

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-254003

(P2012-254003A)

(43) 公開日 平成24年12月20日(2012.12.20)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H02J 17/00 (2006.01)	H02J 17/00 B	
	H02J 17/00 X	

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2012-86775 (P2012-86775)	(71) 出願人	000005821
(22) 出願日	平成24年4月5日(2012.4.5)		パナソニック株式会社
(31) 優先権主張番号	特願2011-103989 (P2011-103989)		大阪府門真市大字門真1006番地
(32) 優先日	平成23年5月9日(2011.5.9)	(74) 代理人	100101683
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		弁理士 奥田 誠司
		(74) 代理人	100155000
			弁理士 喜多 修市
		(74) 代理人	100135703
			弁理士 岡部 英隆
		(74) 代理人	100125922
			弁理士 三宅 章子
		(74) 代理人	100152663
			弁理士 山口 美里

最終頁に続く

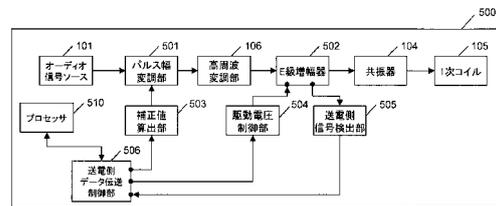
(54) 【発明の名称】 無線電力データ伝送システム、送電装置、および受電装置

(57) 【要約】

【課題】 電力およびデータを安定して無線で伝送する。

【解決手段】 送電装置は、電力およびデータを無線で伝送する無線電力データ伝送に用いられる。送電装置は、伝送すべき電力およびデータをパルス列に変換して送出する送電部と、前記データの重畳による前記電力の変化を低減させるように前記送電部を制御する制御部とを備える。

【選択図】 図6 A



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電力およびデータを無線で伝送する無線電力データ伝送に用いられる送電装置であって、
 伝送すべき電力およびデータを重畳した複数のパルスからなるパルス列を送出する送電部と、
 前記データの重畳による前記電力の変化を低減させるように前記送電部を制御する制御部と、
 を備える送電装置。

【請求項 2】

前記制御部は、前記データの値に応じて前記パルス列の振幅を変化させ、それに同期して、前記振幅の変化による伝送電力の変化を低減させるように、前記パルス列のパルス幅を変化させる、請求項 1 に記載の送電装置。

【請求項 3】

前記制御部は、前記データの値に応じて前記パルス列の振幅を変化させ、それに同期して、前記パルス列のパルス面積が一定になるように前記パルス列のパルス幅を変化させる、請求項 1 または 2 に記載の送電装置。

【請求項 4】

前記送電部は、
 前記制御部からの指示に基づいて決定したパルス幅を有する第 1 のパルス列を出力するパルス幅変調器と、
 前記第 1 のパルス列を増幅した第 2 のパルス列を前記パルス列として出力するパルス振幅変調器と、
 前記第 2 のパルス列に基づく電力およびデータを送出する共振器と、
 を有し、
 前記制御部は、前記データの値に応じて前記第 2 のパルス列の振幅およびパルス幅を変化させるように、前記パルス幅変調器および前記パルス振幅変調器を制御する、
 請求項 1 から 3 のいずれかに記載の送電装置。

【請求項 5】

前記パルス振幅変調器は、入力された駆動電圧によって前記第 1 のパルス列を増幅することにより、前記第 2 のパルス列を生成する増幅器を有し、
 前記制御部は、前記データの値に応じて前記増幅器に入力する前記駆動電圧を切り替えることにより、前記第 2 のパルス列の振幅を変化させる、
 請求項 4 に記載の送電装置。

【請求項 6】

前記送電部は、
 前記制御部からの指示に基づいて決定したパルス幅を有する第 1 のパルス列を出力するパルス幅変調器と、
 前記制御部からの指示に基づいて決定した周波数を有する、前記第 1 のパルス列を増幅した第 2 のパルス列を前記パルス列として出力するパルス振幅変調器と、
 前記第 2 のパルス列に基づく電力およびデータを送出する共振器と、
 を有し、
 前記制御部は、前記データの値に応じて前記第 1 のパルス列の周波数を変化させるとともに、前記第 1 のパルス列のパルス幅を変化させるように前記パルス幅変調器を制御する、
 請求項 1 から 3 のいずれかに記載の送電装置。

【請求項 7】

前記制御部は、前記データが第 1 の値をとるとき、前記第 1 のパルス列の周波数を前記共振器の共振周波数に実質的に等しい第 1 の周波数に設定し、前記データが第 2 の値をとるとき、前記第 1 のパルス列の周波数を前記第 1 の周波数とは異なる第 2 の周波数に設定

10

20

30

40

50

する、請求項 6 に記載の送電装置。

【請求項 8】

前記送電部は、

前記制御部からの指示に基づいて決定したパルス幅を有する第 1 のパルス列を出力するパルス幅変調器と、

前記周波数変調部から出力された前記第 1 のパルス列を増幅した第 2 のパルス列を前記パルス列として出力するパルス振幅変調器と、

前記第 2 のパルス列に基づく電力およびデータを送出する少なくとも 1 つの共振器を含むアンテナと、

を有し、

前記制御部は、共振周波数を変化させるように前記アンテナを制御するとともに、前記第 1 のパルス列のパルス幅を変化させるように前記パルス幅変調器を制御する、

請求項 1 から 3 のいずれかに記載の送電装置。

【請求項 9】

前記制御部は、前記データが第 1 の値をとるとき、前記共振周波数を前記第 1 のパルス列の周波数に実質的に等しい第 1 の周波数に設定し、前記データが第 2 の値をとるとき、

前記共振周波数を前記第 1 の周波数とは異なる第 2 の周波数に設定する、

請求項 8 に記載の送電装置。

【請求項 10】

前記少なくとも 1 つの共振器は共振周波数の異なる複数の共振器を含み、

前記制御部は、前記複数の共振器の中から 1 つの共振器を選択することにより、前記アンテナの共振周波数を変化させる、

請求項 8 または 9 に記載の送電装置。

【請求項 11】

前記データを第 1 のデータとするとき、

前記送電部は、第 2 のデータをパルス幅変調して増幅することにより、前記電力、前記第 1 のデータ、および前記第 2 のデータを前記パルス列に変換して送電する、

請求項 1 から 10 のいずれかに記載の送電装置。

【請求項 12】

前記制御部は、前記第 2 のデータをパルス幅変調していないタイミングで、前記第 1 のデータの値に応じて前記パルス列の振幅およびパルス幅を変化させるように前記送電部を制御する、請求項 11 に記載の送電装置。

【請求項 13】

前記制御部は、前記第 2 のデータに基づくパルス幅に前記第 2 のデータの値に応じた補正值を加算または減算することによって前記パルス列のパルス幅を決定するように前記送電部を制御する、請求項 11 または 12 に記載の送電装置。

【請求項 14】

前記送電部は、前記第 2 のデータをパルス幅変調していないときに、第 1 のデューティ比のパルス列を出力する第 1 の送信期間と、第 2 のデューティ比のパルス列を出力する第 2 の送信期間とによって構成される同期パルス列を出力する、請求項 11 から 13 のいずれかに記載の送電装置。

【請求項 15】

前記第 1 のデューティ比は 50% であり、前記第 2 のデューティ比は 0% である、請求項 14 に記載の送電装置。

【請求項 16】

電力およびデータを無線で伝送する無線電力データ伝送システムであって、

前記電力および前記データを送電する送電装置と、

前記送電装置から送電された前記電力および前記データを受け取る受電装置と、

を備え、

前記送電装置は、請求項 1 から 15 のいずれかに記載の送電装置である、

10

20

30

40

50

無線電力データ伝送システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電力およびデータを、無線で伝送するための無線電力データ伝送システム、送電装置、および受電装置に関する。

【背景技術】

【0002】

電気機器の動作に必要な電力を、無線および無接点（非接触）で伝送する取組みが行われている。例えば、電動シェーバーや電動歯ブラシなどの用途において、特許文献1に記載されている電磁誘導の原理を用いた無線電力伝送方式（以下、「電磁誘導方式」と呼ぶ。）を採用した製品が商品化されており、ユーザの利便性を高めることに成功している。

10

【0003】

また、近年、電磁誘導方式よりも伝送距離を伸ばすことが可能であり、送電機器と受電機器との間の設置位置の自由度をより高められるという利点を有する電磁界の共振現象を用いた無線電力伝送方式が知られている（例えば、特許文献2）。磁気共鳴方式または共振磁界結合方式とも呼ばれるこの無線電力伝送技術は、現在、研究および開発が進められており、無線電力伝送の適用範囲の更なる拡大が見込まれている。

【0004】

磁気共鳴（resonant magnetic coupling）方式では、送電器および受電器は、それぞれ共振器を備えている。送電器の共振器（送電側共振器）の共振周波数と受電器の共振器（受電側共振器）の共振周波数とが一致している場合のみ、共振現象を利用して送電側から受電側へ電力が伝送される。

20

【0005】

無線電力伝送の効率は、一般に送電側共振器および受電側共振器の間の結合係数 k と、共振器の Q 値（Quality Factor）との積である kQ に比例する。磁気共鳴方式では、一般に Q 値が数千というオーダの共振器が用いられる。これにより、送電器と受電器との間の距離が離れていたり、送電側共振器のコイルの軸と受電側共振器のコイルの軸とがずれていたりすることによって結合係数 k が小さい場合であっても、高い電力伝送効率を達成することができる。

30

【0006】

磁気共鳴方式では、共振器の共振周波数は、非特許文献1に開示されているように、任意の周波数に設計できる。ここで、共振周波数として数十MHz帯の周波数を用いて、共振器の周波数特性の3dB帯域幅が数百kHz～数MHzとなるように共振器を設計すると、電力伝送のための磁場搬送波を数百kbps～数Mbpsの伝送速度のデータで変調したデータ通信を行うことができる。このようにすることで、電力およびデータの重畳伝送を実現できる。以下では、このような伝送のことを「無線電力データ伝送」と呼ぶ。

【0007】

磁場搬送波を変調することによって伝送されるデータの一例として、オーディオ信号がある。オーディオ信号は、20Hz～20kHzの帯域の音声信号であるため、数十MHz帯を用いた磁気共鳴方式による無線電力データ伝送により、オーディオ信号を十分に伝送できる。特許文献3は、オーディオ信号の無線電力データ伝送の例を開示している。特許文献3に開示されたシステムは、無線電力伝送に用いられる磁場搬送波を、オーディオ信号によってAM（Amplitude Modulation）変調して伝送する送電装置と、送電装置から送られてきた磁場搬送波からスピーカを駆動するのに十分な電力を持ったオーディオ信号を受信する受電装置とを備えている。特許文献3に開示された送電装置および受電装置を用いることにより、バッテリー等の電源が不要なワイヤレススピーカ装置を実現できる。

40

【0008】

また、特許文献1に開示された無線電力伝送システムでは、送電器および受電器が正し

50

い機器同士であることを認証するためのデータが電力と共に伝送される。このような構成により、不正な受電器や電力を必要としない受電器、受電器以外の異物などへの送電を回避することができるため、無線電力伝送の安全性が高くなる。

【0009】

特許文献4は、磁場搬送波の周波数を変えることにより、バイナリデータの0と1とを区別して伝送する送電装置を開示している。共振器の周波数特性は、共振周波数 f_0 をピークとした周波数選択性のある特性であるため、磁場搬送波の周波数を変えると、磁場搬送波の振幅も変化する。また、特許文献4に開示された受電装置は、受電回路の負荷を切り替えることによって生じる磁場搬送波の振幅の変化により、バイナリデータの0と1とを区別して送電装置に送信することができる（負荷変調）。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】特開2008-206233号公報

【特許文献2】米国特許出願公開第2010/0141042号明細書

【特許文献3】特開2009-153056号公報

【特許文献4】特開2008-206305号公報

【非特許文献】

【0011】

【非特許文献1】居村岳広 他、“kHz~MHz~GHzにおける磁界共振結合によるワイヤレス電力伝送用アンテナの提案”、2010年電子情報通信学会予稿集、BS-9-5、2010年3月

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

前述の無線電力データ伝送を実現するためには、電力を伝送するための磁場搬送波を用いて、オーディオ信号や制御情報のようなデータを伝送する必要がある。ここで、特許文献3に記載の装置のように、電力伝送のための磁場搬送波をオーディオ信号によってAM変調する場合を考える。送電器において、AM変調された磁場搬送波を、さらに制御信号のようなデータで変調すると、磁場搬送波の振幅が変化するため、受電器側のスピーカで再生される音に、音量変化や歪、雑音が発生してしまうという課題がある。

30

【0013】

この課題は、スピーカへオーディオ信号を伝送するシステムに限らず、電力に何らかのデータを重畳して伝送するどのようなシステムにおいても同様に発生する。すなわち、磁場搬送波を送信すべきデータによって変調すると、受電器が受ける電力の振幅が変動するため、電力伝送が不安定になるという課題がある。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明の一実施形態による送電装置は、電力およびデータを無線で伝送する無線電力データ伝送システムに用いられる送電装置であって、伝送すべき電力およびデータを重畳した複数のパルスからなるパルス列に変換して送出する送電部と、前記データの重畳による前記電力の変化を低減させるように前記送電部を制御する制御部とを備える。

40

【0015】

ある実施形態において、前記制御部は、前記データの値に応じて前記パルス列の振幅を変化させ、それに同期して、前記振幅の変化による伝送電力の変化を低減させるように、前記パルス列のパルス幅を変化させる。

【0016】

ある実施形態において、前記制御部は、前記データの値に応じて前記パルス列の振幅を変化させ、それに同期して、前記パルス列のパルス面積が一定になるように前記パルス列のパルス幅を変化させる。

50

【 0 0 1 7 】

ある実施形態において、前記送電部は、前記制御部からの指示に基づいて決定したパルス幅を有する第 1 のパルス列を出力するパルス幅変調器と、前記第 1 のパルス列を増幅した第 2 のパルス列を前記パルス列として出力するパルス振幅変調器と、前記第 2 のパルス列に基づく電力およびデータを送出する共振器とを有する。前記制御部は、前記データの値に応じて前記第 2 のパルス列の振幅およびパルス幅を変化させるように、前記パルス幅変調器および前記パルス振幅変調器を制御する。

【 0 0 1 8 】

ある実施形態において、前記パルス振幅変調器は、入力された駆動電圧によって前記第 1 のパルス列を増幅することにより、前記第 2 のパルス列を生成する増幅器を有し、前記制御部は、前記データの値に応じて前記増幅器に入力する前記駆動電圧を切り替えることにより、前記第 2 のパルス列の振幅を変化させる。

10

【 0 0 1 9 】

ある実施形態において、前記送電部は、前記制御部からの指示に基づいて決定したパルス幅を有する第 1 のパルス列を出力するパルス幅変調器と、前記制御部からの指示に基づいて決定した周波数を有する、前記第 1 のパルス列を増幅した第 2 のパルス列を前記パルス列として出力するパルス振幅変調器と、前記第 2 のパルス列に基づく電力およびデータを送出する共振器とを有する。前記制御部は、前記データの値に応じて前記第 1 のパルス列の周波数を変化させるとともに、前記第 1 のパルス列のパルス幅を変化させるように前記パルス幅変調器を制御する。

20

【 0 0 2 0 】

ある実施形態において、前記制御部は、前記データが第 1 の値をとるとき、前記第 1 のパルス列の周波数を前記共振器の共振周波数に実質的に等しい第 1 の周波数に設定し、前記データが第 2 の値をとるとき、前記第 1 のパルス列の周波数を前記第 1 の周波数とは異なる第 2 の周波数に設定する。

【 0 0 2 1 】

ある実施形態において、前記送電部は、前記制御部からの指示に基づいて決定したパルス幅を有する第 1 のパルス列を出力するパルス幅変調器と、前記周波数変調部から出力された前記第 1 のパルス列を増幅した第 2 のパルス列を前記パルス列として出力するパルス振幅変調器と、前記第 2 のパルス列に基づく電力およびデータを送出する少なくとも 1 つの共振器を含むアンテナとを有する。前記制御部は、共振周波数を変化させるように前記アンテナを制御するとともに、前記第 1 のパルス列のパルス幅を変化させるように前記パルス幅変調器を制御する。

30

【 0 0 2 2 】

ある実施形態において、前記制御部は、前記データが第 1 の値をとるとき、前記共振周波数を前記第 1 のパルス列の周波数に実質的に等しい第 1 の周波数に設定し、前記データが第 2 の値をとるとき、前記共振周波数を前記第 1 の周波数とは異なる第 2 の周波数に設定する。

【 0 0 2 3 】

ある実施形態において、前記少なくとも 1 つの共振器は共振周波数の異なる複数の共振器を含み、前記制御部は、前記複数の共振器の中から 1 つの共振器を選択することにより、前記アンテナの共振周波数を変化させる。

40

【 0 0 2 4 】

ある実施形態において、前記データを第 1 のデータとするとき、前記送電部は、第 2 のデータをパルス幅変調して増幅することにより、前記電力、前記第 1 のデータ、および前記第 2 のデータを前記パルス列に変換して送出的。

【 0 0 2 5 】

ある実施形態において、前記制御部は、前記第 2 のデータをパルス幅変調していないタイミングで、前記第 1 のデータの値に応じて前記パルス列の振幅およびパルス幅を変化させるように前記送電部を制御する。

50

【 0 0 2 6 】

ある実施形態において、前記制御部は、前記第 2 のデータに基づくパルス幅に前記第 2 のデータの値に応じた補正値を加算または減算することによって前記パルス列のパルス幅を決定するように前記送電部を制御する。

【 0 0 2 7 】

ある実施形態において、前記送電部は、前記第 2 のデータをパルス幅変調していないときに、第 1 のデューティ比のパルスを出力する第 1 の送信期間と、第 2 のデューティ比のパルスを出力する第 2 の送信期間とによって構成される同期パルスを出力する。

【 0 0 2 8 】

ある実施形態において、前記第 1 のデューティ比は 5 0 % であり、前記第 2 のデューティ比は 0 % である。

【 0 0 2 9 】

本発明の一実施形態による無線電力データ伝送システムは、電力およびデータを無線で伝送する無線電力データ伝送システムであって、前記電力および前記データを送出する送電装置と、前記送電装置から送出された前記電力および前記データを受け取る受電装置とを備え、前記送電装置は、上記のいずれかの送電装置である。

【 発明の効果 】

【 0 0 3 0 】

本発明の実施形態によれば、電力およびデータを無線で伝送する際に、受電器が受け取る信号に含まれる歪や雑音を低減させることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 1 】

【 図 1 A 】 本発明の実施形態による無線電力データ伝送システムの基本構成

【 図 1 B 】 実施の形態 1 における無線電力データ伝送システムの構成

【 図 2 】 E 級増幅器 1 0 3 の構成図

【 図 3 】 パルス幅変調の例を示す図

【 図 4 】 パルス幅変調部 1 0 2 の内部構成図

【 図 5 】 オーバーサンプリング処理を説明するための図

【 図 6 A 】 本実施の形態のワイヤレススピーカ装置の送電器 5 0 0 の構成図

【 図 6 B 】 本実施の形態のワイヤレススピーカ装置の受電器 6 0 0 の構成図

【 図 7 】 F L データ伝送と R L データ伝送の時分割の例を示す図

【 図 8 】 パルス幅変調部 5 0 1 の構成図

【 図 9 】 パルス幅を変化させることによってオーディオ信号のレベルが維持されることを示す図

【 図 1 0 】 負荷変調によって変化させるパルス振幅の様子を示す図

【 図 1 1 】 R L データおよび R L データの有無および値に応じて設定されるパルス幅補正値、駆動電圧、増幅後 P W M パルスの振幅の例を示す表

【 図 1 2 】 T D D 同期を取る際に送電器 5 0 0 が送信するパルスの様子を示す図

【 図 1 3 】 実施の形態 2 における送電器 1 2 0 0 の構成を示す図

【 図 1 4 】 発振周波数 f_0 、 f_1 と共振器 1 0 4 の周波数特性の関係を示す図

【 図 1 5 】 他の実施形態による送電器の構成を示すブロック図

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 3 2 】

以下、本発明による具体的な実施形態を説明する前に、本発明の実施形態における基本構成を説明する。

【 0 0 3 3 】

図 1 A は、本発明の実施形態による無線電力データ伝送システムの基本構成例を示すブロック図である。当該システムは、送電装置（送電器）5 0 と、受電装置（受電器）6 0 とを備えている。本システムでは、送電装置 5 0 から受電装置 6 0 へ電力およびデータを伝送するとともに、受電装置 6 0 から送電装置 5 0 へデータを伝送することができる。

【0034】

送電装置50は、電力およびデータをパルス列に変換して送出する送電部51と、送電部51の動作を制御する送電側制御部53とを有している。送電側制御部53は、送信すべきデータの値に応じてパルス列の振幅を変化させるように送電部51を制御する。これにより、パルス列の振幅の変調によってデータを受電装置60に伝えることができる。ただし、パルス列の振幅のみを変調させると、受電装置60に伝送される電力が変動するため、無線電力伝送が不安定になる場合がある。そこで、送電側制御部53は、パルス列の振幅を変化させるとともに、パルス幅を変化させることにより、伝送電力の変動を抑え、安定動作を維持することができる。

【0035】

一方、受電装置60は、送電部51から送出されたパルス列に基づく電力およびデータを受け取る受電部61と、受け取った電力を消費する可変負荷65と、受け取ったパルス列に基づいて、可変負荷65の負荷値を制御する受電側制御部63とを有している。受電装置60は、送電装置50に伝送すべきデータを、可変負荷65の負荷値を変動させることによって実現する。具体的には、受電部61が送電部51からパルス列に変換された電力を受け取ったとき、受電側制御部63は、送信すべきデータの値に応じて可変負荷65の負荷値を変化させる。ここで、受電側制御部63は、パルス列に含まれる各パルスの値が、当該パルスの持続時間の途中で変化するように、可変負荷65を変化させる。このような制御により、送電装置50の回路内を流れる電流および電圧が変動するため、その変動を検出すれば、受電装置60から送られたデータを検出することができる。

【0036】

ここで、受電装置60が送電装置50へデータを伝送しているときも、パルスの振幅が変動するため、電力伝送が不安定になるおそれがある。そこで、ある実施形態では、送電側制御部53は、受電装置60から送電装置50へのデータ伝送が行われている間も、伝送するパルス列のパルス幅を調整する。これにより、受電装置60からのデータ伝送中も、安定的な動作を実現することができる。

【0037】

以上のように、本発明の実施形態では、送電装置50は、電力とともにデータを無線で伝送するとき、データの値に応じて、伝送するパルス列の振幅およびパルス幅を調整することにより、安定動作を実現する。一方、受電装置60は、可変負荷65の負荷値を変化させることにより、送電装置50側にデータを伝達する。このような構成により、例えば、送電装置50から受電装置60へ機器の認証や伝送の通知といった制御情報を送り、逆に受電装置60から送電装置50へその応答情報を通知することが可能となる。

【0038】

また、送電装置50は、そのような制御情報とは別に、他の種類のデータを重畳的に伝送することもできる。例えば、後述するように、パルス幅変調を用いてオーディオ信号のようなデータを電力および制御情報とともに伝送することができる。

【0039】

以下、本発明の具体的な実施の形態を説明する。以下の説明において、同一または対応する要素には同一の参照符号を付している。

【0040】

(実施の形態1)

まず、本発明による第1の実施の形態を説明する。本実施の形態は、無線電力データ伝送を行うワイヤレススピーカ装置に関する。以下の説明では、まず送電器から受電器へスピーカを駆動するための電力とオーディオ信号とを同時に伝送するための基本構成を説明する。続いて、機器の認証等のための制御信号を送電器と受電器との間でさらに送受信する構成例を説明する。本実施形態では、無線電力伝送方式として、磁気共鳴方式を採用しているが、この方式に限定されるものではなく、電磁誘導方式のような他の方式を採用してもよい。また、本実施形態ではオーディオデータを伝送しているが、他の種類のデータを伝送する場合も同様の構成を採用することができる。

【 0 0 4 1 】

< 1 - 1 . 基本構成 (電力およびオーディオ信号の伝送) >

まず、磁気共鳴方式による無線電力データ伝送により、送電器から受電器へスピーカを駆動するための電力とオーディオ信号とを伝送するワイヤレススピーカ装置 (無線電力データ伝送システム) を用いて説明する。

【 0 0 4 2 】

図 1 B は、本実施の形態における無線電力データ伝送システム 1 の構成を示すブロック図である。無線電力データ伝送システム 1 は、送電器 1 0 0 と受電器 2 0 0 とを備えている。

【 0 0 4 3 】

送電器 1 0 0 は、オーディオ信号ソース 1 0 1、パルス幅変調部 1 0 2、高周波変調部 1 0 6、E 級増幅器 1 0 3、共振器 1 0 4、および 1 次コイル 1 0 5 を有している。受電器 2 0 0 は、2 次コイル 2 0 1、共振器 2 0 7、整流器 2 0 2、LPF 2 0 3、およびスピーカ 2 0 4 を有している。なお、図 1 B では図示していないが、送電器 1 0 0 は、交流電源またはバッテリーなどの直流電源、あるいは図示していない他の無線電力伝送システムからの無線電力伝送により給電されている。

【 0 0 4 4 】

図 1 B に示す無線電力データ伝送システム 1 は、オーディオ信号の伝送形式としてパルス幅変調 (PWM : P u l s e W i d t h M o d u l a t i o n) を用いて、電力とオーディオ信号とを送電器 1 0 0 から受電器 2 0 0 に伝送する。パルス幅変調は、オーディオ信号の値をパルスの幅に変調して伝送する変調方式であり、2 値の振幅レベルでオーディオ信号を伝送できることが特徴である。そのため、信号増幅の際にトランジスタの飽和領域を使用する E 級増幅器 1 0 3 のような増幅器を使用することができるので、回路の小型化・低消費電力化が可能となる。オーディオ信号を重畳した無線電力伝送において、オーディオ信号形式にパルス幅変調を用いることにより、歪の少ない高品質なオーディオ信号伝送を実現できる。

【 0 0 4 5 】

また、無線電力データ伝送システム 1 は、送電器 1 0 0 から受電器 2 0 0 に電力およびオーディオ信号を伝送する方式として磁気共鳴型の電力伝送方式を使用する。磁気共鳴型の電力伝送方式によれば、高い Q 値の共振器を用いることにより、送電器 1 0 0 と受電器 2 0 0 との距離が長い場合のように、結合係数 k が小さい場合であっても高い効率の電力伝送が可能である。

【 0 0 4 6 】

無線電力伝送システム 1 は、パルス幅変調されたオーディオ信号および電力を、1 次コイル 1 0 5 と 2 次コイル 2 0 1 との間に発生する共振磁場の結合によって伝送する。

【 0 0 4 7 】

以下、送電器 1 0 0 および受電器 2 0 0 の各構成要素を説明する。まず、送電器 1 0 0 の各構成要素を説明する。

【 0 0 4 8 】

オーディオ信号ソース 1 0 1 は、アナログまたはデジタルのオーディオ信号を発生させ、パルス幅変調部 1 0 2 に送出する回路である。オーディオ信号ソース 1 0 1 は、例えば不図示の記録媒体や、電波などの伝送媒体から取得した信号に基づき、オーディオ信号を生成する。

【 0 0 4 9 】

パルス幅変調部 1 0 2 は、オーディオ信号ソース 1 0 1 から入力されたオーディオ信号に対してパルス幅変調処理を行う回路である。パルス幅変調部 1 0 2 は、例えば L S I、D S P、F P G A といったプロセッサを含む。パルス幅変調部 1 0 2 は、パルス幅変調により、オーディオ信号の大きさに応じて幅が変調されたパルス列 (以下、「PWM パルス」と呼ぶことがある。) を出力する。より具体的には、アナログオーディオ信号に対しては、入力信号を所定の周期および振幅をもつ三角波やノコギリ波のような参照波と比較す

10

20

30

40

50

ることにより、入力信号を、その値に応じて異なる幅をもつパルス列に変換して出力する。一方、デジタルオーディオ信号に対しては、後述するように、デジタル信号処理によってパルス幅を変調させる。

【0050】

高周波変調部106は、パルス幅変調部102に接続され、PWMパルスを共振器104の共振周波数 f_0 と同一の周波数の高周波（例えば、数MHz～数十MHz）に変調する発振回路である。高周波に変調されたパルス列（以下、「高周波PWMパルス」と呼ぶことがある。）は、E級増幅器103に送出される。

【0051】

E級増幅器103は、高周波変調部106から出力された高周波PWMパルスを増幅して出力する増幅回路である。E級増幅器103は、例えば図2に示す構成を有している。E級増幅器103は、MOSFETなどのトランジスタから構成されるスイッチング素子Trと、インダクタLc、L、L0と、キャパシタC、C0とを有している。インダクタL、L0およびキャパシタC0は、共振器104の共振周波数 f_0 と同一の共振周波数をもつ直列共振回路を構成する。スイッチング素子Tr、キャパシタC、直列共振回路（L、L0、およびC0）は、インダクタLcに対して並列に接続される。

10

【0052】

図2に示す端子(a)には、高周波変調部106から高周波PWMパルスが入力される。また、端子(b)には、外部の直流電源（不図示）から、駆動電圧Vddが入力される。スイッチング素子Trのゲートに周波数 f_0 の高周波PWMパルスを印加することにより、直流電源から供給される直流電力を周波数 f_0 の高周波（RF）電力に変換することができる。これにより、電力伝送に必要な電力にまで増幅されたパルス列が、端子(c)から出力され、共振器104へ送られる。

20

【0053】

なお、使用する増幅回路の種類は、E級増幅回路に限らず、トランジスタのスイッチング原理を利用するものであれば他の種類の増幅回路であってもよい。例えば、D級増幅回路やF級増幅回路のように、一般にスイッチング増幅器や飽和増幅器と呼ばれる回路であれば、同様に適用することができる。

【0054】

共振器104は、共振周波数 f_0 のLC共振回路である。共振器104は、インダクタとキャパシタとを有している。キャパシタは、良好な導電率を有する銅や銀などの導電対から好適に形成され得る。キャパシタには、例えばチップ形状、リード形状を有する、あらゆるタイプの素子を利用できる。共振器104は、1次コイル105を介して空間に周波数 f_0 の共振磁場を形成する。

30

【0055】

1次コイル105は、増幅されたパルス列に基づく電力およびデータを空間に送出するための要素である。1次コイル105の形状は、特に限定されず、ループ形状やスパイラル形状といった公知の形状を採用し得る。また、1次コイル105のサイズは、伝送距離や伝送電力に依存し、例えば数cm～数十cmに設定される。

【0056】

続いて、受電装置200の各構成要素を説明する。

40

【0057】

2次コイル201は、送電装置100における1次コイル105と同様の構造、形状を有するコイルである。

【0058】

共振器207は、送電側の共振器104と同一の共振周波数をもつ共振回路である。共振器207は、2次コイル201を介して、1次コイル105によって形成された共振磁場から電力を受け取る。

【0059】

整流器202は、共振器207が受け取った電力を直流電力に変換する整流回路である

50

。整流回路の構成は特に限定されず、公知のものを採用することができる。整流器 202 によって整流された直流電力は、ローパスフィルタ (LPF) 203 に送出される。

【0060】

LPF 203 は、入力された信号の高周波数帯域成分を除去する低域通過フィルタである。受信パルス列から高周波数帯域成分を取り除くことにより、オーディオ信号が生成される。生成されたオーディオ信号はスピーカ 204 に入力され、そこで再生される。

【0061】

以下、電力およびオーディオ信号を伝送する際の無線電力伝送システム 1 の動作を説明する。

【0062】

送電器 100 におけるオーディオ信号ソース 101 は、受電器 200 のスピーカ 204 によって再生されるオーディオ信号をパルス幅変調部 102 に出力する。オーディオ信号ソース 101 は、出力信号としてアナログオーディオ信号、または標本化周波数 f_s および量子化ビット数 b_q で表されるデジタルオーディオ信号をパルス幅変調部 102 に出力する。パルス幅変調部 102 は、オーディオ信号ソース 101 から入力されたオーディオ信号をパルス幅変調する。

【0063】

まず、オーディオ信号ソース 101 がアナログオーディオ信号を出力する場合のパルス幅変調部 102 の処理の一例について説明する。図 3 は、オーディオ信号ソース 101 から送られてくるオーディオ信号がアナログ信号の場合のパルス幅変調の例を示す図である。パルス幅変調では、入力されたオーディオ信号 30 は、周期が数マイクロ秒 (周波数: 数百 kHz ~ 数 MHz)、振幅が A_{tr1} の三角波 41 と比較される。比較の結果、三角波 41 の値よりもオーディオ信号の値の方が大きい期間のみ、正の値をもつパルスが出力される。なお、比較は、オーディオ信号の入力がない場合やオーディオ信号の値が 0 の場合にデューティ比が 50% のパルスが出力されるように行われる。この処理により、オーディオ信号の大きさに応じたパルス幅のパルス列が生成される。

【0064】

続いて、オーディオ信号ソース 101 がデジタルオーディオ信号を出力する場合のパルス幅変調部 102 の処理の一例について説明する。オーディオ信号ソース 101 が出力するオーディオ信号が、 f_s [kHz]、 b_q ビットで表現される PCM (Pulse Code Modulation) 信号である場合、パルス幅変調部 102 は、PCM 信号に対し、オーバーサンプリング、ノイズシェイピング (変調) などのデジタル信号処理を施す。

【0065】

図 4 は、パルス幅変調部 102 がデジタルオーディオ信号のパルス幅変調を行う場合の内部構成の一例を示すブロック図である。図 4 に示すとおり、パルス幅変調部 102 は、オーバーサンプリング部 1020 と、変調部 1024 と、パルス出力部 1029 とを備えている。オーバーサンプリング部 1020 は、ゼロ挿入部 1021 と、補間フィルタ部 1022 と、前置ホールド部 1023 とを有している。なお、前置ホールド部 1023 は設けられていなくてもよい。変調部 1024 は、再量子化部 1025 と、パルス幅計算部 1026 と、遅延部 1027 と、乗算部 1028 とを有している。

【0066】

一例として、デジタルオーディオ信号は、サンプリング周波数 $f_s = 48 \text{ kHz}$ 、量子化ビット数 $b_q = 16$ ビットの PCM 信号であり、16 倍のオーバーサンプルおよび 1 次のデルタシグマ変調が行われた後、パルス幅変調が行われる場合を想定する。サンプリング周波数 $f_s = 48 \text{ kHz}$ であるため、PCM 信号のサンプリング周期は、 $1/f_s = 20.8 \mu\text{sec}$ である。PCM 信号は、まずオーバーサンプリング部 1020 におけるゼロ挿入部 1021 に入力される。

【0067】

図 5 は、オーバーサンプリング部 1020 による処理を説明するための図である。図 5

10

20

30

40

50

(a) は、ゼロ挿入部 1021 に入力される PCM 信号の例を示している。ゼロ挿入部 1021 は、図 5 (b) に示すように、PCM 信号が入力されると、次の PCM 信号が入力されるまでの間に、15 個の値が 0 の PCM データを挿入する (ゼロ挿入処理)。ゼロ挿入部 1021 は、ゼロ挿入処理を行った後の PCM 信号を、補間フィルタ部 1022 に出力する。補間フィルタ部 1022 は、ゼロ挿入された PCM 信号に対して補間フィルタ (またはインターポレーションフィルタ、低域通過フィルタ) 処理を行う。その結果、図 5 (c) に示すように、ゼロ挿入したサンプル点に 0 ではない値が現れ、2 つの 48 kHz の PCM 信号のサンプル点が、768 kHz ($= 48 \text{ kHz} \times 16$) のサンプル点で補間される。前値ホールド部 1023 が設けられている場合、補間フィルタ部 1022 は、補間後の PCM 信号を前値ホールド部 1023 に送る。前値ホールド部 1023 が設けられていない場合、補間フィルタ部 1022 は、補間後の PCM 信号を 変調部 1024 における再量子化部 1025 に出力する。

【0068】

前値ホールド部 1023 は、補間後の PCM 信号に対して前値ホールド処理を施す。前値ホールド処理を施すことにより、サンプリング周波数をさらに増加させることができる。例えばゼロ挿入部 1021 で 8 倍、前値ホールド部 1023 で 4 倍のオーバーサンプリングをするといったように、オーバーサンプリング処理を分割することができる。この結果、補間フィルタ部 1022 の設計条件が緩和されるといったメリットがある。

【0069】

変調部 1024 は、オーバーサンプリングされた PCM 信号に対し、変調によるノイズシェイピングを行う。ノイズシェイピングとは、PCM 信号の振幅レベル数 N_a ($= 2^{b_q} - 1$) が、パルス幅の分解能 N_p より大きい場合に生じる白色の (周波数依存性のない) 再量子化雑音を、有色化して可聴周波数帯域外に集中させるための処理である。ここで、パルス幅の分解能 N_p は、パルス幅変調処理を行うプロセッサ (LSI、DSP、FPGA 等) の処理能力に依存する数値である。

【0070】

変調部 1024 における再量子化部 1025 は、オーバーサンプリング部 1020 から入力された PCM 信号の再量子化を行う。具体的には、振幅レベル数 N_a で量子化されている PCM 信号を、パルス幅分解能 N_p の PCM 値に量子化する ($N_a > N_p$)。再量子化部 1025 は、再量子化した PCM 信号をパルス幅計算部 1026 に送る。パルス幅計算部 1026 は、再量子化部 1025 から送られてきた再量子化された PCM 信号と、乗算部 1028 から出力されるフィードバック成分の加算 (減算) 処理を行い、出力するパルスの幅を決定する。パルス幅計算部 1026 は、計算したパルス幅を、遅延部 1027 およびパルス出力部 1029 に送る。

【0071】

遅延部 1027 は、パルス幅計算部 1026 の出力パルス幅を 1 パルス分遅延させ、遅延したパルスの値を乗算部 1028 に送る。乗算部 1028 は、遅延部 1027 によって遅延したパルス幅に対し、所定の係数を乗算してパルス幅計算部 1026 に出力する。

【0072】

なお、遅延部 1027 がパルス幅計算部 1026 の出力パルス幅を 1 パルス分遅延させる構成は、一次のデルタシグマ変調を用いる場合の例である。例えば N 次のデルタシグマ変調を用いる場合は、1 パルス分、2 パルス分、 \dots N パルス分のパルス幅だけそれぞれ遅延させ、遅延した各パルスの値を乗算部 1028 に出力するように構成される。

【0073】

パルス出力部 1029 は、パルス幅計算部 1026 によって決定されたパルス幅をもつパルスを、高周波変調部 106 に出力する。なお、このとき出力されるパルスの振幅は一定である。

【0074】

図 1 B に示す高周波変調部 106 は、パルス幅変調部 102 から送られてきた PWM パルスを共振器 104 の共振周波数 f_0 (数 MHz ~ 数十 MHz) と実質的に同一の周波数

10

20

30

40

50

の高周波に変調した高周波 P W M パルスを E 級増幅器 1 0 3 に出力する。

【 0 0 7 5 】

E 級増幅器 1 0 3 では、高周波 P W M パルスによってトランジスタがスイッチングされ、これと外部から供給される直流電力（駆動電圧 V_{dd} ）により、入力されたパルスが、電力伝送に必要な電力にまで増幅される。E 級増幅器 1 0 3 は、増幅処理を行ったパルス列を共振器 1 0 4 に送る。

【 0 0 7 6 】

共振器 1 0 4 は、電力およびオーディオ信号によって変調され、増幅された高周波のパルス列を 1 次コイル 1 0 5 に送る。これにより、外部空間に共振磁場が形成される。

【 0 0 7 7 】

受電器 2 0 0 は、2 次コイル 2 0 1 を介して入力される共振磁場のエネルギーを、上記共振器 1 0 4 と同一の共振周波数 f_0 を持つ共振器 2 0 7 で受け、受信信号を生成する。

【 0 0 7 8 】

整流器 2 0 2 は、正の値と負の値の振幅を取りうる高周波交流信号である受信 P W M パルスを包絡線検波、整流し、正の値の振幅のみを取る受信信号に変換する。整流器 2 0 2 で整流された受信信号は、L P F 2 0 3 に送られる。

【 0 0 7 9 】

L P F 2 0 3 は、低域通過フィルタであり、入力された受信パルス列から高周波数帯域成分を取り除く。受信パルス列から高周波数帯域成分を取り除くことにより、オーディオ信号が生成される。L P F 2 0 3 は、オーディオ信号をスピーカ 2 0 4 に送り、そこで音が再生される。

【 0 0 8 0 】

以上のように、本実施形態における無線電力データ伝送システム 1 は、パルス幅変調を行うことにより、オーディオ信号および電力を、無線で伝送する。このような構成により、ワイヤレススピーカを実現することができる。

【 0 0 8 1 】

< 1 - 2 . 本論（電力、オーディオ信号、および制御信号の伝送）>

次に、これまでに説明した電力およびオーディオ信号の伝送に加えて、制御信号を伝送するためのワイヤレススピーカ装置の構成および動作を説明する。以下の説明では、送電器から受電器へのデータ伝送をフォワードリンク（F L）データ伝送、受電器から送電器へのデータ伝送をリターンリンク（R L）データ伝送と呼ぶ。

【 0 0 8 2 】

F L データ伝送で伝送する F L データの例としては、送電器の I D、受電器の I D や定格、受信電力、消費電力の問い合わせ信号、受電器のパラメータ設定信号などがあり得る。また、伝送する情報は制御情報に限るものではなく、テキストデータ、画像データ、オーディオデータ等の情報でも良い。例えば、受電器に液晶ディスプレイ（L C D）のような表示デバイスが設けられている場合、表示デバイスに表示するための画像、テキストなどの情報が伝送され得る。

【 0 0 8 3 】

また、R L データの例としては、受電器の I D や定格、受信電力、消費電力の問い合わせに対する応答信号、送電器のパラメータ設定信号やエラーメッセージなどがあり得る。F L データと同様、伝送する情報は制御情報に限定されず、どのような情報であってもよい。

【 0 0 8 4 】

F L データ伝送は、送電器において、F L データの値に応じて高周波パルスの振幅を変動させることによって実現される。パルスの振幅の変動は、種々の方法が可能であるが、本実施形態では、E 級増幅器に印加する直流電圧 V_{dd} を F L データの値に応じて変化させることによって行われる。

【 0 0 8 5 】

一方、R L データ伝送は、受電器において、R L データの値に応じて負荷を変動させる

10

20

30

40

50

ことによって実現される。負荷が変化すると、送電器側のインピーダンスが変化するため、送電器の回路上に流れる電流および電圧も変化する。そこで、本実施形態における送電器は、回路上の適当な点で電流または電圧の変化を検出することにより、RLデータを検出する。このように、本実施形態では、受電器から送電器に直接RLデータが送信されるわけではないが、受電器側の負荷の変動により、送電器側において間接的にRLデータを検出できる。このため、本明細書では、上記のような間接的な方法によってRLデータを受電器から送電器に伝えることも、「RLデータ伝送」と呼ぶ。

【0086】

FLデータおよびRLデータの伝送中は、送電器500から受電器600に伝送されるパルスの振幅が変動するため、電力伝送およびオーディオ信号の再生が不安定になる。そこで、本実施形態では、FLデータおよびRLデータの伝送中は、PWMパルスのパルス幅を調整することにより、一定の電力の伝送が維持されるように制御される。

10

【0087】

図6Aは、電力およびオーディオ信号に加えてFLデータおよびRLデータをさらに伝送することができるワイヤレススピーカシステム（無線電力データ伝送システム）に用いられる送電器500の構成例を示すブロック図である。図6Bは、当該システムに用いられる受電器600の構成例を示すブロック図である。

【0088】

送電器500は、オーディオ信号ソース101、共振器104、1次コイル105、高周波変調部106の他、図1Bに示すものとは機能が異なるパルス幅変調部501およびE級増幅器502を備えている。さらに、パルス幅の補正值を示す信号をパルス幅変調部501に送出する補正值算出部503と、駆動電圧V_{dd}を決定してE級増幅器502に入力する駆動電圧制御部504と、E級増幅器502内を流れる信号を検出する送電側信号検出部505と、各部を制御する送電側データ伝送制御部506とを備えている。

20

【0089】

本実施形態では、パルス幅変調部501、高周波変調部106、E級増幅器502、共振器104、および1次コイル105は、協働して本発明における「送電部」の機能を実現する。また、送電側データ伝送制御部506、補正值算出部503、駆動電圧制御部504、送電側信号検出部505は、協働して本発明における「（送電側）制御部」の機能を実現する。

30

【0090】

受電器600は、2次コイル201、共振器207、整流器202、LPF203、スピーカ204の他、整流器202によって整流された信号を検出する受電側信号検出部601と、負荷を変化させることができる負荷変調部602と、受電側信号検出部601から出力される信号に基づいて負荷変調部602を制御する受電側データ伝送制御部603とをさらに備えている。

【0091】

本実施形態では、2次コイル201、共振器207、整流器202、受電側信号検出部601は、協働して本発明における「受電部」の機能を実現する。また、負荷変調部602は、本発明における「可変負荷」の機能を有する。受電側データ伝送制御部603は、本発明における「（受電側）制御部」の機能を有する。

40

【0092】

以下、送電器500および受電器600の各要素を説明する。まず、送電器500の構成要素を説明する。

【0093】

オーディオ信号ソース101、共振器104、1次コイル105、および高周波変調部106は、すでに説明した図1Bに示すものと同一なので説明を省略する。

【0094】

パルス幅変調部501は、図1Bにおけるパルス幅変調部102に、パルス幅補正の機能を追加したものである。パルス幅変調部501は、補正值算出部503から入力される

50

補正值を示す信号に基づき、オーディオ信号に基づくPWMパルスの幅を変化させることができる。例えば、入力されるオーディオ信号がアナログ信号の場合、図3に示す三角波41の振幅 A_{tr1} または周波数 f_0 を変化させることにより、パルス幅を変化させる。一方、オーディオ信号がデジタル信号の場合、図8を参照しながら後述する処理により、パルス幅を変化させる。

【0095】

E級増幅器502は、図2に示すE級増幅器103と同様の構成を有するが、複数の駆動電圧 V_{dd} に対応しており、駆動電圧 V_{dd} に比例した振幅EAの増幅された高周波PWMパルスを出力する。E級増幅器502の入力端子(b)には、駆動電圧制御部504から駆動電圧 V_{dd} が印加される。なお、E級増幅器502には、FLデータ伝送を行っていないときには、 $V_{dd} = V_{dd0}$ の駆動電圧が供給され、振幅EA0の増幅された高周波PWMパルスが出力される。一方、FLデータ伝送を行っているときには、FLデータの値に応じて V_{dd0} とは異なる駆動電圧がE級増幅器502に供給される。その結果、E級増幅器502は、FLデータに応じて振幅が変調された高周波PWMパルスを共振器104に送出する。

10

【0096】

補正值算出部503は、FLデータまたはRLデータに応じてパルスの振幅が変化しても、パルス面積が一定に保たれるように、パルス幅に加える補正值を計算してパルス幅変調部501に伝える。

【0097】

駆動電圧制御部504は、送電側データ伝送制御部506から入力された制御信号に基づいて、駆動電圧 V_{dd} を決定し、決定した駆動電圧をE級増幅器502に入力する。駆動電圧制御部504は、例えば出力電圧の異なる複数の直流電源(電圧源)を用いて、制御信号に応じて使用する電圧源を切り替えることにより、駆動電圧の可変制御を実現することができる。あるいは、単一の電圧源の出力を、可変抵抗器等を用いて変動させることによって同様の制御を行ってもよい。

20

【0098】

駆動電圧制御部504は、FLデータ伝送が行われていないときは、駆動電圧 V_{dd0} をE級増幅器502に出力する。一方、駆動電圧制御部504は、FLデータ伝送期間中は、制御信号が示すFLデータの内容に応じて複数の駆動電圧から一つを選択し、E級増幅器502に出力する。例えば、FLデータ伝送を2値の振幅変調で行う場合、駆動電圧として V_{dd1} と V_{dd2} の2つの値を、FLデータの内容によって切り替える。また、FLデータ伝送をN値(Nは3以上の整数)の振幅変調で行う場合は、N個の駆動電圧(V_{dd1} 、 V_{dd2} 、 \dots 、 V_{ddN})を、FLデータに応じて切り替える。

30

【0099】

送電側信号検出部505は、受電器600において負荷が変化した際に現れる、E級増幅器502内の電流・電圧の変化を観測するための検出器である。送電側信号検出部505は、E級増幅器502内の電流および電圧の少なくとも一方を観測することにより、受電器600における負荷の変化を検出し、検出結果(負荷変化検出信号)を送電側データ伝送制御部506に伝える。

40

【0100】

送電側データ伝送制御部506は、データ伝送の制御を行う回路である。送電側データ伝送制御部506は、CPUやマイコン、DSP、FPGAのようなプロセッサ510と接続されており、送信するデータの値を受け取る。なお、プロセッサ510は、送電器500の外部に設けられていてもよい。送電側データ伝送制御部506は、受電器600に伝送するFLデータに基づいて、制御信号を発生し、補正值算出部503および駆動電圧制御部504へ当該制御信号を送る。また、送電側データ伝送制御部506は、送電側信号検出部505から負荷変化検出信号を受け取り、当該検出信号に基づいて受電器600から送られてきたRLデータを検出する。このRLデータに基づき、送電側データ伝送制御部506は、後述するように、FLデータ伝送とRLデータ伝送との間の時分割の制御

50

も行う。

【0101】

続いて、図6Bに示す受電器600の各要素の構成を説明する。

【0102】

2次コイル201、整流器202、LPF203、スピーカ204、および共振器207はすでに説明した図1Bに示すものと同一なので説明を省略する。

【0103】

受電側信号検出部601は、整流器202からの出力信号(受信パルス)の振幅を観測し、振幅変調されているFLデータを検出する回路である。受電側信号検出部601は、検出したFLデータを示す信号(振幅検出信号)を、受電側データ伝送制御部603に送出する。一方、整流器202から送られてきた受信パルスを負荷変調部602に送出する。

10

【0104】

受電側データ伝送制御部603は、データ伝送の制御を行う回路である。受電側データ伝送制御部603は、CPUやマイコン、DSP、FPGAのようなプロセッサ610と接続されており、送電器500に送信するRLデータの内容を受け取る。なお、プロセッサ610は、受電器600の外部に設けられていてもよい。受電側データ伝送制御部603は、受け取ったRLデータに基づく制御信号を負荷変調部602に送る。また、受電側データ伝送制御部603は、受電側信号検出部601から振幅検出信号を受け取り、当該信号に基づいて送電器500から送られてきたFLデータを検出する。このFLデータに基づき、受電側データ伝送制御部603は、後述するように、FLデータ伝送とRLデータ伝送との間の時分割の制御も行う。

20

【0105】

負荷変調部602は、受電側データ伝送制御部603から送られた信号が示すRLデータの内容に応じて、負荷を変化させる。負荷の変化のための構成として、例えば特許文献4の図2に記載されている構成を適用できる。特許文献4の記載全体を本願明細書に援用する。なお、負荷の変調の方法は特に限定されず、負荷変調の結果、パルスの振幅が変化する限り、公知のどのような方法を適用してもよい。負荷変調部602は、受電側信号検出部601から送られてきたパルスをLPF203に送出する。負荷変調部602によって負荷が変化すると、送電器500から受電器600へ伝送されるパルスの振幅が変化する。

30

【0106】

次に、FLデータ伝送時およびRLデータ伝送時の送電器500および受電器600の動作について説明する。

【0107】

本実施形態におけるワイヤレススピーカ装置2は、受電器600のスピーカ204を駆動するための電力およびスピーカ204によって再生されるオーディオ信号を送電器500から受電器600に送ることに加えて、送電器500と受電器600との間で双方向のデータの伝送を行う。以下の説明では、送電器500から、受電器600のスピーカ204を駆動するための電力およびスピーカ204によって再生されるオーディオ信号が伝送されている状態、すなわち送電器500からパルスが送信されている状態を想定する。さらに、この状態において、FLデータ伝送およびRLデータ伝送は、時分割で行われる場合を想定する。

40

【0108】

図7は、FLデータ伝送とRLデータ伝送とが時分割で行われる場合の例を示す図である。図7に示すように、FLデータ伝送期間とRLデータ伝送期間とは交互に設定される。この例では、FLデータ伝送期間およびRLデータ伝送期間は同じ長さであり、それぞれ3個のパルスが送られる。FLデータ伝送期間では、通常の形状のパルスが送電器500から受電器600に伝送される。一方、RLデータ伝送期間では、パルスの値が各パルスの持続時間の途中で変化したパルスが受電器600から送電器500に伝送される。こ

50

のようなパルスの形状の変化により、R Lのデータが表現される。

【0109】

なお、図7ではF Lデータ伝送期間とR Lデータ伝送期間とで、それぞれ3個のパルスを送る図が描かれているが、この例に限るものではない。F Lデータの量および発生頻度とR Lデータの量および発生頻度とに応じて、各期間が上記の例とは異なるように設定しても良い。また、F Lデータ伝送期間とR Lデータ伝送期間との比は、機器設計時やオーディオ信号伝送開始時、データ伝送開始時に決定する構成にしても良いし、データ伝送中に適応的に決定する構成にしても良い。また、必ずしもF Lデータ伝送期間とR Lデータ伝送期間とが交互に現れる必要はなく、途中でF LデータとR Lデータとがいずれも伝送されていない期間（非データ伝送期間）を設けても良い。

10

【0110】

F Lデータ伝送とR Lデータ伝送との間の時分割の制御は、送電器500における送電側データ伝送制御部506および受電器600における受電側データ伝送制御部603が行う。

【0111】

まず、F Lデータ伝送期間における送電器500および受電器600の動作について説明する。なお、以下では、F Lデータを2値(0/1)の振幅変調によって伝送する場合について説明する。F LデータをN値(Nは3以上の整数)の振幅変調によって伝送する場合についても容易に拡張可能であるため、そのような場合の説明は省略する。

20

【0112】

まず、オーディオ信号ソース101は、受電器600のスピーカ204で再生するオーディオ信号をパルス幅変調部501に送る。

【0113】

送電側データ伝送制御部506は、プロセッサ510から送信すべきデータの内容を受け取る。送電側データ伝送制御部506は、F Lデータ伝送期間中に、プロセッサから受け取ったデータを、無線電力データ伝送で伝送可能な形に変換することにより、F Lデータを生成する。F Lデータは、複数の0または1のビットからなるバイナリのデータ系列である。

【0114】

送電側データ伝送制御部506は、F Lデータの値(0/1)に応じて、補正值算出部503および駆動電圧制御部504に送る信号を変化させる。具体的には、送電側データ伝送制御部506は、F Lデータが0のとき、補正值算出部503に「補正值P1」を指示する信号を送信し、駆動電圧制御部504に「駆動電圧Vdd1」を指示する信号を送信する。一方、送電側データ伝送制御部506は、F Lデータが1のとき、補正值算出部503に「補正值P2」を指示する信号を送信し、駆動電圧制御部504に「駆動電圧Vdd2」を指示する信号を送信する。

30

【0115】

以下、F Lデータが0のとき、およびF Lデータが1のときの各場合について、パルス列の変調動作をより具体的に説明する。

【0116】

(1) F Lデータが0のとき

送電側データ伝送制御部506は、補正值算出部503に「補正值P1」を示す制御信号を送り、駆動電圧制御部504に「駆動電圧Vdd1」を示す制御信号を送る。

40

【0117】

補正值算出部503は、送電側データ伝送制御部506から送られてきた制御信号に基づき、パルス幅変調部501に、補正值P1を示す信号を送る。

【0118】

パルス幅変調部501は、オーディオ信号ソース101から送られてきたオーディオ信号と、補正值算出部503から送られてきた補正值P1を示す信号とを用いてPWMパルスを生成する。以下、オーディオ信号がデジタルオーディオ信号(PCM信号)である

50

場合における処理の例を説明する。

【 0 1 1 9 】

図 8 は、この場合におけるパルス幅変調部 5 0 1 の構成例を示すブロック図である。パルス幅変調部 5 0 1 は、図 4 に示したパルス幅変調部 1 0 2 のパルス幅計算部 1 0 2 6 を、パルス幅計算部 8 0 1 に置き換えたものである。パルス幅計算部 8 0 1 は、再量子化部 1 0 2 5 から送られてくる PCM 値と、乗算部 1 0 2 8 から送られてくるフィードバック値と、補正值算出部 5 0 3 から送られてくる補正值 P 1 とを加算または減算してパルス幅を計算し、パルス出力部 1 0 2 9 および遅延部 1 0 2 7 に送る。パルス幅変調部 5 0 1 は、PWM パルスを高周波変調部 1 0 6 に送る。

【 0 1 2 0 】

一方、オーディオ信号がアナログオーディオ信号の場合、パルス幅変調部 5 0 1 は、補正值算出部 5 0 3 から送られてきた補正值 P 1 を示す信号に基づいて、図 3 に示す三角波 4 1 の振幅または周波数を変化させることにより、PWM パルスの幅を変化させる。なお、三角波 4 1 の代わりにノコギリ波のような参照波を用いる場合も、振幅または周波数を変化させることにより、同様の結果が得られる。パルス幅変調部 5 0 1 は、例えば不図示のメモリに、補正值と参照波の振幅または周波数との対応関係を規定した情報を予め記録しておき、その情報を参照することにより、上記の処理を実行する。

【 0 1 2 1 】

高周波変調部 1 0 6 は、パルス幅変調部 5 0 1 から送られてきた PWM パルスを共振器 1 0 4 の共振周波数 f_0 (数 MHz ~ 数十 MHz) と実質的に同一の周波数の高周波に変調した高周波 PWM パルスを E 級増幅器 5 0 2 に出力する。

【 0 1 2 2 】

駆動電圧制御部 5 0 4 は、送電側データ伝送制御部 5 0 6 より、「駆動電圧 V_{dd1} 」を示す制御信号を受けているので、E 級増幅器 5 0 2 に V_{dd1} の駆動電圧を供給する。

【 0 1 2 3 】

次に、E 級増幅器 5 0 2 は、高周波変調部 1 0 6 から送られてきた高周波 PWM パルスを用いてトランジスタのスイッチングを行い、増幅された高周波 PWM パルスを出力する。ここで、増幅後高周波 PWM パルスの振幅は、 V_{dd1} に比例した値 $E A 1$ となる。

【 0 1 2 4 】

E 級増幅器 5 0 2 は、増幅後高周波 PWM パルスを共振器 1 0 4 に送る。増幅後高周波 PWM パルスは、1 次コイル 1 0 5 から、共振磁場として受電器 6 0 0 に伝送される。

【 0 1 2 5 】

(2) F L データが 1 のとき

送電側データ伝送制御部 5 0 6 は、補正值算出部 5 0 3 に「補正值 P 2」を示す制御信号を送り、駆動電圧制御部 5 0 4 に「駆動電圧 V_{dd2} 」を示す制御信号を送る。

【 0 1 2 6 】

補正值算出部 5 0 3 は、送電側データ伝送制御部 5 0 6 から送られてきた制御信号に基づき、パルス幅変調部 5 0 1 に、補正值 P 2 を示す信号を送る。

【 0 1 2 7 】

パルス幅変調部 5 0 1 は、オーディオ信号ソース 1 0 1 から送られてきたオーディオ信号と、補正值算出部 5 0 3 から送られてきた補正值 P 2 を示す信号とを用いて PWM パルスをし、高周波変調部 1 0 6 に送る。

【 0 1 2 8 】

パルス幅変調部 5 0 1 の処理は、補正值が P 1 から P 2 に変わるだけで、それ以外については F L データが 0 のときと同じなので、説明を省略する。

【 0 1 2 9 】

高周波変調部 1 0 6 は、パルス幅変調部 5 0 1 から送られてきた PWM パルスを共振器 1 0 4 の共振周波数 f_0 (数 MHz ~ 数十 MHz) と実質的に同一の周波数の高周波に変調した高周波 PWM パルスを E 級増幅器 1 0 3 に出力する。

【 0 1 3 0 】

10

20

30

40

50

駆動電圧制御部 504 は、送電側データ伝送制御部 506 より、「駆動電圧 V_{dd2} 」を示す制御信号を受けているので、E 級増幅器 502 に V_{dd2} の駆動電圧を供給する。

【0131】

次に、E 級増幅器 502 は、高周波変調部 106 から送られてきた高周波 PWM パルスを用いてトランジスタのスイッチングを行い、増幅された高周波 PWM パルスを出力する。ここで、増幅後高周波 PWM パルスの振幅は、 V_{dd2} に比例した値 E_{A2} となる。

【0132】

E 級増幅器 502 は、増幅後高周波 PWM パルスを共振器 104 に送る。増幅後高周波 PWM パルスは、1 次コイル 105 から、共振磁場として受電器 600 に伝送される。

【0133】

なお、上記説明では、 V_{dd0} と V_{dd1} と V_{dd2} とはそれぞれ異なる値として記述をしたが、 $V_{dd0} = V_{dd1}$ 、または $V_{dd0} = V_{dd2}$ と設定することにより、0 または 1 の値を伝送するときの駆動電圧を、非データ伝送期間の駆動電圧 V_{dd0} と等しくしても良い。このようにすることで、補正值 P_1 または P_2 を 0 にすることができる。その結果、FL データが 0 または 1 の一方の期間において、パルス幅変調部 501、E 級増幅器 502 の動作を、FL データを伝送していない場合と同一にすることができ、構成を簡易化することができるので、望ましい実施の形態となる。そこで、以下では、 $V_{dd0} = V_{dd1} > V_{dd2}$ として説明を行う。このとき、 $0 = P_0 = P_1 < P_2$ 、 $E_{A0} = E_{A1} > E_{A2}$ という関係となる。

【0134】

本実施形態では、FL データ伝送期間中、受電器 600 における受電側データ伝送制御部 603 は、負荷変調部 602 の負荷の制御を行わない。また、受電側データ伝送制御部 603 は、受電側信号検出部 601 に受信 PWM パルスの振幅から受信 FL データ検出を指示する信号を送る。

【0135】

FL 伝送期間中、受電器 600 は、共振磁場を受け、受けた共振磁場を 2 次コイル 201、共振器 207、整流器 202 を通して、受信 PWM パルスに変換する。

【0136】

受電側信号検出部 601 は、受信 PWM パルスの振幅を検出する。受電側信号検出部 601 は、受信 PWM パルスの振幅 D_A を予め設定されたしきい値 T_A と比較する。PWM パルスの振幅 D_A が T_A より大きいと判定した場合、FL データ 0 が伝送されたという情報を、 T_A より小さいと判定した場合、FL データ 1 が伝送されたという情報を受電側データ伝送制御部 603 に送る。なお、上記の信号検出方法は一例であり、他のパルス振幅変調の信号検出方法を用いても良い。

【0137】

受電側データ伝送制御部 603 は、受電側信号検出部 601 から送られてきた FL データをデコードし、プロセッサ 610 に送る。また、受電側信号検出部 601 は、振幅検出後の受信 PWM パルスを負荷変調部 602 に送る。FL データ伝送中は、負荷変調部 602 は動作せず、固定負荷として機能する。その後、PWM 信号は LPF 203 によりオーディオ信号に変換されスピーカ 204 から再生される。

【0138】

図 9 は、FL データの値が 0 の場合と FL データの値が 1 の場合とで、LPF 204 から出力されるオーディオ信号のレベルが変わらないことを示す図である。低域通過フィルタである LPF 204 は、積分器で構成されるため、図 9 (a)、(b) に示すように、入力されるパルスの振幅が変化しても、その分パルス幅を大きくすることによって個々のパルスの面積 (持続時間 × 値) が一定に維持されるため、積分器の出力は同一になる。

【0139】

以上が、FL データ伝送時の送電器 500 および受電器 600 の動作の説明である。以上のように、本実施形態では、FL データ伝送期間と RL データ伝送期間とが時分割で交互に設定される。伝送する FL データの値に応じてパルス振幅を変調させるとともに、各

10

20

30

40

50

パルスの面積が一定に維持されるように、パルス幅を変化させることにより、電力およびオーディオ信号の安定的な伝送が可能となる。

【0140】

なお、上記の例では、各パルスの面積が一定になるようにパルス幅が変調されるが、厳密にパルス面積を一定にする必要はない。電力レベルの変化が小さくなるようにパルス幅を変化させるように制御されていれば、ある程度の効果を得ることができる。

【0141】

次に、RLデータ伝送時における送電器500および受電器600の動作を説明する。

【0142】

RLデータ伝送が行われている間も、送電器500から受電器600へは、スピーカ204を駆動するのに十分な電力を持ったオーディオ信号が伝送されている。以下では、オーディオ信号伝送についての処理はすでに説明した通りなので、RLデータ伝送に関する部分についてのみ説明する。

10

【0143】

まず、受電器600の受電側データ伝送制御部603は、RLデータ伝送期間中、プロセッサ610から、送電器500に送信するデータの内容を受け取る。受電側データ伝送制御部603は、RLデータ伝送期間中、プロセッサ610から受け取ったデータを、無線電力データ伝送で伝送可能な形に変換することにより、RLデータを生成する。本実施形態におけるRLデータは、複数の0または1のビットからなるバイナリのデータ系列である。受電側データ伝送制御部603は、負荷変調部602にRLデータを伝送する。なお、RLデータは、2値のデータ系列である必要はなく、N値(Nは3以上の整数)のデータ系列であってもよい。N値のデータ系列を送信する場合、負荷値をN段階に変化させればよい。

20

【0144】

負荷変調部602は、RLデータの内容に応じて、負荷の切り替えを行う。受電器600は、負荷切り替えの結果として生じるPWMパルス振幅の変化をもってRLデータの伝送を行う。

【0145】

図10は、負荷変調によってパルス振幅が変化した様子を示す図である。図10に示すように、負荷変調部602は、PWMパルスの各々の持続時間(パルス幅で規定される時間)の中心時刻において、負荷を変化させる。また、負荷変調部602は、RLデータが0のときは、PWMパルス振幅が高い状態から、PWMパルスの中心時刻を境に低い状態に移るように、負荷を変化させる。一方、RLデータが1のときは、負荷変調部602は、PWMパルス振幅が低い状態から、PWMパルスの中心時刻を境に高い状態に移るように、負荷を変化させる。ここで、図10において、点線で示している振幅レベルは、負荷変調を行ったPWMパルスの平均振幅レベルを表す。平均振幅レベルは、RLデータ伝送およびRLデータ伝送共に行われていない場合の振幅レベルEA0よりも低くなる。

30

【0146】

なお、図10に示すパルス波形は、送電側信号検出部505の観測地点におけるパルス波形を表している。負荷変化の影響が送電側信号検出部505に伝わるまでには若干の時間を要するため、負荷変調部602は、受電側信号検出部601が検出したパルスの中心時刻からその時間の分だけ早いタイミングで負荷を変化させる必要がある。この時間のずれは、システム設計時に予め測定され、補正される。

40

【0147】

なお、本実施の形態では、負荷変調部602は一つのPWMパルス内で1回の振幅変化を行う構成としたが、振幅変化は1回に限るものではなく、2回以上の振幅変化があっても、RLデータが0のときと1のときとで振幅変化後のパルスの形状が異なっていればよい。また、本実施形態では、各パルスの持続時間の中心時刻で振幅が変化するように負荷が制御されるが、必ずしも中心時刻で振幅が変化するように制御する必要はない。

【0148】

50

さらに、負荷変調部 602 は、一つの PWM パルスを一つの RL データで変調する構成としたが、これに限るものではなく、複数の PWM パルスを一つの RL データで変調する構成としても良い。このようにすることで、RL データの伝送速度は低下するが、雑音、歪、同期ずれなどへの耐性を向上できる。

【0149】

次に、RL データ伝送時の送電器 500 の動作について説明する。

【0150】

送電側データ伝送制御部 506 は、RL データ伝送期間中、補正值算出部 503 に補正值 PR を送る。これは、前述の通り、受電器 600 の負荷変調部 602 での負荷変調により、PWM パルス振幅の平均値が、非データ伝送時の PWM パルス振幅より小さくなって 10
しまうため、これをパルス幅で補正するために行う。補正值 PR が入力されたパルス幅変調部 501 の動作は、FL データ伝送時と補正值が異なるだけなので、説明を省略する。また、送電側データ伝送制御部 506 は、RL データ伝送時、駆動電圧制御部 504 に駆動電圧を指定する信号は送信しないか、または、「駆動電圧 Vdd0」を指示する信号を送信する。なお、本実施形態では、送電側データ伝送制御部 506 および補正值算出部 503 は、協働して「パルス幅補正部」の機能を実現する。

【0151】

送電側データ伝送制御部 506 は、送電側信号検出部 505 が受電器 600 からのデータを検出したとき、送電側信号検出部 505 が受電側からのデータを検出したときのパルス列のパルス振幅と、当該データを検出していないときのパルス振幅とから求められる値 20
に基づいて、パルス面積が一定に維持されるようにパルス幅を補正する。なお、パルス面積を一定に維持することが好ましいが、一定に維持されない場合であっても、パルス面積の変化を低減させるようにパルス幅が調整されれば、ある程度の効果を得ることができる。

【0152】

以下、送電器 500 において、RL データを検出する方法について説明する。

【0153】

E 級増幅器 502 は、図 2 に示す E 級増幅器 103 と同様、(a)、(b)、(c) の 3 つの入出力端子をもつ。端子 (a) は、高周波 PWM 信号を入力する端子で、トランジスタ Tr に接続されている。端子 (b) は、駆動電圧 Vdd を入力する端子で、送電側 30
データ伝送制御部 506 からの指示によって、電圧 Vdd0、Vdd1、Vdd2 を切り替えて入力する。端子 (c) は、増幅後高周波 PWM パルスを出力する端子である。前述のように、受電器 600 の負荷が変化したとき、負荷変化の影響は E 級増幅器 502 内で検出できる。具体的には、受電器 600 の負荷が変化すると、図 2 に示す電流 Io、is、ig、iR、ic、および電圧 vs が変化するので、これらのいずれかを観測することにより、受電器 600 における負荷変化によって表される RL データを検出することができる。送電側信号検出部 505 は、E 級増幅器 502 内の電流または電圧の変化に基づいて、伝送された RL データが 0 であるか、1 であるかを検出し、検出結果を送電側データ伝送制御部 506 に送る。

【0154】

送電側データ伝送制御部 506 は、送電側信号検出部 505 から送られてきた RL データをデコードし、プロセッサ 510 に送る。 40

【0155】

図 11 は、本実施形態において、FL データおよび RL データの有無および値に応じて、送電器 500 によって設定されるパルス幅補正值、駆動電圧、増幅後 PWM パルスの振幅がどのように設定されるかをまとめた表である。図 11 に示すように、FL データおよび RL データのいずれも伝送されていない期間は、パルス幅および駆動電圧はデフォルト値に設定される。FL データ伝送時は、FL データの値に応じて、駆動電圧およびパルス幅補正值が設定され、結果として増幅後 PWM パルス振幅が変化する。一方、RL データ伝送時は、RL データの値によらず、パルス幅補正值が一定の値 PR に設定される。 50

【 0 1 5 6 】

なお、R Lデータの値によらずにパルス幅補正值を一定値に設定するのは、個々のパルス面積が一定になるように受電器600内の負荷が制御されるためである。仮にR Lデータの値に応じて、各パルスのパルス面積が変化するように構成されている場合、送電器500はパルス幅補正值をR Lデータの値に応じて変えることが好ましい。また、各パルスのパルス面積が、仮にR Lデータを伝送していないと仮定した場合のパルス面積と同一になるように負荷を変調させる構成も可能である。そのような構成は、若干の伝送ロスを伴うため、非効率であるが、送電器500によるパルス幅の調整が不要になるという利点がある。

【 0 1 5 7 】

なお、受電器における負荷の変化は、上記のようなマンチェスタ符号に限らず、正弦波状または三角波状の変化であってもよい。例えば正弦波にすれば、負荷の制御が若干困難になるが、ノイズが減少するという利点がある。また、上記の説明では、オーディオ信号の伝送中にR Lデータ伝送を行うこととしたが、R Lデータ伝送は、オーディオ信号の停止時や再生時など、音量が0の期間のみに行うようにしてもよい。

【 0 1 5 8 】

以上説明したように、本実施形態における送電器500および受電器600は、スピーカ204を駆動するために十分な電力を、オーディオ信号および双方向データ(R LデータおよびR Lデータ)とともに単一の磁場搬送波で伝送することができる。本実施形態では、前述のとおり、双方向データであるF LデータおよびR Lデータは、時分割で伝送される。

【 0 1 5 9 】

< 1 - 3 . T D D タイミング同期方法 >

続いて、送電器500と受電器600との間でF Lデータ伝送期間とR Lデータ伝送期間(非データ伝送期間)との同期(以下T D D同期)を取るための方法の一例について説明する。

【 0 1 6 0 】

図12は、T D D同期を取る際に、送電器500が送信するパルスの様子を示す図である。送電器500は、オーディオ信号を送っていない場合、図12に示すようなT D D同期を取るためのパルスを送信する。ここで、オーディオ信号を送信していない場合とは、例えば、オーディオ再生前後や、曲間、送電器500の電源投入時である。オーディオ信号を送信していない場合は、オーディオ信号ソース101がPCM値0の信号を出力している場合に相当する。PCM値0に相当するPWMパルスは、デューティ比50%のパルスであり、デューティ比50%のパルスは、受電器600のスピーカ204からは無音として出力される。

【 0 1 6 1 】

図12に示すように、T D D同期時、送電器500は、D u t y 5 0 %のパルスを送信している期間とパルスを送信していない期間とを交互に繰り返す。以下の説明では、D u t y 5 0 %のパルスを送信している時間を「D u t y 5 0 %パルス送信期間」、パルスを送信していない期間を「パルス非送信期間」と呼ぶ。送電器500は、F Lデータ伝送期間と同じ時間だけ、D u t y 5 0 %パルス送信期間を設け、R Lデータ伝送期間と同じ時間だけパルス非送信期間を設けてパルスを送信する。このようにすることで、図12に示されるようなパルスを受信した受電器600は、パルスが送信されている期間と非送信の期間とを検出することができる。このため、F Lデータ伝送期間とR Lデータ伝送期間とを知ることができ、結果的にT D D同期を取ることができる。

【 0 1 6 2 】

また、上述のように、D u t y 5 0 %パルス送信期間は、PCM値0のオーディオ信号を表しているので、受電器600のスピーカ204からは、音声は出力されない。また、パルス非送信期間においては、D u t y 0 %のパルスは、負の方向に最大振幅のPCM値を現すが、連続して送ると受電器600における図示しない直流成分カットフィルタによ

10

20

30

40

50

りカットされ、スピーカ 204 へは入力されないため、音声は出力されない。ここで、パルスを送信しないことと、Duty 0% のパルスを送信することとは同義である。このため、パルス非送信期間を、「Duty 0% パルス送信期間」と考えることもできる。

【0163】

なお、上記説明では Duty 50% パルス送信期間を FL データ伝送期間に、パルス非送信期間を RL データ伝送期間に対応付けたが、この例に限るものではなく、対応付けを逆にしても同等の効果が得られる。

【0164】

また、受電器 600 は、図 12 に示すようなパルスを受信することにより、負荷変調の際に必要なパルスの中心時刻を算定することができる。具体的には、Duty 50% パルス送信期間においては、送信されるパルスはすべて同じパルス幅を持つので、各パルスの立上り時刻、立下がり時刻を検出し、そこから中心時刻を求めることができる。前後のパルスについても同様に中心時刻を求めることにより、中心時刻タイミングに同期したクロック信号が得られる。

【0165】

なお、パルスの中心時刻を算定する場合は、必ずしも図 12 に示したように Duty 50% パルス送信期間と、パルス非送信期間を設ける必要はない。例えば、等しい Duty のパルスを一定期間連続して送るようにしても良い。このようにすることによっても、パルスの中心時刻に同期したクロック信号を抽出することができる。

【0166】

(実施の形態 2)

次に、本発明の第 2 の実施の形態を説明する。実施の形態 1 では、E 級アンプの駆動電圧を変化させることにより、PWM パルスの振幅を変化させる FL データ伝送方法について説明した。本実施の形態では、FL データ伝送方法の別の例として、E 級アンプのスイッチング周波数を変化させることにより、PWM パルスの振幅を変化させる FL データ伝送方法について説明する。以下の説明では、実施の形態 1 と同様の点については説明を省略し、異なる点を中心に説明する。

【0167】

図 13 は、本実施の形態における送電器 1200 の構成を示すブロック図である。本実施形態における送電器 1200 は、オーディオ信号ソース 101、パルス幅変調部 501、高周波変調部 1201、E 級増幅器 103、共振器 104、1 次コイル 105、送電側データ伝送制御部 506、補正值算出部 503、送電側信号検出部 505 を備えている。高周波変調部 1201 以外は、すでに説明した構成と同一なので、以下では高周波変調部 1201 の動作に関係する部分のみ説明する。

【0168】

実施の形態 1 における送電器 500 と同様、パルス幅変調部 501 は、PWM パルスを高周波変調部 1201 に送る。また、送電側データ伝送制御部 506 は、FL データを高周波変調部 1201 に送る。

【0169】

高周波変調部 1201 は、2 つの周波数を出力する発振器を備える。なお、これは FL データ伝送を 2 値で行う場合の構成であり、3 値以上で行う場合は、3 つ以上の周波数を出力する発振器を用いればよい。また、発振器は、複数の周波数を出力可能な一つの発振器であっても良いし、発振周波数の異なる複数の発振器を有していてもよい。

【0170】

FL データを伝送していない場合、および FL データ「0」を送信する場合の発振器の出力周波数を f_0 、FL データ「1」を送信する場合の発振器の出力周波数を f_1 とする。高周波変調部 1201 は、送電側データ伝送制御部 506 から送られてくる FL データの値に応じて、発振器の出力周波数を f_0 と f_1 との間で切り替える。その結果、FL データの値に応じて周波数が変調された高周波変調 PWM パルスが出力される。

【0171】

ここで、発振器の出力周波数 f_0 、 f_1 と共振器 104 の周波数特性（ゲイン）との関係を図 14 に示す。図 14 に示すように、出力周波数 f_0 は、共振器 104 の周波数特性のピークに近い部分、すなわち共振周波数付近の周波数であり、出力周波数 f_1 は、共振器 104 の周波数特性のピークから少し離れた周波数である。このように f_0 および f_1 を設定することにより、高周波変調部 1201 および E 級増幅器 103 から出力されるパルスの振幅は一定であるが、FL データの値に応じて、増幅後の高周波 PWM パルスの周波数が変化するため、共振器 104 を通過後のパルスの振幅は、図 14 に示す周波数特性に応じて変化する。

【0172】

以上の構成により、送電器 1200 は、パルスの振幅の変化によって FL データが「0」であるか「1」であるかを受電器 600 に伝送することができる。なお、この際、送電器 1200 の補正值算出部 503 は、実施の形態 1 の場合と同様、振幅変化によるオーディオ信号レベルの変化を打ち消すように補正值を算出し、パルス幅変調部 501 に送る。また、本実施形態における受電器は、実施の形態 1 で説明した受電器 600 と同一のものをを用いることができる。

10

【0173】

以上のように、本実施の形態における送電器 1200 は、高周波変調部 1201 を備え、高周波 PWM パルスを作成する際の発振周波数を、FL データの値に応じて変化させる。このように構成することにより、E 級増幅器 103 の駆動電圧 V_{dd} を変えることなく、増幅後の高周波 PWM パルスの振幅を変えることができる。本実施形態では、単一の駆動電圧 V_{dd} に対応する増幅器でよいので、従来の E 級増幅器を用いることができる。

20

【0174】

なお、本実施形態における送電装置 1200 は、パルス幅変調部 501 から出力される PWM パルスを高周波変調部 1201 によって高周波変調した後、E 級増幅器 103 に入力するが、このような形態に限定されるものではない。例えば、パルス幅変調部 501 が、パルス幅変調および高周波変調の両方の処理を、同時、または後者を先に行ってもよい。その場合、送電側データ伝送制御部 506 は、周波数を変化させるための指示を、パルス幅変調部 501 に行うようにすればよい。

【0175】

上記の送電器 1200 は、高周波変調部 1201 の発振周波数と共振器 104 の周波数特性との関係を利用することにより、振幅変調を行う。上記の構成のほか、図 15 に示すように、高周波変調部の発振周波数は変えずに、周波数特性の異なる複数の共振回路を含む共振器 1501 を備え、FL データの値に応じて使用する共振回路を切り替えるという構成をとっても、同等の効果を得ることができる。また、共振器 1501 の内部構成（コンデンサ、インダクタの値や数、接続形態）を FL データの値に応じて変更することによって周波数特性（共振周波数）を変えるようにしてもよい。このように、共振器 1501 および一次コイル 105 を含むアンテナの共振周波数を制御することによって上記と同様の効果を実現できる。

30

【0176】

なお、上記の実施の形態 1、2 では、送電器は、オーディオデータを伝送することを前提としたが、伝送されるデータはオーディオデータである必要はない。また、上記のオーディオデータのように、パルス幅変調されるデータを伝送することも必須ではない。送電器がパルス幅変調されるデータを伝送せず、電力および FL データだけを伝送する場合であっても上記と同様の制御を適用することが可能である。また、上記の説明では、FL データ伝送および RL データ伝送の両方が行われるが、これらの両方が行われる必要は必ずしもない。送電器から受電器へのデータ伝送のみ、または受電器から送電器へのデータ伝送のみを行うように送電器および受電器が構成されていてもよい。

40

【産業上の利用可能性】

【0177】

本発明は、無線で電力を伝送して利用されるどのような電子機器にも適用することがで

50

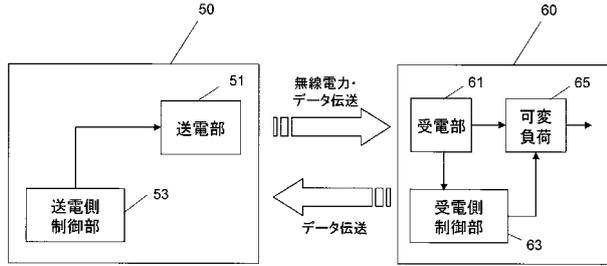
きる。例えば、ワイヤレススピーカ、ワイヤステレビのような機器に有用である。

【符号の説明】

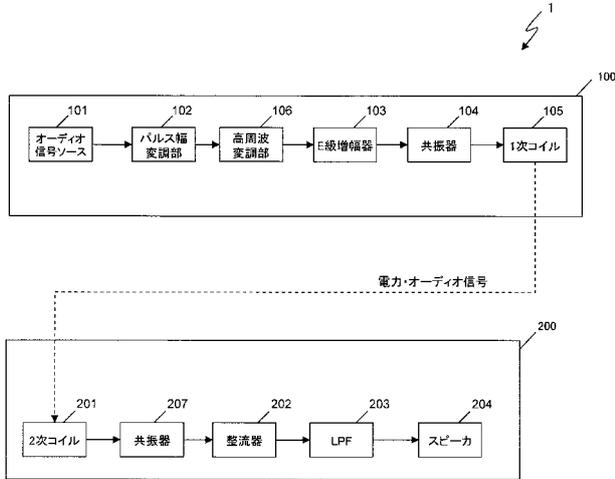
【0178】

100	送電器	
101	オーディオ信号ソース	
102	パルス幅変調部	
103	E級増幅器	
104	共振器	
105	1次コイル	
106	高周波変調部	10
200	受電器	
201	2次コイル	
202	整流器	
203	LPF	
204	スピーカ	
207	共振器	
501	パルス幅変調部	
502	E級増幅器	
503	補正值算出部	
504	駆動電圧制御部	20
505	送電側信号検出部	
506	送電側データ伝送制御部	
601	受電側信号検出部	
602	負荷変調部	
603	受電側データ伝送制御部	
801	パルス幅計算部	
1020	オーバーサンプリング部	
1021	ゼロ挿入部	
1022	補間フィルタ部	
1023	前置ホールド部	
1024	変調部	30
1025	再量子化部	
1026	パルス幅計算部	
1027	遅延部	
1028	乗算部	
1029	パルス出力部	
1200	送電器	
1201	高周波変調部	

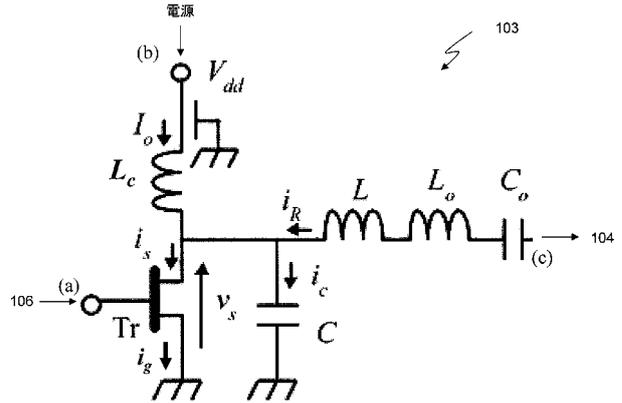
【図1A】



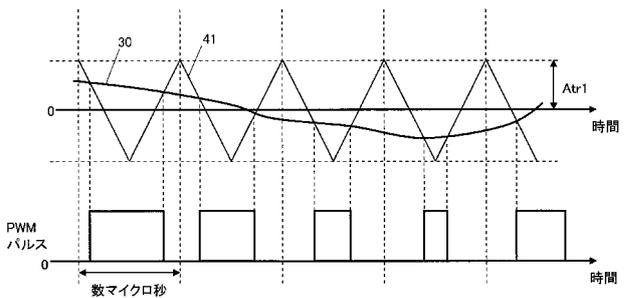
【図1B】



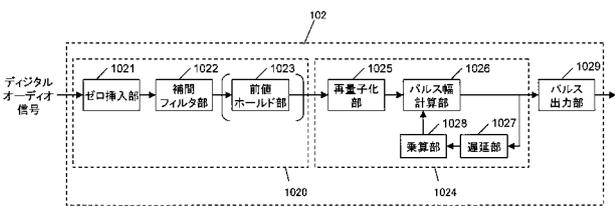
【図2】



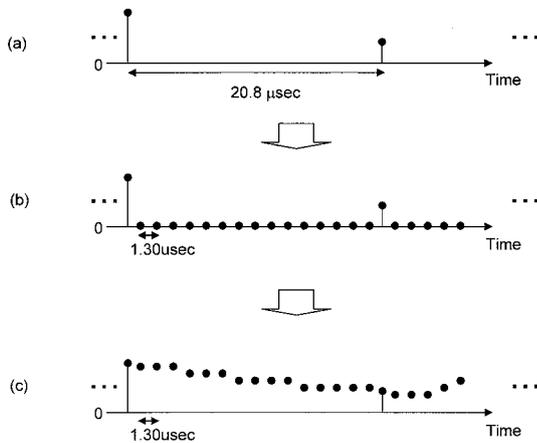
【図3】



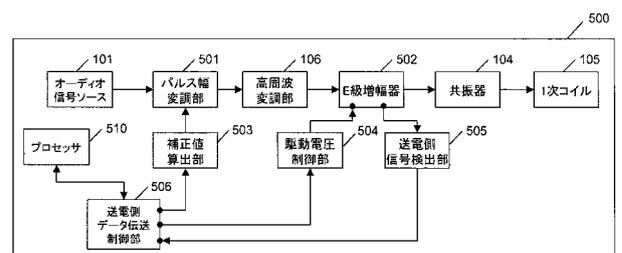
【図4】



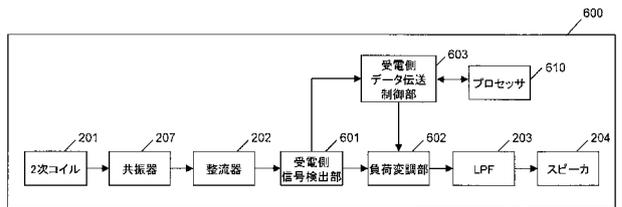
【図5】



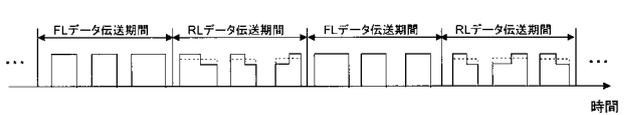
【図6A】



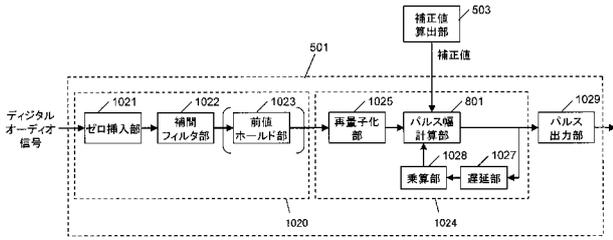
【図6B】



【図7】

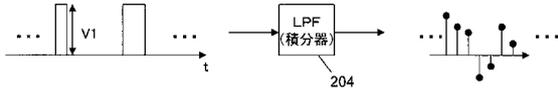


【図 8】

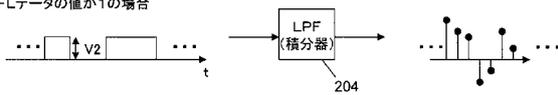


【図 9】

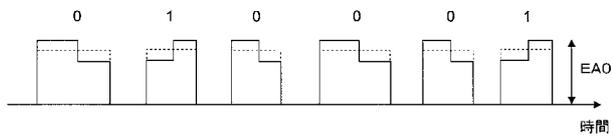
(a) FLデータの値が0の場合



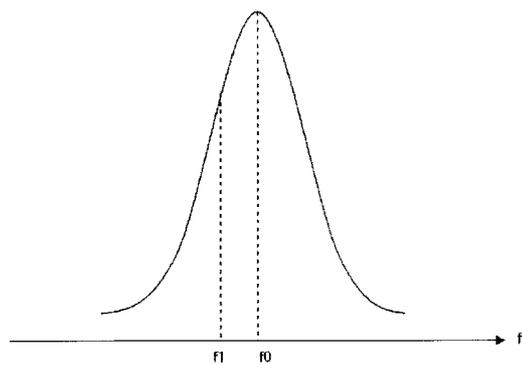
(b) FLデータの値が1の場合



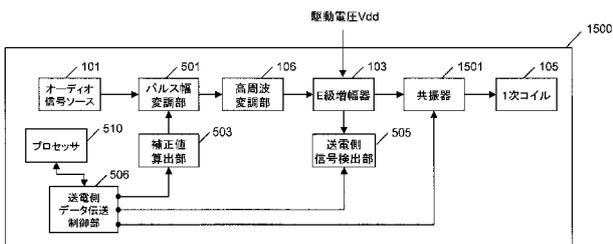
【図 10】



【図 14】



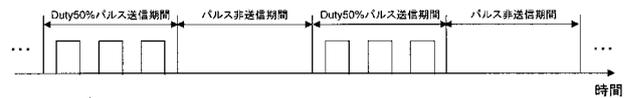
【図 15】



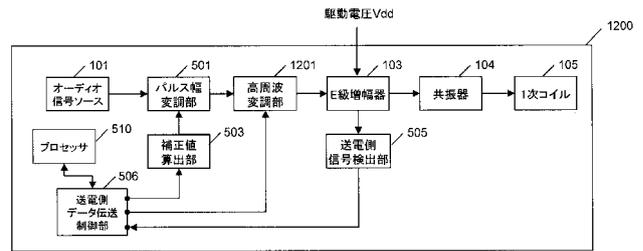
【図 11】

FLデータ	RLデータ	パルス幅補正值	駆動電圧	増幅後PWMパルス振幅
なし	なし	0	Vdd0	EA0
0	なし	P1	Vdd1	EA1
1	なし	P2	Vdd2	EA2
なし	0	PR	Vdd0	EA0(平均値)
なし	1	PR	Vdd0	EA0(平均値)

【図 12】



【図 13】



フロントページの続き

- (72)発明者 岡村 周太
大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
- (72)発明者 木下 圭介
大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内