

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4396423号
(P4396423)

(45) 発行日 平成22年1月13日(2010. 1. 13)

(24) 登録日 平成21年10月30日(2009. 10. 30)

(51) Int.Cl.

H04J 11/00 (2006.01)

F I

H04J 11/00

Z

請求項の数 10 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2004-197567 (P2004-197567)	(73) 特許権者	000005821
(22) 出願日	平成16年7月5日(2004. 7. 5)		パナソニック株式会社
(65) 公開番号	特開2006-20190 (P2006-20190A)		大阪府門真市大字門真1006番地
(43) 公開日	平成18年1月19日(2006. 1. 19)	(74) 代理人	100097445
審査請求日	平成19年6月18日(2007. 6. 18)		弁理士 岩橋 文雄
		(74) 代理人	100109667
			弁理士 内藤 浩樹
		(74) 代理人	100109151
			弁理士 永野 大介
		(72) 発明者	谷口 友彦
			大阪府門真市大字門真1006番地 松下
			電器産業株式会社内
		審査官	北村 智彦
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 OFDM受信装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

伝送帯域内に互いに直交する周波数関係を持つ複数のキャリアが割り当てられた情報信号で変調され、前記情報信号により変調された複数のキャリアに対して既知のパイロット信号が周期的に挿入された直交周波数分割多重（以下、OFDM）伝送信号を受信するOFDM受信装置であって、

パイロット信号から算出した伝送路特性をIFFT演算するIFFT演算手段と、IFFT演算結果として得られる時間軸の信号を閾値と比較し、前記時間軸の信号が閾値を上回る場合には値を0に置換する閾値処理手段と、

前記閾値処理手段にて処理した信号に対しFFT演算を行い周波数軸の信号へと変換するFFT演算手段と、

前記FFT演算手段より得られる周波数軸の信号を、時間方向および周波数方向に補間処理し、OFDM信号帯域に加算された妨害信号を算出する妨害検出手段と、

前記パイロット信号から算出した伝送路特性に対し、窓関数を乗ずる演算を施す窓かけ手段と、

前記FFT演算手段から得られる周波数軸の信号に対して、前記窓かけ手段で乗じた窓関数の逆数を乗算する逆窓かけ手段と

を備えたことを特徴とするOFDM受信装置。

【請求項2】

前記妨害検出手段より得られる周波数方向の妨害信号の情報の平均値を算出し、受信した

10

20

信号帯域全体の妨害信号レベルを算出する信号品質算出手段を備えたことを特徴とする請求項1に記載のOFDM受信装置。

【請求項3】

伝送帯域内に互いに直交する周波数関係を持つ複数のキャリアが割り当てられた情報信号で変調され、前記情報信号により変調された複数のキャリアに対して既知のパイロット信号が周期的に挿入されたOFDM伝送信号を受信するOFDM受信装置であって、パイロット信号から算出した伝送路特性をIFFT演算するIFFT演算手段と、IFFT演算結果として得られる時間軸の信号を閾値と比較し、前記時間軸の信号が閾値を下回る場合には値を0に置換する閾値処理手段と、前記閾値処理手段にて処理した信号に対しFFT演算を行い周波数軸の信号へと変換するFFT演算手段と、パイロット信号から算出した伝送路特性の信号から前記FFT演算手段より得られる周波数軸の信号を減算する減算処理手段と、前記減算処理より得られる信号を時間方向および周波数方向に補間処理し、OFDM信号帯域に加算された妨害信号を算出する妨害検出手段とを備えたことを特徴とするOFDM受信装置。

10

【請求項4】

前記パイロット信号から算出した伝送路特性に対し、窓関数を乗ずる演算を施す窓かけ手段と、前記FFT演算手段から得られる周波数軸の信号に対して、前記窓かけ手段で乗じた窓関数の逆数を乗算する逆窓かけ手段を備えたことを特徴とする請求項3に記載のOFDM受信装置。

20

【請求項5】

前記妨害検出手段より得られる周波数方向の妨害信号の情報の平均値を算出し、受信した信号帯域全体の妨害信号レベルを算出する信号品質算出手段を備えたことを特徴とする請求項3または4に記載のOFDM受信装置。

【請求項6】

伝送帯域内に互いに直交する周波数関係を持つ複数のキャリアが割り当てられた情報信号で変調され、前記情報信号により変調された複数のキャリアに対して既知のパイロット信号が周期的に挿入されたOFDM伝送信号を受信するOFDM受信装置であって、パイロット信号から算出した伝送路特性を入手し、パイロット信号の配置規則に基づいて時間方向および周波数方向にパイロット信号から算出した伝送路特性の補間処理を行う伝送路推定手段と、伝送路推定手段から得られる全てのOFDMキャリアの伝送路特性を示す信号をIFFT演算するIFFT演算手段と、IFFT演算結果として得られる時間軸の信号を閾値と比較し、前記時間軸の信号が閾値を上回る場合には値を0に置換する閾値処理手段と、前記閾値処理手段にて処理した信号に対しFFT演算を行い周波数軸の信号へと変換するFFT演算手段と、

30

前記伝送路推定手段にて算出した伝送路特性に対し、窓関数を乗ずる演算を施す窓かけ手段と、

40

前記FFT演算手段から得られる周波数軸の信号に対して、前記窓かけ手段で乗じた窓関数の逆数を乗算する逆窓かけ手段と

を備えたことを特徴とするOFDM受信装置。

【請求項7】

前記FFT演算手段より得られる周波数方向の妨害信号の情報の平均値を算出し、受信した信号帯域全体の妨害信号レベルを算出する信号品質算出手段を備えたことを特徴とする請求項6に記載のOFDM受信装置。

【請求項8】

伝送帯域内に互いに直交する周波数関係を持つ複数のキャリアが割り当てられた情報信号で変調され、前記情報信号により変調された複数のキャリアに対して既知のパイロット信

50

号が周期的に挿入されたOFDM伝送信号を受信するOFDM受信装置であって、パイロット信号から算出した伝送路特性を入手し、パイロット信号の配置規則に基づいて時間方向および周波数方向にパイロット信号から算出した伝送路特性の補間処理を行う伝送路推定手段と、
前記伝送路推定手段から得られる全てのOFDMキャリアの伝送路特性を示す信号をIFFT演算するIFFT演算手段と、
IFFT演算結果として得られる時間軸の信号を閾値と比較し、前記時間軸の信号が閾値を下回る場合には値を0に置換する閾値処理手段と、
前記閾値処理手段にて処理した信号に対しFFT演算を行い周波数軸の信号へと変換するFFT演算手段と、
パイロット信号から算出した伝送路特性の信号から前記FFT演算手段より得られる周波数軸の信号を減算する減算処理手段と
を備えたことを特徴とするOFDM受信装置。

10

【請求項9】

前記伝送路推定手段にて算出した伝送路特性に対し、窓関数を乗ずる演算を施す窓かけ手段と、前記FFT演算手段から得られる周波数軸の信号に対して、前記窓かけ手段で乗じた窓関数の逆数を乗算する逆窓かけ手段を備えたことを特徴とする請求項8に記載のOFDM受信装置。

【請求項10】

前記減算手段より得られる周波数方向の妨害信号の情報の平均値を算出し、受信した信号帯域全体の妨害信号レベルを算出する信号品質算出手段を備えたことを特徴とする請求項8または請求項9記載のOFDM受信装置。

20

【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（以下、OFDM）伝送方式の受信装置に関し、特に受信信号が周波数選択性の妨害信号の影響により復調性能が悪化する場合の改善技術に関するものである。

【背景技術】

【0002】

現在、地上放送のデジタル化が実用化されている。OFDM伝送方式は、日本や欧州において地上デジタルテレビジョン放送方式として採用されている。日本の地上デジタルテレビジョン放送の伝送方式の詳細は規格として策定されている（非特許文献1を参照）。

30

【0003】

本発明に関連する従来の技術について説明する。OFDM伝送方式は、互いに直交する複数のキャリア（搬送波）にデータを割り当てて変復調を行う。各キャリアはQPSKやQAMもしくはDQPSKなどの変調方式により変調される。

【0004】

キャリア変調方式として、前述のQPSKやQAMといった同期変調方式を採用した場合には、送信信号中にパイロット信号が挿入される。パイロット信号は、周波数方向および時間方向に一定間隔で挿入されている。OFDM信号の復調時に、パイロット信号を用いて伝送路特性の算出を行っている。このパイロット信号から算出した伝送路特性を、周波数および時間方向に補間し、全キャリアに対する基準信号を得ることができる。そして、基準信号に対する振幅差や位相差から送信データ系列を得る。さらに、復調されたデータ系列は、誤り訂正符号化処理が行われる。

40

【0005】

以上により、デジタル放送では、従来のアナログテレビ放送と比較して良好な受信品質が得られると言われている。

【0006】

しかしながら、放送波の受信環境によっては、マルチパスと呼ばれる反射波の影響を受

50

け、特定キャリアの信号レベルの落ち込みが発生する。また、同一周波数帯域にアナログテレビジョン放送波などの妨害信号が存在する場合には、妨害信号の影響を受け復調性能が低下することがある。特に、パイロット信号が挿入された周波数位置に、強いマルチパス干渉による信号レベルの落ち込みが発生したり、妨害信号が存在した場合には、復調時の基準となる伝送路特性に誤推定が生じたりするため、マルチパス干渉や妨害信号が無い場合と比較して復調性能が大きく低下する。

【0007】

このため、伝送信号が受けている妨害を検出し、検出した妨害量に応じた重み付け量を算出し、復調信号に重み付け処理し軟判定を行い、誤り訂正部での誤り訂正能力を向上させる方法が知られている。妨害信号の検出方法としては、復調された信号を硬判定し、復調された信号と硬判定後の信号との差分を求め、差分値を時間方向に積分し得られ各キャリアの分散情報を用いる方法が知られている（例えば、特許文献1を参照）。

10

【0008】

また、パイロット信号の平均振幅と、各パイロット信号の振幅との誤差を求め、パイロット信号の周波数と一致する妨害の有無を検出する方法も知られている。妨害が存在する場合には、妨害を受けたパイロット信号は使用せず、妨害の無い前後のパイロット信号より補間した値をパイロット信号として代用している（例えば、特許文献2を参照）

【特許文献1】特開2001-44965号公報

【特許文献2】特開平11-252040号公報

【特許文献3】特開2000-115087号公報

20

【非特許文献1】社団法人電波産業会標準規格「地上デジタルテレビジョン放送の伝送方式、ARIB STD-B31 1.0版」平成13年5月31日策定

【非特許文献2】社団法人電子情報通信学会編、今井秀樹著、「符号理論」、コロナ社、1990年1月出版

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

上述のように、OFDM受信装置では、OFDMキャリアの分散情報から周波数選択性妨害を検出し、誤り訂正処理において利用したり、パイロット信号の誤差情報をもとに妨害信号の影響を受けたりしたパイロット信号を、妨害の影響を受けていないパイロット信号から補間し得られた信号に置き換えることで妨害信号による受信性能の低下を防止しようとしている。

30

【0010】

しかしながら、特許文献1に記載の発明のように、復調された信号と硬判定後の信号との差分から妨害信号を検出する場合には、送信点と異なる信号マッピング点と復調信号の差分を計算してしまう可能性がある。また、誤推定の影響を低減させるため一定時間に得られるデータの平均化処理を伴うため、瞬時の妨害信号量を求めることは困難であった。

【0011】

また、特許文献2に記載の発明においても、パイロット信号の平均振幅と各パイロット信号の振幅との誤差を検出するため、瞬時に正確な妨害信号量を求めるのが困難と思われる。

40

【課題を解決するための手段】

【0012】

これらの課題を解決するために、本発明の第1の発明の妨害信号検出装置は、OFDM信号中に周期的に配置されたパイロット信号をシンボル毎に抽出し、パイロット信号から算出した伝送路特性を示す信号をIFFT演算し、時間軸の信号に変換する。IFFT演算の結果得られた時間軸の信号に対し閾値を設定し、閾値より大きい値の信号は0に置換し、FFT演算を行い周波数領域の信号へ変換する。

【0013】

次に、FFT演算により得られた信号の振幅もしくはパワーを算出した後に、時間方向

50

および周波数方向に補間処理を行う。そして、補間後に得られた信号を、OFDM信号帯域内の妨害信号量として、OFDMキャリア毎に算出する。妨害信号量の情報は、OFDM信号の軟判定の際に利用することで、妨害を含んだ信号の誤り訂正能力を向上させることが可能である。

【0014】

なお、OFDM信号の受信性能を向上させる目的で、信号を時間方向および周波数方向に並び替えるインターリーブ処理が行われることがある。この場合には、OFDM信号に対して行われるデインタリーブ処理を検出した妨害信号にも適用することにより、データと妨害情報を周波数及び時間的に関連づけることが可能である。

【0015】

また、本発明の第2の発明の妨害信号検出装置は、第1の発明において算出した妨害情報に加えて、第1の発明において算出した妨害情報を周波数方向に平均した値を、OFDM信号帯域全体に含まれる妨害信号量として利用するものである。

【0016】

また、本発明の第3の発明の妨害信号検出装置は、本発明の第1の発明もしくは第2の発明におけるIFFT演算の直前およびFFT演算の直後の信号に、窓関数を乗ずる処理を追加したものである。窓関数の導入により、IFFT演算の結果得られる時間軸の信号に対して閾値処理を行う場合に、閾値の設定範囲を広くすることが可能となる。

【0017】

本発明の第4の発明の妨害信号検出装置は、本発明の第1、第2、及び第3の構成と比較して、IFFT演算手段より得られる時間軸情報を閾値処理する際に、閾値を下回る値を0に置換する点が異なる。そして、FFT演算により再び周波数領域の信号に戻された信号を、パイロット信号から求めた伝送路特性を示す周波数領域の信号から減算することにより妨害信号情報を算出するものである。

【0018】

本発明の第5の発明の妨害信号検出装置は、本発明の第1、第2、第3および第4の構成と比較して、あらかじめ補間処理した伝送路特性の情報をIFFT演算処理、閾値処理およびFFT演算処理する点が異なる。

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、OFDM信号に含まれる妨害信号の情報を、短時間に精度よく検出することが可能となる。特に、送信信号点の推定値と受信信号点の比較処理などを伴わないために、妨害信号量の誤推定が生じる可能性が低い。このため、一定期間に渡って算出した妨害信号情報を平均化させるなどの処理が不要となる。また、妨害信号情報の平均値を利用する場合が生じたとしても、平均期間を短くすることが可能となる。以上の結果、時間変動を伴うような妨害信号の検出も可能となり、より正確な妨害信号情報を軟判定結果に反映させ誤り訂正時に利用することのできるため、OFDM信号の受信性能を改善することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

本発明の実施の形態に係る妨害信号検出装置を図面を用いて説明する。

【0021】

（実施の形態1）

まず、本発明の妨害信号検出装置を具現化する装置構成の一例を説明する。図1は、本発明の実施の形態の一例の構成を示すブロック図である。図2において、1はチューナー手段、2はA/D変換手段、3は直交検波手段、4はFFT演算手段、5はパイロット抽出手段、6は伝送路推定手段、7は除算手段、8はIFFT演算手段、9は閾値処理手段、10はFFT演算手段、11は妨害検出手段、12は軟判定手段、13は誤り訂正手段である。

【0022】

チューナー手段1は、受信したOFDM信号の選局を行う。A/D変換手段2は、チューナーで選局された信号をデジタル信号へと変換し出力する。直交検波手段3は、OFDM信号を直交検波し出力する。FFT演算手段4は、前記直交検波手段3より得られた信号を周波数領域の信号へと変換し出力する。パイロット抽出手段5は、OFDM信号に周期的に挿入されたパイロット信号を抽出する。さらに、抽出したパイロット信号を基準値と比較しパイロット信号の存在したキャリアの伝送路特性を算出し出力する。伝送路推定手段6では、前記パイロット抽出手段で算出したパイロット信号の存在したキャリアの伝送路特性を時間方向および周波数方向に補間し、全てのOFDMキャリアの伝送路特性の推定値を算出し出力する。除算手段7は、前記FFT演算手段4にて周波数領域の信号に変換された信号を、前記伝送路推定手段6にて推定した伝送路特性の推定値で除算し、除算結果を出力する。

10

【0023】

IFFT演算手段8は、前記パイロット抽出手段にて算出した伝送路特性を示す信号に対してIFFT演算を行い、時間領域の信号へと変換し出力する。IFFT演算は、1シンボル期間分の前記パイロット抽出手段より得られる信号に対して行われる。前記パイロット抽出手段より得られる信号は、パイロット信号が周波数方向に離散的かつ周期的に配置されているため、OFDMキャリア総数に比べて少ない。例えば、日本の地上デジタル放送方式では、パイロット信号が周波数方向には12キャリア毎に配置されており、IFFT演算手段8に入力される信号の総数は、OFDMキャリア総数の1/12となる。そして、日本の地上デジタル放送方式においてOFDMキャリア数が最も多い伝送パラメータ（モード3と呼ばれ、キャリア総数は5617本である）の場合には、1シンボルあたりのパイロットキャリア数は468本または469本となる。このため、IFFT演算のポイント数は512ポイントに設定する。

20

【0024】

閾値処理手段9は、前記IFFT演算手段8から得られた信号が、あらかじめ設定した閾値よりも大きい場合には0に置換し出力する。前記IFFT演算手段8から得られた信号が、閾値よりも小さな値の場合には、そのまま出力する。なお、IFFT演算手段8から得られる値が複素数の場合には、ベクトルの大きさを閾値と比較し、ベクトルの大きさが閾値を上回る場合に、実部・虚部共に0に置換する。

【0025】

30

FFT演算手段10は、前記閾値処理手段9の出力に対してFFT演算を行い、周波数領域の信号へと変換し出力する。FFT演算手段10におけるFFT演算のポイント数は、前記IFFT演算手段8と同数とする。

【0026】

ここで、パイロット抽出手段5からIFFT演算手段8、閾値処理手段9、FFT演算手段10の処理の具体例を図2～図5を用いて説明する。OFDM信号のキャリア総数が5617本、キャリア間隔が約1kHz、パイロット信号が周波数方向に12キャリア毎に配置されている場合を例として説明する。

【0027】

図2は、妨害信号の影響を受けた信号の伝送路特性（振幅特性）のイメージ図である。また、OFDM伝送信号の帯域全体に対して一定量（C/N比で約15dB）の白色雑音を加算した。妨害信号は、OFDM信号帯域のほぼ中央部に存在する。

40

【0028】

図3に、図2のOFDM信号に含まれるパイロット信号から求めた伝送路特性（振幅特性）を×印で示している。図1ではパイロット抽出手段5の出力に相当する。図3に示すように、妨害信号の位置がパイロット信号位置に重なるもしくは近い場合には、パイロット信号の振幅特性から妨害信号の存在を検出することが可能である。

【0029】

図4は、図3のパイロット信号に対してIFFT演算処理を行った結果である。縦軸は対数変換後の信号電力、横軸は周波数である。図4の信号は、一般に遅延プロファイル等

50

の名称で呼ばれており、信号の伝搬路特性を把握するために用いられることがある（特許文献3を参照）。IFFT演算の結果、IFFTポイント数（512点）の複素信号が得られるが、演算結果は周波数方向に対称性を有するため、図4では256点のみを表示した。また、演算結果のピーク値が0 dBとなるように補正し表示している。また、閾値処理手段10にて設定する閾値も同時に図4に示す。

【0030】

前記閾値処理手段10では、図4の信号電力値が閾値より高い場合に、該当する複素信号値を0に置き換える。閾値は、たとえば、IFFT演算結果の電力を算出し、パワーのピーク値に対して-15 dBの電力値とする。なお、閾値は、IFFT演算結果のベクトル量に対して設定してもよい。以上の閾値処理によりOFDM信号成分と妨害成分との切り分けを行うレベルを変更することができる。

10

【0031】

また、上記説明では、IFFT演算結果のピーク値に対して閾値を設定するものとしたが、OFDM信号の伝送路特性が全帯域に渡って一定で基準レベルの場合に得られる演算結果値に対して閾値を設定してもよい。この場合、OFDM信号が遅延波により強められたり弱められたりした場合に、電力のピーク値が変動する影響を受けない。

【0032】

次に、図4の信号を閾値処理手段にて閾値処理を行った後にFFT演算手段10にてFFT演算を行った結果を図5に示す。図5に示すように、FFT演算結果のベクトル量を算出することで、帯域内の妨害信号や、加算した白色雑音のノイズ量を検出することが可能である。なお、FFT演算手段10とIFFT演算8の演算ポイント数が同一のため、FFT演算手段10の出力信号の周波数位置は、パイロット抽出手段5の出力信号と一致する。

20

【0033】

次に妨害検出手段11について説明する。妨害検出手段11は、前記FFT演算手段10より得られた信号を時間方向および周波数方向に補間処理を行う。

【0034】

前記FFT演算手段10の出力信号は、パイロット抽出手段5より得られた伝送路特性を示す信号を処理し得られる。このため、パイロット信号と同様に、周波数方向および時間方向に周期的な情報となっている。図6に、FFT演算手段10より得られる妨害信号情報と、OFDM伝送信号のキャリア配置の関係を示す。図の横軸は周波数軸（キャリア方向）であり、縦軸は時間軸（シンボル方向）である。図中の黒丸が妨害情報の得られたOFDMキャリア位置であり、白丸が妨害情報の得られないOFDMキャリア位置を示す。先に述べたように、図6の妨害情報の得られたOFDMキャリア位置は、パイロット信号の配置されたOFDMシンボル位置と同一である。白丸の位置のキャリアの妨害情報は、黒丸の位置のキャリアの妨害情報を補間処理することにより得られる。妨害情報の補間方法は、周波数方向および時間方向に直線的に補間してもよいし、適当なタップ数を持つフィルタ処理により補間してもよい。また、得られた妨害情報を、一定のシンボル期間で平均化させることも可能である。

30

【0035】

軟判定手段12は、前記除算手段7より得られる復調データより軟判定を行い、得られた結果を出力する。ここで軟判定とは、受信信号点と送信信号点との間のユークリッド距離を算出し、ユークリッド距離が小さいほど尤度が高いと判断する方法を指す。また、受信信号点と送信信号点間の距離をユークリッド距離以外の方法により算出し、得られた距離を尤度として用いてもよい。

40

【0036】

更に、軟判定手段12は、妨害検出手段12より得られた妨害情報を用いて、軟判定結果を補正する。例えば、妨害情報の大きさに対して閾値を設定し、閾値を超えるような大きな妨害が存在するキャリアに対しては、先に求めた尤度を低く補正する。また、妨害情報の大きさに応じて、尤度の重み付け量を変更することも可能である。

50

【0037】

誤り訂正手段13は、軟判定手段12から得られた受信データの軟判定結果を用いて誤り訂正処理を行う。

【0038】

以上図1により本発明の妨害信号検出装置の装置構成例を説明したが、図7のような構成とすることも可能である。図1と図7とは、14のデインタリーブ手段の有無が異なる点である。

【0039】

デインタリーブ手段14は、インターリーブ処理が施された受信信号に対しデインタリーブ処理を行う。インターリーブ処理は、OFDM信号の受信特性を向上させる目的で、信号の送信時にデータの時間方向や周波数方向の並びを一定の規則に従い入れ替える処理を指す。インターリーブ処理が送信時に行われた場合には、信号の受信時に信号を基に戻す処理が必要となり、これをデインタリーブ処理と呼ぶ。

10

【0040】

デインタリーブ手段14では、除算手段7より得られる復調データを、送信側でのインターリーブ処理を行う前のデータの並びへと並び替える。この場合、妨害検出手段11より得られる妨害情報を、データの並び替えと同一規則に従い並び替える必要がある。以上のように復調データと妨害情報に対してデインタリーブ処理を行うことにより、復調データと妨害情報の関係を保つことが可能となる。デインタリーブ手段14は、デインタリーブ処理後の復調データと、デインタリーブ処理後の妨害情報を出力する。

20

【0041】

なお、妨害情報については、周波数方向の並びだけを入れ替え、時間的な入れ替えを行わないことも可能である。この場合、インターリーブ期間に応じた期間に渡り、妨害情報の時間平均値を算出することが望ましい。

【0042】

また、図1の軟判定手段12は、妨害検出手段11から得られた妨害情報を使用したが、図7の軟判定手段12は、デインタリーブ手段14より得られる復調データと妨害情報を入力し処理する点が異なる。

【0043】

(実施の形態2)

30

本発明の妨害信号検出装置を具現化する装置構成の一例を説明する。

【0044】

図8は、本発明の実施の形態の一例の構成を示すブロック図である。図8において、1はチューナー手段、2はA/D変換手段、3は直交検波手段、4はFFT演算手段、5はパイロット抽出手段、6は伝送路推定手段、7は除算手段、8はIFFT演算手段、9は閾値処理手段、10はFFT演算手段、11は妨害検出手段、12は軟判定手段、13は誤り訂正手段、15は信号品質算出手段である。先に実施の形態1において説明した図1の構成と、図8の構成は、妨害検出手段11に15の信号品質算出手段が接続されている点異なる。このため、信号品質算出手段15について詳細な説明を行う。

【0045】

40

信号品質算出手段15は、OFDM信号の信号品質の算出を行う。妨害検出手段11は、複数のOFDMキャリアそれぞれについて、信号に含まれる妨害信号情報を算出した。一方、信号品質算出手段15は、妨害検出手段11より得られる妨害信号情報について周波数方向の平均値を算出し、受信している信号帯域全体の信号品質を算出する。1シンボル毎もしくは、一定のシンボル期間の平均値を信号品質とする。

【0046】

軟判定手段12は、妨害検出手段11から得られる周波数方向の妨害情報と、信号品質算出手段15より得られる時間方向の妨害情報をもとに、軟判定を行うことができる。

【0047】

なお、本実施の形態では信号品質算出手段15により得られる信号品質情報を、軟判定

50

手段１２にて使用する場合について説明したが、他の目的に使用することも可能である。例えば、放送を受信する際のアンテナ設置方向を決定するための指標としてモニタするなどの利用が考えられる。

【００４８】

（実施の形態３）

本発明の妨害信号検出装置を具現化する装置構成の一例を説明する。

【００４９】

図９は、本発明の実施の形態の一例の構成を示すブロック図である。図９の構成は、図１や図７、図８の構成において、パイロット抽出手段５からＩＦＦＴ演算手段８、閾値処理手段９、ＦＦＴ演算手段１０、妨害検出手段１１までの構成に対して、窓かけ手段１６および逆窓かけ手段１７を追加したものである。このため窓かけ手段１６および逆窓かけ手段１７について詳細に説明する。

【００５０】

窓かけ手段１６は、ＩＦＦＴ演算を行う信号に対し、窓かけ処理を行う。本実施の構成では、パイロット信号を入手し、パイロット信号に対して窓かけ処理を行う。窓かけ処理について説明する。図１０は、窓かけ時に使用する窓関数の形状であり、横軸が周波数、縦軸が振幅である。図１０では、例としてハニング窓と呼ばれる窓関数を示した。窓関数の周波数方向に、窓かけ手段１６の後段のＩＦＦＴ演算手段のポイント数と同じ数の値を持ち、中心において１．０という値を持つ。中心から離れるに従い、なだらかに０．０に近づく。

【００５１】

本構成では、複素数の形式で得られるパイロット信号に、窓関数値（実数値）を乗算する。パイロット信号の総数がＩＦＦＴ演算もしくはＦＦＴ演算ポイント数に対して少ない場合には、不足する部分に実部と虚部が共に０である値を補う。また、パイロット信号の総数がＩＦＦＴ演算もしくはＦＦＴ演算ポイント数に対して少ない場合には、窓関数の中心（１．０の値を持つ）を、周波数方向に並べたときにほぼ中心位置のパイロット信号に乗算するようにする。これにより、最も低い周波数のキャリア位置にあるパイロット信号と、最も高い周波数のキャリア位置にあるパイロット信号それぞれに掛け合わされる窓関数値がほぼ同一値とすることができる。

【００５２】

なお、図１０では、ハニング窓を例として示したが、その他の形状を持つ窓関数を採用することも可能である。

【００５３】

図１１に、マルチパス干渉を受けたＯＦＤＭ信号から抽出したパイロット信号をＩＦＦＴ演算手段８の出力信号を示す。図１１左が窓かけ手段１６による処理を行った場合、また図１１右が窓かけ手段１６による処理を行わない場合である。窓かけ手段１６によりＩＦＦＴ演算手段８の出力値のサイドローブの広がり狭くなる効果が見られる。窓かけ手段１６により、閾値処理手段９にて設定する閾値を低く設定することが可能となる。なお、窓かけ手段１６が無い場合には、ＩＦＦＴ演算手段出力が約－２０ｄＢより低い領域で広がりを持つため、閾値と重なる。

【００５４】

次に逆窓かけ手段１７の説明を行う。逆窓かけ手段１７は、ＦＦＴ演算手段１０から出力される信号に対して逆窓関数を乗算し出力する。逆窓かけ手段１７で乗ずる逆窓関数とは、前記窓かけ手段１６で用いた窓関数の逆数である。

【００５５】

図１２に、逆窓かけ手段１６の出力信号例を示す。ＯＦＤＭ信号には、実施の構成１の図５の場合と同様に、ＯＦＤＭ伝送信号帯域のほぼ中央に妨害信号を加算し、帯域全体には白色雑音を加算した。閾値処理手段９にて設定する閾値は、ＩＦＦＴ演算手段８の演算結果のピーク値と比較して２４ｄＢとした。図１２は、逆窓かけ手段１６から得られる信号の振幅を各周波数ごとに算出し示したものである。図１２に示すように、帯域内の妨害

信号や、加算した白色雑音のノイズ量を検出することが可能である。

【0056】

なお、本構成の結果得られる妨害情報の利用方法については、実施の形態1もしくは実施の形態2と同様のため省略する。

【0057】

(実施の形態4)

本発明の妨害信号検出装置を具現化する装置構成の一例を説明する。図13は、本発明の実施の形態の一例の構成を示すブロック図である。図13の構成は、図9の構成と比較して、閾値処理手段18および減算手段19が異なる。このため閾値処理手段18および減算手段19について詳細に説明する。他の構成要素については、実施の形態1乃至実施の形態3において説明したため省略する。

10

【0058】

閾値処理手段18は、IFFT演算手段8の演算結果を入手し、前記IFFT演算手段8から得られた値が、あらかじめ設定した閾値よりも小さい場合に0として出力する。閾値よりも値が大きい場合には、そのまま出力する。なお、IFFT演算手段8から得られる値が複素数の場合には、ベクトルの大きさを閾値と比較する。図1、図7、図8および図9の閾値処理手段9とは、IFFT演算手段8の演算結果を閾値と比較し、閾値よりも小さな値を0と置き換えていた点異なる。

【0059】

減算手段19は、逆窓かけ手段17の出力と、パイロット信号を入手する。そして、パイロット信号から逆窓かけ手段17から得られた信号を減算する。減算手段19では、複素数の形式で入手したパイロット信号と、複素数の形式で入手した逆窓かけ手段の出力信号を、同じ周波数位置に存在する信号どうし減算処理を行い出力する

20

図14に、窓かけ手段16および減算手段19が入手するパイロット信号と、減算手段19が入手する信号と、減算手段19の出力例を示す。各信号は、前述のように各信号は複素数の形式で出力されるが、説明のため、各周波数成分ごとに振幅値を算出し示した。

【0060】

図14で用いた信号は、OFDM信号にマルチパス干渉を加えると同時に、帯域のほぼ中央部に妨害信号が加算されている。また、帯域全体にわたって白色雑音を加算されている。図14の減算手段19の出力値の振幅情報から、OFDM信号に加算された妨害信号など、雑音の周波数情報を検出することができる。

30

【0061】

なお、本構成の結果得られる妨害情報の利用方法については、実施の形態1もしくは実施の形態2と同様のため省略する。

【0062】

(実施の形態5)

本発明の妨害信号検出装置を具現化する装置構成の一例を説明する。図15は、本発明の実施の形態の一例の構成を示すブロック図である。図15の構成は、図7の構成と比較して、IFFT演算手段20およびFFT演算手段21が異なる。

【0063】

IFFT演算手段20は、伝送路推定手段6より伝送路特性の情報を入手する。実施の形態1乃至実施の形態4の構成におけるIFFT演算手段は、パイロット抽出手段よりOFDM信号の1シンボル期間に含まれるパイロット信号の本数分だけの信号を入手した。一方、本実施の形態のIFFT演算手段20は、伝送路推定手段6から、1シンボル分の伝送路特性を示す信号を入手する。IFFT演算手段20が伝送路推定手段6より入手する信号は、除算手段7が伝送路推定手段より入手する信号と同一である。例えば、実施の形態1の説明時に例と同じOFDMキャリア数が最も多い伝送パラメータ(モード3と呼ばれ、キャリア総数は5617)の場合には、IFFT演算のポイント数は8192ポイントとなる。なお、本実施の形態においては、FFT演算手段21で必要な演算ポイント数は、FFT演算手段4のポイント数と同一であり、FFT演算手段4とFFT演算手段

40

50

21を共通とさせることも可能である。

【0064】

閾値処理手段9は、実施の形態1乃至実施の形態3の構成の説明と同じ処理を行う。ただし、IFFT演算手段20の演算ポイント数が増加しているため、1シンボル期間に処理する信号の点数が増加する。

【0065】

FFT演算手段21は、前記閾値処理手段9から得られる信号に対して、前記IFFT演算手段20と同じ演算ポイント数のFFT演算を行い出力する。実施の形態1乃至実施の形態3の構成におけるFFT演算手段の出力は、周波数および時間方向に離散的な値であったため妨害検出手段11による補間処理が必要であったが、本実施の構成では、全てのOFDMキャリアに対する妨害情報が得られるため補間の必要はない。

10

【0066】

ただし、FFT演算手段21から得られる値の時間方向への平均値を算出し、軟判定手段12へと出力してもよい。

【0067】

本実施の形態では、補間処理された伝送路特性をもとに妨害情報を算出するため、実施の形態1乃至実施の形態3の構成と比べて、より精度の高い妨害情報の算出が可能となる。また、図16に示すように、窓かけ手段16、逆窓かけ手段17を追加した構成とすることも可能である。使用する窓関数の点数はIFFT演算およびFFT演算のポイント数に従い増加するが、得られる効果は実施の形態3で得られるものと同一である。

20

【0068】

また、実施の形態4に示したような構成とすることが可能であることは言うまでもない。

【産業上の利用可能性】

【0069】

本発明の妨害信号検出装置は、OFDM信号帯域内に存在する妨害信号量を高精度に検出することが可能である。特に、シンボル単位で処理が可能であるため、妨害信号量の誤推定を防止するために、一定時間内に得られた妨害信号を平均化させる処理が不要となるため、特に、時間的に変動する妨害信号が加算されたOFDM信号を復調する場合に、受信性能を改善することが可能である。

30

【図面の簡単な説明】

【0070】

【図1】本発明の実施の形態1の妨害信号検出装置の構成を示すブロック図

【図2】帯域のほぼ中央部に妨害信号が加算されたOFDM信号を示す図

【図3】図2で示したOFDM信号から抽出したパイロット信号を示す図

【図4】図3で示したパイロット信号に対しIFFT演算を行い得られる信号の振幅特性を示す図

【図5】図4で示した信号に閾値処理を施した後にFFT演算を行い得られる信号の振幅特性を示す図

【図6】妨害情報が得られるOFDMキャリアと妨害情報が得られないOFDMキャリアを示した図

40

【図7】本発明の実施の形態1の妨害信号検出装置の別の構成を示すブロック図

【図8】本発明の実施の形態2の妨害信号検出装置の別の構成を示すブロック図

【図9】本発明の実施の形態3の妨害信号検出装置の別の構成を示すブロック図

【図10】窓かけ手段で使用する窓関数の例を示す図

【図11】窓かけ処理の有無によるIFFT演算結果の比較図

【図12】逆窓かけ手段の出力信号例を示した図

【図13】本発明の実施の形態4の妨害信号検出装置の別の構成を示すブロック図

【図14】減算手段の処理前後の信号例を示す図

【図15】本発明の実施の形態5の妨害信号検出装置の構成を示すブロック図

50

【図 16】 本発明の実施の形態 5 の妨害信号検出装置の別の構成を示すブロック図

【符号の説明】

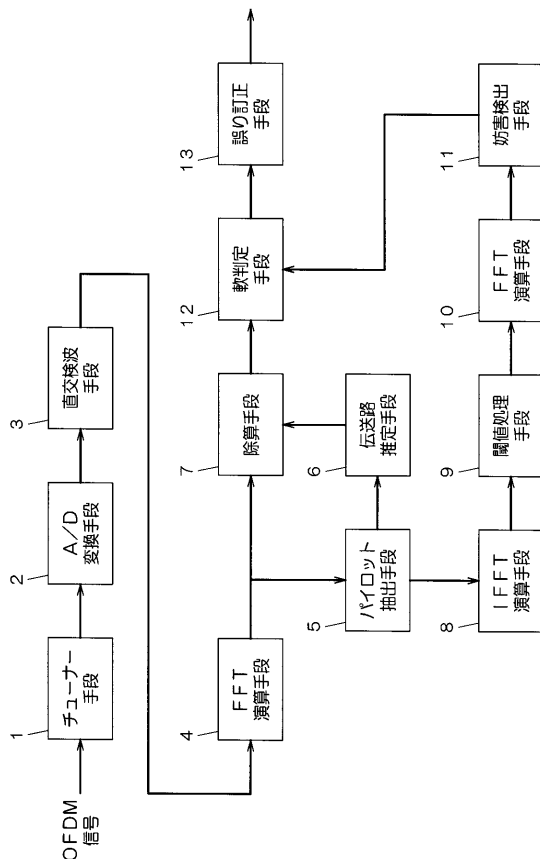
【0071】

- 1 チューナー手段
- 2 A/D変換手段
- 3 直交検波手段
- 4 F F T 演算手段
- 5 パイロット抽出手段
- 6 伝送路推定手段
- 7 除算手段
- 8 I F F T 演算手段
- 9 閾値処理手段
- 10 F F T 演算手段
- 11 妨害検出手段
- 12 軟判定手段
- 13 誤り訂正手段
- 14 デインタリーブ手段
- 15 信号品質算出手段
- 16 窓かけ手段
- 17 逆窓かけ手段
- 18 閾値処理手段
- 19 減算処理手段
- 20 I F F T 演算手段
- 21 F F T 演算手段

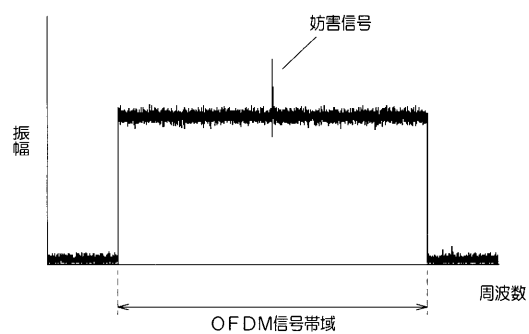
10

20

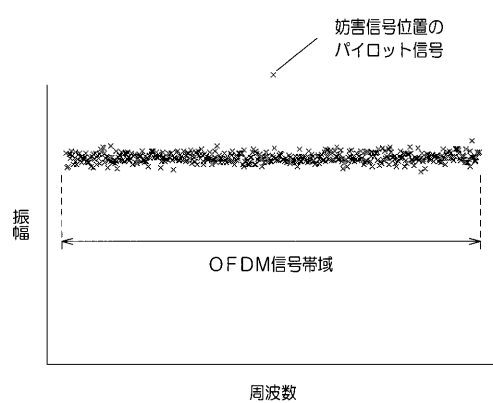
【図 1】



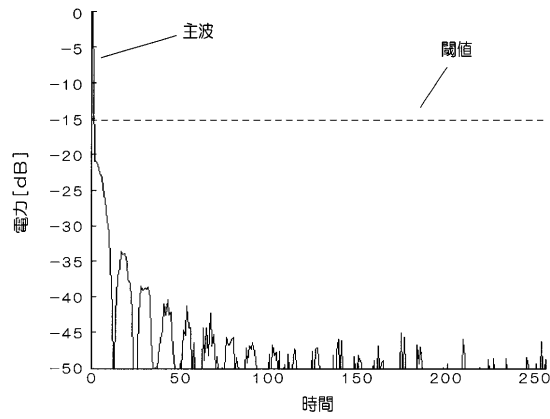
【図 2】



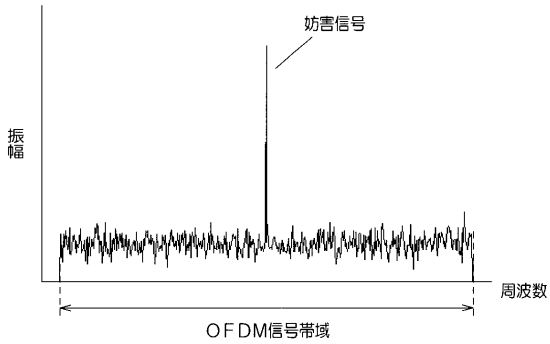
【図 3】



【図 4】

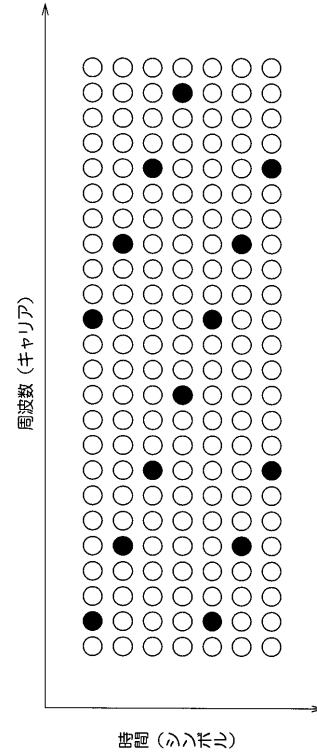


【図 5】

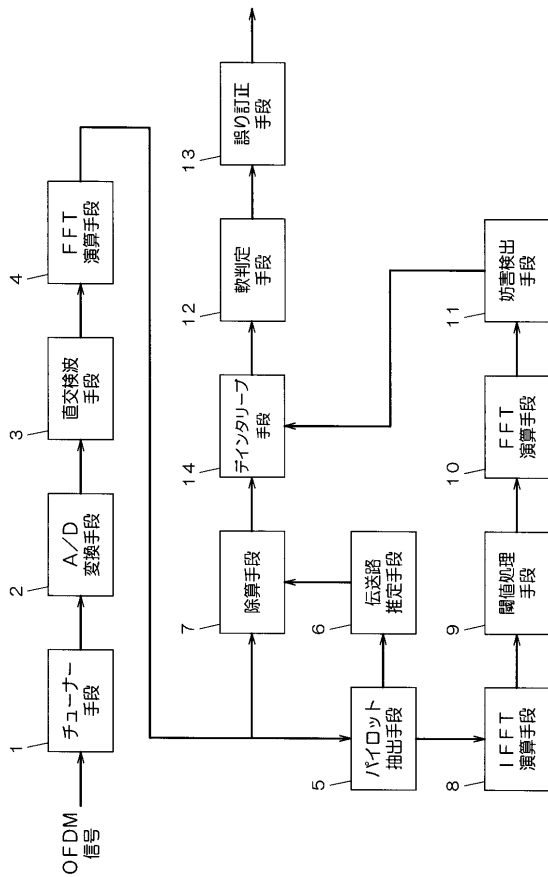


【図 6】

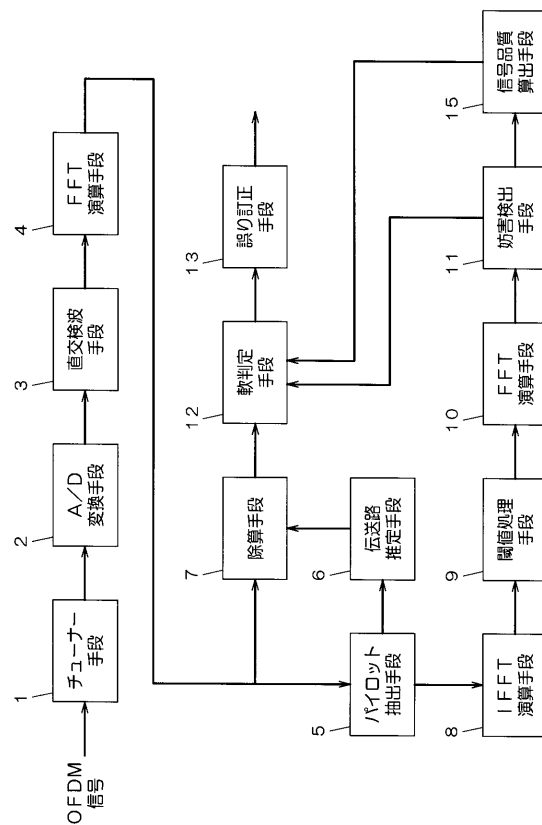
● 妨害情報の得られたOFDMキャリア
○ 妨害情報の得られないOFDMキャリア



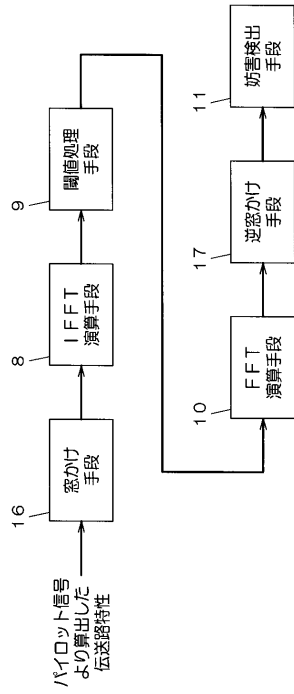
【図 7】



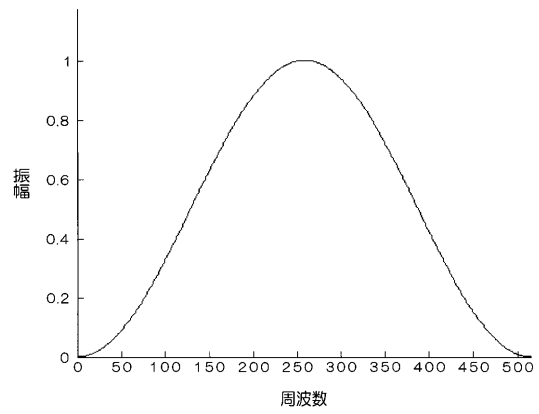
【図 8】



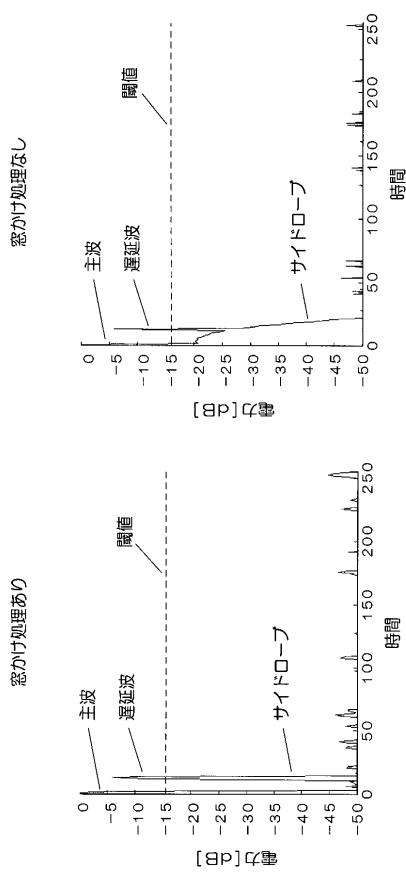
【図 9】



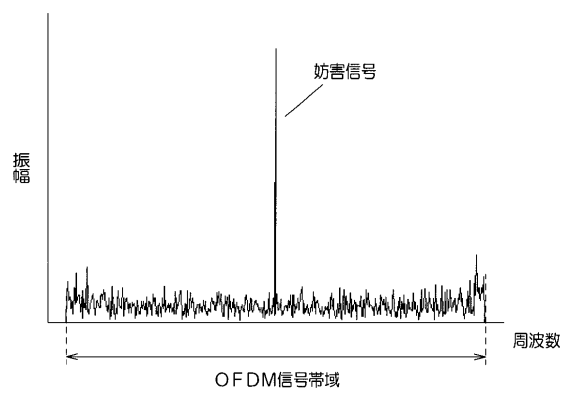
【図 10】



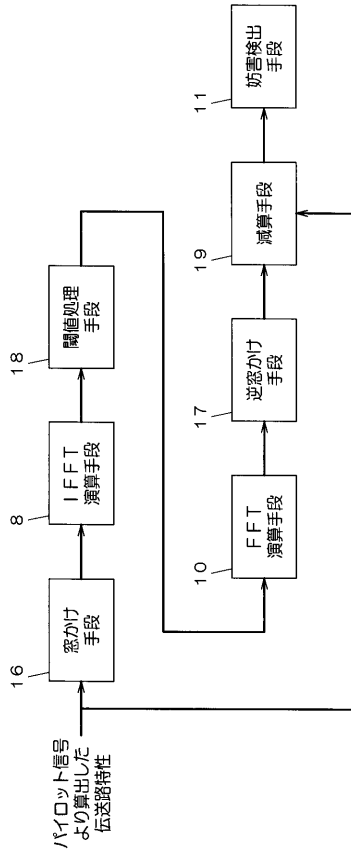
【図 11】



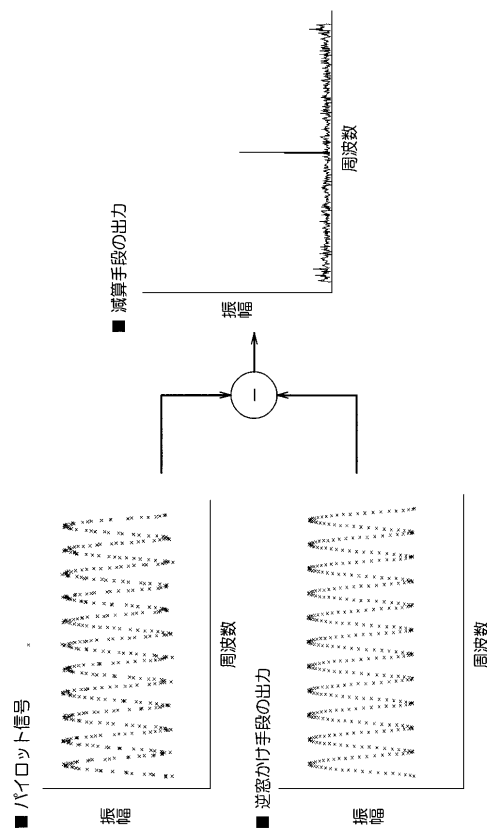
【図 12】



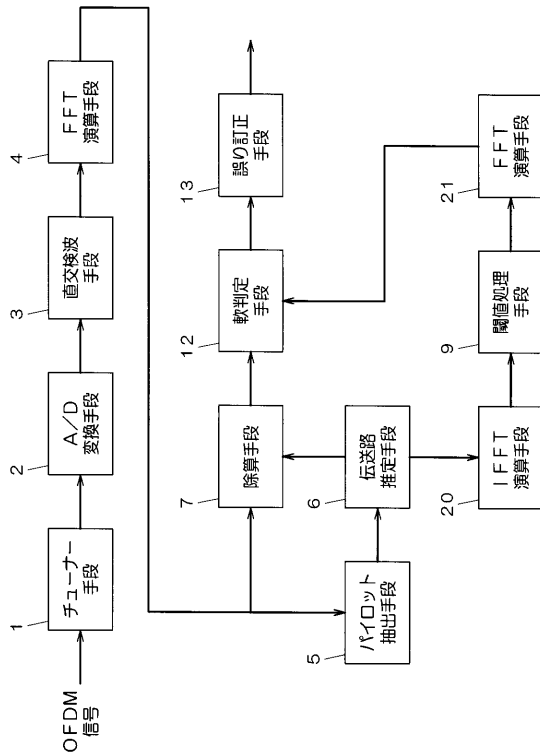
【図 13】



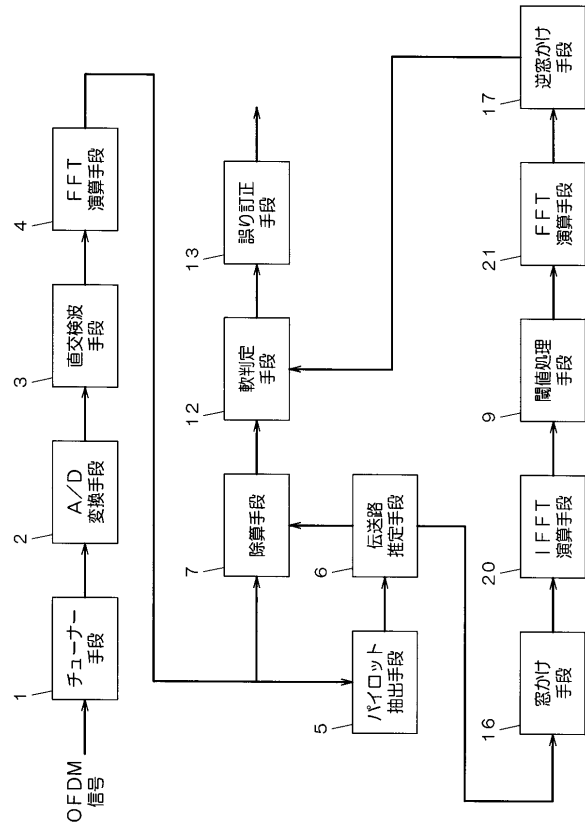
【図 14】



【図 15】



【図 16】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2003-264526 (JP, A)
特開平11-215095 (JP, A)
特開平11-346205 (JP, A)
特開2002-158631 (JP, A)
特開2004-120789 (JP, A)
特開2004-140739 (JP, A)
特開2001-308760 (JP, A)
特開2003-101503 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04J 11/00