

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6304714号
(P6304714)

(45) 発行日 平成30年4月4日 (2018.4.4)

(24) 登録日 平成30年3月16日 (2018.3.16)

(51) Int. Cl.

F I

HO 2 J 50/12 (2016.01)

HO 2 J 50/40 (2016.01)

HO 2 J 50/12

HO 2 J 50/40

請求項の数 13 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2015-510225 (P2015-510225)	(73) 特許権者	503260918
(86) (22) 出願日	平成25年4月15日 (2013.4.15)		アップル インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2015-521019 (P2015-521019A)		アメリカ合衆国 95014 カリフォル
(43) 公表日	平成27年7月23日 (2015.7.23)		ニア州 クパチーノ アップル パーク
(86) 国際出願番号	PCT/NZ2013/000068		ウェイ ワン
(87) 国際公開番号	W02013/165261	(74) 代理人	100094569
(87) 国際公開日	平成25年11月7日 (2013.11.7)		弁理士 田中 伸一郎
審査請求日	平成28年4月1日 (2016.4.1)	(74) 代理人	100088694
(31) 優先権主張番号	599740		弁理士 弟子丸 健
(32) 優先日	平成24年5月2日 (2012.5.2)	(74) 代理人	100067013
(33) 優先権主張国	ニュージーランド (NZ)		弁理士 大塚 文昭
(31) 優先権主張番号	61/696,341	(74) 代理人	100086771
(32) 優先日	平成24年9月4日 (2012.9.4)		弁理士 西島 孝喜
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100139712
前置審査			弁理士 那須 威夫
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 誘導電力伝送システムにおいて受信機を検出及び特定する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

誘導結合型の電力伝送システムにおいて受信機が存在を検出する方法であって、
前記システムは送信機（2）を含み、当該送信機は、
(a) 交流の磁界を発生させるためのインダクタ（7）と、
(b) 交流電流を前記インダクタ（7）に供給するためのコンバータ（4）と、
(c) 前記コンバータ（4）に供給される電流を測定するためのセンサ（10）と、を備え、

前記方法は、

- (i) 第1の周波数で前記コンバータ（4）をオンに切り替えるステップと、
- (ii) 突入期間中に前記電流の振幅を測定するステップと、
- (iii) 受信機（3）が存在することを前記振幅が示すかどうかを判定するステップと、
を含み、

前記測定するステップは、前記コンバータ（4）から前記インダクタ（7）へ前記第1の周波数の前記交流電流が供給されることに応じて前記送信機（2）内に突入電流が流れる期間である前記突入期間中に、前記電流の前記振幅を測定することを含むことを特徴とする方法。

【請求項 2】

前記インダクタ（7）は、コイルであることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

前記コンバータ(4)は、コントローラ(8)と接続されることを特徴とする請求項1又は2に記載の方法。

【請求項4】

前記コントローラ(8)は、所望の周波数の交流電流を供給するよう、前記コンバータ(4)を制御することを特徴とする請求項3に記載の方法。

【請求項5】

前記コンバータ(4)は、非共振型ハーフブリッジ・コンバータであることを特徴とする請求項1から4のいずれか1項に記載の方法。

【請求項6】

前記方法は、前記誘導結合型の電力伝送システム内に存在するキャパシタにおけるバイアスを除去するために、前記第1の周波数よりも高い非共振周波数を有する交流電流を供給するよう、前記コンバータ(4)を初期的に制御するステップ、を含む

ことを特徴とする請求項1から5のいずれか1項に記載の方法。

【請求項7】

前記非共振周波数は、1MHzと10MHzとの間の周波数であることを特徴とする請求項6に記載の方法。

【請求項8】

前記第1の周波数は、100kHzと1000kHzとの間の周波数であることを特徴とする請求項1から7のいずれか1項に記載の方法。

【請求項9】

前記センサ(10)は、前記突入期間中に1つ以上のピーク振幅を測定することを特徴とする請求項1から8のいずれか1項に記載の方法。

【請求項10】

前記センサ(10)は、コントローラ(8)と接続されることを特徴とする請求項1又は2に記載の方法。

【請求項11】

前記コントローラ(8)は、ピーク振幅の1つの大きさが大きさ閾値を超える場合に、受信機(3)が存在する可能性があるかと判定することを特徴とする請求項10に記載の方法。

【請求項12】

前記コントローラ(8)は、前記送信機(2)における過渡電流の特性を示すピーク振幅を無視するよう構成されることを特徴とする請求項10又は11に記載の方法。

【請求項13】

前記方法は、請求項1から12のいずれか1項に記載のステップ(iii)の結果に基づいて、

(i) 前記受信機(3)に電力が伝送されるよう前記コンバータ(4)を制御するステップと、

(ii) 受信機(3)の存在を検証するための更なる試験を行うステップと、

(iii) 前記受信機(3)が、前記誘導結合型の電力伝送システムと互換性がある受信機であるかどうかを特定するための更なる試験を行うステップと、

(iv) 前記送信機(2)をスタンバイモードに切り替えるステップと、

(v) 前記送信機(2)をオフに切り替えるステップと、

のうちの1つ以上の更なるステップを続けるステップ、を含む

ことを特徴とする請求項1から12のいずれか1項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、誘導電力伝送(IPT: inductive power transfer)システムの分野に属する。具体的には、本発明は、そのようなシステムにおいて利用される、受信機の存在の検出及び受信機の特定の少なくともいずれかに関するものである。

10

20

30

40

50

【背景技術】

【0002】

IPTシステムは、確立された技術（例えば、電動歯ブラシの無線充電）、及び開発中の技術（例えば、「充電用マット（charging mat）」におけるハンドヘルド・デバイスの無線充電）についての周知の領域である。典型的には、一次側または送信機は、1つ以上の送信用コイルによって時変の磁界を発生させる。この磁界は、それにより、バッテリーを充電またはデバイス若しくは他の負荷に通電するために使用されうる、適切な受信用コイルに、交流電流を誘導する。場合によっては、送信機コイルまたは受信機コイルは、共振回路を作るためにキャパシタと接続されてもよく、当該共振回路は、対応する共振周波数において電力スループット及び電力効率を増加させることができる。

10

【0003】

IPTシステムの共通の課題は、送信機が通電されるべきタイミング、及び送信機がオフにされるべきタイミングの制御である。更なる課題は、送信機のレンジに非受信機が持ち込まれる場合に生じ、その非受信機内に不要な電流（及び、その結果として熱）が誘導される。こういった非受信機は、通常、寄生負荷（parasitic loads）として知られている。最後に、受信機の実在を検出することは可能かもしれないが、当該受信機が特定の送信機と互換性を有していることを特定する必要もありうる。互換性のない受信機に電力を伝送しようとすることは、非効率な電力伝送（それ故に、望ましくないエネルギー損失）につながりうるか、あるいは、送信機及び受信機の少なくともいずれかの故障につながりうる。

20

【0004】

上記で概説した課題に対する明らかな解決策は、手動で操作される電力スイッチを送信機に含めることである。これは、送信機が通電されるべきタイミングを制御する手段を提供するものの、多くのIPTシステムにおける目標である利便性を損ねてしまう。それは、受信機が取り除かれる際にユーザが手動で送信機をオフにすることも必要とし、また、ユーザの知らないうちに送信機の近辺に導入されうるいかなる寄生負荷も受け入れない。

【0005】

受信機の実出及び特定のための自動システムは、先行技術に記載されている。例えば、

- ・送信機と受信機との間の接触ベースの相互作用に依存するシステム、
- ・送信機と受信機との間で送信される通信信号に依存するシステム、及び
- ・非無線近接（non-radioproximity）センサ（例えば、光センサ）を使用して受信機の実理的な存在を検出するシステム、である。

30

【0006】

これらのアプローチの全ては、検出方法を実装するための追加的な構成部品に依存している。これは、IPTシステムの設計に複雑度とコストを付加する。おそらくより重要なことには、それが、携帯電話、パーソナルコンピュータ等の、より小型のデバイスにIPTシステムを組み込もうとする試みを妨げる容積を付加しがちなことである。

【0007】

これらの影響を少なくするために、IPTシステムでは、同様に検出及び特定するための（即ち、多目的の）電力伝送用の構成部品を利用することが知られている。

40

【0008】

こういったアプローチの欠点は、

- ・検出方法を実行するために、電力伝送を減少または完全に中断する必要があること
- ・定常状態の電流が受信機についての指標として使用される場合、無負荷の受信機が、間違った結果を誤って与えること、
- ・部品の変動及び雑音に敏感である可能性があること、及び
- ・検出された受信機が互換性を有するかどうかを検出できない可能性があること、である。

【0009】

50

本発明の目的は、誘導電力に必要となる構成部品に対して多数の追加的な構成部品を必要とすることがなく、雑音に敏感ではない精度の良い結果をもたらす、電力が伝送されない期間を限定し、受信機を明確に特定できる、受信機を検出または特定する方法を提供すること、または、少なくとも、公衆に対して有用な選択肢を提供することである。

【発明の概要】

【0010】

本発明の範囲は、本明細書の最後に添付の特許請求の範囲に定められるとおりである。

【0011】

用語「comprise（含む、備える）」、「comprises（含む、備える）」及び「comprising（含む、備える）」は、様々な司法権の下で、排他的または包含的な意味で用いられるものと認められる。本明細書のために、これらの用語は、特に言及されない限り包含的な意味を有することが意図されており、即ち、それらは、直接的に参照を使用する、記載された構成要素を含むこと、及び特定されていない他の構成要素または要素も含みうることを意味するものとされる。

10

【0012】

本明細書におけるいかなる先行技術への言及も、そのような先行技術が共通の一般知識の一部を形成することの承認を形成するものではない。

【図面の簡単な説明】

【0013】

本明細書に組み込まれ、本明細書の一部を構成する添付の図面は、本発明の実施形態を示しており、また、上記で与えられた本発明の概要、及び以下で与えられる実施形態の詳細な説明とともに、本発明の原理を説明するのに貢献する。

20

【0014】

【図1】IPTシステムのブロック図。

【図2a】、

【図2b】、

【図3】、

【図4】、

【図5】サンプルのデータセットを示す図。

【発明を実施するための形態】

30

【0015】

本発明の実施形態は、誘導電力伝送（IPT）システムにおいて受信機を検出または特定する方法に関連する。図1は、IPTシステム1の全体的な表現を示すブロック図である。IPTシステムは、送信機2及び受信機3を備える。送信機は、適切な電源5に接続されたコンバータ4を備える。図1では、これは、同じく主電源に接続されたDC-DCコンバータ6に接続されたコンバータとして示されている。コンバータは、非共振型ハーフブリッジ・コンバータ、またはプッシュプル・コンバータのような、特定のIPTシステムに適合した他の任意のコンバータであってもよい。コンバータは、所望の周波数及び振幅の交流電流を出力するよう構成される。コンバータの出力の電圧は、コンバータ、DC-DCコンバータまたはそれら両方の組み合わせによって調整されてもよい。

40

【0016】

コンバータ4は、（複数の）送信用インダクタ7に接続される。コンバータは、（複数の）送信用インダクタが、適切な周波数及び強度を有する時変の磁界を発生させるよう、当該（複数の）送信用インダクタに交流電流を供給する。いくつかの構成では、送信用インダクタは、コンバータの一体部分と考えることもできるが、明確化のため、この説明では除外して言及する。

【0017】

（複数の）送信用インダクタ7は、送信機の特定のアプリケーション及び特定のジオメトリに必要となる、磁界の特性に依存して、適切な構成のコイルであってもよい。いくつかのIPTシステムでは、送信用インダクタは、共振回路を作るためにキャパシタ（図示せ

50

ず)に接続されてもよい。

【0018】

図1は、更に、送信機2の内部のコントローラ8を示している。コントローラは、送信機の各部分に接続されうる。コントローラは、送信機の各部分からの入力を受信するよう、また、送信機の各部分が動作する状態を制御する出力を生成するよう構成される。コントローラは、メモリ9を備えうる。コントローラは、好ましくは、IPTシステムの要求条件に依存する様々な計算タスクを実行するようプログラムされた、プログラマブル・ロジック・コントローラである。

【0019】

上記で概説した全体的なIPTシステム1の特徴に加えて、図1は、センサ10の表現も示している。このようなセンサは、送信機2の特定の動作特性をセンシングするよう適合しており、それに応じて、送信機の他の部分に接続されてもよい。図1では、DC-DCコンバータ6とコンバータ4との間の接点に対して接続されることが示されており、これは、コンバータに供給される電流を測定するのに適している。当然ながら、他のセンサが必要とされてもよく、本発明はこの点において限定されない。

【0020】

以下でより詳細に説明する、本発明のいくつかの実施形態では、センサ10は、電流を測定するよう構成される。電流を測定するのに適合した、考えられる多数のタイプのセンサが存在することを、当業者であれば理解し、本発明はこの点において限定されない。1つの例は、電流センス抵抗である。必要とされる機能に依存した所望の電流特性を測定できる適切な電流センサが使用されることが理解されよう。これについて以下でより詳細に説明する。

【0021】

図1は、受信機3も示している。受信機は、負荷13に電力を供給する受信機回路12と適切に接続された、(複数の)受信用インダクタ11を備える。負荷は、バッテリーであってもよい。受信機回路は、誘導電流を当該負荷に適した形式に変換するよう構成される。いくつかのIPTシステムでは、受信用インダクタは、共振回路を作るためにキャパシタ(図示せず)に接続されうる。

【0022】

以下では、IPTシステムにおいて受信機を検出または特定する方法、または導電性の(conducting)非受信機を検出する方法の、5つの実施形態について説明する。これらの方法は、図1との関連で説明されたIPTシステム1に関連して説明されるが、それらの方法が任意の数の適切なIPTシステム構成と連携するよう適合されうること、及び、同様にIPTシステムがこれらの方法と連携するよう適合されうること、並びに、本発明はこの点において限定されないことが理解されよう。

【0023】

突入電流型検出方法

本発明の一実施形態によれば、突入電流型検出方法は、スタンバイモードの送信機で始まる。このモードでは、送信機は、最小の電力を引き出すように制御される。送信機は、任意の受信機が、送信機の送信レンジに入ったことを検出するために、スタンバイモードから検出モードに周期的に切り替わる。本発明の好適な実施形態では、送信機は、2秒ごとに一時的に検出モードに切り替わるよう構成される。あるいは、突入電流型検出方法よりも他の検出方法が先立っている場合には、送信機は、既に検出モードであってもよい。

【0024】

検出モードへの切り替えに応じて、コントローラは、高い初期周波数の交流電圧をコンバータがインダクタに供給するよう、当該コンバータを制御する。IPTシステムが共振型ネットワークを有する場合、当該周波数は、非共振でなければならない。そのような電流は、IPTシステム内のキャパシタに存在しうる任意の残留DCバイアスを除去する。このようなバイアスを除去することで、本方法のその後のステップの信頼性が向上する。システム内のDCバイアスを除去するために、電圧ドライバのような他の方法が用いられ

10

20

30

40

50

てもよいし、または、ハーフブリッジ・インバータをフルブリッジ・インバータで置き換えてもよい。好適な実施形態では、定常状態に達するまでの十分な期間、高周波数電流が供給される。本発明の一実施形態では、この期間は、 $\sim 10\text{ms}$ のオーダーである。

【0025】

次のステップでは、コントローラは、試験周波数の交流電流をコンバータがインダクタに供給するよう、当該コンバータを制御する。好適な実施形態では、これは、受信機に最大の突入 (inrush) が生じる周波数である。この周波数は、送信機が電力を送信するよう構成される周波数またはその程度の周波数であってもよい。この周波数が、送信機において使用される回路部品に依存していることが、当業者には理解されよう。典型的なIPTシステムでは、これは、 $\sim 100\text{kHz}$ から $\sim 1\text{MHz}$ でありうる。好適な実施形態では、試験周波数は、 $\sim 150\text{kHz}$ であるか、またはその近くまでである。

10

【0026】

試験周波数の電流の供給に応じて、過渡電流が、送信機と、存在しうる任意の受信機とにおける回路部品を流れる突入期間 (inrush period) が生じることになる。過渡電流の存在は、回路において周知の現象である。しかし、通常、システムが定常状態に達するまで過渡電流は無視される。逆に、これらの過渡電流は、突入電流型検出方法の基礎を形成する。

【0027】

センサは、コンバータに供給される電流を測定するよう構成される。図1に示すように、センサ10は、コンバータ4とDC-DCコンバータ6との間の接点に対して接続されう。突入期間において、センサは、コンバータに供給される電流の振幅を測定する。一実施形態では、センサは、突入期間中のピーク振幅を測定する。一実施形態では、センサは、この目的のためにピーク振幅検出回路を備えてもよい。コントローラは、センサへの入力として、突入期間を提供するよう構成されう。代替的な実施形態では、センサは、突入期間中に電流の振幅を連続的に測定してもよく、測定値がコントローラへの入力として提供され、当該コントローラは、このデータからピーク振幅を判定するよう構成される。

20

【0028】

電流のピーク振幅は、その後、コントローラに提供される。コントローラは、ピーク振幅が閾値を超えたかどうかを判定するよう構成される。受信機が存在しない場合には、ピーク電流は、送信機のみにおける回路部品内の過渡電流に起因したものになる。しかし、受信機が存在する場合には、ピーク電流は、典型的には、受信機における過渡電流に起因してより高くなる。したがって、送信機の構成要素のみに起因しうるあらゆるピーク電流よりも高くなるように閾値が選択されることが望ましい。好ましくは、これは、送信機の特定の構成を考慮してコントローラのキャリブレーションを行うことによって実現される。突入期間中に測定されるピーク電流の大きさに非受信機も影響を及ぼす可能性がある。したがって、受信機内の過渡電流によって、測定されたピーク振幅がそれでも確実に閾値を超えるために十分な低さでありつつ、非受信機を除外するために十分な高さの閾値を選択することが必要ともなりうる。

30

【0029】

本発明の一実施形態では、センサは、突入期間中に複数のピーク電流を測定してもよい。センサ及びコントローラの少なくともいずれかは、送信機の特性であるピークを無視するよう構成されう。先と同様に、これは、送信機の構成を考慮した、センサ及びコントローラの少なくともいずれかのキャリブレーションを通じて行われう。

40

【0030】

測定されたピーク電流が閾値を超える場合には、受信機が送信機のレンジ内にある可能性があり、その結果、コントローラは、その後、

- ・電力が受信機に伝送されるよう送信機を制御しうる、
- ・受信機の存在を更に検証するために他の検出方法に従って送信機を制御しうる、または
- ・送信機との、受信機の互換性を特定するための他の特定方法に従って送信機を制御しう

50

る。

【0031】

測定されたピーク電流が閾値以下である場合には、受信機が送信機のレンジ内に存在しない可能性があり、その結果、コントローラは、その後、

- ・受信機の存在を検出するための他の検出方法に従って送信機を制御しうる、
- ・前述したスタンバイモードに送信機を戻しうる、または
- ・送信機をオフに切り替えうる。

【0032】

周波数掃引型検出方法

本発明の一実施形態によれば、周波数掃引型検出方法は、突入電流型検出方法において上述したようなスタンバイモードの送信機で始まる。あるいは、送信機は、周波数掃引型検出方法よりも他の検出方法が先立っている場合には、送信機は、既に検出モードであってもよい。

【0033】

検出モードへの切り替えに応じて、送信機は、電流のピーク振幅がコントローラに供給されるステップまで、上述の突入電流の検出方法に従って制御される。その後、ピーク振幅が閾値を超えるかどうかを判定する代わりに、コントローラは、ピーク振幅の他に試験周波数の値もメモリに格納する

【0034】

その後、送信機は、電流のピーク電流のピーク振幅がコントローラに供給されるまで、再び上述の突入電流の検出方法に従って制御されるが、今回は第2の試験周波数で制御される。コントローラは、ピーク振幅の他に第2の試験周波数の値もメモリに格納する。

【0035】

上記のステップは、周波数範囲にわたって、複数の試験周波数について繰り返される。これにより、メモリが、周波数範囲についての、突入期間中に測定されたピーク振幅電流のレコードを保持する結果となる。好適な実施形態では、当該周波数範囲は、受信機が最大の突入を有することになる周波数のあたりがおおよそ中心となるように選択される。この周波数は、送信機が電力を送信するよう構成される周波数またはその程度の周波数であってもよい。

【0036】

コントローラは、その後、レコードを分析することによって、電流のピーク振幅と試験周波数との関係に極大値(maximum)が存在するかどうかを判定する。コントローラは、機能分析についての任意の適切な方法で、極大値が存在するかどうかを判定する。

【0037】

図2a及び2bは、データのセットの2つの例を示している。図2aにおける第1のデータセットでは、わずかな変化があるのが確認できるが、認識できる極大値はない。逆に、図2bの第2のデータセットは、認識できる極大値14を示している。コントローラは、図2bの第2のデータセットによって示されるような(即ち、必ずしも数学的な意味で厳密な極大値ではない)極大値等の、全体としてデータセットとの関係で十分に大きい場合にのみ極大値が存在すると判定するよう構成されうる。

【0038】

コントローラは、その後、極大値に関連付けられたパラメータを判定する。これは、(半値全幅(full-width half-maximum)メトリックのような)極大値の幅、極大値の高さ、及び極大値が生じる周波数の判定を含みうる。先と同様、当業者であれば、機能分析についての任意の適切な方法が適合されうるとともに、この目的のためにコントローラによって使用されうることと理解する。コントローラは、当該分析の信頼性を向上させるために、結果の平滑化及び平均化を行ってもよい。図3を参照すると、極大値15を示す他のデータが示されている。この例では、極大値は、32kHzの幅を有し、2.0の高さを有し、120kHzにおいて生じている。

【 0 0 3 9 】

一実施形態では、極大値の分析は、以下のものを含みうる。

- ・任意の結果がベースラインと比較されるように、測定されたデータからベースラインデータを減算する、
- ・データポイントに対する幅 3（またはそれと類似）の移動平均を行うことによって、雑音の平滑化及びフィルタリングを行う、
- ・傾きが極性をどこで変化させるかを見出すことによって、極大値のエッジを見つける、
- ・極大値のエッジ間の最大値を見出すことによって、極大値の上端を見つける、
- ・極大値のエッジにおける高さを測定する、
- ・極大値の幅は、極大値のエッジ間の幅として定義されうる、及び
- ・極大値の高さは、極大値のエッジのうちのより高い高さから、ピークの上端における高さまでの、垂直の距離として定義されうる。

10

【 0 0 4 0 】

受信機が存在する場合、極大値は、それらの特徴のうちの一部または全てを示す結果となる。例えば、共振型受信機は、受信機の共振周波数において極大値を生じさせ、これは、共振している受信機と送信機が結合された際に、より大きな過渡電流が流れることになるためである。更に、極大値が生じる周波数は、受信機のタイプを特定しうる。例えば、図 3 における極大値を生成させる受信機は、120 kHz において共振するよう構成される。受信機の共振周波数は受信機のタイプに固有でありうるため、受信機が送信機と互換性を有するかどうかをコントローラが特定できる可能性がある。即ち、極大値は、共振「シグニチャ（signature）」となりうる。このため、周波数掃引型検出方法は、受信機を検出する方法であってもよいが、受信機を特定する方法であってもよいことが、理解されよう。

20

【 0 0 4 1 】

コントローラは、極大値のパラメータと比較する、予め定められたパラメータを含む。例えば、予め定められたパラメータは、極大値が、特定の幅及び特定の高さの少なくともいずれかを有するか、または超えなければならないこと、並びに、極大値が、特定の周波数で、複数の周波数で、または周波数範囲内で生じなければならないこと、の少なくともいずれかを、規定してもよい。

【 0 0 4 2 】

コントローラが、極大値のパラメータが予め定められたパラメータを満たすと判定した場合には、（検出された）受信機または互換性のある（特定された）受信機が、送信機のレンジ内に存在する可能性があるか、以前に検出された受信機が、送信機と互換性を有する可能性がある。その結果、コントローラは、その後、

30

- ・電力が受信機に伝送されるよう送信機を制御しうる、
- ・受信機が存在を更に検証するために他の検出方法に従って送信機を制御しうる、または
- ・送信機との、受信機の互換性を特定するための他の特定方法に従って送信機を制御しうる。

【 0 0 4 3 】

コントローラが、極大値のパラメータが予め定められたパラメータを満たさないと判定した場合、または、極大値が存在しないと判定した場合には、受信機が送信機のレンジ内に存在しない可能性、または、受信機が送信機と互換性を有していない可能性がある。その結果、コントローラは、その後、

40

- ・受信機が存在を検出するための他の検出方法に従って送信機を制御しうる、
- ・前述したスタンバイモードに送信機を戻しうる、または
- ・送信機をオフに切り替えうる。

【 0 0 4 4 】

突入電流除去型検出方法

本発明の一実施形態によれば、突入電流除去型検出方法は、電力モードの送信機で始まる。一実施形態では、送信機は、受信機が存在を既に検出しており、当該受信機への電力

50

の伝送を開始している。電力モードでは、送信機は、受信機に電力を伝送するよう制御される。コンバータ及びDC-DCコンバータは、動作周波数及び動作電圧で、交流電流をインダクタに供給するよう制御される。

【0045】

送信機は、受信機が送信機のレンジから除去されているかどうかを検出するために、電力モードから電力検出モード（即ち、電力を伝送しながら受信機または寄生負荷を検出するためのモード）に周期的に切り替わる。本発明の好適な実施形態では、送信機は、2秒ごとに一時的に電力検出モードに切り替わるよう構成される。

【0046】

電力検出モードへの切り替えに応じて、コントローラは、より低いわずかな電圧がインダクタに供給されるよう、コンバータまたはDC-DCコンバータを制御する。当該低電圧は、送信機から受信機への定格の電力伝送に影響を与えるほど小さいものであってはならない。一実施形態では、当該低電圧は、動作電圧よりも4%未満小さい電圧である。その結果、システムは、当該低電圧下で定常状態に達することができる。

【0047】

次に、コントローラは、インダクタに、より高い電圧がインダクタに供給されるよう、コンバータまたはDC-DCコンバータを制御する。当該高電圧は、送信機から受信機への定格の電力伝送に影響を与えるほど高いものであってはならない。一実施形態では、当該高電圧は、動作電圧よりも4%未満高い電圧である。その結果、システムは、当該低電圧下で定常状態に達することができる。当該高電圧は、動作電圧であってもよい。

【0048】

このように電圧の増加によって突入期間がもたらされ、過渡電流がシステム内に存在する回路部品に流れることになる。送信機は、上述の突入電流型検出方法のように、コンバータに供給される電流のピーク振幅を測定する。コントローラも、上述の突入電流型検出方法のように、電流のピーク振幅が閾値を超えるかどうかを判定する。突入電流型検出方法との関連で説明した閾値、期間及び特徴的なピークが、突入電流除去型検出方法が電力伝送の期間中に始められるという事実を説明するために変更される必要がありうる。当業者に理解されよう。

【0049】

測定されたピーク電流が閾値を超える場合には、受信機が送信機のレンジ内にある可能性があり、その結果、コントローラは、その後、

- ・電力が受信機に伝送されるよう送信機を制御しうる。これは、送信機の電圧を動作電圧に戻すことを含むうる。

【0050】

測定されたピーク電流が閾値以下である場合には、受信機が送信機のレンジ内にもはや存在しない可能性があり、その結果、コントローラは、その後、

- ・受信機の不存在を確認するための他の検出方法に従って送信機を制御しうる、
- ・前述したスタンバイモードに送信機を戻しうる、または
- ・送信機をオフに切り替えうる。

【0051】

突入電流除去型検出方法の他の実施形態では、最初に電圧をより小さい電圧に減少させるのではなく、電圧がより高い電圧に増加させられうるとともに、この段階で突入電流が測定される。この実施形態では、当該高電圧は、送信機から受信機への電力伝送に影響を与えるほど高いものであってはならない。一実施形態では、当該高電圧は、動作電圧よりも4%未満高い電圧である。

【0052】

突入電流除去型検出方法の他の実施形態では、最初に電圧をより小さい電圧に減少させるのではなく、第1の試験期間において電圧がゼロに低減され、その後、動作電圧に戻される。元の動作電圧へ電圧を増加させることに応じて、上述の記述に従って、突入電圧が測定される。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 3 】

第 1 の試験期間は、特に受信機に負荷がかけられている場合に、ゼロへの電圧の切り替えが送信機から受信機への電力伝送に影響を与えることのない程度に十分に短い。本発明の一実施形態では、第 1 の試験期間は、 $\sim 10 \mu s$ である。このような短い試験期間では、受信機内の DC 電圧を、結果として生じる過渡電流を測定するのに十分に減衰させることができない可能性がある。このため、当該試験は、結果として生じる測定可能な過渡電流が存在する第 2 の試験期間まで、増加する一連の試験期間にわたって繰り返される。あるいは、過渡電流が第 2 の試験期間において検出されない場合には、受信機が存在しないと判定される。このように試験期間を徐々に増加させることで、必要な最も短い「オフ時間 (off-time)」(即ち、ゼロ電圧)の間に突入電流を観測することができ、これにより、受信機に負荷がかけられている場合に、電力伝送が中断されないことになる。

10

【 0 0 5 4 】

周波数変化型検出方法

本発明の一実施形態によれば、周波数変化型検出方法は、電力モードの送信機で始まる。一実施形態では、送信機は、共振型受信機が存在を既に検出しており、当該共振型受信機に電力の伝送を開始している。電力モードでは、送信機は、受信機に電力を伝送するように制御される。コンバータ及び DC - DC コンバータは、動作周波数及び動作電圧で、交流電流をインダクタに供給するように制御され、当該動作周波数は、受信機の共振と整合 (match) するように制御される。

20

【 0 0 5 5 】

送信機は、導電性の非受信機 (即ち、寄生負荷) が送信機のレンジ内に導入されているかどうかを検出するために、電力モードから電力 検出モードに周期的に切り替わる。本発明の好適な実施形態では、送信機は、2 秒ごとに一時的に電力 検出モードに切り替わるよう構成される。

【 0 0 5 6 】

電力 検出モードへの切り替えに応じて、センサは、コンバータに供給される平均の定常状態電流を測定する。コントローラは、この電流値を周波数の値とともにメモリに格納する。

【 0 0 5 7 】

コントローラは、その後、周波数を試験周波数に調整する。当該試験周波数は、受信機が共振でなくならないようにし、それにより、送信機から受信機への定格の電力伝送に影響を及ぼさないよう、動作周波数に十分に近くなければならない。一実施形態では、当該試験周波数は、動作周波数から 4 % 未満異なる周波数である。

30

【 0 0 5 8 】

システムは、その後、新たな周波数下で定常状態に達することができる。センサは、コンバータに供給される平均の定常状態電流を測定する。コントローラは、この電流値を試験周波数の値とともにメモリに格納する。

【 0 0 5 9 】

上記ステップは、周波数範囲にわたって、複数の試験周波数について繰り返される。これにより、メモリが、周波数範囲にわたって測定された電流のレコードを保持する結果となるが、当業者には理解されよう。好適な実施形態では、当該周波数範囲は、送信機の動作周波数のあたりがおおよそ中心となるように選択される。

40

【 0 0 6 0 】

コントローラは、その後、レコードを分析することによって、定常状態電流と試験周波数との関係を判定する。コントローラは、機能分析についての任意の適切な方法で、当該関係を判定する。コントローラは、当該分析の品質を向上させるために、データを平滑化または平均化するように構成されてもよい。好適な実施形態では、コントローラは、データの線形回帰分析を行うことによって、比例定数を判定する。図 4 は、電流を縦軸、周波数を横軸として、2 つのデータセットの例を示している。第 1 のデータセットでは、わずかな変化があるのが確認できるが、全体的にデータの傾きはゼロに近く、即ち、比例定数は

50

ゼロ、またはゼロに近い。逆に、第2のデータセットは、はるかに大きい負の傾きを示しており、即ち、比例定数は、より大きい負の値である。

【0061】

受信機が存在する場合には、当該受信機は、一定の電力負荷として機能し、そのため、駆動周波数のわずかな変化は、引き出される電力の量に影響を及ぼさない。したがって、コンバータによって引き出される電流は、それほど変化しない。逆に、導電性の（金属片のような）非受信機は、一定の抵抗負荷として機能し、そのため、一定の電圧で駆動している送信用コイルについては、駆動周波数のわずかな増加によって、引き出される電力の量が減少する。したがって、コンバータに流れる電流も減少する。

【0062】

上述の比例定数が、このように、導電性の非受信機の存在に関する指標として使用されることが理解されよう。コントローラは、特定の閾値（即ち、「十分に負」である閾値）未満の値を有する比例定数のみが、導電性の非受信機の存在に関する指標となるものと見なされるよう、キャリブレーションされよう。

【0063】

比例定数が十分に負ではないとコントローラが判定した場合には、導電性の非受信機が送信機のレンジ内に存在しない可能性があり、その結果、コントローラは、その後、

- ・電力が受信機に伝送されるよう送信機を制御しうる。

【0064】

比例定数が十分に負であるとコントローラが判定した場合には、導電性の非受信機（即ち、寄生負荷）が送信機のレンジ内に存在する可能性があり、その結果、コントローラは、その後、

- ・導電性の非受信機の存在を確認するための他の検出方法に従って送信機を制御しうる、
- ・前述したスタンバイモードに送信機を戻しうる、または
- ・送信機をオフに切り替えうる。

【0065】

電圧変化型検出方法

本発明の一実施形態によれば、電圧変化型検出方法は、電力モードの送信機で始まる。一実施形態では、送信機は、受信機の存在を既に検出しており、当該受信機に電力の伝送を開始している。電力モードでは、送信機は、受信機に電力を伝送するよう制御される。DC-ACコンバータ及びDC-DCコンバータは、動作電圧及び動作周波数で、交流電流をインダクタに供給するよう制御される。

【0066】

送信機は、導電性の非受信機（即ち、寄生負荷）が送信機のレンジ内に導入されているかどうかを検出するために、電力モードから電力検出モードに周期的に切り替わる。本発明の好適な実施形態では、送信機は、2秒ごとに一時的に電力検出モードに切り替わるよう構成される。

【0067】

電力検出モードへの切り替えに応じて、センサは、コンバータに供給される平均の定常状態電流を測定する。コントローラは、この電流値を動作電圧の値とともにメモリに格納する。

【0068】

コントローラは、その後、電圧を試験電圧に調整する。一実施形態では、これは、DC-DCコンバータの制御を通じて実現される。他の実施形態では、コンバータは、駆動電圧を変化させるために異なるデューティサイクルで駆動されうる。試験電圧は、送信機から受信機への定格の電力伝送に影響を及ぼさないよう、動作電圧に十分に近くなければならない。一実施形態では、当該試験電圧は、動作電圧から4%未満異なる電圧である。

【0069】

システムは、その後、新たな電圧下で定常状態に達することができる。センサは、コンバータに供給される平均の定常状態電流を測定する。コントローラは、この電流値を試験

10

20

30

40

50

電圧の値とともにメモリに格納する。

【 0 0 7 0 】

上記ステップは、電圧範囲にわたって、複数の試験電圧について繰り返される。これにより、メモリが、電圧範囲にわたって測定された電流のレコードを保持する結果となる。ところが、当業者には理解されよう。好適な実施形態では、当該電圧範囲は、送信機の動作電圧のあたりがおおよそ中心となるように選択される。

【 0 0 7 1 】

コントローラは、その後、レコードを分析することによって、定常状態電流と試験電圧との関係を判定する。コントローラは、機能分析についての任意の適切な方法で、当該関係を判定する。コントローラは、当該分析の品質を向上させるために、データを平滑化または平均化するように構成されてもよい。好適な実施形態では、コントローラは、データの線形回帰分析を行うことによって、比例定数を判定する。図5は、電流を縦軸、電圧を横軸として、2つのデータセットの例を示している。第1のデータセットでは、正の傾きが存在することが確認でき、即ち、比例定数は正である。逆に、第2のデータセットは、負の傾きを示し、即ち、比例定数は負である。

10

【 0 0 7 2 】

受信機が存在する場合には、当該受信機は、一定の電力負荷として機能し、そのため、駆動電圧のわずかな増加は、引き出される電力の量に影響を及ぼさない。したがって、コンバータによって引き出される電流は、印加される電圧が増加するにつれて減少する（ $P = VI$ を参照）。逆に、導電性の（金属片のような）非受信機は、一定の抵抗負荷として機能し、そのため、駆動電圧のわずかな増加によって、引き出される電力の量が増加する。したがって、コンバータに流れる電流も増加する（ $I = V / R$ を参照）。

20

【 0 0 7 3 】

上述の比例定数が、このように、導電性の非受信機が存在に関する指標として使用されることが理解されよう。コントローラは、特定の閾値（即ち、「十分に正」である閾値）を上回る値を有する比例定数のみが、導電性の非受信機が存在に関する指標となるものと見なされるよう、キャリブレーションされよう。

【 0 0 7 4 】

比例定数が十分に正ではないとコントローラが判定した場合には、導電性の非受信機が送信機のレンジ内に存在しない可能性があり、その結果、コントローラは、その後、

- ・電力が受信機に伝送されるよう送信機を制御しうる。

30

【 0 0 7 5 】

比例定数が十分に正であるとコントローラが判定した場合には、導電性の非受信機（即ち、寄生負荷）が送信機のレンジ内に存在する可能性があり、その結果、コントローラは、その後、

- ・導電性の非受信機が存在を確認するための他の検出方法に従って送信機を制御しうる、
- ・前述したスタンバイモードに送信機を戻しうる、または
- ・送信機をオフに切り替えうる。

【 0 0 7 6 】

本発明の実施形態の記述によって本発明を説明してきたが、また、実施形態を詳細に説明してきたが、添付の請求項の範囲を多少なりともそのような詳細に限定することは、出願人の意図ではない。更なる利点及び変更が、当業者には容易に見える。したがって、より広い態様の本発明は、図示及び記述されている具体的な詳細、代表的な装置及び方法、並びに例示的な例に限定されることはない。このため、出願人の全体的な発明概念の精神または範囲から逸脱することなく、そのような詳細からの逸脱がなされてもよい。

40

【図 1】

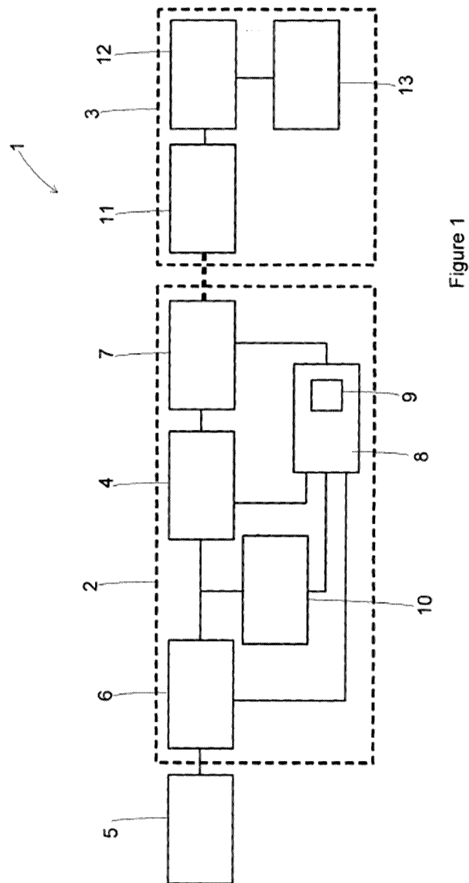


Figure 1

【図 2 a】

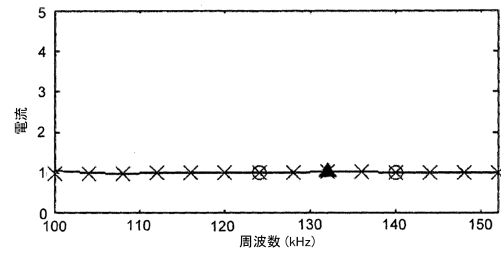


Figure 2a

【図 2 b】

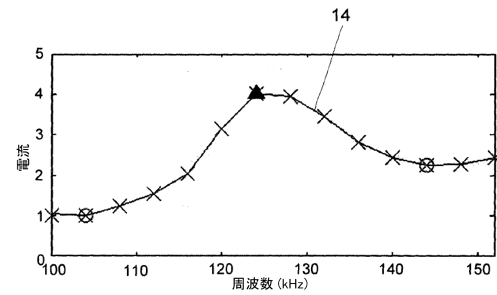


Figure 2b

【図 3】

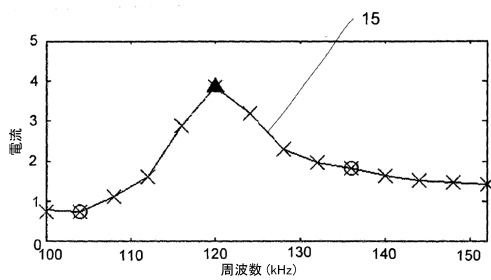


Figure 3

【図 5】

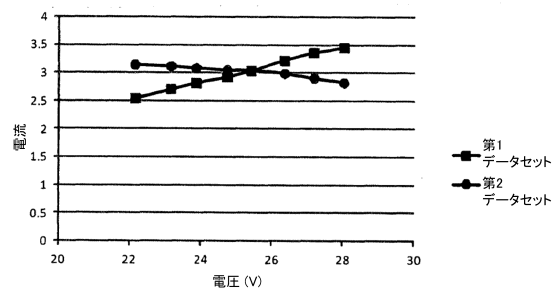


Figure 5

【図 4】

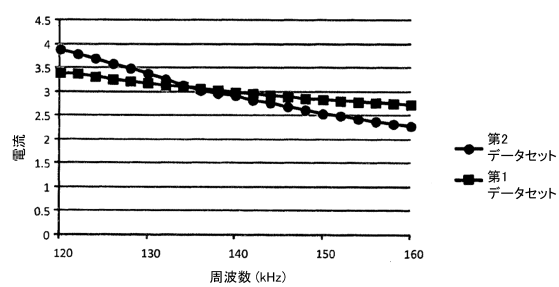


Figure 4

フロントページの続き

(72)発明者 ロバートソン, ダニエル, ジェームス
ニュージーランド, オークランド 1011, フリーマンズベイ, カレッジヒル 43,
レベル4

審査官 高野 誠治

(56)参考文献 特表2010-515425(JP,A)
国際公開第2011/032048(WO,A1)
国際公開第2011/097608(WO,A2)
特開2010-259172(JP,A)
特表2011-508578(JP,A)
特表2011-514801(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02J 50/00 - 50/90