースの座標系で、電気車両415から「見た」または電気車両415に対する充電ベースIPT結合器410の位置Pによって表され得る。

30

【 0 0 6 6 】

いくつかの実施形態では、第2の定義された位置関係で十分であり得る。たとえば、パーキングストール405に対する電気車両415のスキュー角を決定する必要はなくてよい。代わりに、電気車両415の運転手は、電気車両415の正しい向きを気にして、電気車両415が、図4Aに示されるようにパーキングストール405のマーキングとほぼ平行に駐車されるようにしてもよい。マーキングが見えない場合(たとえば、雪のため)、運転手は、たとえば、車両415をパーキングストール405と実質的に平行に整列させるために、他の駐車車両、縁石、芝生縁、車輪ストッパ、壁など、他の目に見える物体および構造物を使用して電気車両415を配向することができる。パーキングストール405に角度(たとえば、45度)が付けられた駐車場では、これはより困難であり得る。

40

【 0 0 6 7 】

少なくとも3つの位置値(x_p' , y_p' ,)を必要とする第1の定義された位置決めとは対照的に、第2の定義された2D位置決めのために少なくとも2つの位置値(D,)が決定され得、問題を簡略化し、複雑さおよびコストを潜在的に低減する。磁場を感知することに基づく

50

位置決め方法は、(たとえば、フィールドの大きさ(レベル)を検出することによって)距離Dおよび(たとえば、方向探知技法を使用することによって)角度を直接提供することができる。

【0068】

より高い信頼性および安全性を必要とする運転手の介入がまったくまたはほとんどない全自動車両駐車の場合、誘導および整列システムは、システムの実装に応じて、強化された位置データからかなりの恩恵を受ける、またはそれを必要とし得る。

【0069】

磁場ベクタリングに基づいて適切な座標系(たとえば、上述の地上ベースおよび車両ベースの座標系のうちの1つ)における充電ベースIPT結合器410と電気車両IPT結合器420との間の位置関係を決定することは、位置決め磁場の生成および感知を伴い得る。いくつかの実施形態では、感知された位置決め磁場は、充電ベースIPT結合器410と電気車両IPT結合器420との間のIPTに使用される磁場とすることができる。いくつかの実施形態では、感知された位置決め磁場は、位置(すなわち、位置決め磁場)を決定する目的のために純粋に生成される磁場とすることができる。磁場ベクタリングでは、少なくとも2つの出力を提供するセンサーおよび信号検出器のシステムが、位置決め磁場を感知し得る。2次元の磁場ベクタリングは、少なくとも2つの出力を使用することができ、一方、少なくとも3つの出力は、3次元磁場ベクタリングのために使用され得る。出力は、磁場ベクトルの成分と見なされ得、複数の感知コイル(または磁場に敏感な他のセンサー)を介して位置決め磁場を感知し、複数の信号検出器を介して出力を生成することによって取得され得、信号検出器の各々は、ベクトル(V_x, V_y, V_z)によって示される少なくとも振幅(たとえば、信号レベル、電圧レベル、電流レベル)情報をその出力として提供する。

【0070】

いくつかの実施形態では、3次元ベクトル(V_x, V_y, V_z)は、センサーの直交システムから取得され得る。感知システムが、十分に大きい空間にわたって広がる、第1、第2および第3のフィールド方向が2つ1組で直交(直角)である均一の磁場(すなわち、平行磁力線を有する磁場)の対象となる実施形態において、 V_y および V_z が無くなる第1の別個のフィールド方向(またはフィールドの方向に対するセンサーシステムの回転角)、 V_x および V_z が無くなる第2の異なるフィールド方向、ならびに V_x および V_y が無くなる第3の異なるフィールド方向が存在する場合、センサーシステムは、直交であり得る。いくつかの実施形態では、フィールド方向は実質的に直交であり得、3つの方向は、正確に2つ1組で直交ではなく、90度の直交角の範囲内でずれてもよい。いくつかの実施形態では、この範囲は ± 10 度であり得、いくつかの実施形態では、範囲は ± 20 度であり得る。

【0071】

本明細書で開示するいくつかの実施形態では、充電ベースは、位置決め磁場信号を生成し、位置決め磁場感知は、電気車両受信システムによって実行される。しかしながら、上記で簡単に説明したように、位置決め磁場は、充電ベースまたは電気車両に搭載されたユニットのいずれかによって生成され得る。本明細書で開示する実施形態は、位置決め磁場信号を生成し、感知するためのコイルおよび/または回路を充電ベースIPT結合器410および電気車両IPT結合器420に統合する能力を開示する。いくつかの実施形態では、本明細書で開示する原理および方法は、電気車両IPT結合器420における位置決め磁場信号の生成および充電ベースIPT結合器410における位置決め磁場の検出にも適用され得る。さらに、いくつかの実施形態では、位置決め磁場感知および生成構成要素は、IPT構造410および420に統合されていなくてもよく、別個の構造であってもよい。

【0072】

磁場の感知は、様々な方法で達成され得る。たとえば、いくつかの実施形態では、直交する感知コイルの配列は、各々異なる平面に配置され得、平面は、2つ1組で直交(直角)である。本明細書で開示するいくつかの実施形態では、この方法および装置は、実質的に共面上に配置され、透磁性材料(たとえば、強磁性材料またはフェライト材料)の平面基板上に配置された電気伝導材料の複数の少なくとも3つの平面感知コイルを使用する。さらに

、本明細書で開示するいくつかの実施形態は、検出器の出力において少なくともベクトル (V_x, V_y, V_z) を提供するように、少なくとも3つの感知コイルの出力 U_1, U_2, U_3 を線形結合するように構成された信号合成器を含むことができる。

【0073】

図5Aは、一般に感知システム500Aと呼ばれる、信号合成器および検出器が3つの出力を有する、基板に配置された感知コイルを有するセンサーおよび検出器システムの概略図を示す。図5Aは、実質的に共面にあり、透磁性基板、たとえば強磁性材料を含む基板505上に配置された複数の3つの感知コイル510A~510Cを示す。図5Aはまた、配線515A~515Cを介して信号合成器および検出器520の入力に接続された3つの感知コイル510A~510Cの各々を示す。信号合成器および検出器520は、3つの出力525A~525Cを有するように示されており、いくつかの実施形態では、出力525は、誘導または整列回路またはシステム(図示せず)に供給され得る。いくつかの実施形態では、出力525A、525B、および525Cの各々は、適切な座標系におけるベースIPT結合器に対する車両IPT結合器の位置または方向を決定するために使用することができるベクトル成分を含み得る。

【0074】

いくつかの実施形態では、3つを超える感知コイル510が、位置決めのために使用される(図6A~6D参照)。いくつかの実施形態では、複数の感知コイル510は、各感知コイル510が他の感知コイル510の各々から同じ距離だけ離間するように、等間隔で配置され得る。たとえば、図5Aに示すように、正三角形511の角に感知コイル510A~510Cが配置されている。いくつかの実施形態では、感知コイル510は、透磁性基板(図示せず)の縁および角の近くに配置される。これは最大誘導電圧を提供し、したがって、最大感度を提供し得る。いくつかの実施形態では、複数の感知コイル510は、複数の感知コイル510が少なくとも1つの軸に沿って対称であるように配置され得る。いくつかの実施形態では、複数の感知コイル510は、図5Aに示されるように、集合族が互いに素(すなわち、重複しない)、または、それらが部分的に重複し得る。感知コイル510が重複している場合、感知コイル510の様々な組合せの間の相互結合は、感知コイル510を特定の方法で次元設定し、位置決めすることによって回避され得る。

【0075】

感知コイル510の次元設定および位置決めの方法は、準ゼロ結合構成であってもよい。準ゼロ結合構成は、感知コイル510が(たとえば、並列キャパシタを使用することによって)共振に基づいて同調される整列および誘導システムにおいて有利であり得る。共振同調は、感知コイル510ならびに誘導および整列システムの感度を高めるのを助けることができる。準ゼロ結合は、相互インダクタンス、およびしたがって、誘導電流の相対的な方向に応じて起こり得る誤同調の影響を低減または最小限に抑えるように働く。

【0076】

感知コイル510は、たとえば、円形、正方形、長方形、三角形など、様々な形状のうちの任意のものを含むことができる。同様に、基板505の形状は、矩形、三角形、円形、または好ましくは複数の感知コイル510がそれに沿って配置され得る少なくとも1つの対称軸を提供する任意の他の形状であってもよい。いくつかの実施形態では、感知コイル510、ならびに信号合成器および検出器520の感知能力および特性における環境の影響および衝撃を低減するために、感知コイル510から基板505の反対側に配置される導電性素子(たとえば、図示していないアルミニウムプレート)があり得る。また、導電性素子は、金属環境の予測不可能な影響を低減し、感知コイル510を電磁干渉から遮蔽するのを助け得る。そのようなバックプレートまたはシールドは、複数の平面センサーコイル510を含む感知システム500Aが電気車両の底面または鉄筋コンクリート地面に設置される場合に必要とされ得る。

【0077】

感知コイル510は、送信機として動作している、および受信機であることに応じて、充電ベースまたは電気車両のうちの1つによって送信される位置決め磁場を受信し得る。感知コイル510が電気車両に搭載されている場合、充電ベースが送信機であり、感知コイル5

10が充電ベースに取り付けられている場合、電気車両が送信機である。感知コイル510A～510Cの各々は、位置決め磁場を受信し、受信された磁場によって誘導された電圧を生成することができる。次に、感知コイル510A～510Cの各々からの電圧は、配線515A～515Cを介して信号合成器および検出器520に供給され得る。

【0078】

信号合成器および検出器520は、感知コイル510の電圧出力を受信し得、ベクトル成分 V_x 、 V_y 、 V_z を検出器520の出力として含む少なくとも出力525A、525Bおよび525Cを提供するように、少なくとも3つの感知コイル510A、510Bおよび510Cの出力を線形結合し得る。

【0079】

したがって、図5Aに示した感知システム500Aの構成要素は、ワイヤレス位置決め磁場を受信し、位置決め磁場に応じて複数の信号を生成した後、適切な座標系におけるベースIPT結合器に対する車両IPT結合器の位置または方向の決定に使用することができる複数のベクトルを出力する。

【0080】

本発明の別の例示的な実施形態によるシステムが、図5Bに示されており、感知システム500Bと呼ばれる。感知システム500Bの構成要素のいくつかの機能および目的は、上記で図5Aに関して説明したものと同様である。しかしながら、図5Bの信号合成器および検出器520'は、単一シリアル出力525'を提供し得る。したがって、図5Bの信号合成器および検出器520'は、磁場の所望の成分を調整または選択するために、合成器制御入力521によって制御可能であり得る。磁場の少なくとも第1の成分および第2の成分(たとえば、 V_x および V_y)の感知は、信号合成器および検出器520'のパラメータを変更することによって時系列的に実行され得る。

【0081】

単一シリアル出力525'におけるベクトル成分は、適切な座標系においてベースIPT結合器に対する車両IPT結合器の位置または方向を決定するために使用することができる。

【0082】

図6Aは、一般に感知システム600Aと呼ばれる、信号合成器および検出器が3つの出力を有する、基板に配置された感知コイルを有するセンサーおよび検出器システムの概略図を示す。図6Aのセンサーおよび検出器システム600Aは、たとえば強磁性材料などの透磁性材料を含む基板605上に配置された4つのセンサーコイル610A～610Dを含む。基板605は矩形であり、感知コイル610A～610Dの各々の1つは、基板605の角の近く、すなわち第2のより小さい矩形611の角に配置されている。基板605は、長手方向と、長手方向に垂直な緯度方向とを有し得る。長手方向寸法は、基板605の最長寸法を指し得る。感知コイル610A、610Bの対は、基板605の長手方向(長)軸における基板605の中心の周りに、感知コイル610Cおよび610Dの対に対して対称に配置されている。同様に、感知コイル610A、610Cの対は、長手方向軸に垂直な軸における基板605の中心の周りに、感知コイル610Bおよび610Dの対に対して対称に配置されている。図6Aでは、感知コイル610A～610Dの各々は、それぞれ配線615A～615Dを介して信号合成器および検出器620に接続される。信号合成器および検出器620は、3つの出力625A、625B、および625Cを有するように示されており、いくつかの実施形態では、これらの出力625は、適切な座標系でベースIPT結合器に対する車両IPT結合器の位置または方向を決定するための誘導または整列回路またはシステムに供給され得る。

【0083】

図6Bは、基板に配置された感知コイルを有するセンサーおよび検出器システムの概略図を示す。図6Bは、たとえば強磁性材料などの透磁性材料を含む基板605上に配置された4つのセンサーコイル610A～610Dを含む。基板605は矩形であり、感知コイル610A～610Dの各々の1つは、菱形613の角に配置されている。1対の感知コイル610Aおよび610Dと1対の感知コイル610Bおよび610Cは、感知コイル610Aおよび610Dが基板605の緯度対称軸に関して対称になるように配置される。同様に、1対の感知コイル610Bおよび610Cは、それらが基板605の縦対称軸に関して対称になるように配置される。いくつかの実施形態では、感知コイル610は、透磁性基板の縁の近くに配置される。これは最大誘導電圧を提供し、した

10

20

30

40

50

がって、最大感度を提供し得る。

【 0 0 8 4 】

図6Cは、IPT結合器に統合された磁場感知システム600Aの概略図である。図6Cに示すように、感知コイル610はPCBに形成され、PCBは基板605上に配置され、基板605は導電性バックプレート616上に配置され、IPTコイル612は基板605と反対側のPCB上に配置される。図6Cは、プリント回路基板(PCB)内の基板605上に配置された感知コイル610A～610Dを有するセンサーおよび検出器システムの平面図を示し、基板605は、感知コイルPCB(図示せず)とは反対の基板605側に導電性バックプレート616を有し、基板605とは反対の感知コイルPCBの他方にIPTコイル612を有する。実質的に共面上にある複数の4つの感知コイル610A～610Dは、プリント回路基板(PCB)上に構築され、たとえば強磁性材料などの透磁性基板を含む基板605上に配置される。基板605は矩形であり、感知コイル610A～610Dの各々の1つは、基板605の角の近く、すなわち第2のより小さい矩形(図示せず)の角に配置されている。基板605は、基板605の最長寸法を指す長手方向寸法、および長手方向に垂直な緯度方向を有し得る。感知コイル610A、610Bの対は、基板605の長手方向(長)軸における基板605の中心の周りに、感知コイル610Cおよび610Dの対に対して対称に配置されている。同様に、感知コイル610A、610Cの対は、長手方向軸に垂直な軸における基板605の中心の周りに、感知コイル610Bおよび610Dの対に対して対称に配置されている。いくつかの実施形態では、導電性バックプレート616は、矩形であってもよく、基板605よりも大きくてもよい。他の実施形態では、導電性バックプレート616は、任意の他の形状およびサイズであってもよい。図6Cでは、感知コイル610A～610Dの各々は、それぞれの感知コイル610に接続され、図から出て、おそらく信号合成器および検出器(図示せず)に接続された配線615A～615Dを有するように示されている。

【 0 0 8 5 】

IPTコイル612は、いわゆる「円形」タイプのIPT結合器での工学的実践に従って、基板605の矩形形状よりも小さい本質的に矩形形状を有するように示されている。感知コイル610A～610Dの各々は、矩形のIPTコイル612の角のほぼ上に示され得る。平面感知コイル610は、ここではPCBのエポキシ基板内に完全に埋め込まれた薄い銅トレースを有するPCBを含む「構造」で実装され得る。PCB内に感知コイル610を埋め込むことは、感知コイル610のための絶縁および機械的保護を提供することができる。

【 0 0 8 6 】

IPTコイル612は、充電ベースと電気車両(図示せず)との間の誘導電力伝送を実行するために使用され得る。IPTコイル612と感知コイル「構造」との一体化構造は、IPTコイル612と感知コイル610とが実質的に同じ位置に配置されている実施形態を提供し得る。

【 0 0 8 7 】

磁気ベクトル感知では、品質係数はIPT結合器ほど重要ではない。したがって、感知コイル610は、実質的に薄い導体を利用するように設計され得、感知コイル610を薄い中間層に嵌め込むことが可能になる。たとえば、IPT結合器の体積または高さが顕著に増加するのを避けるために、感知コイル610をわずか1mmの高さのものになるように設計することができる。いくつかの実施形態では、感知コイル610は、以下でより詳細に説明するように、高インピーダンス入力前置増幅器に接続することができる。感知コイル610が高インピーダンス入力前置増幅器に接続されているとき、増幅器は、任意のかなりの電流の流れを排除することができ、したがって、IPT結合器が電力を能動的に伝送しており、感知コイルシステムが強いIPTフィールド内に配置されるとき、感知コイル610の損失を最小限に抑えることができる。さらに、感知コイル610の巻線に誘起される渦電流による電流損失は、取るに足らないと考えられ得る。

【 0 0 8 8 】

いくつかの実施形態では、ここに示される一体型の素子(感知コイル610および基板605と一体化されたIPTコイル612)は、一般に、「マルチコイル」結合器および「ソレノイド」タイプの結合器を含む透磁性材料を含む様々なタイプの平面IPT結合器に該当し得る。図示のIPTコイル612は、たとえば、IPTコイル612の透磁性コアとして働くモノリシックフ

ェライトブロックなどの透磁性材料を含み得、または複数の透磁性セグメントまたは部分(たとえば、プレート、ロッド、ブロック、タイル)から成り得る。複数の透磁性部分から成る場合、これらの部分は、平行部分の構造または格子構造を形成するように、少なくとも部分的に離間していてもよい。IPTコイル612が異方性有効透過率を示す場合、有効透過率がより低い感知コイル610の感度は低減され得る。有効透過率の差は、以下に説明するように、対応する係数を選択することによって、信号合成器および検出器620において補償(対応するように較正)される。

【0089】

感知コイル610がIPT結合器の構造またはアセンブリに一体化されている場合、異なる相乗効果が使用され得る。たとえば、低周波共振誘導のためのIPT結合器は、基板605が透磁性材料(たとえば、フェライト材料)として働き得る、透磁性材料上に配置されたリッツ線コイル構造、および透磁性材料の裏側の導電性バックプレート616から成り得る。磁場センサーの感知コイル610は、たとえば、コイル開口部など、IPTコイル構造によって覆われていないエリアにおいて基板605上に配置されてもよいが、リッツ線コイルと基板605との間の薄層内に収容されてもよい。この分離層は絶縁を提供し、(たとえば、機械的応力下でフェライト構造を破壊し得るフェライトスプラインから)脆弱なリッツ線を機械的に保護し得る。

【0090】

図6Dは、PCBに形成された感知コイルを示す磁場感知システム600Aの断面プロファイル図であり、PCBは基板上に配置され、基板はバックプレートに配置され、基板の反対のPCB上に配置されたIPTコイルを有し、基板は、IPT結合器の透磁性材料としても働く。図6Dの要素は、必ずしも縮尺通りに描かれていない可能性があるが、図および説明を容易にするために図示されている。図6Dは、基板605上に配置されたプリント回路基板(PCB)内の感知コイル610を有する感知システム600Aの概略平面図を示し、基板605は、感知コイルPCB621とは反対の基板605側に導電性バックプレート616を有し、IPTコイル612は、基板605とは反対の感知コイルPCB621側に配置されている。図6Dは、図6Cに表される個々の構成要素がどのように配置されているかをより明瞭に示している。図6Dの上部には、導電性バックプレート616が示されている。導電性バックプレート616は、矩形のプロファイルまたは断面を有するものとして示されており、基板605よりも薄い、基板605よりも広いものとして示されている。導電性バックプレート616は、導電性バックプレート616の下縁において基板605に取り付けられている。基板605は、導電性バックプレート616の上縁、および感知コイルPCB621の下縁に結合されて示されている。基板605は、導電性バックプレート616および感知コイルPCB621よりも厚く示されており、導電性バックプレート616よりも短い、感知コイルPCB621とほぼ同じ長さで示されている。感知コイルPCB621は、IPTコイル612がその下縁に取り付けられて示されている。示される断面図は、複数の平行構造から成るIPTコイル612を示す。図6Dは、5つの平行構造を有するIPTコイル612の各縁を示しているが、当業者は、IPTコイル612が、より多くのまたはより少ない平行構造または同様の構造を含み得ることを理解されよう。

【0091】

図5A～図6Dの各々に示すシステムは、図示された複数の感知コイル510または610を使用して位置決め磁場を感知し得、複数の感知コイル510、610の出力を、信号合成器および検出器520、520'、620を介して線形結合し得、合成器および検出器520、520'、620の出力において、結合され、検出された信号を使用して、単一シリアル(時系列)ベクトル出力525'として、またはベクトル成分 V_x 、 V_y 、 V_z を表す複数の並列出力525A、525Bおよび525C、625A、625B、625Cによりベクトル出力525、525'、625を提供し得る。信号合成器および検出器520、520'、620は、信号合成器および検出器520、520'、620の入力において配線515、615を介して受信された感知コイル510、610の出力を線形結合し得る。いくつかの実施形態では、信号合成器および検出器520、520'、620によって利用される線形結合方法は、たとえば、連立方程式または行列表現として表され得る。

【0092】

【数 1】

$$\begin{bmatrix} v_x \\ v_y \\ v_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_{11} c_{12} & c_{1N} \\ c_{21} c_{22} \cdots c_{2N} \\ c_{31} c_{32} & c_{3N} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ \vdots \\ U_N \end{bmatrix}, \quad (\text{式 1})$$

【0093】

式中、ベクトル

【0094】

10

【数 2】

$$\vec{U}$$

【0095】

およびベクトル

【0096】

【数 3】

$$\vec{v}$$

20

【0097】

の成分は、それぞれ、合成器入力および出力信号を示し、 c_{ij} は、合成器行列の係数を示す。入力成分の数Nは、感知システムにおいて利用される感知コイル510、610の数によって決定され得る。いくつかの実施形態では、ベクトル

【0098】

【数 4】

$$\vec{U}$$

30

【0099】

および

【0100】

【数 5】

$$\vec{v}$$

【0101】

は、電圧-時間関数、または複素フェーザなどとして表され得る。信号合成器および検出器520、520'、620の検出器は、信号ベクトル

40

【0102】

【数 6】

$$\vec{v}$$

【0103】

の成分に対して非線形演算を実行し得、たとえば、出力ベクトル

【0104】

【数 7】

$$\vec{V}$$

【0105】

を取得するために、複素フェーザの振幅、信号レベル、または大きさを検出する。信号合成器および検出器520、520'、620は、信号合成器の線形結合された信号または感知コイル510、610の出力のフィルタリング、平均化、相関付けなどの動作も実行し得る。

【0106】

図5A～図5Bに示すシステムでは、信号合成器および検出器520、520'の合成器の入力および出力の数は等しくてもよく(たとえばN=3)、出力は合成器入力に比例し、これは合成器行列の非対角係数がゼロであることを意味し、次のように表される。

【0107】

【数 8】

$$\begin{bmatrix} V_x \\ V_y \\ V_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_{11} & 0 & 0 \\ 0 & c_{22} & 0 \\ 0 & 0 & c_{33} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ U_3 \end{bmatrix}. \quad (\text{式 } 2)$$

【0108】

図6Aおよび図6Cの感知コイル構造(すなわち、基板605上に矩形レイアウトで四重コイル構造で配置された感知コイル610)は、信号合成器および検出器620によって線形結合され、検出され、ベクトル出力 V_x 、 V_y 、 V_z を提供する。いくつかの実施形態(たとえば、図6Aに示すもの)では、信号合成後のベクトル出力 v_x 、 v_y 、 v_z は、以下の線形結合方法を使用して取得され得る。

【0109】

【数 9】

$$\begin{bmatrix} v_x \\ v_y \\ v_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_1 & -c_1 & c_1 & -c_1 \\ c_2 & c_2 & -c_2 & -c_2 \\ c_3 & c_3 & c_3 & c_3 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ U_3 \\ U_4 \end{bmatrix}, \quad (\text{式 } 3)$$

【0110】

式中、係数 c_1 、 c_2 、 c_3 は、フィールドセンサーを較正する過程で得られる互いに異なり得るスケール係数を示す。3つの検出器出力 V_x 、 V_y 、 V_z は、センサーシステムが十分に大きい空間にわたって広がる均一なフィールド(すなわち、平行フィールド/磁束線を有する磁場)の対象となり、感知コイル610の共通平面が座標系の(x,y)平面に平行に向けられる実施形態では、磁場のx、yおよびz成分として解釈され得る。

【0111】

図6Bでは、4つの感知コイル610は、基板605に菱形613に配置される。実質的に直交するセンサーシステムは、以下の線形結合で取得され得る。

【0112】

10

20

30

40

【数 1 0】

$$\begin{bmatrix} v_x \\ v_y \\ v_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & c_1 & -c_1 \\ c_2 & -c_2 & 0 & 0 \\ c_3 & c_3 & c_3 & c_3 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ U_3 \\ U_4 \end{bmatrix}. \quad (\text{式 } 4)$$

【 0 1 1 3 】

図7Aおよび図7Bは、図5A～図6Aに示す感知システムの平面マルチコイルセンサーの原理および磁場における透磁性基板の効果を示す。磁場は、図7Aでは実質的に垂直であるフィールド方向について、図7Bでは感知コイル610の平面に実質的に平行なフィールド方向について、磁束線によって視覚化される。説明を簡単にするために、2つの感知コイル610Aおよび610Bのみが、基板605の表面上に配置されて示されている。さらに、感知コイル610Aおよび610Bは、合成器入力における第1および第2のコイル610Aおよび610Bの誘導電圧信号が、磁束が感知コイル610A、610Bを同じ方向に通過するときに等しい極性を有するように構成され、合成器および検出器(図示せず)に結合され得る。図7Aでは、磁束は、感知コイル610Aおよび610Bを同じ方向に通過するように示されているが、図7Bでは、磁束は、感知コイル610Aおよび610Bを反対方向に通過している。

【 0 1 1 4 】

図7Aに示すように、感知コイル610Aおよび610Bの平面に垂直な磁場成分を感知するために、いくつかの実施形態では、誘導電圧が合計されるように、コイル出力が同相合成される。しかしながら、磁束が感知コイル610Aおよび610Bを逆方向に通過しているので、電圧はコイル平面に平行な磁束方向に対して相殺される。逆に、図7Bに示すように、コイル平面に平行な磁束成分を感知するためには、コイル対の出力は逆位相に合成され、誘導電圧が再び合計される。しかしながら、磁束が感知コイル610Aおよび610Bを同じ方向に通過しているので、電圧は垂直な磁束方向に対して相殺される。当業者であれば、フィールド感知のこの基本的な概念は、導電バックプレート(図7Aおよび図7Bには図示せず)が基板605の反対(後ろ)側に追加されたとき、電界パターンは実質的に変化し得るが、依然として有効であり得ることを諒解されよう。

【 0 1 1 5 】

図8は、4つの感知コイルを有する例示的な実施形態による磁場感知および検出システムの一実施形態のブロック図を示す。図8の感知および検出システムは、感知コイル810A～810Dを含み、各感知コイル810A～810Dは、入力保護回路805A～805D、前置増幅器806A～806D、フィルタ815A～815D、可変利得増幅器820A～820D、およびアナログデジタル(A/D)コンバータ825A～825Dを含む、一連の構成要素に結合され、各感知コイル810A～810Dについて上述した各一連の構成要素は、デジタル信号プロセッサ835に結合される。デジタル信号プロセッサ(DSP)835は、ローカルテスト信号発生器830に結合される。示したDSP835は、3つの信号850A～850Cを出力する。入力保護回路805A～805D、前置増幅器806A～806D、フィルタ815A～815D、および可変利得増幅器820A～820Dは、アナログフロントエンド(AFE)チャネル840A～840Dを備え得、一方、ローカルテスト信号発生器830は、較正およびセルフテストのための手段の一部を備え得る。DSP835の3つの信号出力850A～850Cは、ベクトル成分 V_x 、 V_y 、 V_z を含み得る。DSP835は、感知コイル810A～810Dによって生成されたいくつかの位置決め磁場信号を同時に処理し、 $i=1\dots N$ 個の位置決め磁場信号ごとに、ベクトル出力 $V_{x,i}$ 、 $V_{y,i}$ 、 $V_{z,i}$ を送出するように構成され得る。いくつかの実施形態では、感知コイル810A～810Dによって受信される位置決め磁場は、情報または他の同様の信号を含み得る。いくつかの実施形態では、複数の位置決め磁場信号は、互いに同じ周波数帯域(すなわち、異なるタイムスロットで)および/または異なる周波数で送信機によってブロードキャストされ得る。いくつかの実施形態では、複数の位置決め磁場信号または他の信号が単一の磁場感知および検出ユニットによって同時に感知および処理される必要があり得る。

【0116】

ローカルテスト信号発生器(LTSG)830は、磁場感知および検出システムを較正およびセルフテストするために使用され得る。いくつかの実施形態では、LTSG830は、各感知コイル810または一群の感知コイル810について磁場を局所的に生成することができる。次いで、各感知コイル810の局所磁場は、それぞれの感知コイル810A~810Dの各々において電圧を誘起し得る。いくつかの実施形態では、局所磁場を生成する(個別にラベル付けされていない)各テストコイルは、感知コイル810の内部の空間に配置され得る。いくつかの実施形態では、テストコイルは、感知コイル810と同様の形状および/またはサイズを有し得る。いくつかの実施形態では、テストコイルは、感知コイル810と異なる形状および/またはサイズのものであり得る。LTSG830は、位置決め磁場信号と同一に見え得る信号を生成または模倣するために使用され得るように、制御可能であり得る。LTSG830はまた、たとえば、異なる振幅/位相を有する電流を異なるテストコイルに注入することによって、1つまたは複数の感知コイル810について異なる方向の異なる磁場を模倣することもできる。LTSG830は、制御された磁場を生成し、生成され制御された磁場に基づいて、DSP835の結果として得られる出力が期待値と一致することを検証することによって、振幅および位相応答に関する、感知コイル810およびAFEチャネル840A~840Dの構成要素の完全性を較正し、チェックすることができる。したがって、LTSG830は、たとえば、部品公差、熱ドリフト、非完全フィルタ特性などによる誤差など、AFEチャネル840A~840Dによってもたらされたベクトル誤差を補正もしくは除去するために、または信号合成器もしくはDSP835もしくは感知コイル810自体の較正における誤差を検出するために使用され得る。いくつかの実施形態では、LTSG830によって実行される較正およびテスト機能は、規格によって要求され得、DSP835によって定期的に行われ得る。

【0117】

上述したように、各AFEチャネル840A~840Dは、入力保護回路805A~805D、前置増幅器806A~806D、フィルタ815A~815D、および可変利得増幅器820A~820Dを備え得る。当業者であれば、AFEチャネル840A~840Dにおいて、より多くのまたはより少ない構成要素が利用され得ることを理解されよう。位置決め磁場に応答して生成された感知コイル810の出力は、AFEチャネル840によって処理され、次いでDSP835において結合され、検出され得る。これは、デジタルベクトル出力 V_x 、 V_y 、 V_z を取得するために、様々な感知コイル810からの出力が最適に結合され、検出されることを確実にし得る。入力保護回路805A~805Dは、前置増幅器806A~806Dが、強い磁場、たとえば、ワイヤレス充電動作の間に経験され得るようなIPT磁場への曝露によって損傷されるのを防ぐよう働き得る。各AFEチャネル840A~840D内の入力保護回路は、DSP835が経験する入力電圧を制限することができ、各AFEチャネル840A~840D内の入力保護回路805A~805Dが能動的に制限しているとき、実質的な電流の流れがないように設計され得る。いくつかの実施形態では、AFEチャネル840A~840D内の入力保護回路805A~805Dの入力インピーダンスは、感知コイル810における電流がほとんどゼロであり、感知コイル810間の相互結合により誘導される感知コイル810における電圧が無視できるように、十分高い(たとえば、100k よりも高い)可能性がある。

【0118】

前置増幅器806A~806Dは、次のフィルタ段階を駆動するために、利得(たとえば20dB)、高インピーダンス入力(たとえば100k よりも大きい)、および比較的低下出力のインピーダンス(たとえば50 未満)を有し得る。いくつかの実施形態では、前置増幅器806を使用して、感知コイル810によって受信された受信磁場信号を増幅することができる。フィルタ815A~815Dは、感知コイル810によって受信された前置増幅器806を介して供給される信号をクリーンアップし得る。いくつかの実施形態では、フィルタ815は、磁気ベクタリングのために指定され得るように全周波数帯域をカバーするのに十分な幅、および合理的に低いリプルを有する通過帯域を有するバンドパスフィルタであり得る。いくつかの実施形態では、フィルタ815は、特にIPT動作周波数、たとえば85kHzで帯域外で受信された信号の十分な抑制(たとえば、60dBより高い)を有し得る。いくつかの実施形態では、フィルタ815は、アナログデジタル(A/D)コンバータ825において信号をサンプリングするために必要

なアンチエイリアシングフィルタとしても働き得る。可変利得増幅器820A～820Dは、A/D変換器825A～825Dが、たとえば、いわゆる近/遠効果のためなど、大きい受信信号レベルの変動のために、磁気ベクタリングのために必要とされる大きいダイナミックレンジにわたって常に良好な範囲で動作していることを確実にし得る。いくつかの実施形態では、可変利得増幅器820は、自動利得制御機能を提供し得るDSP835によって制御され得る。A/D変換器825A～825Dは、位置決め磁界にตอบสนองして感知コイル810によって生成されたアナログ信号を、DSP835によって処理され得るデジタル信号に変換するために使用され得る。

【0119】

いくつかの実施形態では、感知コイル810によって生成され、AFEチャネル840A～840Dを介して供給される入力の場合および検出、ならびにベクトル出力 $V_{x,i}$ 、 $V_{y,i}$ 、 $V_{z,i}$ の生成は、DSP835によって実行され得る。いくつかの実施形態では、DSP835は、たとえばデジタルフィルタ、デジタルフィルタバンク(たとえば、高速フーリエ変換)、または同様の技法を使用することによって、感知コイル810の出力の追加の狭帯域フィルタリングを実行することができる。いくつかの実施形態では、磁場ベクタリングのための適切なフィルタ帯域幅は、50Hz、25Hz、またはさらには10Hzとすることができる。感知コイル810の出力の結合は、特定の感知コイル810の構成に適した1組の式に従って狭帯域フィルタリングの前または後に実行され得る。したがって、1組の式は、4つの感知コイル810の構成と比較すると、3つの感知コイル810の構成について異なり得る。いくつかの実施形態では、DSP835は、指定された周波数帯域における位置決め磁場信号を検索し、定義された信号強度または信号対雑音比のしきい値を超える信号を取得することができる。

【0120】

いくつかの実施形態では、DSP835は、完全性および一貫性のチェックを実行することによって感知コイル810の出力(受信された位置決め磁場信号)を検証して、DSP835によって受信および処理された信号が、それが正しく機能しており、DSP835からのベクトル出力が信頼性があるように感知および検出システムによって正確かつ確実に処理されることを確実にする。完全性および一貫性のチェックは、上記のLTSG830に関して上記で説明したものと同一であってもよい。不一致が識別された場合、DSP835は、誤差、たとえば誤差フラグもしくはビット、またはメッセージもしくはインジケータライトなどを示す出力を生成することができる。いくつかの実施形態では、DSP835は、たとえば、出力ベクトルの推定品質またはベクトル出力 $V_{x,i}$ 、 $V_{y,i}$ 、 $V_{z,i}$ の信頼性を含む、出力ベクトルの信頼性の詳細に関する情報を出力することもできる。さらに、いくつかの実施形態では、DSP835は、感知コイル810の変調出力(位置決め磁場信号)からのデータ、たとえば、識別コード(ID)、同期シーケンス、または位置決め磁場を介して通信され得る他のデータを復調することもできる。いくつかの実施形態では、このプロセスは、変調(たとえば、シンボル)レート、およびさらに時間同期に応じてより広い帯域幅でDSP835または他の構成要素による専用のフィルタリングを必要とし得る。

【0121】

図9Aは、生成システム900Aと呼ばれる、位置決め磁場信号を生成することができ、信号スプリッタに流れ込む単入力から磁場信号を生成する能力を有する、透磁性基板に配置された少なくとも3つの平面コイルのマルチコイル構成の概略図を示す。図9Aの位置決め磁場生成システムは、たとえば強磁性材料などの透磁性材料を含む基板905上に配置された3つのジェネレータコイル910A～910Cを含む。いくつかの実施形態では、ジェネレータコイル910A～910Cは、図5A～図6Dの感知コイル510A～510Cと同様であり得る。図9Aはまた、配線915を介して制御可能な信号スプリッタ920の3つの出力に接続された3つのジェネレータコイル910A～910Cの各々を示す。制御可能な信号スプリッタ920は、単入力925を有するように示されており、いくつかの実施形態では、入力925は、誘導または整列のために位置決め磁場信号を提供する目的で、充電ベースによって生成され得る。いくつかの実施形態では、ジェネレータコイル910によって生成された位置決め磁場信号は、図5A～図6Dを参照して上述したように感知システムによって受信され得る。いくつかの実施形態では、信号スプリッタ920は、x、y、およびz方向のうちの1つに磁気モーメントを有する位置決め

磁場を生成するように、スプリッタ制御入力921によって構成可能である。

【0122】

いくつかの実施形態では、3つを超えるジェネレータコイル910が、位置決め磁場生成のために使用され得る(図9B参照)。いくつかの実施形態では、複数のジェネレータコイル910は、各ジェネレータコイル910が他のジェネレータコイル910の各々から同じ距離だけ離間するように、等間隔で配置され得る。いくつかの実施形態では、複数のジェネレータコイル910は、複数のジェネレータコイル910が少なくとも1つの軸に沿って対称であるように配置され得る。いくつかの実施形態では、ジェネレータコイルは、生成された磁気モーメント(磁場強度のレベル)を最大にするために、透磁性基板(図示せず)の縁および角の近くに配置され得る。いくつかの実施形態では、複数のジェネレータコイル910は、図9Aに示されるように、集合族が互いに素(すなわち、重複しない)、または、それらが部分的に重複し得る(図示せず)。ジェネレータコイル910が重複している場合、ジェネレータコイル910の様々な組合せの間の相互結合は、ジェネレータコイル910を特定の方法で次元設定し、位置決めすることによって回避され得る。ジェネレータコイル910の次元設定および位置決めの方法は、上述したように、準ゼロ結合構成であってもよい。

10

【0123】

ジェネレータコイル910は、たとえば、円形、正方形、長方形、三角形など、様々な形状のうちの任意のものを含むことができる。同様に、基板905の形状は、矩形、三角形、円形、または好ましくは複数のジェネレータコイル910がそれに沿って配置され得る少なくとも1つの対称軸を提供する任意の他の形状であってもよい。いくつかの実施形態では、ジェネレータコイル910の生成能力および特性における環境の影響および衝撃を低減し、ジェネレータコイル910を干渉から保護するのを助けるために、ジェネレータコイル910から基板905の反対側に配置される導電性素子(たとえば、図示していないアルミニウムプレート)があり得る。そのようなバックプレートまたはシールドは、複数の平面ジェネレータコイル910を含む誘導および整列システムが電気車両の底面または強磁性材料を含む基板に設置される場合に必要とされ得る。

20

【0124】

ジェネレータコイル910は、送信機として動作している、および受信機であることに応じて、充電ベースまたは電気車両のうちの1つから位置決め磁場を生成し得る。ジェネレータコイル910が電気車両に搭載されている場合、充電ベースが受信機であり、ジェネレータコイル910が充電ベースに取り付けられている場合、電気車両が受信機である。ジェネレータコイル910の各々は、位置決め磁場を生成し、位置決め磁場内に他の情報信号を生成することができる。ジェネレータコイル910の各々によって使用される電流は、制御可能な信号スプリッタ920から配線915を介して受信され得る。

30

【0125】

制御可能な信号スプリッタ920は、ソース(図示せず)からジェネレータコイル910に電流を出力するために、入力925を受信し、受信機が位置決めのためにベクトルを決定することができる位置決め磁界をジェネレータコイル910が生成できるように、入力925を構成要素に分割し得る。図6Cおよび図6Dに関して上述したように、および感知コイル610がIPT結合器に統合され、ジェネレータコイル910もIPT結合器に統合され得る。同様に、ジェネレータコイル910は、たとえば、IPTコイル構造(図示せず)と基板905との間に挿入されるPCB内またはその上に実装され得る。

40

【0126】

図9Aおよび図9Bに示すマルチコイル構成は、各々、基板905上に配置された少なくとも3つの平面ジェネレータコイル910から成り、任意の所望の方向(偏光)を有する位置決め磁場の少なくとも1つを生成するために使用され得る。送信機による位置決め磁場の生成に関して、生成された位置決め磁場の偏光は、磁気モーメントの偏光によって最もよく表され得る。

【0127】

位置決め磁場の偏光は、ジェネレータコイル910に注入される電流の振幅および位相を

50

操作することによって制御され得る。制御可能な信号スプリッタ920は、所望の偏光を有する磁場を生成するように、ジェネレータコイル910を駆動する1組の電流を提供することができる。

【0128】

図9Aに示すマルチコイル位置決め磁場生成器では、制御可能な信号スプリッタ920は、スプリッタ制御入力921を有する信号スプリッタを含み得る。制御可能な信号スプリッタ920は、x方向、y方向またはz方向のうちの実質的に1つの方向の磁気モーメントのうちの少なくとも1つの選択を可能にし得る。図9Bに示すマルチコイル位置決め磁場生成器システム900Bでは、信号スプリッタ920'は、少なくとも2つの入力、たとえば、実質的にそれぞれx、y、z方向の磁気モーメントを生成するためのx、y、z方向入力のうちの少なくとも2つを受信し得る。いくつかの実施形態では、磁気モーメントの方向は実質的に直交し得る。したがって、信号がx入力に印加され、信号がy入力またはz入力に印加されない場合、マルチコイル位置決め磁場生成器は、実質的にx方向に磁気モーメントを生成し得る。同様に、信号がy入力に印加され、信号がx入力またはz入力に印加されない場合、マルチコイル位置決め磁場生成器は、実質的にy方向に磁気モーメントを生成し得、以下同様である。

【0129】

図10は、異なる偏光および周波数を有する2つの磁場の同時生成を示すジェネレータコイル構成および磁場パターンの磁束線を示す図である。磁束線は、x軸およびy軸のモーメントにより生成される2つの磁場を示し、これらの磁場は、ジェネレータコイルシステムによって生成され、そのジェネレータコイル構成の中心は、x軸とy軸の原点にある。ジェネレータコイルシステムは、基板1005に取り付けられた4つのジェネレータコイル1010A~1010Dを有するものとして示されている。図10は、第1の周波数 f_x で生成されたx方向の磁気モーメントを有する第1のフィールドパターン1015の磁束線と、第2の周波数 f_y で生成されたy方向の磁気モーメントを有する第2のフィールドパターン1016とを示す。(図10に示すように)異なる偏光を有する複数のフィールドを感知することに基づく磁気ベクタリングは、一般に、磁場ベクタリングの精度および信頼性を向上させる可能性を有し、あいまいさの問題も解決し得る。図10のマルチコイル位置決め磁場生成器システムは、ベクトル入力 J_x 、 J_y 、 J_z (925A~925C)を受信して、実質的にx、y、z方向のモーメントを有する位置決め磁場を生成することができる。少なくとも2つの入力が入力において同時に、および同じ周波数で供給される場合、生成器システムは、少なくとも2つのフィールドを同時に生成することができ、これは、重畳し、少なくとも2つのモーメントのベクトル和である磁気モーメントを有する合計フィールドをもたらす。しかしながら、少なくとも2つの入力が入力異なる周波数を有する場合、図10の生成器システムは、偏光および周波数が異なる少なくとも2つの磁場を生成し得る。したがって、いくつかの実施形態では、図8に上記で示したような周波数選択性感知システムは、2つの周波数が十分に離間されていれば、重畳されていないフィールドとして少なくとも2つのフィールドを別々に感知するために使用され得る。

【0130】

別の実施形態では、2つの生成された磁場は、たとえば、x軸とy軸の2つの二等分線である、x'軸上の第1の周波数のフィールド、およびy'軸上の第2の周波数のフィールドなど、x軸およびy軸以外の方向のモーメントを有し得る。

【0131】

また別の実施形態では、さらに他の方向のモーメントを有する3つの磁場は、それぞれ異なる周波数で生成され得る。

【0132】

図11は、生成器システム1100の例示的な実施形態による位置決め磁場生成器システムの一実施形態のブロック図を示す。信号1150A~1150Cはデジタル信号プロセッサ(DSP)1125に入力され、各構成要素は、位置決め磁場信号パラメータ(たとえばレベル、周波数、ID)など、入力データを表し、x、y、z方向のうちの1つに関連する。図11はまた、生成器シス

テムのアナログフロントエンド(AFE)チャネル1130A~1130D、デジタル/アナログコンバータ1105A~1105Dを含むAFEチャネル1130、電力増幅器1106A~1106D、出力プロテクタ1115A~1115D、およびジェネレータコイル1110も示す。生成器システム1100は、ローカルテスト受信機1120も備える。

【0133】

DSP1125は、信号(情報信号を含む)を生成し、4つのジェネレータコイル1110を駆動して所望の偏光および周波数を有する少なくとも2つのフィールドを生成するのに必要な構成要素に分割するように構成され得る。各AFEチャネル1130A~1130Dは、デジタル/アナログ(D/A)コンバータ1105、電力増幅器1106、および出力プロテクタ回路1115を含む。D/Aコンバータ1105は、デジタル入力信号をアナログ信号に変換して位置決め磁場信号を生成することができる。D/Aコンバータ1105からの変換されたアナログ信号は、電力増幅器1106によって、位置決め磁場に必要なレベルまで増幅され得る。電力増幅器1106は、ジェネレータコイル電流および生成された磁場がジェネレータコイル1110の様々な組合せの間に存在する相互結合によって変わらないことを確実にし得る。図5Aに関して上記で説明したように、準ゼロ相互結合構成は、ジェネレータコイル1110が共振時に同調されて、たとえば、より良好なマッチング、より効率的なフィールド生成、および選択性を可能にすることができるので、準ゼロ相互結合を有するジェネレータコイル1110構成は、電力増幅器1106を必要としない場合がある。

10

【0134】

出力プロテクタ1115は、ジェネレータコイル1110が、アクティブな電力伝送の間にIPTシステムによって生成されるものなど、強い磁場に曝され得るとき、高い誘起電圧から電力増幅器出力1106を保護することができる。出力プロテクタ1115は、IPT結合器がアクティブであり、磁場ベクタリングが使用されていないとき、ジェネレータコイル1110を電力増幅器1106から切り離すための1つまたは複数の電圧リミッタおよび/またはスイッチを含み得る。

20

【0135】

図8のローカルテスト発生器820に関連して上述したように、いくつかの実施形態において、ローカルテスト受信機1120が各ジェネレータコイル1110において生成される磁場を感知できるように、ローカルテスト受信機1120は、ジェネレータコイル1110と同様のサイズおよび形状の感知コイルを備え得る。次いで、各ジェネレータコイル1110のローカル磁場は、ジェネレータコイル1110によって生成された磁場に応答して生成された信号を提供し得る。いくつかの実施形態では、生成された磁場を受信する(個別にラベル付けされていない)各テストコイルは、ジェネレータコイル1110を直接囲む空間に配置され得る。いくつかの実施形態では、テストコイルは、ジェネレータコイル1110と同様の形状および/またはサイズを有し得る。いくつかの実施形態では、テストコイルは、ジェネレータコイル1110と異なる形状および/またはサイズのものであり得る。いくつかの実施形態では、ローカルテスト受信機1120は、AFEチャネル1130を含む生成器システムの構成要素が適切に機能していることを検証するために使用され、安全要件または標準による要件であり得る様々な構成要素を較正し、またはセルフテストするために使用され得る。

30

【0136】

較正およびセルフテスト機能は、振幅および位相応答に関してDSP1125出力、AFEチャネル1130およびジェネレータコイル1110の完全性を較正し、チェックし、したがって、(たとえば、部品公差、熱ドリフト、非完全特性などのため)AFEチャネル1130によってもたらされるベクトル誤差を補正または除去するように働き得る。そのような較正およびテスト機能は、安全要件であってもよく、DSP1125によって頻繁に実行され得る。図11に示される例示的な実施形態では、ローカルテスト受信機1120は、DSP1125と通信しており、DSP1125によって制御され得る。

40

【0137】

上記の方法の種々の動作は、種々のハードウェアおよび/またはソフトウェア構成要素、回路、および/またはモジュールなどの、動作を実行することのできる任意の適切な手

50

段によって実行することができる。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。

【0138】

様々な異なる技術および技法のいずれかを使用して、情報および信号が表され得る。たとえば、上記の説明全体にわたって参照される場合があるデータ、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。

【0139】

本明細書で開示する実施形態に関して説明する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される場合がある。ハードウェアとソフトウェアのこの互換性を明確に示すために、様々な例示的な構成要素、ブロック、モジュール、回路、およびステップについて、概してそれらの機能に関して上記で説明した。そのような機能がハードウェアとして実現されるか、ソフトウェアとして実現されるかは、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よって決まる。説明された機能は特定の適用例ごとに様々な方法で実装され得るが、そのような実装の決定は、本発明の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。

【0140】

本明細書で開示される実施形態とともに説明される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構成要素、または本明細書で説明される機能を実施するために設計されるそれらの任意の組合せで実装または実施され得る。汎用プロセッサはマイクロプロセッサであってもよいが、代替として、プロセッサは、任意の従来型プロセッサ、コントローラ、マイクロコントローラ、またはステートマシンであってもよい。また、プロセッサは、コンピューティングデバイスの組合せ、たとえば、DSPとマイクロプロセッサの組合せ、複数のマイクロプロセッサ、DSPコアと連携した1つもしくは複数のマイクロプロセッサ、または任意の他のそのような構成として実現することもできる。

【0141】

本明細書で開示される実施形態に関連して説明される方法またはアルゴリズムおよび機能のステップは、ハードウェアとして直接的に、プロセッサによって実行可能なソフトウェアモジュールとして、あるいは両者の組合せとして実施され得る。ソフトウェアの中で実現される場合、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、読取り専用メモリ(ROM)、電気的プログラマブルROM(EPROM)、電気的消去可能プログラマブルROM(EEPROM)、レジスタ、ハードディスク、リムーバブルディスク、CD-ROM、または当技術分野において既知の任意の他の形の記憶媒体内に存在する場合がある。記憶媒体は、プロセッサが情報を記憶媒体から読み取り、記憶媒体に書き込むことができるようにプロセッサに結合される。代替案では、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、本明細書において使用されるときに、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、データを磁気的に再生するが、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。上記の組合せは、コンピュータ可読媒体の範囲内に同じく含まれるものとする。プロセッサおよび記憶媒体は、ASICの中に存在させることができる。ASICは、ユーザ端末内に存在してもよい。代替形態では、プロセッサおよび記憶媒体は、個別構成要素としてユーザ端末内に存在することができる。

【0142】

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で説明されてきた。必ずしも本発明の何らかの特定の実施形態に従ってすべてのそのような利点を達成することができるわけではないことを理解されたい。したがって、本発明は、本明細書において教示または示唆され得る他の利点を必ずしも達成することなく、本明細書において教示された1つの利点または利点のグループを達成し、または最適化する方法で具現化または実施することができる。上記の記載の実施形態の様々な修正が直ちに明らかとなり、本明細書で定義される一般的原理は、本発明の精神または範囲から逸脱することなく他の実施形態に適用され得る。したがって本発明は、本明細書に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。

10

【符号の説明】

【0143】

- 100 ワイヤレス電力伝達システム
- 102 ベースワイヤレス充電システム
- 104 ベースシステム誘導コイル
- 110 電力リンク
- 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 バッテリーユニット
- 130 ローカル配電センター
- 132 電力バックボーン
- 200 ワイヤレス電力伝達システム
- 204 ベースシステム誘導コイル
- 206 ベースシステム送信回路
- 214 電気車両充電システム
- 216 電気車両誘導コイル
- 218 電気車両バッテリーユニット
- 222 電気車両受信回路
- 236 ベース充電システム電力コンバータ
- 238 電気車両電力コンバータ
- 300 ワイヤレス電力伝達システム
- 302 ベースワイヤレス電力充電システム
- 304 ベースシステム誘導コイル
- 314 電気車両充電システム
- 316 車両システム誘導コイル
- 336 ベース充電システム電力コンバータ
- 342 ベース充電システムコントローラ
- 344 電気車両コントローラ
- 348 ベース充電システム電力インターフェース
- 352 電気車両充電整列システム
- 354 電気車両充電整列システム
- 356 整列機構
- 364 電気車両誘導システム
- 366 誘導リンク
- 372 ベース充電通信システム
- 376 通信リンク
- 405 パーキングストール
- 410 充電ベースIPT結合器
- 420 車両IPT結合器

20

30

40

50

500A	感知システム	
500B	感知システム	
505	基板	
510A ~ 510C	感知コイル	
511	正三角形	
515A ~ 515C	配線	
520	信号合成器および検出器	
521	合成器制御入力	
525A ~ 525C	出力	
600A	センサーおよび検出器システム	10
605	基板	
610A ~ 610D	センサーコイル	
611	矩形	
612	IPTコイル	
615A ~ 615D	配線	
616	導電性バックプレート	
620	信号合成器および検出器	
621	感知コイルPCB	
805A ~ 805D	入力保護回路	
806A ~ 806D	前置増幅器	20
810A ~ 810D	感知コイル	
815A ~ 815D	フィルタ	
820A ~ 820D	可変利得増幅器	
825A ~ 825D	アナログ-デジタル(A/D)コンバータ	
830	ローカルテスト信号発生器	
835	デジタル信号プロセッサ	
840A ~ 840D	アナログフロントエンド(AFE)チャネル	
850A ~ 850C	信号	
900A	生成システム	
900B	マルチコイル位置決め磁場生成器システム	30
910A ~ 910C	ジェネレータコイル	
915	配線	
920	信号スプリッタ	
921	スプリッタ制御入力	
925	入力	
1005	基板	
1010A ~ 1010D	ジェネレータコイル	
1015	第1のフィールドパターン	
1016	第2のフィールドパターン	
1105A ~ 1105D	デジタル/アナログコンバータ	40
1106A ~ 1106D	電力増幅器	
1110	ジェネレータコイル	
1115A ~ 1115D	出力プロテクタ回路	
1120	ローカルテスト受信機	
1125	デジタル信号プロセッサ(DSP)	
1130A ~ 1130D	アナログフロントエンド(AFE)チャネル	
1150A ~ 1150C	信号	

【図 1】

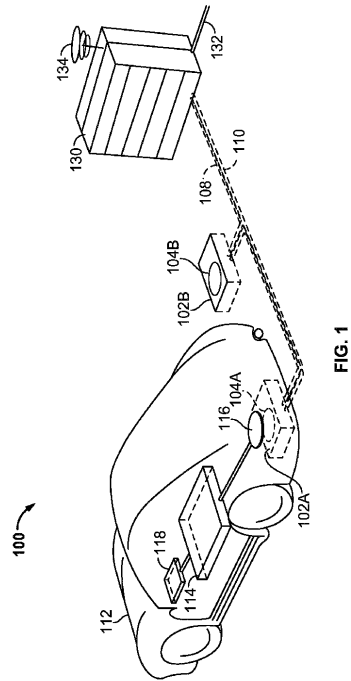
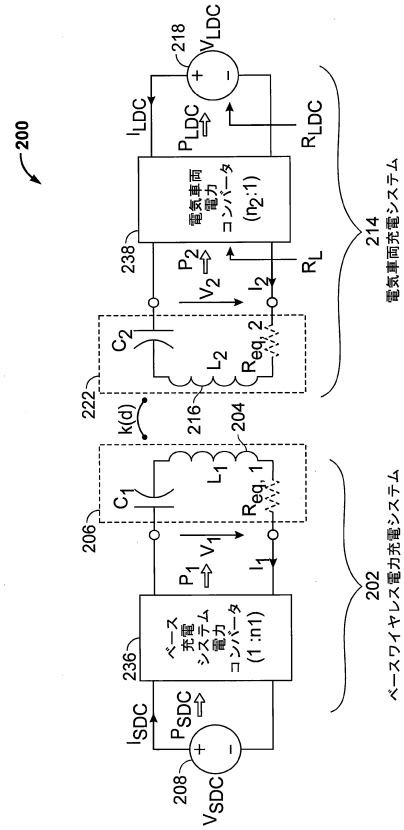
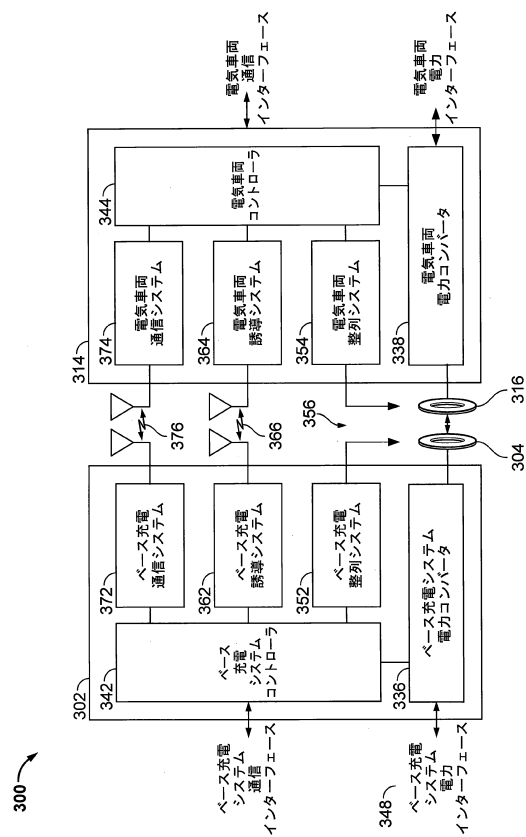


FIG. 1

【図 2】



【図 3】



【図 4 A】

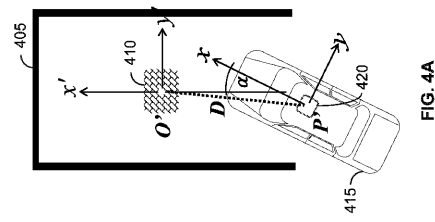


FIG. 4A

【図 4 B】

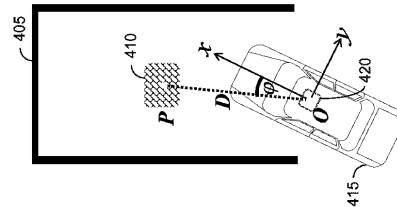


FIG. 4B

【図 5 A】

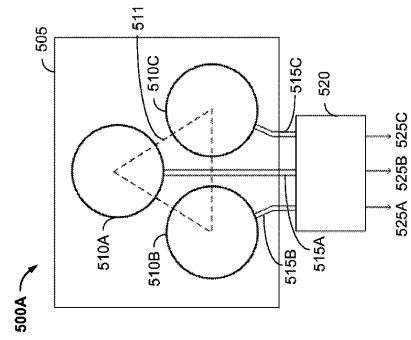


FIG. 5A

【図 5 B】

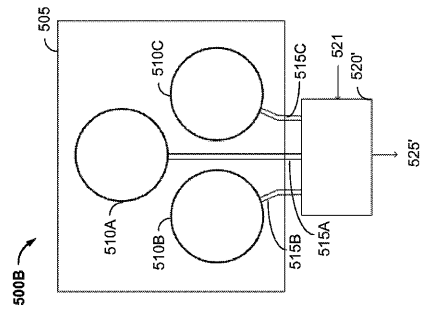
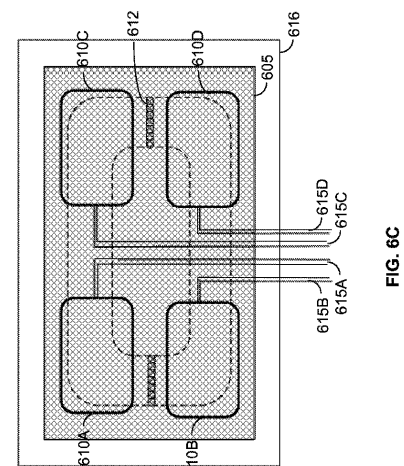


FIG. 5B

【図 6 C】



【図 6 A】

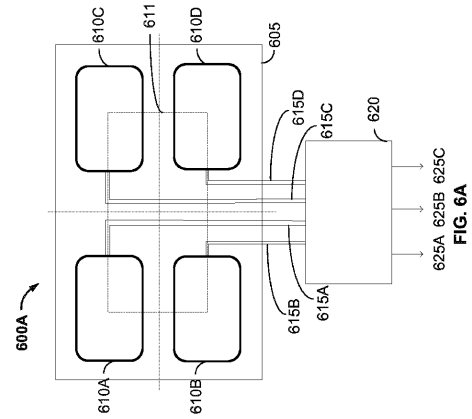


FIG. 6A

【図 6 B】

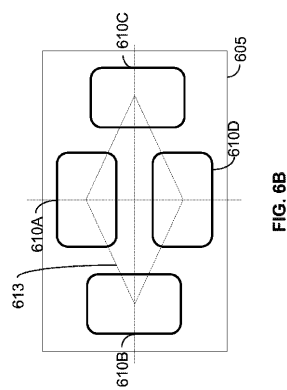


FIG. 6B

【図 6 D】

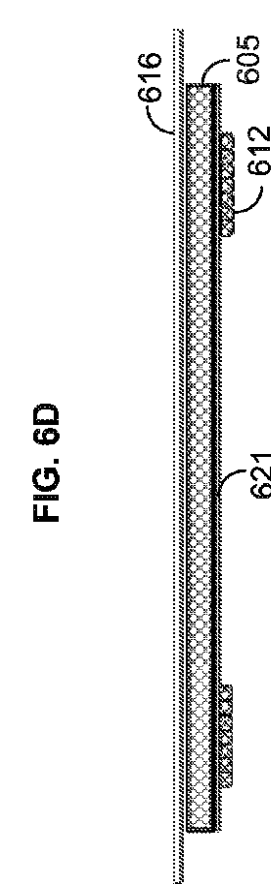


FIG. 6D

【図 7 A】

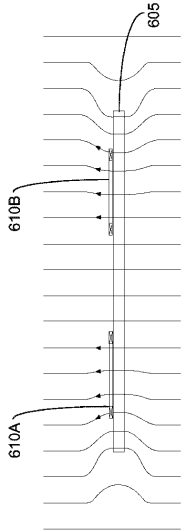


FIG. 7A

【図 7 B】

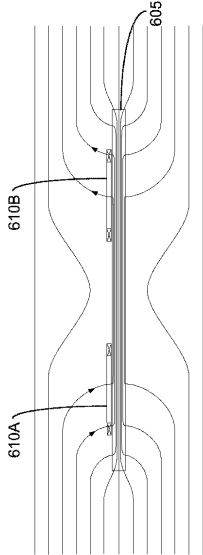


FIG. 7B

【図 8】

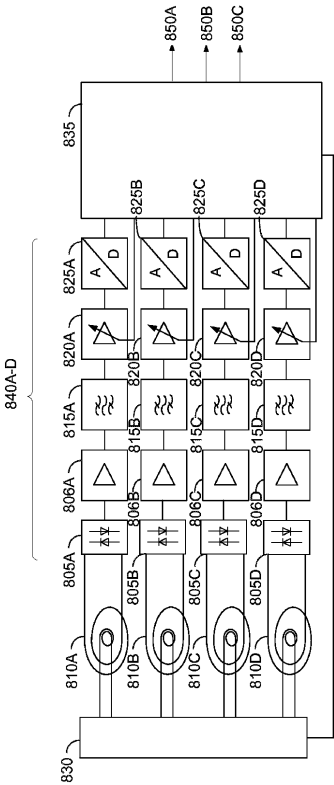


FIG. 8

【図 9 A】

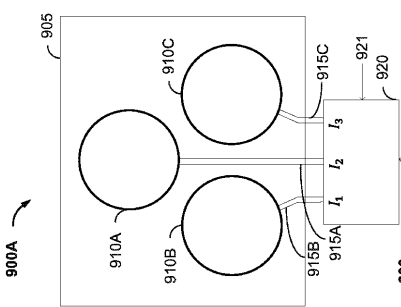


FIG. 9A

【図 9 B】

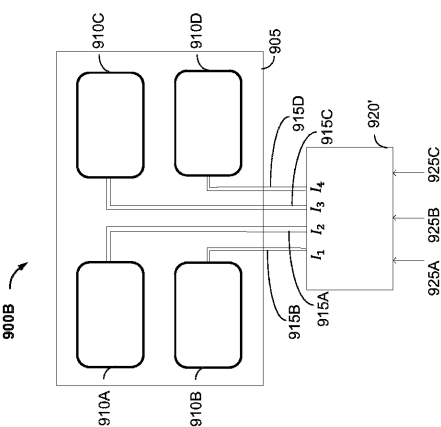
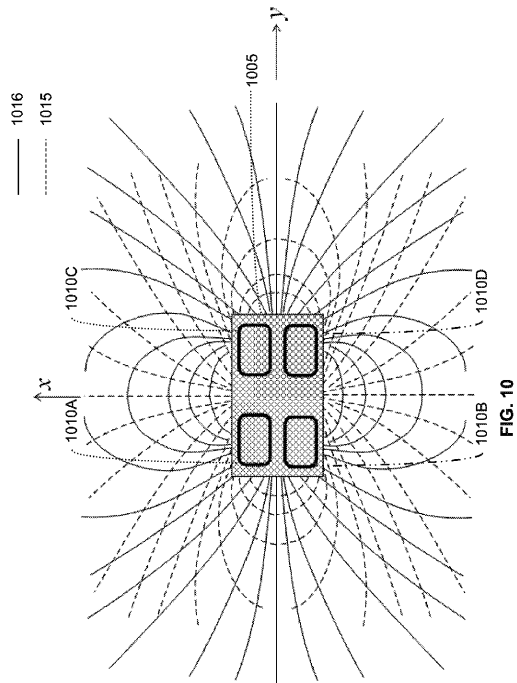
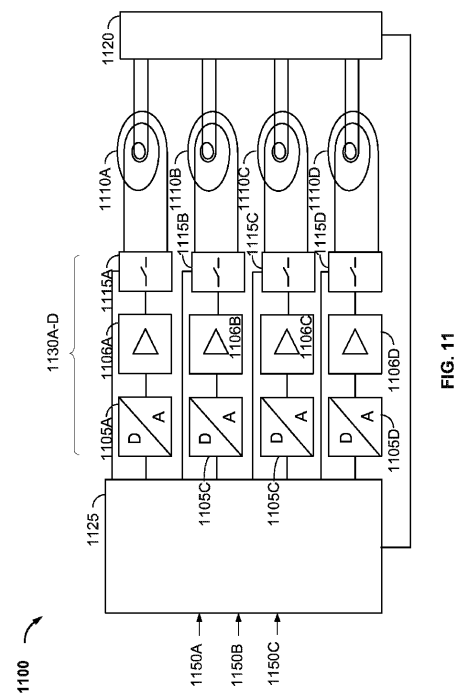


FIG. 9B

【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
H 0 2 J	7/00 (2006.01)	H 0 2 J	7/00 P
B 6 0 L	53/00 (2019.01)	H 0 2 J	7/00 3 0 1 D
B 6 0 M	7/00 (2006.01)	B 6 0 L	53/00
		B 6 0 M	7/00 X

(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・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 ルーカス・シーバー
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 アンドレアス・ダエトワイラー
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

審査官 坂東 博司

(56)参考文献 特開2 0 0 1 - 3 0 5 2 3 9 (J P , A)
特開2 0 1 4 - 0 0 7 8 1 3 (J P , A)
特開2 0 1 2 - 1 0 5 4 5 1 (J P , A)
特表2 0 0 8 - 5 1 5 5 4 8 (J P , A)
再公表特許第2 0 0 8 / 0 9 6 8 5 6 (J P , A 1)
再公表特許第2 0 1 0 / 0 7 9 7 6 8 (J P , A 1)
米国特許出願公開第2 0 1 0 / 0 3 0 5 4 2 7 (U S , A 1)
米国特許出願公開第2 0 1 0 / 0 3 0 1 8 4 1 (U S , A 1)
米国特許出願公開第2 0 1 2 / 0 0 3 2 6 3 2 (U S , A 1)
米国特許出願公開第2 0 1 0 / 0 0 7 0 2 1 9 (U S , A 1)
米国特許第0 9 2 3 6 7 5 8 (U S , B 2)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 2 J	5 0 / 4 0
B 6 0 L	5 3 / 0 0
B 6 0 M	7 / 0 0
H 0 2 J	7 / 0 0
H 0 2 J	5 0 / 1 2
H 0 2 J	5 0 / 7 0
H 0 2 J	5 0 / 8 0
H 0 2 J	5 0 / 9 0