(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7553976号
(P7553976)

(45)発行日　令和6年9月19日(2024.9.19)

(24)登録日　令和6年9月10日(2024.9.10)

(51)国際特許分類

Ｈ０２Ｊ　50/12　(2016.01)		Ｈ０２Ｊ	50/12
Ｈ０２Ｊ　7/00　(2006.01)		Ｈ０２Ｊ	7/00　３０１Ｄ

請求項の数　18　（全22頁）

(21)出願番号　特願2022-574414(P2022-574414)
(86)(22)出願日　令和3年5月28日(2021.5.28)
(65)公表番号　特表2023-528459(P2023-528459A)
(43)公表日　令和5年7月4日(2023.7.4)
(86)国際出願番号　PCT/US2021/034980
(87)国際公開番号　WO2021/247437
(87)国際公開日　令和3年12月9日(2021.12.9)
審査請求日　令和6年5月27日(2024.5.27)
(31)優先権主張番号　16/893,420
(32)優先日　令和2年6月4日(2020.6.4)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)
早期審査対象出願

(73)特許権者　520310643
アイラ，インコーポレイテッド
ＡＩＲＡ，ＩＮＣ．
アメリカ合衆国 アリゾナ州 ８５００８，フェニックス，ノース４４番ストリート ２０４８，スイート ２００
(74)代理人　110001302
弁理士法人北青山インターナショナル
(72)発明者　グッドチャイルド，エリック ハインデル
アメリカ合衆国 アリゾナ州 ８５２２６，チャンドラー，ウエストギラスプリングスプレイス ６１００，スイート ２５，シー／オー アイラ，インコーポレイテッド
審査官　田中 慎太郎

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　共振型クラスＤワイヤレストランスミッタ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

ワイヤレス充電装置の動作方法であって、

ワイヤレストランスミッタのスイッチング増幅器に、第１の周波数で電圧レールを切り替える駆動信号を生成させるステップと、

共振回路内の充電電流のピーク振幅を制御するための変調信号を構成するステップであって、前記変調信号は前記第１の周波数よりも低い第２の周波数を有する、ステップと、

前記変調信号を用いて前記駆動信号をパルス幅変調し、変調駆動信号を得るステップと、

前記変調駆動信号を、前記第１の周波数を有する信号をブロックするローパスフィルタとして動作するよう構成された前記共振回路に供給するステップとを含み、

前記変調駆動信号は前記第２の周波数で前記充電電流を生成し、前記充電電流により前記共振回路の伝送コイルを介して受電デバイスに電力がワイヤレスで伝送されることを特徴とする方法。

【請求項２】

前記充電電流の振幅のピークは、前記変調信号のより広いパルスに対応する、請求項１に記載の方法。

【請求項３】

前記共振回路は、前記第２の周波数を有する信号を通過させる、請求項１に記載の方法。

【請求項４】

前記充電電流は前記変調信号の増幅バージョンである、請求項１に記載の方法。

【請求項５】
さらに、前記共振回路にまたがって測定される電圧のゼロボルトレベルを通る遷移、または共振回路内の電流のゼロアンペアレベルを通る遷移に対応するエッジを含むゼロクロス信号を提供するステップと、
前記ゼロクロス信号を使用して、前記変調信号と前記充電電流の位相を整合させるステップとを含む、請求項４に記載の方法。
【請求項６】
前記変調信号は、前記ゼロクロス信号と位相整合している、請求項５に記載の方法。
【請求項７】
充電装置であって、
伝送コイルを含む共振回路と、
前記共振回路に電力を供給するように構成されたドライバ回路であって、第１の周波数で電圧レール間を切り替える駆動信号を生成するように構成されたスイッチング増幅器を含む、ドライバ回路と、
前記第１周波数よりも低い第２周波数を有する変調信号を生成するように構成されたパルス幅変調器と、
前記共振回路内の充電電流のピーク振幅を制御するために変調信号を構成するように構成されたコントローラとを具え、
前記ドライバ回路は、さらに、前記変調信号を使用して前記駆動信号をパルス幅変調し、前記共振回路に供給される変調駆動信号を得るように構成され、
前記共振回路は、前記第１の周波数を有する信号をブロックするローパスフィルタとして動作するように構成され、
前記変調駆動信号は、前記第２の周波数で前記充電電流を生成し、前記充電電流によって前記伝送コイルを介して前記受電デバイスに電力がワイヤレス伝送されることを特徴とする充電装置。
【請求項８】
前記充電電流の振幅のピークは、前記変調信号のより広いパルスに対応する、請求項７に記載の充電装置。
【請求項９】
前記共振回路は、前記第２の周波数を有する信号を通過させる、請求項７に記載の充電装置。
【請求項１０】
前記充電電流は前記変調信号の増幅バージョンである、請求項７に記載の充電装置。
【請求項１１】
さらに、前記共振回路にまたがって測定される電圧のゼロボルトレベルを通る遷移、または前記共振回路内の電流のゼロアンペアレベルを通る遷移に対応するエッジを含むゼロクロス信号を提供するように構成されたゼロクロス検出器を具え、
前記パルス幅変調器は、前記ゼロクロス信号を使用して前記変調信号と前記充電電流の位相を整合させるように構成される、請求項１０に記載の充電装置。
【請求項１２】
前記変調信号は、前記ゼロクロス信号と位相整合している、請求項１１に記載の充電装置。
【請求項１３】
非一時的なプロセッサ可読記憶媒体であって、格納された命令が、処理回路の少なくとも１つのプロセッサによって実行されると、前記処理回路に、
ワイヤレストランスミッタのスイッチング増幅器に、第１の周波数で電圧レール間を切り替える駆動信号を生成させるステップと、
共振回路内の充電電流のピーク振幅を制御するために、前記第１の周波数よりも低い第２の周波数を有する変調信号を構成するステップと、
前記変調信号を用いて前記駆動信号をパルス幅変調し、変調駆動信号を得るステップと、

前記変調駆動信号を、前記第１の周波数を有する信号をブロックするローパスフィルタとして動作するよう構成された前記共振回路に供給するステップとを実行させ、
前記変調駆動信号は、前記第２の周波数で前記充電電流を生成し、前記充電電流により、前記共振回路の伝送コイルを介して受電デバイスにワイヤレス伝送される電力が生じることを特徴とする非一時的なプロセッサ可読記憶媒体。
【請求項１４】
前記充電電流の振幅のピークは、前記変調信号のより広いパルスに対応する、請求項１３に記載の非一時的なプロセッサ可読記憶媒体。
【請求項１５】
前記共振回路は、前記第２の周波数を有する信号を通過させる、請求項１３に記載の非一時的なプロセッサ可読記憶媒体。
【請求項１６】
前記充電電流は前記変調信号の増幅バージョンである、請求項１３に記載の非一時的なプロセッサ可読記憶媒体。
【請求項１７】
前記命令がさらに、前記処理回路に、
前記共振回路にまたがって測定される電圧のゼロボルトレベルを通る遷移、または共振回路内の電流のゼロアンペアレベルを通る遷移に対応するエッジを含むゼロクロス信号を提供するステップと、
前記ゼロクロス信号を使用して前記変調信号と前記充電電流の位相を整合させるステップとを実行させる、請求項１６に記載の非一時的なプロセッサ可読記憶媒体。
【請求項１８】
前記変調信号は、前記ゼロクロス信号と位相整合している、請求項１７に記載の非一時的なプロセッサ可読記憶媒体。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
優先権主張
本出願は、２０２０年６月４日に米国特許庁に出願された特許出願整理番号１６／８９３，４２０の優先権および利益を主張するものであり、その内容全体が以下に完全に記載されているかのようにすべての適用目的のために参照により本明細書に組み込まれる。
【０００２】
技術分野
本発明は、一般に、モバイルコンピューティング機器のバッテリを含むバッテリのワイヤレス充電に関し、具体的には、ワイヤレス充電装置における伝送コイルの駆動に関する。
【背景技術】
【０００３】
ワイヤレス充電システムは、ある種のデバイスが物理的な充電接続を使用せずに内蔵バッテリを充電できるように開発されている。ワイヤレス充電を利用できるデバイスには、モバイル機器および／または通信機器などがある。ワイヤレスパワーコンソーシアムが定めるＱｉ規格などの標準規格では、第１のサプライヤが製造した機器を、第２のサプライヤが製造した充電器でワイヤレス充電することが可能である。ワイヤレス充電の規格は、比較的単純な構成のデバイス向けに最適化されており、基本的な充電機能を提供する傾向にある。
【０００４】
ワイヤレス充電機能の改善は、絶えず複雑化するモバイルデバイスや変化するフォームファクタに対応するために必要である。例えば、ワイヤレス伝送電力制御の改善が必要とされている。
【図面の簡単な説明】
【０００５】

【図１】図１は、本明細書に開示される特定の態様に従って充電面を提供するために採用され得る充電セルの一例を示す図である。
【図２】図２は、本明細書に開示される特定の態様に従って構成された複数層の充電セルを採用する充電面によって提供される電力伝達領域の配置を示す図である。
【図３】図３は、本明細書に開示される特定の態様による、充電器ベースステーションに設けられ得るワイヤレストランスミッタを示す図である。
【図４】図４は、本開示の特定の態様に従って構成された位相変調ワイヤレス充電器を示す図である。
【図５】図５は、本開示の特定の態様に従って構成されたパルス幅変調充電器の一例を示す図である。
【図６】図６は、図５のパルス幅変調充電器の動作を説明する図である。
【図７】図７は、本明細書に開示される特定の態様に従って構成されたクラスＤワイヤレストランスミッタを採用するワイヤレス充電システムの一例を示す図である。
【図８】図８は、図７のクラスＤワイヤレストランスミッタの動作を示す図である。
【図９】図９は、本開示の特定の態様に従ったゼロクロススロット式異物検出を示す図である。
【図１０】図１０は、本開示の特定の態様に従って、共振回路における電流または電圧の各周期における１以上の点での測定値を得るためにゼロクロス検出を採用するワイヤレス充電システムを示す図である。
【図１１】図１１は、本開示の特定の態様に従って構成されたワイヤレス充電システムにおいてゼロクロス検出の使用をサポートする位相ベースＡＳＫ復調を例示する図である。
【図１２】図１２は、本開示の特定の態様に従って構成されたワイヤレス充電システムにおいてゼロクロス検出の使用をサポートする位相ベースＡＳＫ復調を例示する図である。
【図１３】図１３は、本明細書に開示される特定の態様に従って適合され得る処理回路を採用する装置の一例を示す図である。
【図１４】図１４は、本開示の特定の態様に従った充電装置の動作方法を示す図である。
【発明を実施するための形態】
【０００６】
添付の図面に関連して以下に記載される詳細な説明は、様々な構成を説明することを意図しており、本明細書に記載の概念が実施され得る唯一の構成を示すことを意図したものではない。詳細な説明には、様々な概念の完全な理解を提供するための具体的な詳細が含まれている。しかしながら、それらの概念が具体的な詳細なしで実施できることは当業者には明らかであろう。時には、そのような概念を不明瞭にしないために、周知の構造および構成要素をブロック図の形式で示している。
【０００７】
次に、ワイヤレス充電システムの特定の態様を、様々な装置および方法を参照して提示する。これらの装置および方法は、以下の詳細な説明に記載されるとともに、添付の図面において、様々なブロック、モジュール、コンポーネント、回路、ステップ、プロセス、アルゴリズムなど（総称して「要素」と呼ぶ）によって示される。これらの要素は、電子ハードウェア、コンピュータソフトウェアまたはそれらの任意の組合せを使用して実装することができる。そのような要素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、具体的なアプリケーションおよびシステム全体に課される設計上の制約に依存する。
【０００８】
例えば、要素、要素の任意の部分、または要素の任意の組合せは、１以上のプロセッサを含む「処理システム」で実装され得る。プロセッサの例には、マイクロプロセッサ、マイクロコントローラ、デジタル信号プロセッサ（ＤＳＰ）、フィールドプログラマブルゲートアレイ（ＦＰＧＡ）、プログラマブルロジックデバイス（ＰＬＤ）、ステートマシン、ゲートロジック、ディスクリートハードウェア回路、および本開示全体を通して記載された様々な機能を実行するように構成された他の適切なハードウェアが含まれる。処理シ

ステムの１以上のプロセッサは、ソフトウェアを実行することができる。ソフトウェアは、ソフトウェア、ファームウェア、ミドルウェア、マイクロコードまたはハードウェア記述言語などと呼ばれるかどうかにかかわらず、命令、命令セット、コード、コードセグメント、プログラムコード、プログラム、サブプログラム、ソフトウェアモジュール、アプリケーション、ソフトウェアアプリケーション、ソフトウェアパッケージ、ルーチン、サブルーチン、オブジェクト、実行可能ファイル、実行スレッド、プロシージャ、関数などを意味するものとして、広く解釈されるものとする。ソフトウェアは、プロセッサ可読記憶媒体に常駐するようにしてもよい。本明細書でコンピュータ可読媒体とも呼ばれるプロセッサ可読記憶媒体は、例えば、磁気ストレージデバイス（例えば、ハードディスク、フロッピーディスク、磁気ストリップ）、光ディスク（例えば、コンパクトディスク（ＣＤ）、デジタル多用途ディスク（ＤＶＤ））、スマートカード、フラッシュメモリデバイス（例えば、カード、スティック、キードライブ）、近距離無線通信（ＮＦＣ）トークン、ランダムアクセスメモリ（ＲＡＭ）、リードオンリーメモリ（ＲＯＭ）、プログラマブルＲＯＭ（ＰＲＯＭ）、消去可能ＰＲＯＭ（ＥＰＲＯＭ）、電気的消去可能ＰＲＯＭ（ＥＥＰＲＯＭ）、レジスタ、リムーバブルディスク、搬送波、伝送路、ソフトウェアを格納または伝送するのに適した他の任意の媒体を含むことができる。コンピュータ可読媒体は、処理システムに存在していても、処理システムの外部にあっても、処理システムを含む複数のエンティティに分散していてもよい。コンピュータ可読媒体は、コンピュータプログラム製品に具現化されるものであってもよい。一例として、コンピュータプログラム製品は、パッケージ材料内のコンピュータ可読媒体を含むことができる。当業者は、特定の用途およびシステム全体に課せられた全体的な設計上の制約に応じて、本開示全体にわたって提示された記載の機能を実装するための最良の方法を認識するであろう。

【０００９】

概要

本開示の特定の態様は、ワイヤレス充電装置に適用可能なシステム、装置、および方法に関する。ワイヤレス充電装置では、充電セルは１以上の誘導コイルを有して構成され、１以上のデバイスをワイヤレスで充電することができる充電面を提供し得る。充電されるデバイスの位置は、デバイスの位置を充電面上の既知の位置を中心とする物理的特性の変化に関連付けるセンシング技術を介して検出することができる。位置の感知は、容量性、抵抗性、誘導性、接触、圧力、負荷、歪み、および／または別の適切なタイプの感知を使用して実装することができる。

【００１０】

本開示の一態様では、装置は、バッテリ充電電源と、マトリックス状に構成された複数の充電セルと、各スイッチがマトリックス内のコイルの横列（ｒｏｗ）をバッテリ充電電源の第１の端子に結合するように構成されている第１の複数のスイッチと、各スイッチがマトリックス内のコイルの縦列（ｃｏｌｕｍｎ）をバッテリ充電電源の第２の端子に結合するように構成されている第２の複数のスイッチとを具える。複数の充電セルのうちの各充電セルは、電力伝送領域を取り囲む１以上のコイルを含むことができる。複数の充電セルは、複数の充電セルのうちの充電セルの電力伝送領域が重なることなく、ワイヤレス充電装置の充電面に隣接して配置されるものであってもよい。表面に置かれたデバイスは、１以上の充電セルを介してワイヤレスで伝送される電力を受け取ることができる。

【００１１】

場合によっては、本装置は充電面と呼ばれることもある。電力は、装置の面上の任意の場所に配置された受電デバイスにワイヤレスで伝送することができる。デバイスは、任意に規定されたサイズおよび／または形状を有することができ、充電可能な任意の個々の配置に拘わらず配置することができる。単一の充電面上で複数のデバイスを同時に充電することができる。本装置は、充電面にわたって１以上のデバイスの動きを追跡することができる。

【００１２】

本明細書に開示される特定の態様は、改善されたワイヤレス充電技術に関する。本開示

の様々な態様において、充電装置の作動方法は、制御信号を用いて基準信号をパルス幅変調して変調駆動信号を得るステップと、変調駆動信号を、基準信号に対応する変調駆動信号の周波数成分をブロックするローパスフィルタとして動作するように構成された共振回路に提供するステップとを含む。変調駆動信号により共振回路に充電電流が流れ、共振回路の伝送コイルを介して受電デバイスにワイヤレス伝送される電力が生成される。

【００１３】

充電セル

本明細書に開示される特定の態様によれば、充電装置は充電面を提供し、この充電面に隣接して配備される充電セルを用いる。一例において、充電セルは、ハニカムパッケージ構成に従って、充電面の１以上の層に配備される。充電セルは、それぞれがコイルに隣接する充電面に実質的に直交する軸に沿って磁場を誘導することができる１以上のコイルを使用して実装することができる。本明細書において、充電セルとは、各コイルが充電セル内の他のコイルによって生成される場に対して加算的である電磁場を生成するように構成された１以上のコイルを有する構成要素いい、電磁場が共通の軸に沿ってまたは近接して配向される磁束を生成する。

【００１４】

いくつかの実装例では、充電セルは、共通の軸に沿って積層され、および／または、充電表面に実質的に直交する誘導磁界に寄与するように重なり合うコイルを含む。いくつかの実施態様において、充電セルは、充電面の規定された部分内に配置され、充電セルに関連する充電面の実質的に直交する部分内の誘導磁界に寄与するコイルを含む。いくつかの実装では、充電セルは、動的に定義された充電セルに含まれるコイルにアクティブ化電流を供給することによって構成可能であり得る。例えば、充電装置は、充電面にわたって配備された複数のコイルのスタックを含むことができ、充電装置は、充電対象デバイスの位置を検出し、充電対象デバイスに隣接する充電セルを提供するためにコイルのスタックのいくつかの組み合わせを選択し得る。ある実施例では、充電セルは、単一のコイルを含むか、または単一のコイルとして特徴付けられ得る。しかしながら、充電セルは、複数の積層コイルおよび／または複数の隣接するコイルもしくはコイルの積層を含むことができることを理解されたい。本明細書では、コイルを、充電コイル、ワイヤレス充電コイル、伝送器コイル、伝送コイル、送電コイル、送電器コイルなどと呼ぶことがある。

【００１５】

図１は、充電装置の充電面を提供するために配備され、および／または構成され得る充電セル１００の一例を示す。本明細書で説明するように、充電面は、１以上の基板１０６上に設けられた充電セル１００のアレイを含むことができる。１以上の基板１０６上に、１以上の集積回路（ＩＣ）および／またはディスクリート電子部品からなる回路を設けることができる。この回路は、受電デバイスに電力を伝送するために使用するコイルに供給される電流を制御するために使用されるドライバおよびスイッチを含み得る。この回路は、本明細書に開示される特定の機能を実行するように構成され得る１以上のプロセッサおよび／または１以上のコントローラを含む処理回路として構成することができる。いくつかの実施例では、処理回路の一部または全部を充電装置の外部に設けてもよい。いくつかの実施例では、電源またはバッテリを充電装置に結合することができる。

【００１６】

充電セル１００は、充電装置の外表面領域に近接して設けることができ、その上に充電のために１つまたは複数のデバイスを配置することができる。充電装置は、充電セル１００の複数のインスタンスを含むことができる。一例では、充電セル１００は、電力伝達領域１０４に電磁場を生成するのに十分な電流を受け取ることができる導体、配線または回路基板トレースを用いて構築された１以上のコイル１０２を囲む、実質的に六角形の形状を有している。様々な実施態様において、いくつかのコイル１０２は、図１に例示される六角形の充電セル１００を含む、実質的に多角形である形状を有してもよい。他の実施態様では、他の形状を有するコイル１０２が提供される。コイル１０２の形状は、少なくとも部分的に、製造技術の能力または制限によって、および／またはプリント回路基板など

の基板１０６上の充電セルのレイアウトを最適化するために決定することができる。各コイル１０２は、スパイラル構成のワイヤ、プリント回路基板トレースおよび／または他のコネクタを使用して実装することができる。各充電セル１００は、異なる層のコイル１０２が共通軸１０８に中心を持つように、絶縁体または基板１０６によって分離された２以上の層にわたることができる。

【００１７】

図２は、本明細書に開示される特定の態様に従って構成された複数層の充電セルを採用する充電装置の充電面２００として提供される電力伝達領域の配置を示す図である。図示された充電面は、４層の充電セル２０２、２０４、２０６、２０８から構成されている。図２において、第１層の充電セル２０２の充電セルが提供する各電力伝達領域が「Ｌ１」と記され、第２層の充電セル２０４の充電セルが提供する各電力伝達領域が「Ｌ２」と記され、第３層の充電セル２０６の充電セルが提供する各電力伝達領域が「Ｌ３」と記され、第４層の充電セル２０８の充電セルが提供する各電力伝達領域が「Ｌ４」と記されている。

【００１８】

図３は、充電器ベースステーションに設けられ得るワイヤレストランスミッタ３００を示す図である。コントローラ３０２は、フィルタ回路３０８でフィルタリングされるか、他の方法で処理されたフィードバック信号を受信することができる。コントローラは、コンデンサ３１２およびインダクタ３１４を含む共振回路３０６に交流（ＡＣ）信号を供給するドライバ回路３０４の動作を制御し得る。共振回路３０６は、本明細書において、タンク回路、ＬＣタンク回路、および／またはＬＣタンクとも呼ばれ、共振回路３０６のＬＣノード３１０で測定される電圧３１６はタンク電圧とも呼ばれる。

【００１９】

ワイヤレストランスミッタ３００は、充電装置によって、互換性のあるデバイスが充電装置の面上に置かれたかどうかを判断するために使用することができる。例えば、充電装置は、ワイヤレストランスミッタ３００を介して間欠的なテスト信号（アクティブＰｉｎｇ）を送信することによって、互換デバイスが充電装置の表面に置かれたことを特定することができ、ここで共振回路３０６は、互換デバイスがテスト信号に応答した場合に符号化された信号を受信することができる。充電装置は、規格、慣習、製造者または用途によって規定された応答信号を受信したら、少なくとも１つの充電セル内の１以上のコイルをアクティブ化するように構成することができる。いくつかの例では、互換デバイスは、充電デバイスが互換デバイスの充電に使用される最適な充電セルを見つけることができるように、受信信号強度を通信することによってＰｉｎｇに応答することができる。

【００２０】

パッシブｐｉｎｇ技術は、ＬＣノード３１０で測定または観測された電圧および／または電流を使用して、本明細書に開示された特定の態様に従って適合されたデバイスの充電パッドに近接する受電コイルの存在を識別することができる。従来の多くのワイヤレス充電器用トランスミッタでは、ＬＣノード３１０の電圧やネットワーク内の電流を測定する回路が設けられている。これらの電圧と電流は、電力調整目的および／またはデバイス間の通信をサポートするために監視され得る。図３に示す例では、ＬＣノード３１０の電圧が監視されるが、パッシブＰｉｎｇをサポートするために電流が追加的または代替的に監視され得ることが企図される。パッシブＰｉｎｇ（初期電圧V_0）に対する共振回路３０６の応答は、ＬＣノード３１０における電圧（V_{LC}）により、次のように表すことができる。

（式１）

$$V_{LC} = V_0 e^{-\left(\frac{\omega}{2Q}\right)t} \qquad \text{(Eq. 1)}$$

【００２１】

本明細書に開示された特定の態様によれば、１以上の充電セル内のコイルを選択的にア

クティブ化して、互換デバイスの充電に最適な電磁界を提供することができる。いくつかの実施例では、コイルが充電セルに割り当てられ、一部の充電セルが他の充電セルと重なり得る。後者の場合、充電セル単位で最適な充電構成を選択することができる。他の例では、充電セルは、充電装置表面への充電対象デバイスの配置に基づいて規定されてもよい。このような他の例では、各充電イベントでアクティブ化されるコイルの組み合わせは異なり得る。いくつかの実装例では、充電装置は、充電イベント中にアクティブ化するために１以上のセルおよび／または１以上の所定の充電セルを選択できるドライバ回路を含み得る。

【００２２】

位相変調充電

本開示の一態様は、位相変調型ワイヤレス充電器４００の使用に関し、その一例が図４に示されている。ドライバ回路４０２は、コンデンサ（Ｃｐ）とインダクタ（Ｌｐ）を含む共振回路４０４に充電電流４１０を供給する。充電電流４１０は、寄生容量等により交流電流４１０の一部が失われる場合があるが、インダクタの電流（すなわち、Ｌｐ電流）と実質的に同じであり得る。充電電流４１０は、共振回路４０４の共振周波数に厳密に一致する周波数で交互に変化し、電力伝送効率を改善する。本開示の特定の態様によれば、共振回路４０４を介して受電デバイスに伝送される電力のレベルは、充電電流４１０の位相変調によって制御され得る。

【００２３】

タイミング図４２０は、特定の実装例において充電電流４１０に適用される位相変調の特定の態様を示す。位相変調により、ドライバ回路４０２による電力供給レベルを細かく制御することができる。タイミング図４２０は、充電電流４１０の変化する振幅によって示されるように、電力が異なるレベルで供給される３つの充電期間４２２、４２４、４２６を示す。

【００２４】

位相制御は、ゼロクロス検出器４０６と、コントローラまたは他のプロセッサによって提供される位相制御信号４１８に応答する位相変調器４０８とを用いて得られる。ゼロクロス検出器４０６は、位相変調器４０８で使用されるタイミング情報を提供するために使用される。一例では、ゼロクロス検出器４０６は、共振回路４０４に流れる電流を表す測定信号４１２の極性を、測定信号４１２の遅延バージョンの極性と比較し、それによって測定信号４１２にゼロクロスが生じたときに極性の差異を検出することができる。ゼロクロス検出器４０６は、測定信号４１２のゼロクロスを識別するタイミング情報を含むゼロクロス信号４１４（ＺＣ）を提供する。一例では、ゼロクロス信号４１４は、測定信号４１２の各ゼロクロスごとにエッジを含む。エッジの遷移方向は、正方向のゼロクロスまたは負方向のゼロクロスを示し得る。別の例では、ゼロクロス信号４１４は、測定信号４１２の各ゼロクロスごとにパルスを含む。

【００２５】

位相変調器４０８は、ゼロクロス信号４１４を使用して、位相変調信号４１６を生成する。位相変調信号４１６は、充電電流４１０に寄与する変調電流の位相を変化させ得る。共振回路の電流の位相に対する変調電流の位相は、充電電流４１０の増加または減少を引き起こすことができる。第１の充電期間４２２において、位相変調信号４１６はゼロクロス信号４１４と厳密に同期しており、変調電流の影響は充電電流４１０の各周期にわたって加法的である。この例では、ドライバ回路４０２は、共振回路４０４を介して最大の電力伝達を行う。第２の充電期間４２４では、位相変調信号４１６はゼロクロス信号４１４に対して９０°の位相シフトを有し、変調電流の影響は交互に１／４周期で加算と減算を行う。この例では、ドライバ回路４０２は、共振回路４０４を介して、最大利用可能電力の５０％を供給する。第３の充電期間４２６において、位相変調信号４１６は、最後に描かれた周期４２８でゼロクロス信号４１４に対し９０°から１８０°まで増大する位相シフトを有する。変調電流の影響は、充電電流４１０の各周期の増大部分にわたって負であり、ドライバ回路４０２は共振回路４０４を介して、最大利用可能電力の５０％から電力

転送なしまたは最小電力転送まで減少する電力を提供する。

【００２６】

特定の実装例では、ゼロクロス信号４１４は、位相制御信号４１８によって示されたときに、入力するゼロクロス信号に位相リードまたは位相ラグを付加するために位相変調器４０８によって必要とされるタイミングを提供するデジタル信号として提供される。一例では、ドライバ回路４０２はハーフブリッジ回路を含む。一例では、位相制御信号４１８は、共振回路４０４に流れる電力量（すなわち、L_pとC_p）に直接影響を与えるためにゼロクロス信号４１４に加えるべき位相シフトの量を示すマルチビットデジタル信号である。

【００２７】

共振型パルス幅変調

図５はＰＷＭ充電器５００の一例を示し、図６のタイミング図６００、６２０はＰＷＭ充電器５００の動作の特定の態様を説明する。本開示の一態様は、共振回路５０４に供給される充電電流５１０を変調するためのパルス幅変調（ＰＷＭ）充電システムの使用に関する。ドライバ回路５０２は、コンデンサ（C_p）とインダクタ（L_p）を含む共振回路５０４に充電電流５１０を供給する。充電電流５１０は、寄生容量等により交流電流５１０の一部が失われる場合があるが、インダクタの電流（すなわち、L_p電流）と実質的に同じであり得る。充電電流５１０は、共振回路５０４の共振周波数に厳密に一致する周波数で交互に変化し、電力伝送効率を改善する。本開示の特定の態様によれば、共振回路５０４を介して受電デバイスに伝送される電力のレベルは、充電電流５１０を変更するＰＷＭ変調によって制御され得る。

【００２８】

タイミング図６００、６２０は、特定の実装例において充電電流５１０に適用されるＰＷＭの特定の態様を示す。タイミング図６００、６２０は、充電電流５１０の変化する振幅によって示されるように、電力が異なるレベルで供給される限られた数の充電期間６０２、６０４、６０６、６２２、６２４、６２６を示すが、ＰＷＭによってドライバ回路５０２による電力供給のレベルに対する細かい制御を可能にする。

【００２９】

充電電流５１０で提供される電力は、ゼロクロス検出器５０６と、コントローラまたは他のプロセッサによって提供される制御信号５１８に応答するＰＷＭ回路５０８とを用いて制御することができる。ゼロクロス検出器５０６は、ＰＷＭ回路５０８が使用するタイミング情報を提供するために使用される。一例では、ゼロクロス検出器５０６は、共振回路５０４に流れる電流を表す測定信号５１２の極性を、測定信号５１２の遅延バージョンの極性と比較し、それによって測定信号５１２にゼロクロスが生じたときに極性の差異を検出することができる。ゼロクロス検出器５０６は、測定信号５１２のゼロクロスを識別するタイミング情報を含むゼロクロス信号５１４（ＺＣ）を提供する。一例では、ゼロクロス信号５１４は、測定信号５１２の各ゼロクロスごとにエッジを含む。エッジの遷移方向は、正方向のゼロクロスまたは負方向のゼロクロスを示し得る。別の例では、ゼロクロス信号５１４は、測定信号５１２の各ゼロクロスごとにパルスを含む。

【００３０】

ＰＷＭ回路５０８は、ゼロクロス信号５１４を用いてＰＷＭ信号５１６を生成する。ＰＷＭ信号５１６は、充電電流５１０に対するエネルギーの寄与を制御し得る。一実施例では、ＰＷＭ信号５１６のパルスは、充電電流５１０を提供するために使用される交流出力を生成する電力インバータ回路に提供される電流をゲートするために使用される。

【００３１】

第１の充電期間６０２、６２２において、ＰＷＭ信号５１６は、充電電流５１０の半周期の持続時間と一致するパルスを含み、最大（１００％）の電力を有する充電電流５１０を提供する。この例では、ドライバ回路５０２は、共振回路５０４を介して最大の電力伝達を行う。第２の充電期間６０４、６２４において、ＰＷＭ信号５１６は、充電電流５１０の半周期の約半分の持続時間を有するパルスを含み、結果として生じる充電電流５１０

は、共振回路５０４に供給されたときに最大利用可能電力の５０％を提供する。第３の充電期間６０６、６２６において、ＰＷＭ信号５１６は減少するパルスを含み、最初は充電電流５１０の半周期の約半分の持続時間を有し、殆どパルスがない状態まで減少する。ドライバ回路５０２は、共振回路５０４を介して、最大利用可能電力の５０％から電力伝送なしまたは最小電力伝送まで減少する電力を提供する。

【００３２】

ＰＷＭ信号５１６のパルスのタイミングは、ドライバ回路５０２で用いられる充電電流５１０の生成方法に基づいて選択することができる。図６の第１のタイミング図６００によって示される例では、各パルスはゼロクロスで開始され、振幅制御信号５１８によって決定され得る持続時間を有する。振幅制御信号５１８は、振幅制御信号５１８のパルス持続時間を決定する遅延を提供するために、プログラマブル遅延回路を構成するか、遅延ラインの出力を選択するマルチビットデジタル信号として提供され得る。

【００３３】

図６の第２のタイミング図６２０によって示される例では、ＰＷＭ信号５１６の各パルスは、ゼロクロス信号５１４の対応するパルスの中点を中心とする。すなわち、各パルスの中心は、測定信号５１２のゼロクロス同士の中間にある。これらのパルスの持続時間は、振幅制御信号５１８によって決定され得る。振幅制御信号５１８は、振幅制御信号５１８のパルス持続時間を決定する遅延を提供するために、プログラマブル遅延回路を構成するか、遅延ラインの出力を選択するマルチビットデジタル信号として提供され得る。パルスの位置は、カウンタ、遅延ライン、ルックアップテーブル、および／または他の回路を用いて設定することができる。ＰＷＭ信号５１６のパルスを測定信号５１２のゼロクロス間にセンタリングすることで、充電電流５１０のＡＣ信号の歪みを低減することができる。

【００３４】

いくつかの実装例では、共振パルス幅変調は、ＰＷＭ駆動周期を開始するための時間基準として、検出されたゼロクロスを使用することができる。一例では、パルス幅を制御するためにタイマを開始することができる。別の例では、パルス幅を制御するために遅延回路を用いることができる。共振回路５０４に流れる充電電流５１０は、パルス幅で制御される。

【００３５】

いくつかの実装例では、ゼロクロス同期を行わずに共振回路５０４に流れる充電電流５１０を制御するためにＰＷＭが使用され得る。したがって、例えばL_pやC_pの値など他の情報が分かっていれば、電流測定回路やゼロクロス検出器５０６は必要ない場合もある。

【００３６】

共振型クラスＤワイヤレストランスミッタ

図７は、本明細書に開示される特定の態様により提供されるクラスＤワイヤレストランスミッタ７０２を採用するワイヤレス充電システム７００の一例を示す図である。図８のタイミング図８００は、クラスＤワイヤレストランスミッタ７０２の動作の特定の態様を示す。クラスＤワイヤレストランスミッタ７０２は、スイッチング増幅器として動作するクラスＤ増幅器を含む。クラスＤワイヤレストランスミッタ７０２は、第１の周波数で電圧レール間を切り替える第１の信号を生成する。第１の信号は、第２の低周波信号で変調される。図示の例では、第１の信号がパルス幅変調されて、ＰＷＭ信号７１８が得られる。

【００３７】

ＰＷＭ信号７１８がドライバ回路７０４に供給され、これがコンデンサ（C_p）とインダクタ（L_p）を有するＬＣタンクを含む共振回路７０６を駆動するための充電電流を生成する。充電電流は、インダクタ内の電流（すなわち、L_p電流８０２）と実質的に同じであり得る。共振回路７０６は、高周波のＰＷＭ信号７１８を変換して、正弦波であり得る変調信号の増幅バージョンを得るローパスフィルタとして動作する。ＰＷＭコントローラ７１０は、ワイヤレスレシーバ７３０に伝送される電力を制御するために、累積スケーリングを使用してL_p電流８０２のピーク振幅を制御するように動作することができる。例えば、ＰＷＭ信号７１８の幅広いパルスは、L_p電流８０２の振幅のピークに対応し得

る。

【００３８】

ドライバ回路７０４によって提供される電力は、ゼロクロス検出器７０８およびＰＷＭコントローラ７１０を使用して制御することができ、これはコントローラまたは他のプロセッサによって提供される制御信号７２０に応答してもよい。ＰＷＭコントローラ７１０は、ＰＷＭ変調可能なキャリア信号を提供する基準ソース７１２から正弦波信号を受信する。ゼロクロス検出器７０８は、ＰＷＭ回路７１０が使用するタイミング情報を提供するために使用される。一例では、ゼロクロス検出器７０８は、共振回路７０６に流れる電流を表す測定信号７１４の極性を、測定信号７１４の遅延バージョンの極性と比較し、それによって測定信号７１４にゼロクロスが生じたときに極性の差異を検出することができる。ゼロクロス検出器７０８は、測定信号７１４のゼロクロスを識別するタイミング情報を含むゼロクロス信号７１６（ＺＣＳ）を提供する。一例では、ゼロクロス信号７１６は、測定信号７１４の各ゼロクロスごとにエッジを含む。エッジの遷移方向は、正方向のゼロクロスまたは負方向のゼロクロスを示し得る。別の例では、ゼロクロス信号７１６は、測定信号７１４の各ゼロクロスごとにパルスを含む。ＰＷＭコントローラ７１０は、ゼロクロス信号７１６を使用してＰＷＭ信号７１８を生成することができ、この場合にＰＷＭ信号７１８は、L_p電流８０２と位相が一致した状態にある。

【００３９】

ゼロクロススロット式異物検出

ワイヤレス充電装置の表面にある異物（ＦＯ）を検出するために、スロット式異物検出を使用することができる。ワイヤレス充電装置のドライバ回路は、スロットと呼ばれる短い期間だけ定期的にオフになり、その間は、ドライバ回路によって駆動される共振回路のエネルギーが減衰する。共振回路のＱファクタは、この減衰率を測定することで求めることができる。Ｑファクタの測定精度を損なうエイリアシングやアーチファクトを発生させずにタンク回路のＡＣ波形を正確に測定するには、一般的に高いサンプルレートが要求される。サンプルレートは共振回路の電流の周波数の１０倍から２０倍にもなり、一般に高速で高価なアナログ・デジタル・コンバータ（ＡＤＣ）を使用する必要がある。

【００４０】

本開示の特定の態様では、ゼロクロス検出器を用いて、異物検出のために設けられたスロット中に、低コストのＡＤＣが共振回路におけるＡＣ波形の各周期の同じ点における電圧の正確な測定値を確実に取得できるようにするタイミング情報を提供する。ゼロクロススロット式異物検出は、共振回路の電圧および／または電流のゼロクロスを検出するために用いることができる。ゼロクロスを検出するとホールドオフタイマがスタートし、ＡＤＣのサンプルホールド回路をトリガする。一例として、ホールドオフタイマは、共振回路におけるＡＣ波形の１／４周期後にサンプルホールド回路をトリガする。この例では、ＡＤＣはＡＣ波のピークで採取されたサンプルを読み取る。ＡＣ波形の基本周波数より低いサンプル周波数を使用することができる。

【００４１】

図９は、ゼロクロス、スロット式異物検出の特定の態様を示すタイミング図９００、９２０を含む。測定スロット９０６、９２６が、通常の充電動作期間９０４、９０８または９２４、９２８の間に設けられる。第１のタイミング図９００は、異物が存在しないときの共振回路におけるエネルギー、電圧または電流を表す信号９０２の実施例に関し、信号９０２における遅い減衰９１２は、高いＱファクタを有する共振回路に対応する。第２のタイミング図９２０は、異物１０３０（図１０参照）が存在する場合の共振回路におけるエネルギー、電圧または電流を表す信号９２２の実施例に関し、減衰９３２はＱファクターの低い共振回路に対応する。本開示の特定の態様によるゼロクロス、スロット式異物検出技術は、ゼロクロス信号９１０、９３０によって識別される検出されたゼロクロスに基づき識別されるサンプル点９１４、９３４を使用する。

【００４２】

図１０は、共振回路１００４における電流または電圧の各周期における１以上の点での

測定値１０２８を得るためにゼロクロス検出を採用するワイヤレス充電システム１０００の例を示す図である。一例として、測定値は、本明細書に開示される特定の態様に従って、スロット式異物検出に使用され得る。ワイヤレス充電システム１０００は、コンデンサ（Ｃｐ）およびインダクタ（Ｌｐ）を有するＬＣタンク回路を含む共振回路１００４を駆動するための充電電流を生成するドライバ回路１００２を含む。充電電流は、インダクタ内の電流と実質的に同じであり得る。いくつかの実装例では、共振回路１００４にまたがる電圧を表す電圧測定信号１００６が、第１のゼロクロス検出器１０１２に供給される。第１のゼロクロス検出器１０１２は、共振回路１００４にまたがる電圧のゼロクロスのタイミングを示す出力としてゼロ電圧信号（ＺＶＳ１０１６）を生成する。いくつかの実装例では、共振回路１００４にまたがる電流を表す電流測定信号１００８が、第２のゼロクロス検出器１０１４に供給される。第２のゼロクロス検出器１０１４は、共振回路１００４にまたがる電流のゼロクロスのタイミングを示す出力としてゼロ電流信号（ＺＣＳ１０１８）を生成する。

【００４３】

キャプチャタイミング回路１０２０が、ゼロクロスを追跡し、サンプルホールド回路１０２４を決定または管理するために使用され得る。一例では、キャプチャタイミング回路１０２０は、共振回路１００４の半周期に対応する期間の後に発生する共振回路１００４にまたがる電圧または電流のピーク振幅を突き止めることができるホールドオフタイマ１０２２を含むか利用することができる。他の例では、キャプチャタイミング回路１０２０は、共振回路１００４にまたがる電圧または電流の１以上の点を突き止めることができるホールドオフタイマ１０２２を含むか利用することができる。サンプルホールド回路１０２４は、測定値１０２８を得るためにＡＤＣ１０２６によってデジタル化された出力を提供する。測定値１０２８を用いて、共振回路１００４のエネルギーの減衰率を追跡することができる。

【００４４】

ゼロクロス振幅偏移変調復調方式

図１０に例示したゼロクロス検出技術を使用して得られた測定値は、ＡＳＫ（Ａｍｐｌｉｔｕｄｅ　Ｓｈｉｆｔ　Ｋｅｙｉｎｇ）復調に使用することができる。ＡＳＫ変調は、電力トランスミッタと電力レシーバをワイヤレスで相互接続するために使用されるＱｉプロトコルで定義されたメッセージを伝送するために一般的に使用されている。Ｑｉプロトコルにより、受電側が送電側をワイヤレスで制御することが可能になる。共振回路１００４における電流または電圧の各周期における１以上のポイントで得られた測定値１０２８を、ＡＳＫ復調に使用することができる。１以上のゼロクロス検出器１０１２、１０１４が、共振回路１００４に関連する電圧または電流をサンプリングするための基準タイミングを提供する。サンプリングされたデータは、受電デバイスでキャリア電力信号に変調されたＡＳＫデータを抽出するために使用することができる。

【００４５】

サンプリング周波数よりはるかに高い周波数の信号でも、ゼロクロス検出を用いてサンプリングのタイミングをとることで、データを抽出することができる。いくつかの実施態様では、サンプリングは、共振回路１００４に関連する電流または電圧の基本周波数で、あるいは共振回路１００４に関連する電流または電圧の２倍の周波数で実行することができる。従来のサンプリング回路は、エイリアシングや他の歪みアーチファクトを避けるために、共振回路１００４に関連する電流または電圧の基本周波数の１０倍以上で動作する。

【００４６】

一例では、ＡＳＫ復調は、サンプルホールド回路１０２４のトリガのタイミングをとるために、第１のゼロクロス検出器１０１２によって出力されるＺＶＳ１０１６によって提供されるタイミングを用いてキャプチャされた電圧の測定値を用いて実行される。別の例では、ＡＳＫ復調は、サンプルホールド回路１０２４のトリガのタイミングをとるために、第２のゼロクロス検出器１０１４によって出力されるＺＣＳ１０１８によって提供されるタイミングを用いてキャプチャされた電流の測定値を用いて実行される。ＡＳＫ復調は

、電圧または電流の周期のピークで取得した１つのサンプルを使って行うことができる。ゼロクロスＡＳＫ復調は、干渉キャリアの位相および／または周波数がターゲットキャリアと異なる場合、同一ドメインにある通信チャネルを拒否することができる。

【００４７】

図１１および１２は、位相ベースのＡＳＫ復調をサポートするためにゼロクロス検出を用いるワイヤレス充電システム１２００の特定の態様を示す。図１１のタイミング図１１００を参照すると、ゼロクロス位相復調は、共振回路１２０４における電圧１１０８と電流１１０６のゼロボルトクロスの間の位相差を検出することを含む。電圧１１０８と電流１１０６との間の位相シフトは、受電デバイス１２０６がＡＳＫ変調を使用して負荷または共振シフトによってデータを符号化するときの異なる変調レベル１１０２に対応し得る。デジタル位相検出器１２１２は、対応するゼロクロス検出器回路１２０８、１２１０によってそれぞれ提供される電流ゼロクロス信号（ＺＣＳ１２２０）と電圧ゼロクロス信号（ＺＶＳ１２２２）の間の位相差を決定することができる。位相差は、共振回路１２０４の電流または電圧の各周期における１以上のポイントで測定することができる。ワイヤレス充電システム１２００は、共振回路１２０４を駆動するための充電電流１１０４を生成するドライバ回路１２０２を含み、これはコンデンサ（Ｃｐ）およびインダクタ（Ｌｐ）を含む。充電電流１１０４は、インダクタ内の電流と実質的に同じであり得る。いくつかの実装例では、共振回路１２０４にまたがる電圧を表す電圧測定信号１２１８が、第１のゼロクロス検出器１２１０に供給される。第１のゼロクロス検出器１２１０は、共振回路１２０４にまたがる電圧のゼロクロスのタイミングを示す出力でゼロクロス信号１２２０を生成する。共振回路１２０４の電流を表す電流測定信号１２１６が、第２のゼロクロス検出器１２０８に供給される。第２のゼロクロス検出器１２０８は、共振回路１２０４の電圧のゼロクロスのタイミングを示す出力でゼロクロス信号１２２０を生成する。

【００４８】

位相検出回路１２１２は、ＺＣＳ１２２０とＺＶＳ１２２２の位相差を示す信号をＡＳＫ復調器１２１４に供給する。

【００４９】

処理回路の例

図１３は、バッテリをワイヤレス充電することを可能にする充電装置または受電デバイスに組み込むことができる装置１３００のハードウェア実装の一例を示す図である。いくつかの例では、装置１３００が、本明細書に開示の１以上の機能を実行することができる。本開示の様々な態様によれば、本明細書に開示の要素、要素の任意の部分、または要素の任意の組合せを、処理回路１３０２を用いて実装することができる。処理回路１３０２は、ハードウェアモジュールおよびソフトウェアモジュールのある組合せによって制御される１以上のプロセッサ１３０４を含むことができる。プロセッサ１３０４の例には、マイクロプロセッサ、マイクロコントローラ、デジタル信号プロセッサ（ＤＳＰ）、ＳｏＣ、ＡＳＩＣ、フィールドプログラマブルゲートアレイ（ＦＰＧＡ）、プログラマブルロジックデバイス（ＰＬＤ）、ステートマシン、シーケンサ、ゲートロジック、ディスクリートハードウェア回路、および本開示全体を通して記載される様々な機能を実行するように構成された他の適切なハードウェアが含まれる。１以上のプロセッサ１３０４は、特定の機能を実行する専用のプロセッサを含むことができ、ソフトウェアモジュール１３１６の１つによって構成、増強または制御され得る。１以上のプロセッサ１３０４は、初期化中にロードされるソフトウェアモジュール１３１６の組合せを通じて構成されてもよく、動作中に１以上のソフトウェアモジュール１３１６をロードまたはアンロードすることによってさらに構成されてもよい。

【００５０】

図示の例では、処理回路１３０２が、概してバス１３１０で示されるバスアーキテクチャで実装され得る。バス１３１０は、処理回路１３０２の特定の用途および全体的な設計上の制約に応じて、任意の数の相互接続バスおよびブリッジを含むことができる。バス１３１０は、１以上のプロセッサ１３０４およびストレージ１３０６を含む様々な回路をリ

ンクする。ストレージ１３０６は、メモリデバイスおよび大容量ストレージデバイスを含むことができ、本明細書では、コンピュータ可読媒体および／またはプロセッサ可読媒体とも呼ばれる。ストレージ１３０６は、一時的な記憶媒体および／または非一時的な記憶媒体を含むことができる。

【００５１】

バス１３１０は、タイミングソース、タイマ、周辺機器、電圧レギュレータおよび電源管理回路などの様々な他の回路をリンクしてもよい。バスインターフェース１３０８は、バス１３１０と１以上のトランシーバ１３１２との間のインターフェースを提供することができる。一例では、標準規定プロトコルに従って、装置１３００が充電装置または受電デバイスと通信できるようにするために、トランシーバ１３１２を設けることができる。また、装置１３００の性質に応じて、ユーザインタフェース１３１８（例えば、キーパッド、ディスプレイ、スピーカ、マイク、ジョイスティック）が提供されてもよく、バス１３１０に直接またはバスインタフェース１３０８を介して通信可能に結合することができる。

【００５２】

プロセッサ１３０４は、バス１３１０の管理と、ストレージ１３０６を含むコンピュータ可読媒体に格納されたソフトウェアの実行を含む全体的な処理とを担うことができる。この点において、プロセッサ１３０４を含む処理回路１３０２は、本明細書に開示の方法、機能および技術のいずれかを実装するために使用することができる。ストレージ１３０６は、ソフトウェアの実行時にプロセッサ１３０４によって操作されるデータを格納するために使用することができ、ソフトウェアは、本明細書に開示の方法のいずれか一つを実行するように構成することができる。

【００５３】

処理回路１３０２の１以上のプロセッサ１３０４は、ソフトウェアを実行することができる。ソフトウェアは、ソフトウェア、ファームウェア、ミドルウェア、マイクロコードまたはハードウェア記述言語などと呼ばれるかどうかに拘わらず、命令、命令セット、コード、コードセグメント、プログラムコード、プログラム、サブプログラム、ソフトウェアモジュール、アプリケーション、ソフトウェアアプリケーション、ソフトウェアパッケージ、ルーチン、サブルーチン、オブジェクト、実行可能ファイル、実行スレッド、手順、関数、アルゴリズムなどを意味するものとして、広く解釈されるものとする。ソフトウェアは、コンピュータ可読形式でストレージ１３０６に存在するようにしても、外部のコンピュータ可読媒体に存在するようにしてもよい。外部のコンピュータ可読媒体および／またはストレージ１３０６は、非一時的なコンピュータ可読媒体を含み得る。非一時的なコンピュータ可読媒体は、例えば、磁気ストレージデバイス（例えば、ハードディスク、フロッピーディスク、磁気ストリップ）、光ディスク（例えば、コンパクトディスク（ＣＤ）、デジタル多用途ディスク（ＤＶＤ））、スマートカード、フラッシュメモリデバイス（例えば、「フラッシュドライブ」、カード、スティック、キードライブ）、ＲＡＭ、ＲＯＭ、プログラマブルリードオンリーメモリ（ＰＲＯＭ）、ＥＥＰＲＯＭを含む消去可能ＰＲＯＭ（ＥＰＲＯＭ）、レジスタ、リムーバブルディスク、およびコンピュータがアクセスして読み取ることができるソフトウェアおよび／または命令を格納するための他の任意の適切な媒体を含むことができる。また、コンピュータ可読媒体および／またはストレージ１３０６は、例えば、搬送波、伝送線、およびコンピュータがアクセスして読み取ることができるソフトウェアおよび／または命令を伝送するための他の任意の適切な媒体も含むことができる。コンピュータ可読媒体および／またはストレージ１３０６は、処理回路１３０２に存在していても、プロセッサ１３０４に存在していても、処理回路１３０２の外部にあっても、処理回路１３０２を含む複数のエンティティに分散していてもよい。コンピュータ可読媒体および／またはストレージ１３０６は、コンピュータプログラム製品に具現化されるものであってもよい。一例として、コンピュータプログラム製品は、パッケージ材料内のコンピュータ可読媒体を含むことができる。当業者は、特定の用途およびシステム全体に課せられた全体的な設計上の制約に応じて、本開示全体にわたって提

示された記載の機能を実装するための最良の方法を認識するであろう。

【００５４】

ストレージ１３０６は、本明細書でソフトウェアモジュール１３１６とも呼ばれる、ロード可能なコードセグメント、モジュール、アプリケーション、プログラムなどのソフトウェアを維持および／または編成することができる。ソフトウェアモジュール１３１６の各々は、処理回路１３０２にインストールまたはロードされて、１以上のプロセッサ１３０４によって実行されると、１以上のプロセッサ１３０４の動作を制御するランタイムイメージ１３１４に寄与する命令およびデータを含むことができる。特定の命令は、実行されると、処理回路１３０２に、本明細書に記載の特定の方法、アルゴリズムおよびプロセスに従って機能を実行させることができる。

【００５５】

ソフトウェアモジュール１３１６のいくつかは、処理回路１３０２の初期化中にロードされるものであってもよく、これらのソフトウェアモジュール１３１６は、本明細書に開示の様々な機能の実行を可能にするように処理回路１３０２を構成することができる。例えば、いくつかのソフトウェアモジュール１３１６は、プロセッサ１３０４の内部デバイスおよび／または論理回路１３２２を構成することができ、トランシーバ１３１２、バスインターフェース１３０８、ユーザインターフェース１３１８、タイマ、数値演算コプロセッサなどの外部デバイスへのアクセスを管理することができる。ソフトウェアモジュール１３１６は、割り込みハンドラおよびデバイスドライバと相互作用し、処理回路１３０２が提供する様々なリソースへのアクセスを制御する制御プログラムおよび／またはオペレーティングシステムを含むことができる。リソースは、メモリ、処理時間、トランシーバ１３１２へのアクセス、ユーザインタフェース１３１８などを含むことができる。

【００５６】

処理回路１３０２の１以上のプロセッサ１３０４は多機能であり、それによってソフトウェアモジュール１３１６のいくつかがロードされ、異なる機能または同じ機能の異なるインスタンスを実行するように構成される。さらに、１以上のプロセッサ１３０４は、例えばユーザインタフェース１３１８、トランシーバ１３１２およびデバイスドライバからの入力に応答して開始されるバックグラウンドタスクを管理するように適合されてもよい。複数の機能の実行をサポートするために、１以上のプロセッサ１３０４は、マルチタスク環境を提供するように構成されてもよく、それによって複数の機能の各々が、必要に応じて１以上のプロセッサ１３０４によって提供されるタスクのセットとして実装される。一例では、マルチタスク環境は、異なるタスク間でプロセッサ１３０４の制御を引き渡すタイムシェアリングプログラム１３２０を使用して実装されてもよく、それによって各タスクは、未処理の動作の完了時および／または割り込みなどの入力に応答して、１以上のプロセッサ１３０４の制御をタイムシェアリングプログラム１３２０に戻す。タスクが１以上のプロセッサ１３０４の制御を有する場合、処理回路は、制御タスクに関連する機能によって対処される目的のために効果的に特化される。タイムシェアリングプログラム１３２０は、オペレーティングシステム、ラウンドロビン方式で制御を転送するメインループ、機能の優先順位に従って１以上のプロセッサ１３０４の制御を割り当てる機能、および／または、１以上のプロセッサ１３０４の制御を処理機能に提供することによって外部イベントに応答する割込み作動メインループを含むことができる。

【００５７】

一実施態様では、装置１３００は、充電回路に結合されたバッテリ充電電源と、複数の充電セルと、１以上のプロセッサ１３０４に含まれ得るコントローラとを有するワイヤレス充電装置を含むか、またはそのように動作する。複数の充電セルは、充電面を提供するように構成され得る。少なくとも１つの伝送コイルは、各充電セルの電荷伝送領域を通して電磁場を導くように構成され得る。装置１３００は、伝送コイルを含む共振回路と、共振回路に電力を供給するように構成されたドライバ回路と、基準信号を変調するように構成されたパルス幅変調器とを含み得る。コントローラは、パルス幅変調器に制御信号を供給するように構成することができ、制御信号は、変調駆動信号をドライバ回路に供給する

ようにパルス幅を構成する。パルス幅変調器は、変調駆動信号を共振回路に供給するように構成され得る。共振回路は、基準信号に対応する変調駆動信号の周波数成分をブロックするローパスフィルタとして動作するように構成され得る。ドライバ回路は、変調駆動信号を用いて、共振回路に充電電流を生成するように構成され得る。充電電流は、伝送コイルを介して受電デバイスに電力をワイヤレス伝送させるように構成され得る。

【００５８】

一例では、制御信号は、受電デバイスに伝送する電力レベルを選択するように構成される。制御信号は変調信号を含むことができ、ローパスフィルタは、変調信号に対応する周波数成分を通過させる。

【００５９】

特定の例では、ローパスフィルタは、制御信号に応答して生成される変調信号に対応する周波数成分を通過させてもよい。装置１３００は、前記共振回路にまたがって測定される電圧のゼロボルトレベルを通る遷移、または前記共振回路内の電流のゼロアンペアレベルを通る遷移に対応するエッジを含むゼロクロス信号を提供するように構成されたゼロクロス検出器を含みうる。パルス幅変調器は、変調信号をゼロクロス信号に整合させるように構成され得る。変調信号は、ゼロクロス信号と位相を整合することができる。

【００６０】

いくつかの実装例では、ストレージ１３０６は命令および情報を保持し、この命令は、１以上のプロセッサ１３０４に、変調駆動信号を得るために基準信号をパルス幅変調する制御信号を提供または使用させるように構成される。変調駆動信号は、基準信号に対応する変調駆動信号の周波数成分をブロックするローパスフィルタとして動作するように構成された共振回路に供給され得る。変調駆動信号により共振回路に充電電流が流れ、共振回路の伝送コイルを介して受電デバイスに電力がワイヤレス伝送される。

【００６１】

一例では、制御信号は、受電デバイスに伝送する電力レベルを選択するように構成される。別の例では、制御信号は変調信号を含む。ローパスフィルタは、変調信号に対応する周波数成分を通過させるように構成され得る。

【００６２】

特定の例では、ローパスフィルタは、制御信号に応答して生成される変調信号に対応する周波数成分を通過させる。ゼロクロス信号を提供してもよい。このゼロクロス信号は、共振回路にまたがって測定される電圧のゼロボルトレベルを通る遷移、または共振回路内の電流のゼロアンペアレベルを通る遷移に対応するエッジを含み得る。変調信号は、ゼロクロス信号に揃えることができる。変調信号は、ゼロクロス信号と位相を整合することができる。

【００６３】

図１４は、本開示の特定の態様に従った充電装置の動作方法を示すフローチャート１４００である。この方法は、充電装置内のコントローラによって実行することができる。ブロック１４０２において、コントローラは、制御信号を用いて基準信号をパルス幅変調し、変調駆動信号を得ることができる。ブロック１４０４において、変調駆動信号は、基準信号に対応する変調駆動信号の周波数成分をブロックするローパスフィルタとして動作するように構成された共振回路に提供することができる。変調駆動信号により共振回路に充電電流が流れ、共振回路の伝送コイルを介して受電デバイスに電力がワイヤレス伝送される。

【００６４】

一例では、制御信号は、受電デバイスに伝送する電力レベルを選択するように構成される。別の例では、制御信号は変調信号を含む。ローパスフィルタは、変調信号に対応する周波数成分を通過させるように構成され得る。

【００６５】

特定の例では、ローパスフィルタは、制御信号に応答して生成される変調信号に対応する周波数成分を通過させる。ゼロクロス信号を提供してもよい。このゼロクロス信号は、

共振回路にまたがって測定される電圧のゼロボルトレベルを通る遷移、または共振回路内の電流のゼロアンペアレベルを通る遷移に対応するエッジを含み得る。変調信号は、ゼロクロス信号に揃えることができる。変調信号は、ゼロクロス信号と位相を整合することができる。

【００６６】

上述した説明は、当業者が本明細書に記載の様々な態様を実施できるようにするために提供されたものである。これらの態様に対する様々な変更は、当業者には明らかであり、本明細書で規定される一般的な原理は、他の態様に適用することができる。このため、特許請求の範囲は、本明細書に示される態様に限定されることを意図するものではなく、請求項の文言と一致する全範囲が認められるものであり、単数形の要素への言及は、特に明記がなければ、「唯一の」を意味するものではなく、「１以上」を意味するものとする。特に明記されていない限り、「いくつか」という用語は１以上を指している。当業者に知られている、または後に当業者に知られるようになる、本開示を通して説明される様々な態様の要素に対するすべての構造的および機能的均等物は、引用により本明細書に明示的に援用されるとともに、特許請求の範囲に含まれることが意図される。さらに、本明細書に開示されているものは、そのような開示が特許請求の範囲に明示的に記載されているか否かにかかわらず、公衆に捧げられることを意図していない。クレームの要素は、その要素が「means for」という語句で明示的に記載されているか、方法クレームの場合には「step for」という語句で記載されていなければ、３５Ｕ．Ｓ．Ｃ．§１１２、第６章の規定に基づいて解釈されるべきではない。

【図面】

【図１】

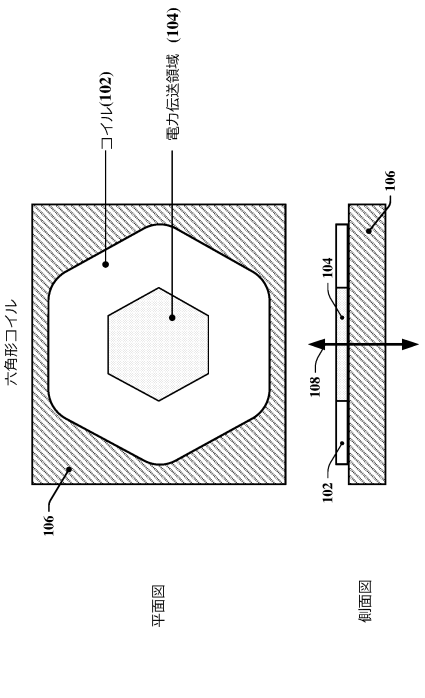


FIG. 1

【図２】

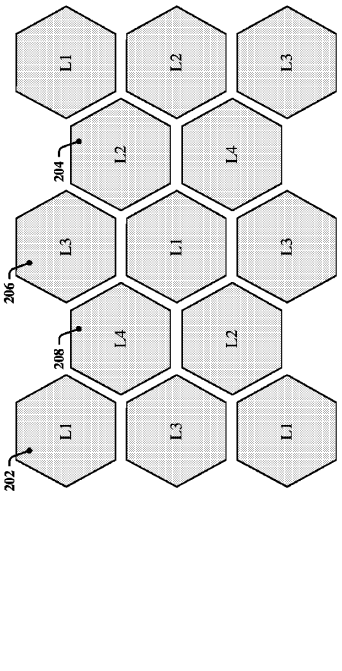


FIG. 2

【図３】

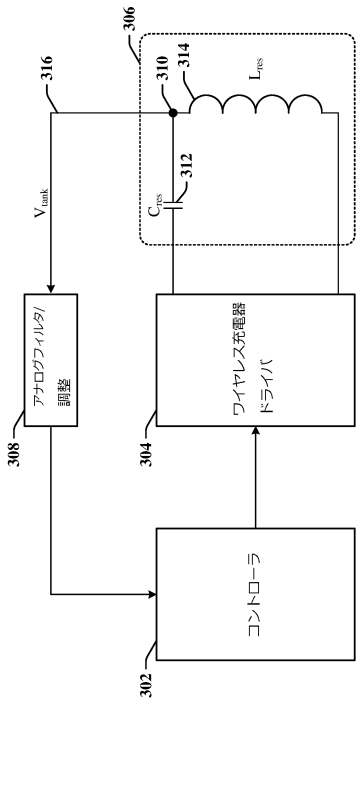


FIG. 3

【図４】

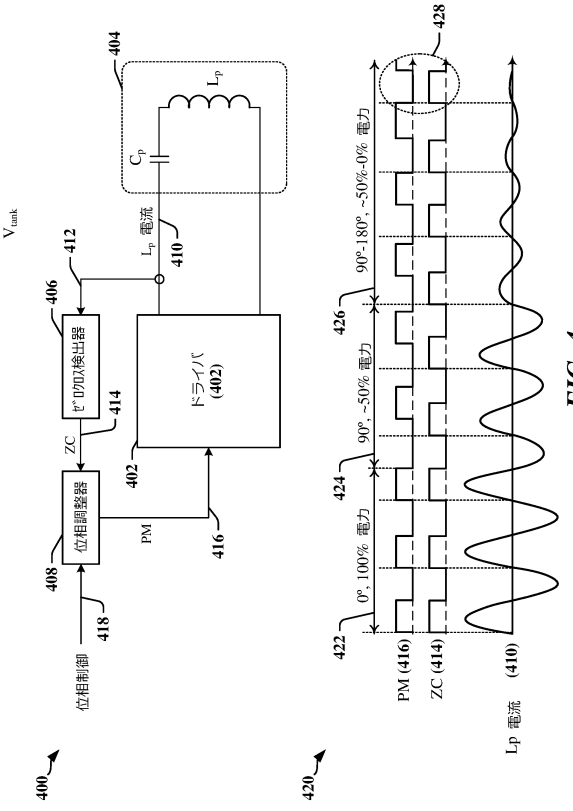


FIG. 4

【図５】

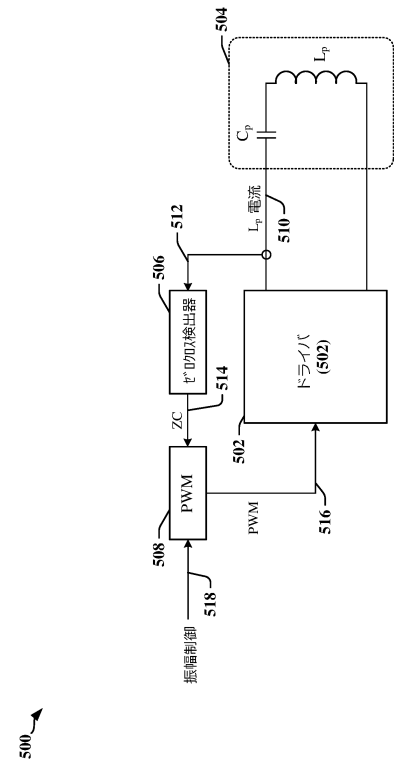


FIG. 5

【図６】

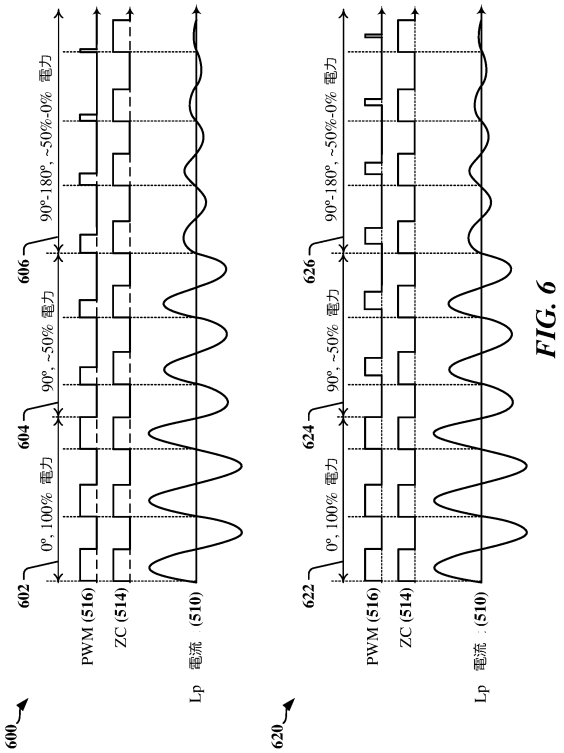


FIG. 6

【図７】

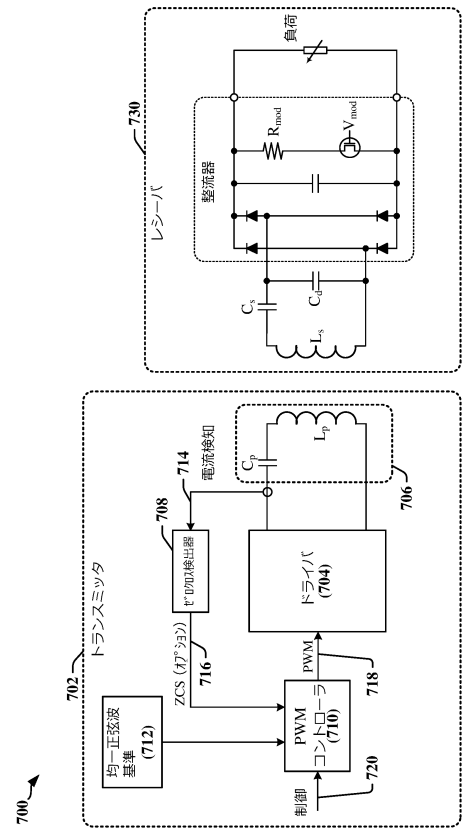


FIG. 7

【図８】

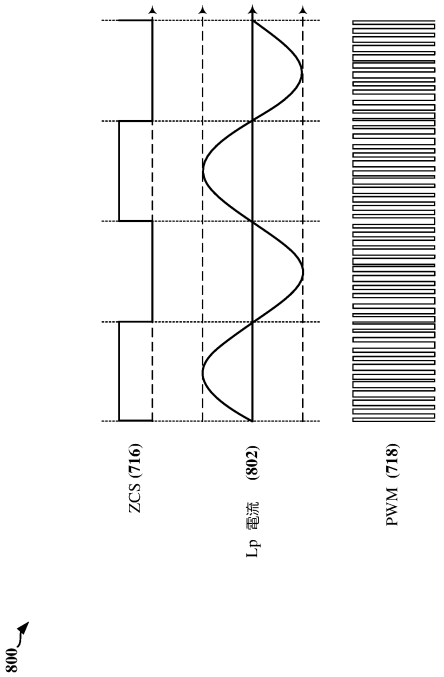


FIG. 8

【図９】

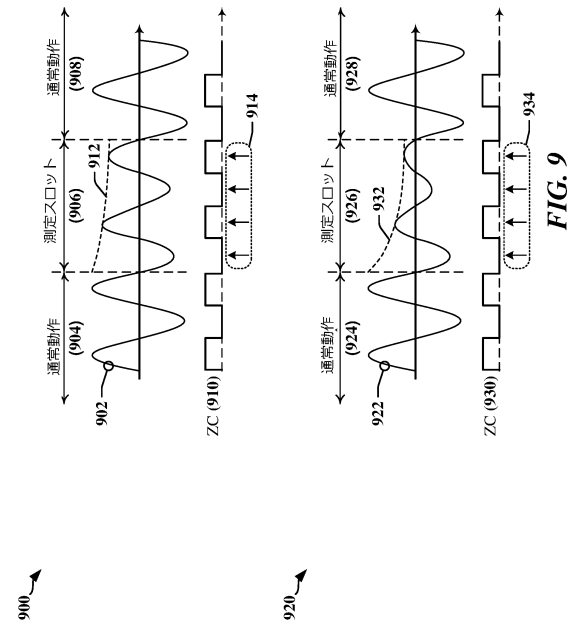


FIG. 9

【図１０】

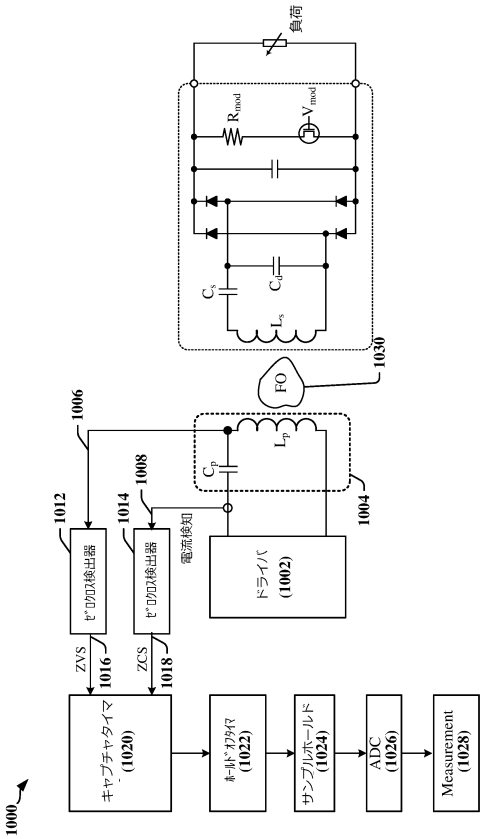


FIG. 10

【図１１】

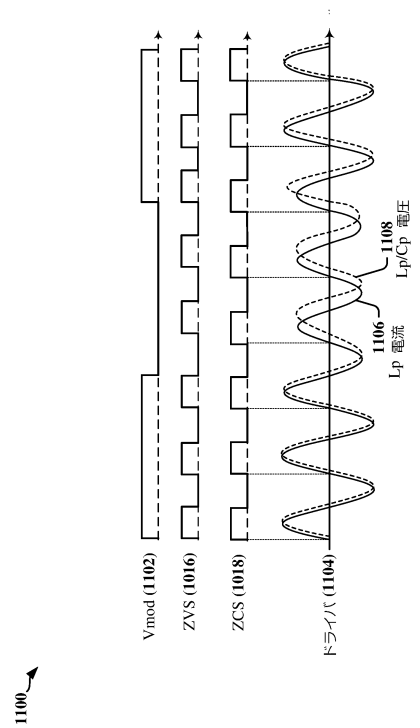


FIG. 11

【図１２】

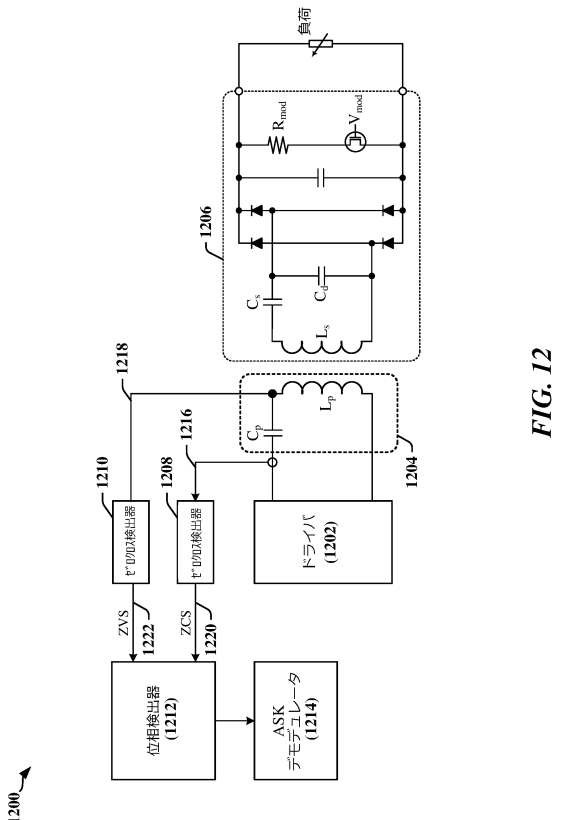


FIG. 12

【図１３】

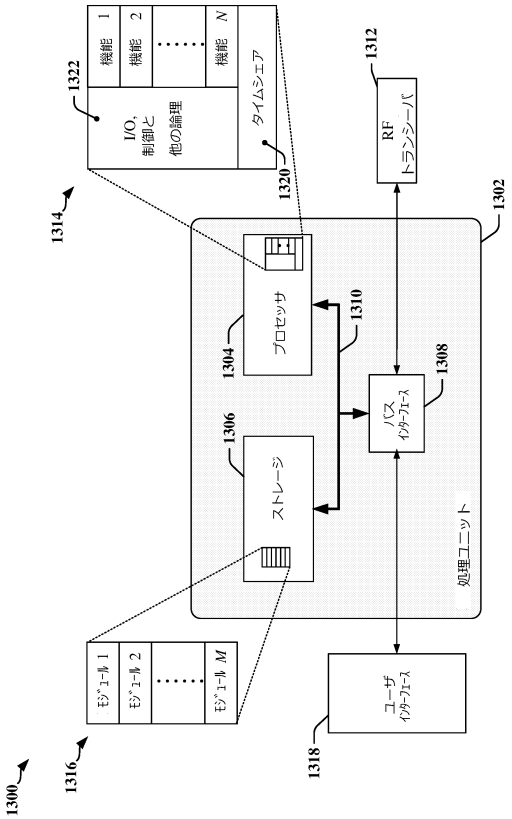


FIG. 13

【図１４】

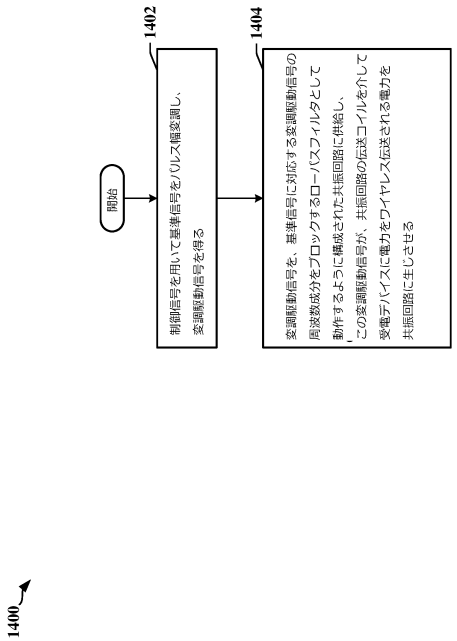


FIG. 14

フロントページの続き

(56)参考文献　国際公開第２０１２／０３５７４５（WO，Ａ１）
特開２０１６－０３９６４７（ＪＰ，Ａ）
特開２０１１－２４４６８４（ＪＰ，Ａ）
特表２０１８－５０４８７６（ＪＰ，Ａ）
特表２０１７－５２８１０６（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０２Ｊ　５０／１２
Ｈ０２Ｊ　７／００