

(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2007-295111

(P2007-295111A)

(43) 公開日 平成19年11月8日(2007.11.8)

(51) Int. Cl.	F I			テーマコード (参考)		
HO4J 11/00 (2006.01)	HO4J	11/00	Z	5J100		
HO3G 3/20 (2006.01)	HO3G	3/20	Z	5K022		

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2006-118319 (P2006-118319)	(71) 出願人	000002185 ソニー株式会社 東京都港区港南1丁目7番1号
(22) 出願日	平成18年4月21日 (2006. 4. 21)	(74) 代理人	100067736 弁理士 小池 晃
		(74) 代理人	100086335 弁理士 田村 榮一
		(74) 代理人	100096677 弁理士 伊賀 誠司
		(72) 発明者	ロックラン ブルース マイケル 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
		Fターム(参考)	5J100 JA00 KA01 LA08 LA09 LA12 QA01 SA02 5K022 DD01 DD13 DD19 DD31

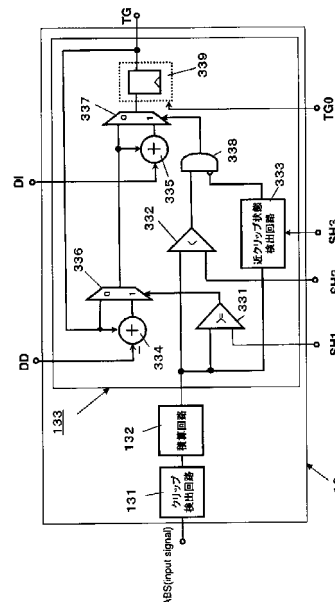
(54) 【発明の名称】 OFDM受信装置及びその自動利得制御回路

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 OFDM受信装置において、A/D変換回路の入力で信号がクリップせず、劣化を抑える。

【解決手段】 受信信号を周波数変換した中間周波数信号の信号レベルがパラメータクリップレベルを越える瞬時クリップの検出回数をクリップ数閾値と比較し、クリップ数閾値を越えた区間を検出するクリップ検出回路と、上記クリップ検出手段の検出出力を積算する積算回路と、上記積算手段の積算出力が供給されるターゲット値決定回路とを備え、上記ターゲット値決定回路は、上記積算回路の積算出力をクリップ閾値と比較してクリップが起きていると判定する第1の比較器と、上記積算回路の積算出力を非クリップ閾値と比較してクリップが起きていると判定する第2の比較器とを備え、上記第1の比較器の比較出力に基づいてターゲット値を所定量下げ、上記第2の比較器の比較出力に基づいてターゲット値を所定量上げ、自動利得制御のターゲット値TGを適応的に決定する。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

直交周波数分割多重 (OFDM:Orthogonal Frequency Division Multiplexing)を受信して復調する OFDM 受信装置であって、

受信信号を周波数変換した中間周波数信号の信号レベルを制御する可変利得増幅手段と

、上記可変利得増幅手段の利得を制御する自動利得制御回路を備え、

上記自動利得制御回路は、受信信号を周波数変換した中間周波数信号の信号レベルがパラメータクリップレベルを越える瞬時クリップの検出回数をクリップ数閾値と比較し、クリップ数閾値を越えた区間を検出するクリップ検出手段と、上記クリップ検出手段の検出出力を積算する積算手段と、上記積算手段の積算出力が供給されるターゲット値決定手段とを備え、上記ターゲット値決定手段は、上記積算手段の積算出力をクリップ閾値と比較してクリップが起きていると判定する第 1 の比較手段と、上記積算手段の積算出力を非クリップ閾値と比較してクリップが起きていないと判定する第 2 の比較手段とを備え、上記第 1 の比較手段の比較出力に基づいてターゲット値を所定量下げ、上記第 2 の比較手段の比較出力に基づいてターゲット値を所定量上げ、自動利得制御のターゲット値を適応的に決定するようにしたことを特徴とする OFDM 受信装置。

10

【請求項 2】

直交周波数分割多重 (OFDM:Orthogonal Frequency Division Multiplexing)を受信して復調する OFDM 受信装置における自動利得制御回路であって、

20

受信信号を周波数変換した中間周波数信号の信号レベルがパラメータクリップレベルを越える瞬時クリップの検出回数をクリップ数閾値と比較し、クリップ数閾値を越えた区間を検出するクリップ検出手段と、

上記クリップ検出手段の検出出力を積算する積算手段と、

上記積算手段の積算出力が供給されるターゲット値決定手段とを備え、

上記ターゲット値決定手段は、上記積算手段の積算出力をクリップ閾値と比較してクリップが起きていると判定する第 1 の比較手段と、上記積算手段の積算出力を非クリップ閾値と比較してクリップが起きていないと判定する第 2 の比較手段とを備え、上記第 1 の比較手段の比較出力に基づいてターゲット値を所定量下げ、上記第 2 の比較手段の比較出力に基づいてターゲット値を所定量上げ、自動利得制御のターゲット値を適応的に決定することを特徴とする OFDM 受信装置における自動利得制御回路。

30

【請求項 3】

さらに、上記積算手段の積算出力とクリップ状態に近いことを判定するための近クリップ閾値に基づいて、クリップ状態に近いが、まだクリップ状態ではないことを検出する近クリップ状態検出手段を備え、

上記ターゲット値決定手段において、上記近クリップ状態検出手段により、クリップ状態に近いが、まだクリップ状態ではないときに、ターゲット値を上げことを禁止するようにしたことを特徴とする請求項 2 記載の OFDM 受信装置における自動利得制御回路。

【請求項 4】

自動利得制御信号が通過される通過帯域幅の可変制御可能なローパスフィルタと、

40

上記受信信号を周波数変換した中間周波数信号の状態に応じて上記ローパスフィルタの通過帯域幅を適応的に可変制御する制御手段を備えることを特徴とする請求項 2 記載の OFDM 受信装置における自動利得制御回路。

【請求項 5】

上記制御手段は、受信信号が無くなったことを検出する信号断検出手段からなり、受信信号が無くなったときに、上記ローパスフィルタの通過帯域幅を狭くして、自動利得制御の制御量を緩やかに変化させることを特徴とする請求項 4 記載の OFDM 受信装置における自動利得制御回路。

【請求項 6】

上記制御手段は、さらに、上記受信信号を周波数変換した中間周波数信号の信号レベルが

50

クリップされた区間を検出するクリップ検出手段を備え、クリップが起きたときに、上記ローパスフィルタの通過帯域幅を広くして、自動利得制御の制御量を速やかに変化させることを特徴とする請求項5記載のOFDM受信装置における自動利得制御回路。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、直交周波数分割多重(OFDM:Orthogonal Frequency Division Multiplexing)信号を受信して復調するOFDM受信装置及びその自動利得制御回路に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、デジタルデータを変調する方式として、直交周波数分割多重方式(以下、OFDM方式と呼ぶ。OFDM:Orthogonal Frequency Division Multiplexing)と呼ばれる変調方式が知られている。このOFDM変調方式は、伝送帯域内に多数の直交する副搬送波(サブキャリア)を設け、各サブキャリアの振幅及び位相にPSK(Phase Shift Keying)やQAM(Quadrature Amplitude Modulation)によりデータを割り当てて、デジタル変調する方式である。

【0003】

このOFDM方式は、多数のサブキャリアで伝送帯域を分割するため、サブキャリア1波あたりの帯域は狭くなり変調速度は遅くなるが、トータルの伝送速度は、従来の変調方式と変わらないという特徴を有している。また、OFDM方式は、多数のサブキャリアが並列に伝送されるのでシンボル速度が遅くなり、シンボルの時間長に対する相対的なマルチパスの時間長を短くすることができ、マルチパス妨害を受けにくくなるという特徴を有している。また、OFDM方式は、複数のサブキャリアに対してデータの割り当てが行われることから、変調時には逆フーリエ変換を行うIFFT(Inverse Fast Fourier Transform)演算回路、復調時にはフーリエ変換を行うFFT(Fast Fourier Transform)演算回路を用いることにより、送受信回路を構成することができるという特徴を有している。

【0004】

以上のような特徴からOFDM方式は、マルチパス妨害の影響を強く受ける地上波デジタル放送に適用されることが多い。このようなOFDM方式を採用した地上波デジタル放送としては、例えば、DVB-T(Digital Video Broadcasting-Terrestrial)やISDB-TS B(Integrated Services Digital Broadcasting -Terrestrial Sound Broadcasting)といった規格がある(例えば、非特許文献1、非特許文献2参照。)

【0005】

従来より、OFDM受信装置は、アンテナに接続されたチューナ部により所望の受信チャンネルのOFDM信号が中間周波数(IF)信号に変換されて中間周波増幅部に供給され、この中間周波増幅部により増幅された中間周波数信号がA/D変換回路によりデジタル化されてベースバンド処理部に供給されるようになっている。そして、上記ベースバンド処理部では、所定の周波数(キャリア周波数)のキャリア信号を用いて、デジタル化されたIF信号を直交復調してベースバンドのOFDM時間領域信号を得て、このOFDM時間領域信号の有効シンボル期間のみをFFTすることによりOFDM周波数領域信号を得て、このOFDM周波数領域信号について、DQPSKの差動復調や、QPSK、16QAM、64QAMの同期復調を行って、受信チャンネルのOFDM信号の復調出力を得る。

【0006】

そして、上記ベースバンド処理部には、上記中間周波増幅部を構成する電圧制御型可変利得増幅器の利得を制御することによって、上記A/D変換回路に供給される中間周波数信号の信号レベルを一定に保持する自動利得制御(AGC:Automatic Gain Controller)回路が内蔵されている。

【0007】

従来 OFDM 受信装置 500 における自動利得制御回路 510 は、例えば図 8 に示す

10

20

30

40

50

ように、絶対値 (ABS) 回路 5 1 1、減算回路 5 1 2、符号判定 (SGN) 回路 5 1 3、ローパスフィルタ 5 1 4、丸め処理 (RND) 回路 5 1 5、積算回路 5 1 6 などからなる。

【0008】

この自動利得制御回路 5 1 0 において、ABS 回路 5 1 1 は、A/D 変換回路 5 0 4 から供給されるデジタル化された中間周波数信号の符号を取って、中間周波数信号の信号レベル値を絶対値化する。減算回路 5 1 2 は、上記 ABS 回路 5 1 1 により絶対値化された中間周波数信号の信号レベル値から固定のターゲット値を減算して、符号付きの差分値を検出する。上記 SGN 回路 5 1 3 は、減算回路 5 1 2 により検出された符号付きの差分値について、その符号を判定し、上記差分値の符号に対応する 1 ビットの符号信号をローパスフィルタ 5 1 4 と丸め処理 (RND) 回路 5 1 5 を介して積算回路 5 1 6 に供給する。そして、積算回路 5 1 6 は、その積算出力を自動利得制御 (AGC) 信号として出力する。

10

【0009】

この自動利得制御回路 5 1 0 から出力される AGC 信号は、パルス密度変調 (PDM: Pulse Density Modulation) 回路に供給され、PDM 回路 5 2 0 により上記 AGC 信号の振幅に応じて方形波の密度が変化する PDM 信号とされ、ローパスフィルタ 5 2 5 を介して、上記中間周波増幅部 5 0 3 を構成する電圧制御型可変利得増幅器 5 0 3 A の制御端子に帰還される。

【0010】

このように、従来の OFDM 受信装置 5 0 0 における自動利得制御回路 5 1 0 では、パラメータの入力の一つとして固定のターゲット値を用い、A/D 変換後の信号は絶対値をとり、固定のターゲット値を引いて、その後符号のみを取り出して 1 ビットの信号にする。その信号をローパスフィルタ 5 1 4 に通し積算回路 5 1 6 により積算し、AGC 信号として出力するようにしていた。

20

【0011】

ここで、OFDM 受信装置 5 0 0 において、A/D 変換回路 5 0 4 への入力信号は AWGN (Additive White Gaussian Noise) チャネルの中で、図 9 の (A)、(B) に示すように、ガウス分布の特性を持っている。入力信号の分布を仮定すると、固定のターゲット値を用いることで、入力信号のクリップの量を調整でき、クリップによるノイズと量子化によるノイズの調整をバランスよくさせて、A/D 変換回路 5 0 4 でのノイズ混入量を最小化することができる。

30

【0012】

【非特許文献 1】「地上デジタル音声放送用受信装置 標準規格 (望ましい仕様) ARI B STD-B 3 0 1 . 1 版」, 社団法人電波産業界, 平成 1 3 年 5 月 3 1 日 策定, 平成 1 4 年 3 月 2 8 日 1 . 1 改定

【非特許文献 2】「地上デジタル音声放送の伝送方式 ARI B STD-B 2 9 1 . 1 版」, 社団法人電波産業界, 平成 1 3 年 5 月 3 1 日 策定, 平成 1 4 年 3 月 2 8 日 1 . 1 改定

【発明の開示】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

しかし、上述の如き構成の従来の自動利得制御回路 5 1 0 を備える OFDM 受信装置 5 0 0 では、移動チャネルの場合に、A/D 変換回路 5 0 4 への入力信号の特性 (分布) は、例えば、フラッターチャネルにおいての入力信号 (AGC なし) とその信号の分布を図 1 0 の (A)、(B) に示し、また、一波レイリーチャネルにおいての入力信号 (AGC なし) とその信号の分布を図 1 1 の (A)、(B) に示すように、ガウス分布から離れる。

【0014】

そこで、AWGN チャネルで最適化したターゲット値を設定すると、移動チャネルでは

50

大量のクリップが起き、受信機の性能が劣化する。また、移動チャネル用にターゲットを設定すると、AWGNチャネルにおいて、量子化ノイズが増加し、受信機の性能が劣化する。

【0015】

そこで、本発明の目的は、上述の如き従来の実情に鑑み、直交周波数分割多重(OFDM:Orthogonal Frequency Division Multiplexing)信号を受信して復調するOFDM受信装置において、移動チャネル(フラッター、一波レイリーなど)で、A/D変換回路の入力で信号がクリップせず、劣化を抑えることができるようにすることにある。

【0016】

本発明の更に他の目的、本発明によって得られる具体的な利点は、以下に説明される実施の形態の説明から一層明らかになる。 10

【課題を解決するための手段】

【0017】

本発明では、OFDM受信機の自動利得制御(AGC:Automatic Gain Controller)回路の中で、ターゲット値を自動的に最適な値に制御する。

【0018】

すなわち、本発明は、直交周波数分割多重(OFDM:Orthogonal Frequency Division Multiplexing)を受信して復調するOFDM受信装置であって、受信信号を周波数変換した中間周波数信号の信号レベルを制御する可変利得増幅手段と、上記可変利得増幅手段の利得を制御する自動利得制御回路を備え、上記自動利得制御回路は、受信信号を周波数変換した中間周波数信号の信号レベルがパラメータクリップレベルを越える瞬時クリップの検出回数をクリップ数閾値と比較し、クリップ数閾値を越えた区間を検出するクリップ検出手段と、上記クリップ検出手段の検出出力を積算する積算手段と、上記積算手段の積算出力が供給されるターゲット値決定手段とを備え、上記ターゲット値決定手段は、上記積算手段の積算出力をクリップ閾値と比較してクリップが起きていると判定する第1の比較手段と、上記積算手段の積算出力を非クリップ閾値と比較してクリップが起きていると判定する第2の比較手段とを備え、上記第1の比較手段の比較出力に基づいてターゲット値を所定量下げ、上記第2の比較手段の比較出力に基づいてターゲット値を所定量上げ、自動利得制御のターゲット値を適応的に決定するようにしたことを特徴とする。 20

【0019】

また、本発明は、直交周波数分割多重(OFDM:Orthogonal Frequency Division Multiplexing)を受信して復調するOFDM受信装置における自動利得制御回路であって、受信信号を周波数変換した中間周波数信号の信号レベルがパラメータクリップレベルを越える瞬時クリップの検出回数をクリップ数閾値と比較し、クリップ数閾値を越えた区間を検出するクリップ検出手段と、上記クリップ検出手段の検出出力を積算する積算手段と、上記積算手段の積算出力が供給されるターゲット値決定手段とを備え、上記ターゲット値決定手段は、上記積算手段の積算出力をクリップ閾値と比較してクリップが起きていると判定する第1の比較手段と、上記積算手段の積算出力を非クリップ閾値と比較してクリップが起きていると判定する第2の比較手段とを備え、上記第1の比較手段の比較出力に基づいてターゲット値を所定量下げ、上記第2の比較手段の比較出力に基づいてターゲット値を所定量上げ、自動利得制御のターゲット値を適応的に決定することを特徴とする。 30 40

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、OFDM受信機の自動利得制御(AGC:Automatic Gain Controller)回路の中で、ターゲット値を自動的に最適な値に制御することにより、移動チャネル(フラッター、一波レイリーなど)で、A/D変換回路の入力で信号がクリップせず、劣化を抑えることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。なお、本発明は 50

以下の例に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、任意に変更可能であることは言うまでもない。

【0022】

本発明は、例えば図1に示すような構成のOFDM受信装置100における自動利得制御回路10に適用される。

【0023】

このOFDM受信装置100は、アンテナ101に接続されたチューナ部102、このチューナ部102により所望の受信チャンネルのOFDM信号が中間周波数(IF)信号に変換されて供給される中間周波増幅部103、この中間周波増幅部103により増幅された中間周波数信号がA/D変換回路104によりデジタル化されて供給されるベースバンド処理部105などからなる。

10

【0024】

上記ベースバンド処理部105では、所定の周波数(キャリア周波数)のキャリア信号を用いて、デジタル化されたIF信号を直交復調してベースバンドのOFDM時間領域信号を得て、このOFDM時間領域信号の有効シンボル期間のみをFFTすることによりOFDM周波数領域信号を得て、このOFDM周波数領域信号について、DQPSKの差動復調や、QPSK、16QAM、64QAMの同期復調を行って、受信チャンネルのOFDM信号の復調出力を得る。

【0025】

上記ベースバンド処理部105には、上記中間周波増幅部103を構成する電圧制御型可変利得増幅器の利得を制御することによって、A/D変換回路104に供給される中間周波数信号の信号レベルを一定に保持する自動利得制御(AGC:Automatic Gain Controller)回路10が内蔵されている。

20

【0026】

この自動利得制御回路10は、例えば図2に示すように、絶対値(ABS)回路11、減算回路12、自動ターゲット回路13、符号判定(SGN)回路14、ローパスフィルタ15、丸め処理(RND)回路16、積算回路17などからなる。

【0027】

この自動利得制御回路10において、ABS回路11は、A/D変換回路104から供給されるデジタル化された中間周波数信号の符号を取って、中間周波数信号の信号レベル値を絶対値化する。減算回路12は、上記ABS回路11により絶対値化された中間周波数信号の信号レベル値から自動ターゲット回路13により与えられるターゲット値を減算して、符号付きの差分値を検出する。上記SGN回路14は、減算回路12により検出された符号付きの差分値について、その符号を判定し、上記差分値の符号に対応する1ビットの符号信号をローパスフィルタ15と丸め処理(RND)回路16を介して積算回路17に供給する。そして、積算回路17は上記丸め処理(RND)回路16を介して供給される符号信号を積算し、その積算出力を自動利得制御(AGC)信号として出力する。

30

【0028】

この自動利得制御回路10から出力されるAGC信号は、パルス密度変調(PDM:Pulse Density Modulation)回路に供給され、PDM回路120により上記AGC信号の振幅に応じて方形波の密度が変化するPDM信号とされ、ローパスフィルタ125を介して、上記中間周波増幅部103を構成する電圧制御型可変利得増幅器103Aの制御端子に帰還される。

40

【0029】

ここで、上記自動ターゲット回路13は、例えば図3に示すように、上記ABS回路11により絶対値化された中間周波数信号の信号レベル値が入力されるクリップ検出回路131、このクリップ検出回路131による検出出力を積分する積算回路132、この積算回路132による積算出力が入力されるターゲット値決定回路133からなる。

【0030】

上記クリップ検出回路131は、例えば図4に示すように、クリップレベル比較器31

50

1、加算器 3 1 2、レジスタ 3 1 3、クリップ数比較器 3 1 4 からなる。

【 0 0 3 1 】

このクリップ検出回路 1 3 1 では、クリップレベル比較器 3 1 1 において、上記 A B S 回路 1 1 から供給される絶対値化された中間周波数信号の信号レベル値をパラメータクリップレベルと比較して、大きければ瞬時クリップとして検出する。このクリップレベル比較器 3 1 1 の出力すなわち瞬時クリップの検出出力は、加算器 3 1 2 において、レジスタ 3 1 3 に保存されている瞬時クリップの検出回数に加算される。そして、レジスタ 3 1 3 は、所定周期でクリアされ、上記瞬時クリップの検出回数の累積加算値を保存する。クリップ数比較器 3 1 4 は、上記レジスタ 3 1 3 に保存されている瞬時クリップの検出回数をクリップ数閾値と比較し、クリップ数閾値を越えたらその区間にクリップが起きているとし、クリップ検出に ' 1 ' を出す。閾値に満たない場合は ' 0 ' を出す。 10

【 0 0 3 2 】

そして、上記自動ターゲット回路 1 3 における上記積分回路 1 3 2 は、このクリップ検出回路 1 3 1 による検出出力を積分し、その積算出力をターゲット値決定回路 1 3 3 に入力する。

【 0 0 3 3 】

ここで、上記クリップ検出回路 1 3 1 による検出出力をそのままターゲット値決定回路 1 3 3 に入力してもよいが、遅いフェージングの対策としてもっと長い周期でみるために、この自動ターゲット回路 1 3 では、上記クリップ検出回路 1 3 1 による検出出力を積分回路 1 3 2 により所定の積分周期毎に積分し、その積算出力をターゲット値決定回路 1 3 3 に入力するようにしている。 20

【 0 0 3 4 】

ターゲット値決定回路 1 3 3 は、第 1 及び第 2 の比較器 3 3 1 , 3 3 2、近クリップ状態検出回路 3 3 3、減算器 3 3 4、加算器 3 3 5、第 1 及び第 2 のデータセレクタ 3 3 6 , 3 3 7、論理積回路 3 3 8、レジスタ 3 3 9 などからなる。

【 0 0 3 5 】

このターゲット値決定回路 1 3 3 において、上記積分回路 1 3 による積算出力は、第 1 及び第 2 の比較器 3 3 1 , 3 3 2 と近クリップ状態検出回路 3 3 3 に入力される。第 1 の比較器 3 3 1 は、クリップが起きていると判定するためのクリップ閾値 S H 1 が与えられており、また、第 2 の比較器 3 3 2 は、クリップが起きていないと判定するための非クリップ閾値 S H 2 が与えられており、さらに、近クリップ状態検出回路 3 3 3 には、クリップ状態に近いことを判定するための近クリップ閾値 S H 3 が与えられている。また、レジスタ 3 3 9 には、ターゲット初期値 T G 0 が与えられている。そして、上記レジスタ 3 3 9 から出力されるターゲット値が、上記減算器 3 3 4、第 1 及び第 2 のデータセレクタ 3 3 6 , 3 3 7 に与えられるようになっている。 30

【 0 0 3 6 】

さらに、減算器 3 3 4 には、ターゲット値を下げる量を示す減算データ D D が与えられており、また、加算器 3 3 5 には、ターゲット値を上げる量を示す加算データ D I が与えられている。そして、上記減算器 3 3 4 は、上記レジスタ 3 3 9 から出力されるターゲット値 T G から上記減算データ D D で示される上記ターゲット値を下げる量を減算し、その減算出力を第 1 のデータセレクタ 3 3 6 に入力する。また、上記加算器 3 3 5 は、上記第 1 のデータセレクタ 3 3 6 による選択出力に上記加算データ D I で示されるターゲット値を上げる量を加算し、その加算出力を第 2 のデータセレクタ 3 3 7 に入力する。 40

【 0 0 3 7 】

上記第 1 の比較器 3 3 1 は、上記積分回路 1 3 による積算出力とクリップが起きていると判定するためのクリップ閾値 S H 1 とを比較して、その比較出力により第 1 のデータセレクタ 3 3 6 を制御する。

【 0 0 3 8 】

そして、第 1 のデータセレクタ 3 3 6 は、上記第 1 の比較器 3 3 1 の比較出力により制御されることによって、上記積分回路 1 3 による積算出力がクリップが起きていると判定 50

するためのクリップ閾値SH1を越えている場合には、上記レジスタ339から出力されたターゲット値TGから上記減算器334によりターゲット値を下げる量を減算した減算出力を選択し、上記積分回路13による積算出力がクリップが起きていると判定するためのクリップ閾値SH2を越えていない場合には、上記レジスタ339から出力されたターゲット値TGを選択する。これにより、クリップが起きている場合には、ターゲット値TGが下げられる。この第1のデータセレクタ336による選択出力は、上記加算器335と第2のデータセレクタ337に入力されている。

【0039】

また、上記第2の比較器332は、上記積分回路13による積算出力とクリップが起きていると判定するための非クリップ閾値SH2とを比較して、その比較出力により論理積回路338を介して第2のデータセレクタ337を制御する。

10

【0040】

さらに、近クリップ状態検出回路333は、上記積分回路13による積算出力とクリップ状態に近いことを判定するための近クリップ閾値SH3に基づいて、クリップ状態に近いが、まだクリップ状態ではないことを検出する。

【0041】

そして、第2のデータセレクタ337は、論理積回路338を介して上記第2の比較器332の比較出力により制御されることによって、上記積分回路13による積算出力がクリップが起きていると判定するためのクリップ閾値SH2を越えていない場合には、上記第1のデータセレクタ336による選択出力に上記加算器335によりターゲット値を上げる量を加算した加算出力を選択し、また、上記積分回路13による積算出力がクリップが起きていると判定するためのクリップ閾値SH2を越えている場合には、上記第1のデータセレクタ336による選択出力を選択する。これにより、クリップが起きていると判定する場合には、ターゲット値TGが上げられる。この第2のデータセレクタ337による選択出力は、レジスタ339に入力されている。

20

【0042】

ここで、ターゲット値の上げ下げの量は、外からのパラメータ(ターゲット値を上げる量、ターゲットを下げる量)を用いても良いし、固定値でも良い。

【0043】

ただし、上記第2の比較器332の比較出力だけで第2のデータセレクタ337の選択動作を制御したのでは、クリップ状態と非クリップ状態が繰り返される。それを避けるために、クリップ状態に近いが、まだクリップ状態ではないことを近クリップ状態検出回路333により検出し、その時にターゲット値TGを上げないようにしている。クリップに近い状態を検出する近クリップ状態検出回路333としては、例えば、積算回路132の出力から1を引いて、クリップ近い閾値と比較して、より大きければ出力を1にする回路が用いられる。

30

【0044】

上述の如き構成の自動利得制御回路10では、自動ターゲット回路13を備えることにより、長いスパンで起きるクリップに対応することができる。

【0045】

しかし、OFDM受信装置100におけるOFDM信号の受信環境では、もっと短い時間でクリップが起こることがある。特に0dBのフラッターチャネルにおいて、信号が繰り返し無くなることがある。その時に、通常の自動利得制御では大きくゲインを上げようとするので、結果として、図5に示すように、クリップが起きることになる。

40

【0046】

このような受信環境下で使用されるOFDM受信装置100では、上記自動利得制御回路10に代えて、図6に示すような構成の自動利得制御回路20を使用すると良い。

【0047】

図6に示す自動利得制御回路20は、上記短い時間でのクリップの発生を防止することができるように上述の自動利得制御回路10を改良したもので、絶対値(ABS)回路2

50

1、減算回路22、自動ターゲット回路23、符号判定(SGN)回路24、ローパスフィルタ25、丸め処理(RND)回路26、積算回路27、信号断検出回路28、クリップ検出回路29などからなる。

【0048】

この自動利得制御回路20における絶対値(ABS)回路21、減算回路22、自動ターゲット回路23、符号判定(SGN)回路24、ローパスフィルタ25、丸め処理(RND)回路26及び積算回路27は、上述の自動利得制御回路10における絶対値(ABS)回路11、減算回路12、自動ターゲット回路13、符号判定(SGN)回路14、ローパスフィルタ15、丸め処理(RND)回路16及び積算回路17に対応するものであって、ローパスフィルタ25以外の構成要素については説明を省略する。

10

【0049】

ローパスフィルタ25は、上記SGN回路24から1ビットの符号信号が供給される加算回路251、この加算回路251による加算出力値を保存するレジスタ252、このレジスタ252に保存された上記加算回路251の加算出力値に(1 -)の重み受けを行う重み付け回路253、上記レジスタ252に保存された上記加算回路251の加算出力値が供給されるビットシフト回路254を備え、上記レジスタ252に保存された加算回路251の加算出力値が重み付け回路253を介して上記加算回路251に供給されるようになっている。

【0050】

このローパスフィルタ25は、上記加算回路251において、上記SGN回路14から供給される符号信号について、重み付け回路253により(1 -)の重み受けを行いながら累積加算することにより、ローパスフィルタとして動作し、上記レジスタ252に保存された加算回路251の加算出力値をnビットシフトにより $1/2^n$ に減衰させたAGC制御信号を生成して出力するビットシフト回路254の動作を制御することによって、通過帯域幅を変更することができる。

20

【0051】

信号断検出回路28は、例えば図7に示すように、信号断レベル比較器281、加算器282、レジスタ283、信号断数比較器284からなる。

【0052】

この信号断検出回路28では、信号断レベル比較器281において、上記ABS回路21から供給される絶対値化された中間周波数信号の信号レベル値を信号断レベルと比較して、小さければ信号断として検出する。この信号断レベル比較器281の出力すなわち信号断の検出出力は、加算器282において、レジスタ283に保存されている信号断の検出回数に加算される。そして、レジスタ283は、所定周期でクリアされ、上記信号断の検出回数の累積加算値を保存する。信号断数比較器284は、上記レジスタ283に保存されている信号断の検出回数を信号断数閾値と比較し、信号断数閾値を越えたらその区間に信号断が起きているとし、信号断検出信号として'1'を出す。閾値に満たない場合は'0'を出す。すなわち、この信号断検出回路28は、信号断の検出回数が信号断数閾値を越えた区間を'1'で示し、閾値に満たない区間を'0'で示す信号断検出信号を出力する。

30

【0053】

また、クリップ検出回路29は、上述の図4に示したクリップ検出回路131と同様に構成されており、上記ABS回路21から供給される絶対値化された中間周波数信号の信号レベル値クリップレベルを越える瞬時クリップの検出回数がクリップ数閾値を越えた区間を'1'で示し、閾値に満たない区間を'0'で示すクリップ検出信号を出力する。

40

【0054】

そして、この自動利得制御回路20では、信号断検出回路28及びクリップ検出回路29及びの各検出出力により、上記ビットシフト回路254の動作が制御される。

【0055】

すなわち、信号断検出回路28により信号断の状態(信号が無くなる)を検出したら、上記ビットシフト回路254のビットシフト量nを大きくする。これにより、信号断の状態

50

では、A G C制御信号の変化量を小さくして、通過帯域幅を狭くし、自動利得制御回路 20の出力のゲインを少しずつしか上げないようにする。

【0056】

また、クリップ検出回路 29によりクリップが起きたことを検出したら、上記ビットシフト回路 254のビットシフト量 n を小さくする。これにより、クリップが起きたら、直ちに A G C制御信号の変化量を大きくして、通過帯域幅を広げ、出力のゲインを迅速に下げる。

【0057】

この自動利得制御回路 20を備える O F D M受信装置 100では、移動チャネル（特にフラッターチャネル）において、A G Cのターゲットレベルを変更することにより、A D Cの入力信号のクリップを減し、それによって後段の受信機の特性を改善することができる。また、インパルスノイズのチャネルにおいてもクリップ状態を減らすことができ、後段の受信機の特性を改善することができる。さらに、A C I, C C Iやその他のノイズが O F D M信号に混在し、クリップが起きる場合においても、クリップを減らすことにより、受信機の特性を改善することができる。

【図面の簡単な説明】

【0058】

【図1】本発明を適用する O F D M受信装置の構成を示すブロック図である。

【図2】上記 F D M受信装置に備えられた自動利得制御回路の構成例を示すブロック図である。

【図3】上記自動利得制御回路に備えられた自動ターゲット回路の構成例を示すブロック図である。

【図4】上記自動ターゲット回路に備えられたクリップ検出回路の構成例を示すブロック図である。

【図5】通常の自動利得制御により大きくゲインを上げた場合にクリップが起きる状態を模式的に示す図である。

【図6】上記 F D M受信装置に備えられる自動利得制御回路の他の構成例を示すブロック図である。

【図7】上記自動利得制御回路に備えられた信号断検出回路の構成例を示すブロック図である。

【図8】O F D M受信装置に備えられる従来の自動利得制御回路の構成例を示すブロック図である。

【図9】A W G N (Additive White Gaussian Noise)チャネルにおいての入力信号とその信号分布を模式的に示す図である。

【図10】フラッターチャネルにおいての入力信号とその信号分布を模式的に示す図である。

【図11】一波レイリーチャネルにおいての入力信号とその信号分布を模式的に示す図である。

【符号の説明】

【0059】

10 自動利得制御回路、11 絶対値 (A B S) 回路、12 減算回路、13 自動ターゲット回路、14 符号判定 (S G N) 回路、15 ローパスフィルタ、16 丸め処理 (R N D) 回路、17 積算回路、20 自動利得制御回路、21 絶対値 (A B S) 回路、22 減算回路、23 自動ターゲット回路、24 符号判定 (S G N) 回路、25 ローパスフィルタ、26 丸め処理 (R N D) 回路、27 積算回路、28 信号断検出回路、29 クリップ検出回路、100 O F D M受信装置、101 アンテナ、102 チューナ部、103 中間周波増幅部、104 A / D変換回路、105 ベースバンド処理部、131 クリップ検出回路、132 積算回路、133 ターゲット値決定回路、251 加算回路、252 レジスタ、253 重み付け回路、254 ビットシフト回路、281 信号断レベル比較器、282 加算器、283 レジスタ、28

10

20

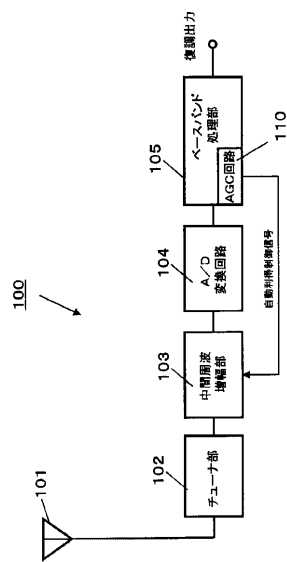
30

40

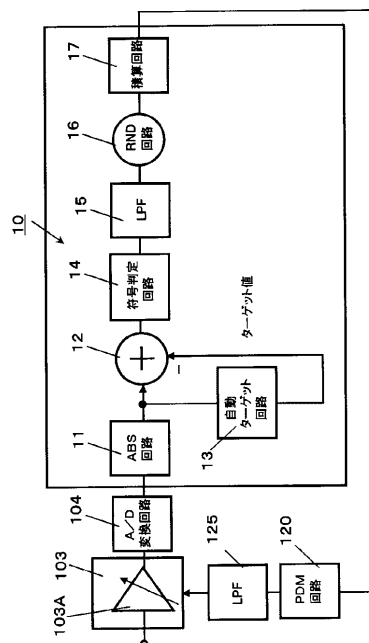
50

- 4 信号断数比較器、3 1 1 クリップレベル比較器、3 1 2 加算器、3 1 3 レジスタ、3 1 4 クリップ数比較器、3 3 1, 3 3 2 第1及び第2の比較器、3 3 3 近クリップ状態検出回路、3 3 4 減算器、3 3 5 加算器、3 3 6, 3 3 7 第1及び第2のデータセレクタ、3 3 8 論理積回路、3 3 9 レジスタ

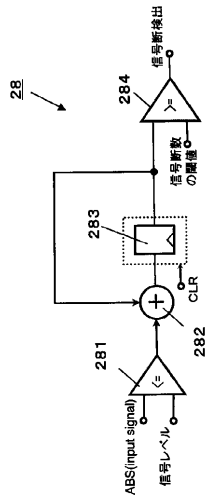
【図1】



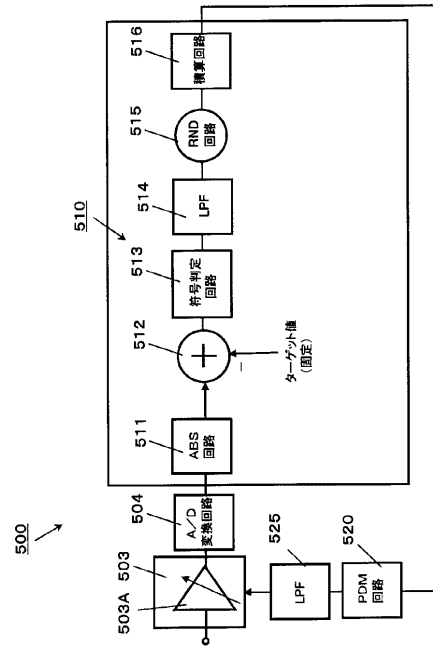
【図2】



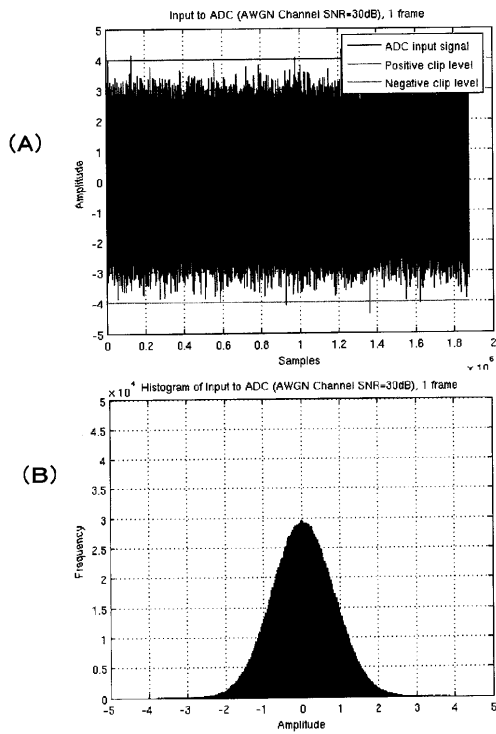
【 図 7 】



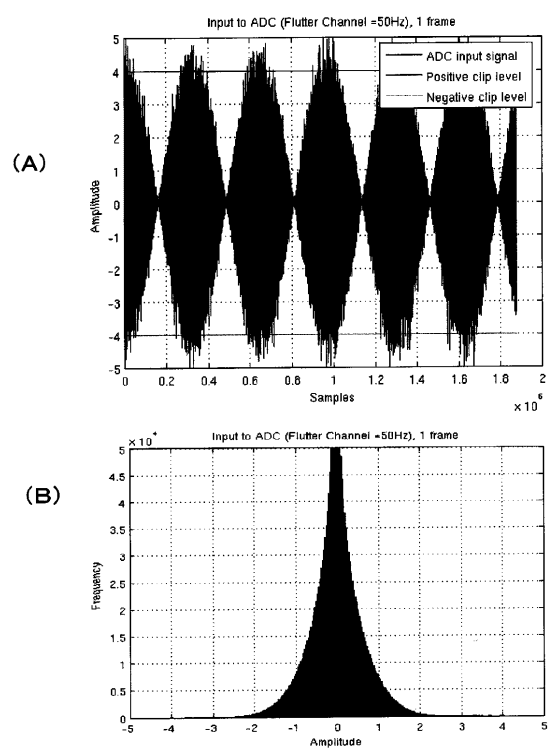
【 図 8 】



【 図 9 】

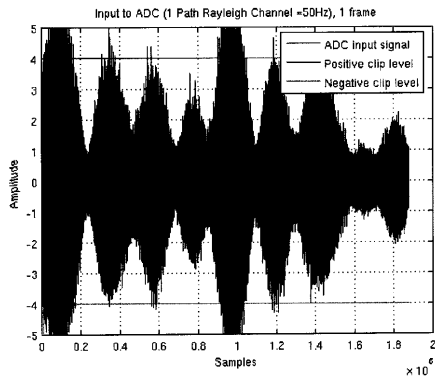


【 図 10 】



【 図 1 1 】

(A)



(B)

