

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2014-509486

(P2014-509486A)

(43) 公表日 平成26年4月17日(2014.4.17)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4B 5/02 (2006.01)	HO4B 5/02	5K012
HO2J 17/00 (2006.01)	HO2J 17/00	B
	HO2J 17/00	X

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 34 頁)

(21) 出願番号 特願2013-552711 (P2013-552711)
 (86) (22) 出願日 平成24年2月6日 (2012.2.6)
 (85) 翻訳文提出日 平成25年10月7日 (2013.10.7)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2012/023959
 (87) 国際公開番号 W02012/109137
 (87) 国際公開日 平成24年8月16日 (2012.8.16)
 (31) 優先権主張番号 61/440,138
 (32) 優先日 平成23年2月7日 (2011.2.7)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 61/564,130
 (32) 優先日 平成23年11月28日 (2011.11.28)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 302070822
 アクセス ビジネス グループ インター
 ナショナル リミテッド ライアビリティ
 カンパニー
 アメリカ合衆国, ミシガン 49355,
 エイダ, フルトン ストリート イースト
 7575
 (74) 代理人 100099759
 弁理士 青木 篤
 (74) 代理人 100092624
 弁理士 鶴田 準一
 (74) 代理人 100114018
 弁理士 南山 知広
 (74) 代理人 100165191
 弁理士 河合 章

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線電力伝送システムで通信を提供するシステム及び方法

(57) 【要約】

【課題】 単一の通信ビットが複数の変調によって表される可変周波数電力伝送信号における固定周波数通信の符号化を行うためにキード変調を用いる通信システム。

【解決手段】 固定通信速度を提供するために、各ビットに関連した変調の回数は、搬送波信号周波数に対する通信周波数の比の関数として動的に変化する。一実施の形態において、本発明は、電力伝送周波数の分数である速度で負荷をトグルすることによって通信が生成される動的な位相シフトキード変調を提供する。他の実施の形態において、本発明は、位相同期された速度及び電力伝送周波数の高調波で通信用送信機の負荷をトグルすることによって通信を提供する。更に別の実施の形態において、本発明は、例えば二つの異なる周波数の一つでの変調を含む周波数シフトキード変調を提供する。

【選択図】 図1

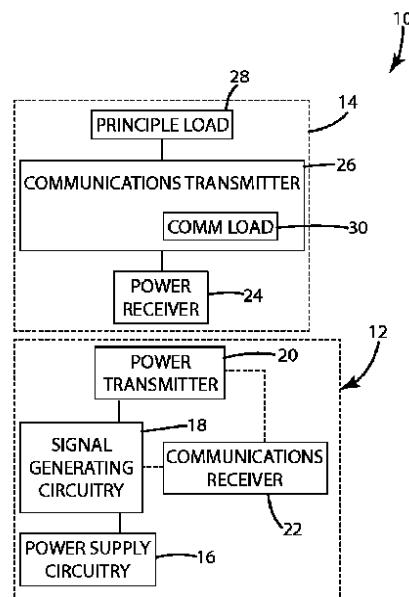


Fig. 1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

キード変調を用いて遠隔装置と誘導電源との間でデータ通信を行う方法であって、
可変周波数電力伝送信号を通じて誘導電力を前記誘導電源から受け取ることと、
ビットのデータストリームを固定周波数通信信号に符号化することと、
通信用送信機の負荷をトグルすることによって前記可変周波数電力伝送信号における前記固定周波数通信信号の変調を行うことと、を備え、前記データストリームの各ビットは、前記可変周波数電力伝送信号に対する複数の変調によって表される方法。

【請求項 2】

誘導電源から遠隔装置に電力を伝送するとともに前記遠隔装置から前記誘導電源にデータを送信するための遠隔装置であって、

可変周波数電力伝送信号を受信するのに適合した電力受信機と、

ビットのデータストリームを固定周波数通信信号に符号化するのに適合したコントローラと、

前記可変周波数電力伝送信号における前記固定周波数通信信号の変調を行うために負荷を選択的にトグルするのに適合した通信用送信機と、を備え、前記データストリームの各ビットは、前記可変周波数電力伝送信号に対する複数の変調によって表される遠隔装置。

【請求項 3】

前記誘導電源は、前記可変周波数電力伝送信号から前記データストリームを復号する検出回路を有する前記誘導電源と組み合わせた請求項 2 に記載の遠隔装置。

【請求項 4】

誘導電源から遠隔装置に電力を伝送するとともにキード変調を用いて遠隔装置と誘導電源との間でデータ通信を行うためのシステムであって、

可変周波数電力伝送信号を受信するのに適合した電力受信機と、

ビットのデータストリームを固定周波数通信信号に符号化するのに適合したコントローラと、

前記可変周波数電力伝送信号における前記固定周波数通信信号の変調を行うために負荷を選択的にトグルするのに適合した通信用送信機と、を備え、前記データストリームの各ビットは、前記可変周波数電力伝送信号に対する複数の変調によって表されるシステム。

【請求項 5】

前記遠隔装置は、前記遠隔装置がキード変調を用いてデータを前記誘導電源に送信するような前記通信用送信機を有し、前記誘導電源は、前記可変周波数電力伝送信号から前記データストリームを復号する検出回路を有する請求項 4 に記載のシステム。

【請求項 6】

前記誘導電源は、前記誘導電源がキード変調を用いてデータを前記誘導電源に送信するような前記通信用送信機を有し、前記遠隔装置は、前記可変周波数電力伝送信号から前記データストリームを復号する検出回路を有する請求項 4 に記載のシステム。

【請求項 7】

前記通信用送信機は、前記負荷を変調し、前記変調は、前記可変周波数電力伝送信号の分数である速度で前記通信用送信機の前記負荷をトグルすることを含む先行する請求項に記載の場合によっては方法又はシステム又は遠隔装置。

【請求項 8】

前記速度は、前記可変周波数電力伝送信号の半分である請求項 7 に記載の場合によっては方法又はシステム又は遠隔装置。

【請求項 9】

前記可変周波数電力伝送信号の一つおきの波形の大きさを増大するために前記負荷をトグルする請求項 7 に記載の場合によっては方法又はシステム又は遠隔装置。

【請求項 10】

前記可変周波数電力伝送信号の一つおきの波形のピーク又はタフの大きさを増大するために前記負荷をトグルする請求項 7 に記載の場合によっては方法又はシステム又は遠隔装

10

20

30

40

50

置。

【請求項 1 1】

前記変調は、偶数の波形ごと又は奇数の波形ごとの前記負荷のトグルを含む請求項 9 と 10 のいずれか一方に記載の場合によっては方法又はシステム又は遠隔装置。

【請求項 1 2】

前記変調は、(a) 前記可変周波数電力伝送信号の偶数の分数で動作する変調クロック及び (b) 前記固定周波数通信信号の排他的 OR をとることによって形成される変調制御信号を生成することを含む先行する請求項に記載の場合によっては方法又はシステム又は遠隔装置。

【請求項 1 3】

前記可変周波数電力伝送信号をタイムスライスするとともに二つのタイムスライス間の DC オフセットを比較することによって前記可変周波数電力伝送信号から前記データストリームを復号することを更に含む先行する請求項に記載の場合によっては前記誘導電源と組み合わせた方法又はシステム又は遠隔装置。

【請求項 1 4】

前記通信用送信機は、前記可変周波数電力伝送信号の高調波で位相同期した変調速度で前記負荷を変調するように構成した請求項 1 から 6 のうちのいずれか 1 項に記載の場合によっては方法又はシステム又は遠隔装置。

【請求項 1 5】

前記速度は、前記可変周波数電力伝送信号の 4 倍である請求項 1 4 に記載の場合によつては方法又はシステム又は遠隔装置。

【請求項 1 6】

前記変調は、

(a) 前記変調速度で動作する変調クロック及び (b) 前記固定周波数通信信号の排他的 OR をとることによって形成された第 1 の変調制御信号を生成することと、

(a) 前記変調速度で動作する変調クロック及び (b) 前記固定周波数通信信号の排他的 OR の逆をとることによって形成された第 2 の変調制御信号を生成することと、

前記可変周波数電力伝送信号の正の半分の間に前記第 1 の変調制御信号に従って前記変調負荷をトグルすることと、

前記可変周波数電力伝送信号の負の半分の間に前記第 2 の変調制御信号に従って前記変調負荷をトグルすることと、

を有する請求項 1 4 に記載の場合によっては方法又はシステム又は遠隔装置。

【請求項 1 7】

前記可変周波数電力伝送信号をタイムスライスするとともにタイムスライス間の DC オフセットを識別することによって前記可変周波数電力伝送信号から前記データストリームを復号することを更に備える請求項 1 4 から 1 6 のうちのいずれか 1 項に記載の場合によっては前記誘導電源と組み合わせた方法又はシステム又は遠隔装置。

【請求項 1 8】

前記通信用送信機は、二つの異なる周波数の一方で前記負荷を変調するように構成される請求項 1 から 6 のうちのいずれか 1 項に記載の場合によっては方法又はシステム又は遠隔装置。

【請求項 1 9】

前記データストリームのハイビットを、第 1 の周波数で変調することによって送信し、前記データストリームのロービットを、第 2 の周波数で変調することによって送信する請求項 1 8 に記載の場合によっては方法又はシステム又は遠隔装置。

【請求項 2 0】

前記第 1 の周波数は、前記可変周波数電力伝送信号の $1/8$ であり、前記第 2 の周波数は、前記可変周波数電力伝送信号の $1/10$ である請求項 1 9 に記載の場合によっては方法又はシステム又は遠隔装置。

【請求項 2 1】

10

20

30

40

50

前記可変周波数電力伝送信号を周波数弁別器に送ることによって前記可変周波数電力伝送信号から前記データストリームを復号することを更に備える請求項 18 から 20 のうちのいずれか 1 項に記載の場合によっては前記誘導電源と組み合わせた方法又はシステム又は遠隔装置。

【請求項 22】

前記負荷は、抵抗素子、容量性素子及び誘導性素子の少なくとも一つを有する先行する請求項に記載の場合によっては方法又はシステム又は遠隔装置。

【請求項 23】

前記通信用送信機は、通信反転 (communication inversion) を回避するよう前記可変周波数電力伝送信号における前記固定周波数通信信号の変調を行う場合によっては方法又はシステム又は遠隔装置。

10

【請求項 24】

誘電電力を遠隔装置に伝送するとともに後方散乱変調によって前記遠隔装置からデータを受信する誘導電源であって、

可変周波数電力伝送信号を送信する電力送信機と、

前記可変周波数電力伝送信号における変調を検出するように構成された無線通信受信機と、を備え、前記誘導電源は、前記可変周波数電力伝送信号からデータストリームを復号し、前記データストリームの各ビットは、前記可変周波数電力伝送信号に対する複数の変調によって表される誘導電源。

20

【請求項 25】

前記誘導電源は、前記可変周波数電力伝送信号をタイムスライスするとともにタイムスライス間の DC オフセットを比較することによって前記データストリームを復号する請求項 24 に記載の誘導電源。

【請求項 26】

前記誘導電源は、第 1 の増幅器チェーン及び第 2 の増幅器チェーンを有する検出回路を有し、

前記第 1 の増幅器チェーンは、(a) 前記可変周波数電力伝送信号の偶数サイクルのバッファコピー及び (b) 前記可変周波数電力伝送信号の奇数サイクルの反転されたバッファコピーの平均をとり、

前記第 2 の増幅器チェーンは、(a) 前記可変周波数電力伝送信号の奇数サイクルのバッファコピー及び (b) 前記可変周波数電力伝送信号の偶数サイクルの反転されたバッファコピーの平均をとり、

30

前記第 1 の増幅器チェーンの出力及び前記第 2 の増幅器チェーンの出力の比較にตอบสนองして、前記検出回路は、前記データストリームを表す固定周波数通信信号を出力する請求項 24 に記載の誘導電源。

【請求項 27】

前記誘導電源は、前記可変周波数電力伝送信号の偶数サイクルのバッファコピーのピークを検出する第 1 の増幅器チェーン及び前記可変周波数電力伝送信号の奇数サイクルのバッファコピーのピークを検出する第 2 の増幅器チェーンを有する第 1 の検出回路を有し、

前記第 1 の増幅器チェーンの出力及び前記第 2 の増幅器チェーンの出力の比較にตอบสนองして、前記第 1 の検出回路は、第 1 のレベルシフト出力を出力する請求項 24 に記載の誘導電源。

40

【請求項 28】

前記誘導電源は、前記可変周波数電力伝送信号の偶数サイクルのバッファ反転コピーのタフを検出する第 1 のタフ増幅器チェーン及び前記可変周波数電力伝送信号の奇数サイクルのバッファ反転コピーのタフを検出する第 2 のタフ増幅器チェーンを有する第 2 の検出回路を有し、

前記第 1 のタフ増幅器チェーンの出力及び前記第 2 のタフ増幅器チェーンの出力の比較にตอบสนองして、前記第 2 の検出回路は、第 2 のレベルシフト出力を出力し、

前記データストリームを表す固定周波数通信信号を形成するために前記第 1 のレベルシフ

50

ト出力及び前記第2のレベルシフト出力を組み合わせる請求項27に記載の誘導電源。

【請求項29】

前記固定周波数通信信号は、前記データストリームの2位相符号化表示である請求項26と28のうちのいずれか1項に記載の誘導電源。

【請求項30】

前記誘導電源は、前記可変周波数電力伝送信号を周波数弁別器に送ることによって前記可変周波数電力伝送信号から前記データストリームを復号する請求項24に記載の誘導電源。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、無線電力伝送システムに関し、更に詳しくは、無線電力伝送システムで通信を提供するシステム及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

多くの従来の無線電力供給システムは、無線で電力を伝達するための誘導電力伝送(inductive power transfer)に依存する。典型的な誘導電力伝送システムは、電磁界を変化させる形態でエネルギーを無線で伝送する1次コイルを使用する誘導電源と、電磁界のエネルギーを電力に変換する2次コイルを使用する遠隔装置と、を有する。潜在的な利益を認識する際に、一部の開発者は、効率を最大にするとともに広範囲の環境の下で種々の異なるタイプの装置に対して適切な動作を行わせるように適合することができる適応制御システムを有する無線電力供給システムを製造することに焦点を当てていた。適応制御システムは、適切な量の電力を供給するとともに種々の動作状態に適合するために共振周波数、動作周波数、レール電圧又はデューティサイクルのような動作パラメータを変更することができる。例えば、(一つ以上の)電子装置の個数、(一つ以上の)電子装置の一般的な所要電力(power requirements)及び(一つ以上の)電子装置の瞬時的な電力要求(power needs)に基づいて無線電源の動作パラメータを変更するのが望ましい。他の例として、1次コイルに対する(一つ以上の)電子装置の距離、位置(location)及び向き(orientation)は、電力伝送の効率に影響を及ぼすおそれがあり、動作パラメータの変更を、動作を最適化するために用いることができる。更に別の例として、無線電源の範囲の(in range of)寄生金属(parasitic metal)の存在は、性能に悪影響を及ぼし、又は、他の不所望な結果を示すおそれがある。適応制御システムは、動作パラメータを調整し又は電源を切ることによって寄生金属の存在に応答することができる。これらの例に加えて、当業者は、適応制御システムの使用から追加の利益を認識することができる。

20

30

【0003】

向上した効率及び他の利点を提供するために、遠隔装置が電源と通信できるようにする通信システムを包含することは従来の無線電力供給システムでは珍しくない。一部のケースにおいて、通信システムは、遠隔装置から電源への一方向通信を行うことができる。他のケースにおいて、両方向への通信を行うことができる双方向通信を提供する。例えば、無線電源及び遠隔装置は、ハンドシェイクを行い、又は、遠隔装置が無線電源に準拠している(compatible)ことを確認するために通信を行うことができる。遠隔装置は、無線電源から受け取る電力量を表す情報だけでなく一般的な所要電力を伝えることができる。この情報によって、無線電源は、最適な効率で最適な電力量を供給するために動作パラメータを調整することができる。これら及び他の利益は、遠隔装置から無線電源までの通信チャネルの存在によって生じる。

40

【0004】

誘導電磁界を用いて電力を伝送する無線電源において通信を提供する有用かつ有効な方法は、通信を誘導電磁界に置く(overlay)ことである。これによって、個別の無線通信リンクを追加する必要なく通信を行うことができる。通信を誘導電磁界に組み込む一つの共通方法は、「後方散乱変調」(backscatter modulation)と称される。後方散乱変調は、遠

50

隔装置のインピーダンスが反射したインピーダンスを通じて電源に戻される原理に依存する。後方散乱変調によって、遠隔装置のインピーダンスは、反射したインピーダンスによって電源に伝達されるデータストリーム（例えば、ビットストリーム）を作成するために選択的に変更される。例えば、インピーダンスを、負荷抵抗を2次回路に選択的に適用することによって変調することができる。電源は、反射したインピーダンスによって影響が及ぼされるタンク回路の電力の特性をモニタする。例えば、電源は、データストリームを表す変動に対するタンク回路の電流をモニタすることができる。

【0005】

後方散乱変調を用いて誘導電磁界上で送信されるデータを符号化するために、様々な形式が開発された。一つの共通のアプローチは、2位相変調である。2位相変調は、信号がクロックパルスごとにハイからローに変動する形式を用いる。「1」を符号化するために、変調器は、当該ビットに関連した期間(time period)中に他の遷移(additional transition)を追加する。「0」を符号化するために、クロックパルス遷移は、当該ビットに関連した期間中に生じる遷移のみとなる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

無線電力通信は、給電されている装置が雑音のある負荷(noisy load)を示す場合に妨害されるおそれがある。例えば、装置によって消費される電力量の変化は、遠隔装置のインピーダンスを変化させるおそれがある。インピーダンスのこれらの変化は、何も存在しないときのデータの出現を作り出すおそれがあり、又は、これらが正当なデータ(legitimate data)を破損するおそれがある。電源は、データ通信と同一周波数で生じる雑音の影響を特に受けやすくなる。例えば、データが送信されている間に生じる負荷の変動が正当なデータを隠す(mask)可能性がある。他の例として、データ通信と同一の周波数範囲で生じる場合には、雑音のランダムパターンが正当な通信信号のプリアンプルすなわち開始ビットと間違っ て解釈される可能性がある。これが生じる場合、電源は、正当なデータを受け取ったと考え、例えば、模倣された(faux)プリアンプルに続くデータパケットの形態のデータを抽出するおそれがある。電源が最終的にはデータパケットが正当でないとして決定したとしても、電源は、正当でないパケットに占有され、これによって、正当なデータを認識する能力を遅延させる。

【0007】

さらに、一部の用途において、遠隔装置は、キープアライブ(keep-alive)信号を無線電源に送信するように構成される。キープアライブ信号は、例えば、電力を必要とする準拠した遠隔装置が存在するかを無線電源に尋ねることができる。無線電源によるキープアライブ信号の連続番号の認識が雑音によって妨げられる場合、装置に対する電力の供給が中断される。これは、遠隔装置のバッテリーが使い果たされている(depleted)ときに特に問題になる。

【0008】

本発明は、可変周波数電力送信信号における固定周波数通信を符号化するためにキード変調(keyed modulation)を用いる通信システムを提供する。一実施の形態において、単一の通信ビット（例えば、単一の論理ハイ(logic high)又は論理ロー(logic low)）は、複数の変調によって表される。固定通信速度を提供するために、各ビットに関連した変調の数は、搬送波信号周波数に対する通信周波数の比の関数として動的に変化する。

【課題を解決するための手段】

【0009】

一実施の形態において、本発明は、ダイナミック位相シフトキード変調(dynamic phase-shift keyed modulation)を提供する。本実施の形態において、本発明は、電力伝送周波数の分数(fraction)である速度(rate)で通信用送信機の負荷をトグル(toggle)することによって通信を提供する。例えば、負荷を、電力伝送周波数の半分の周波数で変調することができる。通信用送信機を、一つおきの波形で変調を行うように構成することができ、一

10

20

30

40

50

つおきの波形の大きさを増大する。データは、変調を偶数の波形ごとに行うか奇数の波形ごとに行うかを変更することによって符号化される。一実施の形態において、通信用送信機は、搬送波の1/2の周波数である周波数で動作する変調クロックを有する。一実施の形態において、変調クロックの出力は、変調制御信号を生成するためにデータ信号とXORをとる(XORed)ことができる。データ信号は、固定周波数を有することができる。本実施の形態において、通信用受信機は、(変調された搬送波波形に対応する)コイル電流をタイムスライスする(timeslicing)とともに二つのタイムスライス(time slice)間の直流オフセットを探すことによって復号することができる。

【0010】

他の実施の形態において、本発明は、位相同期した(phase locked)速度及び電力伝送周波数の高調波周波数(harmonic frequency)で通信用送信機の負荷をトグルすることによって通信を提供する。例えば、負荷を、搬送波周波数の4倍の周波数でトグルすることができる。負荷変調周波数が搬送波周波数の変動とともに変化すると、固定通信周波数中に生じる変調の数も変化する。データは、各サイクルの正の半分及び負の半分に適用される変調を変更することによって符号化される。波形の正の半分の間、変調信号は、変調クロック信号とデータ信号とのXORをとることによって生成される。波形の負の半分の間、変調信号は、変調クロック信号とデータ信号との(XNORとも称される)XOR#をとること(すなわち、変調クロック信号とデータ信号とのXORの逆)によって生成される。本実施の形態において、通信用受信機は、コイル電流信号のバッファコピー及び反転コピーを生成した後にバッファコピー又は反転コピーのタイムスライスをコントローラに交互に送ることによって通信信号を復号することができる。タイムスライスを変調周波数に同期させる。コントローラは、DCオフセットを探すことによってハイ信号又はロー新語を認識する。例えば、ロー信号によって負のオフセットを生じるさせることができ、ハイ信号によって正のオフセットを生じるさせることができる。

【0011】

更に別の実施の形態において、本発明は、周波数シフトキー(frequency-shift-keyed)変調を提供する。本実施の形態において、通信用送信機を、二つの異なる周波数の一方で変調を行うように構成することができる。ハイ信号は、第1の周波数で変調を行うことによって符号化され、ロー信号は、第2の周波数で変調を行うことによって符号化される。第1の周波数を、搬送波周波数の1/8のような分数とすることができ、第2の周波数を、搬送波周波数の1/10のような分数とすることができ、本実施の形態において、通信用受信機は、コイル電流をフィルタ処理するとともにそれを周波数弁別器に送ることによって通信信号を復号することができる。

【0012】

本発明は、可変周波数搬送波信号を用いて固定周波数で通信(communication)を送信する簡単かつ有効なシステム及び方法を提供する。本発明のシステム及び方法は、後方散乱変調により誘導電磁界上で通信を送信するときに向上した信頼性を提供する。各ビットに対する複数の変調を用いることによって、一つ以上の変調における変動又は他の不具合は、複数の変調に亘って平均化され、データを破損しない。さらに、通信変調がハイ信号とロー信号の両方の間に生じ、通信によってハイ信号とロー信号との間に負荷の極端な変動が生じない。一部の用途において、更に高い信号対雑音比を与えうるベースドライブ波形(base drive waveform)がそれ自体を相殺するためにタイムスライシングが用いられる。

【0013】

本発明のこれら及び他の目的、効果及び形態は、本実施の形態の説明及び図面を参照することによって更に十分に理解されるであろう。

【0014】

発明の実施の形態を詳細に説明する前に、本発明が以下の説明又は示した図面で説明した構成要素の動作の詳細又は構成及び配置に限定されるものではないことを理解すべきである。発明を、種々の他の実施の形態で実現することができ、ここで明確に開示しなかった他の方法で実用化し又は実施することができる。また、ここで用いられている表現及び

10

20

30

40

50

用語は、説明のためのものであり、限定するものとみなすべきではない。「有する」(including)及び「備える」(comprising)の使用並びにその変形は、後に挙げる品目及びその等価物並びに追加の品目及びその等価物を包含することを意味する。さらに、列挙(enumeration)を、種々の実施の形態の説明において用いることができる。他で明確に説明しない場合、列挙の使用を、発明を任意の特定の順序又は数の構成要素に限定するものと解釈すべきでない。列挙の使用を列挙したステップ又は構成要素と組み合わせることができる任意の追加のステップ又は構成要素を発明の範囲から除外するものと解釈すべきでない。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】図1は、本発明の実施の形態による無線電力伝送システムの配置図である。 10

【図2】図2は、図1の無線電力伝送システムの一実施の形態の配置図である。

【図3】図3は、検出回路の配置図である。

【図4】図4は、遠隔装置の第1の実施の形態の簡易化した回路図である。

【図5】図5は、遠隔装置の第2の実施の形態の簡易化した回路図である。

【図6】図6は、遠隔装置の第3の実施の形態の簡易化した回路図である。

【図7】図7は、遠隔装置の第4の実施の形態の簡易化した回路図である。

【図8】図8は、遠隔装置の第5の実施の形態の簡易化した回路図である。

【図9】図9は、遠隔装置の第6の実施の形態の簡易化した回路図である。

【図10】図10は、第1の通信方法を表す一連の波形図である。

【図11A】図11Aは、第1の検出回路の一部を示す簡易化した回路図である。 20

【図11B】図11Bは、第1の検出回路の一部を示す簡易化した回路図である。

【図12】図12は、第2の通信方法を表す一連の波形図である。

【図13A】図13Aは、第2の検出回路の一部を示す簡易化した回路図である。

【図13B】図13Bは、第2の検出回路の一部を示す簡易化した回路図である。

【図14】図14は、第3の通信方法を表す一連の波形図である。

【図15】図15は、第3の検出回路の一部を示す簡易化した回路図である。

【図16】図16は、第4の通信方法を表す一連の波形図である。

【図17】図17は、第1の検出回路の出力電力に対する信号強度のプロットである。

【図18】図18は、第4の検出回路の出力電力に対する信号強度のプロットである。

【図19A】図19Aは、第4の検出回路の一部を示す簡易化した回路図である。 30

【図19B】図19Bは、第4の検出回路の一部を示す簡易化した回路図である。

【図20A】図20Aは、第4の検出回路の一部を示す簡易化した回路図である。

【図20B】図20Bは、第4の検出回路の一部を示す簡易化した回路図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

I. 概説

本発明の実施の形態による無線電力伝送システムを図1に示す。無線電力伝送システム10は、一般的に、無線電源12と、遠隔装置14と、を有する。無線電源12は、遠隔装置14に結合することができる誘導電磁界によって無線で電力を遠隔装置14に供給することができる。遠隔装置14は、無線電源12によって生じた誘導電磁界に通信を重ね合わせることによって通信を無線電源12に送信するように構成される。無線電源12は、一般的に、電力供給回路16と、信号生成回路18と、電力送信機20と、無線通信受信機22と、を有する。無線通信受信機22は、後方散乱変調によって遠隔装置14から通信を受信するように構成される。遠隔装置14は、一般的に、電力受信機24と、通信送信機26と、主負荷28と、を有する。通信送信機26は、遠隔装置14のインピーダンスを変更するために選択的に適用することができる通信負荷30を有することができる。これによって、反射したインピーダンスによって無線電源12に戻されるデータ信号を作成する。通信送信機26は、各ビット時間(bit time)中に負荷を複数回変調することによって信号を生成するように構成される。各変調の特性は、搬送波信号の周波数に依存することができ、搬送波信号の周波数の変化に関係なく本質的に一定のままにする 40

ことができる。しかしながら、ビット時間中に生じる変調の数を、搬送波信号の周波数の関数、例えば、搬送波信号周波数の分数又は倍数とすることができる。負荷を、位相キードシフティング(phase keyed shifting)の向上した形態又は周波数キードシフティング(frequency keyed shifting)の向上した形態を提供するために変調することができる。通信信号を、変調によって影響が及ぼされる電力の特性を検知するとともに検知した特性を時間とともに平均化することによって復号することができる。

【0017】

II. 無線電力伝送システム

本発明は、無線電力伝送システムとの関連で通信を送信するシステム及び方法に関する。本発明のシステム及び方法は、電力を送信するために用いられる電磁界にデータを重ね合わせることによる通信の伝送に関する。本発明は、実質的にあらゆるタイプのデータの送信で用いるのに適合している。例えば、本発明の通信システム及び方法を、遠隔装置を識別する信号のような無線電力伝送システムの動作に関連する制御信号を送信し、無線電力供給制御パラメータを提供し、又は、無線電源に関連する情報(例えば、電流、電圧、温度、バッテリー状態、充電状況及び遠隔装置状況)をリアルタイムで提供するのに用いることができる。他の例として、通信システム及び方法を、カレンダー及びやることリストの同期を含む遠隔装置の特徴に関連した情報の転送又はファイル(例えば、数例を挙げると、音声ファイル、ビデオファイル、画像ファイル、スプレッドシートファイル、データベースファイル、ワード処理ファイル、アプリケーションファイル)の転送のような無線電力伝送システムに関連しないデータの転送に用いることができる。本発明を、遠隔装置 14 から無線電源 12 に通信を送信する種々の実施の形態に関連して説明する。詳細に説明しないとしても、本発明を無線電源 12 から遠隔装置 14 (又は複数の遠隔装置)に通信を伝達するのにも用いることができることを理解されたい。

10

20

【0018】

本発明を、動作周波数、共振周波数、レール電圧及び/又はデューティサイクルのような動作パラメータを遠隔装置 14 からの通信(例えば、データ)に基づいて調整することができる適応無線電源 12 に関連して説明する。本発明を適応無線電源に関連して説明するが、本発明を、通信の無線伝送が所望される実質的にあらゆるタイプの無線電源に関連して実現することができる。上述したように、図 1 の無線電源 12 は、一般的に、電源供給回路 16 と、信号生成回路 18 と、電力送信機 20 と、通信用受信機 22 と、を有する。図 2 は、図 1 の無線電源 12 の一実施の形態の更に詳細な配置図である。本実施の形態において、電源回路 16 は、一般的に、整流器 32 と、DC-DC コンバータ 34 と、を有する。整流器 32 及び DC-DC コンバータ 34 は、電力供給信号に対する適切な直流電力を提供する。電源供給回路 16 を、入力電力を信号生成回路 18 によって用いられる形式に変換することができる任意の回路にすることもできる。本実施の形態において、信号生成回路 18 は、コントローラ 36 の一部と、スイッチング回路 38 と、を含む。コントローラ 36 は、特に、所望の電力供給信号を電力送信機 20 に供給するためにスイッチング回路 38 を作動させるように構成される。本実施の形態において、電力送信機 20 は、1 次コイル 42 及びパラスタコンデンサ 44 を有するタンク回路 40 を有する。本実施の形態において、通信用受信機 22 は、検出回路 46 と、コントローラ 36 の一部と、を含む。本実施の形態では、検出回路 46 は、タンク回路 40 に結合されるが、後に詳細に説明するように他の場所に結合されてもよい。図示したように、本実施の形態の無線電源 12 は、スイッチング回路 38 のタイミングの制御及び通信信号を抽出するとともに解釈するための検出回路 46 との協働のような種々の機能を実行するコントローラ 36 を有する。これらの機能を、個別のコントローラ又は他の専用回路によって対処させることもできる。

30

40

【0019】

これまで一般的に説明した検出回路を、様々な異なる実施の形態で実現することができる。例えば、検出回路を、実施の形態で実現される変調/復調のタイプに依存して及び/又は電源供給回路の詳細に依存して実施例ごとに変更することができる。さらに、各変調

50

／復調形式を、種々の異なる回路を用いて実現することができる。一般的に言えば、検出回路は、反射したインピーダンスにより送信されたデータによって影響が及ぼされる電源の電力の特性の関数として出力信号を生成するように構成される。例えば、図3を参照すると、検出回路46は、タンク回路40の電流を検出するためのセンサ45と、本発明の実施の形態によって検出電流をハイ信号及びロー信号のストリームに変換する復調回路47と、を有することができる。検出回路46を、遠隔装置14から反射したインピーダンスによって電力に影響が及ぼされる電源12内の他のポイントに接続することもできる。復調回路47は、センサの出力をフィルタ処理するとともに調整する(図3に示さない)フィルタ処理及び調整回路を有することができる。例えば、復調回路47は、信号中のあらゆる直流成分を制限することなくデータ通信の周波数範囲より上の高周波数振動を減衰し及び／又はデータ通信の周波数範囲より下の低周波数振動を減衰するよう主に機能するバンドパスフィルタ処理回路を有することができる。一部の実施の形態において、信号を、フィルタ処理及び調整回路から、信号をハイ信号及びロー信号のストリームに変換する(図3に示さない)コンパレータに送ることができる。ハイ信号及びロー信号のストリームを、本発明の一実施の形態によってハイ信号及びロー信号をバイナリデータストリームとして解釈するコントローラ36のようなコントローラに供給する。開示を助けるために、特定の回路を対応する通信方法に関連して以下説明する。

10

【0020】

図示した実施の形態において、遠隔電子装置14は、データを符号化するために2位相符号化形式を用いる。この方法によって、バイナリ1は、クロック信号の立上り縁に一致する第1の遷移及びクロック信号の立下り縁に一致する第2の遷移を有する二つの遷移を用いる符号化データによって表される。バイナリ0は、クロック信号の立上り縁に一致する単一の遷移によって表される。したがって、コントローラは、対応する形式を用いてコンパレータ出力を復号するように構成される。後に説明するように、本発明は、電力信号における2位相符号化データの変調を行うとともに電力信号から抽出した通信を復調する様々な他の方法を提供する。

20

【0021】

本発明の一実施の形態による遠隔装置14を、図2に関連して詳細に説明する。遠隔装置14は、携帯電話、メディアプレーヤー、ハンドヘルドラジオ(handheld radio)、カメラ、懐中電灯又は他のあらゆる携帯電子装置のような一般的な通常の電子装置を含むことができる。遠隔装置14は、バッテリー、コンデンサ又は超コンデンサのような電気エネルギー蓄積装置を有することができ、又は、電気エネルギー蓄積装置なしで動作することができる。遠隔装置14の主要動作に関連する(とともに無線電力伝送に関連しない)構成要素は、一般的に従来型のものであり、したがって、詳細に説明しない。代わりに、遠隔装置14の主要動作に関連する構成要素を、一般的に主負荷28と称する。例えば、携帯電話に関連して、携帯電話それ自体に関連する電子要素を説明するための努力はしない。

30

【0022】

遠隔装置14は、一般的に、2次コイル52と、整流器54と、通信用送信機26と、主負荷28と、を有する。2次コイル52を、電線コイル、又は、無線電源12によって生成された変化する電磁界に共振して電力を生成することができる他の任意のインダクタとすることができる。整流器54は、交流電力を直流電力に変換する。図示しないが、装置14は、変換が所望されるこれらの実施の形態においてDC-DCコンバータを有することもできる。交流電力が遠隔装置で所望される用途において、整流器54は必要でない。本実施の形態の通信用送信機26は、コントローラ56と、通信負荷30と、を有する。通信における役割に加えて、コントローラ56を、整流された電力の主負荷28への供給のような種々の機能を実行するように構成することができる。一部の用途において、主負荷28は、遠隔装置14の電子機器への電力の供給を管理することができる電力管理ブロックを有することができる。例えば、通常の電子装置は、内部バッテリー又は(コンデンサ又は超コンデンサのような)他の電気エネルギー蓄積装置を有することができる。電力管理ブロックは、装置の内部バッテリーを充電するために整流された電流を使用するとき及

40

50

び装置を給電するために電力を使用するときを決定することができる。電力管理ブロックは、バッテリー充電と直接的な装置への給電との間で電力を分配することもできる。一部の用途において、主負荷 28 は、電力管理ブロックを有しない。そのような用途において、コントローラ 56 を、電力管理機能に対処するようプログラムすることができ、又は、電子装置 14 は、電力管理機能に対処するための個別のコントローラを有することができる。

【0023】

通信機能に関連して、コントローラ 56 は、後方散乱変調形式を用いて電力信号に対するデータ通信を行うためにコントローラ 56 が通信負荷 30 を選択的に適用することができるプログラミングを有することができる。動作中、コントローラ 56 を、所望のデータ送信を行うために適切なタイミングで通信負荷 30 を 2 次コイル 52 に選択的に結合するように構成することができる。通信負荷 30 を、遠隔装置 14 の全体の負荷を選択的に変更することができる抵抗又は他の回路素子とすることができる。例えば、抵抗の変形例として、通信負荷 30 を、(図示しない)コンデンサ又はインダクタとすることができる。図示した実施の形態が単一の通信負荷 30 を示すが、複数の通信負荷を用いることができる。例えば、システムは、2010 年 1 月 5 日に出願されるとともに参照により全体をここに組み入れる表題が「動的負荷による誘導リンク間の通信」(COMMUNICATION ACROSS AN INDUCTIVE LINK WITH A DYNAMIC LOAD)の米国出願番号 12 / 652 , 061 の実施の形態による動的負荷通信システムを包含することができる。通信負荷 30 を専用回路素子(例えば、専用抵抗、専用インダクタ又は専用コンデンサ)とすることができるが、通信負荷 30 を専用素子とする必要はない。例えば、一部の用途において、通信を、主負荷 28 又は主負荷 28 の一部をトグルすることによって行うことができる。

10

20

【0024】

図 2 の配置図において通信負荷 30 をコントローラ 56 に結合したものを示したが、通信負荷 30 を、2 次コイル 52 と整流器 54 との間のように遠隔装置 14 のインピーダンスの所望の変動を作り出すことができるあらゆる位置に配置することができる。

【0025】

図 4 は、本発明の一実施の形態の回路図を示す。回路図は遠隔装置 14 の通信信号の作成に関連する主要な回路素子を表すことを意図した簡易的な図であることを理解されたい。本実施の形態において、通信信号を供給するために単一の負荷が変調される。図 4 の実施の形態は、一般的に、2 次コイル 52 と、フルブリッジ整流器 54 と、負荷 28 と、パルクコンデンサ 60 と、通信支回路(communication subcircuit) 62 と、を有する。2 次コイル 52 を、任意のインダクタとすることができるが、図示した実施の形態では電線コイルとする。整流器 54 を、ダイオード D1 ~ D4 を有するフルブリッジ整流器とする。他の整流器形態を用いることもできる。負荷 28 は、遠隔装置 14 の機能的な負荷(functional load)を表す。パルクコンデンサ 60 は、負荷 28 に供給される電力の平滑化及びフィルタ処理を助けるために選択される。通信支回路 62 は、負荷 28 とアースとの間で直列に接続した負荷抵抗 30 及び FET 64 を有する。図 4 に示さないが、コントローラ 56 は、通信信号を生成するためにコントローラ 56 が負荷抵抗 30 を選択的に変調できるように FET 64 に動作的に(operatively)結合される。

30

40

【0026】

様々な他の通信回路を図 5 ~ 9 に示す。図 4 と同様に、図 5 ~ 9 は、遠隔装置の通信信号の作成に関連した主要な回路素子を示すことを意図した簡易的な回路図である。図 5 は、独立したハイサイド整流器ブリッジ(high side rectifier bridge) 66 を有する単一の通信負荷 30 を有する実施の形態を示す。本実施の形態において、フルブリッジ電力整流器 54 は、負荷 28 に供給される電力を整流するために設けられる。電力整流器 54 は、ダイオード D1 ~ D4 を有する。通信支回路 62 は、独立した通信ブリッジ 66 とともに通信負荷 30 及び FET 64 を有する。独立した通信ブリッジは、ダイオード D5 ~ D6 を有する。動作中、(図 5 に示さない)コントローラ 56 は、通信負荷 30 を変調するために FET 64 を動作させる。

50

【 0 0 2 7 】

図 6 は、通信負荷 3 0 a ~ 3 0 b を適用するために二つの個別の通信支回路 6 2 a ~ 6 2 b が用いられる他の変形例を示す。本実施の形態において、フルブリッジ整流器 5 4 は、負荷 2 8 に供給される電力を整流するために設けられる。フルブリッジ整流器は、ダイオード D 1 ~ D 4 を有する。第 1 の通信支回路 6 2 a は、駆動波形の一方の半分の間に通信負荷を変調するためにダイオード D 4 とダイオード D 1 の共通ノードに接続される。第 1 の通信支回路 6 2 a は、通信負荷 3 0 a と、F E T 6 4 a と、を有する。F E T 6 4 a は、コントローラが通信負荷 3 0 a を選択的に変調できるように（図 6 に示さない）コントローラ 5 6 に動作的に結合される。第 2 の通信支回路 6 2 b は、駆動波形の他方の半分の間に通信負荷 3 0 b を変調するためにダイオード D 3 とダイオード D 2 の共通ノードに接続される。本実施の形態において、第 2 の通信支回路 6 2 b は、第 1 の通信支回路 6 2 a と実質的に同一である。第 2 の通信支回路 6 2 b は、通信負荷 3 0 b と、F E T 6 4 b と、を有する。F E T 6 4 b は、コントローラが通信負荷 3 0 b を選択的に変調できるようにコントローラ 5 6 に動作的に結合される。

10

【 0 0 2 8 】

本発明を、通信信号をスプリット 2 次コイル (split secondary coil) (例えば、センタータップコイル (center-tapped coil)) に供給するよう負荷を変調するために用いることもできる。例えば、図 7 ~ 9 は、種々の他の遠隔装置回路を示す。図 7 は、単一の通信支回路及び共通の全波整流器を有する回路を示す。本実施の形態において、2 次コイル 5 2 を、センタータップスプリットコイル (center-tapped, split coil) とする。通信支回路 6 2 は、通信負荷 3 0 と、F E T 6 4 と、を有する。F E T 6 4 は、コントローラ 5 6 が通信負荷 3 0 を選択的に変調できるように（図 7 に示さない）コントローラ 5 6 に動作的に結合される。

20

【 0 0 2 9 】

図 8 は、センタータップ 2 次コイル 5 2 及び独立した通信ブリッジ 6 6 を有する他の実施の形態を示す。本実施の形態において、電力整流器 5 4 は、ダイオード D 1 , D 2 を有する。通信支回路 6 2 は、個別のダイオード D 3 , D 4 によって 2 次コイルの両側に結合される。通信支回路 6 2 は、通信負荷 3 0 と、通信負荷 3 0 を選択的にアースに結合するための F E T 6 4 と、を有する。F E T 6 4 は、コントローラ 5 6 が通信負荷 3 0 を選択的に変調できるようにコントローラ 5 6 に動作的に結合される。

30

【 0 0 3 0 】

図 9 は、更に別の実施の形態である。本実施の形態は、スプリット 2 次コイル 5 2 と、全波電力整流器 5 4 と、独立した通信制御を行う二つの通信ブリッジ 6 6 a , 6 6 b と、を有する。電力整流器 5 4 は、スプリット 2 次コイル 5 2 と負荷 2 8 との間に配置されたダイオード D 1 , D 2 を有する。第 1 の通信ブリッジ 6 6 a は、駆動波形の一方の半分の間に通信負荷を変調するために、2 次コイル 5 2 の第 1 の側及びダイオード D 1 を接続するノードに接続される。第 1 の通信ブリッジ 6 6 a は、ダイオード D 3 と、第 1 の通信支回路 6 2 a を有する。第 1 の通信支回路 6 2 a は、通信負荷 3 0 a と、F E T 6 4 a と、を有する。F E T 6 4 a は、コントローラが通信負荷を選択的に変調できるように（図 9 に示さない）コントローラ 5 6 に動作的に結合される。第 2 の通信ブリッジ 6 6 b は、駆動波形の他の半分の間に通信負荷 3 0 b を変調するために、2 次コイル 5 2 の逆側及びダイオード D 2 を接続するノードに接続される。第 2 の通信ブリッジ 6 6 b は、ダイオード D 4 と、第 2 の通信支回路 6 2 b と、を有する。本実施の形態において、第 2 の通信支回路 6 2 b は、第 1 の通信支回路 6 2 a と実質的に同一である。第 2 の通信支回路 6 2 b は、通信負荷 3 0 b と、F E T 6 4 b と、を有する。F E T 6 4 b は、コントローラが通信負荷を選択的に変調できるようにコントローラ 5 6 に動作的に結合される。

40

【 0 0 3 1 】

図 2 の遠隔装置 1 4 を、無線電力に関連した構成要素の制御機能の全てに対処する単一のコントローラについて説明したが、これらの機能を、複数のコントローラの間で分担させることができる。例えば、通信に対処する個別のコントローラが存在してもよい。個別

50

の通信支回路を有する用途において、遠隔装置 14 は、個別の通信支回路を動作させる個別のコントローラを有することができる。

【0032】

III. 通信方法

本発明は、無線電力伝達システムに関連して向上した性能を提供することができる様々な他の通信方法を提供する。これらの方法を、上述した無線電力伝送システム又は本発明の方法を実行することができる他の任意のシステムを用いて実現することができる。開示のために、本発明の通信方法を、図4の簡易的な回路図を組み入れる無線電力伝送システムに関連して主に説明する。以下の段落は、種々の波形図を参照しながら代替的な通信方法を記載する。これらの波形図は、データ(すなわち、1及び0の所望のストリーム)を示す第1の図と、2位相変調を用いて符号化したデータストリームを示す第2の図と、論理ローから論理ハイへの遷移を含む短期間中の更なる詳細を示す一連の図と、を有する。この開示のために、本発明の通信方法を、100kHzで動作する搬送波波形に関連して説明するが、周波数は変更してもよい。種々の通信方法を、単一の周波数(例えば、100kHz)で動作する搬送波波形に関連して説明するが、搬送波波形の周波数が時間とともに変化してもよく、本発明の通信方法が周波数変化に自動的に適応することを理解すべきである。図示した例において、搬送波波形周波数は、50kHzと200kHzとの間で時間とともに変化してもよい。開示のために、種々の通信方法を、2kHzの固定周波数で符号化されたデータに関連して説明する。この固定周波数は単なる例示であり、データ符号化周波数は用途ごとに変化することができる。

10

20

【0033】

一実施の形態において、通信は、駆動周波数の偶数の分数(even-integer fraction)のような分数である速度(rate)で通信負荷を変調することによって符号化される。例えば、図示した実施の形態において、通信抵抗は、搬送波波形の周波数の半分で変調される。変調信号は、変調クロック及び符号化データを組み合わせることによって作成される。更に詳しくは、本実施の形態において、変調クロック波形は、変調信号を生成するために符号化データ波形とXOR(排他的論理和)をとる。この手順を、図10A~10Hを参照しながら更に詳細に説明する。図10Aは、1及び0のサンプルデータストリームを示す。図10Bは、2位相符号化ストリームを用いて符号化されたサンプルデータストリームを示す。図10C~10Hを参照すると、変調信号は、変調クロック及び符号化データを組み合わせることによって作成される。図10C~10Hは、ロー信号からハイ信号への遷移がある間のデータストリームの短い部分を示す。図10Cは、上述したようなこの説明のための約100kHzの搬送波波形を示す。図10Dは、変調クロック信号を示す。変調クロック信号の周波数は、この図では搬送波の周波数の半分(すなわち、約50kHz)である。データストリームを図10Eに示す。上述したように、データ信号(図10D)は、図10Fに示すXOR波形を生成するために符号化データ信号(図10E)とXORをとる。図示したように、変調クロック波形は、符号化データがローであるときにコピーされ、符号化データがハイであるときに反転される。変調信号が搬送波波形に適用されるとき、結果的に得られる変調された搬送波波形を図10Gに示す。結果的に得られる変調された搬送波波形の交互のタイムスライシングを、図10Hに示す。

30

40

【0034】

通信信号を、様々な他のシステム及び方法を用いて受信し、復調し及び復号することができる。開示のために、本発明を、図3の通信用受信機22及び図11の復調回路に関連して説明する。本実施の形態の動作において、電流センサ45は、タンク回路40の電流を表す信号を生成する(図3参照)。電流センサ45を、タンク回路40の電流の大きさに比例して変化する電圧を有する信号を生成する電流センストランス(current sense transformer)とすることができる。他の変形例として、電流センサ45を、図4~9に示すようなスケール抵抗(scaling resistor)及びコンデンサを有する除算器(divider)から取得される出力とすることができる。上述したように、電流センサ45を、遠隔装置14の反射したインピーダンスによる影響が及ぼされる電源12の電力の特性を表す信号を

50

生成することができる任意の検出器又は同様な回路素子に置換することができる。

【0035】

本実施の形態において、検出回路46は、電流センサによる信号出力のバッファコピー及び反転したバッファコピーを生成する一対の増幅器102a, 102bを有する(図1参照)。図示したように、本実施の形態において、電流センサ信号を、互いに並列に配置した増幅器及び反転増幅器の両方に送ることができる。増幅器の出力及び反転増幅器の出力を、遠隔装置14の変調クロックに同期したタイムスライシングクロックに結合した一対のマルチプレクサ104a, 104bに送ることができる。タイムスライシングクロックは、電流信号のバッファコピー及び反転されたコピーを検出回路の残りの部分(remainder)に送るか否かの制御を行う。本実施の形態において、クロック信号は、2で除算された駆動周波数に対して同期がとられる。図示したように、本実施の形態において、二つのマルチプレクサ104a, 104bは、差動信号を提供するために互いに逆のNO/NC入力を有する。NO/NC入力のフリッピングの変形例として、差動信号を提供するためにマルチプレクサクロッキング(multiplexor clocking)を反転させることができる。一部のケースにおいて、駆動信号の直角位相コピー(quadrature copy)である信号によってマルチプレクサ104a, 104bをクロックするのが望ましい。90°位相シフトによって回路は更に良好に信号をとらえることができる。図示した実施の形態のマルチプレクサが二つの入力を有するとしても、マルチプレクサ104a, 104bは単一の入力を有することもでき、出力を、他のクロック位相で流動的にする(left floating)ことができる。これによって、増幅器チェーンの信号強度が減少するおそれがある。本実施の形態において、クロック信号を、駆動信号、1次コイル電圧、1次コイル電流又は上記のいずれかの90°位相シフト形態のような種々のソースから取得することができる。

10

20

【0036】

図11に戻ると、マルチプレクサ104aは、「A」タイムスライス中にバッファコピーを送るとともに「B」タイムスライス中に反転コピーを送り、マルチプレクサ104bは、「B」タイムスライス中にバッファコピーを送るとともに「A」タイムスライス中に反転コピーを送る。

【0037】

図11の検出回路において、マルチプレクサ104a, 104bの各々の出力は、個別の増幅器チェーンに送られる。図示した実施の形態において、各マルチプレクサ104a, 104bの出力は、個別の平均化回路106a, 106bに送られる。これらの平均化回路106a, 106bの各々は、波形の形状による影響が更に小さくなるとともに極値に対する感度が更に高くなるために一部の用途において強度平均よりも向上した性能を提供する各入力の最小及び最大の平均を出力する。一部の用途において潜在的に有益であるが、出力は、最小及び最大の平均である必要はない。例えば、一部の用途において、平均化回路106a, 106bは、各入力信号の強度平均を出力することもできる。

30

【0038】

図示した実施の形態において、平均化回路106a, 106bの出力を、個別のローパスフィルタ108a, 108bに送ることができる。本実施の形態において、フィルタ108a, 108bを2極の5kHzローパスフィルタとすることができる。これらのローパスフィルタ108a, 108bは、通信周波数範囲より上の信号の交流成分を除去するように主に機能する。この機能が図示した実施の形態でオペアンプを用いて実現されるとしても、オペアンプを、受動フィルタ又はデジタルフィルタのような他のフィルタ処理回路に置換することができる。

40

【0039】

一部の用途において、ローパスフィルタ108a, 108bの出力を増幅するのが望ましい。図示した実施の形態において、ローパスフィルタ108a, 108bの出力を個別の増幅器110a, 110bに送る。図示した実施の形態において、増幅器110a, 110bを、Vbias周辺の中心点を維持しながらフィルタ処理された信号を増幅するAC結合した増幅器(AC coupled amplifier)とする。本実施の形態において、AC結合は、DC

50

オフセットを除去するとともに 1 極のハイパスフィルタ(single pole high pass filter)としての機能を果たす。

【 0 0 4 0 】

増幅器 1 1 0 a , 1 1 0 b の出力は、個別のローパスフィルタ 1 1 2 a , 1 1 2 b に送られる。これらのローパスフィルタ 1 1 2 a , 1 1 2 b は、通信周波数範囲より上の信号の交流成分を除去するとともに A C 増幅器 1 1 0 a , 1 1 0 b によって付与された雑音を除去するのに役立つ。ローパスフィルタ 1 1 2 a , 1 1 2 b を図示した実施の形態でオペアンプを用いて実現されるとしても、オペアンプを、受動フィルタ又はデジタルフィルタのような他のフィルタ処理回路に置換することができる。一部の用途において、増幅器の出力の信号対雑音比を、ローパスフィルタ 1 1 2 a , 1 1 2 b が不要になるように十分に

10

【 0 0 4 1 】

図示した実施の形態において、ローパスフィルタ 1 1 2 a , 1 1 2 b の出力は、コンパレータ 1 1 4 にそれぞれ送られる。コンパレータ 1 1 4 は、二つの増幅器チェーンから戻された差動信号を組み合わせ、コントローラ 3 6 のようなマイクロコントローラによって容易に復号することができる単一の「デジタル」信号にする。図 1 0 G を参照すると、論理ローが送信される時、タイムスライス「A」は、大きな負のピークを有し、タイムスライス「B」は、大きな正のピークを有する。この状態の結果、ロー増幅器出力となる。それに対し、論理ハイが送信される時、タイムスライス「A」は、大きな正のピークを有し、タイムスライス「B」は、大きな負のピークを有する。この状態の結果、ハイ増幅器出力となる。コンパレータから出力されるハイ信号及びロー信号のストリームを、本実施の形態では 2 位相符号化形式である遠隔装置 1 4 のデータを符号化するための符号化形式を用いて復号することができる。

20

【 0 0 4 2 】

図 1 1 の二重チェーン回路(dual-chain circuitry)の変形例として、検出回路 4 6 は、シングルエンド検出チェーン(single ended detection chain)を包含することができる。そのような変形例において、検出回路は、図 1 1 の最上部のチェーンのみを有することができる。図 1 1 の二重チェーン回路は、一部の用途で向上した性能を提供することができる。その理由は、一方の信号の電圧が他方の減少の間に増大するために増幅器チェーンの差動対が向上した信号対雑音比を提供するからである。その結果、D C ドリフトが信号を歪めない。この変形例のコンパレータは、基準信号に対する入力信号の振幅の比較に基づいてハイ出力又はロー出力を提供するように構成される。更に詳しくは、コンパレータは、単一の検出チェーンから信号を受信する第 1 の入力部と、基準信号 V bias に結合した第 2 の入力部と、を有することができる。基準信号を、増幅された信号の直流成分より僅かに低く設定することができる。したがって、コンパレータ出力は、通信が信号に存在しないときにはハイのままである。通信が存在する場合、コンパレータ出力は、通信信号に応じてハイとローとの間でトグルする。コンパレータ 1 1 4 の出力は、復号のためにコントローラ 3 6 に送られる。この場合、復号は、2 位相復号形式で行われる。

30

【 0 0 4 3 】

変形例において、通信は、一部の例外を除いて図 1 0 A ~ 1 0 G 及び図 1 1 に関連して上述した実施の形態と同様に駆動周波数の分数である速度で通信負荷を変調することによって符号化される。図 1 0 F の例に示す駆動波形の全サイクル中に通信負荷を変調する代わりに、本実施の形態の通信負荷を、駆動波形の半分のような駆動波形の分数の間に変調する。

40

【 0 0 4 4 】

図 1 6 A ~ 1 6 H を参照すると、図示した実施の形態において、通信負荷は、搬送波波形の周波数の半分で変調される。変調クロック波形は、変調制御波形を生成するために符号化データ波形と X O R をとる。図 1 6 C ~ 1 6 H は、ロー信号からハイ信号への遷移が存在するデータストリームの短い区間を示す。図 1 6 C は、上述したようなこの説明のための約 1 0 0 k H z の搬送波波形を示す。図 1 6 D は、この説明のための搬送波の周波数

50

の半分（すなわち、約 50 kHz）である周波数を有する変調クロック波形を示す。変調波形と XOR がとられた後に図 16 F の XOR 波形が生じるデータストリームを図 16 E に示す。当然のことながら、このポイントまで、変形例の形態は、図 10 A ~ 10 G に関連して説明した実施の形態と実質的に同様である。

【0045】

以前の実施の形態で説明したように、通信負荷を、搬送波波形の全サイクルに対して XOR をとった波形に従って、すなわち、搬送波周波数の半分である周波数を有する変調されたクロック波形を用いた 50% のデューティサイクルで変調することができる。しかしながら、他の実施の形態において、XOR がとられた波形を、搬送波波形の約半分のサイクルの間に、すなわち、搬送波周波数の半分である周波数を有する変調されたクロック波形を用いた 25% のデューティサイクルで供給する。したがって、通信負荷を、以前の実施の形態より短い時間の間に与え、データを送信するために搬送波波形の一つおきの波形のピークとタフ (tough) の両方ではなくいずれか一方の大きさを増大させる。

10

【0046】

25% のデューティサイクルの変調を、図 10 A ~ 10 G の実施の形態で示した XOR 波形と同様な XOR 波形を生成することによって行うことができるが、搬送波波形の全サイクル中に XOR 波形を供給する代わりに、XOR 波形を、搬送波波形の各サイクルの半分の間に供給することができる。例えば、図 6 及び図 9 の通信回路を用いて、搬送波波形の各サイクルの半分の間の XOR 波形の供給を、通信負荷 30 a , 30 b の両方ではなく一方を選択的に変調し、別の表現で言えば、2 次コイル 52 の両方のレッグ (leg) ではなく一方のレッグを変調することによって行うことができる。当然のことながら、本実施の形態が上記実施の形態と同様な XOR 波形を用いた 25% のデューティサイクルを実現するが、25% のデューティサイクルを、25% のデューティサイクルを有するために変調クロック波形を変更するとともにそれを符号化データ波形と XOR をとることによって実現することもできる。図 4 及び図 5 並びに図 7 及び図 8 の通信回路を用いることによって、例えば、通信負荷 30 を、搬送波波形の各サイクルの近似的に半分の間に通信負荷 30 を適用するためにこの XOR がとられた波形に従って変調することができる。

20

【0047】

本実施の形態及び他の実施の形態の電子機器に固有の伝播遅延によって、変調クロックが搬送波波形に対して遅延されるおそれがある。図 16 C 及び図 16 D の図示した実施の形態において、この伝播遅延を、搬送波波形のゼロ交差に対する変調クロック波形の僅かなシフトによって見ることができる。一部の実施の形態において、例えば、この伝播遅延は、通信負荷が搬送波波形に対して適用されるとき及び遠隔装置 14 が遅延に適合し又は遅延を補償することを試みるか否かに影響を及ぼすおそれがある。

30

【0048】

図 16 A ~ 16 H の図示した実施の形態において、伝播遅延は、25% のデューティサイクル変調を実現するための変調を行うために 2 次コイル 52 のいずれのレッグを選択するかに影響を及ぼすおそれがある。参考として、図 6 の回路配置 (circuit topology) を用いると、変調サイクル中に (2 次コイル 52 の第 1 のレッグに結合した) 負荷抵抗 30 a を流れる電流を図 16 H に示し、変調サイクル中に (2 次コイル 52 の第 2 のレッグに結合した) 負荷抵抗 30 b を流れる電流を図 16 G に示す。図 16 D の変調クロック波形が第 2 コイル 52 の第 1 のレッグの搬送波波形と同期をとるので、伝播遅延は、図 16 H のチョップされた変調電流によって表されるように負荷抵抗 30 a の十分な変調 (full modulation) を妨げる。その結果、伝播遅延の影響を把握するとともに 25% のデューティサイクルで十分な変調を行うために、通信負荷を、変調クロック波形を生成するレッグと反対のレッグである 2 次コイルのレッグで変調を行うことができる。例えば、図 16 G に示した実施の形態において、十分な変調は、2 次コイル 52 の第 2 のレッグに結合した負荷抵抗 30 b を変調することによって 25% のデューティサイクルで達成される。

40

【0049】

ここで説明した他の変形例と同様に、本実施の形態の通信負荷を、負荷抵抗又は一つ以

50

上の他の素子のような一つ以上のインピーダンス素子とすることができる。例えば、通信負荷を、抵抗性、容量性、誘導性又はその組み合わせとすることができる。図4～9が負荷抵抗30を示すが、本実施の形態は、一部のケースにおいて負荷抵抗30の代わりに負荷コンデンサを用いた方が良好に機能することができる。

【0050】

図17及び図18の二つのプロットは、単一の負荷抵抗30a及び50%のデューティサイクルの変調器を用いて25%のデューティサイクルで変調を行う図16A～16Hの実施の形態の間の電位差を示す。図17は、50%のデューティサイクルの変調器を用いた実施の形態によって二つの連続するサイクルの間にコイルのエネルギーが使い果たされたことに起因する通信無効(communication null)すなわち反転を示す。特に、約15～30Wの出力電力で、変調深さ(modulation depth)が反転し、すなわち、0.0mVより下になり、無効通信区域(null communication zone)となる。図18に示すように、通信負荷をコイルの一方の側に加える25%のデューティサイクルの変調器を用いることによって、信号強度は、変調のために一部の区域で減少するが、反転及び無効通信区域は回避される。一態様において、本発明は、通信反転を回避する通信回路を提供する。さらに、25%のデューティサイクルの実施の形態の潜在的な特性は、通信中の可聴雑音の低減又は除去であり、50%のデューティサイクルの実施の形態も可聴雑音を低減し又は除去する。

10

【0051】

図19及び図20を参照すると、通信信号を、一部の例外を除いて図11に関連して上述した実施の形態と同様なシステム及び方法を用いて受信し、復調し及び復号することができる。平均化回路106a, 106bの代わりに、本実施の形態は、ピーク検出回路106a'', 106b'', 106a''', 106b'''を使用し、通信信号を復調するための二つの検出回路46'', 46'''を有する。その他の点では、本実施の形態及びその変形例は、ここで説明した他の実施の形態と同様である。

20

【0052】

上述したように、25%のデューティサイクルの変調を利用する実施の形態において、通信負荷を、搬送波のサイクルの半分の間に加えることができる。その結果、変調によって、レベルシフトが、誘導結合を通じて、一般的に電流センサによって検知された電流のピークとタフの両方ではなくいずれかに影響を及ぼす無線電源に反映されるおそれがある。換言すれば、25%のデューティサイクルの変調によって、(a)偶数のサイクルから奇数のサイクルまでの1次コイルのピーク電流又はピーク電圧のレベルがシフトするおそれがあり、又は、(b)偶数サイクルから奇数サイクルまでの1次コイルのタフ電流又はタフ電圧のレベルがシフトするおそれがある。遠隔装置の2次コイル52に対する1次コイル42のドットの向き(dot orientation)(例えば、巻線の向き)が未知である場合、レベルシフトがタフとピークのいずれで生じているかわからないおそれがある。したがって、本実施の形態は、通信負荷変調によるピークとタフのいずれかのレベルシフトを検知する二つの検出回路46'', 46'''を利用する。二つの検出回路46'', 46'''の各出力(A及びB)は、誘導結合によって変調された通信信号のデジタル表示を生じさせるために互いにORをとるように組み合わせられる。ドットの向きが既知である他の実施の形態において、既知のドットコンベンション(dot convention)及び2次コイル52のいずれのレッグが変調されるかに依存してピークとタフのいずれかのレベルシフトをいずれが予測されても検出するために、単一の検出回路を用いることができる。当然のことながら、ドットの向きを知ることは、50%のデューティサイクルの変調器を用いる実施の形態では不要である。その理由は、通信負荷の変調によるレベルシフトがピークとタフの両方で生じるからである。

30

40

【0053】

第1の検出回路46''及び第2の検出回路46'''を更に詳細に説明する。第1の検出回路46''は、電流センサによって出力される信号のバッファコピーを生成し、第2の検出回路46'''は、電流センサによって出力される信号の反転したバッファコピーを

50

生成する。このようにして、第1の検出回路46''は、通信負荷の付与にตอบสนองしてレベルシフトを検出するために搬送波のピークをサンプリングするとともにタイムスライスを行い、第2の検出回路46''''は、通信負荷の付与にตอบสนองしてレベルシフトを検出するために搬送波のタフをサンプリングするとともにタイムスライスを行う。

【0054】

図19とともに図16A~16Hを再び参照すると、検出器46''のマルチプレクサ104a''は、「A」タイムスライス中にバッファされたコピーを送り、検出器46''のマルチプレクサ104b''は、「B」タイムスライス中にバッファされたコピーを送る。したがって、「A」タイムスライス及び「B」タイムスライスは、一部の例外を除いて図11の図示した実施の形態の増幅器チェーンと同様な個別の増幅器チェーンに送られる。図19の図示した実施の形態において、マルチプレクサ104a'', 104b''の出力は、個別のピーク検出器106a'', 106b''に送られる。ピーク検出器106a'', 106b''の各々は、タイムスライス中に各入力のピーク値を出力する。このピーク検出は、通信負荷の変調に起因するレベルシフトをとらえることによって向上した信号検出を提供することができる。ピーク検出器は、無線電源のハーフブリッジドライバハードウェアによって課されるあらゆる非対称性を相殺することもできる。開示のために、ピーク検出器106a'', 106b''が図19の図示した実施の形態で用いられるが、ピーク検出器を、ここで説明する他の実施の形態で実現することもできる。更に別の変形例において、ピーク検出器を、信号の最大状態の代わりに最小状態を検出することができるタフ検出器に置換することができる。

10

20

【0055】

ピーク検出器106a'', 106b''の出力はそれぞれ、上述したように個別の増幅器チェーンに送られ、最終的には、コンパレータ114''のような差動増幅器を用いて互いに比較される。「B」タイムスライスに対する(as compared to)「A」タイムスライスのバッファされた非反転信号のピーク間でレベルシフトが検出された場合、コンパレータ114''は、コントローラ36のようなマイクロコントローラによって容易に復号することができる「デジタル化された」信号を出力する。一例として、「A」タイムスライス中の信号のピーク値が「B」タイムスライス中の信号のピーク値よりも高い場合、論理ハイが検出器46''から出力される。それに対し、「A」タイムスライス中の信号のピーク値が「B」タイムスライス中の信号のピーク値よりも低い場合、論理ローが検出器46''から出力される。

30

【0056】

図20の図示した実施の形態を見ると、検出器46''''は、検出器46''の逆を検出する。信号のピークを検出する代わりに、検出器46''''は、信号のタフすなわち最小を検出する。例えば、タフのレベルシフトを検出することによって、検出器46''''は、信号内で符号化されたデータを復調することができる。

【0057】

特に、検出器46''''のマルチプレクサ104a''''は、「A」タイムスライス中に信号のバッファされた反転コピーを送り、マルチプレクサ104b''''は、「B」タイムスライス中に信号のバッファされた反転コピーを送る。したがって、「A」タイムスライス及び「B」タイムスライスは、一部の例外を除いて図11の図示した実施の形態の増幅器チェーンと同様な個別の増幅器チェーンに送られる。図20の図示した実施の形態において、マルチプレクサ104a'''', 104b''''の出力は、個別のピーク検出器106a'''', 106b''''に送られ、検出器46''''において、信号のタフすなわち最小を検出する。ピーク検出器106a'''', 106b''''の各々は、タイムスライス中に各入力の反転信号のピーク値(非反転信号のタフ)を出力する。

40

【0058】

検出器46''と同様に、ピーク検出器106a''''', 106b''''の出力はそれぞれ、個別の増幅器チェーンに送られ、最終的には、コンパレータ114''''のような差動増幅器を用いて互いに比較される。上述したように、「B」タイムスライスに対する「

50

A」タイムスライスのバッファされた非反転信号のピーク間でレベルシフトが検出された場合、コンパレータ 114''' は、マイクロコントローラによって容易に復号することができる「デジタル化された」信号を出力する。

【0059】

上述したように、2次コイルに対する1次コイルのドットの向きが既知でない場合、25%のデューティサイクルの通信負荷の変調が信号のタフ又はピークのレベルシフトに影響を及ぼすか否か不明確になるおそれがある。その結果、検出器 46'' と検出器 46'' ' の両方の各出力(A及びB)を、信号を検出するとともに容易に復号できるようにするためにマイクロコントローラによってモニタする。

【0060】

一例として、2次コイルの第2のレッグを変調することによる25%のデューティサイクルの変調を用いた場合(図16G)、検出器 46'' 及び検出器 46'' ' の動作によって以下の結果が生じる。当然のことながら、結果は、通信負荷の変調の方法に応じて異なる。図16A~16Gの実施の形態において、図19及び図20の図示した実施の形態に適用されるように、検出器 46'' は、「A」タイムスライス中及び「B」タイムスライス中にバッファされた非反転信号のピーク値間のレベルシフトを検出しない。図16Gに示すように、通信負荷は、搬送波のピークサイクル中ではなくタフサイクル中に変調され、したがって、信号のピークは、一般的に通信負荷の変調によって影響が及ぼされない。

【0061】

一方、検出器 46'' ' ' は、「A」タイムスライス中及び「B」タイムスライス中にバッファされた非反転信号のピーク値間のレベルシフトを検出する。通信負荷が搬送波のタフサイクル中に変調されるので、ピーク検出器 106a'' ' ' , 106b'' ' ' によって計測されるような反転形態の信号のピーク(非反転信号のタフ)は、「A」タイムスライスと「B」タイムスライスとの間のレベルシフトを識別し、上述したようにマイクロコントローラによって復号される「デジタル化された」信号としてレベルシフトを出力する。

【0062】

他の変形例において、通信は、周波数の偶数の倍数のような倍数である速度で通信負荷を変調することによって符号化される。例えば、図示した実施の形態において、通信抵抗が、搬送波の周波数の4倍で変調される。本実施の形態は、搬送波波形と同相のままである変調クロック波形を生成するための位相同期ループ(「PLL」)を有することができる。図12Aは、1及び0のサンプルデータストリームを示す。図12Bは、2位相符号化ストリームを用いて符号化されたサンプルデータを示す。図12C~12Iを参照すると、変調信号は、波形の各サイクルの正の半分及び負の半分に対して異なる関数を用いて変調クロック及び符号化データを組み合わせることによって作成される。更に詳しくは、本実施の形態において、搬送波波形の正の半分の間に、変調クロック波形は、符号化データ波形とのXORがとられ、搬送波波形の負の半分の間に、変調クロック波形は、符号化データ波形とのXOR#がとられる。これによって、無線電源による復調を簡単に行うことができる。図12Cは、上述したような約100kHzの搬送波波形を示す。図12Dは、変調クロック信号を示す。本実施の形態において、変調クロック信号の周波数は、搬送波の周波数の4倍すなわちこの図では約400kHzである。データストリームを図12Eに示す。上述したように、この図は、ローからハイへの単一の遷移を含むデータストリームの短い部分を示す。XOR波形を図12Fに示し、XOR#波形を図12Gに示す。データ信号と変調クロック信号とのXOR及びXOR#を交互にとることによって生じる合成波形は、図12Hに示すような変調された信号を提供する。変調された信号が搬送波波形に加えられると、結果的に得られる変調された搬送波波形は、図12Iに示すようになる。注目すべきは、図12Iが理想的な波形を表すことである。実際には、変調された信号は、1次電流(primary current)の瞬時的な変動を生成する可能性はない。その代わりに、電流は、遷移に幾分の時間を要する可能性があり、実際の波形は、タイムスライス間に明確なジャンプ(clean jump)ではなく遷移領域を有する可能性がある。

【0063】

10

20

30

40

50

この第2の通信方法によって生成される通信信号を、様々な他のシステム及び方法を用いて受信し及び復号することができる。開示のために、本発明を、図2の通信用受信機22及び図13の復調回路に関連して説明する。図示したように、図13の復調回路は、図11の復調回路に類似する。しかしながら、それは平均化回路106a, 106bを有しない。

【0064】

本実施の形態の動作において、電流センサ45は、タンク回路の電流を表す信号を生成する。電流センサ45を、タンク回路40の電流の大きさに比例して変化する電圧を有する信号を生成する電流センストランスとすることができる。他の変形例として、電流センサ45を、図4~9に示すようなスケーリング抵抗及びコンデンサを有する除算器から取得される出力とすることができる。電流センサ45を、遠隔装置14の反射したインピーダンスによる影響が及ぼされる電源12の電力の特性を表す信号を生成することができる任意の検出器に置換することができる。

10

【0065】

本実施の形態において、検出回路46'は、電流センサによる信号出力のバッファコピー及び反転したバッファコピーを生成する一対の増幅器102a', 102b'を有する。図示したように、本実施の形態において、電流センサ信号を、互いに並列に配置した増幅器及び反転増幅器の両方に送ることができる。増幅器の出力及び反転増幅器の出力を、遠隔装置14の変調クロックに同期したタイムスライシングクロックに結合した一対のマルチプレクサ104a', 104b'に送ることができる。タイムスライシングクロックは、電流信号のバッファコピー及び反転されたコピーを検出回路の残りの部分(remainder)に送るか否かを制御する。本実施の形態において、クロック信号は、4を乗算した駆動周波数に対して同期がとられる。図示したように、本実施の形態において、二つのマルチプレクサ104a', 104b'は、差動信号を提供するために互いに逆のNO/NC入力を有する。NO/NC入力のフリッピングの変形例として、差動信号を提供するためにマルチプレクサのクロッキングを互いに逆にすることができる。例えば、差動信号を供給するためにマルチプレクサ104b'のクロッキングをマルチプレクサ104a'のクロッキングに対して逆にすることができる。一部のケースにおいて、駆動信号の直角位相コピーである信号によってマルチプレクサ104a', 104b'をクロックするのが望ましい。90°位相シフトによって回路は更に良好に信号をとらえることができる。図示した実施の形態のマルチプレクサが二つの入力を有するとしても、マルチプレクサ104a', 104b'は単一の入力を有することもでき、出力を、他のクロック位相で流動的にすることができる。これによって、増幅器チェーンの信号強度が減少するおそれがある。本実施の形態において、クロック信号を、駆動信号、1次コイル電圧、1次コイル電流又は上記のいずれかの90°位相シフト形態のような種々のソースから取得することができる。

20

30

【0066】

図13に戻ると、マルチプレクサ104a'は、「A」タイムスライス中にバッファコピーを送るとともに「B」タイムスライス中に反転コピーを送り、マルチプレクサ104b'は、「B」タイムスライス中にバッファコピーを送るとともに「A」タイムスライス中に反転コピーを送る。

40

【0067】

図13の検出回路において、マルチプレクサ104a', 104b'の各々の出力は、個別の増幅器チェーンに送られる。図示した実施の形態において、各マルチプレクサ104a', 104b'の出力は、個別のローパスフィルタ108a', 108b'に送られる。図示した実施の形態において、フィルタ108a', 108b'を2極の5kHzローパスフィルタとすることができる。これらのローパスフィルタ108a', 108b'は、通信周波数範囲より上の信号の交流成分を除去するように主に機能する。この機能が図示した実施の形態でオペアンプを用いて実現されるとしても、オペアンプを、受動フィルタ又はデジタルフィルタのような他のフィルタ処理回路に置換することができる。

50

【0068】

一部の用途において、ローパスフィルタ108a'、108b'の出力を増幅するのが望ましい。図示した実施の形態において、ローパスフィルタ108a'、108b'の出力を個別の増幅器110a、110bに送る。図示した実施の形態において、増幅器110a'、110b'を、Vbias周辺の中心点を維持しながらフィルタ処理された信号を増幅するAC結合した増幅器とする。本実施の形態において、AC結合は、直流オフセットを除去するとともに1極のハイパスフィルタとしての機能を果たす。

【0069】

増幅器110a'、110b'の出力は、個別のローパスフィルタ112a'、112b'に送られる。これらのローパスフィルタ112a'、112b'は、通信周波数範囲より上の信号の交流成分を除去するとともにAC増幅器110a'、110b'によって付与された雑音を除去するのに役立つ。ローパスフィルタ112a'、112b'を図示した実施の形態でオペアンプを用いて実現されるとしても、オペアンプを、受動フィルタ又はデジタルフィルタのような他のフィルタ処理回路に置換することができる。一部の用途において、増幅器の出力の信号対雑音比を、ローパスフィルタ112a'、112b'が不要になるように十分にしてもよい。

【0070】

図示した実施の形態において、ローパスフィルタ112a'、112b'の出力は、コンパレータ114'にそれぞれ送られる。コンパレータ114'は、二つの増幅器チェーンから戻された差動信号を組み合わせ、コントローラ36のようなマイクロコントローラによって容易に復号することができる単一の「デジタル」信号にする。図12Iを参照すると、合成波形は、符号化データがローであるときに負のDCオフセットを与えると同時に符号化データがハイであるときに正のDCオフセットを与えるように組み合わせられる。コンパレータ114'の出力を、復号のために通信コントローラ36に送ることができる。この場合、通信コントローラ36は、この図では2位相符号化形式である遠隔装置14のデータを符号化するのに用いられる同一の形式を用いてバイナリストリームを復号する。

【0071】

図13の二重チェーン回路の変形例として、検出回路46'は、シングルエンド検出チェーンを包含することができる。そのような変形例において、検出回路は、図13の最上部のチェーンのみを有することができる。図13の二重チェーン回路は、一部の用途で向上した性能を提供することができる。その理由は、一方の信号の電圧が他方の減少の間に増大するために増幅器チェーンの差動対が向上した信号対雑音比を提供するからである。その結果、DCドリフトが信号を歪めなくなる。

【0072】

更に別の実施の形態において、通信は、二つの異なる周波数の一方で通信負荷を変調することによって符号化される。一実施の形態において、二つの異なる周波数を固定周波数とすることができる。変調に対して二つの異なる固定周波数を有することによって、無線電源の復調のためのフィルタ設計を簡単に行うことができる。一実施の形態において、二つの異なる周波数を、駆動周波数の整数の分数又は整数の倍数のような分数又は倍数とすることができる。例えば、図示した実施の形態において、通信抵抗を、論理ハイを表すために一方の周波数で変調するとともに論理ローを表すために異なる周波数で変調する。本実施の形態において、通信コントローラ36は、二つの異なる変調クロック - 一方は搬送波波形の周波数の1/8であり、他方は搬送波波形の周波数の1/10である - を有することができる。変調クロックの周波数は用途ごとに変化してもよい。変調信号を、論理ローの間の第1の変調クロック及び論理ハイの間の第2の変調クロックを組み合わせることによって作成される二つの変調クロックの合成物(composite)とすることができる。本実施の形態の周波数シフト手順(frequency shifting methodology)を、図14A~14Hを参照しながら詳細に説明する。図14Aは、1及び0のサンプルデータストリームを示す。図14Bは、2位相符号化形式を用いて符号化したサンプルデータストリームを示す。

変調された搬送波波形を作成するプロセスを、ロー信号からハイ信号への遷移を含むデータストリームの短い部分を示す図14C~14Hを参照しながら詳細に説明する。図14Cは、上述したようなこの図に対する約100kHzの搬送波波形を示す。図14Dは、変調クロックA信号を示す。この図において、変調クロックAの周波数は、搬送波の周波数の1/8である。図14Eは、変調クロックB信号を示す。この図において、搬送波クロックBの周波数は、搬送波の周波数の1/10である。データストリームを図14Fに示す。変調された搬送波波形は、キーとしての符号化データ信号(図14F)を用いて搬送波波形(図14C)と変調クロックA信号(図14D)又は変調クロックB信号(図14E)とを組み合わせることによって作成される。更に詳しくは、ローのデータ信号の間には、搬送波波形を変調クロックA信号と組み合わせ、ハイのデータ信号の間には、搬送波波形を変調クロックB信号と組み合わせる。結果的に得られる変調クロック波形を、図14Gに示す。図示したように、変調クロック波形は、符号化データがローの間に一方の周波数で変調を行い、符号化データがハイの間の他方の周波数での変調に切り替わる。図示したように、波形は、論理ハイに対する場合に比べて論理ローに対するときにより迅速に変調を行う。この図において、各変調は、論理ローの間の搬送波波形の四つのサイクルと、論理ハイの間の搬送波波形の五つのサイクルと、を有する。搬送波波形の周波数及び二つの変調クロック信号の周波数を、変調された搬送波波形の特性を変えるために変更することができる。

10

20

30

40

50

【0073】

このような別の通信方法によって生成される通信信号を、様々な他のシステム及び方法を用いて受信し及び復号することができる。開示のために、本発明を、上述した通信用受信機22並びに図13及び図15に関連して説明する。本実施の形態の動作中、電流センサ45は、タンク回路の電流を表す信号を生成する。電流センサ45を、タンク回路40の電流の大きさに比例して変化する電圧を有する信号を生成する電流センストランスとすることができる。他の変形例として、電流センサ45を、図4~9に示すようなスケーリング抵抗及びコンデンサを有する除算器から取得される出力とすることができる。電流センサ45からの信号を、バンドパスフィルタ及び増幅器のようなフィルタ処理及び調整回路に送ることができる。バンドパスフィルタは、ローパスフィルタ202及びハイパスフィルタ204を有することができる。フィルタを、動作の最低周波数を10で除算したもののより下の信号及び動作の最高周波数を8で除算したもののより上の信号を除去するように構成することができる。増幅器206を、周波数弁別器(図示せず)に対して適切なレベルまで信号を増幅するよう構成することができる。増幅された出力を、周波数弁別器(図示せず)に送ることができる。一実施の形態において、周波数弁別器を、周波数を電圧に変換する集積回路システム(integrated circuit system)(ICS)とする。ICSの出力を、復号のためにコントローラ36に供給することができる。他の実施の形態において、周波数弁別器は、コンパレータ(図示せず)と、コントローラ36のようなコントローラと、を有することができる。コンパレータは、方形波出力を生成することができ、コントローラ36は、変調周波数を決定するためにエッジを計数することができる。コンパレータを包含する実施の形態において、主に回路内の雑音に依存して増幅器206とコンパレータ(図示せず)との間にフィルタを包含することが望ましい。システムは、論理ローのための4サイクルごとのハイとローとの間の切り替えを行う信号を解釈することができ、かつ、システムは、論理ハイのための5サイクルごとのハイとローとの間の切り替えを行う信号を解釈することができる。これらの実施の形態の両方において、通信コントローラ36は、2位相復号形式を用いて論理ハイ及び論理ローのバイナリストリームを復号する。

【0074】

本発明を、信号をコントローラ36に供給する前に信号をフィルタ処理し及び調整するためのアナログ回路を有する検出回路46に関連して説明したが、フィルタ処理、調整及び/又は比較機能を、デジタル信号プロセッサ(DSP)を用いて実現することもできる。例えば、一つの変形例において、電流センストランス(又は他の検出器)の出力をDS

P (図示せず) に供給することができる。DSPは、アナログ信号をデジタル信号に変換し、上述した回路を用いて生成されるハイ出力及びロー出力に一致するハイ出力及びロー出力を生成するためにデジタル信号を処理することができる。DSPは、通信に用いられる周波数範囲外に生じる信号成分を除去するために入力信号を処理し、通信信号を識別するために残りの信号を分析し、ハイ及びローに駆動する出力信号に通信信号を提供する。

【0075】

図示した実施の形態において、通信用受信機は、タンク回路の電流を表す出力を供給する電流センストランスを通じて通信を復調する検出回路を有する。通信用受信機は、他の方法及び装置を用いて動作することができる。例えば、電源は、入力の電流を表す信号をスイッチング回路に供給する検出回路(例えば、スイッチング回路の入力に結合した増幅器)を有することができる。他の例として、電源は、スイッチング回路に対する入力の電圧とタンク回路の電流との位相関係を用いて通信を検出する検出回路を有することができる。他の例として、電源は、タンク回路の電圧を用いて通信を検出する検出回路を有することができる。通信を検出するこれらの他のシステム及び方法の一部の動作は、2010年1月25日に出願されるとともに参照により全体をここに組み込んだ表題が「無線電力リンクのデータ通信を検出するシステム及び方法(SYSTEMS AND METHODS FOR DETECTING DATA COMMUNICATION OVER A WIRELESS POWER LINK)である米国仮出願番号61/298021で更に詳細に説明されている。

10

【0076】

上記記載は、発明の本実施の形態の記載である。種々の変更及び変形は、発明の精神及びより広い態様から逸脱することなく可能である。この開示は、説明のために提示され、発明の全ての実施の形態の包括的な説明又は特許請求の範囲をこれらの実施の形態に関連して図示し又は説明した特定の素子に限定するものと解釈すべきでない。例えば、上記発明の個別の(一つ以上の)素子を、実質的に同様な機能を提供し又は十分な動作を提供する他の素子に置換することができるが、それに限定されるものではない。これは、例えば、当業者によって現在知られている素子のような現在知られている他の素子及び当業者が開発の際に代替物と認識することができる素子のような将来開発されうる他の素子を含む。さらに、開示した実施の形態は、具体的に説明されるとともに協働して利益を収集することができる複数の特徴を有する。本発明は、発行された特許請求の範囲で明記した場合を除いて、これらの特徴の全てを含み又は上述した利益の全てを提供するこれらの実施の形態のみに限定されない。

20

30

【 図 1 】

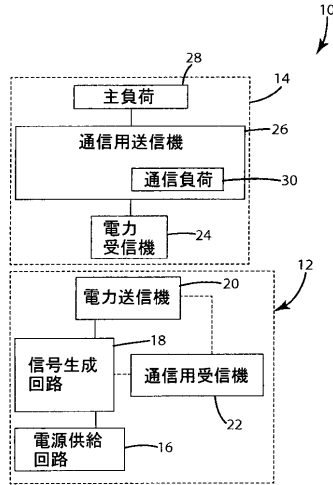


Fig. 1

【 図 2 】

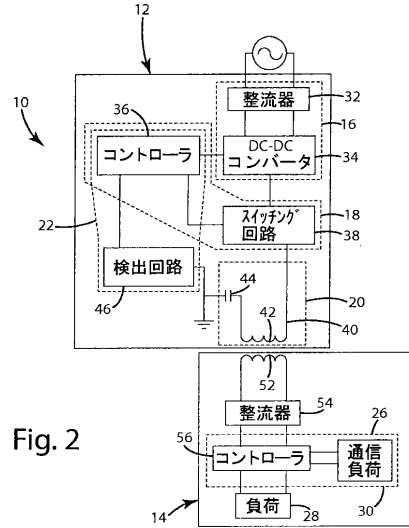


Fig. 2

【 図 3 】

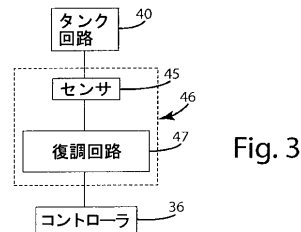


Fig. 3

【 図 4 】

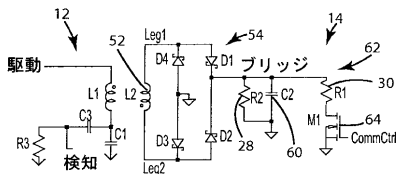


Fig. 4

【 図 7 】

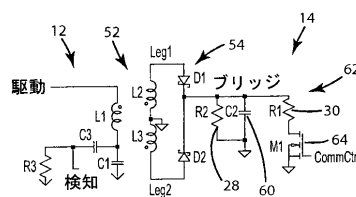


Fig. 7

【 図 5 】

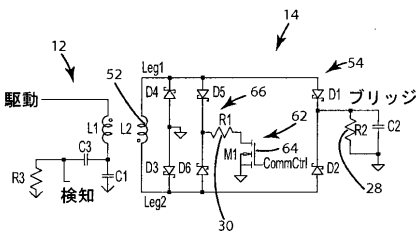


Fig. 5

【 図 8 】

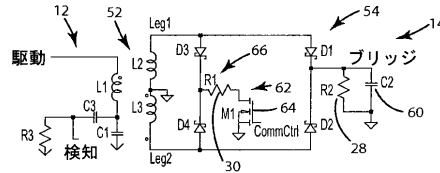


Fig. 8

【 図 6 】

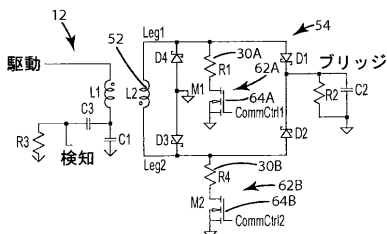


Fig. 6

【図9】

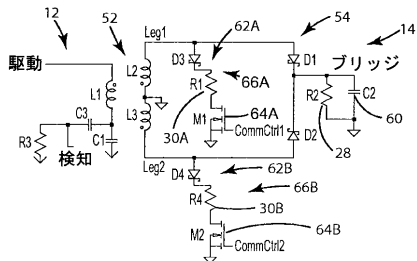


Fig. 9

【図10】

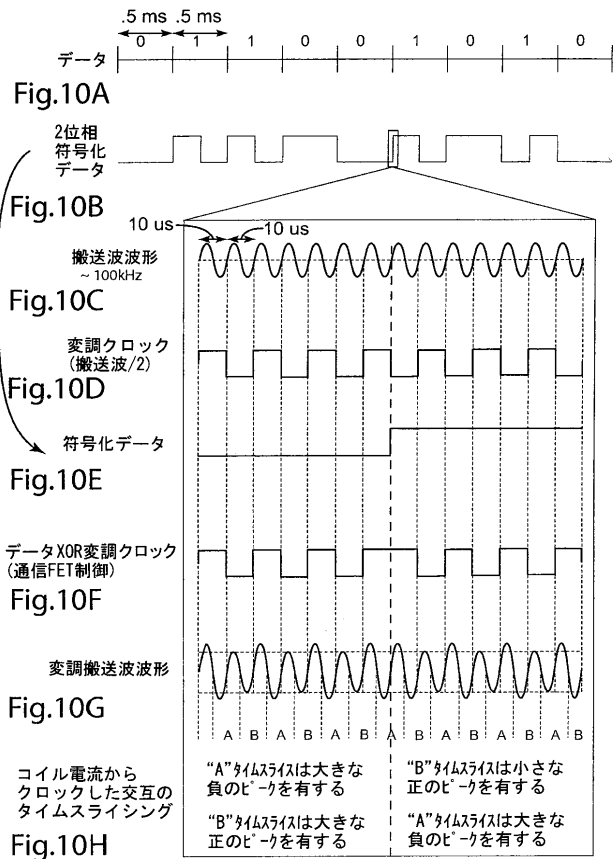


Fig.10A

2位相符号化データ

Fig.10B

搬送波波形
~100kHz

Fig.10C

変調クロック
(搬送波/2)

Fig.10D

符号化データ

Fig.10E

データXOR変調クロック
(通信FET制御)

Fig.10F

変調搬送波波形

Fig.10G

Fig.10H

【図11A】

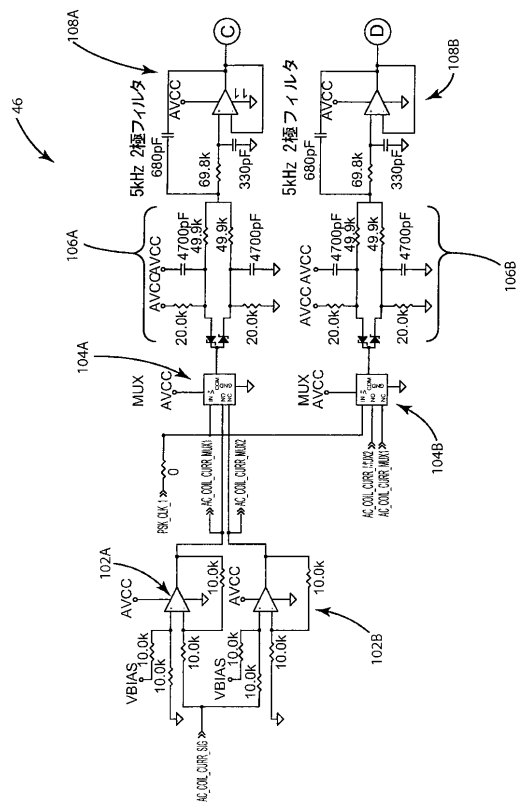


Fig. 11A

【図11B】

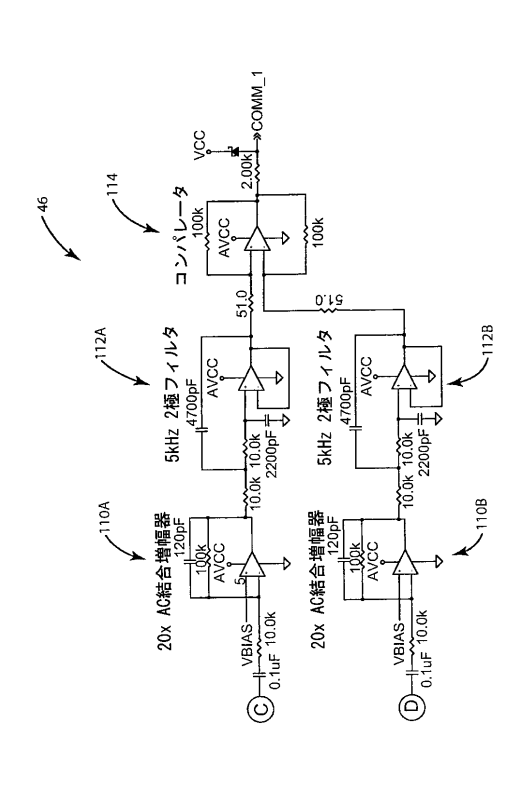
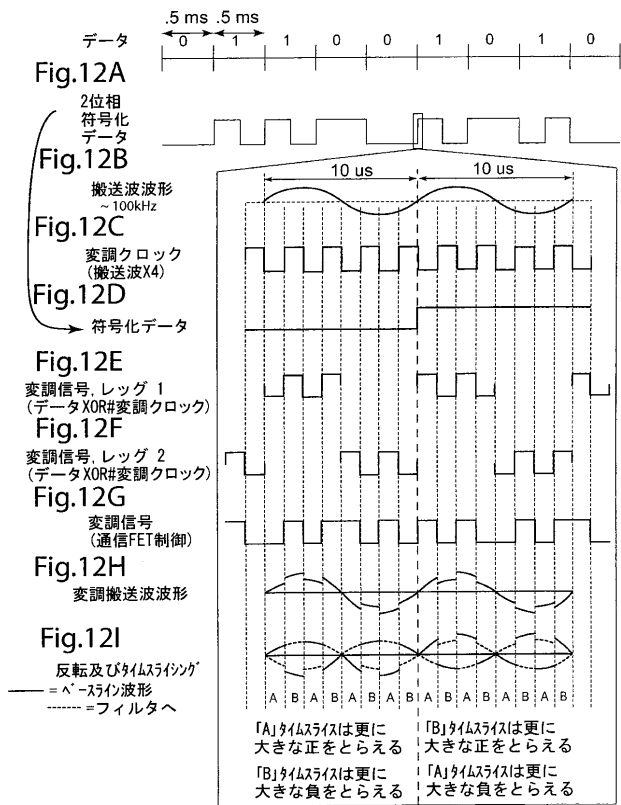


Fig. 11B

【 図 1 2 】



【 図 1 3 A 】

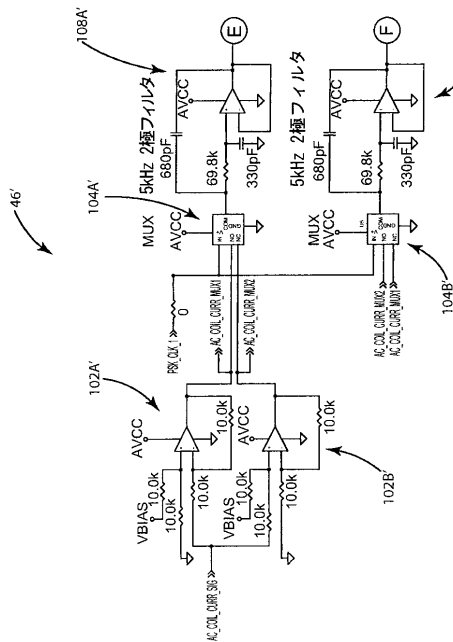


Fig. 13A

【 図 1 3 B 】

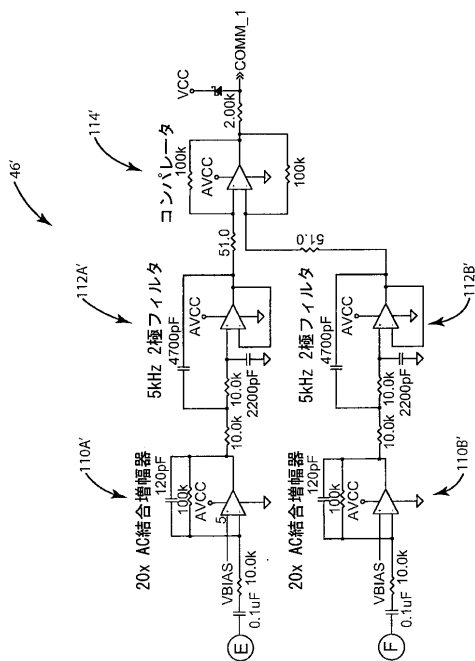
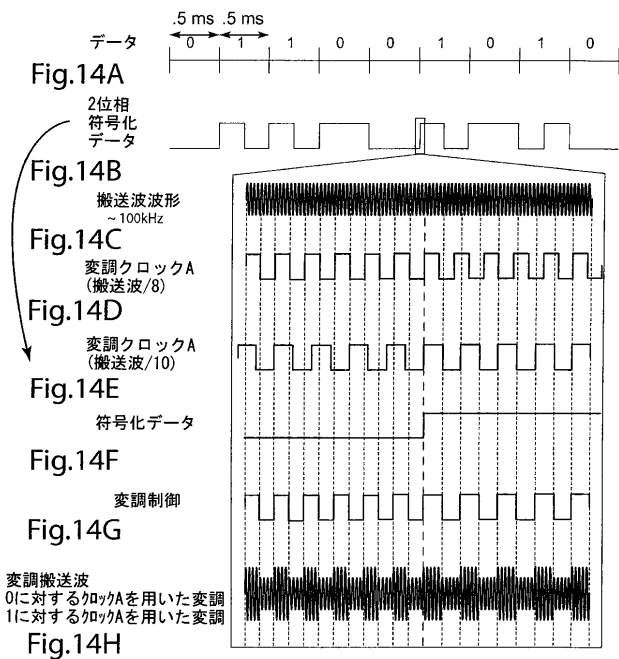


Fig. 13B

【 図 1 4 】



【 図 1 5 】

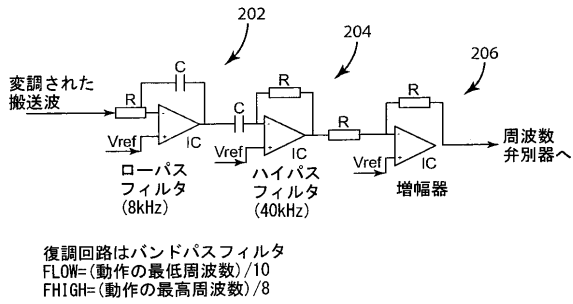
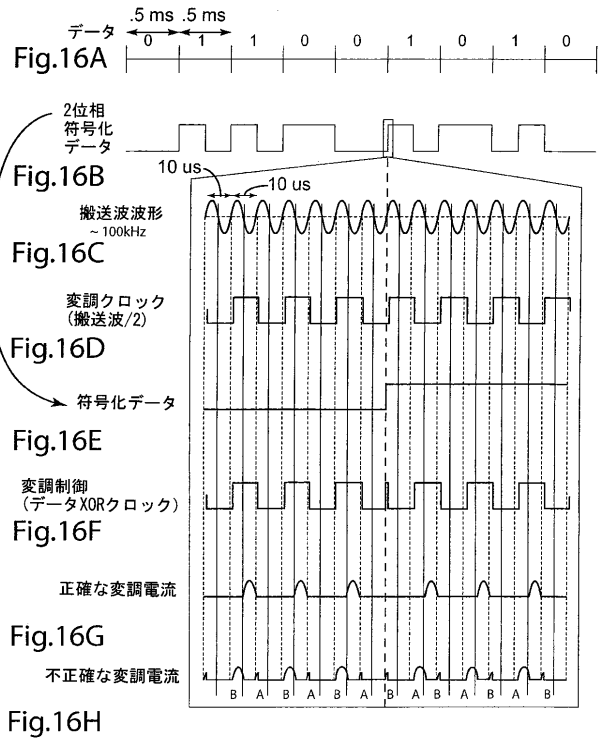


Fig.15

【 図 1 6 】



【 図 1 7 】

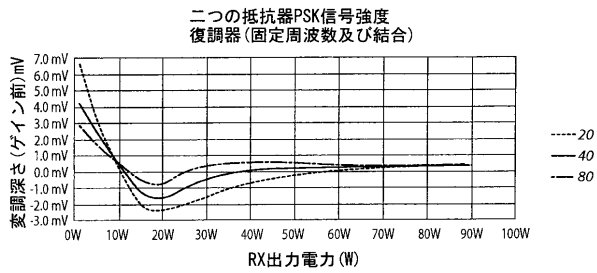


Fig.17

【 図 1 9 A 】

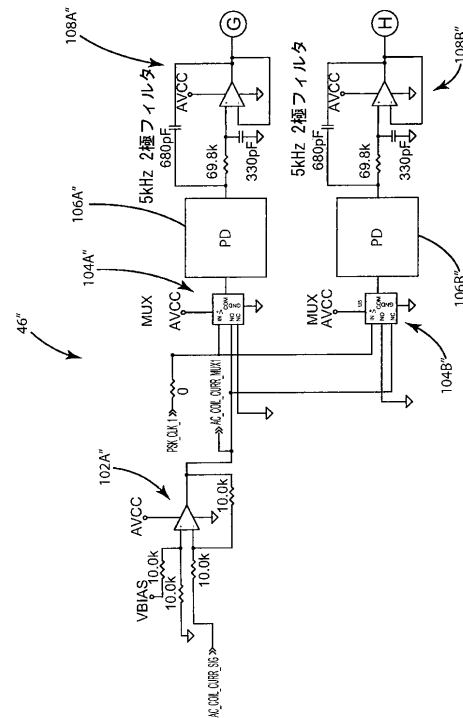


Fig. 19A

【 図 1 8 】

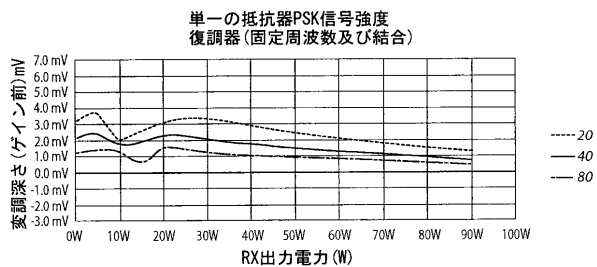


Fig.18

【図 19 B】

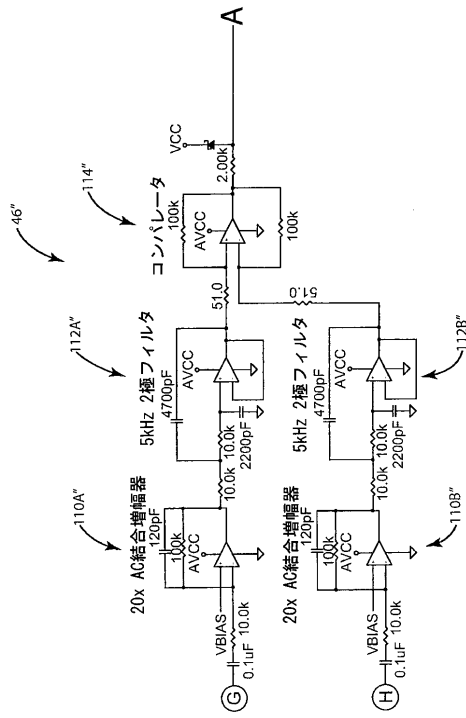


Fig. 19B

【図 20 A】

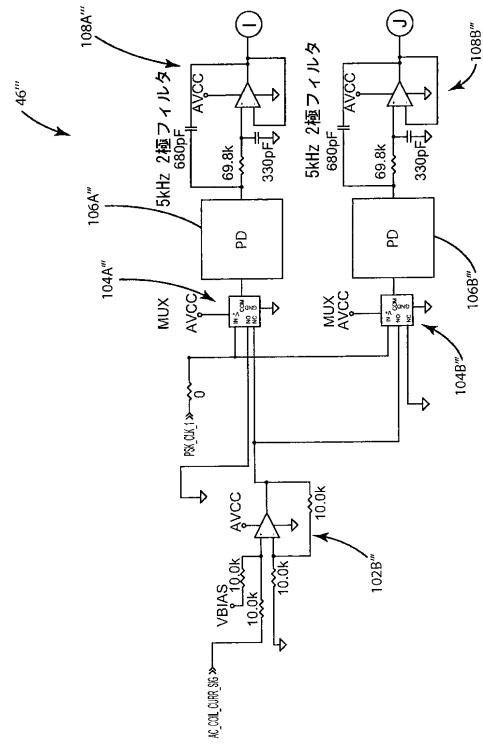


Fig. 20A

【図 20 B】

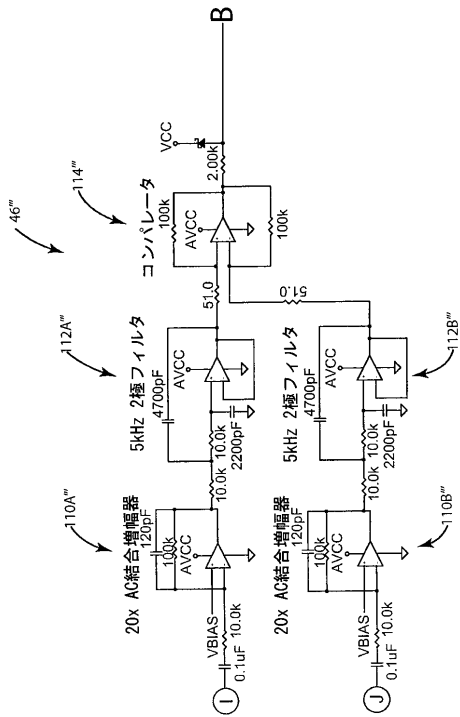


Fig. 20B

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/US2012/023959

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H04B5/00 H02J5/00 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H04B H02J G06K		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, INSPEC, COMPENDEX, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	US 2009/133942 A1 (IISAKA KEN [JP] ET AL) 28 May 2009 (2009-05-28) paragraph [0046] paragraph [0109] - paragraph [0110]; figure 1A paragraph [0137] - paragraph [0138]; figures 2,3B paragraph [0180]; figure 6 ----- -/--	1-15, 17-25, 27-30 26
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		
<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents :		
A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier application or patent but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art *&* document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
10 August 2012		20/08/2012
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Sieben, Stefan

3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/US2012/023959

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2002/022454 A1 (SERRA DIDIER [FR] ET AL) 21 February 2002 (2002-02-21)	1-15, 17-25, 27-30
A	paragraph [0002] - paragraph [0006]; figure 1 paragraph [0012] - paragraph [0014] paragraph [0034] - paragraph [0039]; figures 2A-4F paragraph [0043]	26
A	----- US 2010/171369 A1 (BAARMAN DAVID W [US] ET AL) 8 July 2010 (2010-07-08) cited in the application paragraph [0014] - paragraph [0015]; figure 1 paragraph [0017] paragraph [0022] paragraph [0027] - paragraph [0028]	1-13, 22-29
A	----- US 6 329 808 B1 (ENGUENT JEAN-PIERRE [FR]) 11 December 2001 (2001-12-11) the whole document	1-13, 22-29
A	----- US 2008/194200 A1 (KEEN IAN [GB] ET AL) 14 August 2008 (2008-08-14) paragraph [0088] - paragraph [0092]; figure 5	14-17
A	----- WO 2007/024416 A2 (APPLIED WIRELESS IDENTIFICATIO [US]; PALEY DANIEL NOAH [US]; STEWART R) 1 March 2007 (2007-03-01) page 1, last paragraph - page 2, paragraph 1 page 10, last paragraph - page 11, paragraph 1; figure 1 page 18, paragraph 3; figures 2,3	14-17
A	----- AT 506 311 A4 (UNIV GRAZ TECH [AT]; FORSCHUNGSHOLDING TU GRAZ GMBH [AT]) 15 August 2009 (2009-08-15) page 2, paragraph 2 page 5, paragraph 1; figure 7 claims 1-3	14-17
A	----- US 2009/101716 A1 (MANI CHRISTOPHE [FR] ET AL) 23 April 2009 (2009-04-23) paragraph [0103]	18-21,30
A	----- US 2010/240303 A1 (CHARRAT BRUNO [FR]) 23 September 2010 (2010-09-23) paragraph [0090]	18-21,30

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US2012/023959**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of Item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of Item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.

3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

International Application No. PCT/ US2012/ 023959

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-13, 22-29

Load modulation at a rate that is a fraction of the frequency of the power transmission signal.

2. claims: 14-17

Load modulation at a rate that is phase locked at a harmonic of the frequency of the power transmission signal.

3. claims: 18-21, 30

Load modulation at two different frequencies.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2012/023959

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2009133942 A1	28-05-2009	CN 101442221 A	27-05-2009
		JP 4600464 B2	15-12-2010
		JP 2009131039 A	11-06-2009
		US 2009133942 A1	28-05-2009
US 2002022454 A1	21-02-2002	AU 2255700 A	15-05-2000
		CN 1324468 A	28-11-2001
		DE 69902685 D1	02-10-2002
		DE 69902685 T2	03-04-2003
		EP 1131773 A1	12-09-2001
		FR 2785068 A1	28-04-2000
		JP 2002528826 A	03-09-2002
		US 2002022454 A1	21-02-2002
		WO 0025253 A1	04-05-2000
		US 2010171369 A1	08-07-2010
CA 2748370 A1	15-07-2010		
CN 102273040 A	07-12-2011		
EP 2374193 A1	12-10-2011		
JP 2012514896 A	28-06-2012		
KR 20110107839 A	04-10-2011		
TW 201108546 A	01-03-2011		
US 2010171369 A1	08-07-2010		
WO 2010080737 A1	15-07-2010		
US 6329808 B1	11-12-2001	DE 69900622 D1	31-01-2002
		DE 69900622 T2	01-08-2002
		EP 0966112 A1	22-12-1999
		FR 2780222 A1	24-12-1999
		US 6329808 B1	11-12-2001
US 2008194200 A1	14-08-2008	EP 1815608 A1	08-08-2007
		GB 2436227 A	19-09-2007
		US 2008194200 A1	14-08-2008
		WO 2006054070 A1	26-05-2006
WO 2007024416 A2	01-03-2007	NONE	
AT 506311 A4	15-08-2009	AT 506311 A4	15-08-2009
		WO 2009143541 A2	03-12-2009
US 2009101716 A1	23-04-2009	AT 479156 T	15-09-2010
		EP 1938242 A1	02-07-2008
		FR 2892212 A1	20-04-2007
		JP 2009512382 A	19-03-2009
		US 2009101716 A1	23-04-2009
		WO 2007045732 A1	26-04-2007
US 2010240303 A1	23-09-2010	CA 2696641 A1	20-09-2010
		EP 2230774 A1	22-09-2010
		FR 2943443 A1	24-09-2010
		FR 2943444 A1	24-09-2010
		KR 20100105509 A	29-09-2010
		US 2010240303 A1	23-09-2010

フロントページの続き

(81) 指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, T
J, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, R
O, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, H
U, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI
, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN

(74) 代理人 100151459

弁理士 中村 健一

(72) 発明者 マシュー ジェイ . ノーコンク

アメリカ合衆国, ミシガン 49505, グランド ラピッズ, サンドパイパー ポイント ノー
スイースト 2075, アpartment 320

(72) 発明者 ジョシュア ケー . シュバネック

アメリカ合衆国, ミシガン 49546, グランド ラピッズ, アーレット コート サウスイ
ースト 4253

(72) 発明者 コリン ジェイ . ムーア

アメリカ合衆国, ミシガン 49546, グランド ラピッズ, ウェイサイド ドライブ 175
0

(72) 発明者 ジョシュア ビー . テイラー

アメリカ合衆国, ミシガン 49341, ロックフォード, シンプルウィード レーン 6537

(72) 発明者 ニール ダブリュ . キューベンハーベン

アメリカ合衆国, ミシガン 49301, エイダ, ディア ラン コート 111

(72) 発明者 デール アール . リフ

アメリカ合衆国, オハイオ 44240, ケント, シャディ レイクス ドライブ 1258

(72) 発明者 ジェイソン エル . アミスタディ

アメリカ合衆国, オハイオ 44124, リンドハースト, エドサル ドライブ 4844

(72) 発明者 ロバート ディー . グレイチ

アメリカ合衆国, オハイオ 44321, コブレイ, サウス サニーフィールド ドライブ 35
81

(72) 発明者 アーサー ケリー

アメリカ合衆国, ノースカロライナ 27615, ローリー, ウィロウ ラン サウス ドライブ
800

(72) 発明者 ケネス シー . アームストロング

アメリカ合衆国, ノースカロライナ 27513, カリー, モデナ ドライブ 104

Fターム(参考) 5K012 AB02 AB18 AB19 AC09 AC11 AE13