

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4941597号  
(P4941597)

(45) 発行日 平成24年5月30日(2012.5.30)

(24) 登録日 平成24年3月9日(2012.3.9)

(51) Int.Cl. F 1  
H04J 11/00 (2006.01) H04J 11/00 Z

請求項の数 8 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2011-19248 (P2011-19248)	(73) 特許権者	000005223 富士通株式会社
(22) 出願日	平成23年1月31日(2011.1.31)		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(62) 分割の表示	特願2006-75213 (P2006-75213) の分割	(74) 代理人	100074099 弁理士 大菅 義之
原出願日	平成18年3月17日(2006.3.17)	(74) 代理人	100133570 弁理士 ▲徳▼永 民雄
(65) 公開番号	特開2011-101426 (P2011-101426A)	(72) 発明者	濱田 一 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
(43) 公開日	平成23年5月19日(2011.5.19)	(72) 発明者	久保 徳郎 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
審査請求日	平成23年1月31日(2011.1.31)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ピーク抑圧方法、ピーク抑圧装置、無線送信装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

送信信号のピーク部の特徴情報を検出する第1ステップと、  
窓関数を用いて前記ピーク部の抑圧を行う窓関数法を、前記ピーク部を抑圧するための複数の抑圧方法に含み、前記特徴情報に基づいて、前記ピーク部の抑圧を繰り返し実行するか否かを決定する第2ステップと、  
前記複数の抑圧方法の一つ、及び前記第1ステップで検出した前記特徴情報を用いて、前記ピーク部の抑圧を行う第3ステップと、  
前記第2ステップで、前記ピーク部の抑圧を繰り返し実行すると決定した場合は前記第1及び第3ステップを繰り返し実行する第4ステップと、を含み、  
前記第3ステップは、前記第2ステップで前記ピーク部の抑圧を繰り返し実行しないと決定した場合は、第1の幅の窓関数を用いる窓関数法により前記ピーク部の抑圧を実行し、前記第2ステップで前記ピーク部の抑圧を繰り返し実行すると決定した場合は、前記第1の幅の窓関数を用いる窓関数法と前記第1の幅よりも小さな第2の幅の窓関数を用いる窓関数法とにより前記ピーク部の抑圧を実行する、  
ことを特徴とするピーク抑圧方法。

【請求項2】

送信信号のピーク部の特徴情報を検出する第1ステップと、  
窓関数を用いて前記ピーク部の抑圧を行う窓関数法を、前記ピーク部を抑圧するための複数の抑圧方法に含み、前記特徴情報に基づいて、前記ピーク部の抑圧を繰り返し実行す

るか否かを決定する第 2 ステップと、

前記複数の抑圧方法の一つ、及び前記第 1 ステップで検出した前記特徴情報を用いて、前記ピーク部の抑圧を行う第 3 ステップと、

前記第 2 ステップで、前記ピーク部の抑圧を繰り返し実行すると決定した場合は前記第 1 及び第 3 ステップを繰り返し実行する第 4 ステップと、を含み、

前記第 3 ステップは、前記第 2 ステップで前記ピーク部の抑圧を繰り返し実行しないと決定した場合は、前記ピーク部の信号レベルの上限を規定値に制限することで前記ピーク部の抑圧を行うクリッピング法により前記ピーク部の抑圧を実行し、前記第 2 ステップで前記ピーク部の抑圧を繰り返し実行すると決定した場合は、前記クリッピング法と前記窓関数法とにより前記ピーク部の抑圧を実行する、

ことを特徴とするピーク抑圧方法。

【請求項 3】

請求項 1、または 2 記載のピーク抑圧方法において、

前記第 1 ステップでは、前記特徴情報として、前記ピーク部の連続する長さを検出することを特徴とするピーク抑圧方法。

【請求項 4】

請求項 1、または 2 記載のピーク抑圧方法において、

前記第 1 ステップでは、前記特徴情報として、前記ピーク部の立ち上がりおよび立ち下りの傾きを検出することを特徴とするピーク抑圧方法。

【請求項 5】

請求項 1、または 2 記載のピーク抑圧方法において、

前記第 1 ステップでは、前記特徴情報として、前記ピーク部の積分値を検出することを特徴とするピーク抑圧方法。

【請求項 6】

送信信号のピーク部の特徴情報を検出するピーク検出手段と、

窓関数を用いて前記ピーク部の抑圧を行う窓関数法を、前記ピーク部を抑圧するための複数の抑圧方法に含み、前記特徴情報に基づいて、前記ピーク部の抑圧を繰り返し実行するか否かを決定する決定手段と、

前記複数の抑圧方法の一つ、及び前記ピーク検出手段が検出した前記特徴情報を用いて、前記ピーク部の抑圧を行うピーク抑圧手段と、

前記ピーク部の抑圧を繰り返し実行すると前記決定手段が決定した場合は前記ピーク検出手段による前記特徴情報の検出、前記決定手段による決定及び前記ピーク抑圧手段による前記ピーク部の抑圧を繰り返し実行させるピーク抑圧制御手段と、を含み、

前記ピーク抑圧手段は、前記ピーク抑圧制御手段が前記ピーク部の抑圧を繰り返し実行させない場合は、第 1 の幅の窓関数を用いる窓関数法により前記ピーク部の抑圧を実行し、前記ピーク抑圧制御手段が前記ピーク部の抑圧を繰り返し実行させる場合は、前記第 1 の幅の窓関数を用いる窓関数法と前記第 1 の幅よりも小さな第 2 の幅の窓関数を用いる窓関数法とにより前記ピーク部の抑圧を実行する、

ことを特徴とするピーク抑圧装置。

【請求項 7】

送信信号を生成する送信信号発生部と、

前記送信信号のピーク部の抑圧を行うピーク抑圧部と、

前記ピーク部が抑圧された前記送信信号を増幅する増幅部と、

前記送信信号を無線周波数に変換する無線送信部と、

を含む無線送信装置であって、

前記ピーク抑圧部は、

送信信号のピーク部の特徴情報を検出するピーク検出手段と、

窓関数を用いて前記ピーク部の抑圧を行う窓関数法を、前記ピーク部を抑圧するための複数の抑圧方法に含み、前記特徴情報に基づいて、前記ピーク部の抑圧を繰り返し実行するか否かを決定する決定手段と、

10

20

30

40

50

前記複数の抑圧方法の一つ、及び前記ピーク検出手段が検出した前記特徴情報を用いて、前記ピーク部の抑圧を行うピーク抑圧手段と、

前記ピーク部の抑圧を繰り返し実行すると前記決定手段が決定した場合は前記ピーク検出手段による前記特徴情報の検出、前記決定手段による決定及び前記ピーク抑圧手段による前記ピーク部の抑圧を繰り返し実行させるピーク抑圧制御手段と、を含み、

前記ピーク抑圧手段は、前記ピーク抑圧制御手段が前記ピーク部の抑圧を繰り返し実行させない場合は、第1の幅の窓関数を用いる窓関数法により前記ピーク部の抑圧を実行し、前記ピーク抑圧制御手段が前記ピーク部の抑圧を繰り返し実行させる場合は、前記第1の幅の窓関数を用いる窓関数法と前記第1の幅よりも小さな第2の幅の窓関数を用いる窓関数法とにより前記ピーク部の抑圧を実行する、

ことを特徴とする無線送信装置。

【請求項8】

送信信号のピーク部の特徴情報を検出するピーク検出手段と、

窓関数を用いて前記ピーク部の抑圧を行う窓関数法を、前記ピーク部を抑圧するための複数の抑圧方法に含み、前記特徴情報に基づいて、前記ピーク部の抑圧を繰り返し実行するか否かを決定する決定手段と、

前記複数の抑圧方法の一つ、及び前記ピーク検出手段が検出した前記特徴情報を用いて、前記ピーク部の抑圧を行うピーク抑圧手段と、

前記ピーク部の抑圧を繰り返し実行すると前記決定手段が決定した場合は前記ピーク検出手段による前記特徴情報の検出、前記決定手段による決定及び前記ピーク抑圧手段による前記ピーク部の抑圧を繰り返し実行させるピーク抑圧制御手段と、を含み、

前記ピーク抑圧手段は、前記ピーク抑圧制御手段が前記ピーク部の抑圧を繰り返し実行させない場合は、前記ピーク部の信号レベルの上限を規定値に制限することで前記ピーク部の抑圧を行うクリッピング法により前記ピーク部の抑圧を実行し、前記ピーク抑圧制御手段が前記ピーク部の抑圧を繰り返し実行させる場合は、前記クリッピング法と前記窓関数法とにより前記ピーク部の抑圧を実行する、

ことを特徴とするピーク抑圧装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ピーク抑圧技術に関し、たとえば、デジタル無線通信等における送信アンプへの入力信号のピーク抑圧技術等に適用して有効な技術に関する。

【背景技術】

【0002】

現在行なわれている主なデジタル無線通信方式においては、送信アンプは線形増幅を求められる。

一方、例えば、OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 方式のようなマルチキャリア通信システムでは、送信信号の合成時にしばしば高いピーク電力を生じることが知られている。

【0003】

一般にピーク電力対平均電力比 (PAPR: Peak-to-Average Power Ratio) が大きくなると、送信アンプのバックオフ電力を大きくとりアンプを線形領域で動作させなければならぬため、アンプの効率が劣化してしまう。

【0004】

これを防ぐために、例えば、デジタル信号発生部から無線送信部の前段のD/A変換部に入力される送信信号について、ピーク成分を抑圧する様々なピーク抑圧技術が提案されている。

【0005】

ピーク抑圧技術としては、従来、ピーク波形の最大値を抑圧閾値以下に制限するクリップ法、およびピーク波形の最大値が抑圧閾値以下に収まるように係数を乗じる窓関数法が

10

20

30

40

50

知られている。

【0006】

図1は、それぞれのピーク抑圧方法を送信信号に適用した場合における時間信号の抑圧の様子を示す線図であり、横軸が時間、縦軸が電圧を示している。また、図2は、元時間信号、クリップ法、窓関数法の各々の場合のスペクトラムの様子を示す線図であり、横軸が周波数、縦軸が電力である。

【0007】

上述のクリップ法では、ピーク波形のうち、抑圧閾値を超過する部分が切り落とされるように必要最小限の送信信号だけが抑圧されるため、削られる信号が少なく受信特性の劣化が小さくなる。一方、抑圧の端が滑らかではないために高周波成分が発生し、図2に示すようにスペクトラム特性(歪み特性)が劣化する。これを防止するために、LPF(Low Pass Filter)を併用する方法も一般的であるが、LPFの分だけ回路規模が増大すると共に、フィルタリングによって一度クリップされたピークが再現してしまうという技術的課題がある。

10

【0008】

また、窓関数法の場合は、図1に示したような窓関数で分布が定義される係数を乗算することによってピークを抑圧する。この場合、抑圧領域の端を比較的滑らかにできるために、スペクトラム特性の劣化はクリップのみの場合に比べて小さいが、そのためには、ある程度時間幅が長い窓を元信号に乗じる必要があり、それだけ多くの元信号が削られ、受信特性の劣化は大きくなる。

20

【0009】

これらの各方法を単独で使う限りは、受信特性とスペクトラムの劣化がトレードオフの関係になってしまうため、適用するシステムに合わせて、バランスをうまく調整する方法が求められている。

【0010】

特許文献1には、送信対象となる信号のピークを判定するために送信対象信号レベル閾値と送信対象となる信号のピークのレベルとの比に応じたピークファクタを生成し、このピークファクタを所定の窓関数により重み付けした結果をピーク抑圧係数として送信対象となる信号レベルに乗じることでピークを抑圧する技術が開示されている。

【0011】

この特許文献1の場合には、窓関数法のみで抑圧を行うため、上述の窓関数特有の技術的課題は解消されない。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0012】

【特許文献1】特開2005-20505号公報

【特許文献2】特開2002-077097号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

本発明の目的は、送信信号のピーク電力対平均電力比を小さくすることで、送信アンプの出力バックオフを低減し、アンプ効率を改善することが可能なピーク抑圧技術を提供することにある。

40

【0014】

本発明の他の目的は、ピーク抑圧による受信特性および歪み特性の劣化のバランスを効果的に調整しつつ、送信信号のピーク電力対平均電力比を小さくすることが可能なピーク抑圧技術を提供することにある。

【0015】

本発明の他の目的は、無線通信装置における様々な変調方法の送信信号の特性に対応して、当該送信信号のピーク抑圧信号における受信特性と歪み特性のバランスの最適化を実

50

現することがピーク抑圧技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明の第1の観点は、送信信号のピーク部の特徴情報を検出する第1ステップと、窓関数を用いて前記ピーク部の抑圧を行う窓関数法を、前記ピーク部を抑圧するための複数の抑圧方法に含み、前記特徴情報に基づいて、前記ピーク部の抑圧を繰り返し実行するか否かを決定する第2ステップと、前記複数の抑圧方法の一つ、及び前記第1ステップで検出した前記特徴情報を用いて、前記ピーク部の抑圧を行う第3ステップと、前記第2ステップで、前記ピーク部の抑圧を繰り返し実行すると決定した場合は前記第1及び第3ステップを繰り返し実行する第4ステップと、を含み、前記第3ステップは、前記第2ステップで前記ピーク部の抑圧を繰り返し実行しないと決定した場合は、第1の幅の窓関数を用いる窓関数法により前記ピーク部の抑圧を実行し、前記第2ステップで前記ピーク部の抑圧を繰り返し実行すると決定した場合は、前記第1の幅の窓関数を用いる窓関数法と前記第1の幅よりも小さな第2の幅の窓関数を用いる窓関数法とにより前記ピーク部の抑圧を実行する、ピーク抑圧方法を提供する。

10

本発明の第2の観点は、送信信号のピーク部の特徴情報を検出する第1ステップと、窓関数を用いて前記ピーク部の抑圧を行う窓関数法を、前記ピーク部を抑圧するための複数の抑圧方法に含み、前記特徴情報に基づいて、前記ピーク部の抑圧を繰り返し実行するか否かを決定する第2ステップと、前記複数の抑圧方法の一つ、及び前記第1ステップで検出した前記特徴情報を用いて、前記ピーク部の抑圧を行う第3ステップと、前記第2ステップで、前記ピーク部の抑圧を繰り返し実行すると決定した場合は前記第1及び第3ステップを繰り返し実行する第4ステップと、を含み、前記第3ステップは、前記第2ステップで前記ピーク部の抑圧を繰り返し実行しないと決定した場合は、前記ピーク部の信号レベルの上限を規定値に制限することで前記ピーク部の抑圧を行うクリッピング法により前記ピーク部の抑圧を実行し、前記第2ステップで前記ピーク部の抑圧を繰り返し実行すると決定した場合は、前記クリッピング法と前記窓関数法とにより前記ピーク部の抑圧を実行する、ピーク抑圧方法を提供する。

20

【0017】

本発明の第3の観点は、送信信号のピーク部の特徴情報を検出するピーク検出手段と、窓関数を用いて前記ピーク部の抑圧を行う窓関数法を、前記ピーク部を抑圧するための複数の抑圧方法に含み、前記特徴情報に基づいて、前記ピーク部の抑圧を繰り返し実行するか否かを決定する決定手段と、前記複数の抑圧方法の一つ、及び前記第1ステップで検出した前記特徴情報を用いて、前記ピーク部の抑圧を行うピーク抑圧手段と、前記ピーク部の抑圧を繰り返し実行すると前記決定手段が決定した場合は前記ピーク検出手段による前記特徴情報の検出、前記決定手段による決定及び前記ピーク抑圧手段による前記ピーク部の抑圧を繰り返し実行させるピーク抑圧制御手段と、を含み、前記ピーク抑圧手段は、前記ピーク抑圧制御手段が前記ピーク部の抑圧を繰り返し実行させない場合は、第1の幅の窓関数を用いる窓関数法により前記ピーク部の抑圧を実行し、前記ピーク抑圧制御手段が前記ピーク部の抑圧を繰り返し実行させる場合は、前記第1の幅の窓関数を用いる窓関数法と前記第1の幅よりも小さな第2の幅の窓関数を用いる窓関数法とにより前記ピーク部の抑圧を実行する、ピーク抑圧装置を提供する。

30

40

本発明の第4の観点は、送信信号のピーク部の特徴情報を検出するピーク検出手段と、窓関数を用いて前記ピーク部の抑圧を行う窓関数法を、前記ピーク部を抑圧するための複数の抑圧方法に含み、前記特徴情報に基づいて、前記ピーク部の抑圧を繰り返し実行するか否かを決定する決定手段と、前記複数の抑圧方法の一つ、及び前記第1ステップで検出した前記特徴情報を用いて、前記ピーク部の抑圧を行うピーク抑圧手段と、前記ピーク部の抑圧を繰り返し実行すると前記決定手段が決定した場合は前記ピーク検出手段による前記特徴情報の検出、前記決定手段による決定及び前記ピーク抑圧手段による前記ピーク部の抑圧を繰り返し実行させるピーク抑圧制御手段と、を含み、前記ピーク抑圧手段は、前記ピーク抑圧制御手段が前記ピーク部の抑圧を繰り返し実行させない場合は、前記ピーク

50

部の信号レベルの上限を規定値に制限することで前記ピーク部の抑圧を行うクリッピング法により前記ピーク部の抑圧を実行し、前記ピーク抑圧制御手段が前記ピーク部の抑圧を繰り返し実行させる場合は、前記クリッピング法と前記窓関数法とにより前記ピーク部の抑圧を実行する、ピーク抑圧装置を提供する。

【0018】

本発明の第5の観点は、送信信号を生成する送信信号発生部と、前記送信信号のピーク部の抑圧を行うピーク抑圧部と、前記ピーク部が抑圧された前記送信信号を増幅する増幅部と、前記送信信号を無線周波数に変換する無線送信部と、を含む無線送信装置であって、前記ピーク抑圧部は、送信信号のピーク部の特徴情報を検出するピーク検出手段と、窓関数を用いて前記ピーク部の抑圧を行う窓関数法を、前記ピーク部を抑圧するための複数の抑圧方法に含み、前記特徴情報に基づいて、前記ピーク部の抑圧を繰り返し実行するかどうかを決定する決定手段と、前記複数の抑圧方法の一つ、及び前記第1ステップで検出した前記特徴情報を用いて、前記ピーク部の抑圧を行うピーク抑圧手段と、前記ピーク部の抑圧を繰り返し実行すると前記決定手段が決定した場合は前記ピーク検出手段による前記特徴情報の検出、前記決定手段による決定及び前記ピーク抑圧手段による前記ピーク部の抑圧を繰り返し実行させるピーク抑圧制御手段と、を含み、前記ピーク抑圧手段は、前記ピーク抑圧制御手段が前記ピーク部の抑圧を繰り返し実行させない場合は、第1の幅の窓関数を用いる窓関数法により前記ピーク部の抑圧を実行し、前記ピーク抑圧制御手段が前記ピーク部の抑圧を繰り返し実行させる場合は、前記第1の幅の窓関数を用いる窓関数法と前記第1の幅よりも小さな第2の幅の窓関数を用いる窓関数法とにより前記ピーク部の抑圧を実行する、無線送信装置を提供する。

【0019】

本発明では、送信信号のピーク部から得られる特徴情報を元に、窓関数法および/またはクリップ法に抑圧方法を適応的に変更することによって、受信特性およびスペクトラム特性の各々の観点から、より優れた抑圧特性を得る。

【0020】

すなわち、本発明では、送信信号のピーク部の時間的な広がり等の特徴情報に注目することによって、ピーク部の抑圧方法を動的に切り替える。また、特徴情報に基づいて、複数の同一または異なる抑圧方法をピーク部に多段階に適用するかどうかの判定、および多段階に適用される抑圧方法の組み合わせを適応的に制御する。

【0021】

これにより、受信特性と歪特性のバランスをより最適な点に近づけることができる。また、デジタル無線通信等における送信信号のピーク部に適用することで、送信アンプへの入力信号のピーク電力対平均電力比を小さくして、送信アンプの出力バックオフを低減し、アンプ効率を改善することができる。

【0022】

さらに、無線通信装置における様々な変調方法の送信信号の特性に対応して、当該送信信号のピーク抑圧信号における受信特性と歪み特性のバランスの最適化を実現することが可能となる。

【発明の効果】

【0023】

本発明によれば、送信信号のピーク電力対平均電力比を小さくすることで、送信アンプの出力バックオフを低減し、アンプ効率を改善することが可能となる。また、ピーク抑圧による受信特性および歪み特性の劣化のバランスを効果的に調整しつつ、送信信号のピーク電力対平均電力比を小さくすることが可能となる。

【0024】

また、無線通信装置における様々な変調方法の送信信号の特性に対応して、当該送信信号のピーク抑圧信号における受信特性と歪み特性のバランスの最適化を実現することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 5 】

【図 1】クリップ抑圧法および窓関数法の各々を送信信号に適用した場合における時間信号の抑圧の様子を示す線図である。

【図 2】元時間信号、クリップ方法、窓関数法の各々の場合のスペクトラムの様子を示す線図である。

【図 3】本発明の一実施の形態であるピーク抑圧方法を実施するピーク抑圧装置の構成の一例を示す概念図である。

【図 4】本発明の一実施の形態であるピーク抑圧方法を実施するピーク抑圧装置の構成の作用の一例を示す線図である。

【図 5】本発明の一実施の形態であるピーク抑圧法およびピーク抑圧装置の作用の一例を示すフローチャートである。 10

【図 6】本発明の一実施の形態であるピーク抑圧法およびピーク抑圧装置の作用の一例を示すフローチャートである。

【図 7】本発明の一実施の形態であるピーク抑圧法およびピーク抑圧装置の作用の一例を示すフローチャートである。

【図 8】図 3 に例示したピーク抑圧装置における抑圧方法選択部の作用の一例を示すフローチャートである。

【図 9】図 3 に例示したピーク抑圧装置における抑圧方法選択部の作用の一例を示すフローチャートである。

【図 10】図 3 に例示したピーク抑圧装置における抑圧方法選択部の作用の一例を示すフローチャートである。 20

【図 11】本発明の一実施の形態であるピーク抑圧方法を実施するピーク抑圧装置の構成の変形例を示す概念図である。

【図 12】本発明の一実施の形態であるピーク抑圧方法を実施するピーク抑圧装置の構成の他の変形例を示す概念図である。

【図 13】図 12 に例示したピーク抑圧装置における抑圧方法選択部の作用の一例を示すフローチャートである。

【図 14】図 12 に例示したピーク抑圧装置における抑圧方法選択部の作用の一例を示すフローチャートである。

【図 15】図 12 に例示したピーク抑圧装置における抑圧方法選択部の作用の一例を示すフローチャートである。 30

【図 16】本発明の一実施の形態であるピーク抑圧方法を実施するピーク抑圧装置の構成のさらに他の変形例を示す概念図である。

【図 17】図 16 に例示したピーク抑圧装置における抑圧方法選択部の作用の一例を示すフローチャートである。

【図 18】図 16 に例示したピーク抑圧装置における抑圧方法選択部の作用の一例を示すフローチャートである。

【図 19】図 16 に例示したピーク抑圧装置における抑圧方法選択部の作用の一例を示すフローチャートである。

【図 20】本発明の一実施の形態である無線通信装置の構成の一例を示すブロック図である。 40

## 【発明を実施するための形態】

## 【 0 0 2 6 】

以下、図面を参照しながら、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

(実施の形態 1)

まず、窓関数法とクリップ抑圧法を切替える場合について説明する。

## 【 0 0 2 7 】

図 3 は、本発明の一実施の形態であるピーク抑圧方法を実施するピーク抑圧装置の構成の一例を示す概念図である。

図 4 は、本発明の一実施の形態であるピーク抑圧方法を実施するピーク抑圧装置の構成 50

の作用の一例を示す線図である。

【0028】

本実施の形態のピーク抑圧装置101は、遅延バッファ110、振幅演算部120、ピーク検出部130、窓関数生成部140、クリップ係数計算部150、乗算部160、抑圧方法選択部170を含んでいる。

【0029】

送信信号10は、分岐して遅延バッファ110および振幅演算部120に入力される。遅延バッファ110は、後述のようなピーク抑圧処理の判定時間分だけ、送信信号10を遅延させて乗算部160に入力する。

【0030】

振幅演算部120は、送信信号10の波形を、たとえば所定のサンプリング間隔  $t$  で、送信信号10の振幅値を離散的に検出する。

ピーク検出部130は、前段の振幅演算部120で得られた振幅値の分布から、送信信号10のピーク部10pの最大値 ( $V_p$ ) およびその時間軸方向のサンプリング位置、さらには以下のような特徴情報10aを検出する。

【0031】

本実施の形態の場合、この特徴情報10aとしては、図4に例示されるように、以下の情報を検出する。

すなわち、一つ目は、ピーク部10pが、所定の抑圧閾値  $V_{th}$  を超過する部分の長さ (ピーク幅  $wid\ t\ h$ ) である。

【0032】

二つ目は、ピーク部10pが抑圧閾値  $V_{th}$  を上昇方向に横切る時の傾き (立ち上がりの傾き  $u\ p$ )、および下降方向に横切る時の傾き (立ち下がりの傾き  $d\ o\ w\ n$ ) である。

三つ目は、ピーク部10pが抑圧閾値  $V_{th}$  を超過した領域の面積 (振幅の積分値  $s\ e\ k\ i\ b\ u\ n$ ) である。

【0033】

窓関数生成部140は、窓関数法を実現するための窓関数を生成する。すなわち、上述の特徴情報10aに基づいて、ピーク部10pの最大値 ( $V_p$ ) の部分が抑圧閾値  $V_{th}$  になるように、ピーク部10pのレベルを全体的に押し下げる適当な分布を持つ係数  $k$  を与える窓関数  $w(n)$  を生成する。

【0034】

最大ピークレベル  $V_p$  の位置における  $n$  に対応した  $k = w(n)$  は、 $k = V_{th} / V_p$  である。

この窓関数としては、ハニング窓、ハミング窓、カイザー窓、ブラックマン窓、等の任意の窓関数を用いることができる。

【0035】

クリップ係数計算部150は、クリップ抑圧法を実現するための係数分布を計算する。すなわち、ピーク部10pの抑圧閾値  $V_{th}$  を超過する領域が当該抑圧閾値  $V_{th}$  に等しくなり、それ以外の部分は元の信号レベルが維持されるように、適当な分布を持つ係数を生成する。

【0036】

抑圧方法選択部170は、特徴情報10aに基づいて、窓関数生成部140またはクリップ係数計算部150の出力を動的に選択して乗算部160に入力する動作を行う。

クリップ係数計算部150が選択された場合には、乗算部160からクリップ抑圧信号11がピーク抑圧信号13として出力され、窓関数生成部140が選択された場合には、乗算部160から窓関数抑圧信号12がピーク抑圧信号13として出力される。

【0037】

すなわち、図3に示すように、抑圧方法選択部170が、ピーク部10pの特徴情報10aに基づいて窓関数方式とクリップ方式を動的に切替えることによって、スペクトラム特性 (歪み特性) と受信特性のバランスを適正に制御する。

10

20

30

40

50



## 【 0 0 3 8 】

図3の抑圧方法選択部170において、ピーク検出部130からの特徴情報10aを元に選択を行う際に用いるアルゴリズムを、図5、図6、図7、および図8、図9、図10にフローチャートの形で示す。

## 【 0 0 3 9 】

図5は、ピーク部の長さによってピーク部10pの抑圧方法を切替えるピーク抑圧処理300を示しており、振幅があらかじめ定めた閾値 $V_{th}$ を越えた時間的な長さ(ピーク幅 $wid\theta h$ )を測り、それを元に抑圧方法を切替える。

## 【 0 0 4 0 】

すなわち、送信信号10の振幅値 $env(n)$ のサンプリング位置(サンプリング間隔 $t$ )を示すポイントとしての時刻 $n$ を0に初期化し(ステップ311)、ピーク幅 $wid\theta h$ も0に初期化する(ステップ312)。

10

## 【 0 0 4 1 】

そして、振幅値 $env(n)$ が抑圧閾値 $V_{th}$ を超過したか判別し(ステップ313)、超過している場合には、ピーク幅 $wid\theta h$ をインクリメントし(ステップ314)、時刻 $n$ をインクリメントして(ステップ315)、ステップ313に戻る。

## 【 0 0 4 2 】

ステップ313で振幅値 $env(n)$ が抑圧閾値 $V_{th}$ を超過していないと判定された場合には、ピーク幅 $wid\theta h$ が0以上か否かを判別し(ステップ316)、 $wid\theta h$ が0以下の場合、時刻 $n$ をインクリメントして(ステップ315)、ステップ313に戻る。

20

## 【 0 0 4 3 】

ステップ316で、ピーク幅 $wid\theta h$ が0以上と判定された場合には、抑圧方法決定処理(ステップ320)を実行した後(ステップ316)、 $wid\theta h$ を0に初期化し(ステップ317)、時刻 $n$ をインクリメントして(ステップ315)、次のピーク部10pのピーク幅 $wid\theta h$ の検出処理に移行する。

## 【 0 0 4 4 】

ステップ320における抑圧方法の選択処理の一例を図8のフローチャートに示す。

すなわち、ピーク幅 $wid\theta h$ が $N$ (既定の定数)よりも小さい場合には(ステップ321)、ピーク抑圧方法としてクリップ抑圧法を選択し(ステップ322)、それ以外の

30

場合には、ピーク抑圧方法として窓関数法を選択する(ステップ323)。

## 【 0 0 4 5 】

この図8の場合、ピーク幅 $wid\theta h$ が短いピーク部10pに窓関数を使うと受信特性を悪くするので、 $N$ (既定の定数)よりも短いピーク部10pはクリップ抑圧法で抑圧する。

## 【 0 0 4 6 】

図6は、送信信号振幅が閾値 $V_{th}$ を横切る部分での傾きを元に切替えるピーク抑圧方法400を示しており、立ち上がりの傾き( $up$ )および立ち下りの傾き( $down$ )が大きいほど急峻なピークを表しており、ピーク幅に比べて、ピークの大きさが大きいであろうことを、抑圧方法の切り替え判定に利用する。

40

## 【 0 0 4 7 】

すなわち、時刻 $n$ を1に初期化し(ステップ411)、時刻 $n$ における送信信号10の振幅 $env(n)$ が抑圧閾値 $V_{th}$ を超過するか判別しながら(ステップ412)、時刻 $n$ をインクリメントする(ステップ416)。

## 【 0 0 4 8 】

ステップ412で振幅 $env(n)$ が抑圧閾値 $V_{th}$ を超過した場合には、ピーク部10pの立ち上がり部分で抑圧閾値 $V_{th}$ を横切ったことを意味するので、立ち上がりの傾き $up(=env(n) - env(n - 1))$ を算出する(ステップ413)。

## 【 0 0 4 9 】

なお、ステップ413における $env(n) - env(n - 1)$ は、一定のサンプリン

50

グ間隔  $t$  の間における信号レベルの変化、すなわち傾きを示す値である。

その後、時刻  $n$  における送信信号  $10$  の振幅  $env(n)$  が抑圧閾値  $V_{th}$  を超過するか判断しながら (ステップ 415)、時刻  $n$  をインクリメントする (ステップ 414)。

【0050】

振幅  $env(n)$  が抑圧閾値  $V_{th}$  を下回った場合 (ステップ 415 で  $No$  の判定) には、ピーク部  $10p$  が立ち下がり部分で抑圧閾値  $V_{th}$  を横切ったことを意味するので、立ち下がりの傾き  $down$  を算出する (ステップ 417)。この、 $down$  も、 $up$  と同様に傾きを示すが、負の値である。

【0051】

そして、ステップ 413 およびステップ 417 で得られた  $up$  および  $down$  の値に基づいて、抑圧方法の決定を行う (ステップ 420)。

図 6 のステップ 420 における判定例を図 9 のフローチャートに示す。

【0052】

すなわち、 $up > a$  かつ  $down < b$  (負数) が成立する場合に (ステップ 421)、ピーク抑圧方法としてクリップ抑圧法を選択し (ステップ 422)、そうでない場合は、ピーク抑圧方法として窓関数法を選択する (ステップ 423)。

【0053】

この図 9 の場合、時間幅に比べて振幅の大きいピークを窓関数で抑圧すると、ピーク以外の部分が大きく削られて受信特性を劣化させるので、そのようなピークはクリップで抑圧している。

【0054】

図 7 のフローチャートは、ピーク部の信号振幅 (電力でも可) の積分値によって切替えるピーク抑圧方法 500 の一例を示している。ピーク部  $10p$  の振幅があらかじめ定めた閾値  $V_{th}$  を越えている間、振幅値を積分する。積分値  $sekiibun$  が大きいということは、それだけ抑圧によって削られる信号が大きくなることを意味するので、それを利用する。

【0055】

すなわち、振幅の積分値  $sekiibun$  を 0 に初期化した後 (ステップ 511)、時刻  $n$  における送信信号  $10$  の振幅  $env(n)$  が抑圧閾値  $V_{th}$  を超過するか判断しながら (ステップ 512)、時刻  $n$  をインクリメントする (ステップ 516)。

【0056】

そして、ステップ 512 で  $env(n) > V_{th}$  が成立した場合、ピーク部  $10p$  が抑圧閾値  $V_{th}$  を超過する領域に入ったと見なせるので、 $sekiibun$  に  $env(n)$  を加算し (ステップ 513)、時刻  $n$  をインクリメントする処理 (ステップ 514) を、 $env(n) - V_{th}$  となるまで反復する (ステップ 515)。

【0057】

こうして得られた振幅の積分値  $sekiibun$  に基づいて、ピーク抑圧方法を決定する (ステップ 520)。

このステップ 520 における決定方法の一例を、図 10 のフローチャートに示す。

【0058】

すなわち、 $sekiibun$  が所定の定数  $a$  より小さい場合には、クリップ抑圧方法を選択し (ステップ 522)、そうでない場合には、窓関数抑圧方法を選択する (ステップ 523)。

【0059】

この図 10 の判定の場合、振幅の積分値  $sekiibun$  が大きいことは、クリップを用いるとスペクトラム特性の劣化が大きいことを意味するので、その場合には窓関数を用いている。

【0060】

図 3 に例示した本実施の形態 1 のピーク抑圧装置 101 における図 5、図 6、図 7 の各々のアルゴリズムにおけるステップ 320、ステップ 420、ステップ 520 におけるピ

10

20

30

40

50

ーク抑圧方法の選択における判定基準を、表 1 にまとめて示す。

【 0 0 6 1 】

なお、図 5 , 図 6 , 図 7 の各々のアルゴリズムは、上述のように、それぞれ単独で用いることも可能であるが、これらの条件を組み合わせた形で、抑圧方法選択部 1 7 0 におけるピーク抑圧の選択に使用することも可能である。

【 0 0 6 2 】

【表 1】

特徴情報	判定論理	理由
(ピークの長さ) 300, 320	$width < N$ (定数) ... クリップ、 $width \geq N$ ... 窓関数	短いピークに窓関数を使うと受信特性を悪くするので、短いピークはクリップで抑圧する
(ピークの傾き) 400, 420	$up > a$ (正定数) かつ $down < b$ (負定数) ... クリップ、それ以外... 窓関数	時間幅に比べて振幅の大きいピークを窓関数で抑圧すると、ピーク以外の部分が大きく削られて受信特性を劣化させるので、そのようなピークはクリップで抑圧する
(ピークの積分) 500, 520	$sekibun < a$ (正定数) ... クリップ、 $sekibun \geq a$ ... 窓関数	積分値が大きいことは、クリップを用いるとスペクトラム特性の劣化が大きいことを意味するので、その場合には窓関数を用いる。

10

【 0 0 6 3 】

(実施の形態 2)

次に、窓関数を用いるピーク抑圧方法において窓の幅を変更する場合について説明する。

【 0 0 6 4 】

図 1 1 は、本実施の形態 2 におけるピーク抑圧装置 1 0 2 の構成の一例を示すブロック図である。

この図 1 1 の構成では、窓関数生成部 1 4 0 を単独で用いるとともに、当該窓関数生成部 1 4 0 における窓の幅を制御する窓関数幅決定部 1 8 0 が設けられているところが、上述の図 3 の構成例と異なっている。

【 0 0 6 5 】

窓関数幅決定部 1 8 0 は、ピーク検出部 1 3 0 で検出された特徴情報 1 0 a に基づいて、窓関数生成部 1 4 0 における窓関数の幅  $W$  (図 4 参照) を可変に制御する。

窓関数によるピーク抑圧法では、乗じる窓関数の幅  $W$  が広ければ広いほど、スペクトラム特性は改善するが、それだけ送信信号 1 0 の多くの成分が削られることになるため、受信特性は劣化する。

【 0 0 6 6 】

したがって、図 1 1 の構成例に示すように、乗算部 1 6 0 において送信信号 1 0 に乗じる窓関数の幅  $W$  を、窓関数幅決定部 1 8 0 が特徴情報 1 0 a に応じて適応的に変更することによって、ピーク抑圧信号 1 3 のスペクトラム特性と受信特性のバランスを適正にすることができる。

40

【 0 0 6 7 】

すなわち、窓関数の窓の幅  $W$  は、図 1 1 に例示された窓関数幅決定部 1 8 0 において、前段のピーク検出部 1 3 0 から得られる送信信号 1 0 の特徴情報 1 0 a に基づいて決定される。

【 0 0 6 8 】

窓の幅  $W$  の決定のアルゴリズムでは、上述の実施の形態 1 の場合と同様に、図 5 , 図 6 , 図 7 の各々の処理で得られるピーク幅  $width$ 、立ち上がりの傾き  $up$  および立ち下りの傾き  $down$ 、振幅の積分値  $sekibun$  を用いることができる。

【 0 0 6 9 】

すなわち、図 5 , 図 6 , 図 7 の抑圧方法決定での幅の変更の基準は、例えば表 2 にまと

50

めて例示した複数の方法が考えられる。これらの窓の幅 $W$ の決定方法は、それぞれ単独で用いると共に、条件を組み合わせた形で、窓関数幅決定部180にて使用することも可能である。

【0070】

【表2】

特徴情報	判定論理	理由
(ピークの長さ) 300, 330	窓の幅= width × a(正定数) + b(定数)	ピークの幅に比例する形で窓の幅を決め、余 分な抑圧をしないようにする
(ピークの傾き) 400, 430	窓の幅 = $\frac{a(\text{正定数})}{\text{up} \times (-\text{down})} + b(\text{定数})$	するどい立上りのピークほどピークの幅が 狭いことを利用して、幅の狭い窓を用い余 分な抑圧をしないようにする
(ピークの積分) 500, 530	窓の幅= sekibun × a(正定 数) + b(定数)	積分値が大きいほどピークの幅も大きい可 能性が高いことを利用して、積分値に比例 する形で窓の幅を決める

10

【0071】

すなわち、図5のフローチャートの場合には、窓関数幅決定部180は、上述のステップ320の代わりに、表2のステップ330(決定演算)を実行することで、窓の幅 $W$ を決定し、窓関数生成部140に出力する。

20

【0072】

すなわち、 $W = \text{width} \times a + b$ として、窓の幅 $W$ を算出する。ただし、 $a$ は正の定数であり、 $b$ は定数である。

このステップ330の場合、ピークの幅 $\text{width}$ に比例する形で窓の幅 $W$ を決めることで、余分な抑圧をしないようにしている。

【0073】

同様に、図6のフローチャートでは、窓関数幅決定部180は、上述のステップ420の代わりに、表2のステップ430(決定演算)を実行する。

すなわち、 $W = a / (\text{up} \times (-\text{down})) + b$ として、窓の幅 $W$ を算出する。ただし、 $a$ は正の定数であり、 $b$ は定数である。

30

【0074】

このステップ430の場合、するどい立上りのピークほどピークの幅が狭いことを利用して、幅 $W$ の狭い窓関数を用いることで余分な抑圧をしないようにしている。

同様に、図7のフローチャートでは、窓関数幅決定部180は、上述のステップ520の代わりに、表2のステップ530(決定演算)を実行する。

【0075】

すなわち、 $W = \text{sekibun} \times a + b$ として、窓の幅 $W$ を算出する。ただし、 $a$ は正の定数であり、 $b$ は定数である。

このステップ530では、振幅の積分値( $\text{sekibun}$ )が大きいほどピークの幅も大きい可能性が高いことを利用して、積分値( $\text{sekibun}$ )に比例する形で窓の幅 $W$ を決めている。

40

【0076】

(実施の形態3)

次に、複数の窓関数法を制御する場合について説明する。

図12は、本実施の形態3のピーク抑圧装置103の構成例を示すブロック図である。

【0077】

このピーク抑圧装置103の場合には、遅延バッファ111、乗算部161、振幅演算部121、ピーク検出部131、抑圧方法決定部190、窓関数生成部141を含むピーク抑圧ステージS1と、遅延バッファ112、乗算部162、振幅演算部122、ピーク

50

検出部 1 3 2、窓関数生成部 1 4 2 を含むピーク抑圧ステージ S 2 を備えている。

【 0 0 7 8 】

遅延バッファ 1 1 1 および遅延バッファ 1 1 2、乗算部 1 6 1 および乗算部 1 6 2、振幅演算部 1 2 1 および振幅演算部 1 2 2、ピーク検出部 1 3 1 およびピーク検出部 1 3 2 は、窓関数生成部 1 4 1 および窓関数生成部 1 4 2 は、それぞれ、上述の遅延バッファ 1 1 0、乗算部 1 6 0、振幅演算部 1 2 0、ピーク検出部 1 3 0、窓関数生成部 1 4 0 と同様の機能を有する。

【 0 0 7 9 】

ただし、窓関数生成部 1 4 1 と、窓関数生成部 1 4 2 は、窓関数の幅  $W$  が異なり、窓関数生成部 1 4 1 の幅  $W 1$  と、窓関数生成部 1 4 2 の幅  $W 2$  は、図 4 に例示されるように、 $W 1 > W 2$  の関係となっている。

10

【 0 0 8 0 】

一般に大きくて細いピークを窓関数を用いて抑圧すると、ピーク付近は適正に抑圧できるものの、窓関数の周辺部に行くほど無駄な抑圧をすることになり、受信特性の劣化を招く。また、周辺部での劣化を恐れて窓の幅を狭くすると、スペクトラム特性が劣化する。

【 0 0 8 1 】

そこで、本実施の形態 2 3 の場合には、図 1 2 のように、窓関数乗算を複数回（図 1 2 の例では、ピーク抑圧ステージ S 1 およびピーク抑圧ステージ S 2 の 2 回）に分けて行い、後のピーク抑圧ステージ S 2 の抑圧では窓関数の幅  $W 2$  を、ピーク抑圧ステージ S 1 の窓関数の幅  $W 1$  よりも小さくしておけば、全体として抑圧による劣化を抑えることができる。

20

【 0 0 8 2 】

図 1 2 に例示された抑圧方法決定部 1 9 0 において、ピーク抑圧ステージ S 1 およびピーク抑圧ステージ S 2 の 2 段階に分けてピーク部 1 0 p を抑圧する場合、窓関数生成部 1 4 1 では、通常の抑圧窓よりも、最大ピーク部（抑圧係数）を  $k 1$  倍（ $k 1 > 1$ ）した窓関数をかけ、残りのピークは窓関数生成部 1 4 2 を使って抑圧する。

【 0 0 8 3 】

すなわち、ピーク抑圧ステージ S 1 の窓関数生成部 1 4 1 では、ピーク部 1 0 p の最大ピークレベル  $V p$  を、目標の抑圧閾値  $V t h$  まで完全に抑圧せず、当該  $V p$  が抑圧閾値  $V t h$  よりもわずかに大きくなるように抑圧し、後段の窓関数生成部 1 4 2 において、抑圧閾値  $V t h$  まで抑圧する。

30

【 0 0 8 4 】

一方、ピーク抑圧ステージ S 1 の 1 段階だけで抑圧する場合には、抑圧方法決定部 1 9 0 は、窓関数生成部 1 4 1 で、通常の抑圧を行い、窓関数生成部 1 4 2 からは、抑圧係数として 1 を乗算部 1 6 2 に出力する。

【 0 0 8 5 】

このように、抑圧方法決定部 1 9 0 が、2 段階に分けてピーク抑圧を行う場合、および 1 段階のみでピーク抑圧を行う場合の各々に応じて、窓関数生成部 1 4 1 および窓関数生成部 1 4 2 の動作を制御すれば、受信特性の改善が可能である。

【 0 0 8 6 】

ピーク抑圧の段数を 2 段階にするか 1 段階だけで行うかの選択は、上述の実施の形態 1 の場合と同様に、図 5、図 6、図 7 のフローチャートに示したアルゴリズムで行う。

40

図 5、図 6、図 7 の抑圧方法決定での 2 段階目の窓関数を使用するかしないかの基準は、例えば表 3 のような基準が考えられる。これらの方式はそれぞれ単独で用いると共に、条件を組み合わせた形でも使用可能である。

【 0 0 8 7 】

【表 3】

特徴情報	判定論理	理由
(ピークの長さ) 300, 340	$width < N$ (定数) ... 使用する、 $width \geq N$ ... 使用しない	短いピークを一度に抑圧すると窓関数周辺部での受信特性を劣化させるので、短いピークは後段の狭い窓関数で抑圧する
(ピークの傾き) 400, 440	$up > a$ (正定数) かつ $down < b$ (負定数) ... 使用する、それ以外... 使用しない	時間幅に比べて振幅の大きいピークを一度の窓関数で抑圧すると、ピーク以外の部分が大きく削られて受信特性を劣化させるので、そのようなピークは後段の狭い窓関数で抑圧する
(ピークの積分) 500, 540	$sekibun < a$ (正定数) ... 使用する、 $sekibun \geq a$ ... 使用しない	積分値が小さくピーク幅が小さい可能性が高いときには、後段の狭い窓関数も利用する。

10

## 【 0 0 8 8 】

すなわち、この実施の形態 3 の場合には、上述の図 5 のフローチャートにおいて、ステップ 3 2 0 の代わりに、ステップ 3 4 0 の判定処理を実行する。

## 【 0 0 8 9 】

このステップ 3 4 0 では、図 1 3 に例示されるように、ピーク幅  $width$  が定数  $N$  よりも小さい場合には (ステップ 3 4 1)、ピーク抑圧ステージ  $S 2$  の窓関数生成部 1 4 2 を使用し (ステップ 3 4 2)、そうでない場合には、窓関数生成部 1 4 2 を使用しない (ステップ 3 4 3)、という制御を行う。

20

## 【 0 0 9 0 】

その理由は、短いピークを一度に抑圧すると窓関数周辺部での受信特性を劣化させるので、短いピークは後段の狭い窓関数で抑圧する。

同様に、図 6 のフローチャートでは、ステップ 4 2 0 の代わりに、ステップ 4 4 0 を実行する。

## 【 0 0 9 1 】

このステップ 4 4 0 は、図 1 4 に例示されるように、立ち上がりの傾き  $up$  が定数  $a$  よりも大きく、かつ立ち下がりの傾き  $down$  が定数  $b$  (負数) よりも小さい場合には (ステップ 4 4 1)、ピーク抑圧ステージ  $S 2$  の窓関数生成部 1 4 2 を使用し (ステップ 4 4 2)、それ以外の場合には、窓関数生成部 1 4 2 を使用しない (ステップ 4 4 3)。

30

## 【 0 0 9 2 】

その理由は、時間幅に比べて振幅の大きいピークを一度の窓関数で抑圧すると、ピーク以外の部分が大きく削られて受信特性を劣化させるので、そのようなピークは後段の狭い窓関数で抑圧する。

## 【 0 0 9 3 】

同様に、図 7 のフローチャートでは、ステップ 5 2 0 の代わりにステップ 5 4 0 を実行する。

このステップ 5 4 0 では、図 1 5 に例示されるように、振幅の積分値  $sekibun$  が定数  $a$  よりも小さい場合には (ステップ 5 4 1)、ピーク抑圧ステージ  $S 2$  の窓関数生成部 1 4 2 を使用し (ステップ 5 4 2)、それ以外の場合には、窓関数生成部 1 4 2 は使用しない (ステップ 5 4 3)。

40

## 【 0 0 9 4 】

すなわち、積分値が小さくピーク幅が小さい可能性が高いときには、後段の窓関数生成部 1 4 2 の狭い窓関数も利用する。

(実施の形態 4)

次に、実施の形態 4 として、クリップ抑圧法のクリップ係数計算部 1 5 0 と窓関数法の窓関数生成部 1 4 0 を直列に配置して制御する場合について説明する。

## 【 0 0 9 5 】

図 1 6 は、本実施の形態 4 におけるピーク抑圧装置 1 0 4 の構成の一例を示すブロック

50

図である。

このピーク抑圧装置 104 では、上述の図 12 に例示したピーク抑圧装置 103 におけるピーク抑圧ステージ S1 の窓関数生成部 141 の代わりにクリップ係数計算部 150 を配置し、ピーク抑圧ステージ S2 の窓関数生成部 142 の代わりに窓関数生成部 140 を配置した構成となっている。

【0096】

上述の実施の形態 1 のピーク抑圧装置 101 では、クリップ係数計算部 150 によるクリップ抑圧法のみで大きくピークを抑圧すると、スペクトラム特性が劣化するため、窓関数生成部 140 の窓関数法と切り替えて用いる例を示した。

【0097】

これに対して本実施の形態 4 のピーク抑圧装置 104 では、上述の図 16 のように、ピーク抑圧ステージ S1 にクリップ抑圧法を用いるクリップ係数計算部 150 を配置し、ピーク抑圧ステージ S2 に窓関数法を用いる窓関数生成部 140 を配置して直列にピーク抑圧を行うようにしている。

【0098】

そして、抑圧方法決定部 190 は、以下のようにして、クリップ係数計算部 150 および窓関数生成部 140 の両方を用いた 2 段階のピーク抑圧を行うか、クリップ係数計算部 150 のみを用いた 1 段階のピーク抑圧を行うか、を制御する。

【0099】

図 16 に例示した抑圧方法決定部 190 において、ピーク抑圧ステージ S1 およびピーク抑圧ステージ S2 の 2 段に分けてピーク抑圧を行う場合には、クリップ係数計算部 150 では、クリップ閾値を目標の抑圧閾値  $V_{th}$  よりも大きく設定して抑圧幅  $W_3$  を抑制し、残りのピークは後段の窓関数生成部 140 において抑圧する。

【0100】

一方、1 段階だけで抑圧する場合、初段のピーク抑圧ステージ S1 のクリップ係数計算部 150 で、通常の抑圧（クリップ閾値を目標の抑圧閾値  $V_{th}$  に設定）を行い、窓関数生成部 140 からは、 $n$  に関係なく一定の  $k = 1$  を乗算部 162 に出力する。

【0101】

ピーク抑圧装置 104 において、このように制御すれば、受信特性とスペクトラム特性の適切な調整が可能である。

ピーク抑圧段数を 2 段にするか 1 段階で行うかの選択は、上述の図 5、図 6、図 7 のフローチャートに示したアルゴリズム（ステップ 350、ステップ 450、ステップ 550）で行う。

【0102】

図 5、図 6、図 7 の各々のステップ 350、ステップ 450、ステップ 550 における抑圧方法決定において、2 段目の窓関数生成部 140 を使用するかしないかの基準は、例えば表 4 にまとめて例示したような基準が考えられる。これらのステップ 350、ステップ 450、ステップ 550 の決定方法はそれぞれ単独で用いることもできるし、各条件を組み合わせた形でも使用可能である。

【0103】

10

20

30

40

【表 4】

特徴情報	判定論理	理由
(ピークの長さ) 300, 350	$width < N$ (定数) ... 使用しない、 $width \geq N$ ... 使用する	長いピークをクリップのみで抑圧するとスペクトラム特性を劣化させるので、窓関数方式を併用する
(ピークの傾き) 400, 450	$up > a$ (正定数) かつ $down < b$ (負定数) ... 使用しない、それ以外... 使用する	時間幅の広いピークをクリップのみで抑圧するとスペクトラム特性を劣化させるので、窓関数方式を併用する
(ピークの積分) 500, 550	$sekibun < a$ (定数) ... 使用しない、 $sekibun \geq a$ ... 使用する	積分値が大きい場合、クリップのみでの抑圧ではスペクトラム特性の劣化が激しくなるので、窓関数を併用する。

10

## 【0104】

すなわち、図17のフローチャートに例示されるように、図5のステップ350では、ピーク幅  $width$  が定数  $N$  よりも小さい場合には(ステップ351)、2段目の窓関数生成部140は使用せず(ステップ352)、それ以外の場合には、2段目の窓関数生成部140を使用する(ステップ353)。

## 【0105】

その理由は、長いピークをクリップ係数計算部150のクリップ抑圧法のみで抑圧するとスペクトラム特性を劣化させるので、窓関数生成部140の窓関数法を併用する。

20

また、図6のステップ450では、図18のフローチャートに例示されるように、立ち上がりの傾き  $up$  が定数  $a$  よりも大きく、かつ立ち下がりの傾き  $down$  が定数  $b$  (負数) よりも小さい場合には(ステップ451)、ピーク抑圧ステージS2の窓関数生成部142を使用せず(ステップ452)、それ以外の場合には、窓関数生成部142を使用する(ステップ453)。

## 【0106】

その理由は、時間幅の広いピークをクリップのみで抑圧するとスペクトラム特性を劣化させるので、窓関数方式を併用する。

また、図7のステップ550では、図19のフローチャートに例示されるように、振幅の積分値  $sekibun$  が定数  $a$  よりも小さい場合には(ステップ551)、2段目の窓関数生成部140を使用せず(ステップ552)、それ以外の場合には、2段目の窓関数生成部140を使用する(ステップ553)。

30

## 【0107】

その理由は、積分値が大きい場合、クリップのみでの抑圧ではスペクトラム特性の劣化が激しくなるので、窓関数を併用する。

以上説明したように、本実施の形態1~4のピーク抑圧装置101~104によれば、以下のような効果を奏する。

## 【0108】

通常を送信信号10の振幅の値だけではなく、当該送信信号10から得られるピーク部10pの様々な特徴情報10aを用いることで、ピーク抑圧方法をダイナミックに制御することができ、受信特性とスペクトラム特性(歪み特性)のバランスを考えた適切なピーク抑圧が可能である。

40

## 【0109】

また、窓関数法とクリップ抑圧法の双方を適用することによって、窓関数法の歪特性がよいという長所と、クリップ抑圧法の受信特性が良いという長所をうまくバランスさせることができる。

## 【0110】

簡単なシミュレーションによって単独の窓関数法と比較して、3~4dBの隣接チャネル漏洩電力(ACLR:Adjacent Channel Leak Ratio)の劣化を許容すれば、(理想)波形と計測波形の違いの測度であるEVM(Error Vector Magnitude)を4.5%から4.0

50



%に改善できることを確認している。

【0111】

(実施の形態5)

上述の各実施の形態に例示したピーク抑圧装置101~104を、無線通信装置200に適用する場合について説明する。

【0112】

図20は、本発明の一実施の形態である無線通信装置200の構成の一例を示すブロック図である。

本実施の形態の無線通信装置200は、デジタル信号発生部210、ピーク抑圧部220、D/A変換部230、高周波発信部240、高周波変換部250、送信アンプ260、送信アンテナ270を含んでいる。

10

【0113】

デジタル信号発生部210は、たとえば、OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiple Access)のようなマルチキャリア通信におけるデジタル変調部であり、送信データにデジタル変調を加えて送信信号10として出力する。

【0114】

ピーク抑圧部220は、送信信号10に対してピーク抑圧を行い、ピーク抑圧信号13として出力する。本実施の形態5では、上述の実施の形態1~4に例示した、ピーク抑圧装置101~ピーク抑圧装置104のいずれか一つを用いる。

【0115】

D/A変換部230は、ピーク抑圧信号13をアナログ信号14に変換する。

高周波発信部240は、無線送信周波数の高周波信号15を発生する。

高周波変換部250は、高周波発信部240で発生された高周波信号15を、上述のアナログ信号14に重畳して高周波無線信号16を生成する。

20

【0116】

送信アンプ260は、高周波無線信号16を増幅する。

送信アンテナ270は、高周波無線信号16を空中に放射する。

本実施の形態5の場合、ピーク抑圧部220として、上述のピーク抑圧装置101~ピーク抑圧装置104のいずれかを採用することにより、送信信号10の特徴情報10aに基づいて窓関数生成部140および/またはクリップ係数計算部150による適応的なピーク抑圧を行って、受信特性と歪み特性のバランスが最適化されたピーク抑圧信号13として出力する。

30

【0117】

この結果、ピーク抑圧信号13におけるピーク電力対平均電力比(PAPR)の低減によって、送信アンプ260のバックオフ電力を必要以上に大きくとることなく、線形領域で動作させることができ、送信アンプ260の動作効率を向上させることができる。換言すれば、無線通信装置200における低コスト化、消費電力の低減が可能になる。

【0118】

さらに、送信信号10に対して適応的なピーク抑圧を行って、受信特性と歪み特性のバランスが最適化されたピーク抑圧信号13として出力するので、無線通信装置200のデジタル信号発生部210における様々な変調方法の送信信号10の特性に対応して、ピーク抑圧信号13における受信特性と歪み特性のバランスの最適化を実現することができる。

40

なお、本発明は、上述の実施の形態に例示した構成に限らず、その趣旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることは言うまでもない。

【0119】

(付記1)

送信信号のピーク部の特徴情報を検出する第1ステップと、

前記特徴情報に基づいて前記ピーク部の抑圧方法を変更する第2ステップと、

を含むことを特徴とするピーク抑圧方法。

50

## (付記 2)

付記 1 記載のピーク抑圧方法において、

前記第 2 ステップでは、前記特徴情報に応じて、窓関数を用いて前記ピーク部の抑圧を行う窓関数法と、前記ピーク部の信号レベルの上限を既定値に制限することで前記ピーク部の抑圧を行うクリッピング法を切り替えて用いることを特徴とするピーク抑圧方法。

## (付記 3)

付記 1 記載のピーク抑圧方法において、

前記第 2 ステップでは、窓関数を用いて前記ピーク部の抑圧を行う窓関数法を用いるとともに、前記特徴情報に応じて前記窓関数の幅を変化させることを特徴とするピーク抑圧方法。

10

## (付記 4)

付記 1 記載のピーク抑圧方法において、

前記第 1 および第 2 ステップを、前記送信信号に対して多段階に実行するとともに、前記第 2 ステップでは、窓関数を用いて前記ピーク部の抑圧を行う窓関数法を用いることを特徴とするピーク抑圧方法。

## (付記 5)

付記 1 記載のピーク抑圧方法において、

前記第 1 および第 2 ステップを、前記送信信号に対して多段階に実行するとともに、最初の段階における前記第 2 ステップでは、前記ピーク部の信号レベルの上限を既定値に制限することで前記ピーク部の抑圧を行うクリッピング法を用い、

20

次の段階における前記第 2 ステップでは、窓関数を用いて前記ピーク部の抑圧を行う窓関数法を用いることを特徴とするピーク抑圧方法。

## (付記 6)

付記 1 記載のピーク抑圧方法において、

前記第 1 ステップでは、前記特徴情報として、前記ピーク部の連続する長さを検出することを特徴とするピーク抑圧方法。

## (付記 7)

付記 1 記載のピーク抑圧方法において、

前記第 1 ステップでは、前記特徴情報として、前記ピーク部の立ち上がりおよび立ち下りの傾きを検出することを特徴とするピーク抑圧方法。

30

## (付記 8)

付記 1 記載のピーク抑圧方法において、

前記第 1 ステップでは、前記特徴情報として、前記ピーク部の積分値を検出することを特徴とするピーク抑圧方法。

## (付記 9)

送信信号のピーク部の特徴情報を検出するピーク検出手段と、

前記特徴情報に基づいて前記ピーク部の抑圧方法を変更するピーク抑圧制御手段と、を含むことを特徴とするピーク抑圧装置。

## (付記 10)

付記 9 記載のピーク抑圧装置において、

前記ピーク抑圧制御手段は、前記特徴情報に応じて、窓関数を用いて前記ピーク部の抑圧を行う窓関数法と、前記ピーク部の信号レベルの上限を既定値に制限することで前記ピーク部の抑圧を行うクリッピング法を切り替えて用いることを特徴とするピーク抑圧装置。

40

## (付記 11)

付記 9 記載のピーク抑圧装置において、

前記ピーク抑圧制御手段は、窓関数を用いて前記ピーク部の抑圧を行う窓関数法を用いるとともに、前記特徴情報に応じて前記窓関数の幅を変化させることを特徴とするピーク抑圧装置。

## (付記 12)

50

付記 9 記載のピーク抑圧装置において、

前記ピーク検出手段およびピーク抑圧制御手段は、前記送信信号の伝送経路に対して多段階に配置され、前記ピーク抑圧制御手段は、窓関数を用いて前記ピーク部の抑圧を行う窓関数法を用いることを特徴とするピーク抑圧装置。

(付記 13)

付記 9 記載のピーク抑圧装置において、

前記ピーク検出手段およびピーク抑圧制御手段は、前記送信信号の伝送経路に対して多段階に配置され、

最初の段階における前記ピーク抑圧制御手段は、前記ピーク部の信号レベルの上限を既定値に制限することで前記ピーク部の抑圧を行うクリッピング法を用い、

次の段階における前記ピーク抑圧制御手段は、窓関数を用いて前記ピーク部の抑圧を行う窓関数法を用いることを特徴とするピーク抑圧装置。

(付記 14)

付記 9 記載のピーク抑圧装置において、

前記ピーク検出手段は、前記特徴情報として、前記ピーク部の連続する長さを検出することを特徴とするピーク抑圧装置。

(付記 15)

付記 9 記載のピーク抑圧装置において、

前記ピーク検出手段は、前記特徴情報として、前記ピーク部の立ち上がりおよび立ち下りの傾きを検出することを特徴とするピーク抑圧装置。

(付記 16)

付記 9 記載のピーク抑圧装置において、

前記ピーク検出手段は、前記特徴情報として、前記ピーク部の積分値を検出することを特徴とするピーク抑圧装置。

(付記 17)

送信信号を生成する送信信号発生部と、

前記送信信号のピーク部の抑圧を行うピーク抑圧部と、

前記ピーク部が抑圧された前記送信信号を増幅する増幅部と、

前記送信信号を無線周波数に変換する無線送信部と、

を含む無線送信装置であって、

前記ピーク抑圧部は、

送信信号のピーク部の特徴情報を検出するピーク検出手段と、

前記特徴情報に基づいて前記ピーク部の抑圧方法を変更するピーク抑圧制御手段と、を含むことを特徴とする無線送信装置。

(付記 18)

付記 17 記載の無線送信装置において、

前記抑圧方法は、窓関数を用いて前記ピーク部の抑圧を行う窓関数法、および前記ピーク部の信号レベルの上限を既定値に制限することで前記ピーク部の抑圧を行うクリッピング法の少なくとも一方を含むことを特徴とする無線送信装置。

(付記 19)

付記 17 記載の無線送信装置において、

前記ピーク抑圧部において、前記ピーク検出手段および前記ピーク抑圧制御手段が、前記送信信号の伝送経路上に多段に配置されていることを特徴とする無線送信装置。

(付記 20)

付記 17 記載の無線送信装置において、

前記特徴情報は、前記ピーク部の連続する長さ、前記ピーク部の立ち上がりおよび立ち下りの傾き、前記ピーク部の積分値、の少なくとも一つを含むことを特徴とする無線送信装置。

【符号の説明】

【0120】

10

20

30

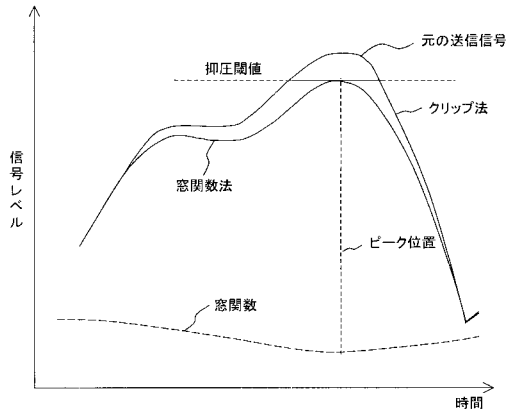
40

50

1 0	送信信号	
1 0 a	特徴情報	
1 0 p	ピーク部	
1 1	クリップ抑圧信号	
1 2	窓関数抑圧信号	
1 3	ピーク抑圧信号	
1 4	アナログ信号	
1 5	高周波信号	
1 6	高周波無線信号	
1 0 1	ピーク抑圧装置	10
1 0 2	ピーク抑圧装置	
1 0 3	ピーク抑圧装置	
1 0 4	ピーク抑圧装置	
1 1 0	遅延バッファ	
1 1 1	遅延バッファ	
1 1 2	遅延バッファ	
1 2 0	振幅演算部	
1 2 1	振幅演算部	
1 2 2	振幅演算部	
1 3 0	ピーク検出部	20
1 3 1	ピーク検出部	
1 3 2	ピーク検出部	
1 4 0	窓関数生成部	
1 4 1	窓関数生成部	
1 4 2	窓関数生成部	
1 5 0	クリップ係数計算部	
1 6 0	乗算部	
1 6 1	乗算部	
1 6 2	乗算部	
1 7 0	抑圧方法選択部	30
1 8 0	窓関数幅決定部	
1 9 0	抑圧方法決定部	
2 0 0	無線通信装置	
2 1 0	デジタル信号発生部	
2 2 0	ピーク抑圧部	
2 3 0	D / A 変換部	
2 4 0	高周波発信部	
2 5 0	高周波変換部	
2 6 0	送信アンプ	
2 7 0	送信アンテナ	40
S 1	ピーク抑圧ステージ	
S 2	ピーク抑圧ステージ	
V p	最大ピークレベル	
V t h	抑圧閾値	
u p	立ち上がりの傾き	
d o w n	立ち下がりの傾き	
s e k i b u n	振幅の積分値	
w i d t h	ピーク幅	

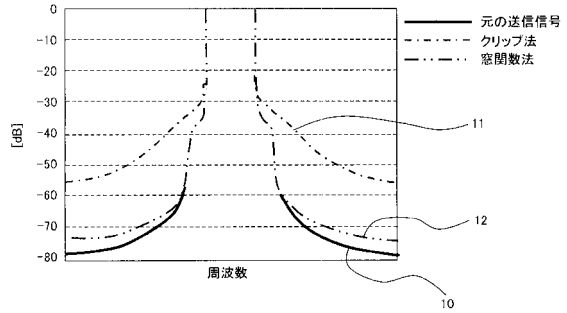
【図1】

クリップ抑圧法および窓関数法の各々を送信信号に適用した場合における時間信号の抑圧の様子を示す線図



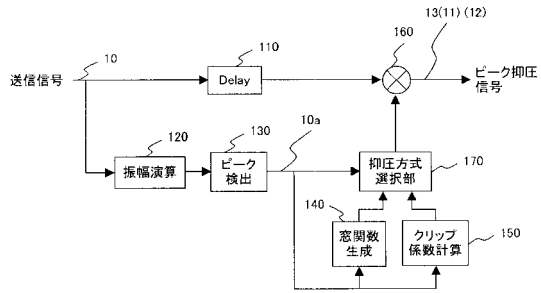
【図2】

元時間信号、クリップ方法、窓関数法の各々の場合のスペクトラムの様子を示す線図



【図3】

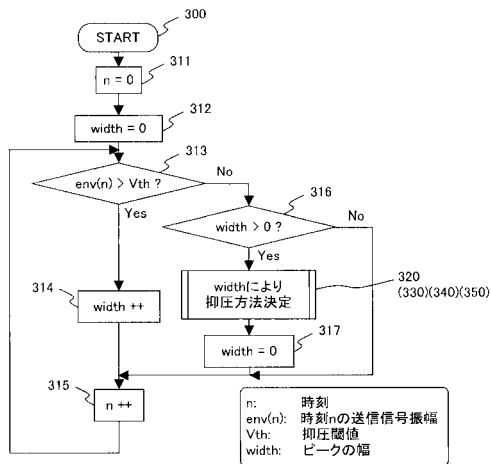
本発明の一実施の形態であるピーク抑圧方法を実施するピーク抑圧装置の構成の一例を示す概念図



101

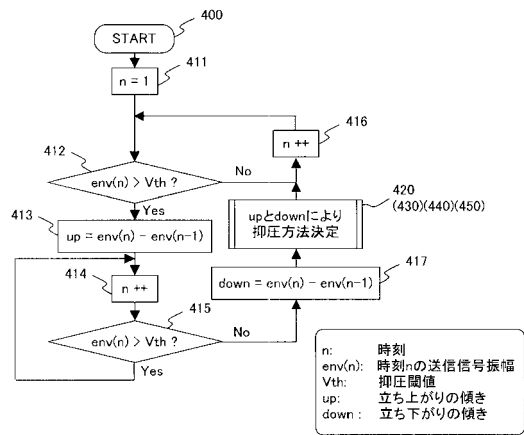
【図5】

本発明の一実施の形態であるピーク抑圧方法およびピーク抑圧装置の作用の一例を示すフローチャート



【図6】

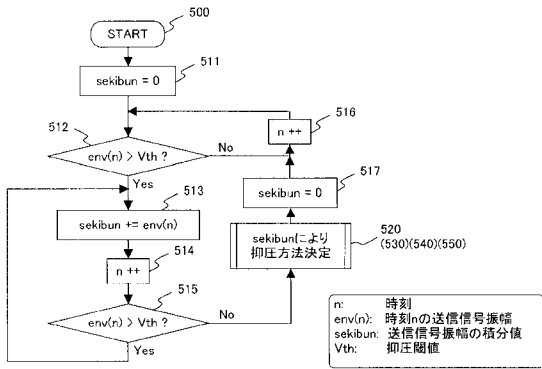
本発明の一実施の形態であるピーク抑圧方法およびピーク抑圧装置の作用の一例を示すフローチャート



n: 時刻  
 env(n): 時刻nの送信信号振幅  
 Vth: 抑圧閾値  
 up: 立ち上がりの傾き  
 down: 立ち下がりの傾き

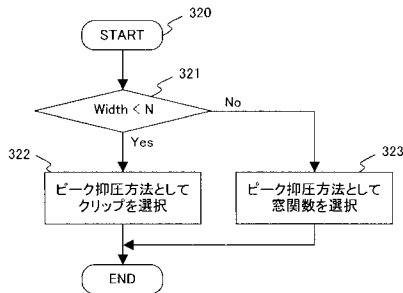
【図7】

本発明の一実施の形態であるピーク抑圧方法  
およびピーク抑圧装置の作用の一例を示すフローチャート



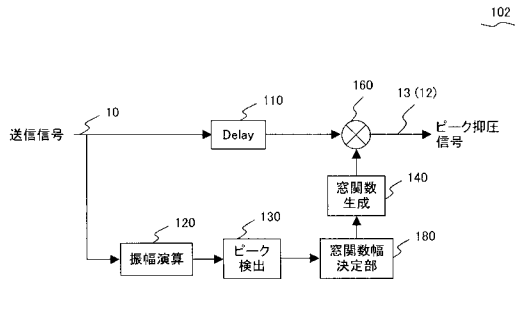
【図8】

図3に例示したピーク抑圧装置における  
抑圧方法選択部の作用の一例を示すフローチャート



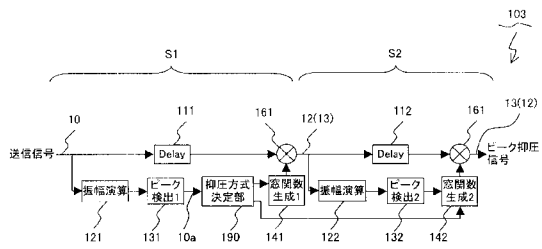
【図11】

本発明の一実施の形態であるピーク抑圧方法を  
実施するピーク抑圧装置の構成の変形例を示す概念図



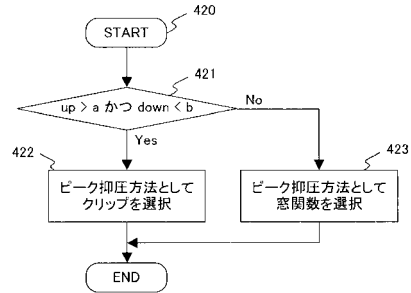
【図12】

本発明の一実施の形態であるピーク抑圧方法を  
実施するピーク抑圧装置の構成の他の変形例を示す概念図



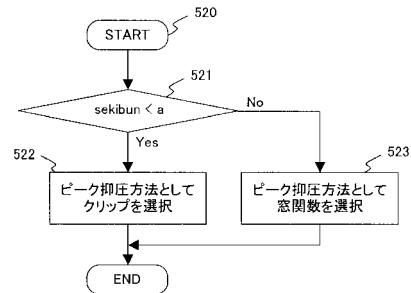
【図9】

図3に例示したピーク抑圧装置における  
抑圧方法選択部の作用の一例を示すフローチャート



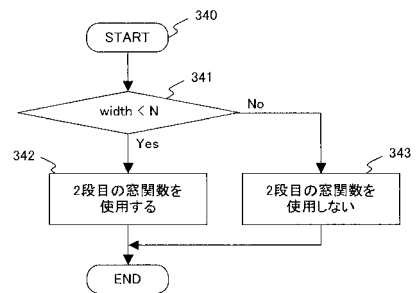
【図10】

図3に例示したピーク抑圧装置における  
抑圧方法選択部の作用の一例を示すフローチャート



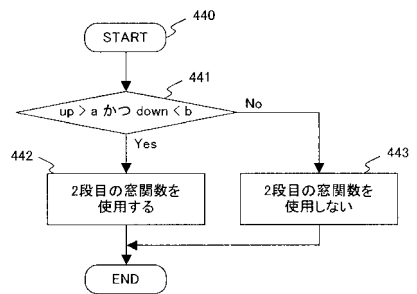
【図13】

図12に例示したピーク抑圧装置における  
抑圧方法選択部の作用の一例を示すフローチャート



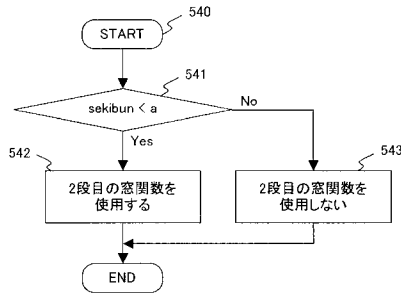
【図14】

図12に例示したピーク抑圧装置における  
抑圧方法選択部の作用の一例を示すフローチャート



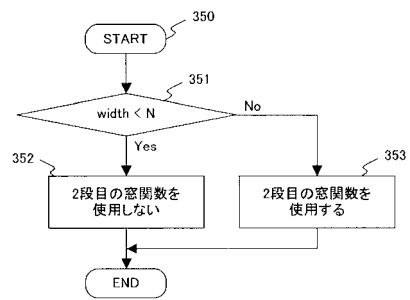
【図15】

図12に例示したピーク抑圧装置における抑圧方法選択部の作用の一例を示すフローチャート



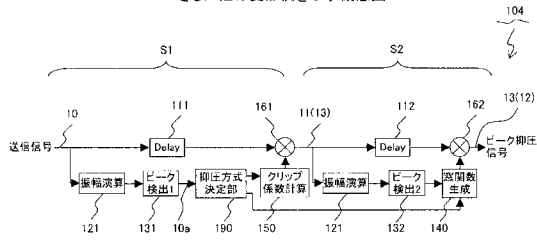
【図17】

図16に例示したピーク抑圧装置における抑圧方法選択部の作用の一例を示すフローチャート



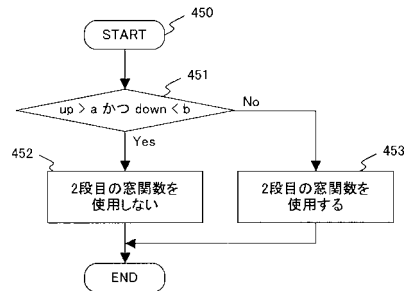
【図16】

本発明の一実施の形態であるピーク抑圧方法を実施するピーク抑圧装置の構成のさらに他の変形例を示す概念図



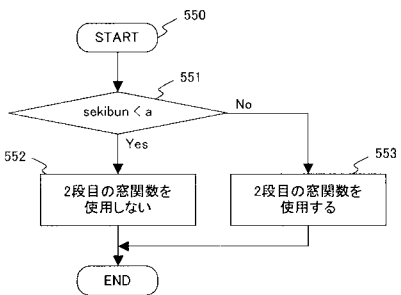
【図18】

図16に例示したピーク抑圧装置における抑圧方法選択部の作用の一例を示すフローチャート



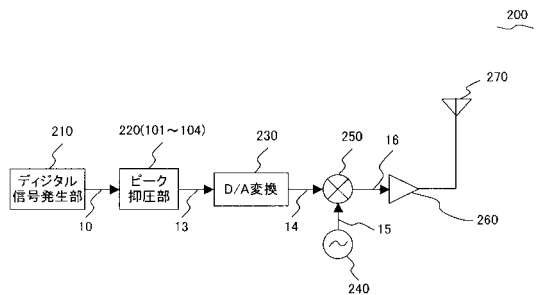
【図19】

図16に例示したピーク抑圧装置における抑圧方法選択部の作用の一例を示すフローチャート



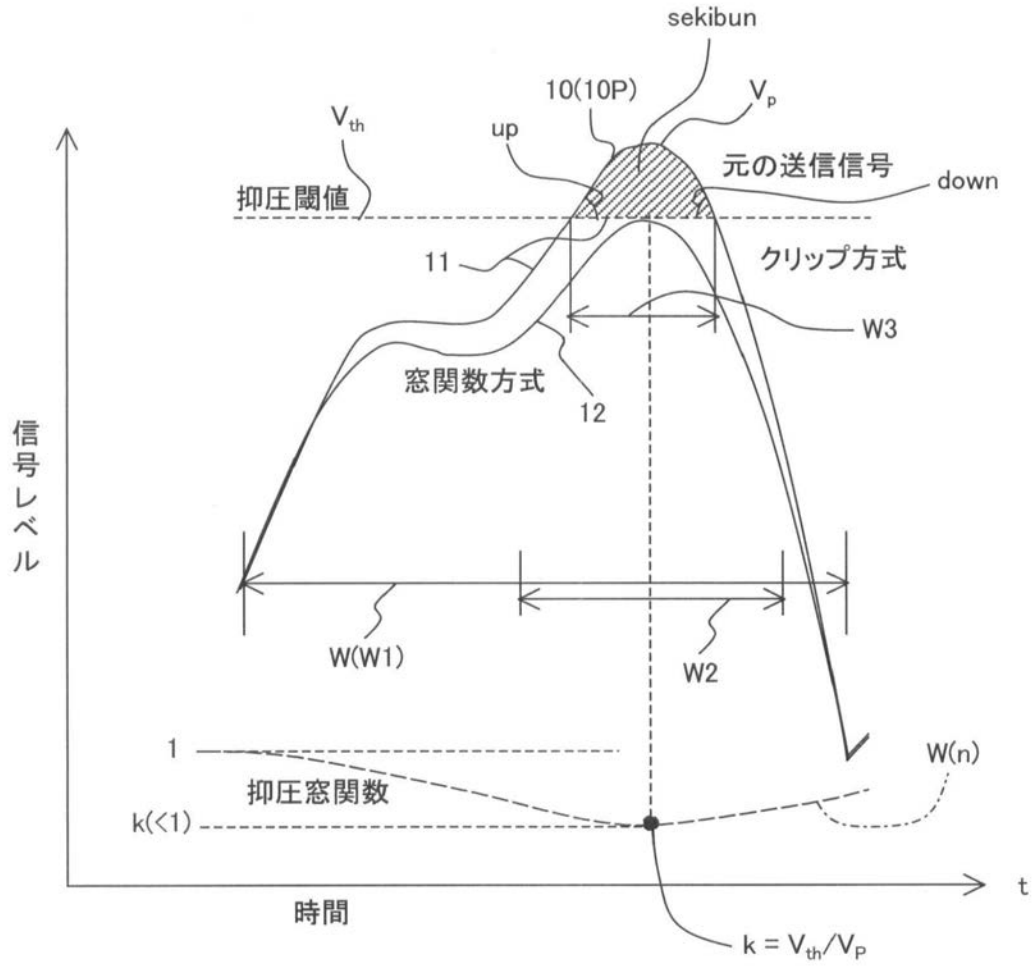
【図20】

本発明の一実施の形態である無線通信装置の構成の一例を示すブロック図



【図4】

本発明の一実施の形態であるピーク抑圧方法を実施するピーク抑圧装置の構成の作用の一例を示す線図





---

フロントページの続き

- (72)発明者 長谷 和男  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
- (72)発明者 石川 広吉  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
- (72)発明者 札幌 伸和  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

審査官 橘 均憲

- (56)参考文献 特開2002-077097(JP,A)  
特開2007-037155(JP,A)  
Dong-Kyu Kim, Dong-Joon Shi, Yun-Sang Park, Bong-Gee Song, New Peak-Windowing for PAPR Reduction of OFDM Systems, IEEE Asia Pacific Wireless Communication Symposium 2005, 2005年 8月, pp.169-173

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H04J 11/00  
IEEE Explore  
Cinii