

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6396924号  
(P6396924)

(45) 発行日 平成30年9月26日(2018.9.26)

(24) 登録日 平成30年9月7日(2018.9.7)

(51) Int. Cl.	F I
HO 2 J 50/10 (2016.01)	HO 2 J 50/10
HO 2 J 50/80 (2016.01)	HO 2 J 50/80
HO 4 B 5/02 (2006.01)	HO 4 B 5/02

請求項の数 27 (全 46 頁)

(21) 出願番号	特願2015-552156 (P2015-552156)	(73) 特許権者	590000248
(86) (22) 出願日	平成25年12月30日(2013.12.30)		コーニンクレッカ フィリップス エヌ ヴェ
(65) 公表番号	特表2016-504908 (P2016-504908A)		KONINKLIJKE PHILIPS N. V.
(43) 公表日	平成28年2月12日(2016.2.12)		オランダ国 5656 アーエー アイン ドーフエン ハイテック キャンパス 5 High Tech Campus 5, NL-5656 AE Eindhoven
(86) 国際出願番号	PCT/IB2013/061414		
(87) 国際公開番号	W02014/108785	(74) 代理人	100122769
(87) 国際公開日	平成26年7月17日(2014.7.17)		弁理士 笛田 秀仙
審査請求日	平成28年12月16日(2016.12.16)	(74) 代理人	100145654
(31) 優先権主張番号	13151004.2		弁理士 矢ヶ部 喜行
(32) 優先日	平成25年1月11日(2013.1.11)		
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		
(31) 優先権主張番号	61/892,560		
(32) 優先日	平成25年10月18日(2013.10.18)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線誘導電力伝送

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

無線誘導電力信号を用いて受電器へ電力を伝送するための送電器であって、  
インダクタであって、当該インダクタに供給される駆動信号に応じて前記無線誘導電力  
信号を供給するためのインダクタと、

電源信号を供給するための電源と、

前記電源信号から前記駆動信号を生成するための電力信号生成器であって、

前記電源信号の周波数よりも高くなるように前記駆動信号の周波数を生成するように  
構成される周波数変換器と、

反復時間間隔において閾値を下回るように前記インダクタに供給される前記駆動信号  
の電力を制限するためのリミッタと、

前記反復時間間隔を前記電源信号の振幅変動に同期させるためのシンクロナイザと  
を有する、電力信号生成器と、

前記反復時間間隔中に前記受電器とデータを交換するための通信ユニットと  
を有する、送電器。

【請求項 2】

前記電源信号が変動 DC 電力信号である、請求項 1 に記載の送電器。

【請求項 3】

前記反復時間間隔が、前記電源信号のレベルが閾値を下回る時間間隔に対応する、請求  
項 2 に記載の送電器。

10

20

## 【請求項 4】

前記シンクロナイザが前記反復時間間隔を前記電源信号における周期的振幅変動に同期させるように構成される、請求項 2 に記載の送電器。

## 【請求項 5】

前記電源信号が DC 成分をオーバーレイしたリップル成分を有し、前記シンクロナイザが前記反復時間間隔を前記リップル成分に同期させるように構成される、請求項 2 に記載の送電器。

## 【請求項 6】

前記電源が AC 信号の整流に応じて前記電源信号を生成するように構成され、前記シンクロナイザが前記反復時間間隔を前記 AC 信号のゼロ交差に同期させるように構成される、請求項 1 に記載の送電器。

10

## 【請求項 7】

前記リミッタが前記反復時間間隔中に前記周波数変換器から前記インダクタを分離するように構成される、請求項 1 に記載の送電器。

## 【請求項 8】

前記通信ユニットが、キャリア信号を生成してこれを前記反復時間間隔中に前記インダクタに供給するためのキャリア生成器を有する、請求項 1 に記載の送電器。

## 【請求項 9】

前記通信ユニットが前記反復時間間隔中に前記キャリア信号に対してデータを変調するための変調器を有する、請求項 8 に記載の送電器。

20

## 【請求項 10】

前記通信ユニットが前記反復時間間隔中に前記キャリア信号の負荷変調を復調するための復調器を有する、請求項 8 に記載の送電器。

## 【請求項 11】

前記キャリア信号の周波数が前記駆動信号の周波数と異なる、請求項 8 に記載の送電器。

## 【請求項 12】

前記通信ユニットが前記反復時間間隔中に前記インダクタの負荷を負荷変調するための変調器を有する、請求項 1 に記載の送電器。

## 【請求項 13】

前記通信ユニットが前記反復時間間隔中に前記受電器によって前記インダクタに誘導される変調キャリア信号を復調するための復調器を有する、請求項 1 に記載の送電器。

30

## 【請求項 14】

前記通信ユニットが前記反復時間間隔中に前記受電器と通信するための通信インダクタを有する、請求項 1 に記載の送電器。

## 【請求項 15】

前記電力信号生成器が前記受電器から受信されるデータに応じて前記反復時間間隔の持続時間を決定するように構成される、請求項 1 に記載の送電器。

## 【請求項 16】

前記リミッタが反復時間間隔の開始時に前記インダクタに電力散逸素子を結合するように構成される、請求項 1 に記載の送電器。

40

## 【請求項 17】

前記電力散逸素子の前記インダクタへの結合が誘導結合である、請求項 16 に記載の送電器。

## 【請求項 18】

前記周波数変換器が前記駆動信号を生成するためのスイッチブリッジを有し、前記リミッタが前記スイッチブリッジのスイッチ素子の相対位相を徐々に変化させることによって前記電力信号を制限するように構成され得る、請求項 1 に記載の送電器。

## 【請求項 19】

前記周波数変換器が前記駆動信号を生成するためのスイッチブリッジを有し、前記リミ

50

ツタが全スイッチ素子をオフにするために前記スイッチブリッジの全スイッチ素子に対する駆動信号を瞬間的に変化させることによって前記電力信号を制限するように構成される、請求項 1 に記載の送電器。

【請求項 20】

無線誘導電力信号を用いて送電器から電力を受信するための受電器であって、  
前記電力信号を受信するためのインダクタと、  
前記電力信号を負荷に結合するための負荷結合器であって、反復時間間隔中に前記インダクタから前記負荷を分離するように構成される負荷結合器と、  
前記反復時間間隔を前記電力信号の振幅変動に同期させるためのシンクロナイザと、  
前記反復時間間隔中に前記送電器とデータを交換するための通信ユニットと  
を有し、

10

前記受電器が反復時間間隔の開始時に前記インダクタに電力散逸素子を結合するように構成され、

前記電力散逸素子の前記インダクタへの結合が誘導結合である、受電器。

【請求項 21】

前記通信ユニットが、キャリア信号を生成してこれを前記反復時間間隔中に前記インダクタに供給するためのキャリア生成器を有する、請求項 20 に記載の受電器。

【請求項 22】

前記通信ユニットが前記反復時間間隔中に前記キャリア信号に対してデータを変調するための変調器を有する、請求項 21 に記載の受電器。

20

【請求項 23】

前記通信ユニットが前記反復時間間隔中に前記キャリア信号の負荷変調を復調するための復調器を有する、請求項 21 に記載の受電器。

【請求項 24】

前記通信ユニットが前記反復時間間隔中に前記インダクタの負荷を負荷変調するための変調器を有する、請求項 20 に記載の受電器。

【請求項 25】

前記通信ユニットが前記反復時間間隔中に前記送電器によって前記インダクタに誘導される変調キャリア信号を復調するための復調器を有する、請求項 20 に記載の受電器。

【請求項 26】

前記通信ユニットが前記反復時間間隔中に前記送電器と通信するための通信インダクタを有する、請求項 20 に記載の受電器。

30

【請求項 27】

送電器が無線誘導電力信号を用いて受電器へ電力を伝送するための動作方法であって、前記送電器が、インダクタに供給される駆動信号に応じて前記無線誘導電力信号を供給するための当該インダクタを有する、方法において、

電源信号を供給するステップと、

前記電源信号から前記駆動信号を生成するステップであって、

前記電源信号の周波数よりも高くなるように前記駆動信号の周波数を生成するステップと、

40

反復時間間隔において閾値を下回るように前記インダクタに供給される前記駆動信号の電力を制限するステップと、

前記反復時間間隔を前記電源信号の振幅変動に同期させるステップと

を有する、ステップと、

前記反復時間間隔中に前記受電器とデータを交換するステップと

を有する、動作方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は誘導電力伝送に関し、特に、限定されないが、Qi無線電力伝送規格対応の誘

50

導電力伝送システムに関する。

【背景技術】

【0002】

多くのシステムはデバイスに電力を供給するために配線及び/又は電気接点を要する。これらの配線と接点を省くことは改善されたユーザ経験を提供する。従来、これはデバイス内にあるバッテリーを用いて達成されていたが、このアプローチは余分な重量、かさ、頻繁にバッテリーを交換若しくは充電する必要性を含む多数の欠点を持つ。近年、無線誘導電力伝送を用いるアプローチへの関心が高まっている。

【0003】

この高まる関心の一部は、この10年で爆発的に広がっている多数の様々なポータブル及びモバイルデバイスに起因する。例えば、携帯電話、タブレット、メディアプレーヤなどの使用は当たり前になっている。こうしたデバイスは一般的に内蔵バッテリーによって給電され、典型的な使用シナリオはバッテリーの充電若しくは外部電源からのデバイスの直接配線給電を要することが多い。

【0004】

前述の通り、ほとんどの今日のデバイスは外部電源から給電されるために配線及び/又は明示的な電気接点を要する。しかしながら、これは非実用的な傾向があり、ユーザがコネクタを物理的に挿入するか若しくはそうでなければ物理的電気接点を確立することを要する。これはまた、ワイヤの長さを導入することによりユーザにとって不都合な傾向もある。典型的には、電力要求も著しく異なり、現在ほとんどのデバイスはその専用電源を備え、典型的なユーザは各電源が特定デバイス専用である多数の異なる電源を持つことになる。内蔵バッテリーは外部電源への配線接続の必要性を防止し得るが、このアプローチはバッテリーが充電（若しくは費用のかかる交換）を必要とすることになるので部分的な解決法を提供するに過ぎない。バッテリーの使用はデバイスの重量を、潜在的にコストとサイズを大幅に増す可能性もある。

【0005】

著しく改善されたユーザ経験を提供するために、電力が電力伝送デバイス内の送電コイルから個々のデバイス内の受電コイルへ誘導伝送される無線電源を使用することが提案されている。

【0006】

磁気誘導を介した送電は、一次送電コイルと二次受電コイルの間に密結合を持つ変圧器において主に適用される、周知の概念である。一次送電コイルと二次受電コイルを二つのデバイス間に分離することによって、疎結合変圧器の原理に基づいてデバイス間の無線電力伝送が可能になる。

【0007】

こうした構成はいかなる配線若しくは物理的電気接点も要することなくデバイスへの無線電力伝送を可能にする。実際、これはデバイスが充電されるか若しくは外部から給電されるために送電コイルに隣接して、若しくはその上に置かれることを容易く可能にし得る。例えば、送電デバイスは水平面を備えることができ、その上にデバイスが給電されるために容易く置かれることができる。

【0008】

さらに、こうした無線電力伝送装置は送電デバイスが様々な受電デバイスと使用されることができるよう都合よく設計され得る。特に、Qi規格として知られる無線電力伝送規格が規定されており、現在さらに開発が進んでいる。この規格はQi規格に適合する送電デバイスが同様にQi規格に適合する受電デバイスと使用されることを、これらが同じ製造業者のものであるか若しくは相互に専用品である必要なしに可能にする。Qi規格はさらに（例えば特定電力ドレインに依存して）動作を特定受電デバイスに適應させるための何らかの機能を含む。

【0009】

Qi規格はワイヤレスパワーコンソーシアムによって策定され、詳細は例えばそのウェ

10

20

30

40

50

ブサイト：<http://www.wirelesspowerconsortium.com/index.html>で見られ、ここで特に既定の規格文書が見られる。

【 0 0 1 0 】

送電器と受電器間の相互作用と相互運用性をサポートするためには、これらのデバイスが相互に通信可能であることが好ましく、すなわち送電器と受電器間の通信がサポートされる場合、好適には通信が双方向にサポートされる場合が望ましい。受電器と送電器間の通信を可能にする無線電力伝送システムの例は U S 2 0 1 2 / 3 1 4 7 4 5 A 1 に提供される。

【 0 0 1 1 】

Q i 規格は受電器から送電器への通信をサポートし、それによって、送電器が特定受電器に適合することを可能にし得る情報を受電器が提供することを可能にする。現在の規格では、受電器から送電器への一方向通信リンクが規定されており、アプローチは受電器が制御素子であるという原理に基づく。送電器と受電器間の電力伝送を準備し制御するために、受電器は特に送電器へ情報を通信する。

10

【 0 0 1 2 】

一方向通信は受電器が負荷変調を実行することによって達成され、受電器によって二次受電コイルに印加される負荷は電力信号の変調をもたらすように変更される。得られる電気特性の変化（例えば電流引き込みの変動）は送電器によって検出され、復号（復調）され得る。

【 0 0 1 3 】

しかしながら、Q i システムの制限は送電器から受電器への通信をサポートしないことである。さらに、例えば Q i のために開発された負荷変調は一部の用途において最適ではない可能性がある。

20

【 0 0 1 4 】

一例として、図 1 は典型的な誘導加熱器具用の電力供給経路を図示する。電力供給は入力 a c 電圧（例えば電源）を整流する A C / D C 変換器 1 0 1 を有する。整流電源信号は D C / A C 変換器 1 0 3（インバータ）へ供給され、これは高周波駆動信号を生成し、これは共振タンク 1 0 5（同調 L C 回路）へ、及びこれを介して送電コイル 1 0 7 へ供給される。システムは加熱パンを含み、これは受電コイル 1 0 9 と負荷 R \_ S o l e 1 1 1（パン底（ソール）における渦電流損失をあらわす）によってあらわされ得る。

30

【 0 0 1 5 】

図 2 は図 1 の電力経路の電圧波形を図示する。電源電圧 U m a i n s は A C / D C 変換器 1 0 1 によって電圧 U d c \_ a b s に整流される。整流電源電圧をバッファするために使用される大容量キャパシタは、この用途の全電源高調波歪を増大させるので、これらの類の用途では通常適用されない。結果として、変動 D C 電圧が A C / D C 変換器 1 0 1 によって生成される。

【 0 0 1 6 】

整流電圧 U d c \_ a b s の特性のために、D C / A C 変換器 1 0 3 の出力電圧 U a c \_ H F は図 2 に図示の形をしている。インバータの正常動作周波数は 2 0 k H z から 1 0 0 k H z のオーダーである。

40

【 0 0 1 7 】

送電コイル 1 0 7 は、受電コイル 1 0 9 及び抵抗 R \_ s o l e と一緒に、基本的に D C / A C 変換器 1 0 3 の負荷である。しかしながら、この負荷（誘導負荷と負荷抵抗の両方）の性質のために、共振回路 1 0 5 は典型的には負荷の誘導部を消すために D C / A C 変換器 1 0 3 とこの負荷の間で使用される。さらに、共振ネットワーク 1 0 5 は通常、D C / A C 変換器 1 0 3 で典型的に使用されるインバータのスイッチング損失の削減をもたらす。

【 0 0 1 8 】

図 1 のようなシステムにおける受電器と送電器の間の通信は複数の課題と困難に直面する。特に、典型的には電力信号の要件及び特性と、通信に対する要望との間に不一致があ

50

る。典型的には、システムは電力伝送及び通信機能の間に密接な相互作用を要する。例えば、システムはただ一つの信号のみが送電器と受電器の間で誘導結合されるという概念、すなわち電力信号自体に基づいて設計される。しかしながら、電力伝送を実行するためだけでなく情報を伝えるためにも電力信号自体を使用することは、電力信号振幅の変動特性のために困難をもたらす。例えば、電力信号について信号を変調するために、若しくは負荷変調を使用するために、電力信号は十分な振幅を持たなければならない。しかしながらこれは図2のような電力信号の場合保証されることができない。

#### 【0019】

具体例として、受電器が(Qiシステムにおけるように)負荷変調によってデータを通信する負荷変調法を用いることは定格負荷が比較的一定であることを要する。しかしながら、これは多くの用途において保証されることができない。

10

#### 【0020】

例えば、無線電力伝送がモータ駆動機器(例えばブレンダーなど)に給電するために使用される場合、図1と同様の電力経路が使用されることができ、ただし負荷(加熱パンに対応する)は個別の受電インダクタ( $R_x$  coil)、AC/DC変換器及びDCモータ自体に置き換えられる。そのような電力経路は図3に図示される。

#### 【0021】

このような無線モータ駆動機器の典型的な電圧及び電流波形が図4に図示される。図示の通り、モータ電流 $I_{dc\_motor}$ はかなり不規則で不連続になる傾向がある。電源電圧のゼロ交差付近で、モータ電流にギャップがあらわれる。これはモータの回転電圧によって生じる。DC/AC変換器(インバータ)は電圧 $U_{ac\_Rx}$ がモータ内に誘導される回転電圧 $U_{dc\_mot}$ よりも高い場合のみモータに電流を供給することができる。

20

#### 【0022】

モータの速度(若しくはトルク)を制御するために、速度センサ(若しくは電流センサ)が、速度センサから送電器へのフィードバックループと一緒に、システムに追加される。インバータ(電圧若しくは電流源になり得る)の性質のために、DC/AC変換器(インバータ)は好適にはこのフィードバックループに組み込まれる。従って機器部(受電器)と送電器部の間で通信が必要である。これは負荷変動が送電器側で検出され復調されることができるよう、機器側で負荷変調法を適用することによって達成され得る。そしてこの復調データはモータ速度(若しくはトルク)の情報、又は実際には例えば送電器を制御するために使用され得る任意の他の情報を含み得る。

30

#### 【0023】

しかしながら、モータ駆動機器が電流を引き込むとき、この電流の振幅はモータの負荷に強く関連する。モータ負荷が変化している場合、モータ電流も変化している。これはインバータ電流の振幅も負荷とともに変化することになる。この負荷変動は負荷変調を妨げ、通信劣化をもたらす。本当に、実際、モータを負荷の一部として含む負荷に対する負荷変調を検出することは典型的には非常に難しい。従って、このようなシナリオでは、通信エラーの数が比較的高く、若しくは通信は非常に高いデータシンボルエネルギーを利用し得るので、可能なデータレートを非常に大幅に減少させる。

#### 【0024】

従って、改良された電力伝送システムが有利であり、特に改良された通信サポート、信頼性の増大、柔軟性の増大、実施容易化、負荷変動への感受性の低下、及び/又は改良された性能を可能にするシステムが有利であり得る。

40

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0025】

従って、本発明は好適には上述の欠点の一つ以上を単独で若しくは任意の組み合わせで軽減、緩和若しくは除去しようとする。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0026】

50

本発明の一態様によれば、無線誘導電力信号を用いて受電器へ電力を伝送するための送電器が提供され、送電器は、インダクタに供給される駆動信号に応じて無線誘導電力信号を供給するためのインダクタ；電源信号を供給するための電源；電源信号から駆動信号を生成するための電力信号生成器であって、電源信号の周波数よりも高くなるように駆動信号の周波数を生成するように構成される周波数変換器と、反復時間間隔において閾値を下回るようにインダクタに供給される駆動信号の電力を制限するためのリミッタと、反復時間間隔を電源信号に同期させるためのシンクロナイザとを有する、電力信号生成器；並びに反復時間間隔中に受電器とデータを交換するための通信ユニットを有する。

【0027】

本発明は改良された電力伝送システムを提供し得る。これは多くの実施形態において、送電器と受電器の間の改良された通信を許容、サポート、若しくは容易にし得る。アプローチは特に、受電器によって生成される誘導信号に基づく通信を可能に、容易に、若しくはサポートし得る。アプローチは送電器から受電器へ及び/又は受電器から送電器への通信のために使用され得る。

10

【0028】

アプローチは電力伝送のため及び通信動作のための要件と選好の間の分離の増大を可能にし得る。これは特に通信動作に対する電力伝送の動作特性の影響を軽減し、その逆も同様であり得る。具体的には、通信性能に対する電力伝送負荷の変動の影響が軽減若しくは除去され得る。アプローチは、受電器が無線信号を生成することができ、これを受電器のコイルに供給して、送電器のインダクタに信号が誘導されることを可能にし得る。この受電器生成信号は送電器と受電器の間でデータを誘導伝送するために使用され得る。アプローチは電源信号のレベル変動に対する通信の感受性の低下をもたらし得る。

20

【0029】

電源信号への同期化は多くの実施形態において動作を促進し、及び/又はより信頼できる動作を提供し得る。特に、これは電力伝送に対する通信の影響を軽減し、具体的には通信に起因する伝送されている電力の減少を軽減若しくは最小化さえし得る。アプローチは多くの実施形態において改良された通信を可能にし、送電器と受電器の間で同期化を促進し得る。

【0030】

シンクロナイザは電源信号の特性を分析、評価若しくは測定することによって反復時間間隔を電源信号に直接同期させるように構成され得る。例えば、電源信号における振幅変動が反復時間間隔を同期させるために使用され得る。しかしながら、他の実施形態では、電源信号への反復時間間隔の間接的同期化が、例えばそれ自体電源信号と同期する別の信号に反復時間間隔を同期させることによって、実現され得る。例えば、電源信号は別の信号から得られてもよく、反復時間間隔の同期化はこの他の信号の特性に同期させることによって実現され得る。

30

【0031】

反復時間間隔は多くの実施形態において電源信号の振幅若しくは信号レベル変動に同期され得る。

【0032】

多くの実施形態において、リミッタは反復時間間隔中にインダクタから駆動信号を切断若しくは分離するように構成され得る。従ってリミッタは反復時間間隔中にインダクタに駆動信号を供給しないことによってインダクタに供給される駆動信号の電力を制限し得る。

40

【0033】

リミッタは典型的には電力を駆動信号の最大電力の最大でも20%以下、10%若しくは5%に制限し得る。多くの実施形態において、駆動信号は反復時間間隔中にインダクタから切断され、それによってインダクタに供給されている駆動信号の電力をゼロに制限し得る。

【0034】

50

電力信号生成器は例えば電力伝送モードと通信モードで動作するように構成され得る。電力信号生成器は反復時間間隔中に通信モードで動作し得る。電力伝送モードにおいて、駆動信号は無線誘導電力信号を供給するようにインダクタを駆動する。通信モードにおいて、駆動信号はインダクタを駆動せず、具体的には駆動信号がインダクタに供給されなくてもよい。通信モードにおいて、送電器は受電器と通信し得る。通信モードは送電器が通信信号を生成すること及びこれをインダクタに供給することを含み得る。代替的に若しくは付加的に、通信モードは、例えば受電器から供給される誘導通信信号によって誘導されている信号に対応する、インダクタによって受信される通信信号を送電器が検出若しくは復調することを含み得る。通信は反復間隔に制限され得る。

【0035】

10

一部の実施形態において、送電器と受電器の間の全通信は反復時間間隔内であり得る。従って、多くの実施形態において送電器と受電器の間の通信は反復時間間隔外では起こらない。

【0036】

周波数変換器は多くの実施形態においてDC/AC変換器であり得る。電源信号はAC駆動信号に変換される変動レベルDC信号であり得る。周波数変換器はインバータを含み得る。

【0037】

周波数変換器は多くの実施形態において、電源信号とより高い周波数を持つ追加信号の乗算に対応する操作を含むことによって駆動信号を生成し得る。追加信号は二つのレベルを持つ方形波信号に対応し、乗算操作は電源信号よりも高い周波数を持つスイッチ信号によって駆動されるインバータなどのスイッチング回路を用いて実施され得る。

20

【0038】

駆動信号は多くの実施形態において電源信号よりも高い周波数を持つ変調信号による電源信号の振幅変調に応じて生成され得る。リミッタはこのような実施形態において駆動信号に対する操作によって電力駆動信号の電力を制限するように構成され得るか、又は例えば振幅変調されている電源信号の電力を制限することによって（又は例えば乗算の場合変調信号の振幅を制限することによって）電力を制限し得る。

【0039】

電源信号は多くの実施形態において100Hz未満の周波数を持つ低周波数AC信号から生成され得る。具体的に、電源信号は50Hz若しくは60Hzの典型的な周波数を持つ電源信号から生成され得る。多くの実施形態において、電源信号は電源由来AC信号の全波整流バージョンであり得る。従って、電源信号の周波数は典型的には100Hz若しくは120Hzであり得る。ほとんどの実施形態において、電源信号の周波数は400Hzより高くない。

30

【0040】

駆動信号の周波数は典型的には少なくとも10kHz、20kHz、若しくはさらに50kHzである。駆動信号は少なくとも10kHz、20kHz、若しくはさらに50kHzのキャリア周波数及び400kHz以下の振幅変動の最大周波数を持つ振幅変動キャリアに対応する信号であり得る（最大400kHzまでの周波数は例えば飛行機でしばしば使用され得る）。駆動信号は多くのシナリオにおいて振幅変調キャリアに対応し、キャリア信号は周波数変換器によって供給され、振幅変調信号は電源信号である。

40

【0041】

反復時間間隔は周期的反復時間間隔であり得る。多くの実施形態において、反復時間間隔は10%以下、5%若しくはさらに一部の実施形態では1%のデューティサイクルを持ち得る。

【0042】

本発明のオプションの特徴によれば、電源信号は変動DC電力信号である。

【0043】

これは多くの実施形態において改良された性能を提供し、複雑性を軽減し得る。アプロ

50



ーチは、インダクタを駆動するための駆動回路への供給電圧など、電源信号が一定でないシステムに通信を導入するのに特に適し得る。電源信号は例えばAC入力信号の半波若しくは全波整流によって生成され得る。リップルを低い値に減らす平滑化は欠けているか及び/又は不十分であり得る。例えば、電源電圧に対するリップルは25%以上、若しくは50%の最大値ですらあり得る。

【0044】

電源信号は特に信号の電圧が時間とともに変化する変動電圧を持ち得る。

【0045】

本発明のオプションの特徴によれば、反復時間間隔は電源信号のレベルが閾値を下回る時間間隔に対応する。

10

【0046】

これは改良された通信及び/又は改良された電力伝送を提供し得る。これは特に送電器によって提供される電力伝送があまり重要でないときに反復時間間隔を同期させ得る。

【0047】

閾値は個々の実施形態若しくはシナリオに依存して選択され得る。一部の実施形態において、反復時間間隔は電源信号の繰り返す、場合により周期的な最小値に同期され得る。具体的に、反復時間間隔は電源信号のレベルの極小値に対応する瞬間を含むように、及びしばしばそれを中心とするように選択され得る。

【0048】

本発明のオプションの特徴によれば、シンクロナイザは電源信号における周期的振幅変動に反復時間間隔を同期させるように構成される。

20

【0049】

これは特に有利な動作を提供し、多くのシナリオにおいて通信への干渉の低下、電力伝送に対する影響の低下、及び/又は送電器と受電器の間の同期化の促進の両方を可能にし得る。

【0050】

本発明のオプションの特徴によれば、電源信号はDC成分をオーバーレイしたリップル成分を有し、シンクロナイザはリップル成分に反復時間間隔を同期させるように構成される。

【0051】

電源信号は特に、リップル信号成分、一定信号成分、及び場合によりノイズ信号成分などの他の信号成分の組み合わせであり得る。シンクロナイザはリップル信号成分の時間特性を測定し、反復時間間隔をこれらの時間特性に同期させ得る。例えば、リップル信号成分の最小値への同期化が実行され得る。アプローチは改良された動作を可能にし得る。

30

【0052】

本発明のオプションの特徴によれば、電源はAC信号の整流に応じて電源信号を生成するように構成され、反復時間間隔はAC信号のゼロ交差に同期される。

【0053】

これは改良された通信及び/又は改良された電力伝送を提供し得る。これは特に送電器によって提供される電力伝送があまり重要でないときに反復時間間隔を同期させ得る。

【0054】

特に、反復時間間隔はAC信号のゼロ交差に対応する瞬間を含むように、及びしばしばそれを中心とするように選択され得る。

40

【0055】

本発明のオプションの特徴によれば、リミッタは反復時間間隔中に周波数変換器からインダクタを分離するように構成される。

【0056】

これは低複雑性を可能にし、及び/又は電力伝送動作と通信動作の改良された分離を提供し、それによって改良された通信をもたらし得る。

【0057】

本発明のオプションの特徴によれば、通信ユニットはキャリア信号を生成してそれを反

50

復時間間隔中にインダクタに供給するためのキャリア生成器を有する。

【0058】

これは多くの実施形態にとって及び多くのシナリオにおいて特に有利なアプローチを提供し得る。これは特に受電器の複雑性を減らし得る。キャリア信号はキャリア信号が送電器によって若しくは受電器によって変調されることによって情報を伝えるために使用され得る。

【0059】

本発明のオプションの特徴によれば、通信ユニットは反復時間間隔中にキャリア信号に対してデータを変調するための変調器を有する。

【0060】

これは多くの実施形態において及び多くのシナリオにおいて特に有利なアプローチを提供し得る。これは特に受電器の複雑性を減らし得る。変調は例えばキャリアの振幅変調、周波数変調及び/又は位相変調であり得る。

【0061】

本発明のオプションの特徴によれば、通信ユニットは反復時間間隔中にキャリア信号の負荷変調を復調するための復調器を有する。

【0062】

これは多くの実施形態において及び多くのシナリオにおいて特に有利なアプローチを提供し得る。これは特に送電器の複雑性を減らし得る。

【0063】

本発明のオプションの特徴によれば、キャリア信号の周波数は駆動信号の周波数と異なる。

【0064】

本発明は電力伝送動作と通信動作のそれぞれにとって信号の個々の最適化を可能にし得る。アプローチは例えば変調及び/又は復調の促進を可能にし、多くの場合通信のデータレートの増加を可能にし得る。

【0065】

キャリア信号の周波数は特に駆動信号よりも高くなり得る。

【0066】

本発明のオプションの特徴によれば、通信ユニットは反復時間間隔中にインダクタの負荷を負荷変調するための変調器を有する。

【0067】

一部の実施形態において、受電器はキャリア信号を生成し、これはキャリアの負荷変調によって受電器へデータを通信するために送電器によって使用されることができ得る。アプローチは例えば送電器の複雑性を減らし、特に反復時間間隔中の送電器に対する電力供給要件を軽減若しくは除去し得る。

【0068】

本発明のオプションの特徴によれば、通信ユニットは反復時間間隔中に受電器によってインダクタに誘導される変調キャリア信号を復調するための復調器を有する。

【0069】

一部の実施形態において、受電器は反復時間間隔中に送電器へデータを通信するために受電器によって使用され得る変調キャリア信号を生成し得る。アプローチは例えば送電器の複雑性を減らし、特に反復時間間隔中の送電器に対する電力供給要件を軽減若しくは除去し得る。

【0070】

本発明のオプションの特徴によれば、通信ユニットは反復時間間隔中に受電器と通信するための通信インダクタを有する。

【0071】

一部の実施形態において、送電器は二つのインダクタを有し、一つは通信のために使用され、一つは電力伝送のために使用される。二つのインダクタは結合され得る。しかしな

10

20

30

40

50

から、通信と電力伝送の時間分離のために、そのような結合は動作間の許容できない干渉を生じない。

【0072】

アプローチは個々の機能のためのインダクタの個別最適化を可能にし得る。

【0073】

本発明のオプションの特徴によれば、電力信号生成器は受電器から受信されるデータに応じて反復時間間隔の持続時間を決定するように構成される。

【0074】

これは多くのシナリオにおいて改良された性能及び/又は動作を提供し得る。これは受電器が通信の少なくとも一部を制御することを可能にし、例えば受電器が反復時間間隔によって提供される通信帯域幅を制御することを可能にし得る。これは送電器とシステムが異なる受電器の異なる要件に適應することを可能にし、それによって例えば電力伝送能力と通信能力の間の改良されカスタマイズされたトレードオフを可能にし得る。本発明のオプションの特徴によれば、リミッタは反復時間間隔の開始時にインダクタに電力散逸素子を結合するように構成される。

10

【0075】

これは改良された性能と、特に通信中の電力消費の低下と干渉の低下を提供し得る。

【0076】

本発明のオプションの特徴によれば、電力散逸素子のインダクタへの結合は誘導結合である。

20

【0077】

これは実施容易化及び/又は改良された性能を提供し得る。

【0078】

一部の実施形態において、電力散逸素子は送電器のインダクタに誘導結合される通信コイルに結合され得る。

【0079】

本発明のオプションの特徴によれば、周波数変換器は駆動信号を生成するためのスイッチブリッジを有し、リミッタはスイッチブリッジのスイッチ素子の相対位相を段階的に変化させることによって電力信号を制限するように構成され得る。反復時間間隔の開始時に、位相は段階的に(例えば200  $\mu$ s以上、若しくは反復時間間隔の持続時間の5%以上の遷移時間で)シフトされ得る。これは実施容易化及び/又は改良された性能を提供し得る。

30

【0080】

本発明のオプションの特徴によれば、周波数変換器は駆動信号を生成するためのスイッチブリッジを有し、リミッタは全スイッチ素子をオフにするためにスイッチブリッジの全スイッチ素子の駆動信号を瞬間的に変化させることによって電力信号を制限するように構成される。これは実施容易化及び/又は改良された性能を提供し得る。スイッチ素子は具体的には内部ダイオードを持つ例えばFET若しくはIGBTであり得、スイッチ素子は全スイッチ素子がオフにされるときに内部ダイオードの少なくとも一部がコイルから電源へ電流を伝導し得るように構成され得る。これは共振回路/磁場に保存されるエネルギーが電源にフィードバックされ得るので総電力消費を削減し得る。

40

【0081】

本発明の一態様によれば、無線誘導電力信号を用いて送電器から電力を受信するための受電器が提供され、受電器は電力信号を受信するためのインダクタ;電力信号を負荷に結合するための負荷結合器であって、反復時間間隔中にインダクタから負荷を分離するように構成される負荷結合器;反復時間間隔を電力信号の振幅変動に同期させるためのシンクロナイザ;及び反復時間間隔中に送電器とデータを交換するための通信ユニットを有する。

【0082】

本発明は改良された電力伝送システムを提供し得る。これは多くの実施形態において、

50

送電器と受電器の間の改良された通信を可能にし、サポートし、若しくは促進し得る。アプローチは特に、受電器によって生成される誘導信号に基づく通信を可能にし、促進し、若しくはサポートし得る。アプローチは送電器から受電器へ、及び/又は受電器から送電器への通信のために使用され得る。

【0083】

アプローチは電力伝送のための要件と選好及び通信動作のための要件と選好の間の分離の増大を可能にし得る。これは特に通信動作に対する電力伝送の動作特性の影響を軽減し、その逆も同様であり得る。具体的には、通信性能に対する電力伝送負荷の変動の影響が軽減若しくは除去され得る。アプローチは、受電器が無線信号を生成することができ、これを受電器のコイルに供給して、送電器のインダクタに信号が誘導されることを可能にし得る。この受電器生成信号は送電器と受電器の間でデータを誘導伝送するために使用され得る。アプローチは電源信号のレベル変動に対する通信の感受性の低下をもたらし得る。

10

【0084】

シンクロナイザは反復時間間隔を電力信号の繰り返す、及び場合により周期的な、最小値に同期させるように構成され得る。具体的に、反復時間間隔は電力信号のレベル/振幅の極小値に対応する瞬間を含むように、及びしばしばそれを中心とするように選択され得る。

【0085】

送電器に関して与えられるコメントは必要に応じて受電器に準用することが理解される。

20

【0086】

本発明のオプションの特徴によれば、通信ユニットはキャリア信号を生成してそれを反復時間間隔中にインダクタに供給するためのキャリア生成器を有する。

【0087】

本発明のオプションの特徴によれば、通信ユニットは反復時間間隔中にキャリア信号に対してデータを変調するための変調器を有する。

【0088】

本発明のオプションの特徴によれば、通信ユニットは反復時間間隔中にキャリア信号の負荷変調を復調するための復調器を有する。

【0089】

本発明のオプションの特徴によれば、通信ユニットは反復時間間隔中にインダクタの負荷を負荷変調するための変調器を有する。

30

【0090】

本発明のオプションの特徴によれば、通信ユニットは反復時間間隔中に送電器によってインダクタに誘導される変調キャリア信号を復調するための復調器を有する。

【0091】

本発明のオプションの特徴によれば、通信ユニットは反復時間間隔中に送電器と通信するための通信インダクタを有する。

【0092】

本発明のオプションの特徴によれば、受電器は反復時間間隔の開始時にインダクタに電力散逸素子を結合するように構成される。

40

【0093】

これは改良された性能と、特に電力消費の低下と通信中の干渉の低下を提供し得る。

【0094】

本発明のオプションの特徴によれば、インダクタへの電力散逸素子の結合は誘導結合である。

【0095】

これは実施容易化及び/又は改良された性能を提供し得る。

【0096】

一部の実施形態において、電力散逸素子は受電器のインダクタに誘導結合される通信コ

50

イルに結合され得る。

【0097】

本発明の一態様によれば、送電器が無線誘導電力信号を用いて受電器へ電力を伝送するための動作方法が提供され、送電器はインダクタに供給される駆動信号に応じて無線誘導電力信号を供給するためのインダクタを有し、方法は、電源信号を供給するステップ；電源信号から駆動信号を生成するステップであって、電源信号の周波数よりも高くなるように駆動信号の周波数を生成するステップと、反復時間間隔において閾値を下回るようにインダクタに供給される駆動信号の電力を制限するステップと、反復時間間隔を電源信号に同期させるステップとを有する、ステップ；及び反復時間間隔中に受電器とデータを交換するステップを有する。

10

【0098】

本発明の一態様によれば、受電器が無線誘導電力信号を用いて送電器から電力を受信するための動作方法が提供され、受電器は電力信号を受信するためのインダクタと、電力信号を負荷に結合するための負荷結合器とを有し、方法は、負荷結合器が反復時間間隔中にインダクタから負荷を分離するステップ；反復時間間隔を電力信号の振幅変動に同期させるステップ；及び反復時間間隔中に送電器とデータを交換するステップを有する。

【0099】

本発明のこれらの及び他の態様、特徴及び利点は以降に記載の（複数の）実施形態から明らかとなり、それらを参照して説明される。

【0100】

本発明の実施形態は、ほんの一例として、図面を参照して記載される。

20

【図面の簡単な説明】

【0101】

【図1】従来技術にかかる電力伝送システムの一実施例を図示する。

【図2】電力伝送システムの一部の信号の一実施例を図示する。

【図3】従来技術にかかる電力伝送システムの一実施例を図示する。

【図4】電力伝送システムの一部の信号の一実施例を図示する。

【図5】本発明の一部の実施形態にかかる送電器と受電器を有する電力伝送システムの一実施例を図示する。

【図6】本発明の一部の実施形態にかかる送電器の素子の一実施例を図示する。

30

【図7】本発明の一部の実施形態にかかる送電器に適したインバータの一実施例を図示する。

【図8】本発明の一部の実施形態にかかる送電器に適したインバータの一実施例を図示する。

【図9】本発明の一部の実施形態にかかる電力伝送システムの一部の信号の一実施例を図示する。

【図10】本発明の一部の実施形態にかかる受電器の素子の一実施例を図示する。

【図11】本発明の一部の実施形態にかかる電力伝送システムに適したタイムスロットフレームの一実施例を図示する。

【図12】本発明の一部の実施形態にかかる電力伝送システムの一部の信号の一実施例を図示する。

40

【図13】本発明の一部の実施形態にかかる電力伝送システムの素子の一実施例を図示する。

【図14】本発明の一部の実施形態にかかる電力伝送システムの一部の信号の一実施例を図示する。

【図15】本発明の一部の実施形態にかかる電力伝送システムの一部の信号の一実施例を図示する。

【図16】本発明の一部の実施形態にかかる電力伝送システムの一部の信号の一実施例を図示する。

【図17】本発明の一部の実施形態にかかる電力伝送システムの一部の信号の一実施例を

50

図示する。

【図 18】本発明の一部の実施形態にかかる電力伝送システムの一部の信号の一実施例を図示する。

【図 19】本発明の一部の実施形態にかかる電力伝送システムの一部の信号の一実施例を図示する。

【図 20】本発明の一部の実施形態にかかる電力伝送システムの一部の信号の一実施例を図示する。

【図 21】本発明の一部の実施形態にかかる電力伝送システムの一部の信号の一実施例を図示する。

【図 22】本発明の一部の実施形態にかかる電力伝送システムの素子の一実施例を図示する。 10

【図 23】本発明の一部の実施形態にかかる電力伝送システムの一部の信号の一実施例を図示する。

【図 24】本発明の一部の実施形態にかかる電力伝送システムの素子の一実施例を図示する。

【図 25】本発明の一部の実施形態にかかる電力伝送システムの素子の一実施例を図示する。

【図 26】本発明の一部の実施形態にかかる電力伝送システムの一部の信号の一実施例を図示する。

【図 27】本発明の一部の実施形態にかかる電力伝送システムの素子の一実施例を図示する。 20

【図 28】本発明の一部の実施形態にかかる電力伝送システムの一部の信号の一実施例を図示する。

【図 29】本発明の一部の実施形態にかかる電力伝送システムの一部の信号の一実施例を図示する。

【図 30】本発明の一部の実施形態にかかる電力伝送システムの素子の一実施例を図示する。

【図 31】本発明の一部の実施形態にかかる電力伝送システムの一部の信号の一実施例を図示する。

【図 32】本発明の一部の実施形態にかかる電力伝送システムの素子の一実施例を図示する。 30

【図 33】本発明の一部の実施形態にかかる電力伝送システムの素子の一実施例を図示する。

【図 34】本発明の一部の実施形態にかかる電力伝送システムの素子の一実施例を図示する。

【図 35】本発明の一部の実施形態にかかる電力伝送システムの素子の一実施例を図示する。

【図 36】本発明の一部の実施形態にかかる電力伝送システムの素子の一実施例を図示する。

【図 37】本発明の一部の実施形態にかかる電力伝送システムの素子の一実施例を図示する。 40

【図 38】本発明の一部の実施形態にかかる電力伝送システムの一部の信号の一実施例を図示する。

【図 39】本発明の一部の実施形態にかかる電力伝送システムの素子の一実施例を図示する。

【図 40】本発明の一部の実施形態にかかる電力伝送システムの素子の一実施例を図示する。

【図 41】本発明の一部の実施形態にかかる電力伝送システムの一部の信号の一実施例を図示する。

【発明を実施するための形態】

## 【 0 1 0 2 】

図5は本発明の一部の実施形態にかかる電力伝送システムの一実施例を図示する。電力伝送システムは送電コイル/インダクタ503を含む(若しくはそれに結合される)送電器501を有する。システムはさらに受電コイル/インダクタ507を含む(若しくはそれに結合される)受電器505を有する。

## 【 0 1 0 3 】

システムは送電器501から受電器505へ無線誘導電力伝送を提供する。特に、送電器501は送電コイル503による磁束として伝播される電力信号を生成する。電力信号は典型的には約20kHzから200kHzの周波数を持ち得る。送電コイル503と受電コイル507は疎結合であり、従って受電コイルは送電器501から電力伝送信号(の少なくとも一部)をピックアップする。従って、送電コイル503から受電コイル507への無線誘導結合を介して送電器501から受電器505へ電力が伝送される。電力信号という語は主に送電コイル503と受電コイル507の間の誘導信号(磁束信号)をあらわすために使用されるが、当然のことながら均等によりこれは送電コイル503に供給される電気信号、若しくは実に受電コイル507の電気信号への参照としても考慮され使用され得る。

## 【 0 1 0 4 】

以下、送電器501と受電器505の動作がQi規格に従って一実施形態を特に参照して記載される(本明細書に記載の(若しくは結果として生じる)修正及び改良を除く)。特に、送電器501と受電器505は実質的にQi規格バージョン1.0若しくは1.1に適合し得る(本明細書に記載の(若しくは結果として生じる)修正及び改良を除く)。

## 【 0 1 0 5 】

電力伝送を制御するために、システムは異なるフェーズ、特に選択フェーズ、ピンフェーズ、識別及び構成フェーズ、電力伝送フェーズを介して進行し得る。より詳しくはQi無線電力仕様パート1チャプタ5を参照のこと。

## 【 0 1 0 6 】

最初に、送電器501は単に受電器の潜在的な存在をモニタリングする選択フェーズにある。送電器501はこの目的で例えばQi無線電力仕様に記載のような様々な方法を使用し得る。こうした潜在的な存在が検出される場合、送電器501は電力信号が一時的に生成されるピンフェーズに入る。信号はピン信号として知られる。受電器505はその電子機器を起動するために受信信号を適用し得る。電力信号を受信後、受電器505は初期パケットを送電器501へ通信する。特に、送電器と受電器の間の結合度を示す信号強度パケットが送信される。より詳しくはQi無線電力仕様パート1チャプタ6.3.1を参照のこと。従って、ピンフェーズにおいて受電器505が送電器501のインターフェースに存在するかどうか決定される。

## 【 0 1 0 7 】

信号強度メッセージの受信により、送電器501は識別及び構成フェーズに移る。このフェーズにおいて、受電器505はその出力負荷を切断したままにし、負荷変調を用いて送電器501へ通信する。送電器はこの目的で一定振幅、周波数及び位相の電力信号を供給する(負荷変調によって生じる変化を除く)。メッセージは受電器505の要請を受けて自身を構成するために送電器501によって使用される。受電器505からのメッセージは連続的に通信されないが間隔をあけて通信される。

## 【 0 1 0 8 】

識別及び構成フェーズの後、システムは実際の電力伝送が行われる電力伝送フェーズに移る。特に、その電力要件を通信した後、受電器505は出力負荷を接続してそれに受信電力を供給する。受電器505は出力負荷をモニタリングして所定動作点の実際の値と所望の値との制御エラーを測定する。これは電力信号の変更若しくは変更不要の要望とともにこれらのエラーを送電器501に示すために、例えば250m秒毎の最低レートで送電器501へかかる制御エラーを通信する。従って、電力伝送フェーズにおいて、受電器505は送電器501に情報を通信するために負荷変調間隔において電力信号の負荷変調も

10

20

30

40

50

実行する。

【0109】

図5の電力伝送システムは従って送電器501と受電器505の間の通信を利用する。

【0110】

送電器から送電器への通信のためのアプローチはQi規格バージョン1.0及び1.1に規格化されている。

【0111】

この規格に従って、受電器から送電器への通信チャネルは電力信号をキャリアとして使用することによって実現される。受電器は受電コイルの負荷を変調する。これは送電器側における電力信号の対応する変動をもたらす。負荷変調は送電コイル電流の振幅及び/又は位相の変化によって、又は代替的に若しくは付加的に送電コイルの電圧の変化によって検出され得る。この原理に基づいて、受電器は送電器が復調するデータを変調し得る。このデータはバイト及びパケットでフォーマットされる。より詳しくは、Qi無線電力仕様ともよばれる、<http://www.wirelesspowerconsortium.com/downloads/wireless-power-specification-part-1.html>から利用可能な"System description, Wireless Power Transfer, Volume 1:Low Power, Part 1:Interface Definition Version 1.0 July 2010, published by the Wireless Power Consortium"、特にチャプタ6：通信インターフェースを参照のこと。

【0112】

Qi無線電力仕様バージョン1.0及び1.1は受電器から送電器への通信のみを規定する、すなわちこれは一方向通信のみを規定することが留意される。

【0113】

図5のシステムはQi無線電力仕様バージョン1.0及び1.1に開示されるものと異なる通信方法を使用する。しかしながら、当然のことながらこの異なる通信方法はQi無線電力仕様バージョン1.0及び1.1の通信方法を含む他の通信方法と一緒に使用され得る。例えば、Qiタイプシステムに対して、Qi無線電力仕様バージョン1.0及び1.1の通信方法がQi無線電力仕様バージョン1.0及び1.1によって実行されると規定される全ての通信のために使用され得るが、さらなる通信が以下に記載の異なるアプローチによってサポートされる。例えば、Qi無線電力仕様バージョン1.0及び1.1のアプローチは受電器505から送電器501へデータを通信するために使用され得るが、新たなアプローチは送電器501から受電器505へデータを通信するために使用される。

【0114】

図5のシステムにおいて、通信は専用反復時間間隔において特に実行される。反復時間間隔はこれ以降通信時間間隔とよばれる。通信時間間隔中、電力伝送は終了するか若しくは低レベルに下げられ、それによって通信動作に対する電力伝送動作の影響を減らす。また、通信間隔中、受電器505は典型的に、電力伝送信号がこれによる負荷を受けないように受電インダクタ507からその電力負荷を分離し、それによって通信性能に対する負荷変動の影響を軽減する。

【0115】

通信間隔中、通信キャリア信号が生成され、そしてこの通信キャリア信号は情報を伝えるために変調され得る。キャリアは送電器501及び/又は受電器505によって生成され得る。変調はキャリアを生成する装置によって実行され、例えばキャリアは振幅変調、周波数変調、及び/又は位相変調され得る。このように、データはキャリアを生成する装置から他の装置へ通信され得る。代替的に若しくは付加的に、変調はキャリアを生成しない装置によって、例えばキャリア信号の負荷変調によって実行され得る。このようにデータはキャリアを生成しない装置からキャリアを生成する装置へ通信され得る。

【0116】

図6は図5の送電器501の一部の素子の一例を示す。

【0117】



送電器 501 は電源信号を生成する電源 601 を有する。電源 601 は特に実施例において AC 信号を受信し変動レベルを持つ DC 信号を生成する AC / DC 変換器である。

【0118】

特定の実施例において、電源 601 は 50 Hz 若しくは 60 Hz の周波数を持つ電源由来正弦波信号を受信する。電源 601 は正弦波信号の全波整流を実行する。従って図 2 の Udc\_abs 信号に対応する電源信号が生成される。

【0119】

特定の実施例において、電源 601 はいかなる平滑コンデンサも含まず、従って電源信号は全波整流正弦波信号に対応する。しかしながら、他の実施形態において、電源 601 は整流信号を平滑化するコンデンサを有し、それによってレベル変動の少ない電源信号を生成し得る。しかしながら、ほとんどの実施形態においてコンデンサは比較的小さく、少なくとも一部の負荷について大幅に変動するレベルを持つ電源信号をもたらす得る。例えば、多くのシナリオにおいて、リップルは全負荷の少なくとも 25% 若しくは 50% であり得る。

【0120】

従って、可変電圧を持つ DC 電源信号が生成される。変動電圧は AC レベルの変動に起因するので、DC 電源信号は電源の周波数の二倍の周期、すなわち 50 Hz 入力信号に対して 10 ms の周期を持つ周期信号である。

【0121】

電源 601 は電力信号生成器 603 に結合され、これは電源信号を受信し、これから電力信号生成器 603 に結合されるインダクタ 503 に対する駆動信号を生成する。

【0122】

電力信号生成器 603 は特に電力信号の周波数よりも高くなるように駆動信号の周波数を生成するように構成される周波数変換器 605 を有する。周波数変換器は電力信号に対して駆動信号の周波数を増加させ得る。インダクタ 503 は電源信号の周波数よりも実質的に高い周波数を持つ駆動信号によって駆動される。電源信号の周期は典型的には 2.5 ms 以上若しくは 5 ms ですらある（それぞれ 400 Hz 若しくは 200 Hz の周波数に対応する）。しかしながら、駆動信号は典型的には少なくとも 20 kHz から 200 kHz の周波数を持つ。電力伝送間隔中、すなわち通信間隔の間の間隔中、駆動信号は特に

$$d(t) = p(t) \cdot x(t)$$

として与えられ得る。p(t) は電源信号であり x(t) は p(t) よりも高い周波数、典型的にはかなり高い周波数（例えば典型的には 100 倍高いか若しくはそれ以上）を持つ信号である。損失を減らすために、x(t) は典型的には AC 信号であり、すなわちゼロの平均値を持つ。

【0123】

x(t) は例えば正弦波であり得る。しかしながら、図 6 の実施例において x(t) は方形波信号に対応する。周波数変換はこの実施例において乗算ではなくスイッチ動作によって実行される。特に、周波数変換器 605 はスイッチ回路を有し、これに電源信号が供給電圧として供給され、これはスイッチ素子を介してインダクタ 503 に結合し、電源信号と周波数変換信号 x(t) の乗算に対応する結果をもたらす。

【0124】

図 6 のシステムにおいて、周波数変換器 605 は供給電圧として使用される電源信号の変動 DC 電圧から交流信号を生成するインバータの形で駆動回路を含む。図 7 はハーフブリッジインバータの一実施例を示す。スイッチ S1 と S2 は決して同時に閉じられないように制御される。交互に S1 が閉じられる間に S2 が開かれ、S2 が閉じられる間に S1 が開かれる。スイッチは所望の周波数で開閉され、それによって出力において交流信号を生成する。図 8 はフルブリッジインバータを示す。スイッチ S1 と S2 は決して同時に閉じられないように制御される。同様に、スイッチ S3 と S4 は決して同時に閉じられないように制御される。交互に、スイッチ S1 と S4 が閉じられる間に S2 と S3 が開かれ、そして S2 と S3 が閉じられる間に S1 と S4 が開かれ、それによって出力において方形

10

20

30

40

50

波信号を生成する。スイッチは所望の周波数で開閉される。

【 0 1 2 5 】

図 6 のシステムにおいて、周波数変換器 6 0 5 によって生成される信号は送電コイル 5 0 3 に直接供給されない。むしろ、信号はリミッタ 6 0 7 に供給され、これはこの電力が反復時間間隔中、すなわち通信間隔中に所定閾値を下回るようにインダクタに供給される駆動信号の電力を制限するように構成される。リミッタ 6 0 7 の出力は送電コイル 5 0 3 に供給される。典型的にこの結合は共振回路（リミッタ 6 0 7 の一部とみなされ得る）を含む。

【 0 1 2 6 】

特定の実施例として、リミッタ 6 0 7 は周波数変換器 6 0 5 の出力から送電コイル 5 0 3 を切断することによって送電コイル 5 0 3 に供給される信号の電力を単純に制限し得る。従って、実施例において、周波数変換器 6 0 5 からの信号は、周波数変換器 6 0 5 からの信号が送電コイル 5 0 3 に結合されない通信間隔によって中断される電力伝送間隔中に送電コイル 5 0 3 に結合される。

【 0 1 2 7 】

リミッタ 6 0 7 はインバータの固有部分でもあり得る。特定の実施例として、フルブリッジインバータにおけるスイッチは、時間の少なくとも一部でスイッチ S 1 と S 4 が閉じられる間に S 2 と S 3 が開かれ、逆もまた同様であることを意味する、位相差を伴って通常スイッチされ、方形波の生成は、スイッチ S 1 と S 3 が閉じられる間に S 2 と S 4 が開かれ逆もまた同様であることを意味する、位相差を伴わないスイッチングによって停止され得る。一般に、電力信号の強度はフルブリッジにおける位相によって制御され得る。スイッチの位相が一致するほど、電力信号の振幅は低くなり、スイッチの位相がずれるほど、電力信号の振幅は高くなる。

【 0 1 2 8 】

図 9 は図 6 の送電器 5 0 1 において生じ得る信号の一実施例を図示する。図はまず電源に供給される電源信号である信号 U m a i n s を示す。この信号は図 2 に図示の通り U d c \_ a b s に対応する信号レベル変動電源信号を生成するために全波整流される。そして周波数変換器 6 0 5 はこれを図 2 及び 4 の U a c \_ H F に対応する高周波信号に変換する。しかしながら、単にこの信号を送電コイル 5 0 3 / 共振回路に供給するのではなく、信号は図 9 のゲート信号 O n \_ O f f \_ Z e r o X 信号に従ってゲートされる（すなわち接続及び切断される）。このゲート信号が高い値を持つとき、周波数変換器 6 0 5 によって生成される電力伝送信号は送電コイル 5 0 3 / 共振回路に結合され、このゲート信号が低い値を持つとき、周波数変換器 6 0 5 によって生成される電力伝送信号は送電コイル 5 0 3 / 共振回路に結合されない。従ってゲート後に得られる信号は図 9 の U a c \_ H F として示され、これは共振回路による平滑化後に図 9 の信号 U a c \_ T x になる。従って、送電コイル 5 0 3 に供給される電力伝送信号はこの特定の実施例において図 9 の信号 U a c \_ T x に対応する。

【 0 1 2 9 】

一実施例として、リミッタ 6 0 7 はハーフ若しくはフルブリッジインバータと組み合わせられ得る。ゲート信号 O n \_ O f f \_ Z e r o X 信号が低い値を持つ場合、ハーフ若しくはフルブリッジインバータの全スイッチは非伝導状態にスイッチされ、電力信号が送電コイルに結合されないようにし得る。

【 0 1 3 0 】

ゲート信号はこのように電力伝送駆動信号が送電コイル 5 0 3 に供給される電力伝送間隔を定義する。これらの電力伝送間隔は電力伝送信号が送電コイル 5 0 3 に供給されない反復時間間隔によって中断される。図 6 のシステムにおいて、これらの反復時間間隔は代わりに送電器 5 0 1 と受電器 5 0 5 の間の通信のために使用され、すなわちこれらは通信間隔として使用される。

【 0 1 3 1 】

特に、送電器 5 0 1 は通信間隔中に受電器 5 0 5 と通信するように構成される送電器通

10

20

30

40

50

信ユニット609を有する。

【0132】

通信は特にキャリアが通信間隔中に生成されることによって実現され、例えば図9においてCarrierと示される信号に対応するキャリアが生成され、そしてこのキャリアはデータを通信するために変調され得る。キャリアは送電器501によって若しくは受電器505によって生成され得る。同様に、キャリアの変調はキャリアを生成する装置によって(例えばキャリアを振幅変調することによって)又は相補的装置によって(典型的には負荷変調によって)なされ得る。

【0133】

送電器501は電源信号に反復時間間隔を同期させるために構成されるシンクロナイザ611をさらに有する。特に、シンクロナイザ611は電源信号における変動に依存して反復時間間隔のタイミングを制御するように構成される。例えば、シンクロナイザ611は電源信号からAC成分を分離し、反復時間間隔をAC成分における周期的変動に同期させるように構成され得る。

【0134】

電源信号への反復時間間隔の同期化は通信のための専用時間間隔を導入することの電力伝送に対する影響が最小化されることを可能にし得る。例えば、反復時間間隔のタイミングは電力信号の電力が最低である間隔と一致するように選択され得る。これは、電力信号が典型的に電源信号に依存する、従って電源信号における変動を反映する信号成分を有するので、多くのシナリオにおいて送電器と受電器の間の同期化も促進し得る。従って、受電器は電力信号における変動に同期させることができ、この同期化は本質的に受電器を電源信号における変動にも同期させ得る。従って、専用同期情報が交換される必要なく、共通同期化が実現されることができ、従って削減されたオーバーヘッドで実現されることができる。

【0135】

図10は図5の受電器505をより詳細に図示する。

【0136】

受電コイル507は受電器コントローラ1001に結合され、これは電力伝送機能を機能させるための様々な機能を有し、特定の実施例ではQi規格に従って受電器505を操作するように構成される。例えば、受電器505はQi規格の識別及び構成フェーズ並びに電力伝送フェーズを実行するように構成され得る。

【0137】

受電器コントローラ1001は電力信号を受信し、電力伝送間隔中に電力を抽出するように構成される。受電器コントローラ1001は電力伝送フェーズ中に送電器から給電される負荷である電力負荷1003に結合される。電力負荷1003は外部電力負荷であり得るが、その少なくとも一部は受電器装置自体による、例えばバッテリー、ディスプレイ若しくは受電器の他の機能による負荷であることが多い(例えばスマートフォンの場合電力負荷はスマートフォンの複合機能に対応し得る)。

【0138】

受電器コントローラ1001はインダクタ507から受信される電力信号を負荷に結合及び分離するための機能をさらに有する。特に、電力伝送間隔中、受電器コントローラ1001は電力信号を負荷に(場合により介在回路を介して)結合する。しかしながら、通信間隔中受電器コントローラ1001は負荷1003からインダクタを分離する。従って、通信間隔中、負荷1003は受電コイル507負荷に及ぼさず、従って無線誘導信号に影響を及ぼさない。

【0139】

一部の実施形態において、電力信号は負荷に直接給電するために使用され、例えば図9のUacTxに対応する信号が負荷1003に供給され得る。これは例えば負荷が加熱素子である用途に適し得る。しかしながら、多くの実施形態において、負荷1003は安定で実質的に一定のDC電圧を要求し得る。このような場合、受電器コントローラ100

10

20

30

40

50

1は整流器、平滑/リップルコンデンサ及び電圧調整器を有し得る。電力信号はこの機能への入力として供給され、結合と分離はこの回路からインダクタ507を接続/切断するように構成され得る。平滑/リップルコンデンサはこのような実施形態において通信間隔中に負荷へエネルギーを供給し得る。

【0140】

多くの実施形態において、負荷はFET若しくはリレーなどのスイッチング素子を介して受電コイル507から結合及び分離され得る。

【0141】

他の実施形態において、例えばモータ装置などの場合、モータ負荷の特徴的挙動のために負荷は整流器を介して結合及び分離され得る。送電器の電力リミッタのために、又は送電器の電源信号のゼロ交差のために電力信号が削減されるとき、モータの回転電圧は整流電圧よりも大きくなり得る。これは結果として、電力信号が制限される時間間隔中に負荷の切断を生じることになる。

10

【0142】

これは受電器コントローラ1001が一定の負荷を伴う整流器及び平滑/リップルコンデンサを有する場合にも起こる。平滑/リップルコンデンサにかかる電圧が整流電圧よりも大きい場合、これは電力信号が制限される時間間隔中に負荷の切断の効果を生じる。

【0143】

受電器505はシンクロナイザ1005をさらに有し、これは図10の実施例では受電コイル507に直接結合される。シンクロナイザ1005は電力信号の振幅変動に反復時間間隔を同期させるように構成される。シンクロナイザ1005は通信間隔が起こるときを示す同期化信号を生成するように構成される。従って、理想的には、シンクロナイザ1005は図9のゲート信号On\_Off\_ZeroXに対応する同期化信号を生成し得る。

20

【0144】

シンクロナイザ1005は同期化信号によって給電される受電器コントローラ1001に結合される。そして受電器505は同期化信号を使用して受電コイル507への負荷1003の結合及び分離を制御することができ、すなわち同期化信号はスイッチ素子のためのゲート信号として直接使用され得る。受電器505は通信間隔中に送電器501と通信するように構成される受電器通信ユニット1007をさらに有する。

30

【0145】

前述の通り、通信は特にキャリアが通信間隔中に生成されることによって実現され、例えば図9においてCarrierと示される信号に対応するキャリアが生成され、そしてこのキャリアはデータを通信するために変調され得る。キャリアは送電器501によって若しくは受電器505によって生成され得る。同様に、キャリアの変調はキャリアを生成する装置によって(例えばキャリアを振幅変調することによって)又は相補的装置によって(典型的には負荷変調によって)なされ得る。

【0146】

図5のシステムはこのように動作を電力伝送間隔と通信間隔に分ける。電力伝送間隔中、電力伝送信号は送電器501から受電器505へ誘導結合され、それによって電力の無線伝送を提供する。一部の実施形態において、電力伝送間隔中は通信が行われない。他の実施形態において、一部の通信が電力伝送間隔中に行われる可能性があり、例えば電力伝送信号はQi規格バージョン1.0及び1.1に従って受電器505によって負荷変調され得る。

40

【0147】

通信間隔中、データは受電器505と送電器501の間で通信され得るが、電力伝送は実行されない。特に、電力伝送信号は送電コイル503に供給されず、電力負荷1003は受電コイル507に結合されない。従って、電力伝送動作に起因して電磁場が誘導若しくは修正されず、従って無線誘導によってデータを通信するためによりクリーンな電磁環境が作られる。特に、電力伝送信号は送電コイル503若しくは受電コイル507におい

50

て生じないので、これらのコイルは特に電力伝送動作が通信性能を低下させることなくデータの通信のために使用され得る。

【0148】

送電器501と受電器505はこのように、1スロット（通信間隔）がデータ通信のために確保され、第二のスロット（電力伝送間隔）が電力伝送のために確保される、周期的に繰り返されるタイムスロットフレームを適用し得る。これは特にデータ転送のための条件とパラメータ（例えば周波数、振幅、信号形状）がデータ通信スロットにおいて最適化されることを可能にし、一方電力伝送のための条件とパラメータは電力伝送スロットにおいて最適化され得る。さらに、電力伝送動作は通信を低下させない。

【0149】

通信間隔は典型的に、電力伝送のためにより多くの時間を確保するために電力伝送間隔の持続時間と比較して比較的短い持続時間を持つ。典型的に、通信間隔の持続時間は電力伝送間隔と通信間隔の持続時間によって与えられる全フレームの10%未満若しくは5%にもなる。多くの実施形態において、反復時間間隔（通信間隔）は1m秒以上及び5m秒以下の持続時間を持つ。これは多くの実施形態において通信及び電力伝送要件の間の有利なトレードオフを提供し、特にシステムの電力伝送能力を過度に減じることなく適切な通信帯域幅を提供し得る。

【0150】

システムにおいて、通信間隔のタイミングはランダムではなく、電源信号のレベル変動に同期される。特に、通信間隔はレベルが所定閾値を下回るときのみに起こるようにレベル変動に同期され、特に通信間隔は電源信号の最小値付近で起こるように同期される。通信間隔は特に電源信号の最小値に対応する瞬間を中心とするように選択され得る。

【0151】

図9のような実施例において、これらの最小値は電源601に供給されるAC信号のゼロ交差のときに生じる。従って、実施例において、送電器501は入力電源（由来）信号のゼロ交差を検出するゼロ交差検出器を含み得る。そしてこれらのゼロ交差はゼロ交差を中心とするように通信間隔のタイミングを調節するために使用され得る。

【0152】

他の実施形態において、電力信号生成器603は例えばAC入力信号のゼロ交差と一致しない最小値において起こるように通信間隔の時間を調整し得る。例えば、電源601が平滑化されるがまだ非常に高いリップルを持つ電源信号をもたらす平滑コンデンサを有する場合、最小値はもはやゼロ交差と一致しない。この場合、これらの最小値は電源信号において直接検出され、通信間隔の時間を調整するために使用され得る。

【0153】

多くの実施形態において、シンクロナイザ611は電源信号における変化を検出し、反復時間間隔のタイミングをそれに従って調節することによって電源信号に直接同期させるように構成され得る。

【0154】

例えば、電源信号のDC成分を除去するためにコンデンサが使用され得る。得られるAC信号は、周期的低周波数変動（典型的には50-60Hz（若しくは全波整流の場合の二倍））を残したままにしながらノイズを除去若しくは削減するためにフィルタされ得る。得られるAC信号は例えば2進値を持つ方形波信号を生成するためにシュミットトリガに供給され得る。この信号は出力信号を入力方形波信号に同期させる位相ロックループに入力され得る。出力信号は所望のデューティサイクルを持つように、及び場合により入力方形波信号における遷移に対して所望の時間オフセットで、生成され得る。そして位相ロックループからの出力信号はリミッタ607と通信ユニット609を制御するために直接使用され得る。

【0155】

シンクロナイザ611は特に電源信号のリップルに反復時間間隔を同期させるように構成され得る。例えば、電源信号はAC信号の（全波）整流の後、一時的エネルギー貯蔵器と

10

20

30

40

50

してコンデンサを用いる平滑化によって生成され得る。コンデンサのサイズと電力ドレインに依存して、得られる電源信号は場合によりほぼ一定電圧を持つDC信号になり得る。しかしながら、この場合でも、入力AC信号における変動に起因するいくらかの変動が典型的に存在する。このような変動はリップル電圧として知られ（又はより一般的には周期的変動がリップル電圧とみなされ得る）、シンクロナイザ611は反復時間間隔をリップル変動に同期させ得る。例えば、前の段落で記載したアプローチが使用され、例えばシュミットトリガの前にリップルAC信号の適切な増幅と組み合わせられ得る。

【0156】

一部の実施形態において、シンクロナイザ611は電源信号自体を評価することによって電源信号に反復時間間隔を直接同期させるのではなく、代わりに、それ自体が電源信号に同期される信号に、特に電源信号から導出される信号又はそれから電源信号が導出される信号に、同期化を基づかせ得る。

10

【0157】

特に、シンクロナイザ611は反復時間間隔をAC電力信号に同期させ、これは電源601によって変動DC信号に（例えば整流及び場合により平滑化信号として）変換される。例えば、AC入力信号はゼロ交差検出器を含み得るシンクロナイザ611に直接供給され得る。そして反復時間間隔のタイミングはこれらのゼロ交差のタイミングに同期され得る。

【0158】

受電器505のシンクロナイザ1005は送電器501によって導入される通信間隔に同期させるためのいかなる適切なアプローチも使用し得ることが理解される。例えば、送電器501がキャリアを導入しない場合、送電器501によって誘導される信号は図9の信号UacTxに対応する特性を持ち得る。そしてシンクロナイザ1005は次に誘導電力信号がゼロである時間間隔を検出することができ、そしてこれらの検出に同期させることができる。送電器501が通信間隔においてキャリア信号を生成する場合、シンクロナイザ1005は次にこのキャリア信号の存在を検出し、これらの検出に同期させ得る。キャリアは例えばレベルの差（若しくはレベルの変化がキャリアに生じないこと）によって、又は周波数の差によって、例えば周波数選択処理を導入することによって（例えばキャリアの周波数に対応するバンドパスフィルタで信号をフィルタすることによって）、電力伝送信号から分離され得る。

20

30

【0159】

シンクロナイザ1005は特に受信電力信号の振幅の変動を検出し得る包絡線検出器を含み得る。例えば、受信電力信号の包絡線は図9の信号UacTxの包絡線に対応するように検出され得る。包絡線（若しくは振幅）検出器は周波数変換器605のスイッチ周波数に対応する適切な周波数範囲に制限され得る。これは例えばシンクロナイザ611自体がフィルタを含むことによって実現され得るか、若しくは受電コイル507がスイッチ周波数に近い周波数に同調される共振回路の一部であることによって実現され得る。このような実施形態において、反復時間間隔中のキャリアの影響は軽減され、検出される包絡線が電力伝送信号のみにより密接に対応する結果をもたらす。

【0160】

そして得られる包絡線若しくは振幅信号は反復時間間隔のローカルタイミングを決定するためにシンクロナイザ1005によって使用され得る。例えば、振幅が所定閾値を下回る時間は、新たな反復時間間隔の開始に対応するとみなされ得る。多くの実施形態において、振幅検出によって生成される振幅信号は、例えば位相ロックループなどのタイミングループへの制御信号として使用され得る。このようなアプローチは多くのシナリオにおいて増加した精度と信頼性を提供し得る。

40

【0161】

このように、シンクロナイザ1005は電源信号における振幅変動を検出することによって送電器の反復時間間隔と実質的に一致するように受電器の反復時間間隔を同期させ得る。従って、追加の若しくは専用の同期化情報若しくはデータがエンティティ間で交換若

50

しくは通信される必要がない。

【0162】

前の実施例において、周波数変換器605からの電力伝送信号は電力伝送間隔中しか送電コイル503に結合されない。しかしながら、他の実施形態において、信号は通信間隔中にも送電コイル503に供給され得るが、送電コイル503に供給される信号の電力は所定閾値を下回るようにリミッタによって制限されることが理解される。閾値は固定された及びあらかじめ定められた値であり得るか、又は例えば可変閾値であり得る。例えば、通信間隔中に送電コイル503に供給される電力伝送信号の最大電力は、通信間隔中に起こる通信のエラーレートに基づいて調節され得る。例えば、エラーレートが所定レベルを超えて増加する場合、電力閾値は減少され、エラーレートが所定レベル未満に減少する場合、電力閾値は増加される。

10

【0163】

リミッタ607は通信間隔中に送電コイル503に供給される信号の電力を制御するためにいかなる適切なアプローチも使用し得ることも理解される。例えば、リミッタ607は周波数変換器605によって生成される信号の振幅を設定するゲイン信号を供給し得る。

【0164】

図6の実施例においてリミッタ607は周波数変換器605の後に続き、周波数変換器605によって生成される電力伝送信号に直接作用するが、他の実施形態では他の構成が使用され得ることも理解される。例えば、一部の実施形態において、リミッタ607は周波数変換器605の前に位置し、例えば電源信号に直接作用し得る。一実施例として、電源信号は電力伝送間隔中のみ周波数変換器605のインバータに供給され、通信間隔中はこれから切断され得る。

20

【0165】

一部の実施形態において、通信間隔中の通信は送電器501によって、及び特に送電器通信ユニット609によって生成されるキャリア信号を用いて実行される。従って、これらの実施例において、送電器通信ユニット609はキャリア信号を生成しこれを通信間隔中に送電コイル503に供給する。

【0166】

図6の実施例において、送電器通信ユニット609は送電コイル503に信号を直接供給するが、他の実施例においてこれは電力伝送間隔中に電力伝送信号のためにも使用される回路を介してなされ得ることが理解される。例えば、出力駆動回路、インバータ及び/又は共振回路が通信キャリア信号のために再利用され得る。

30

【0167】

一部の実施形態において、送電器通信ユニット609は通信間隔中にキャリア信号を変調するように構成される変調器をさらに有し得る。従って、送電器501から受電器505へ通信されるデータは送電コイル503に供給されるキャリア信号に対して変調され得る。

【0168】

例えば振幅変調、スペクトル拡散変調、位相変調及び/又は周波数変調を含む、任意の適切な変調が使用され得ることが理解される。

40

【0169】

このような実施例において、受電器通信ユニット1007はキャリア信号を復調することができる復調器を有する。例えば、AM、FM若しくはPM復調器が含まれ得る。

【0170】

アプローチは送電器501から受電器505への信頼できる通信を提供し得る。電力伝送信号が印加されないとき(若しくは電力が十分に低いとき)に変調キャリアが印加されるので、電力伝送によって生じる干渉は十分に低く維持され得るか、又は一部の実施形態/シナリオでは完全に除去すらされ得る。従って非常に信頼できる通信が実現され得る。

【0171】

50

一部の実施形態において、送電器通信ユニット609によって生成されるキャリアは受電器505から送電器501へデータを通信するために使用され得る。

【0172】

特に、送電器通信ユニット609は送電コイル503に非変調レベルキャリア信号を印加し得る。受信器通信ユニット1007はこの実施例においてキャリア信号を負荷変調するための機能を有し得る。

【0173】

特に、受信器通信ユニット1007は通信されるデータに依存する所定パターンに従って受電コイル507に印加される負荷を修正するように構成され得る。

【0174】

さらに、送電器通信ユニット609はこのような実施例において受電器通信ユニット1007によって導入されるキャリア信号の負荷変調を復調するように構成される復調器を有し得る。

【0175】

電力伝送信号が送電コイル503に供給され得ない通信間隔において負荷変調が実行されるので、一定キャリア信号が送電コイル503に印加される。さらに、電力負荷1003が切断されるので、受電器通信ユニット1007の負荷は負荷変調器によって完全に制御され得る。従って、負荷変動は送電器通信ユニット609の負荷復調回路によって検出するために比較的容易であり信頼できる。このように、受電器505から送電器501へのデータの信頼できる通信が実現され得る。

【0176】

従って、生成され送電器通信ユニット609によって送電コイル503に印加されるキャリア信号に基づいて、受電器505から送電器501へ、及び実送電器501から受電器505へ、効率的な通信が実現され得る。従って、現在のQi仕様バージョン1.0及び1.1によっては不可能な送電器501から受電器505への通信が実現され得る。

【0177】

一部の実施形態において、アプローチは双方向通信、すなわち送電器501から受電器505へ、及び受電器505から送電器501への通信の両方を提供するために使用され得ることも理解される。これは例えば後続の時間間隔において送電器501キャリア変調と受電器505負荷変調を交互に行うことによって実現され得る。別の実施例として、各通信間隔は二つのサブ間隔に分けられ、一方は送電器501から受電器505への通信のために使用され、他方は受電器505から送電器501への通信のために使用される。

【0178】

一部の実施形態において、通信間隔中の通信は受電器505によって、及び特に受電器通信ユニット1007によって生成されるキャリア信号を用いて実行される。従って、これらの実施例において、受電器通信ユニット1007はキャリア信号を生成しこれを通信間隔中に受電コイル507に供給する。送電器501によって送電コイル503に供給される電力伝送信号がないので、このキャリア信号と電力伝送との衝突がない。

【0179】

一部の実施形態において、受電器通信ユニット1007は通信間隔中にキャリア信号を変調するように構成される変調器をさらに有し得る。従って、受電器505から送電器501へ通信されるデータは受電コイル507に供給されるキャリア信号に対して変調され得る。

【0180】

例えば振幅変調、スペクトル拡散変調、位相変調及び/又は周波数変調を含む、任意の適切な変調が使用され得ることが理解される。

【0181】

このような実施例において、送電器通信ユニット609はキャリア信号を復調することができる復調器を有する。例えば、AM、FM若しくはPM復調器が含まれ得る。

【0182】

10

20

30

40

50



アプローチは受電器505から送電器501への信頼できる通信を提供し得る。電力伝送信号が印加されないとき（若しくは電力が十分に低いとき）に変調キャリアが印加されるので、電力伝送によって生じる干渉は多くのシナリオにおいて十分に低いか若しくは存在すらしない。従って非常に信頼できる通信が実現され得る。

【0183】

一部の実施形態において、受電器通信ユニット1007によって生成されるキャリアは送電器501から受電器505へデータを通信するために使用され得る。

【0184】

特に、受電器通信ユニット1007は非変調レベルキャリア信号を受電コイル507に印加し得る。送電器通信ユニット609はこの実施例においてキャリア信号を負荷変調するための機能を有し得る。

【0185】

特に、送電器通信ユニット609は通信されるデータに依存する所定パターンに従って送電コイル503に印加される負荷を修正するように構成され得る。

【0186】

さらに、受電器通信ユニット1007は送電器通信ユニット609によって導入されるキャリア信号の負荷変調を復調するように構成される復調器を有する。

【0187】

実施例において、一定キャリア信号が送電コイル503に供給される。さらに、電力負荷1003が切断されるので、受電器通信ユニット1007の負荷は送電器通信ユニット609による負荷変調と干渉しない。従って、負荷変動は受電器通信ユニット1007の負荷復調回路によって検出するために比較的容易であり信頼できる。従って、送電器501から受電器505へのデータの信頼できる通信が実現され得る。

【0188】

従って、生成され受電器通信ユニット1007によって受電コイル507に印加されるキャリア信号に基づいて、受電器505から送電器501へ、及び実送電器501から受電器505へ、効率的な通信が実現され得る。従って、現在のQi仕様バージョン1.0及び1.1によっては不可能な送電器501から受電器505への通信が実現され得る。

【0189】

一部の実施形態において、アプローチは双方向通信、すなわち送電器501から受電器505へ、及び受電器505から送電器501への通信の両方を提供するために使用され得ることも理解される。これは例えば後続の時間間隔において受電器キャリア変調と送電器負荷変調を交互に行うことによって実現され得る。別の実施例として、各通信間隔は二つのサブ間隔に分けられ、一方は送電器501から受電器505への通信のために使用され、他方は受電器505から送電器501への通信のために使用される。

【0190】

記載の設定では、電力伝送信号と通信キャリア信号の特性はそれらの個々の目的のために、すなわちそれぞれ電力伝送のため及び通信のために、独立して最適化され得る。例えば、電力伝送信号の電力レベルは受電器505に所望の電力伝送を提供するように適応され得る、すなわちこれは電力負荷1003に依存して適応され得る。同時に、通信キャリアの振幅は例えば所定レベルにおいて一定に維持され得る。

【0191】

特に、周波数は電力伝送信号と通信キャリアに対して異なって選択され得る。特に、キャリア信号は特に高データレートに対して変調をよりよくサポートするために著しく高い周波数を持つように設定され得る。さらに、電力伝送信号と通信キャリアを周波数において、及び時間において分離することは、一方の動作の他方に対する影響を低下させ、実施を容易にし得る。例えば、受電器通信ユニット1007の通信回路は通信キャリアの周波数を中心とする帯域幅を持つフィルタを用いて電力伝送間隔中に電力伝送信号から分離され得る。キャリア周波数は例えば電力伝送信号の周波数より2倍以上、若しくは5倍も高

10

20

30

40

50

くなり得る。

【0192】

記載のアプローチはこのようにフレーム中に電力伝送と通信を交互に行い得る。一実施例として、図11は二つのメインスロット：通信スロットと電力伝送スロットに分割されるスロットフレームを図示する。実施例において、データ通信スロットはフレームの開始を示す。電力伝送スロットはフレームの開始からオフセット ( $T_{P\ Offset}$ ) において通信スロットの後に位置する。

【0193】

実施例において、フレーム中のデータ通信 ( $T_{D\ Width}$ ) は電力伝送が開始する前に終了する ( $T_{D\ Width} < T_{P\ Offset}$ )。

10

【0194】

電力伝送のためにサイクルの大部分を残すために ( $T_{P\ Max}$ )、データ通信スロットは比較的小さく、サイクルの小部分 (例えば5%) を占める。偏差を許容するためにいくらかの空き時間がフレームに確保される ( $T_{P\ Max} + T_{P\ Offset} < T_{Cycle}$ )。

【0195】

サイクル時間 ( $T_{Cycle}$ )、電力伝送スロットに先行するオフセット時間 ( $T_{P\ Offset}$ ) 及び最大電力伝送時間 ( $T_{P\ Max}$ ) は、例えば安全性と信頼性、ロバスト性、均一性などの理由で、全動作モードに対して固定され得る。

【0196】

送電器は周期的に ( $T_{Cycle}$ ) このフレームを受電器へ供給してデータ通信と電力伝送を可能にする。送電器はその動作モードに従ってフレーム内のスロットを修正し得る。

20

【0197】

通信スロットは一部の実施形態において三つのサブスロットに分割され得る：

1. 受電器の検出専用より小さなサブセクションを含む、電力 ( $T_{x\ Power}$ )
2. データ送信 ( $T_{x\ mt}$ )
3. データ受信 ( $T_{rev}$ )

【0198】

特定の実施例として、毎サイクルの開始時に、送電器はデータが変調されない低電力信号を供給する。受電器が送電器の十分近くに位置する場合、これは信号の検出可能 (及び認識可能) な負荷を供給することによってこの信号に反応する。送電器が一定時間 ( $T_{detect}$ ) 内に受電器の反応を検出する場合、これはより長い時間 ( $T_{x\ Power}$  中) この信号を供給し続ける。必要であれば、(検出された) 受電器はこの信号を用いてその電子機器の電源を入れることができる。使用される電力レベルに依存して、検出は数百マイクロ秒 (例えば0.2m秒) かかり、起動動作は数ミリ秒 (例えば10m秒) かかり得る。

30

【0199】

この直後に、送電器は例えば送信されたフィールド ( $T_{x\ mt}$ ) の振幅変調を用いて受電器に (ピーコン) メッセージを送信し得る。送電器から受信される信号に反応して、受電器は ( $T_{rev}$  中に) 負荷変調を用いて送電器へメッセージを返送し得る。このように、双方向通信が実現され得る。

40

【0200】

実際の電力信号幅 ( $T_{P\ Width}$ ) は最大値 ( $T_{P\ Max}$ ) よりも小さくなり得る。送電器は受電器に供給する電力の量を制御するためにパルス幅変調 (PWM) を使用し得る。

【0201】

前の実施例において、電力伝送と通信は両方とも送電コイル503と受電コイル507を用いて実行された、すなわち送電コイルは通信のためにも使用された。しかしながら、他の実施形態では、別々のインダクタ/コイルが通信間隔中に通信のために使用され得る

50

。従って、一部の実施形態において、送電器 501 は送電コイル 503 に加えて通信インダクタを有し、受電器 505 は同様に受電コイル 507 に加えて通信インダクタを有し得る。このようなアプローチはそれら固有の目的のためにインダクタの個別最適化を可能にし得る。例えばキャリア信号は電力伝送信号よりも高い周波数を持ち、通信インダクタはこの高い周波数に同調され得るが、それでもやはり電力伝送信号が電力伝送信号周波数に同調されることを可能にする。

【0202】

また、アプローチは一部の実施形態において電力伝送コイルと通信コイルの間にくらかの空間的分離を追加し得る。しかしながら、典型的にこれらは非常に近くに置かれるので、これらは互いに磁氣的に結合する。しかしながら、電力伝送と通信は典型的には異なる間隔において起こるので、これはいかなる干渉も導入しない（又は少なくとも干渉は許容可能なレベルに削減され得る）。

10

【0203】

異なるインダクタ/コイルがそれぞれ電力伝送と通信のために使用される電力伝送システムの一実施例が図 12 に示される。

【0204】

このシステムにおいて、一次コイル  $T \times \_ \text{coil}$ （送電器側）と二次コイル  $R \times \_ \text{coil}$ （受電器）によって形成される変圧器は、システムの共振周波数が電力伝送信号の周波数と同一になるように設計される。しかしながら、データキャリア信号と電力信号は異なる周波数を持ち得る。従って、データキャリア信号は電力コイル間で最適に送信されない可能性がある。図 12 においてこれはデータキャリア信号周波数に特別に同調される補助通信コイル  $T \times \_ \text{com}$  及び  $R \times \_ \text{com}$  の追加によって対処される。電力伝送とデータ転送のためのコイルはこのように分離される。この実施例の利点は以下を含む。

20

【0205】

受電器側で、電力伝送信号と通信キャリア信号は同じ物理リンクを共有しない。従って、通信及び送電回路の両方が独立に設計され最適化され得る。

【0206】

通信及び送電回路はガルバニック絶縁され、異なる周波数に同調されるので、大きな電力伝送信号及び装置負荷変動の影響が通信チャンネルに対して減衰される。

【0207】

さらに、通信回路に対する電力レベルは送電回路の電力レベルよりもかなり小さくなると予想されるので、補助通信コイルは電力伝送コイルよりも物理的にかなり小さくなり得る。従って、通信コイルは装置のボリュームを制限するために電力伝送コイルと同じ面に実現され得る。

30

【0208】

一部の場において、通信コイルは装置の内部電子機器の一部に給電するためにも使用され得る。この場合、このコイルは負荷変調のためにも使用され得る。従って、負荷変調回路は内部電子機器に給電するために使用される回路で実現され得る。

【0209】

一部の実施形態において、システムは反復時間間隔の正確なタイミング若しくは持続時間など、反復時間間隔の特性を動的に変化させるように構成され得る。

40

【0210】

一部のこのような実施形態において、特性の設定若しくは変化は送電器ではなく受電器によって開始され得る。

【0211】

特に、受電器は送電器へ要求データを送信するように構成され、データは反復時間間隔の固有特性に対する要求を含むことができる。例えば、受電器は反復時間間隔の持続時間が所定最小値であるべきという要求を送信し得る。メッセージを受信すると、送電器は次に反復時間間隔の持続時間を決定し得る。特に、これは反復時間間隔の持続時間を可能であれば要求された持続時間に、又は要求された値が受け入れられない場合（例えばこれが

50

、送電器が所望の電力伝送レベルを供給するのを妨げ得る場合)は最も近い実現可能な値に設定し得る。

【0212】

アプローチは例えば異なるシナリオに適應するシステムの増大した柔軟性と能力を可能にし得る。実際、一部の受電器は送電器との高レベルの通信相互作用を要する若しくはそれから利益を得る複雑な装置であり得るが、他の受電器は大幅な通信をサポートしない若しくは要求しない比較的単純な装置であり得る。このようなシステムにおいて、アプローチは反復時間間隔の持続時間が、及び従って電力伝送ではなく通信に割り当てられるリソースが、個々の実施形態の固有の要件と選好に適應されることを可能にし得る。

【0213】

反復時間間隔中の電力の制限に伴う問題は、多くのシナリオにおいて電力遷移(例えば電力のスイッチオフ)を比較的速く実行することが望ましいが、これは望ましくない効果を導入することなく実現することが難しいということである。実際、ほとんどのシステムにおいて、速過ぎる電力信号のスイッチオフ(若しくはより一般的には電力レベルの減少)はスイッチオフの時間を超えて持続する振動をもたらすことが多い。実際、いくらかのエネルギーが例えばコンデンサ若しくは誘導素子に、特に送電及び/又は受電コイルと付随コンデンサによって形成されるタンク若しくは共振回路において蓄えられ得ることが多い。このエネルギーは、電力信号がオフにされた後持続する、リングングとよばれ得る信号をもたらし得る。

【0214】

より詳細に、図13は例えば図5、6及び10の電力伝送システムのための、無線電力伝送のための典型的な電力経路を図示し得る。

【0215】

実施例において、DC/AC変換器(インバータ)(図6の周波数変換器605に対応)はフルブリッジインバータ(図8のものなど)に基づく。IGBTが四つのスイッチS1、S2、S3及びS4のために使用される。電力定格に依存して、インバータは例えばIGBTを用いて実現されることもできる。システムにおいて、第一の共振回路若しくは共振タンクはコンデンサCres1と送電コイルTx(送電コイル503に対応)によって形成される。第二の共振回路若しくは共振タンク2は受電コイルRx(受電コイル507に対応)とコンデンサCres2及びCres3によって形成される。整流電圧Udc\_RxはダイオードD1、D2、D3及びD4から成るAC/DC変換器(HF整流器)に由来する。

【0216】

図13に存在する信号の一実施例は図14に提供される。信号は図9に図示したものに直接対応する。

【0217】

システムにおいて、インバータは通信用の反復時間間隔を提供するために入力AC電圧のゼロ交差付近でその電力伝送を抑制するように構成される。インバータを抑制するために、ブリッジの左半分側(S1とS2)に対するスイッチ駆動信号とブリッジの右半分側(S3とS4)に対するスイッチ駆動信号の間の位相がゼロにシフトされ得る、すなわち駆動信号はブリッジの左半分側(S1とS2)とブリッジの右半分側(S3とS4)の間で同期する/同一になるように時間において調節され得る。対応するゲート駆動信号が図15に示される。従って、インバータスイッチは、逆位相において駆動されることによって高周波駆動信号を作ることから、出力信号を生じない位相において駆動されることへ変更される(S1とS3の両方が同時に両方ともオンになるか、若しくはS2とS4が同時に両方ともオンになるので)。

【0218】

特に、On\_\_Off\_\_ZeroX信号が高いとき、スイッチS1とS3のゲート駆動信号は(電力伝送が起こることに対応して)互いに位相がずれる。同じことがスイッチS2とS4のゲート駆動信号について生じる。On\_\_Off\_\_ZeroX信号が低くされると

10

20

30

40

50

き、スイッチS1とS3のゲート駆動信号及びスイッチS2とS4のゲート駆動信号は（電力伝送が起らないことに対応して）互いに厳密に同相になる。

【0219】

図15はインバータがこのように抑制される場合に送電器側で生じる信号を図示する。電圧Uac\_HFはOn\_Off\_ZeroX信号が"Low"に進んだ後直ちにゼロまで落ちる。しかしながら、これはスイッチオフ後にいくらかの振動を伴って持続するコイル電流Iac\_Txには当てはまらない。従って、いくらかのリングングが起こり、電流Iac\_Txがゼロまで下がるのにいくらかの時間がかかる。この現象の理由は、共振タンク内部の無効分(reactive component)にまだいくらかのエネルギーが残されるためである。それにもかかわらず、受電器と送電器の間若しくはその逆の通信は残っている信号の干渉に悩まされるので、'リングング'時間は時間窓の有効な幅に影響を及ぼす。

10

【0220】

一部の実施形態において、送電器若しくは受電器は減衰器を有し、これは無線送電システムの送電器と受電器の電力経路における振動を打ち消すか若しくは軽減するように構成される。これらの振動は通常、送電器と受電器の間の通信のための時間窓を実現するために電力伝送中にインバータを無効にするイベント後に起こる。

【0221】

以下、リングング時間を減らすための複数のアプローチが記載される。送電コイルTxと受電コイルRxの間の電磁結合のために、これらの手段は送電器側において、受電器側において、若しくは両側において実現され得る。

20

【0222】

送電器側におけるアプローチは例えば以下を含み得る：

- ・通信スロット前にインバータスイッチの駆動信号間の位相差をゼロまで徐々にシフトする

- ・インバータの全スイッチをオフにする
- ・送電コイルTxの端子の抵抗短絡
- ・個別結合コイルL\_Tauxを用いる、送電コイルL\_Txの抵抗短絡
- ・通信コイルL\_Tcomを用いる、送電コイルL\_Txの抵抗短絡

【0223】

受電器側におけるリングング軽減手段は例えば以下を含み得る：

- ・スイッチを用いた受電コイルL\_Rxの端子の抵抗短絡
- ・スイッチを用いたHF整流器の端子の抵抗短絡
- ・スイッチを用いたコンデンサCres2の端子の抵抗短絡
- ・個別結合コイルL\_Rauxを用いる、受電コイルL\_Rxの抵抗短絡
- ・既存の通信コイルL\_Rcomを用いる、受電コイルL\_Rxの抵抗短絡

30

【0224】

一部の実施形態において、周波数コントローラ605は例えば電源信号の電力を徐々に減らすことによって、又はインバータへの位相関係を徐々に修正することによって、駆動信号の電力を徐々に制限するように構成される。制限は例えば200μ秒以上、又は反復時間間隔の持続時間の5%以上であり得る。

40

【0225】

特定の実施例として、送電器はインバータスイッチトランジスタのための駆動信号間で位相を徐々にシフトするように構成され得る。これは通信窓が開始する前に初期値からゼロへ徐々にインバータ出力電圧Uac\_HFを効果的に引き起こし得る。

【0226】

特に、一部の実施形態において、周波数変換器605は駆動信号を生成するためのスイッチブリッジを有し、リミッタはスイッチブリッジのスイッチ素子の相対位相を変化させることによって電力信号を制限するように構成され得る。反復時間間隔の開始時に、位相は（例えば200μ秒以上若しくは反復時間間隔の持続時間の5%以上の遷移持続時間で

50

) 徐々にシフトされ得る。スイッチ素子の構成に依存して、位相は例えばスイッチ素子の二つのセットに対するスイッチ信号が同相の状態から同相でない状態になり得る(若しくは逆もまた同様)。

#### 【0227】

一実施例が図16に提供され、これは徐々に減少するOn\_\_Off\_\_zeroX信号を用いる修正ゲート駆動パターンの一実施例を示す。On\_\_Off\_\_zeroX信号は実施例において"high"から"low"への遷移が徐々になされるように修正される。ゲート駆動信号の位相は、スイッチS1とS3に対するゲート駆動信号が、スイッチS2とS4に対するゲート駆動信号と位相がずれている状態から同相の状態への遷移フェーズ中に徐々に変化するように、On\_\_Off\_\_zeroX信号の値に依存させられる。

10

#### 【0228】

図17は修正On\_\_Off\_\_zeroX信号の遷移中のインバータの派生出力電圧Uac\_\_HFを図示する。見られる通り、インバータ出力電圧Uac\_\_HFの振幅はこの実施例では50μ秒以内でゼロまで徐々に下げられる。図18は送電コイルを通る派生電流Iac\_\_Txを図示する。上のグラフにおいてインバータは標準On\_\_Off\_\_zeroX信号で無効にされる。見られる通り、電流Iac\_\_Txがゼロまで減少するのにいくらかの時間がかかり、この場合0.4m秒である。下のグラフにおいて修正On\_\_Off\_\_zeroX信号が印加される。遷移時間はこの実施例では0.5m秒である。結果として、電流Iac\_\_Txはディスエーブル信号がゼロまで下げられるときにほとんどゼロまで下げられる。

20

#### 【0229】

アプローチのさらなる利点は、電力信号が突然オフにされず、従ってより高い電源高調波を生じるために、EMC要件をより容易に満たすことができることである。

#### 【0230】

一部の実施形態において、周波数変換器605は送電コイル503(例えば図13のような)に結合するためのフルブリッジスイッチ回路を有し、リミッタ607は反復時間間隔の開始時にフルブリッジスイッチの全スイッチ素子への駆動信号をオフにするように構成される。特に、各スイッチ素子は絶縁ゲートバイポーラトランジスタ(IGBT)などのトランジスタであり得、リミッタは反復時間間隔の開始時にベース/ゲート信号をゼロにスイッチするように構成され得る。

30

#### 【0231】

一部の実施形態において、周波数コントローラ605はスイッチングブリッジを有し、スイッチングブリッジの少なくとも一つのスイッチは反復時間間隔の開始時に送電コイルを有する共振回路からエネルギーを除去するように構成される。スイッチは特に反復時間間隔の開始時に共振回路から電力信号生成器603へ電流が流れることを可能にすることによってエネルギーを除去し得る。

#### 【0232】

特に、一部の実施形態において、周波数変換器605は駆動信号を生成するためのスイッチブリッジを有し、リミッタ607は全スイッチ素子をオフにするためにスイッチブリッジの全スイッチ素子に対する駆動信号を瞬間的に変化させることによって電力信号を制限するように構成され得る。従って、全スイッチ素子は反復時間間隔の開始時に実質的に瞬間的に(例えば5μ秒以内に)オフにされ得る。スイッチ素子は特に内部ダイオードを持つ例えばFET若しくはIGBTであり得、スイッチ素子は、内部ダイオードの少なくとも一部が、全スイッチ素子がオフにされるときにコイルから電源へ電流を伝導することができるように構成される。

40

#### 【0233】

例えば、急速に変化するOn\_\_Off\_\_zeroX信号がhighからlowにスイッチするとき、スイッチS1とS3のゲート駆動信号はスイッチS2とS4のゲート駆動信号と位相がずれている状態から同相の状態へ瞬間的に変更され得る。付加的に、全ゲート駆動信号はスイッチ素子がオフにされること(新たな反復時間間隔の開始を示すためにイ

50

ネーブル信号が"low"に進むとき)に対応する信号レベルにスイッチされ得る。一実施例が図19に示される。

【0234】

図20は送電コイルを通る派生電流 $I_{ac\_Tx}$ の一実施例を図示する。送電コイルを通る電流は単一半波共振ストロークを示し、それからゼロになる。実施例において、共振タンクのエネルギーはIGBTの並列ダイオード $S1$   $S4$ を介してインバータの入力フィルタ(及び従って単一半波共振ストローク中に電力信号生成器)へ向かってフィードバックされる。エネルギーが入力フィルタにフィードバックされるので、これは失われず入力コンデンサ $C_{in}$ を再充電し、図21に示す通り電圧 $U_{dc\_abs}$ のわずかな増加をもたらす。

10

【0235】

一部の実施形態において、リミッタ607は反復時間間隔の開始時に送電コイルへ電力散逸素子を結合するように構成され得る。電力散逸素子は特に抵抗器であり得、多くの実施形態において電力散逸素子は送電コイル503にわたって直接結合され得る。電力散逸素子はこれが送電コイル503に結合されるときに送電コイル503を含む共振回路からエネルギーを散逸するように送電コイル103に結合され得る。

【0236】

図22はこのような一実施形態の一実施例を図示する。

【0237】

実施例において、スイッチ $SW1$ と抵抗器 $R1$ の形の電力散逸素子の直列接続が送電コイルの端子に接続される。この構成の目的は反復時間間隔の開始時に共振タンク内の蓄積エネルギーを吸収することである。これは新たな反復時間間隔の開始を反映するように $On\_Off\_zeroX$ 信号が遷移するときにスイッチ $SW1$ を閉じることによって実現される。このように、共振タンク内の残留エネルギーが抵抗器 $R1$ によって吸収され、リングングが減衰される。スイッチ $SW1$ は実施例において電圧信号" $V_{snubb}$ "によって制御される。アプローチのさらなる利点は、抵抗減衰が例えば寄生容量によって生じるシステム内の高周波リングングも軽減することである。

20

【0238】

図23は送電コイルを通る電流 $I_{ac\_Tx}$ の一実施例を図示する。最初に、インバータは $On\_Off\_zeroX$ 信号を瞬間的に変化させることに従って抑制され、すなわち全スイッチ素子が瞬間的にオフにされ得る。遷移時間は無視できるほどである。同じイベントにおいてスイッチ $SW1$ が導電状態にされ、それによって電力散逸素子 $R1$ を送電コイルに結合する。見られる通り、電流 $I_{ac\_Tx}$ は信号" $V_{snubb}$ "の遷移のイベントにおいて $R1$ 及び $L_{Tx}$ に依存して、所定時定数でゼロまで減衰する。

30

【0239】

実際には、フローティングスイッチ $SW1$ の駆動は単純ではない可能性がある。図24は電力散逸素子が個別スイッチ素子を介して送電コイル503の片側のみに結合される一実施例を図示する。多くのシナリオにおいて、これはフローティングスイッチ素子(固定電圧、特に接地に対してスイッチされないもの)の使用を回避し得るのでより実用的な実施を提供し得る。実施例は電力散逸素子を結合及び分離するために追加の接地MOSFET $S5$ を使用する。従って、スイッチ $SW1$ の機能は接地スイッチ $S2$ 及び $S5$ に引き継がれる。 $On\_Off\_zeroX$ 信号がlowに進むときにスイッチ $S2$ と $S5$ を閉じることによって、共振タンク内の残留エネルギーが抵抗器 $R1$ によって吸収される。

40

【0240】

同様の結果は、電力散逸素子と $S5$ を $C_{res1}$ の端子に接続することによって得られ、より実用的な実施が例えば $S5$ と一緒に $S2$ の代わりにスイッチ $S4$ を閉じることによって得られる。

【0241】

一部の実施形態において、電力散逸素子の送電コイルへの結合は誘導結合であり得る。従って、送電コイルに誘導結合され、従って電力を誘導的に、すなわち電磁結合を介して

50

抽出し得る電力散逸素子において、エネルギーが散逸され得る。

【0242】

この実施例は図25に図示される。実施例において、磁場に蓄えられるエネルギーは、送電コイル $L_{Tx}$ に接近し誘導結合される切替可能抵抗磁気ループ $L_{Taux}$ によって吸収される。スイッチ $SW1$ は電圧信号" $V_{snubb}$ "によって制御される。 $On\_Off\_zeroX$ 信号が" $low$ "に進むときにスイッチ $SW1$ を閉じることによって、共振タンク内の残留エネルギーは抵抗器 $R1$ によって吸収される。図26は送電コイルを通る派生電流 $I_{ac\_Tx}$ を図示する。実施例において、インバータは標準 $On\_Off\_zeroX$ 信号で抑制され、スイッチ $SW1$ は電圧 $V_{snubb}$ を用いて導電状態にスイッチされる。

10

【0243】

一部の実施形態において、電力散逸素子は送電コイルに誘導結合される通信コイルに結合され得る。このような構成の一実施例は図27に示される。

【0244】

図27は無線電力伝送システムが通信コイル $L_{Tcom}$ と $L_{Rcom}$ をさらに有する一実施例を図示する。コイル $L_{Tcom}$ は典型的に送電コイルと同じ磁気面にあり、従ってこの既に存在するコイルをエネルギー吸収目的のためにも使用することができる。 $On\_Off\_zeroX$ 信号が $low$ に進んだ直後に低電圧スイッチ $S5$ を閉じることによって、共振タンク内の残留エネルギーが抵抗器 $R1$ によって吸収される。

20

【0245】

通信コイル $L_{Tcom}$ を用いる送電コイル $L_{Tx}$ の抵抗短絡を伴う送電器波形は、個別結合コイル $L_{Taux}$ が使用される状況に対応する。

【0246】

前の実施例において、振動/リングングは送電器側で削減された。しかしながら、代替的に若しくは付加的に振動/リングングは受電器側で削減され得る。

【0247】

特に、図28と29は二つの異なる負荷条件下での受電コイル電流 $I_{ac\_Rx}$ の実施例を図示する。図28は定常状態条件下で負荷がモータである場合の受電器電流 $I_{ac\_Rx}$ の一実施例を図示する。

【0248】

受電器電流は元の送電器 $AC$ 信号のゼロ交差付近でゼロである。これはゼロ交差付近で受電コイルにかかる電圧が回転電圧よりも小さく、従って $HF$ 整流器を電流が流れないという事実に起因する。モータ電流は電源電圧のゼロ交差付近で既にゼロなので、リングングを減らすため若しくは $zeroX$ 窓を増やすために特別な手段がとられる必要がない。

30

【0249】

図29はモータがゼロ $rpm$ から起動しているときの受電コイル電流 $I_{ac\_Rx}$ を図示する。モータの回転電圧はゼロなので、電源電圧のゼロ交差付近の電流ギャップはかなり小さくなる。 $On\_Off\_ZeroX$ 信号が変化するとき受電器電流 $I_{ac\_Rx}$ はゼロではなく、従ってこれはゼロ交差の有効時間窓を制限する。言い換えれば、 $On\_Off\_ZeroX$ 信号が変化した後にはいくらかのリングングが起こる。

40

【0250】

一部の実施形態において、リミッタ607は反復時間間隔の開始時に電力散逸素子を受電コイルに結合するように構成され得る。電力散逸素子は特に抵抗器であり得、多くの実施形態において電力散逸素子は受電コイル503にわたって直接結合され得る。電力散逸素子はこれが受電コイル507に結合されるときに受電コイル507を含む共振回路からエネルギーを散逸するように受電コイル507に結合され得る。

【0251】

図30はこのような実施形態の一実施例を図示する。

【0252】

実施例において、スイッチ $SW2$ と抵抗器 $R2$ の形の電力散逸素子の直列接続が受電コ

50



イルの端子に接続される。この構成の目的は反復時間間隔の開始時に共振タンク内の蓄積エネルギーを吸収することである。これは新たな反復時間間隔の開始を反映するように  $On\_Off\_zeroX$  信号が遷移するときにスイッチ  $SW2$  を閉じることによって実現される。このように、共振タンク内の残留エネルギーが抵抗器  $R2$  によって吸収され、リングングが減衰される。スイッチ  $SW2$  は実施例において電圧信号 " $V\_snubb$ " によって制御される。

【0253】

図31は受電コイルを通る電流  $Iac\_Rx$  の一実施例を図示する。最初に、インバータは標準  $On\_Off\_zeroX$  信号で抑制される。遷移時間は無視できるほどである。同時に、スイッチ  $SW2$  が導電状態にスイッチされ、それによって電力散逸素子  $R2$  を受電コイルに結合する。見られる通り、電流  $Iac\_Rx$  は、信号 " $V\_snubb$ " の遷移のイベントにおいて、 $R2$  及び  $L\_Rx$  に依存して、所定時定数でゼロまで減衰する。

10

【0254】

実際には、フローティングスイッチ  $SW2$  の駆動は単純ではない可能性がある。図32は電力散逸素子が特に  $MOSFET$  である追加接地スイッチ  $S5$  を使用して受電コイルに結合される実施例を図示する。フローティングスイッチ  $SW2$  の機能はスイッチ  $S5$  に引き継がれる。 $On\_Off\_zeroX$  信号が  $low$  に進むときにスイッチ  $S5$  を閉じることによって、共振タンク内の残留エネルギーが抵抗器  $R2$  によって吸収される。

【0255】

電力散逸素子が受電コイルに結合される別の実施例が図33に示される。この実施例において、結合はスイッチと電力散逸素子を受電コイルに直接接続することによらず、これらはコンデンサ  $Cres2$  を介して受電コイルに結合される。

20

【0256】

この実施例において、 $SW2$  と抵抗器  $R2$  の直列接続は特に  $HF$  整流器の入力端子に接続される。しかしながら、動作は図30の実施例の動作と等しい。

【0257】

さらに別の実施例が図34に図示される。実施例は図33のものに対応するが、フローティングスイッチ素子の使用を回避する。別の実施例が図35に提供され、スイッチ素子  $SW2$  と抵抗器  $R2$  は受電コイルを含む共振回路の一部であるコンデンサの一つ  $Cres2$  にわたって結合される。図36はフローティングスイッチの使用を回避する対応する実施例を図示する。

30

【0258】

一部の実施形態において、電力散逸素子の受電コイルへの結合は誘導結合であり得る。従って、受電コイルに誘導的に/電磁的に結合され、従って電力を誘導的に、すなわち電磁結合を介して抽出し得る電力散逸素子において、エネルギーが散逸され得る。

【0259】

この実施例は図37に図示される。実施例において、磁場に蓄えられるエネルギーは、受電コイル  $L\_Rx$  に接近し誘導結合される切替可能抵抗磁気ループ  $L\_Raux$  によって吸収される。スイッチ  $SW2$  は電圧信号 " $V\_snubb$ " によって制御される。 $On\_Off\_zeroX$  信号が " $low$ " に進むときにスイッチ  $SW2$  を閉じることによって、共振タンク内の残留エネルギーは抵抗器  $R2$  によって吸収される。

40

【0260】

図38は受電コイルを通る派生電流  $Iac\_Rx$  を図示する。実施例において、インバータは標準  $On\_Off\_zeroX$  信号で抑制され、スイッチ  $SW2$  は電圧  $V\_snubb$  を用いて導電状態にスイッチされる。

【0261】

一部の実施形態において、電力散逸素子は受電コイルに誘導結合される通信コイルに結合され得る。このような構成の一実施例が図39に示される。

【0262】

図39は無線電力伝送システムが通信コイル  $L\_Tcom$  と  $L\_Rcom$  をさらに有す

50

る一実施例を図示する。コイルL<sub>com</sub>は典型的に受電コイルと同じ磁気面にあり、従ってこのコイルをエネルギー吸収目的のためにも再利用することができる。On<sub>off</sub>\_zero<sub>x</sub>信号がlowに進むときに低電圧スイッチS<sub>7</sub>を閉じることによって、共振タンク内の残留エネルギーが抵抗器R<sub>2</sub>によって吸収される。

【0263】

通信コイルL<sub>com</sub>を用いる受電コイルL<sub>x</sub>の抵抗短絡を伴う送電器波形は、個別結合コイルL<sub>aux</sub>が使用される状況に直接対応する。

【0264】

前の記載はリングングを減らすための複数の異なるアプローチを提供したが、アプローチは相互排他的ではないことが理解される。従って、多くの実施形態において、記載の実施例の組み合わせが適用され得る。例示的な組み合わせは以下の機能を導入するものであり得る：

- ・ E M C問題を軽減するためにゼロ オン オフ信号をゼロまで徐々に変化させる；
- ・ インバータの入力において入力コンデンサC<sub>in</sub>に残留エネルギーを蓄えるためにインバータを完全にオフにする；
- ・ 受電コイルL<sub>x</sub>、H F整流器の入力端子、及びC<sub>res2</sub>の端子(D<sub>5</sub>、D<sub>6</sub>、D<sub>7</sub>、R<sub>5</sub>、R<sub>6</sub>、S<sub>6</sub>)の抵抗短絡によって受電器における残留リングングを減らす；
- ・ 結合送電器通信コイルL<sub>com</sub>(R<sub>5</sub>、S<sub>5</sub>)の抵抗短絡によって受電器における残留リングングを減らす。

このような実施形態の一実施例は図40に提供される。実施例において、インバータは修正On<sub>off</sub>\_zero<sub>x</sub>信号で無効にされ、それによって段階的遷移を提供する。修正On<sub>off</sub>\_zero<sub>x</sub>信号が"low"であるとき、四つのスイッチS<sub>1</sub> S<sub>4</sub>はゲート信号をゼロボルトに設定することによって完全にオフにされる。スイッチS<sub>5</sub>とS<sub>6</sub>は電圧信号"V<sub>snubb</sub>"によって制御される。図41はこのシステム例に対するシミュレーション結果を図示する。見られる通り、I<sub>ac</sub>\_TxとI<sub>ac</sub>\_Rxは両方とも、イネーブル信号がlowに進んだ直後にリングングを示さない。

【0265】

当然のことながら明確にするための上記記載は異なる機能回路、ユニット及びプロセッサに関して本発明の実施形態を記載している。しかし当然のことながら異なる機能回路、ユニット若しくはプロセッサ間での機能のいかなる適切な分散も、本発明を損なうことなく使用され得る。例えば、別々のプロセッサ若しくはコントローラによって実行されるように例示される機能が、同じプロセッサ若しくはコントローラによって実行されてもよい。従って、特定の機能ユニット若しくは回路への言及は厳密な論理的若しくは物理的構造若しくは機構を示すのではなく記載の機能を提供するための適切な手段への言及とみなされるに過ぎない。

【0266】

本発明はハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア若しくはこれらの任意の組み合わせを含む任意の適切な形式で実現され得る。本発明は随意に一つ以上のデータプロセッサ及び/又はデジタル信号プロセッサ上で実行するコンピュータソフトウェアとして少なくとも部分的に実現され得る。本発明の実施形態の構成要素及び部品は任意の適切な方法で物理的に、機能的に及び論理的に実現され得る。実際、機能は単一ユニットにおいて、複数のユニットにおいて、若しくは他の機能ユニットの一部として実現され得る。従って、本発明は単一ユニットにおいて実現され得るか、又は異なるユニット、回路及びプロセッサ間に物理的に及び機能的に分散されてもよい。

【0267】

本発明は一部の実施形態に関して記載されているが、本明細書に記載の特定の形式に限定されないことが意図される。むしろ、本発明の範囲は添付の請求項にのみ限定される。付加的に、ある特徴は特定実施形態に関して記載されるように見えるかもしれないが、当業者は記載の実施形態の様々な特徴が本発明に従って組み合わせられ得ることを認識するだろう。請求項において、有するという語は他の要素若しくはステップの存在を除外しない。

10

20

30

40

50

【 0 2 6 8 】

さらに、個別に列挙されるが、複数の手段、要素、回路若しくは方法ステップは例えば単一の回路、ユニット若しくはプロセッサによって実現され得る。付加的に、個々の特徴が異なる請求項に含まれ得るが、これらは場合により好都合に組み合わせられてもよく、異なる請求項への包含は特徴の組み合わせが実現可能及び/又は好都合でないことを示唆しない。請求項の一つのカテゴリへの特徴の包含もこのカテゴリへの限定を示唆せず、むしろ特徴が必要に応じて他の請求項カテゴリに等しく適用可能であることを示す。さらに、請求項における特徴の順序は特徴が実施されなければならないいかなる特定の順序も示唆せず、特に方法の請求項における個々のステップの順序はステップがこの順序で実行されなければならないことを示唆しない。むしろ、ステップはいかなる適切な順序で実行されてもよい。加えて、単数形の参照は複数を除外しない。従って"a"、"a n"、"f i r s t"、"s e c o n d"などの参照は複数を除外しない。請求項における参照符号は単に明確にする実施例として与えられるに過ぎず、決して請求項の範囲を限定するものと解釈されてはならない。

10

【 図 1 】

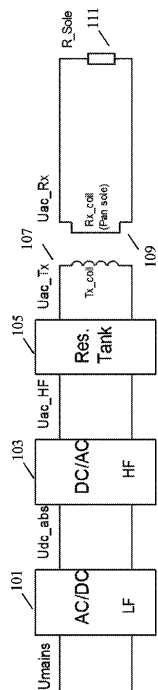


FIG. 1

【 図 2 】

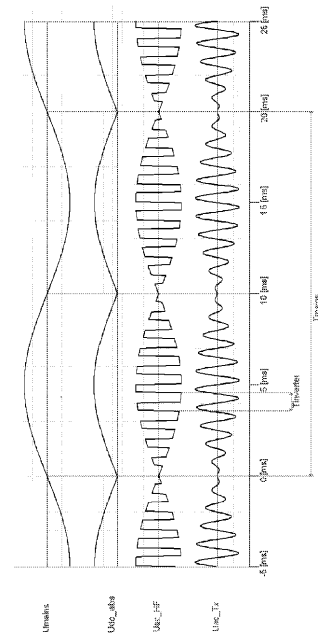


FIG. 2

【 3 】

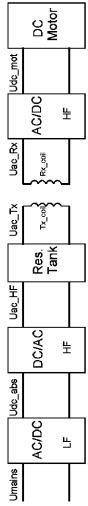


FIG. 3

【 4 】

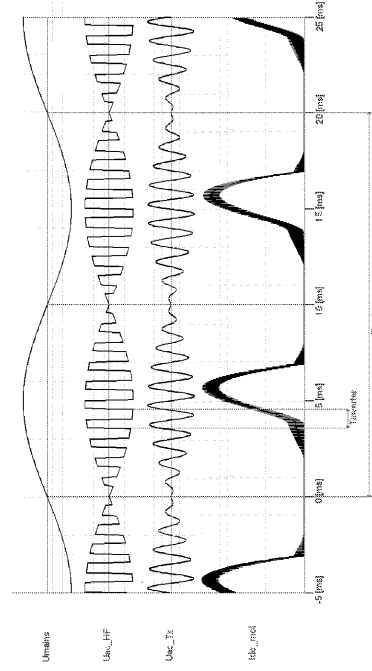


FIG. 4

【 5 】

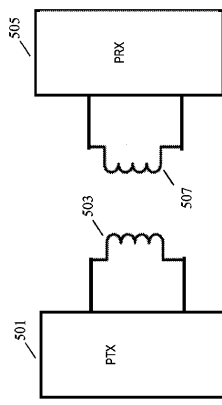


FIG. 5

【 6 】

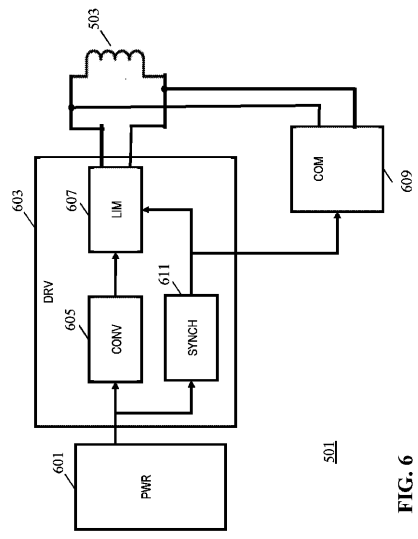
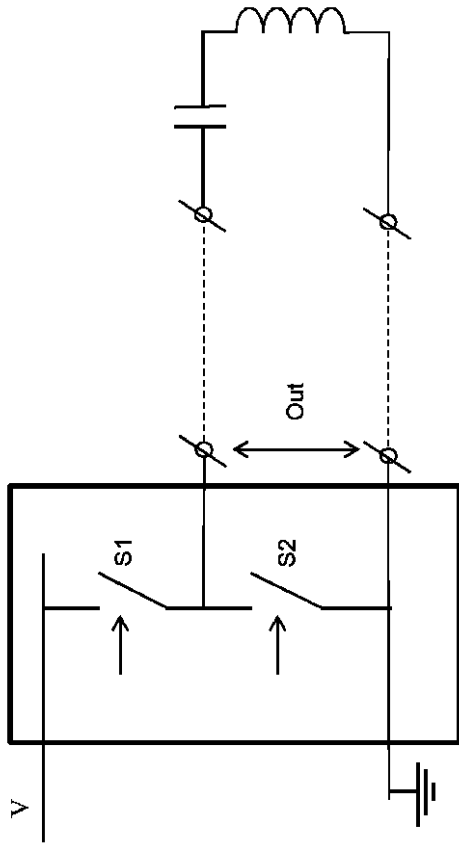


FIG. 6

【 図 7 】

FIG. 7



【 図 8 】

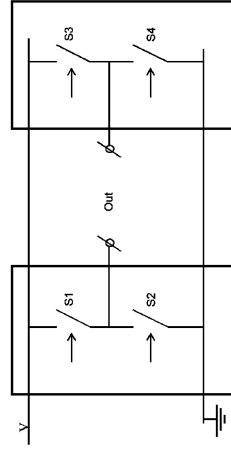


FIG. 8

【 図 9 】

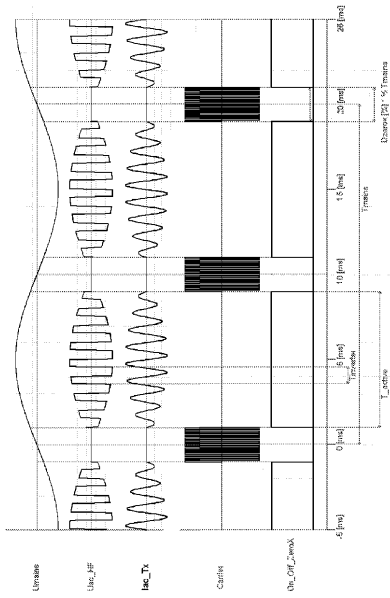


FIG. 9

【 図 10 】

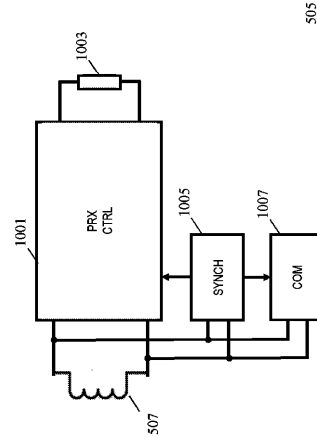
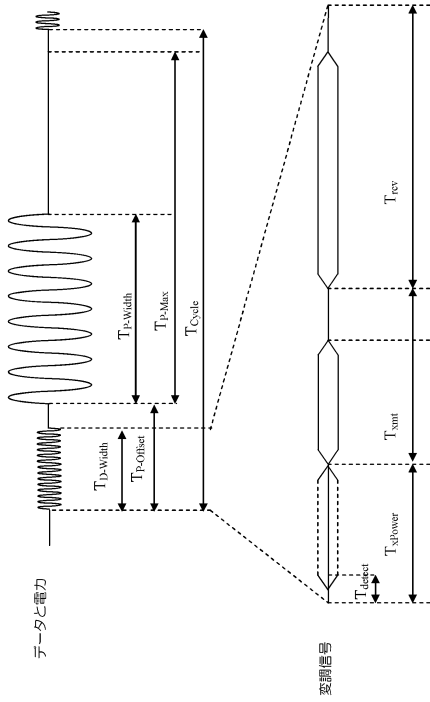
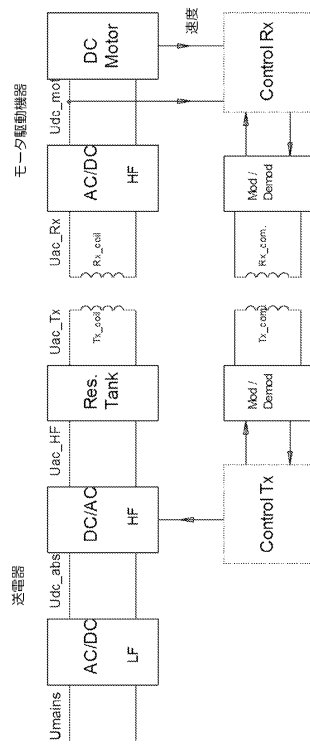


FIG. 10

【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】

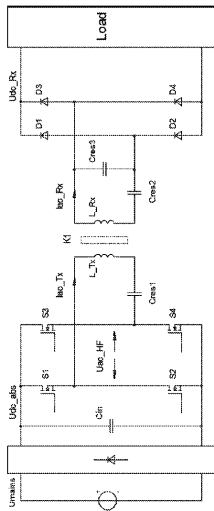


FIG. 13

【図 1 4】

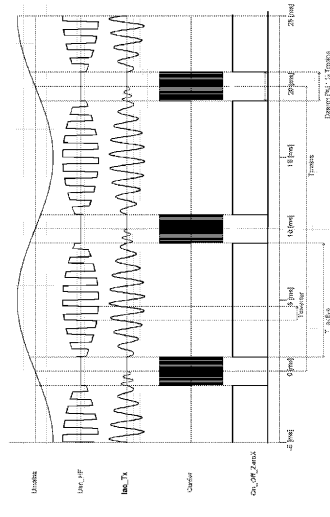


FIG. 14

【 15 】

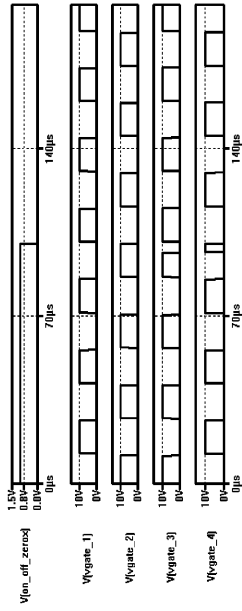


FIG. 15

【 16 】

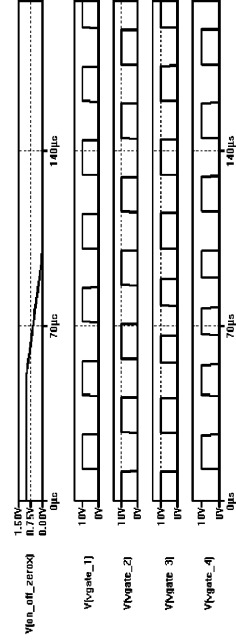


FIG. 16

【 17 】

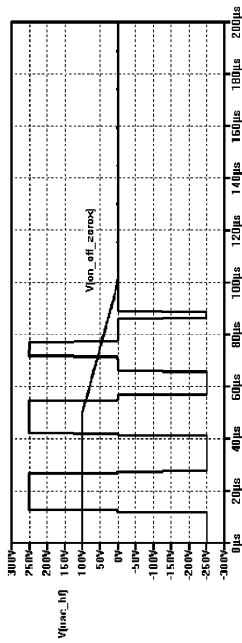


FIG. 17

【 18 】

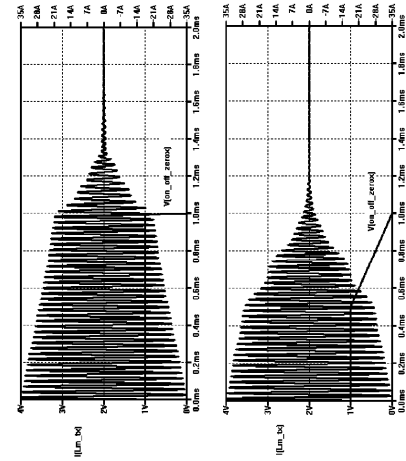


FIG. 18

【 19 】

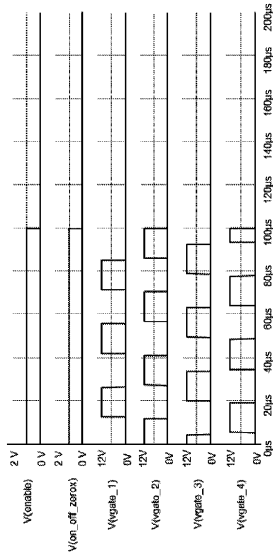


FIG. 19

【 20 】

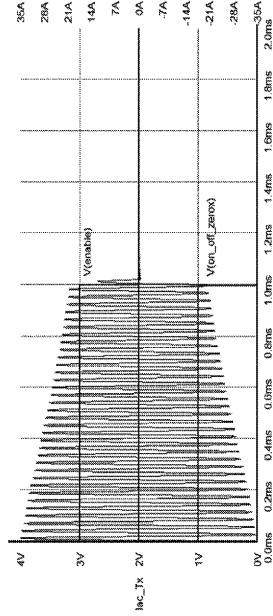


FIG. 20

【 21 】

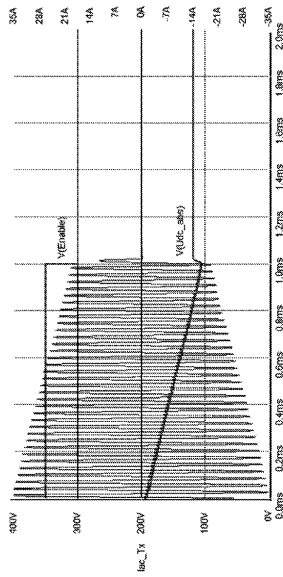


FIG. 21

【 22 】

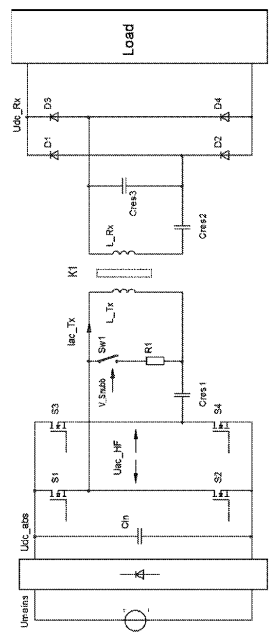


FIG. 22



【 2 3 】

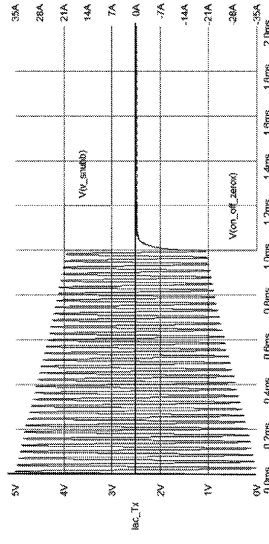


FIG. 23

【 2 4 】

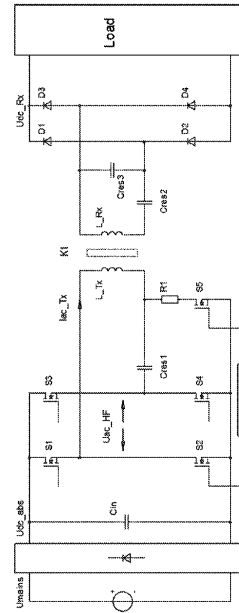


FIG. 24

【 2 5 】

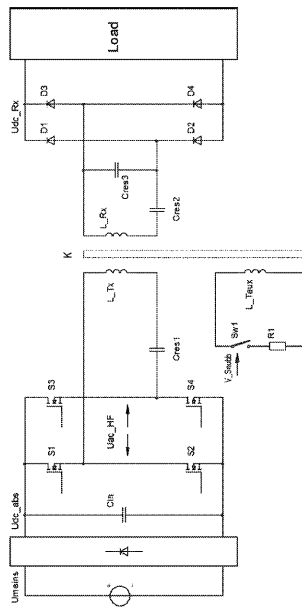


FIG. 25

【 2 6 】

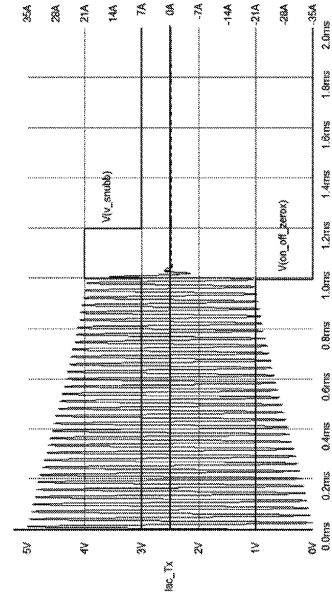
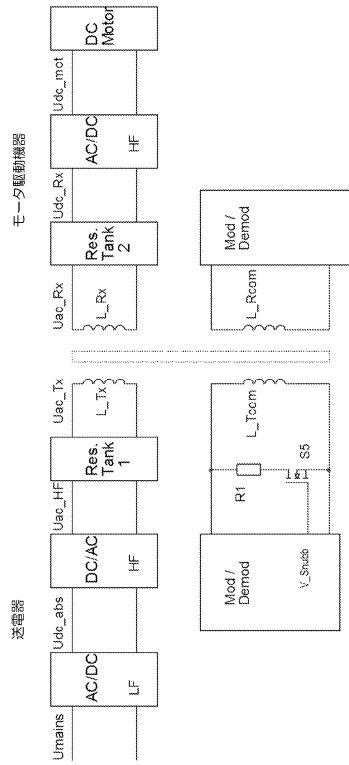


FIG. 26

【 図 27 】



【 図 28 】

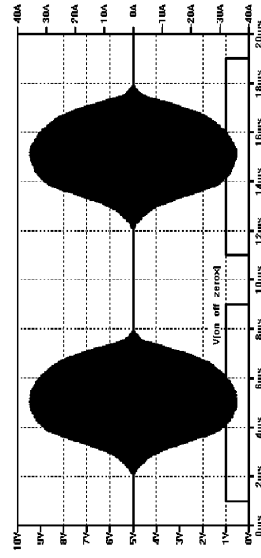


FIG. 28

【 図 29 】

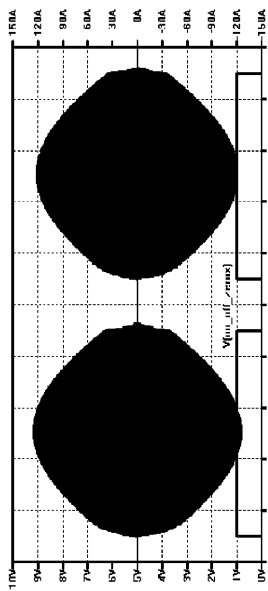


FIG. 29

【 図 30 】

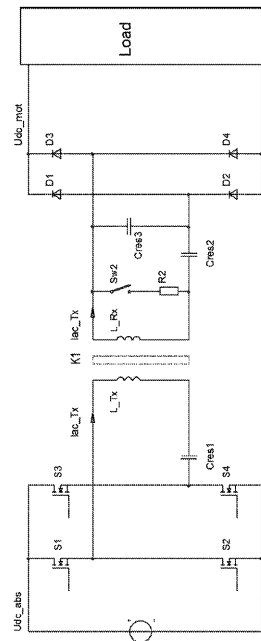


FIG. 30

【 3 1 】

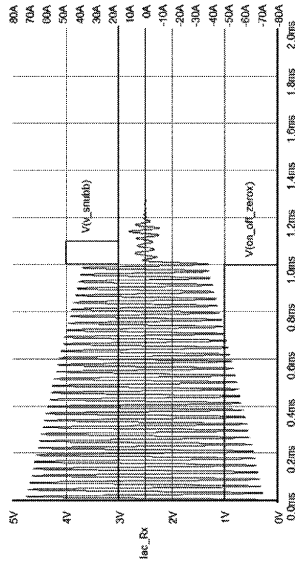


FIG. 31

【 3 2 】

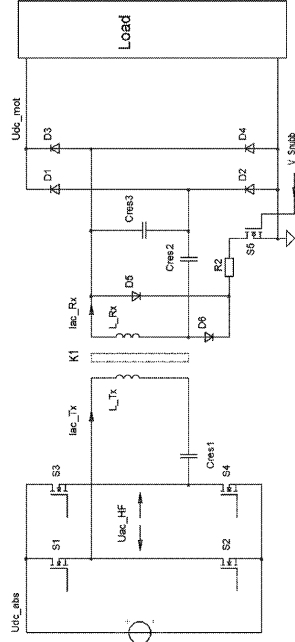


FIG. 32

【 3 3 】

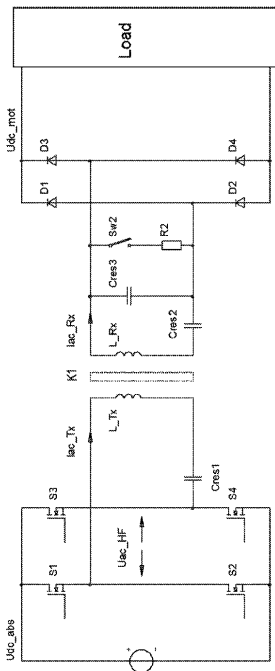


FIG. 33

【 3 4 】

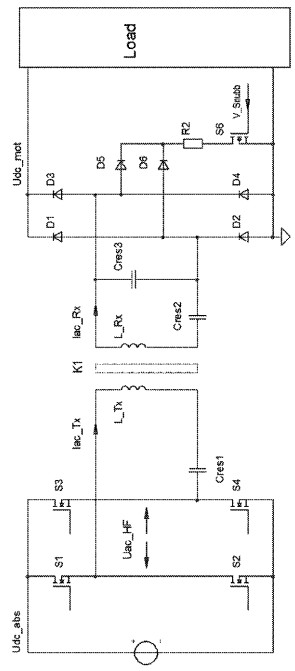


FIG. 34

【 35 】

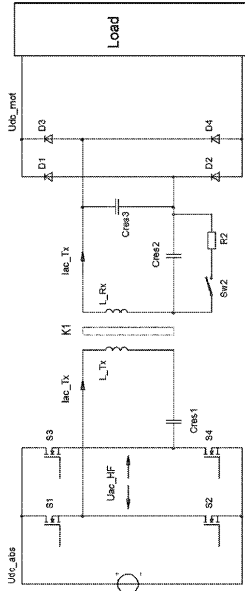


FIG. 35

【 36 】

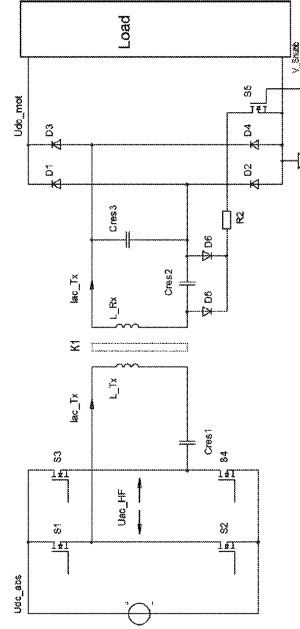


FIG. 36

【 37 】

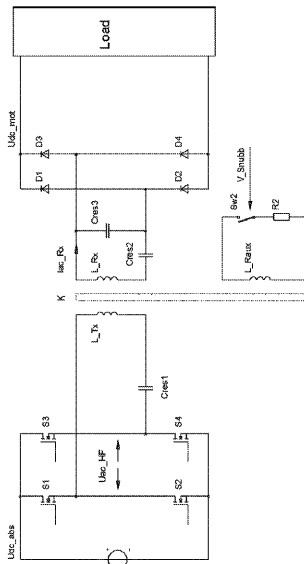


FIG. 37

【 38 】

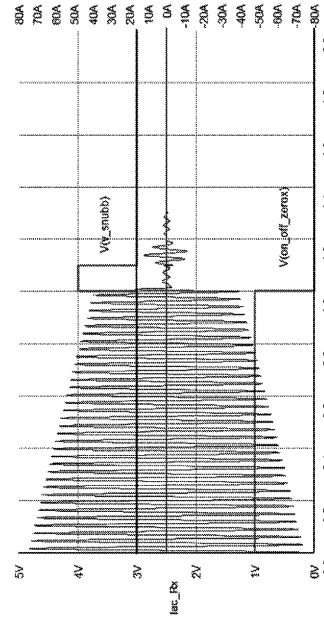
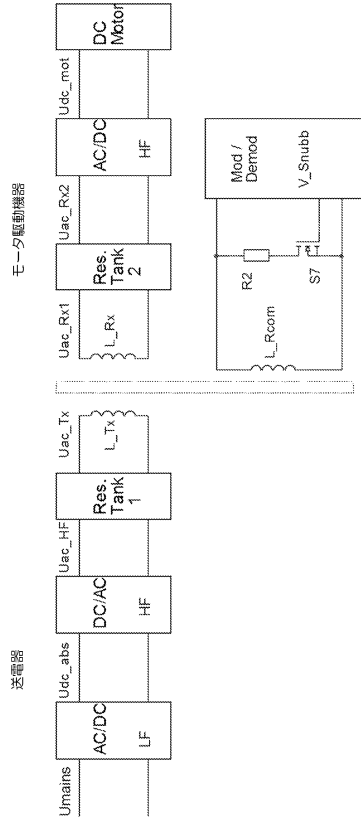


FIG. 38

【 図 39 】



【 図 40 】

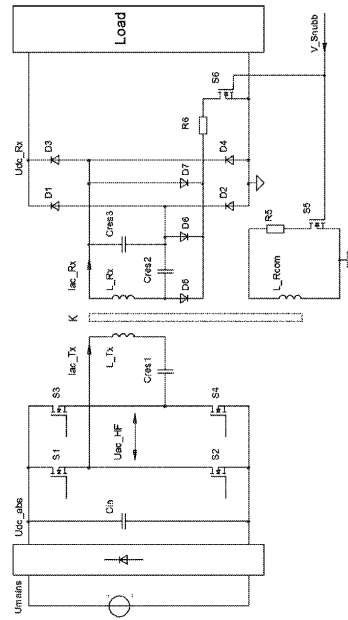


FIG. 40

【 図 41 】

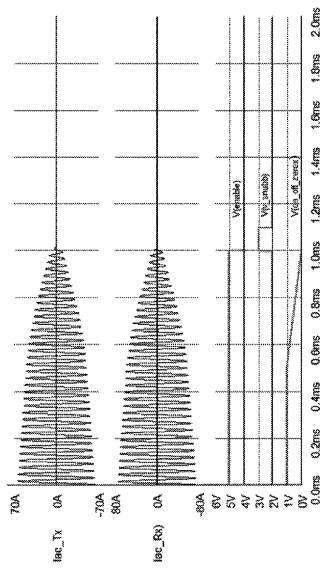


FIG. 41

## フロントページの続き

- (72)発明者 エテス ヴィルヘルムス ヒェラルドゥス マリア  
オランダ国 5656 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5
- (72)発明者 ルロフス クラース ヤコブ  
オランダ国 5656 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5
- (72)発明者 ロンメルス アドリアヌス ペトルス ヨハンナ マリア  
オランダ国 5656 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5
- (72)発明者 ヨイエ ネイル フランシス  
オランダ国 5656 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5
- (72)発明者 ファン ヴァヒェニンヒェン アンドリース  
オランダ国 5656 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5

審査官 早川 卓哉

- (56)参考文献 国際公開第2010/035546(WO, A1)  
特開2011-062008(JP, A)  
特開2011-030404(JP, A)  
米国特許出願公開第2011/0115303(US, A1)  
特表2009-525645(JP, A)  
特開平11-178248(JP, A)  
特開2012-196027(JP, A)  
特開平02-305232(JP, A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02J50/00-50/90  
H02J7/00-7/12  
H02J7/34-7/36  
H02J5/00  
H01M10/42-10/48  
H04B1/76-3/60  
H04B5/00-5/06  
H04B7/005-7/015