

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4680077号
(P4680077)

(45) 発行日 平成23年5月11日(2011.5.11)

(24) 登録日 平成23年2月10日(2011.2.10)

(51) Int. Cl. F I
H04 J 11/00 (2006.01) H04 J 11/00 Z

請求項の数 4 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2006-26084 (P2006-26084)	(73) 特許権者	000006013 三菱電機株式会社
(22) 出願日	平成18年2月2日(2006.2.2)		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(65) 公開番号	特開2007-208729 (P2007-208729A)	(74) 代理人	100110423 弁理士 曾我 道治
(43) 公開日	平成19年8月16日(2007.8.16)	(74) 代理人	100084010 弁理士 古川 秀利
審査請求日	平成20年6月12日(2008.6.12)	(74) 代理人	100094695 弁理士 鈴木 憲七
		(74) 代理人	100111648 弁理士 梶並 順
		(72) 発明者	明星 慶洋 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三 菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 OFDM通信器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

周波数分割多重により割り当てられた帯域で送信データを変調して変調信号を生成する変調信号生成部を有し、帯域干渉を防止した通信を行うOFDM通信器において、

前記変調信号の増幅時の歪み要因を検出する歪み要因検出回路と、

検出された前記歪み要因に基づいて前記歪み要因を低減するための整形波形を生成する整形波形生成器と

を備え、

前記変調信号生成部は、前記送信データに割り当てられた帯域以外の帯域で前記整形波形を変調した変調結果を、前記送信データの変調信号に合成することにより歪み要因低減後の変調信号を生成し、

前記歪み要因低減後の変調信号を増幅した後の信号から前記送信データに割り当てられた帯域以外の帯域の信号成分を取り除く帯域パスフィルタをさらに備えた

ことを特徴とするOFDM通信器。

【請求項2】

請求項1に記載のOFDM通信器において、

前記歪み要因検出回路は、前記変調信号生成部で生成された変調信号の時間波形からピーク値を検出するピーク検出回路であり、

前記整形波形生成器は、検出された前記ピーク値を低減するための整形波形を生成することを特徴とするOFDM通信器。

10

20

【請求項3】

請求項1に記載のOFDM通信器において、

前記歪み要因検出回路は、前記変調信号生成部で生成された変調信号を増幅する増幅器から増幅後の信号を取り込み、前記増幅器の歪み成分を検出するAMP歪み検出回路であり、

前記整形波形生成器は、検出された前記歪み成分を低減するための整形波形を生成することを特徴とするOFDM通信器。

【請求項4】

請求項1に記載のOFDM通信器において、

前記歪み要因検出回路は、前記変調信号生成部で生成された変調信号の増幅結果を、増幅器のモデル関数を用いて算出し、算出された前記増幅結果の歪み成分を検出するAMP歪み検出回路であり、

前記整形波形生成器は、検出された前記歪み成分を補償するための歪み補償関数を整形波形として生成する

ことを特徴とするOFDM通信器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、周波数分割多重(FDD: Frequency Division Duplex)にて帯域干渉を防止してネットワークを構築するOFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing: 直交周波数分割多重)通信システムにおいて、通信性能を向上させるためのOFDM通信器に関する。

【背景技術】

【0002】

周波数分割多重によるOFDM通信システムの従来技術としては、既設電力線を伝送路とする電力線搬送通信(Power Line Communication: 以後、PLCと記載する)が挙げられる。PLCは、例えば、帯域幅30MHz以上において多数のサブキャリアより構成されるOFDM信号を使用して通信を行う。

【0003】

各サブキャリアは、例えば、1024QAM(Quadrature Amplitude Modulation: 直交振幅変調)の多値化を行い、通信容量を確保する。この多値化を実現するため、PLCモデムの送信信号は、高いSN比が必要となる一方、大きな送信電力に対する設計が必要となる。

【0004】

その一方で、OFDM時間波形は、ピーク対平均電力比(PAPR: Peak-to-Average Power Ratio)が大きく、送信増幅器での歪みを抑制しつつ送信電力を確保する技術が必要となる。最も簡単なピーク低減手法は、ある閾値以上のピーク信号をカットするピークカット法であるが、信号カットに起因して雑音レベルの増加を招く。

【0005】

また、OFDM時間波形のピーク電力を低減する別の方法として、通信帯域内サブキャリアの一部を犠牲にして、ピーク電力を低減するための波形整形に使用する手法がある。しかし、この場合には、通信レートが低減することになる。

【0006】

また、ピーク電力を低減するさらに別の方法として、ナリング(nulling)波形によるピーク低減手法がある(例えば、特許文献1参照)。これによると、通信キャリアの加算に加えて、さらにナリング波形発生器を備える。このナリング波形発生器は、通信キャリアの時間波形のピーク電力を低減するように機能する。

【0007】

【特許文献1】特開2002-314496号公報(第1頁、図1)

10

20

30

40

50

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、従来技術には次のような課題がある。特許文献1の事例では、マルチキャリア伝送における時間波形のピーク電力を低減するためには、ナリング発生器による整形波形を加算器に追加する必要であった。すなわち、通信と無関係なナリング波形のために、わざわざ加算器を増加させる必要があった。

【0009】

一方、PLCでは、システム構築をする上で周波数多重分割にてネットワークが構成される。各ネットワークグループは、全帯域の内、分割して割当てられた帯域のみを使用し、ネットワーク間の帯域干渉がないように通信を行う。割当てられた帯域以外の帯域については、通信に使用できないので、サブキャリアのリソースを無駄にってしまうという課題があった。

【0010】

本発明は上述のような課題を解決するためになされたもので、FDD割当て帯域を無駄にすることなく、OFDM時間波形のピーク電力を低減することのできるOFDM通信器を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明に係るOFDM通信器は、周波数分割多重により割り当てられた帯域で送信データを変調して変調信号を生成する変調信号生成部を有し、帯域干渉を防止した通信を行うOFDM通信器において、変調信号の増幅時の歪み要因を検出する歪み要因検出回路と、検出された歪み要因に基づいて歪み要因を低減するための整形波形を生成する整形波形生成器とを備え、変調信号生成部は、送信データに割り当てられた帯域以外の帯域で整形波形を変調した変調結果を、送信データの変調信号に合成することにより歪み要因低減後の変調信号を生成し、歪み要因低減後の変調信号を増幅した後の信号から送信データに割り当てられた帯域以外の帯域の信号成分を取り除く帯域パスフィルタをさらに備えたものである。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、FDD割当て帯域以外の帯域を有効利用して、OFDM時間波形のピーク電力を抑制するための整形波形を生成して増幅器の歪み特性を補償することにより、FDD割当て帯域を無駄にすることなく、OFDM時間波形のピーク電力を低減することのできるOFDM通信器を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、本発明のOFDM通信器の好適な実施の形態につき図面を用いて説明する。

本発明のOFDM通信器は、FDD割当ての帯域内信号として生成された送信データに対して、後段の増幅器の歪み特性を補償するための整形波形を帯域外信号として生成して合成することにより、OFDM時間波形のピーク電力を低減することを特徴とするものである。

【0014】

実施の形態1.

図1は、本発明の実施の形態1におけるOFDM通信器の構成図である。このOFDM通信器は、高速PLCモデムの変調器10とアナログフロントエンド20とで構成される。そして、変調器10は、マップ11、IFFT(Inversed Fast Fourier Transform: 逆高速フーリエ変換)12、P/S(Parallel-to-Serial)変換器13、DA(Digital Analog)変換器14、ピーク検知回路15、および整形波形生成器16で構成される。

【0015】

10

20

30

40

50

ここで、マップ11、IFFT12、P/S変換器13、およびDA変換器14は、変調信号生成部に相当する。また、ピーク検知回路15は、歪み要因検出回路に相当する。

【0016】

一方、アナログフロントエンド20は、PGA(Programmable Gain Amp)21、HPA(High Power Amp)22、および帯域パスフィルタ23で構成される。

【0017】

送信データは、マップ11で変調された後、IFFT12で時間領域に変換される。さらに、P/S変換器13でシリアルデータに変換され、DA変換器14でアナログ信号に変換され、アナログフロントエンド20に出力される。アナログフロントエンド20内に
10 取り込まれた信号は、PGA21およびHPA22にて信号増幅された後、帯域パスフィルタ23を経由して伝送路(電力線)へ信号出力される。

【0018】

PLCでは、システム構築をする上で周波数多重分割にてネットワークが構成される。各ネットワークグループは、全帯域の内、分割して割当てられた帯域のみを使用して通信を行う。図2は、本発明の実施の形態1における通信帯域の分割例を示した図である。例えば、帯域Aを割当てられたネットワークグループは、その他の帯域B、Cを使用できない。

【0019】

この使用できない帯域B、Cは、伝送路に出力することはできないが、OFDM時間波形のピーク電力を低減するために活用することが可能である。ピーク電力が低減されると、PGA21やHPA22の歪みに対する負荷が軽減でき、よりSN比の大きい信号を得ることが可能となる。
20

【0020】

例えば、図2の帯域Aが割当てられているOFDM通信器の場合には、マップ11内のキャリアマスク1は、帯域Aのサブキャリアに対して送信データのマップを行って変調する。一方、キャリアマスク2で選択された帯域A以外の帯域である帯域Bおよび帯域Cのサブキャリアについては、ピーク低減のための波形整形に活用される。

【0021】

ピーク電力を低減するための整形波形は、整形波形生成器16により作成される。P/S変換器13からの出力の時間領域ピークをピーク検知回路15で検知した後に、整形波形生成器16は、検知された時間領域ピークが低減されるようなパターンを検索することにより整形波形を決定する。最適な(あるいは、それに近い)ピーク値を得るパターンの検索は、例えば、組合せ最適問題の収束アルゴリズムなどを適用して実施してもよい。
30

【0022】

図3は、波形整形を行わない場合のOFDM時間波形およびOFDMスペクトルの一例を示した図である。これに対して、図4は、本発明の実施の形態1における波形整形後のOFDM時間波形およびOFDMスペクトルの一例を示した図である。低ピーク波形を得る整形波形が得られた場合には、PGA21およびHPA22に伝達される信号波形は、この図4で示すような波形整形後の信号波形となる。
40

【0023】

図3と図4のOFDM時間波形を比較すると、波形整形後の図4の方が、ピーク値が低減している。また、周波数領域であるOFDMスペクトルを比較すると、波形整形後の図4は、通信キャリアに加えて、非通信キャリアを含むスペクトルとなっている。この非通信キャリアを除去するために、帯域パスフィルタ23をパッシブ部品で構成する。これにより、伝送路に出力される信号は、最終的に、図4に示すOFDM時間波形とOFDMスペクトルとすることができる。

【0024】

以上のように、実施の形態1によれば、周波数多重分割システムにおける不使用帯域を活用して、時間波形のピーク低減を行うことができる。これにより、本来使用しないサブ
50

キャリアリソースを有効に活用して、増幅器の低歪み化対策が行える。使用しないサブキャリアを活用するため、帯域信号の犠牲は生じない。

【0025】

さらに、マップおよびIFFTその他の変調回路については、本来の回路構成から変更することなく、また、ナリング発生器のような本来通信には無関係な回路の追加が不要である。さらに、波形整形処理は、OFDMの直交関係を保っているため、例えば、ピークカット手法の場合に生じる歪み起因の帯域外ノイズ増加を招くこともない。

【0026】

実施の形態2.

図5は、本発明の実施の形態2におけるOFDM通信器の構成図である。先の実施の形態1における図1の構成と比較すると、図5におけるOFDM通信器は、歪み要因検出回路として、ピーク検出回路15の代わりにAMP歪み検出回路17およびAD変換器18を変調器10内に備えている。

10

【0027】

AMP歪み検出回路17は、DA変換器14およびHPA22の出力信号を、AD変換器18を介して取り込む。これにより、AMP歪み検出回路17は、増幅器(すなわち、PGA21およびHPA22)の歪み成分を検出する。整形波形生成器16は、増幅器の歪み成分が小さくなるように整形波形パターンを選択する。

【0028】

図5におけるOFDM通信器は、増幅器の歪み成分をアナログフロントエンド20の信号を変調器10にフィードバックすることにより推定しているが、より簡易的には、下式(1)のような非線形増幅器のモデル関数を仮定してもよい。

20

【0029】

【数1】

$$f(v) = \frac{v}{(1+|v|^p)^{1/p}} \quad (1)$$

【0030】

式(1)において、 v は、増幅器の入力電位であり、 $f(v)$ が出力電位である。また、 p は、定数である。増幅器が上式(1)の入出力特性を示して歪みを生じる場合に、その歪み補償関数が、例えば、下式(2)であるとする。

30

【0031】

【数2】

$$r(v) = \frac{v}{(1-|v|^p)^{1/p}} \quad (2)$$

【0032】

式(2)において、 v は、入力電位であり、 $r(v)$ が歪み補償電位である。また、 p は、定数である。図6は、本発明の実施の形態2における非線形増幅器のモデル関数を用いた歪み補償の説明図であり、式(1)と式(2)の入出力特性をプロットしたものである。整形波形生成器16は、式(2)の特性を得るパターンを選択する。

40

【0033】

すなわち、図6に示された式(2)のパターンは、入力電圧(V_{in})が1V以下の場合には、式(1)による増幅器の入出力特性を補償するような入出力特性を有し、入力電圧が1V以上の場合には、出力電圧(V_{out})を一定とするような入出力特性を有している。

【0034】

図5において、AMP歪み検出回路17より出力される補正量は、FFT処理により周

50

波数領域に変換されてもよい。ただし、周波数領域で表現された補正量は、キャリアマスク2で選択されるFDD割当て帯域外のキャリアのみで構成されることとなる。仮に、補正量がFDD割当て帯域内キャリアを含む場合には、そのキャリアは使用できないので、その補正できない分については、増幅器歪みが残ることとなる。

【0035】

以上のように、実施の形態2によれば、歪み要因検出回路としてAMP歪み検出回路を用いることによって、実施の形態1と同様の効果を得ることができる。さらに、整形波形発生器は、増幅器の歪み成分を補償するように整形波形パターンを選択するため、増幅器の歪みに起因する雑音レベルの増加を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

10

【0036】

【図1】本発明の実施の形態1におけるOFDM通信器の構成図である。

【図2】本発明の実施の形態1における通信帯域の分割例を示した図である。

【図3】本発明の実施の形態1における波形整形後のOFDM時間波形およびOFDMスペクトルの一例を示した図である。

【図4】波形整形を行わない場合のOFDM時間波形およびOFDMスペクトルの一例を示した図である。

【図5】本発明の実施の形態2におけるOFDM通信器の構成図である。

【図6】本発明の実施の形態2における非線形増幅器を用いた歪み補償の説明図である。

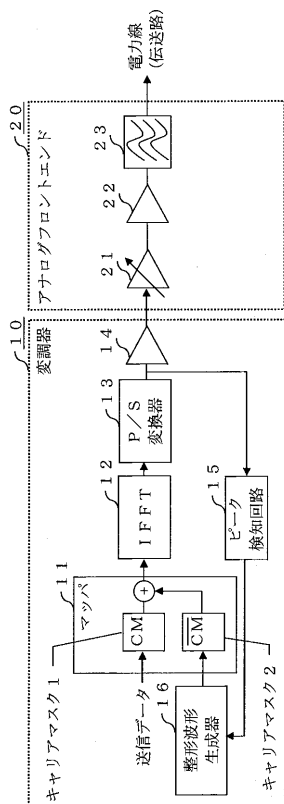
20

【符号の説明】

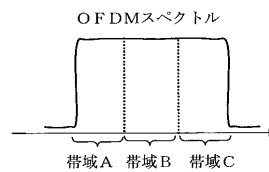
【0037】

10 変調器、11 マップ、12 IFFT、13 P/S変換器、14 DA変換器、15 ピーク検出回路(歪み要因検出回路)、16 整形波形生成器、17 AMP歪み検出回路(歪み要因検出回路)、18 AD変換器、20 アナログフロントエンド、21 PGA、22 HPA、23 帯域パスフィルタ。

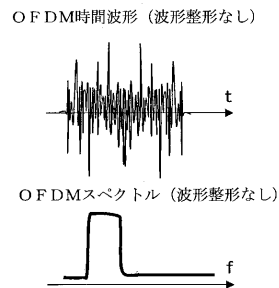
【図1】



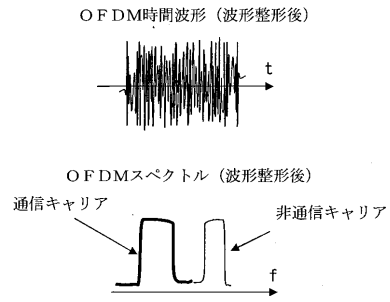
【図2】



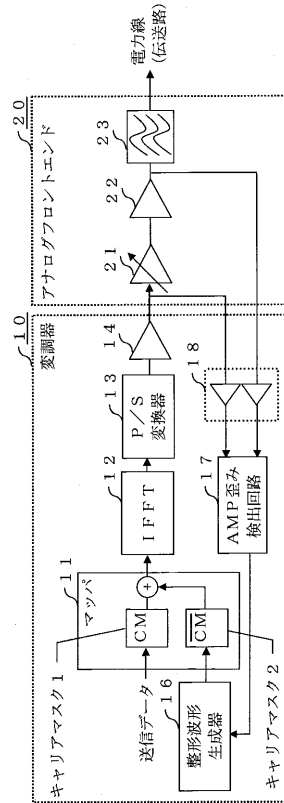
【図3】



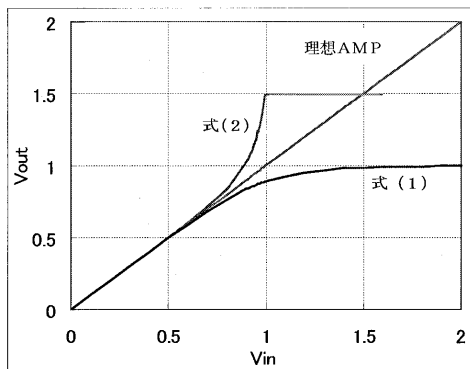
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

審査官 橋 均憲

- (56)参考文献 国際公開第2005/025102(WO, A1)
特開2001-237800(JP, A)
国際公開第03/081792(WO, A1)
特開2006-005390(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04J 11/00