

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4774160号  
(P4774160)

(45) 発行日 平成23年9月14日 (2011. 9. 14)

(24) 登録日 平成23年7月1日 (2011. 7. 1)

(51) Int. Cl.

F I

HO 4 J 11/00 (2006. 01)  
 HO 3 M 13/45 (2006. 01)  
 HO 4 B 1/10 (2006. 01)  
 HO 4 L 1/00 (2006. 01)

HO 4 J 11/00 Z  
 HO 3 M 13/45  
 HO 4 B 1/10 M  
 HO 4 L 1/00 B  
 HO 4 L 1/00 E

請求項の数 9 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2001-114754 (P2001-114754)  
 (22) 出願日 平成13年4月13日 (2001. 4. 13)  
 (65) 公開番号 特開2002-94484 (P2002-94484A)  
 (43) 公開日 平成14年3月29日 (2002. 3. 29)  
 審査請求日 平成20年3月26日 (2008. 3. 26)  
 (31) 優先権主張番号 特願2000-212460 (P2000-212460)  
 (32) 優先日 平成12年7月13日 (2000. 7. 13)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000005821  
 パナソニック株式会社  
 大阪府門真市大字門真1006番地  
 (74) 代理人 100084364  
 弁理士 岡本 宜喜  
 (72) 発明者 八木 鉄也  
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下  
 電器産業株式会社内  
 (72) 発明者 林 大介  
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下  
 電器産業株式会社内  
 (72) 発明者 林 健一郎  
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下  
 電器産業株式会社内

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で発生される複数のキャリアが夫々に割り当てられた情報信号で変調され、かつ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、

前記OFDM伝送信号を直交検波する直交検波手段と、

前記直交検波手段で得られた出力信号を高速フーリエ変換（以下、FFT）により時間領域から周波数領域の信号に変換するFFT手段と、

前記FFT手段により得られた出力信号からパイロット信号を抽出し、前記パイロット信号及び既知の基準パイロット信号から前記パイロット信号の伝送路特性を推定し、前記パイロット信号の伝送路特性を内部に設けた第1のメモリ手段に蓄積し、前記パイロット信号の伝送路特性を時間軸方向に補間し、更に周波数軸方向に補間して伝送帯域内の全てのキャリアの伝送路特性を推定し、前記キャリアの伝送路特性を用いて前記FFT手段により得られた出力信号を等化し、復調信号として出力する復調手段と、

前記復調手段により得られたパイロット信号の伝送路特性、及び前記復調手段内の前記第1のメモリ手段に蓄積された一周期前のパイロット信号の伝送路特性から、パイロット信号の伝送路特性の時間変動量を表す誤差信号を算出し、前記誤差信号を基に周波数選択性の妨害を検出し、妨害レベルとして出力する妨害検出手段と、

前記復調手段により得られた復調信号を軟判定情報信号に変換し、前記妨害検出手段に

10

20

より得られた妨害レベルを用いて前記軟判定情報信号を補正し、補正された軟判定情報信号に対し誤り訂正復号を行なう誤り訂正手段と、を具備することを特徴とするOFDM受信装置。

【請求項2】

伝送帯域内に互いに直交する周波数で発生される複数のキャリアが夫々に割り当てられた所定数のビットデータからなる情報信号により多値変調され、かつ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、

前記OFDM伝送信号を直交検波する直交検波手段と、

前記直交検波手段で得られた出力信号を、FFTにより時間領域から周波数領域の信号に変換するFFT手段と、

前記FFT手段により得られた出力信号からパイロット信号を抽出し、前記パイロット信号及び既知の基準パイロット信号から前記パイロット信号の伝送路特性を推定し、前記パイロット信号の伝送路特性を内部に設けた第1のメモリ手段に蓄積し、前記パイロット信号の伝送路特性を時間軸方向に補間し、更に周波数軸方向に補間して伝送帯域内の全てのキャリアの伝送路特性を推定し、前記キャリアの伝送路特性を用いて前記FFT手段により得られた出力信号を等化し、復調信号として出力する復調手段と、

前記復調手段により得られたパイロット信号の伝送路特性、及び前記復調手段内の前記第1のメモリ手段に蓄積された一周期前のパイロット信号の伝送路特性から、パイロット信号の伝送路特性の時間変動量を表す誤差信号を算出し、前記誤差信号を基に周波数選択性の妨害を検出し、妨害レベルとして出力する妨害検出手段と、

前記復調手段により得られた復調信号を、キャリア変調方式に応じた所定数の軟判定ビットデータからなる軟判定情報信号に変換し、前記軟判定情報信号の夫々の軟判定ビットデータごとに前記妨害検出手段により得られた妨害レベルを補正し、補正された妨害レベルを用いて前記軟判定ビットデータを補正し、補正された軟判定ビットデータに対し誤り訂正復号を行なう誤り訂正手段と、を具備することを特徴とする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で発生される複数のキャリアが夫々に割り当てられた所定数のビットデータからなる情報信号により多値変調され、かつ前記情報信号が伝送誤りに対する耐性の異なるビットデータを含み、かつ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、

前記OFDM伝送信号を直交検波する直交検波手段と、

前記直交検波手段で得られた出力信号を、FFTにより時間領域から周波数領域の信号に変換するFFT手段と、

前記FFT手段により得られた出力信号からパイロット信号を抽出し、前記パイロット信号及び既知の基準パイロット信号から前記パイロット信号の伝送路特性を推定し、前記パイロット信号の伝送路特性を内部に設けた第1のメモリ手段に蓄積し、前記パイロット信号の伝送路特性を時間軸方向に補間し、更に周波数軸方向に補間して伝送帯域内の全てのキャリアの伝送路特性を推定し、前記キャリアの伝送路特性を用いて前記FFT手段により得られた出力信号を等化し、復調信号として出力する復調手段と、

前記復調手段により得られたパイロット信号の伝送路特性、及び前記復調手段内の前記第1のメモリ手段に蓄積された一周期前のパイロット信号の伝送路特性からパイロット信号の伝送路特性の時間変動量を表す誤差信号を算出し、前記誤差信号を基に周波数選択性の妨害を検出し、妨害レベルとして出力する妨害検出手段と、

前記復調手段により得られた復調信号をキャリア変調方式に応じた所定数の軟判定ビットデータからなる軟判定情報信号に変換し、前記軟判定情報信号の夫々の軟判定ビットデータごとに、その軟判定ビットデータの伝送誤りに対する耐性が小さい場合には妨害レベルを大きくし、その軟判定ビットデータの伝送誤りに対する耐性が大きい場合には妨害レベルを小さくするように、前記妨害検出手段により得られた妨害レベルを補正し、補正さ

10

20

30

40

50

れた妨害レベルを用いて前記軟判定ビットデータを補正し、補正された軟判定ビットデータに対し誤り訂正復号を行なう誤り訂正手段と、を具備することを特徴とするOFDM受信装置。

【請求項4】

前記妨害検出手段は、

前記復調手段により得られたパイロット信号の伝送路特性と、前記復調手段内の前記第1のメモリ手段に蓄積された一周期前のパイロット信号の伝送路特性と、からパイロット信号の伝送路特性の時間変動量を表す誤差信号を算出し、前記誤差信号を内部に設けた第2のメモリ手段を用いて時間軸方向に平均し、平均された誤差信号を前記第2のメモリ手段に蓄積し、前記平均された誤差信号を時間軸方向に補間し、平均かつ補間された誤差信号から周波数選択性の妨害を表す妨害レベルを算出し、前記妨害レベルを周波数軸方向に補間して出力することを特徴とする請求項1～3のいずれか1項記載のOFDM受信装置。

10

【請求項5】

前記妨害検出手段は、

前記復調手段により得られたパイロット信号の伝送路特性と、前記復調手段内の前記第1のメモリ手段に蓄積された一周期前のパイロット信号の伝送路特性と、からパイロット信号の伝送路特性の時間変動量を表す誤差信号を算出し、前記誤差信号を内部に設けた第2のメモリ手段に蓄積し、前記誤差信号を時間軸方向に補間し、補間された誤差信号から周波数選択性の妨害を表す妨害レベルを算出し、前記妨害レベルを周波数軸方向に補間して出力することを特徴とする請求項1～3のいずれか1項記載のOFDM受信装置。

20

【請求項6】

前記妨害検出手段は、

前記復調手段により得られたパイロット信号の伝送路特性と、前記復調手段内の前記第1のメモリ手段に蓄積された一周期前のパイロット信号の伝送路特性と、からパイロット信号の伝送路特性の時間変動量を表す誤差信号を算出し、前記誤差信号から周波数選択性の妨害を表す妨害レベルを算出し、前記妨害レベルを内部に設けた第2のメモリ手段を用いて時間軸方向に平均し、平均された妨害レベルを前記第2のメモリ手段に蓄積し、前記平均された妨害レベルを時間軸方向に補間し、更に周波数軸方向に補間して出力することを特徴とする請求項1～3のいずれか1項記載のOFDM受信装置。

30

【請求項7】

前記妨害検出手段は、

前記復調手段により得られたパイロット信号の伝送路特性と、前記復調手段内の前記第1のメモリ手段に蓄積された一周期前のパイロット信号の伝送路特性と、からパイロット信号の伝送路特性の時間変動量を表す誤差信号を算出し、前記誤差信号から周波数選択性の妨害を表す妨害レベルを算出し、前記妨害レベルを内部に設けた第2のメモリ手段に蓄積し、前記妨害レベルを時間軸方向に補間し、更に周波数軸方向に補間して出力することを特徴とする請求項1～3のいずれか1項記載のOFDM受信装置。

【請求項8】

前記妨害検出手段は、

前記復調手段により得られたパイロット信号の伝送路特性と、前記復調手段内の前記第1のメモリ手段に蓄積された一周期前のパイロット信号の伝送路特性と、からパイロット信号の伝送路特性の時間変動量を表す誤差信号を算出し、前記誤差信号を内部に設けた第2のメモリ手段を用いて時間軸方向に平均し、平均された誤差信号を前記第2のメモリ手段に蓄積し、前記平均された誤差信号を時間軸方向に補間し、更に周波数軸方向に補間し、平均かつ補間された誤差信号から周波数選択性の妨害を表す妨害レベルを算出することを特徴とする請求項1～3のいずれか1項記載のOFDM受信装置。

40

【請求項9】

前記妨害検出手段は、

前記復調手段により得られたパイロット信号の伝送路特性と、前記復調手段内の前記第

50

1のメモリ手段に蓄積された一周期前のパイロット信号の伝送路特性と、からパイロット信号の伝送路特性の時間変動量を表す誤差信号を算出し、前記誤差信号を内部に設けた第2のメモリ手段に蓄積し、前記誤差信号を時間軸方向に補間し、更に周波数軸方向に補間し、補間された誤差信号から周波数選択性の妨害を表す妨害レベルを算出することを特徴とする請求項1～3のいずれか1項記載のOFDM受信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、直交周波数分割多重（以下、OFDM（Orthogonal Frequency Division Multiplex））伝送方式の受信装置に関し、特に受信信号に周波数選択性の妨害（同一チャネル妨害、マルチパス、スプリアスなど）を含む様々な妨害が存在し、その影響により復調性能が悪化する場合の改善技術を含むOFDM受信装置に関するものである。

10

【0002】

【従来の技術】

近年、デジタル伝送技術の急速な進展により、衛星、ケーブル、地上波などのデジタル放送が本格的な実用化段階に入ろうとしている。特にOFDM方式は、欧州における地上波デジタルテレビジョン放送方式として既に実用化が開始され、また日本においても地上波デジタルテレビジョン放送方式及び地上波デジタル音声放送方式として、その採用が決定している。

【0003】

20

OFDM伝送方式は、互いに直交する複数のキャリアにデータを割り当てて変調復調を行なうもので、送信側では逆高速フーリエ変換（以下、IFFT（Inverse Fast Fourier Transform））処理を行ない、受信側では高速フーリエ変換（以下、FFT（Fast Fourier Transform））処理を行なう。各キャリアは任意の変調方式を用いることが可能であり、QPSK（Quaternary Phase Shift Keying）やQAM（Quadrature Amplitude Modulation）といった同期変調、DQPSK（Differential Quaternary Phase Shift Keying）などの差動変調が可能である。同期変調方式では、送信信号に対して周期的にパイロット信号を挿入し、受信側でパイロット信号を基に伝送路特性を求めて復調を行なう。差動変調方式では、遅延検波によって復調を行なう。またOFDM伝送方式に限らずデジタル伝送方式においては、伝送特性を向上させるため、誤り訂正符号化復号処理を行なう。

30

【0004】

しかしながら、伝送路において、マルチパスと呼ばれる反射波の存在による特定キャリアのレベルの落ち込みや、アナログテレビジョン放送による同一チャネル妨害などが存在すると、復調性能や誤り訂正能力が大きく劣化してしまう場合がある。

【0005】

このような事態を回避するための従来の技術として、特開平11-252040号及び特開平11-346205号に示されるものが挙げられる。以下では前者を従来の技術1とし、後者を従来の技術2とし、これらの文献において述べられている技術について、図面を参照して簡単に説明する。

【0006】

40

まず、従来の技術1におけるOFDM受信装置の構成を図16に示す。このOFDM受信装置では、OFDM伝送信号が受信アンテナ101及びRF増幅器102を経てチューナ部103に入力され、選局が行われる。ここでの選局は、選局情報入力端子110に入力される周波数制御信号により、局部発振器111の発振周波数を所望のチャンネル周波数に合わせることで行われる。

【0007】

チューナ部103の出力は、アナログ/デジタル（以下、A/D）変換部104でデジタル信号に変換され、直交検波部105で直交検波されてベースバンドOFDM信号に変換される。このベースバンドOFDM信号はFFT部106及び同期再生部112に供給される。FFT部106は入力されたOFDM信号を時間領域から周波数領域の信号に変換

50

するものである。尚、A/D変換クロック及びその他のデジタル回路で使用されるクロック及びタイミング信号は、ベースバンドOFDM信号から同期再生部112で再生される。

#### 【0008】

FFT部106の出力は、OFDM信号のキャリア毎の位相と振幅を示しており、復調部107に供給される。復調部107は入力されるOFDM信号について、その変調方式に対応して同期検波による復調処理を行う。ここで同期検波は、周波数方向に1/3、時間方向に1/4の割合で挿入されているパイロット信号を用いて、各キャリアの伝送路特性を検出し、振幅等化及び位相等化を行うものである。

#### 【0009】

同期検波では、受信されたOFDM信号にはパイロット信号が4シンボル周期で配置されているので、4シンボル周期のパイロット信号により3キャリア間隔の伝送路特性が得られる。そこで、これらを周波数方向に補間することで、全キャリアの伝送路特性を求める。復調された信号は誤り訂正部108に入力され、伝送中に生じた誤りが訂正された後、出力端子109から出力される。

#### 【0010】

一方、FFT部106の出力は妨害検出部113にも入力される。妨害検出部113は、受信したパイロット信号の状態を判定することで、周波数選択性の妨害の影響を受けているキャリアを判定するものである。その判定結果は復調部107や誤り訂正部108や同期再生部112に出力され、復調性能の改善に供される。

#### 【0011】

すなわち、復調部107では、同期検波時にパイロット信号を用いて各キャリアの伝送路特性を検出し、振幅等化及び位相等化を行っているため、妨害キャリア情報にて妨害の受けている周波数がパイロット信号の周波数と一致している場合には使用せず、妨害の影響を受けていないパイロット信号により補間した信号を用いて、伝送路特性を検出して復調を行う。また、誤り訂正部108では、妨害の影響を受けているキャリア情報にて消失訂正などの重み付け処理を行う。一方、同期再生部112では、妨害の受けていない信号から誤差の少ない同期再生を行う。

#### 【0012】

図17は妨害検出部113の具体的な構成を示したOFDM受信装置のブロック図である。妨害検出部113のパイロット信号抽出部113aには、FFT部106から高速フーリエ変換された信号が入力される。パイロット信号抽出部113aは入力信号からパイロット信号を抽出するもので、その出力は積分器113bに出力されると共に、減算部113cにも供給される。

#### 【0013】

積分器113bは、各パイロット信号の振幅を積分することで平均値を求めるもので、この平均値は減算部113cに供給される。減算部113cは、各パイロット信号の振幅の平均値と各パイロット信号の振幅との差を検出するもので、その検出出力は各パイロット信号単位の誤差として絶対値演算部113dに出力される。絶対値演算部113dでは各パイロット信号の誤差の絶対値が求められる。

#### 【0014】

絶対値演算部113dの出力は積分器113eに供給され、時間方向に各パイロット信号の誤差の積分処理が行われる。この処理結果は各パイロット信号の誤差信号として比較部113fと平均部113gに供給される。ここで、各パイロット信号の誤差信号は各パイロット信号のC/N値に対応する。各パイロット信号のC/N値は平均部113gにより全パイロット信号のC/N値として出力される。一方、比較部113fは各パイロット信号のC/N値と全パイロット信号のC/N値との比較を行い、比較した結果の差が大きい場合には、周波数選択性の妨害があると判断する。比較部113fの出力は、前述の妨害キャリア情報として復調部107と誤り訂正部108と同期再生部112とに出力される。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 5 】

従来の技術 2 における OFDM 受信装置の構成を図 1 8 に示す。本図において、伝送信号 2 0 1 は図示しない受信アンテナで受信された OFDM 信号、又はケーブルを通じて伝送される OFDM 信号である。伝送信号 2 0 1 はチューナ部 2 0 2 により選局され、A / D 変換部 2 0 3 によりデジタル信号に変換される。続いて、直交検波部 2 0 4 で直交検波されてベースバンド OFDM 信号に変換され、FFT 部 2 0 5 に供給される。FFT 部 2 0 5 は入力された時間領域の信号を周波数領域の信号に変換する。この FFT 出力は OFDM 信号の各キャリアの位相と振幅を示すもので、復調部 2 0 6 に供給される。

## 【 0 0 1 6 】

復調部 2 0 6 では同期検波が行われる。送信側で周波数方向及び時間方向に周期的にパイロット信号が挿入されており、このパイロット信号を抽出して基準値と比較することで各キャリアの伝送路特性を検出し、振幅等化と位相等化とを行う。即ち、パイロット信号は飛び飛びに挿入されているため、時間軸と周波数軸に夫々補間して伝送路特性を求め、この伝送路特性に基づいて等化を行う。

10

## 【 0 0 1 7 】

同期検波して等化された信号（復調データ）2 0 7 は、周波数選択性妨害訂正手段を構成する誤り訂正部 2 0 8 と妨害検出部 2 0 9 とに供給される。妨害検出部 2 0 9 はマルチパスやスプリアス、同一チャンネル妨害を検出し、誤り訂正部 2 0 8 に対し、該当する位置や妨害の程度を示す妨害検出情報を与える。誤り訂正部 2 0 8 は検波後の信号に対して妨害検出部 2 0 9 からの妨害検出情報に基づいて重み付けを行い、消失訂正等の誤り訂正を施して出力する。尚、重み付け処理は、妨害検出部 2 0 9 の中で行うようにしてもよい。

20

## 【 0 0 1 8 】

図 1 9 に妨害検出部 2 0 9 の具体的な構成を示す。復調部 2 0 6 から入力される復調データは硬判定部 2 9 1 にて硬判定され、その硬判定結果が積分器 2 9 2 に与えられる。積分器 2 9 2 は、各キャリア毎に又はそのうちの一部のキャリア毎に、かつ一定時間毎に積分を行う。積分結果は分散値としてレベル判定部 2 9 3 及び重み付け部 2 9 4 に出力される。

## 【 0 0 1 9 】

レベル判定部 2 9 3 は、積分器 2 9 2 から出力される分散値の大きさから、妨害を受けているキャリアを判別すると共に、どのキャリアに対して重み付けを行うかの重み付けレベルの判定を行う。その判定結果は重み付け部 2 9 4 に出力される。重み付け部 2 9 4 は、現在の復調データを取り込み、積分器 2 9 2 からの各キャリアの分散値と、レベル判定部 2 9 3 からのレベル判定結果とから、取り込んだ復調データに対してどの程度の重み付けを行うかの重み付け量を算出する。この重み付け量の情報は誤り訂正部 2 0 8 に出力される。誤り訂正部 2 0 8 は、入力される復調データに対して、対応する重み付け量に基づいて係数を掛け、誤り訂正処理を行う。

30

## 【 0 0 2 0 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

以上のように従来の OFDM 受信装置では、FFT 出力信号や復調出力信号から周波数選択性の妨害を検出し、その妨害を除去しようとしている。しかしながら、例えば従来の技術 1 の OFDM 受信装置の構成においては、図示されていない復調部におけるメモリの他に、積分器 1 1 3 b 及び積分器 1 1 3 e において時間方向の積分を行なうためのメモリが更に必要となる。そのメモリ容量は夫々 4 シンボル分のパイロット信号の本数に相当するものとなる。

40

## 【 0 0 2 1 】

また従来の技術 2 において延べられている OFDM 受信装置の構成においても、復調部 2 0 6 のメモリの他に、積分器 2 9 2 において時間方向の積分を行なうためのメモリが必要となる。その容量は、復調部のメモリについては 4 シンボル分のパイロット信号の本数に相当するものとなる。また積分器 2 9 2 のメモリについては、一部のキャリア毎の積分も可能としてはいるものの、この方式における本来の性能を引き出すためには、キャリアの

50

総本数に相当するものとなる。

【 0 0 2 2 】

また従来の技術においては、キャリア変調方式が 6 4 Q A M のような、キャリア夫々に割り当てられた情報信号が、伝送誤りに対する耐性の異なるビットデータを含むような多値変調方式であった場合にも、妨害検出結果に基づいてキャリア単位の重み付け処理を行うため、伝送誤りに対する耐性の大きいビットデータと伝送誤りに対する耐性の小さいビットデータとを同等に扱うこととなる。

【 0 0 2 3 】

本発明は、このような従来の問題点に鑑みてなされたものであって、O F D M 伝送信号を受信して復調するに際し、周波数選択性の妨害を受けた場合にもその妨害を検出し、伝送誤りに対する耐性の異なるビットデータを含む多値のキャリア変調方式に対して、効果的に誤り訂正を施して、復調性能や誤り訂正能力などの特性を向上させることを目的とするものである。またこの機能を実現するために、余分なメモリ量を極力必要としない O F D M 受信装置を実現することを更なる目的とする。

【 0 0 2 4 】

【課題を解決するための手段】

本願の請求項 1 の発明は、伝送帯域内に互いに直交する周波数で発生される複数のキャリアが夫々に割り当てられた情報信号で変調され、かつ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、O F D M）伝送信号を受信する O F D M 受信装置であって、前記 O F D M 伝送信号を直交検波する直交検波手段と、前記直交検波手段で得られた出力信号を高速フーリエ変換（以下、F F T）により時間領域から周波数領域の信号に変換する F F T 手段と、前記 F F T 手段により得られた出力信号からパイロット信号を抽出し、前記パイロット信号及び既知の基準パイロット信号から前記パイロット信号の伝送路特性を推定し、前記パイロット信号の伝送路特性を内部に設けた第 1 のメモリ手段に蓄積しながら時間軸方向に補間し、更に周波数軸方向に補間して伝送帯域内の全てのキャリアの伝送路特性を推定し、前記キャリアの伝送路特性を用いて前記 F F T 手段により得られた出力信号を等化し、復調信号として出力する復調手段と、前記復調手段により得られたパイロット信号の伝送路特性、及び前記復調手段内の前記第 1 のメモリ手段に蓄積された一周期前のパイロット信号の伝送路特性から、パイロット信号の伝送路特性の時間変動量を表す誤差信号を算出し、前記誤差信号を基に周波数選択性の妨害を検出し、妨害レベルとして出力する妨害検出手段と、前記復調手段により得られた復調信号を軟判定情報信号に変換し、前記妨害検出手段により得られた妨害レベルを用いて前記軟判定情報信号を補正し、補正された軟判定情報信号に対し誤り訂正復号を行なう誤り訂正手段と、を具備することを特徴とするものである。

【 0 0 2 5 】

本願の請求項 2 の発明は、伝送帯域内に互いに直交する周波数で発生される複数のキャリアが夫々に割り当てられた所定数のビットデータからなる情報信号により多値変調され、かつ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 O F D M 伝送信号を受信する O F D M 受信装置であって、前記 O F D M 伝送信号を直交検波する直交検波手段と、前記直交検波手段で得られた出力信号を、F F T により時間領域から周波数領域の信号に変換する F F T 手段と、前記 F F T 手段により得られた出力信号からパイロット信号を抽出し、前記パイロット信号及び既知の基準パイロット信号から前記パイロット信号の伝送路特性を推定し、前記パイロット信号の伝送路特性を内部に設けた第 1 のメモリ手段に蓄積しながら時間軸方向に補間し、更に周波数軸方向に補間して伝送帯域内の全てのキャリアの伝送路特性を推定し、前記キャリアの伝送路特性を用いて前記 F F T 手段により得られた出力信号を等化し、復調信号として出力する復調手段と、前記復調手段により得られたパイロット信号の伝送路特性、及び前記復調手段内の前記第 1 のメモリ手段に蓄積された一周期前のパイロット信号の伝送路特性から、パイロット信号の伝送路特性の時間変動量を表す誤差信号を算出し、前記誤差信号を基に

10

20

30

40

50

周波数選択性の妨害を検出し、妨害レベルとして出力する妨害検出手段と、前記復調手段により得られた復調信号を、キャリア変調方式に応じた所定数の軟判定ビットデータからなる軟判定情報信号に変換し、前記軟判定情報信号の夫々の軟判定ビットデータごとに前記妨害検出手段により得られた妨害レベルを補正し、補正された妨害レベルを用いて前記軟判定ビットデータを補正し、補正された軟判定ビットデータに対し誤り訂正復号を行なう誤り訂正手段と、を具備することを特徴とするものである。

【 0 0 2 6 】

本願の請求項 3 の発明は、伝送帯域内に互いに直交する周波数で発生される複数のキャリアが夫々に割り当てられた所定数のビットデータからなる情報信号により多値変調され、かつ前記情報信号が伝送誤りに対する耐性の異なるビットデータを含み、かつ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、前記 OFDM 伝送信号を直交検波する直交検波手段と、前記直交検波手段で得られた出力信号を、FFT により時間領域から周波数領域の信号に変換する FFT 手段と、前記 FFT 手段により得られた出力信号からパイロット信号を抽出し、前記パイロット信号及び既知の基準パイロット信号から前記パイロット信号の伝送路特性を推定し、前記パイロット信号の伝送路特性を内部に設けた第 1 のメモリ手段に蓄積しながら時間軸方向に補間し、更に周波数軸方向に補間して伝送帯域内の全てのキャリアの伝送路特性を推定し、前記キャリアの伝送路特性を用いて前記 FFT 手段により得られた出力信号を等化し、復調信号として出力する復調手段と、前記復調手段により得られたパイロット信号の伝送路特性、及び前記復調手段内の前記第 1 のメモリ手段に蓄積された一周期前のパイロット信号の伝送路特性からパイロット信号の伝送路特性の時間変動量を表す誤差信号を算出し、前記誤差信号を基に周波数選択性の妨害を検出し、妨害レベルとして出力する妨害検出手段と、前記復調手段により得られた復調信号をキャリア変調方式に応じた所定数の軟判定ビットデータからなる軟判定情報信号に変換し、前記軟判定情報信号の夫々の軟判定ビットデータごとに、その軟判定ビットデータの伝送誤りに対する耐性が小さい場合には妨害レベルを大きくし、その軟判定ビットデータの伝送誤りに対する耐性が大きい場合には妨害レベルを小さくするように、前記妨害検出手段により得られた妨害レベルを補正し、補正された妨害レベルを用いて前記軟判定ビットデータを補正し、補正された軟判定ビットデータに対し誤り訂正復号を行なう誤り訂正手段と、を具備することを特徴とするものである。

【 0 0 2 7 】

本願の請求項 4 の発明は、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項の OFDM 受信装置において、前記妨害検出手段は、前記復調手段により得られたパイロット信号の伝送路特性と、前記復調手段内の前記第 1 のメモリ手段に蓄積された一周期前のパイロット信号の伝送路特性と、からパイロット信号の伝送路特性の時間変動量を表す誤差信号を算出し、前記誤差信号を内部に設けた第 2 のメモリ手段を用いて時間軸方向に平均し、平均された誤差信号を前記第 2 のメモリ手段に蓄積しながら時間軸方向に補間し、平均かつ補間された誤差信号から周波数選択性の妨害を表す妨害レベルを算出し、前記妨害レベルを周波数軸方向に補間して出力することを特徴とするものである。

本願の請求項 5 の発明は、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項の OFDM 受信装置において、前記妨害検出手段は、前記復調手段により得られたパイロット信号の伝送路特性と、前記復調手段内の前記第 1 のメモリ手段に蓄積された一周期前のパイロット信号の伝送路特性と、からパイロット信号の伝送路特性の時間変動量を表す誤差信号を算出し、前記誤差信号を内部に設けた第 2 のメモリ手段に蓄積しながら時間軸方向に補間し、補間された誤差信号から周波数選択性の妨害を表す妨害レベルを算出し、前記妨害レベルを周波数軸方向に補間して出力することを特徴とするものである。

【 0 0 2 8 】

本願の請求項 6 の発明は、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項の OFDM 受信装置において、前記妨害検出手段は、前記復調手段により得られたパイロット信号の伝送路特性と、前記復調手段内の前記第 1 のメモリ手段に蓄積された一周期前のパイロット信号の伝送路特性



と、からパイロット信号の伝送路特性の時間変動量を表す誤差信号を算出し、前記誤差信号から周波数選択性の妨害を表す妨害レベルを算出し、前記妨害レベルを内部に設けた第2のメモリ手段を用いて時間軸方向に平均し、平均された妨害レベルを前記第2のメモリ手段に蓄積しながら時間軸方向に補間し、更に周波数軸方向に補間して出力することを特徴とするものである。

本願の請求項7の発明は、請求項1～3のいずれか1項のOFDM受信装置において、前記妨害検出手段は、前記復調手段により得られたパイロット信号の伝送路特性と、前記復調手段内の前記第1のメモリ手段に蓄積された一周期前のパイロット信号の伝送路特性と、からパイロット信号の伝送路特性の時間変動量を表す誤差信号を算出し、前記誤差信号から周波数選択性の妨害を表す妨害レベルを算出し、前記妨害レベルを内部に設けた第2のメモリ手段に蓄積しながら時間軸方向に補間し、更に周波数軸方向に補間して出力することを特徴とするものである。

10

#### 【0029】

本願の請求項8の発明は、請求項1～3のいずれか1項のOFDM受信装置において、前記妨害検出手段は、前記復調手段により得られたパイロット信号の伝送路特性と、前記復調手段内の前記第1のメモリ手段に蓄積された一周期前のパイロット信号の伝送路特性と、からパイロット信号の伝送路特性の時間変動量を表す誤差信号を算出し、前記誤差信号を内部に設けた第2のメモリ手段を用いて時間軸方向に平均し、平均された誤差信号を前記第2のメモリ手段に蓄積しながら時間軸方向に補間し、更に周波数軸方向に補間し、平均かつ補間された誤差信号から周波数選択性の妨害を表す妨害レベルを算出することを特徴とするものである。

20

#### 【0030】

本願の請求項9の発明は、請求項1～3のいずれか1項のOFDM受信装置において、前記妨害検出手段は、前記復調手段により得られたパイロット信号の伝送路特性と、前記復調手段内の前記第1のメモリ手段に蓄積された一周期前のパイロット信号の伝送路特性と、からパイロット信号の伝送路特性の時間変動量を表す誤差信号を算出し、前記誤差信号を内部に設けた第2のメモリ手段に蓄積しながら時間軸方向に補間し、更に周波数軸方向に補間し、補間された誤差信号から周波数選択性の妨害を表す妨害レベルを算出することを特徴とするものである。

30

#### 【0037】

##### 【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態におけるOFDM受信装置について、図面を参照して詳細に説明する。

#### 【0038】

##### (実施の形態1)

図1は本発明の実施の形態1によるOFDM受信装置の全体構成図である。受信アンテナ又はケーブルを通じてOFDM伝送信号がOFDM受信装置に与えられる。この信号は図示しないチューナ部によって選局され、A/D変換部によってデジタル信号に変換され、図中の直交検波部1に入力される。

#### 【0039】

直交検波部1は、入力信号に対し直交検波を行ない、ベースバンドOFDM信号に変換する。FFT部2は直交検波部1からの信号に対し高速フーリエ変換を行ない、時間領域の信号から周波数領域の信号に変換して出力する。このFFT出力はOFDM伝送信号の各キャリアの位相と振幅とを示すものであり、具体的にはI軸方向のレベルとQ軸方向のレベルとを独立に持つ複素信号の形で取り扱われる。

40

#### 【0040】

復調部3は、パイロット発生部31、第1の複素除算部32、第1のメモリ部33、時間軸補間部34、周波数軸補間部35、第2の複素除算部36を含んで構成される。復調部3は入力信号に対し同期検波を行ない、復調された信号を出力する。ここでメモリ部33は、一周期分のパイロット信号の伝送路特性を蓄積するだけの容量を持つ。図2にパイロ

50

ット信号配置の具体例を示す。D 1 はデータキャリアの位置を示し、P 1 はパイロット信号の位置を示す。この例の場合、4 シンボルで一周期となっており、必要なメモリ量は全キャリア数の  $1/3$  である。

【0041】

パイロット発生部 3 1 は、入力信号に周期的に挿入されているパイロット信号に対して、同じタイミングで既知のパイロット信号（基準値）を発生する。複素除算部 3 2 は、入力信号に周期的に挿入されているパイロット信号に対し、パイロット発生部 3 1 で発生された既知のパイロット信号（基準値）による複素除算を行ない、パイロット信号の伝送路特性を推定して出力する。図 2 に示したパイロット信号配置に基づき推定されたパイロット信号の伝送路特性の配置を図 3 に示す。図 3 において、C 1 はパイロット信号の伝送路特性が得られる位置を示し、C 0 の位置では伝送路特性は得られない。

10

【0042】

時間軸補間部 3 4 は、複素除算部 3 2 で得られたパイロット信号の伝送路特性をメモリ部 3 3 に順次蓄積すると共に、各周波数軸上でパイロット信号と同じ位置に存在するキャリアに対して、メモリ部 3 3 に蓄積された同じキャリア位置のパイロット信号の伝送路特性を読み出して適用することにより、時間軸方向に伝送路特性を補間（0 次補間）して出力する。

【0043】

なお、時間軸補間部 3 4 は、複素除算部 3 2 で得られたパイロット信号の伝送路特性をメモリ部 3 3 に順次蓄積すると共に、複素除算部 3 2 で得られたパイロット信号の伝送路特性と、メモリ部 3 3 に蓄積されたちょうど一周期前のパイロット信号の伝送路特性とから、各周波数軸上でパイロット信号と同じ位置に存在するキャリアに対して、直線補間（1 次補間）して出力する構成としてもよい。これにより、伝送路特性の時間変動に追従した精度の高い補間をすることができ、復調性能の向上を図ることができる。

20

【0044】

図 3 に示したパイロット信号の伝送路特性の配置に基づいた時間軸補間処理の概念図を図 4 に示す。図 4 (a) の矢印 TC は時間軸補間を示す。図 4 (b) において、C 1 はパイロット信号の伝送路特性が得られる位置を示し、C 2 は時間軸補間された伝送路特性が得られる位置を示す。C 0 の位置では伝送路特性は得られない。

【0045】

図 1 の周波数軸補間部 3 5 は、時間軸補間部 3 4 で得られた一定キャリア間隔の伝送路特性をフィルタを通すことで周波数軸方向に補間し、全キャリアの伝送路特性を出力する。図 4 (b) に示した時間軸補間結果に基づいた周波数軸補間処理の概念図を図 5 に示す。図 5 (a) の曲線 FC は周波数軸補間を示す。図 5 (b) において、C 1 はパイロット信号の伝送路特性が得られる位置を示し、C 2 は時間軸補間された伝送路特性が得られる位置を示す。また C 3 は周波数補間された伝送路特性が得られる位置を示す。

30

【0046】

図 1 の複素除算部 3 6 は、復調部 3 に入力された各キャリア信号に対し、周波数軸補間部 3 5 により得られたキャリアの伝送路特性による複素除算を行ない、除算結果を復調信号として出力する。

40

【0047】

妨害検出部 4 は、誤差算出部 4 1、第 2 のメモリ部 4 2、時間軸補間部 4 3、妨害算出部 4 4、周波数軸補間部 4 5 を含んで構成される。妨害検出部 4 は復調部 3 において得られたパイロット信号の伝送路特性を用いて、周波数選択性の妨害を検出する。ここでメモリ部 4 2 は一周期分のパイロット信号の誤差信号を蓄積するだけの容量を持つ。

【0048】

誤差算出部 4 1 は、パイロット信号単位での時間変動を表す誤差信号を算出して出力する。即ち、複素除算部 3 2 で得られたパイロット信号の伝送路特性と、メモリ部 3 3 に蓄積されたちょうど一周期前のパイロット信号の伝送路特性との複素減算を行い、減算結果の複素信号の電力を算出することで、複素信号で表される二つの伝送路特性の信号点間距離

50

の二乗を求め、これを誤差信号として出力する。ここで、復調部 3 に必須な構成要素であるメモリ部 3 3 を共有して利用することで、図 1 7 の積分器 1 1 3 b に用いられるような余分なメモリ部を持つことなく誤差信号の算出が行なえる。

【 0 0 4 9 】

なお、誤差算出部 4 1 は、複素除算部 3 2 で得られたパイロット信号の伝送路特性と、メモリ部 3 3 に蓄積されたちょうど一周期前のパイロット信号の伝送路特性との複素減算を行ない、減算結果の複素信号の振幅を算出することで、複素信号で表される二つの伝送路特性の信号点間距離を求め、これを誤差信号として出力する構成としてもよい。

【 0 0 5 0 】

図 3 に示したパイロット信号の伝送路特性の配置に基づき算出された誤差信号の配置を図 6 に示す。図 6 において、E 1 は誤差信号が得られる位置を示し、E 0 の位置では誤差信号は得られない。

10

【 0 0 5 1 】

図 1 の時間軸補間部 4 3 は、誤差算出部 4 1 で得られた誤差信号と、メモリ部 4 2 に蓄積されたちょうど一周期前の誤差信号とから、同じキャリア位置の誤差信号の時間軸方向の平均を算出し、算出結果を新たな誤差信号としてメモリ部 4 2 に順次蓄積すると共に、各周波数軸上でパイロット信号と同じ位置に存在するキャリアに対して、メモリ部 4 2 に蓄積された誤差信号を読み出して適用することにより、時間軸方向に誤差信号を平均かつ補間して出力する。これにより、周波数選択性の妨害を受けているキャリア位置のパイロット信号が、ある時間（シンボル）において基準値のパイロット信号に近くなった場合にも、周波数選択性の妨害の存在を見逃すことなく、妨害の検出精度を向上することができる。

20

【 0 0 5 2 】

なお、時間軸補間部 4 3 は、誤差算出部 4 1 で得られた誤差信号をメモリ部 4 2 に順次蓄積すると共に、周波数軸上でパイロット信号と同じ位置に存在するキャリアに対して、メモリ部 4 2 に蓄積された同じキャリア位置の誤差信号を読み出して適用することにより、時間軸方向に誤差信号を補間（0 次補間）して出力する構成としてもよい。

【 0 0 5 3 】

また、時間軸補間部 4 3 は、誤差算出部 4 1 で得られた誤差信号をメモリ部 4 2 に順次蓄積すると共に、誤差算出部 4 1 で得られた誤差信号と、メモリ部 4 2 に蓄積されたちょうど一周期前の誤差信号とから、周波数軸上でパイロット信号と同じ位置に存在するキャリアに対して、直線補間（1 次補間）して出力する構成としてもよい。

30

【 0 0 5 4 】

図 6 に示した誤差信号の配置に基づいた時間軸補間処理の概念図を図 7 に示す。図 7（a）の矢印 T E は平均算出を含めた時間軸補間を示す。図 7（b）において、E 1 は誤差信号が得られる位置を示し、E 2 は時間軸補間された誤差信号が得られる位置を示す。E 0 の位置では誤差信号は得られない。

【 0 0 5 5 】

図 1 の妨害算出部 4 4 は、時間軸補間部 4 3 で得られた誤差信号を周波数軸方向に平均し、時間軸補間部 4 3 で得られた誤差信号を、誤差信号の周波数軸方向の平均により除算し、除算結果を周波数選択性の妨害を表す妨害レベルとして出力する。

40

【 0 0 5 6 】

なお、妨害算出部 4 4 は、時間軸補間部 4 3 で得られた誤差信号を周波数軸方向に平均し、時間軸補間部 4 3 で得られた誤差信号から、誤差信号の周波数軸方向の平均を減算し、結果を周波数選択性の妨害を表す妨害レベルとして出力する構成としてもよい。

【 0 0 5 7 】

また、妨害算出部 4 4 は、時間軸補間部 4 3 で得られた誤差信号から、所定の定数を減算し、結果を周波数選択性の妨害を表す妨害レベルとして出力する構成としてもよい。

【 0 0 5 8 】

また、妨害算出部 4 4 は、時間軸補間部 4 3 で得られた誤差信号を、所定の定数により除

50

算し、結果を周波数選択性の妨害を表す妨害レベルとして出力する構成としてもよい。

【0059】

また、妨害算出部44は、誤差信号を入力とし、周波数選択性の妨害を表す妨害レベルを出力とする所定の入出力テーブルを具備し、時間軸補間部43で得られた誤差信号を入出力テーブルに与えることにより、妨害レベルを出力する構成としてもよい。

【0060】

また、妨害算出部44は、上記の構成以外にも、時間軸補間部43で得られた誤差信号を基に、いくつかの演算を組み合わせた結果を出力するように構成することも可能である。

【0061】

上記いずれの構成の場合でも、妨害算出部44から出力される妨害レベルは、入力された誤差信号の配置と同一の配置で得られる。図7(b)に示した誤差信号の配置に基づき算出された妨害レベルの配置を図8に示す。図8において、I1は妨害レベルが得られる位置を示し、I0の位置では妨害レベルは得られない。

10

【0062】

図1の周波数軸補間部45は、妨害算出部44で得られた一定キャリア間隔の妨害レベルを、隣接するキャリアにも適用することにより周波数軸方向に補間し、全キャリアの妨害レベルとして出力する。

【0063】

なお、周波数軸補間部45は、妨害算出部44で得られた一定キャリア間隔の妨害レベルを、周波数軸方向に直線補間(1次補間)し、全キャリアの妨害レベルとして出力する構成としてもよい。

20

【0064】

また、周波数軸補間部45は、妨害算出部44で得られた一定キャリア間隔の妨害レベルを、フィルタを通すことで周波数軸方向に補間し、全キャリアの妨害レベルとして出力する構成としてもよい。

【0065】

図8に示した妨害レベルの配置に基づいた周波数軸補間処理の概念図を図9に示す。図9(a)の矢印FIは周波数軸補間を示す。図9(b)において、I1は妨害レベルが得られる位置を示し、I2は周波数軸補間された妨害レベルが得られる位置を示す。

【0066】

30

なお、上記構成において妨害検出部4は、誤差算出結果を時間軸補間し、妨害算出結果を周波数軸補間しているが、誤差算出結果を時間軸補間し、さらに周波数軸補間した上で妨害レベルを算出する構成としてもよい。また、誤差算出結果から妨害レベルを算出し、妨害算出結果を時間軸補間し、さらに周波数軸補間する構成としてもよい。

【0067】

次に図1の誤り訂正部5は、軟判定部51、軟判定補正部52、誤り訂正復号部53を含んで構成される。誤り訂正部5は復調部3で得られた復調信号に対し、妨害検出部4で得られた妨害レベルに基づいて補正を施し、誤り訂正復号を行なう。ここで、復調部3で得られた復調信号は、送信装置及び受信装置や伝送路上での様々な妨害により誤りを含んでいる。誤り訂正部5では、復調部3で得られた復調信号を、変調処理において用いた本来の情報信号に対応する軟判定情報信号へと変換し、その軟判定情報信号と、本来の情報信号(受信装置においては既知である情報信号)との距離などを用いて、受信信号の確からしさを表現する。そして誤り訂正部5は、その累積により情報信号の系列を推定する軟判定復号法と呼ばれる方式を用いて誤り訂正復号を行なう。

40

【0068】

軟判定復号法の例を図10に示す。本来の情報信号0と1に対して、その中間及び周辺に段階的に位置する軟判定情報信号が存在する。そして入力された復調信号は、0と1を含む軟判定情報信号のうち、最も近傍に位置する信号に変換される。ここで変換された軟判定情報信号は、本来の情報信号の0か1に近いほど、復号される情報信号の信頼性が高いと言える。また、本来の情報信号0と1の中央、即ち0.5に近いほど、復号される情報

50

信号の信頼性が低いと言える。

【0069】

図1の軟判定部51は、復調部3で得られた復調信号を前述の手法により軟判定情報信号へと変換する。軟判定補正部52は、妨害検出部4で得られた妨害レベルを用いて、軟判定部51で得られた軟判定情報信号を補正する。具体的には、妨害レベルの大きさに応じて、軟判定情報信号の信頼性をより低くする変換、即ち本来の情報信号の0と1の中央により近い軟判定情報信号への変換を行なう。誤り訂正復号部53は、軟判定補正部52で補正された軟判定情報信号に対して誤り訂正復号を行なう。

【0070】

以上の構成により、OFDM伝送信号を受信して送信データを復調するOFDM受信装置において、周波数選択性の妨害を受けた場合にもその妨害を検出し、復調性能や誤り訂正能力などの特性を向上させる効果が得られる。またその効果を得るために、復調部に必須のメモリを共有して誤差検出を行なうなど、余分なメモリ量を必要としない構成にすることができ、総メモリ量の削減が実現される。

【0071】

(実施の形態2)

次に本発明の実施の形態2におけるOFDM受信装置について説明する。図11は本実施の形態によるOFDM受信装置の全体構成図である。ここでは、受信するOFDM伝送信号は、夫々のキャリアが所定数のビットデータからなる情報信号によって多値変調されているものとする。尚、実施の形態1におけるOFDM受信装置と同一の信号処理を行う構成要素については、図1と同一の符号を付し、それらの説明を省略する。

【0072】

このOFDM受信装置は、直交検波部1、FFT部2、復調部3、妨害検出部4A、誤り訂正部5Aを含んで構成される。妨害検出部4Aは、FFT部2で得られた出力信号から周波数選択性の妨害を検出し、妨害レベルを出力する。復調部3は実施の形態1のものと同一構成である。

【0073】

なお、妨害検出部4Aは、図13に示すように復調部3で得られた復調信号から周波数選択性の妨害を検出し、妨害レベルを出力する構成としてもよい。

【0074】

誤り訂正部5Aは、図12に示すように、軟判定部51A、軟判定補正部52A1, 52A2, ... 52An、誤り訂正復号部53A、レベル補正部54A1, 54A2, ... 54Anを含んで構成される。

【0075】

誤り訂正部5Aは、復調部3で得られた復調信号を、キャリア変調方式に応じた所定数の軟判定ビットデータからなる軟判定情報信号に変換し、軟判定情報信号の夫々の軟判定ビットデータごとに、妨害検出部4Aで得られた妨害レベルを補正し、補正された妨害レベルを用いて軟判定ビットデータを補正し、誤り訂正復号を行なう。

【0076】

軟判定部51Aは、復調部3で得られた復調信号を、キャリア変調方式に対応した所定数(nとする)の軟判定ビットデータからなる軟判定情報信号へと変換する。

【0077】

レベル補正部54A1~54Anは、軟判定情報信号の夫々の軟判定ビットデータごとに、妨害検出部4Aで得られた妨害レベルを補正する。ここで、レベル補正の内容は、夫々の軟判定ビットデータごとに異なるものとしてもよく、また、一部または全部の軟判定ビットデータにおいて共通のものとしてもよい。

【0078】

軟判定補正部52A1~52Anは、レベル補正部54A1~54Anで夫々補正された妨害レベルを用いて、軟判定部51Aで得られた軟判定ビットデータを補正する。具体的には、妨害レベルの大きさに応じて、軟判定ビットデータの信頼性をより低くする変換、

10

20

30

40

50

即ち本来のビットデータ 0 と 1 の中央により近い軟判定ビットデータへの変換を行なう。

【 0 0 7 9 】

誤り訂正復号部 5 3 A は、軟判定補正部 5 2 A 1 ~ 5 2 A n で補正された軟判定ビットデータに対して誤り訂正復号を行なう。

【 0 0 8 0 】

なお、OFDM 伝送信号の各キャリアが所定数のビットデータからなる情報信号によって多値変調され、かつその情報信号が伝送誤りに対する耐性の異なるビットデータを含んでいるとき、誤り訂正部 5 A は次のような信号処理を行う。即ち、誤り訂正部 5 A は復調部 3 で得られた復調信号を、キャリア変調方式に応じた所定数の軟判定ビットデータからなる軟判定情報信号に変換し、軟判定情報信号の夫々の軟判定ビットデータごとに、その軟判定ビットデータの伝送誤りに対する耐性が小さい場合には妨害レベルを大きくし、その軟判定ビットデータの伝送誤りに対する耐性が大きい場合には妨害レベルを小さくするように、妨害検出部 4 A で得られた妨害レベルを補正する。そして補正された妨害レベルを用いて軟判定ビットデータを補正し、誤り訂正を行なう構成としてもよい。これにより、周波数選択性の妨害が軟判定情報信号の確からしさに与える影響の度合を、伝送誤りに対する耐性が異なる軟判定ビットデータごとに設定でき、全体の誤り訂正能力を向上することができる。

10

【 0 0 8 1 】

多値変調方式の例として、6 4 Q A M のマッピング位相図を図 1 4 に示す。一般に、隣接するマッピング信号点間では全て情報信号が 1 ビットしか異ならないようにしたものがグレイ符号配置である。I 軸は  $b_0$  ,  $b_2$  ,  $b_4$  に対応したレベルを示し、Q 軸は  $b_1$  ,  $b_3$  ,  $b_5$  に対応したレベルを示す。このグレイ符号配置は符号誤り率の観点から優れており、図 1 4 に示す例でもそのようになっている。この場合のキャリア変調に用いる情報信号は 6 ビットであり、伝送誤りに対する耐性は上位 2 ビット ( $b_0$ 、 $b_1$ ) が最も大きく、下位 2 ビット ( $b_4$ 、 $b_5$ ) が最も小さく、中位 2 ビット ( $b_2$ 、 $b_3$ ) がその中間となっている。

20

【 0 0 8 2 】

図 1 5 は、キャリア変調方式として 6 4 Q A M を用いた場合の誤り訂正部 5 A の構成図である。この誤り訂正部 5 A は、伝送誤りに対する耐性が三段階に異なる軟判定ビットデータに対して、レベル補正部 5 4 A 1 ~ 5 4 A 3 を具備することにより、夫々に異なる妨害レベルを適用して誤り訂正を行なう。

30

【 0 0 8 3 】

図 1 5 の軟判定部 5 1 A は、復調部 3 で得られた復調信号をキャリア変調方式に対応した所定数 ( 6 4 Q A M の場合は 6 ) の軟判定ビットデータからなる軟判定情報信号へと変換する。レベル補正部 5 4 A 1 ~ 5 4 A 3 は、伝送誤りに対する耐性の異なる夫々の軟判定ビットデータごとに、妨害検出部 4 A で得られた妨害レベルを補正する。伝送誤りに対する耐性の最も大きい軟判定ビットデータ ( $b_0$ 、 $b_1$ ) に対しては、妨害レベルを小さくする補正を行なう。また、伝送誤りに対する耐性の最も小さい軟判定ビットデータ ( $b_4$ 、 $b_5$ ) に対しては、妨害レベルを大きくする補正を行なう。また、伝送誤りに対する耐性が中間的である軟判定ビットデータ ( $b_2$ 、 $b_3$ ) に対しては、妨害レベルに対する補正を行わず、入力された妨害レベルをそのまま出力するものとする。

40

【 0 0 8 4 】

軟判定補正部 5 2 A 1 ~ 5 2 A 3 は、レベル補正部 5 4 A 1 ~ 5 4 A 3 で夫々補正された妨害レベルを用いて、軟判定部 5 1 A で得られた軟判定ビットデータを補正する。誤り訂正復号部 5 3 A は、軟判定補正部 5 2 A 1 ~ 5 2 A 3 で補正された軟判定ビットデータに対して誤り訂正復号を行なう。

【 0 0 8 5 】

以上の構成により、OFDM 伝送信号を受信して復調する OFDM 受信装置において、周波数選択性の妨害を検出した場合に、伝送誤りに対する耐性の異なる情報信号を含む多値のキャリア変調方式に対して効果的に誤り訂正を施して、復調性能や誤り訂正能力などの

50

特性を向上させる効果が得られる。

【 0 0 8 6 】

なお、本発明の実施の形態 1 と実施の形態 2 とは原理的に排他的なものではなく、その両方を組み合わせて実施することも勿論可能である。

【 0 0 8 7 】

さらに、本実施の形態で述べた伝送方式（送受信装置構成）においては、対応する OFDM 変調装置内での誤り訂正符号化処理には、ある種の畳込み符号化器が用いられ、それに伴って誤り訂正復号処理にはビタビ復号が使用されることが想定される。またその場合、誤り訂正符号化後のビットデータ、又は変調処理後のキャリア信号、又はその両方に対してインターリーブ処理（受信装置側ではデインターリーブ処理）を施すことにより、誤り訂正能力を向上することが可能である。そのようなインターリーブ（デインターリーブ）処理のブロックは、本実施の形態の構成図に記載されていないが、それらのブロックを含む構成とすることも勿論可能である。

10

【 0 0 8 8 】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、OFDM 伝送信号を受信して復調する OFDM 受信装置において、周波数選択性の妨害を受けた場合にもそれを検出し、伝送誤りに対する耐性の異なる情報信号を含む多値のキャリア変調方式に対して効果的に誤り訂正を施して、復調性能や誤り訂正能力などの特性を向上させる効果が得られる。またその効果を得るために余分なメモリ量を極力必要としない構成を実現できる。

20

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施の形態 1 における OFDM 受信装置の全体構成を示すブロック図である。

【図 2】パイロット信号の配置を示す説明図である。

【図 3】パイロット信号の伝送路特性が得られる配置図である。

【図 4】パイロット信号の時間軸補間の概念を示す説明図である。

【図 5】パイロット信号の周波数軸補間の概念を示す説明図である。

【図 6】実施の形態 1 の誤差算出部から出力される誤差信号の配置図である。

【図 7】誤差信号の時間軸補間の概念を示す説明図である。

【図 8】実施の形態 1 の妨害算出部から出力される妨害レベルの配置図である。

30

【図 9】妨害レベルの周波数軸補間の概念を示す説明図である。

【図 10】軟判定復号法の概念を示す説明図である。

【図 11】本発明の実施の形態 2（その 1）における OFDM 受信装置の全体構成を示すブロック図である。

【図 12】実施の形態 2 の OFDM 受信装置に用いられる誤り訂正部の構成図である。

【図 13】本発明の実施の形態 2（その 2）における OFDM 受信装置の全体構成を示すブロック図である。

【図 14】64QAM 変調方式におけるマッピング位相図である。

【図 15】64QAM 変調方式を用いた場合の誤り訂正部の構成を示すブロック図である。

40

【図 16】従来の技術 1 における OFDM 受信装置の全体構成図である。

【図 17】従来の技術 1 の OFDM 受信装置に設けられた妨害検出部の構成図である。

【図 18】従来の技術 2 における OFDM 受信装置の全体構成図である。

【図 19】従来の技術 2 の OFDM 受信装置に設けられた妨害検出部の構成図である。

【符号の説明】

1 直交検波部

2 FFT 部

3 復調部

4, 4A 妨害検出部

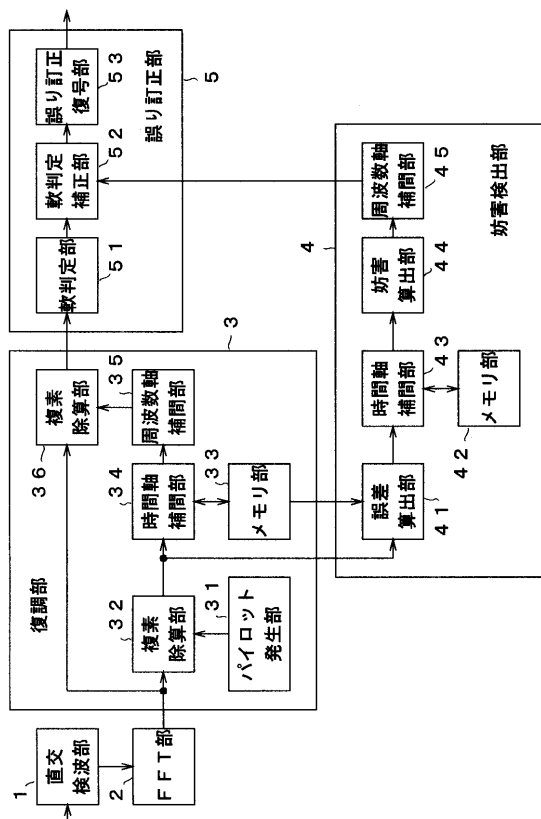
5, 5A 誤り訂正部

50

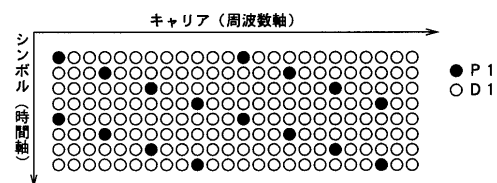
- |                         |          |
|-------------------------|----------|
| 3 1                     | パイロット発生部 |
| 3 2                     | 複素除算部    |
| 3 3                     | メモリ部     |
| 3 4                     | 時間軸補間部   |
| 3 5                     | 周波数軸補間部  |
| 3 6                     | 複素除算部    |
| 4 1                     | 誤差算出部    |
| 4 2                     | メモリ部     |
| 4 3                     | 時間軸補間部   |
| 4 4                     | 妨害算出部    |
| 4 5                     | 周波数軸補間部  |
| 5 1 , 5 1 A             | 軟判定部     |
| 5 2 , 5 2 A 1 ~ 5 2 A n | 軟判定補正部   |
| 5 3 , 5 3 A             | 誤り訂正復号部  |
| 5 4 A 1 ~ 5 4 A n       | レベル補正部   |

10

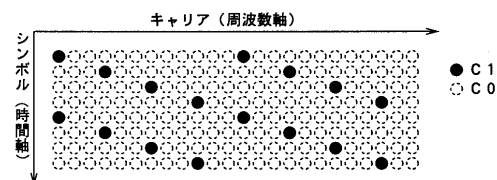
【 図 1 】



【圖 2】

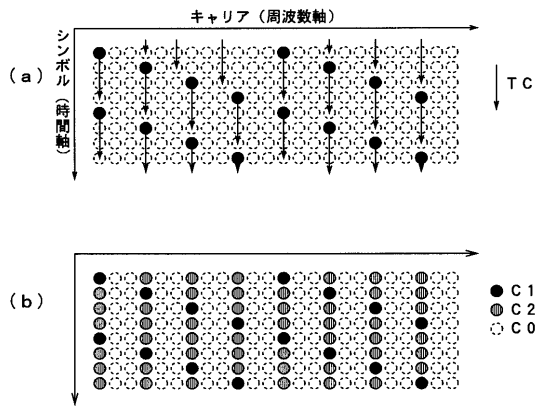


【 図 3 】

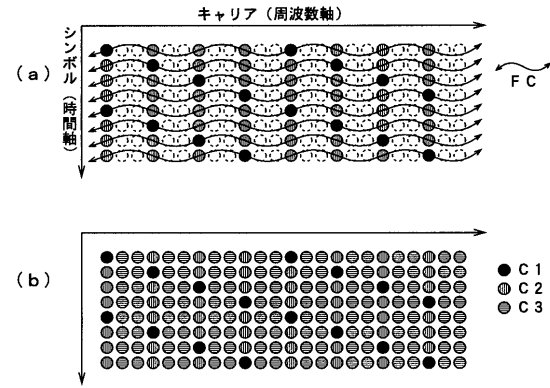




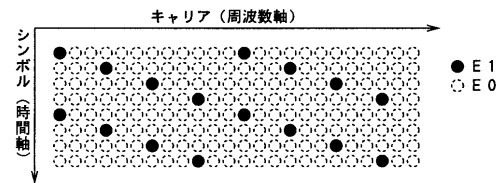
【図 4】



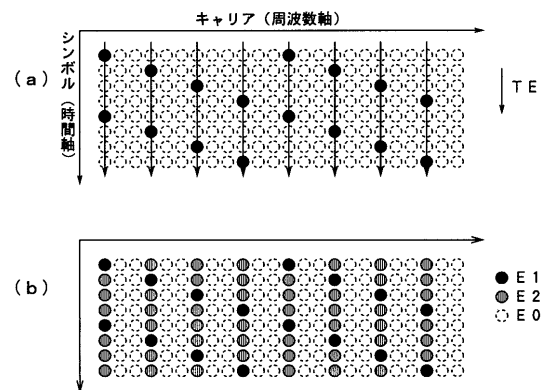
【図 5】



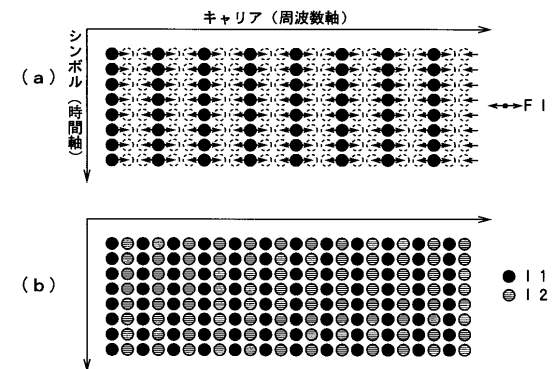
【図 6】



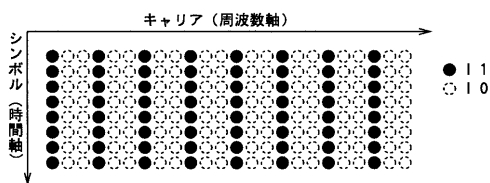
【図 7】



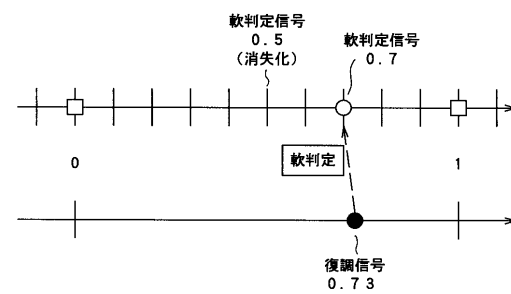
【図 9】



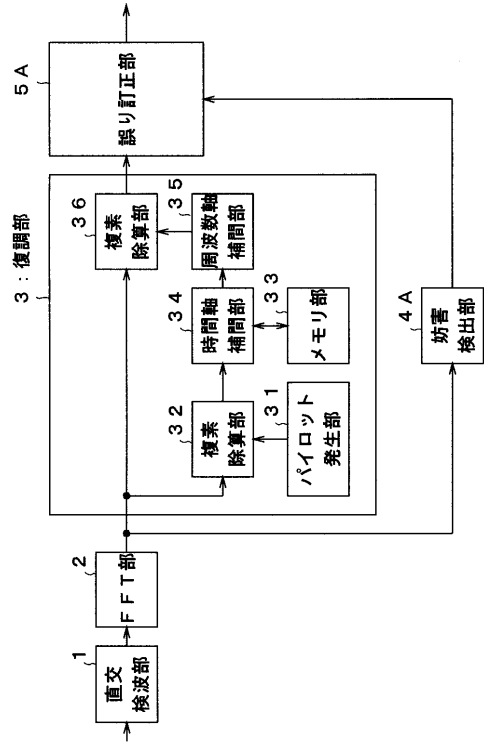
【図 8】



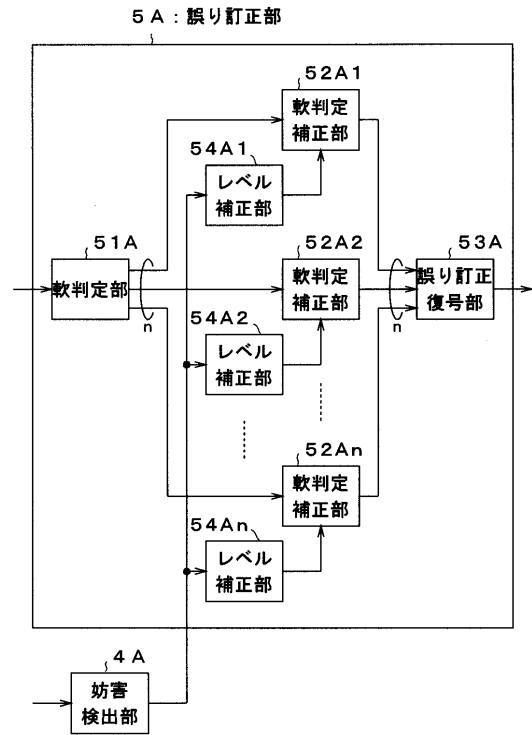
【図 10】



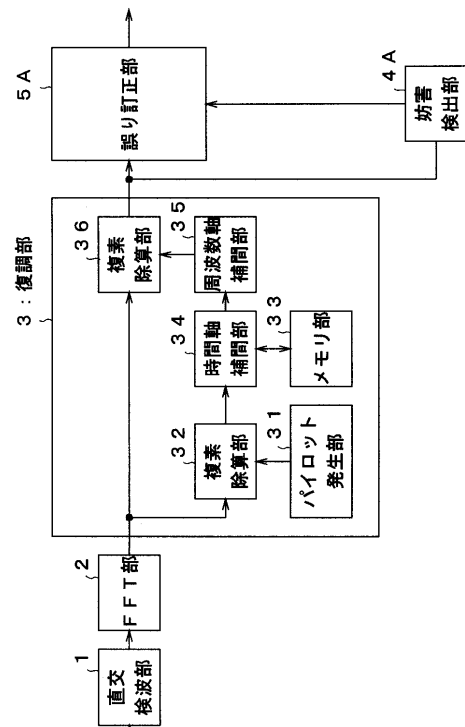
【図 1 1】



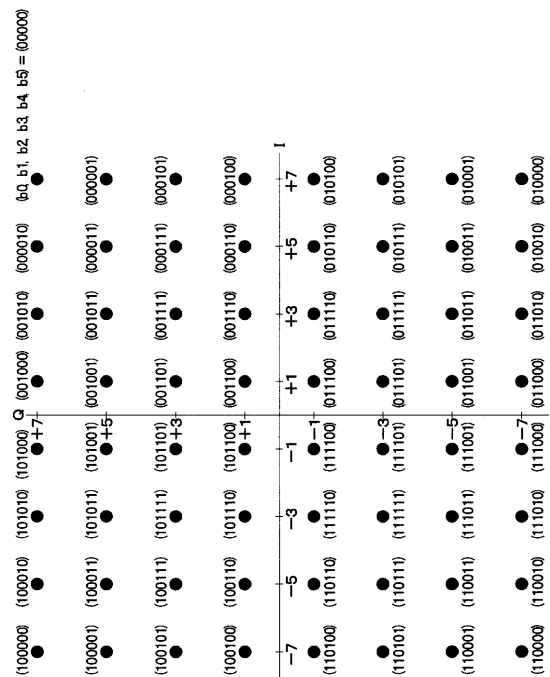
【図 1 2】



【図 1 3】

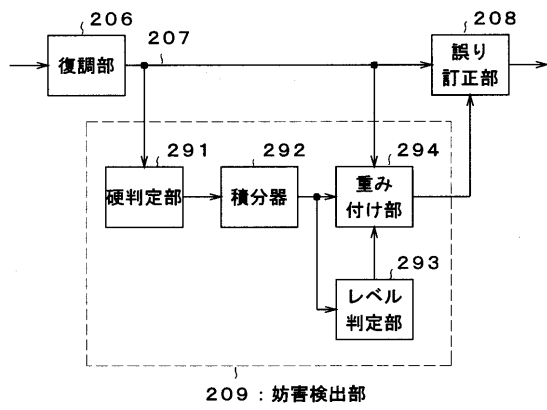


【図 1 4】





【図 19】



---

フロントページの続き

審査官 橘 均憲

- (56)参考文献 特開平 1 1 - 3 4 6 2 0 5 ( J P , A )  
特開平 1 1 - 2 5 2 0 4 0 ( J P , A )  
特開 2 0 0 0 - 2 4 4 4 4 2 ( J P , A )  
特開 2 0 0 0 - 0 1 3 3 5 3 ( J P , A )  
特開平 1 0 - 0 7 5 2 2 6 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H04J 11/00  
H03M 13/45  
H04B 1/10  
H04L 1/00  
IEEE Xplore  
CiNii