

(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2014-187683

(P2014-187683A)

(43) 公開日 平成26年10月2日(2014.10.2)

(51) Int.Cl.  
H04J 11/00 (2006.01)

F I  
H04J 11/00 Z

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2013-181762 (P2013-181762)  
 (22) 出願日 平成25年9月3日(2013.9.3)  
 (31) 優先権主張番号 特願2013-31490 (P2013-31490)  
 (32) 優先日 平成25年2月20日(2013.2.20)  
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(71) 出願人 00004352  
 日本放送協会  
 東京都渋谷区神南2丁目2番1号  
 (74) 代理人 100121119  
 弁理士 花村 泰伸  
 (72) 発明者 本田 円香  
 東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日  
 本放送協会放送技術研究所内  
 (72) 発明者 岡野 正寛  
 東京都渋谷区神南2丁目2番1号 日本放  
 送協会放送センター内  
 (72) 発明者 高田 政幸  
 東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日  
 本放送協会放送技術研究所内

最終頁に続く

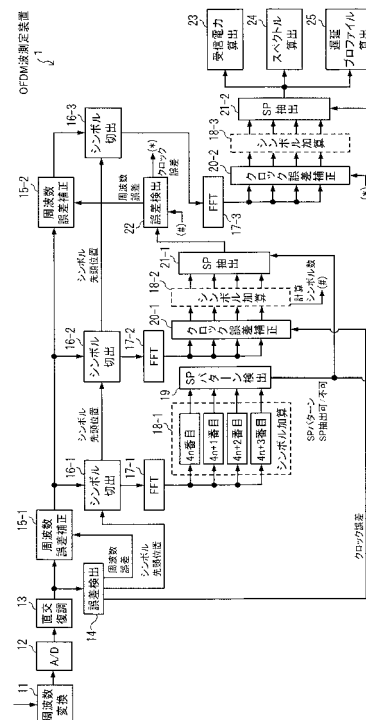
(54) 【発明の名称】 OFDM波測定装置及びプログラム

(57) 【要約】

【課題】 信号電力が低レベルの場合であっても、精度の高い周波数誤差及びクロック誤差を算出し、OFDM波の信号を精度高く測定する。

【解決手段】 シンボル加算部18-2は、4グループのキャリアシンボルの同期加算を行うと共に、同期加算の回数を示す計算シンボル数をカウントする。SP抽出部21-1は、4グループのキャリアシンボルの同期加算結果から、SPパターン検出部19により検出されたSPパターンに基づいて、SP信号及びCP信号を抽出する。誤差検出部22は、SP抽出部21-1により抽出されたSP信号及びCP信号のうち、最も周波数の低い左端SP信号及び最も周波数の高い右端CP信号を観測し、所定の計算シンボル数以上になった段階で、これらのSP信号及びCP信号について時間軸上で偏角を算出し、周波数誤差及びクロック誤差を検出する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

パイロット信号を含む OFDM 波を受信し、前記パイロット信号を抽出して前記 OFDM 波の信号を測定する OFDM 波測定装置において、

前記受信した OFDM 波の信号を直交復調し、ベースバンド信号を生成する直交復調部と、

前記直交復調部により生成されたベースバンド信号に対し、時間軸上にて所定数のシンボル単位で加算を行い、ガード相関によりシンボル先頭位置、周波数誤差及びクロック誤差を検出する第 1 の誤差検出部と、

前記直交復調部により生成されたベースバンド信号に対し、前記第 1 の誤差検出部により検出された周波数誤差を補正する第 1 の周波数誤差補正部と、

前記第 1 の周波数誤差補正部により周波数誤差が補正されたベースバンド信号に対し、前記第 1 の誤差検出部により検出されたシンボル先頭位置に基づいて、GI を除去し有効シンボルを切り出す第 1 のシンボル切出部と、

前記第 1 のシンボル切出部により切り出された有効シンボルを FFT し、キャリアシンボルを生成する第 1 の FFT 部と、

前記第 1 の FFT 部により生成されたキャリアシンボルを、所定番目のシンボル毎に同期加算し、同期加算結果を生成する第 1 のシンボル加算部と、

前記第 1 のシンボル加算部により生成された同期加算結果と、予め設定された複数のパターンとの間の相関値を算出し、前記相関値が最大となるパターンを検出するパターン検出部と、

前記第 1 の FFT 部により生成されたキャリアシンボルに対し、前記第 1 の誤差検出部により検出されたクロック誤差を補正する第 1 のクロック誤差補正部と、

前記第 1 のクロック誤差補正部によりクロック誤差が補正されたキャリアシンボルを、所定番目のシンボル毎に同期加算し、同期加算結果を生成する第 2 のシンボル加算部と、

前記パターン検出部により検出されたパターンに基づいて、前記第 2 のシンボル加算部により生成された同期加算結果のキャリアシンボルからパイロット信号を抽出する第 1 のパイロット抽出部と、

前記第 1 のパイロット抽出部により抽出されたパイロット信号の偏角を算出し、前記偏角の変化量に基づいて、周波数誤差及びクロック誤差を検出する第 2 の誤差検出部と、

前記第 1 の周波数誤差補正部により周波数誤差が補正されたベースバンド信号に対し、前記第 2 の誤差検出部により検出された周波数誤差を補正する第 2 の周波数誤差補正部と

、  
前記第 2 の周波数誤差補正部により周波数誤差が補正されたベースバンド信号に対し、前記第 1 の誤差検出部により検出されたシンボル先頭位置に基づいて、GI を除去し有効シンボルを切り出す第 2 のシンボル切出部と、

前記第 2 のシンボル切出部により切り出された有効シンボルを FFT し、キャリアシンボルを生成する第 2 の FFT 部と、

前記第 2 の FFT 部により生成されたキャリアシンボルに対し、前記第 2 の誤差検出部により検出されたクロック誤差を補正する第 2 のクロック誤差補正部と、

前記第 2 のクロック誤差補正部によりクロック誤差が補正されたキャリアシンボルを、所定番目のシンボル毎に同期加算し、同期加算結果を生成する第 3 のシンボル加算部と、

前記パターン検出部により検出されたパターンに基づいて、前記第 3 のシンボル加算部により生成された同期加算結果のキャリアシンボルからパイロット信号を抽出する第 2 のパイロット抽出部と、を備え、

前記第 2 のパイロット抽出部により抽出されたパイロット信号に基づいて、前記 OFDM 波の信号を測定する、ことを特徴とする OFDM 波測定装置。

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載の OFDM 波測定装置において、

前記第 2 のシンボル加算部は、

10

20

30

40

50

さらに、前記シンボル毎に同期加算した回数を計算シンボル数としてカウントし、  
前記第 2 の誤差検出部は、

前記第 2 のシンボル加算部によりカウントされた計算シンボル数に基づいて、所定の第 1 のシンボル番目、及び前記第 1 のシンボル番目よりも大きい所定の第 2 のシンボル番目を判定し、前記第 1 のシンボル番目及び前記第 2 のシンボル番目における、前記第 1 のパイロット抽出部により抽出されたパイロット信号に基づいて、前記パイロット信号の偏角を算出し、前記偏角の時間軸上の変化量に基づいて、周波数誤差及びクロック誤差を検出する、ことを特徴とする OFDM 波測定装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の OFDM 波測定装置において、

10

前記第 2 の誤差検出部は、

前記第 1 のパイロット抽出部により抽出されたパイロット信号のうち、所定の異なる周波数位置に配置された複数のパイロット信号に基づいて、前記複数のパイロット信号のそれぞれについて、1 シンボルあたりの偏角の変化量を算出し、前記偏角の変化量を前記パイロット信号の中心周波数のずれ量に変換し、前記複数のパイロット信号におけるそれぞれの中心周波数のずれ量を用いて、周波数誤差及びクロック誤差を検出する、ことを特徴とする OFDM 波測定装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の OFDM 波測定装置において、

前記複数のパイロット信号を、最も周波数の低い SP 信号及び最も周波数の高い CP 信号とする、ことを特徴とする OFDM 波測定装置。

20

【請求項 5】

請求項 1 または 2 に記載の OFDM 波測定装置において、

前記第 2 の誤差検出部は、

前記第 1 のパイロット抽出部により抽出されたパイロット信号のうち、周波数軸上の複数の所定範囲内のそれぞれにおいて最も振幅値の高いパイロット信号を選択し、前記選択した複数のパイロット信号に基づいて、前記複数のパイロット信号のそれぞれについて 1 シンボルあたりの偏角の変化量を算出し、前記偏角の変化量を前記パイロット信号の中心周波数のずれ量に変換し、前記複数のパイロット信号におけるそれぞれの中心周波数のずれ量を用いて、周波数誤差及びクロック誤差を検出する、ことを特徴とする OFDM 波測定装置。

30

【請求項 6】

請求項 5 に記載の OFDM 波測定装置において、

前記周波数軸上の複数の所定範囲を、最も周波数の低い SP 信号を含む範囲、及び最も周波数の高い CP 信号を含む範囲とする、ことを特徴とする OFDM 波測定装置。

【請求項 7】

パイロット信号を含む OFDM 波の信号から前記パイロット信号を抽出し、前記 OFDM 波の信号を測定するコンピュータに、

前記 OFDM 波の信号を直交復調し、ベースバンド信号を生成する直交復調部の機能と

40

前記直交復調部により生成されたベースバンド信号に対し、時間軸上にて所定数のシンボル単位で加算を行い、ガード相関によりシンボル先頭位置、周波数誤差及びクロック誤差を検出する第 1 の誤差検出部の機能と、

前記直交復調部により生成されたベースバンド信号に対し、前記第 1 の誤差検出部により検出された周波数誤差を補正する第 1 の周波数誤差補正部の機能と、

前記第 1 の周波数誤差補正部により周波数誤差が補正されたベースバンド信号に対し、前記第 1 の誤差検出部により検出されたシンボル先頭位置に基づいて、GI を除去し有効シンボルを切り出す第 1 のシンボル切出部の機能と、

前記第 1 のシンボル切出部により切り出された有効シンボルを FFT し、キャリアシンボルを生成する第 1 の FFT 部の機能と、

50

前記第 1 の F F T 部により生成されたキャリアシンボルを、所定番目のシンボル毎に同期加算し、同期加算結果を生成する第 1 のシンボル加算部の機能と、

前記第 1 のシンボル加算部により生成された同期加算結果と、予め設定された複数のパターンとの間の相関値を算出し、前記相関値が最大となるパターンを検出するパターン検出部の機能と、

前記第 1 の F F T 部により生成されたキャリアシンボルに対し、前記第 1 の誤差検出部により検出されたクロック誤差を補正する第 1 のクロック誤差補正部の機能と、

前記第 1 のクロック誤差補正部によりクロック誤差が補正されたキャリアシンボルを、所定番目のシンボル毎に同期加算し、同期加算結果を生成する第 2 のシンボル加算部の機能と、

前記パターン検出部により検出されたパターンに基づいて、前記第 2 のシンボル加算部により生成された同期加算結果のキャリアシンボルからパイロット信号を抽出する第 1 のパイロット抽出部の機能と、

前記第 1 のパイロット抽出部により抽出されたパイロット信号の偏角を算出し、前記偏角の変化量に基づいて、周波数誤差及びクロック誤差を検出する第 2 の誤差検出部の機能と、

前記第 1 の周波数誤差補正部により周波数誤差が補正されたベースバンド信号に対し、前記第 2 の誤差検出部により検出された周波数誤差を補正する第 2 の周波数誤差補正部の機能と、

前記第 2 の周波数誤差補正部により周波数誤差が補正されたベースバンド信号に対し、前記第 1 の誤差検出部により検出されたシンボル先頭位置に基づいて、G I を除去し有効シンボルを切り出す第 2 のシンボル切出部の機能と、

前記第 2 のシンボル切出部により切り出された有効シンボルを F F T し、キャリアシンボルを生成する第 2 の F F T 部の機能と、

前記第 2 の F F T 部により生成されたキャリアシンボルに対し、前記第 2 の誤差検出部により検出されたクロック誤差を補正する第 2 のクロック誤差補正部の機能と、

前記第 2 のクロック誤差補正部によりクロック誤差が補正されたキャリアシンボルを、所定番目のシンボル毎に同期加算し、同期加算結果を生成する第 3 のシンボル加算部の機能と、

前記パターン検出部により検出されたパターンに基づいて、前記第 3 のシンボル加算部により生成された同期加算結果のキャリアシンボルからパイロット信号を抽出する第 2 のパイロット抽出部の機能と、

を実現させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、地上デジタル放送、地上デジタル音声放送、マルチメディア放送等の信号を検出及び測定する技術に関し、特に、パイロット信号を含む O F D M (Orthogonal Frequency Division Multiplexing: 直交周波数分割多重) 信号の受信電力等を測定する O F D M 波測定装置及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、地上デジタル放送、地上デジタル音声放送、マルチメディア放送等の分野において、O F D M 信号からパイロット信号を抽出し、受信電力、スペクトル、遅延プロファイル等を測定する装置が知られている。例えば、特許文献 1 には、受信した O F D M 信号から伝送モード及び G I (Guard Interval: ガードインターバル) を検出し、ローカル周波数補正及びサンプリング周波数補正を行い、フレーム同期を捕捉することなくパイロット信号を抽出し、遅延プロファイルを算出する O F D M 信号解析装置が記載されている。また、特許文献 2 には、受信した O F D M 信号から S P (Scattered Pilot: スキャッタードパイロット) 信号を抽出し、S P 信号に基づいて従来よりも多数の F F T 点数によって

10

20

30

40

50

遅延プロファイルを算出する遅延プロファイル測定装置が記載されている。

【0003】

一方、ホワイトスペースを活用したサービス及びシステムの制度化が進められ、そのビジネス展開を促進するための研究開発も積極的に行われている。ホワイトスペースは、特定の電波利用サービスに割り当てられている周波数領域のうち、地理的及び時間的に使用されていない周波数領域の電波をいう。このホワイトスペースを活用するサービス等において、ホワイトスペース利用局から放送波への干渉許容レベルは、熱雑音以下である必要があり、例えば干渉許容レベルが  $I$  (Interference) /  $N$  (Noise) = -10 dB のように、熱雑音以下の低レベルの信号を測定する技術が求められる。

【0004】

そこで、熱雑音以下の低レベルの信号を測定する装置として、特許文献3のOFDM波測定装置が知られている。このOFDM波測定装置は、時間軸上にて所定数のシンボル単位でループフィルタ処理または移動平均処理を行った後に、ガードインターバル相関によって有効シンボルの位置を検出し、その後、FFT (Fast Fourier Transform: 高速フーリエ変換) を行って得られたキャリアシンボルを所定番目のシンボル毎に同期加算することにより、パイロット信号を抽出し、受信電力等を算出するものである。一方で、このOFDM波測定装置では、時間軸上にてループフィルタ処理または移動平均処理及び同期加算処理を行うため、送受信機間のクロック誤差または周波数誤差が存在する場合には、受信電力等を精度良く算出することができない。そこで、特許文献3には、粗い補正としてガードインターバル相関の値からクロック誤差を算出すると共に、さらに精度を上げるため、同期加算後のSP信号の電力が時間軸上でピーク値となる計算シンボル数から周波数誤差を換算する表または計算式を用いて、受信電力等を算出する例が示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2002-335226号公報

【特許文献2】特開2007-28367号公報

【特許文献3】特開2012-253553号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

前述の特許文献3には、時間軸上でシンボル単位の加算を行いガードインターバル相関の値からクロック誤差及び周波数誤差を算出し、さらに、周波数軸上でSP信号の電力がピーク値となる計算シンボル数から周波数誤差を算出する手法が示されている。この手法では、周波数誤差の絶対値が算出されるが、周波数誤差の方向(正負)については判定されない。

【0007】

周波数誤差の方向を判定するためには、周波数誤差を正方向または負方向へ反映した場合のSP信号電力がピーク値となる計算シンボル数をそれぞれ算出し、ピーク値となる計算シンボル数が大きい方向を周波数誤差の方向として判定する。

【0008】

しかしながら、この周波数誤差の方向を判定する手法では、計算量が多くなり処理負荷が高くなるという問題がある。このため、正負の方向を含む精度の高い周波数誤差を、少ない計算量及び低負荷にて算出できることが所望されていた。

【0009】

また、前述の特許文献3には、周波数軸上でSP信号の電力がピーク値となる計算シンボル数から周波数誤差を算出し、周波数誤差の絶対値と受信電力を換算する表等により受信電力等を求める手法も示されている。この手法では、周波数誤差の方向を判定する必要はない。

【0010】

10

20

30

40

50

また、クロック誤差は、時間軸上でシンボル単位の加算を行いガードインターバル相関の値を用いて算出できるが、信号電力が低レベルの場合はその精度が不十分であるという問題がある。

【0011】

このように、従来のOFDM波測定装置では、算出される周波数誤差及びクロック誤差の精度が不十分であることから、周波数誤差及びクロック誤差の検出精度を向上させることにより、OFDM波の信号を一層精度高く測定することが所望されていた。

【0012】

そこで、本発明は前記課題を解決するためになされたものであり、その目的は、信号電力が低レベルの場合であっても、精度の高い周波数誤差及びクロック誤差を算出し、OFDM波の信号を精度高く測定可能なOFDM波測定装置及びプログラムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0013】

前記目的を達成するために、本発明によるOFDM波測定装置は、パイロット信号を含むOFDM波を受信し、前記パイロット信号を抽出して前記OFDM波の信号を測定するOFDM波測定装置において、前記受信したOFDM波の信号を直交復調し、ベースバンド信号を生成する直交復調部と、前記直交復調部により生成されたベースバンド信号に対し、時間軸上にて所定数のシンボル単位で加算を行い、ガード相関によりシンボル先頭位置、周波数誤差及びクロック誤差を検出する第1の誤差検出部と、前記直交復調部により生成されたベースバンド信号に対し、前記第1の誤差検出部により検出された周波数誤差を補正する第1の周波数誤差補正部と、前記第1の周波数誤差補正部により周波数誤差が補正されたベースバンド信号に対し、前記第1の誤差検出部により検出されたシンボル先頭位置に基づいて、GIを除去し有効シンボルを切り出す第1のシンボル切出部と、前記第1のシンボル切出部により切り出された有効シンボルをFFTし、キャリアシンボルを生成する第1のFFT部と、前記第1のFFT部により生成されたキャリアシンボルを、所定番目のシンボル毎に同期加算し、同期加算結果を生成する第1のシンボル加算部と、前記第1のシンボル加算部により生成された同期加算結果と、予め設定された複数のパターンとの間の相関値を算出し、前記相関値が最大となるパターンを検出するパターン検出部と、前記第1のFFT部により生成されたキャリアシンボルに対し、前記第1の誤差検出部により検出されたクロック誤差を補正する第1のクロック誤差補正部と、前記第1のクロック誤差補正部によりクロック誤差が補正されたキャリアシンボルを、所定番目のシンボル毎に同期加算し、同期加算結果を生成する第2のシンボル加算部と、前記パターン検出部により検出されたパターンに基づいて、前記第2のシンボル加算部により生成された同期加算結果のキャリアシンボルからパイロット信号を抽出する第1のパイロット抽出部と、前記第1のパイロット抽出部により抽出されたパイロット信号の偏角を算出し、前記偏角の変化量に基づいて、周波数誤差及びクロック誤差を検出する第2の誤差検出部と、前記第1の周波数誤差補正部により周波数誤差が補正されたベースバンド信号に対し、前記第2の誤差検出部により検出された周波数誤差を補正する第2の周波数誤差補正部と、前記第2の周波数誤差補正部により周波数誤差が補正されたベースバンド信号に対し、前記第1の誤差検出部により検出されたシンボル先頭位置に基づいて、GIを除去し有効シンボルを切り出す第2のシンボル切出部と、前記第2のシンボル切出部により切り出された有効シンボルをFFTし、キャリアシンボルを生成する第2のFFT部と、前記第2のFFT部により生成されたキャリアシンボルに対し、前記第2の誤差検出部により検出されたクロック誤差を補正する第2のクロック誤差補正部と、前記第2のクロック誤差補正部によりクロック誤差が補正されたキャリアシンボルを、所定番目のシンボル毎に同期加算し、同期加算結果を生成する第3のシンボル加算部と、前記パターン検出部により検出されたパターンに基づいて、前記第3のシンボル加算部により生成された同期加算結果のキャリアシンボルからパイロット信号を抽出する第2のパイロット抽出部と、を備え、前記第2のパイロット抽出部により抽出されたパイロット信号に基づいて、前記OFDM

10

20

30

40

50

波の信号を測定する、ことを特徴とする。

【0014】

また、本発明によるOFDM波測定装置は、前記第2のシンボル加算部が、さらに、前記シンボル毎に同期加算した回数を計算シンボル数としてカウントし、前記第2の誤差検出部が、前記第2のシンボル加算部によりカウントされた計算シンボル数に基づいて、所定の第1のシンボル番目、及び前記第1のシンボル番目よりも大きい所定の第2のシンボル番目を判定し、前記第1のシンボル番目及び前記第2のシンボル番目における、前記第1のパイロット抽出部により抽出されたパイロット信号に基づいて、前記パイロット信号の偏角を算出し、前記偏角の時間軸上の変化量に基づいて、周波数誤差及びクロック誤差を検出する、ことを特徴とする。

10

【0015】

また、本発明によるOFDM波測定装置は、前記第2の誤差検出部が、前記第1のパイロット抽出部により抽出されたパイロット信号のうち、所定の異なる周波数位置に配置された複数のパイロット信号に基づいて、前記複数のパイロット信号のそれぞれについて、1シンボルあたりの偏角の変化量を算出し、前記偏角の変化量を前記パイロット信号の中心周波数のずれ量に変換し、前記複数のパイロット信号におけるそれぞれの中心周波数のずれ量を用いて、周波数誤差及びクロック誤差を検出する、ことを特徴とする。

【0016】

また、本発明によるOFDM波測定装置は、前記複数のパイロット信号を、最も周波数の低いSP信号及び最も周波数の高いCP (Continual Pilot: コンティニューアルパイロット) 信号とする、ことを特徴とする。

20

【0017】

また、本発明によるOFDM波測定装置は、前記第2の誤差検出部が、前記第1のパイロット抽出部により抽出されたパイロット信号のうち、周波数軸上の複数の所定範囲内のそれぞれにおいて最も振幅値の高いパイロット信号を選択し、前記選択した複数のパイロット信号に基づいて、前記複数のパイロット信号のそれぞれについて1シンボルあたりの偏角の変化量を算出し、前記偏角の変化量を前記パイロット信号の中心周波数のずれ量に変換し、前記複数のパイロット信号におけるそれぞれの中心周波数のずれ量を用いて、周波数誤差及びクロック誤差を検出する、ことを特徴とする。

【0018】

また、本発明によるOFDM波測定装置は、前記周波数軸上の複数の所定範囲を、最も周波数の低いSP信号を含む範囲、及び最も周波数の高いCP信号を含む範囲とする、ことを特徴とする。

30

【0019】

さらに、本発明によるプログラムは、パイロット信号を含むOFDM波の信号から前記パイロット信号を抽出し、前記OFDM波の信号を測定するコンピュータに、前記OFDM波の信号を直交復調し、ベースバンド信号を生成する直交復調部の機能と、前記直交復調部により生成されたベースバンド信号に対し、時間軸上にて所定数のシンボル単位で加算を行い、ガード相関によりシンボル先頭位置、周波数誤差及びクロック誤差を検出する第1の誤差検出部の機能と、前記直交復調部により生成されたベースバンド信号に対し、前記第1の誤差検出部により検出された周波数誤差を補正する第1の周波数誤差補正部の機能と、前記第1の周波数誤差補正部により周波数誤差が補正されたベースバンド信号に対し、前記第1の誤差検出部により検出されたシンボル先頭位置に基づいて、GIを除去し有効シンボルを切り出す第1のシンボル切出部の機能と、前記第1のシンボル切出部により切り出された有効シンボルをFFTし、キャリアシンボルを生成する第1のFFT部の機能と、前記第1のFFT部により生成されたキャリアシンボルを、所定番目のシンボル毎に同期加算し、同期加算結果を生成する第1のシンボル加算部の機能と、前記第1のシンボル加算部により生成された同期加算結果と、予め設定された複数のパターンとの間の相関値を算出し、前記相関値が最大となるパターンを検出するパターン検出部の機能と、前記第1のFFT部により生成されたキャリアシンボルに対し、前記第1の誤差検出部

40

50

により検出されたクロック誤差を補正する第 1 のクロック誤差補正部の機能と、前記第 1 のクロック誤差補正部によりクロック誤差が補正されたキャリアシンボルを、所定番目のシンボル毎に同期加算し、同期加算結果を生成する第 2 のシンボル加算部の機能と、前記パターン検出部により検出されたパターンに基づいて、前記第 2 のシンボル加算部により生成された同期加算結果のキャリアシンボルからパイロット信号を抽出する第 1 のパイロット抽出部の機能と、前記第 1 のパイロット抽出部により抽出されたパイロット信号の偏角を算出し、前記偏角の変化量に基づいて、周波数誤差及びクロック誤差を検出する第 2 の誤差検出部の機能と、前記第 1 の周波数誤差補正部により周波数誤差が補正されたベースバンド信号に対し、前記第 2 の誤差検出部により検出された周波数誤差を補正する第 2 の周波数誤差補正部の機能と、前記第 2 の周波数誤差補正部により周波数誤差が補正されたベースバンド信号に対し、前記第 1 の誤差検出部により検出されたシンボル先頭位置に基づいて、GI を除去し有効シンボルを切り出す第 2 のシンボル切出部の機能と、前記第 2 のシンボル切出部により切り出された有効シンボルを FFT し、キャリアシンボルを生成する第 2 の FFT 部の機能と、前記第 2 の FFT 部により生成されたキャリアシンボルに対し、前記第 2 の誤差検出部により検出されたクロック誤差を補正する第 2 のクロック誤差補正部の機能と、前記第 2 のクロック誤差補正部によりクロック誤差が補正されたキャリアシンボルを、所定番目のシンボル毎に同期加算し、同期加算結果を生成する第 3 のシンボル加算部の機能と、前記パターン検出部により検出されたパターンに基づいて、前記第 3 のシンボル加算部により生成された同期加算結果のキャリアシンボルからパイロット信号を抽出する第 2 のパイロット抽出部の機能と、を実現させることを特徴とする。

10

20

【発明の効果】

【0020】

以上のように、本発明によれば、信号電力が低レベルの場合であっても、周波数軸上でシンボルの同期加算によりパイロット信号を抽出すると共に、その偏角を時間軸上で観測し、周波数誤差及びクロック誤差を算出するようにした。これにより、正負の方向を含む精度の高い周波数誤差を算出することができ、また、精度の高いクロック誤差を算出することができる。したがって、OFDM 波の信号を精度高く測定することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図 1】実施例 1 による OFDM 波測定装置の構成を示すブロック図である。

30

【図 2】誤差検出部が SP 抽出部から入力した SP 信号の推移イメージを示す図である。

【図 3】送受信機間の周波数誤差及びクロック誤差とパイロットキャリアの中心周波数の関係を示す図である。

【図 4】(1) は、OFDM 波の左端の最も周波数の低い SP 信号 (左端 SP 信号) における IQ 軸上の推移例を示す図であり、(2) は、OFDM 波の右端の最も周波数の高い CP 信号 (右端 CP 信号) における IQ 軸上の推移例を示す図であり、(3) は、左端 SP 信号における偏角の変化量の推移例を示す図である。

【図 5】実施例 1 において観測対象となる左端 SP 信号及び右端 CP 信号を説明する図である。

【図 6】実施例 1 による誤差検出部の処理を示すフローチャートである。

40

【図 7】実施例 2 において選択される SP1 信号及び SP2 信号を説明する図である。

【図 8】実施例 2 による誤差検出部の処理を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下、本発明を実施するための形態について図面を用いて詳細に説明する。実施例 1 による OFDM 波測定装置は、周波数軸上でシンボルの同期加算によりパイロット信号を抽出し、抽出したパイロット信号の偏角を時間軸上で観測し、その変化量から、正負の方向を含む周波数誤差及びクロック誤差を算出することを特徴とする。これにより、信号電力が低レベルの場合であっても、精度の高い周波数誤差及びクロック誤差を得ることができ、これらの周波数誤差及びクロック誤差を補正することで、OFDM 波の信号を精度高く

50

測定することができる。また、実施例 2 による OFDM 波測定装置は、周波数軸上でシンボルの同期加算によりパイロット信号を抽出し、抽出したパイロット信号の中から振幅値の高いパイロット信号を選択し、選択したパイロット信号の偏角を時間軸上で観測し、その変化量から、正負の方向を含む周波数誤差及びクロック誤差を算出することを特徴とする。これにより、特定の周波数においてキャリアの振幅値が低い、いわゆるマルチパス等を含む OFDM 波を受信した場合であっても、OFDM 波の信号を精度高く測定することができる。

【0023】

〔実施例 1〕

まず、実施例 1 について説明する。実施例 1 は、前述のとおり、周波数軸上でシンボルの同期加算によりパイロット信号を抽出し、抽出したパイロット信号の偏角を時間軸上で観測し、その変化量から、正負の方向を含む周波数誤差及びクロック誤差を算出することを特徴とする。

10

【0024】

図 1 は、実施例 1 による OFDM 波測定装置の構成を示すブロック図である。この OFDM 波測定装置 1 は、周波数変換部 11、A/D (Analog/Digital) 変換部 12、直交復調部 13、誤差検出部 14、周波数誤差補正部 15-1, 15-2、シンボル切出部 16-1, 16-2, 16-3、FFT 部 17-1, 17-2, 17-3、シンボル加算部 18-1, 18-2, 18-3、SP パターン検出部 (パターン検出部) 19、クロック誤差補正部 20-1, 20-2、SP 抽出部 (パイロット抽出部) 21-1, 21-2、誤差検出部 22、受信電力算出部 23、スペクトル算出部 24 及び遅延プロファイル算出部 25 を備えている。

20

【0025】

周波数変換部 11 は、受信アンテナにて受信した OFDM 信号の RF (Radio Frequency: 無線周波数) 信号を入力し、周波数変換して IF (Intermediate Frequency: 中間周波数) 信号を生成し、A/D 変換部 12 に出力する。A/D 変換部 12 は、周波数変換部 11 から IF 信号を入力し、アナログの IF 信号をデジタルの IF 信号に変換し、直交復調部 13 に出力する。直交復調部 13 は、A/D 変換部 12 からデジタルの IF 信号を入力し、直交復調して I (In-phase: 同相), Q (Quadrature: 直交位相) のベースバンド信号を生成し、誤差検出部 14 及び周波数誤差補正部 15-1 に出力する。

30

【0026】

誤差検出部 14 は、直交復調部 13 から IQ のベースバンド信号を入力し、時間軸上の所定のデータ先頭位置を基準にして、4 シンボル単位に加算を順次行い、加算結果にガード相間を施してガード相関値を算出し、ガード相関値に基づいてシンボル先頭位置、クロック誤差及び周波数誤差を検出する。ここで、所定のデータ先頭位置は、IQ のベースバンド信号の時間軸上における任意の位置を示す。そして、誤差検出部 14 は、検出したシンボル先頭位置をシンボル切出部 16-1, 16-2, 16-3 に出力し、検出したクロック誤差 (時間軸上のシンボル加算にて検出したクロック誤差) をクロック誤差補正部 20-1 に出力し、検出した周波数誤差 (時間軸上のシンボル加算にて検出した周波数誤差) を周波数誤差補正部 15-1 に出力する。ここで、誤差検出部 14 によるシンボル先頭位置、クロック誤差及び周波数誤差の検出処理は既知であり、その詳細については前述の特許文献 3 を参照されたい。

40

【0027】

周波数誤差補正部 15-1 は、直交復調部 13 から IQ のベースバンド信号を入力すると共に、誤差検出部 14 から周波数誤差を入力し、入力した周波数誤差に基づいて、ベースバンド信号 (IQ 信号) における周波数の誤差を補正する。そして、周波数誤差補正部 15-1 は、周波数誤差 (時間軸上のシンボル加算にて検出された周波数誤差) を補正したベースバンド信号を周波数誤差補正部 15-2 及びシンボル切出部 16-1, 16-2 に出力する。

【0028】

50

シンボル切出部 16 - 1 は、周波数誤差補正部 15 - 1 から周波数誤差（時間軸上のシンボル加算にて検出された周波数誤差）が補正されたベースバンド信号を入力すると共に、誤差検出部 14 からシンボル先頭位置を入力する。そして、シンボル切出部 16 - 1 は、誤差検出部 14 において 4 シンボル単位の加算の基準としたデータ先頭位置からシンボル先頭位置分シフトした位置を基準にして、ベースバンド信号から GI を除去し有効シンボルの信号を切り出す。そして、シンボル切出部 16 - 1 は、有効シンボルの信号を FFT 部 17 - 1 に出力する。

【 0029 】

FFT 部 17 - 1 は、シンボル切出部 16 - 1 から有効シンボルの信号を入力し、FFT してキャリアシンボルを生成し、キャリアシンボルの FFT 出力信号をシンボル加算部 18 - 1 に出力する。この場合、FFT 部 17 - 1 は、シンボル番号が  $4n$  番目のキャリアシンボル、シンボル番号が  $4n + 1$  番目のキャリアシンボル、シンボル番号が  $4n + 2$  番目のキャリアシンボル及びシンボル番号が  $4n + 3$  番目のキャリアシンボルの 4 グループに分け、そのグループ毎に FFT 出力信号をシンボル加算部 18 - 1 に出力する。 $n$  は、0 以上の整数である。

10

【 0030 】

シンボル加算部 18 - 1 は、FFT 部 17 - 1 から FFT 出力信号である 4 グループのキャリアシンボル（シンボル番号が  $4n$  番目のキャリアシンボル、シンボル番号が  $4n + 1$  番目のキャリアシンボル、シンボル番号が  $4n + 2$  番目のキャリアシンボル及びシンボル番号が  $4n + 3$  番目のキャリアシンボル）を入力し、グループ毎にキャリアシンボルの同期加算を行う。すなわち、シンボル加算部 18 - 1 は、各グループについて、サブキャリア毎にベクトル加算を行う。そして、シンボル加算部 18 - 1 は、グループ毎の同期加算結果であるシンボル番号が  $4n$  番目のキャリアシンボルの同期加算結果、シンボル番号が  $4n + 1$  番目のキャリアシンボルの同期加算結果、シンボル番号が  $4n + 2$  番目のキャリアシンボルの同期加算結果及びシンボル番号が  $4n + 3$  番目のキャリアシンボルの同期加算結果を SP パターン検出部 19 に出力する。具体的には、シンボル加算部 18 - 1 は、同期加算の処理として、ループフィルタによる加算処理、または移動平均による加算処理を行う。ここで、シンボル加算部 18 - 1 による加算処理は既知であり、その詳細については前述の特許文献 3 を参照されたい。

20

【 0031 】

SP パターン検出部 19 は、シンボル加算部 18 - 1 から 4 グループの同期加算結果（シンボル番号が  $4n$  番目のキャリアシンボルの同期加算結果、シンボル番号が  $4n + 1$  番目のキャリアシンボルの同期加算結果、シンボル番号が  $4n + 2$  番目のキャリアシンボルの同期加算結果及びシンボル番号が  $4n + 3$  番目のキャリアシンボルの同期加算結果）を入力する。そして、SP パターン検出部 19 は、これらの同期加算結果と、予め設定された 4 つの SP パターンとの間の相関値を算出し、4 つの相関値に基づいて、SP の抽出が可能か否かを判定し、SP 抽出可または SP 抽出不可の信号を生成し、SP 抽出可のときの最大相関値を有する SP パターンを検出する。そして、SP パターン検出部 19 は、SP 抽出不可能であると判定した場合、SP 抽出不可の信号を SP 抽出部 21 - 1, 21 - 2 に出力し、SP 抽出可能であると判定した場合、SP 抽出可の信号及び SP パターンを SP 抽出部 21 - 1, 21 - 2 に出力する。ここで、SP パターン検出部 19 による SP パターン検出処理は既知であり、その詳細については前述の特許文献 3 を参照されたい。

30

40

【 0032 】

ここで、SP パターン検出部 19 において、受信信号の電力が低レベルの場合、SP パターンの検出処理開始直後は、同期加算結果と 4 つの SP パターンとの間の相関値の差はさほど無い。これは、受信信号の電力が低レベルの場合には、1 シンボル内にそれぞれ存在する異なる 4 種類の SP 信号（振幅及び位相が異なる SP 信号）を、明確に区別することができないからである。同期加算されるシンボル数が増加して SP パターンの検出処理が進むことで、4 つの相関値のうち 1 つの相関値が他の 3 つの相関値よりも大きくなる。すなわち、同期加算結果は、同期加算処理が進むに従って、4 つの SP パターンのうち

50

の1つのSPパターンに近くなる。これは、受信信号の電力が低レベルの場合であっても、同期加算処理が進むことで、1シンボル内に存在する異なる4種類のSP信号を明確に区別することができるからである。この相関値の違いに基づいて、SP抽出可能及びSPパターン、またはSP抽出不可能が判定される。

【0033】

シンボル切出部16-2及びFFT部17-2は、前述のシンボル切出部16-1及びFFT部17-1と同様の処理をそれぞれ行う。

【0034】

クロック誤差補正部20-1は、FFT部17-2からFFT出力信号である4グループのキャリアシンボルを入力すると共に、誤差検出部14からクロック誤差（時間軸上のシンボル加算にて検出されたクロック誤差）を入力し、グループ毎に、クロック誤差に基づいて、現在のシンボル位置と理想的なシンボル位置との間の時間差に対応するクロック数を示す差分を算出し、SP信号の位相を $2\pi f_k$  逆回転させることで、クロック誤差を補正し、クロック誤差が補正された4グループのキャリアシンボルをシンボル加算部18-2に出力する。ここで、 $f_k$ は、サブキャリア番号kにおけるSP信号の中心キャリア周波数を示す。クロック誤差補正部20-1によるクロック誤差補正処理は既知であり、その詳細については前述の特許文献3を参照されたい。

10

【0035】

シンボル加算部18-2は、クロック誤差補正部20-1からクロック誤差（時間軸上のシンボル加算にて検出されたクロック誤差）が補正された4グループのキャリアシンボルを入力し、シンボル加算部18-1と同様の処理を行い、シンボル番号が4n番目のキャリアシンボルの同期加算結果、シンボル番号が4n+1番目のキャリアシンボルの同期加算結果、シンボル番号が4n+2番目のキャリアシンボルの同期加算結果及びシンボル番号が4n+3番目のキャリアシンボルの同期加算結果をSP抽出部21-1に出力する。また、シンボル加算部18-2は、同期加算の回数をカウントし、これを計算シンボル数として誤差検出部22に出力する。

20

【0036】

SP抽出部21-1は、シンボル加算部18-2から4グループの同期加算結果を入力すると共に、SPパターン検出部19からSP抽出不可、またはSP抽出可及びSPパターンを入力する。そして、SP抽出部21-1は、SP抽出不可を入力した場合、SP抽出処理を行わない。一方、SP抽出部21-1は、SP抽出可を入力した場合、SPパターンに基づいて4グループの同期加算結果からSP信号を抽出すると共に、CP信号を抽出し、抽出したSP信号及びCP信号を誤差検出部22に出力する。

30

【0037】

誤差検出部22は、SP抽出部21-1からSP信号及びCP信号を入力すると共に、シンボル加算部18-2から同期加算の回数を示す計算シンボル数を入力し、OFDM波の左端の最も周波数の低いSP信号及び右端の最も周波数の高いCP信号を観測し、これらのSP信号及びCP信号の1シンボルあたりの偏角変化量が安定する計算シンボル数以上になった段階で、これらのSP信号及びCP信号について時間軸上で偏角を算出し、周波数誤差及びクロック誤差を検出する。そして、誤差検出部22は、検出した周波数誤差（周波数軸上のシンボル加算及び時間軸上の偏角算出にて検出した周波数誤差）を周波数誤差補正部15-2に出力すると共に、検出したクロック誤差（周波数軸上のシンボル加算及び時間軸上の偏角算出にて検出したクロック誤差）をクロック誤差補正部20-2に出力する。周波数誤差検出部22の処理の詳細については後述する。

40

【0038】

周波数誤差補正部15-2は、周波数誤差補正部15-1から周波数誤差（時間軸上のシンボル加算にて検出された周波数誤差）が補正されたベースバンド信号を入力すると共に、誤差検出部22から周波数誤差（周波数軸上のシンボル加算及び時間軸上の偏角算出にて検出された周波数誤差）を入力し、入力した周波数誤差に基づいて、再度、周波数誤差補正部15-1と同様の処理を行い、入力したベースバンド信号における周波数誤差を

50

補正する。そして、周波数誤差補正部 15 - 2 は、周波数誤差（周波数軸上のシンボル加算及び時間軸上の偏角算出にて検出された周波数誤差）を補正したベースバンド信号をシンボル切出部 16 - 3 に出力する。

【0039】

シンボル切出部 16 - 3 及び FFT 部 17 - 3 は、シンボル切出部 16 - 1 及び FFT 部 17 - 1 と同様の処理を行う。クロック誤差補正部 20 - 2 は、FFT 部 17 - 3 から FFT 出力信号である 4 グループのキャリアシンボルを入力すると共に、誤差検出部 22 からクロック誤差（周波数軸上のシンボル加算及び時間軸上の偏角算出にて検出したクロック誤差）を入力し、クロック誤差補正部 20 - 1 と同様の処理を行い、グループ毎に、キャリアシンボルのクロック誤差を補正する。そして、クロック誤差補正部 20 - 2 は、

10

【0040】

シンボル加算部 18 - 3 及び SP 抽出部 21 - 2 は、シンボル加算部 18 - 1 及び SP 抽出部 21 - 1 と同様の処理を行う。受信電力算出部 23、スペクトル算出部 24 及び遅延プロファイル算出部 25 は、SP 抽出部 21 - 2 から SP 信号を入力し、OFDM 信号の受信電力、スペクトル及び遅延プロファイルをそれぞれ算出する。尚、OFDM 信号の受信電力、スペクトル及び遅延プロファイルの算出手法は既知であるから、ここでは詳細な説明を省略する。また、SP 抽出部 21 - 2 は、SP 信号以外のパイロット信号を抽出し、受信電力算出部 23、スペクトル算出部 24 及び遅延プロファイル算出部 25 は、そのパイロット信号を用いて、受信電力、スペクトル及び遅延プロファイルをそれぞれ算出するようにしてもよい。

20

【0041】

（誤差検出部）

次に、図 1 に示した誤差検出部 22 について詳細に説明する。前述のとおり、誤差検出部 22 は、SP 抽出部 21 - 1 から SP 信号及び CP 信号を入力すると共に、シンボル加算部 18 - 2 から同期加算の回数を示す計算シンボル数を入力し、OFDM 波の左端の最も周波数の低い SP 信号及び右端の最も周波数の高い CP 信号を観測し、これらの SP 信号及び CP 信号の 1 シンボルあたりの偏角変化量が安定する計算シンボル数以上になった段階で、これらの SP 信号及び CP 信号について時間軸上で偏角を算出し、周波数誤差及びクロック誤差を検出する。

30

【0042】

図 2 は、誤差検出部 22 が SP 抽出部 21 - 1 から入力した SP 信号の推移イメージを示す。具体的には、誤差検出部 22 が SP 抽出部 21 - 1 から入力した SP 信号について、同じキャリア位置の SP 信号を時系列に観測し、IQ 軸上にプロットしたイメージ（M 番目のシンボルにおける SP 信号の位置及び N 番目のシンボルにおける SP 信号の位置）を示している。N > M とする。（1）は周波数誤差及びクロック誤差（以下、総称して誤差という。）がない場合、（2）は誤差がある場合を示す。

【0043】

図 2（1）に示すように、誤差がない場合、SP 信号は、IQ 軸の原点を通る直線上にプロットされ、SP 信号の偏角  $\theta_1$  は、どの時間（シンボル）で観測しても変わらない。これに対し、図 2（2）に示すように、誤差がある場合、SP 信号は直線上にプロットされず、SP 信号の偏角  $\theta_1$ 、 $\theta_2$  は、時間の経過と共に変化する。また、この場合の SP 信号の偏角の変化量（1 つの OFDM シンボル間に変化する偏角の量）は、キャリアシンボルによって異なる。

40

【0044】

図 3 は、送受信機間の周波数誤差及びクロック誤差とパイロットキャリアの中心周波数の関係を示す図である。（1）における縦の実線及び（2）～（4）における縦の点線は、各 OFDM キャリアにおける中心周波数の位置を示す。（2）に示すように、OFDM キャリアが周波数誤差  $f_c$  のみを含む場合、全てのキャリアシンボルの中心周波数は、

50

一律に  $f_c$  だけずれる。このため、全てのキャリアシンボルについて、偏角の変化量は同じとなる。(3)に示すように、OFDMキャリアがクロック誤差  $f_{clk}$ のみを含む場合、中央の位置(0)にあるキャリアシンボルから周波数位置が離れるほど、キャリアシンボルのクロック誤差  $f_{clk}$ は大きくなる。したがって、(4)に示すように、OFDMキャリアが周波数誤差及びクロック誤差を含む場合、誤差は周波数誤差  $f_c$ とクロック誤差  $f_{clk}$ の和となる。このため、キャリアシンボルの偏角の変化量は、キャリアシンボルの周波数位置によって異なることになる。そこで、誤差検出部22は、複数のキャリアシンボルについて、それぞれの偏角の変化量を算出し、その変化量から周波数誤差及びクロック誤差を検出する。

#### 【0045】

図4(1)は、OFDM波の左端の最も周波数の低いSP信号(左端SP信号)におけるIQ軸上の推移例を示す図であり、図4(2)は、OFDM波の右端の最も周波数の高いCP信号(右端CP信号)におけるIQ軸上の推移例を示す図であり、図4(3)は、左端SP信号における偏角の変化量の推移例を示す図である。図4(1)(2)に示すように、左端SP信号及び右端CP信号共に、シンボルが進むに従い、その位置は誤差によって回転するが、所定シンボル以上の計算シンボルになると、それ以降は、IQ軸上の原点を中心とした円周上を回転するようになる。また、図4(3)に示すように、左端SP信号は、所定シンボル以上の計算シンボルになると、1シンボルあたりの偏角の変化量が安定するようになる。これは、右端CP信号についても同様である。したがって、誤差検出部22は、1シンボルあたりの偏角の変化量が安定した段階で(所定の計算シンボル数以上になった段階で)、誤差検出に用いる偏角の変化量として、1シンボルあたりの偏角の変化量を求めればよい。

#### 【0046】

図5は、実施例1において観測対象となる左端SP信号及び右端CP信号を説明する図である。図5に示すように、左端SP信号は、周波数軸上の中心キャリアの位置から周波数が低い方向へ2808本目のキャリア位置の信号であり、最も周波数の低いSP信号である。また、右端CP信号は、周波数軸上の中心キャリアの位置から周波数が高い方向へ2808本目のキャリア位置の信号であり、最も周波数が高いCP信号である。誤差検出部22は、SP抽出部21-1から入力したSP信号及びCP信号のうち、図5に示した位置の左端SP信号及び右端CP信号を観測し、図4に示したように、左端SP信号及び右端CP信号の1シンボルあたりの偏角変化量が安定した段階で、それぞれの偏角の変化量を算出し、それらの変化量から周波数誤差及びクロック誤差を検出する。

#### 【0047】

図6は、実施例1による誤差検出部22の処理を示すフローチャートである。まず、誤差検出部22は、SP抽出部21-1からSP信号及びCP信号を入力すると共に、シンボル加算部18-2から同期加算の回数を示す計算シンボル数を入力する(ステップS601)。そして、誤差検出部22は、入力した計算シンボル数から予め設定されたM番目のシンボル(Mシンボル目)を判定すると、Mシンボル目のSP信号及びCP信号のうちの左端SP信号におけるIQ値( $I_{SP}(M)$ ,  $Q_{SP}(M)$ )及び右端CP信号におけるIQ値( $I_{CP}(M)$ ,  $Q_{CP}(M)$ )をメモリに格納する(ステップS602)。ここで、Mは、左端SP信号及び右端CP信号において1シンボルあたりの偏角変化量が安定する計算シンボル数以上になった段階のシンボル数であり、左端SP信号及び右端CP信号が配置されたシンボルを指定するための、予め設定された値が用いられる。後述する実施例2においても同様である。

#### 【0048】

誤差検出部22は、入力した計算シンボル数から予め設定された $N(>M)$ 番目のシンボル(Nシンボル目)を判定すると、Nシンボル目のSP信号及びCP信号のうちの左端SP信号におけるIQ値( $I_{SP}(N)$ ,  $Q_{SP}(N)$ )及び右端CP信号におけるIQ値( $I_{CP}(N)$ ,  $Q_{CP}(N)$ )をメモリに格納する(ステップS603)。ここで、Nは、左端SP信号及び右端CP信号において1シンボルあたりの偏角変化量が安定する計算シン

10

20

30

40

50

ボル数以上になった段階の前記Mよりも大きいシンボル数であり、左端SP信号及び右端CP信号が配置されたシンボルを指定するための、予め設定された値が用いられる。後述する実施例2においても同様である。

【0049】

尚、誤差検出部22は、ステップS602及びステップS603において、左端SP信号及び右端CP信号の1シンボルあたりの偏角変化量が安定する計算シンボル数以上になった段階として、入力した計算シンボル数から予め設定されたM、Nシンボル目を判定するようにしたが、図4に示したように、左端SP信号及び右端CP信号の1シンボルあたりの偏角変化量が安定した段階を判定し、その後の左端SP信号及び右端CP信号が配置されたシンボルをMシンボル目とし、Mよりも大きく、左端SP信号及び右端CP信号が配置されたシンボルをNシンボル目として判定するようにしてもよい。例えば、誤差検出部22は、所定数のシンボル毎に、左端SP信号及び右端CP信号の1シンボルあたりの偏角変化量を算出し、その偏角変化量の変化が一定のしきい値以下になったときに、前述の安定した段階であると判定してもよい。また、誤差検出部22は、入力した計算シンボル数を用いて、所定数のシンボル毎に、左端SP信号及び右端CP信号の振幅値を算出し、その振幅値の平均値についてその変化が一定のしきい値以下になったときに、前述の安定した段階であると判定してもよい。後述する実施例2においても同様である。

10

【0050】

誤差検出部22は、メモリから、Mシンボル目の左端SP信号のIQ値( $I_{SP}(M)$ 、 $Q_{SP}(M)$ )及び右端CP信号のIQ値( $I_{CP}(M)$ 、 $Q_{CP}(M)$ )、並びに、Nシンボル目の左端SP信号のIQ値( $I_{SP}(N)$ 、 $Q_{SP}(N)$ )及び右端CP信号のIQ値( $I_{CP}(N)$ 、 $Q_{CP}(N)$ )を読み出し、以下の式により、これらのIQ値を用いて、左端SP信号における1シンボルあたりの偏角変化量(回転量) $\theta_{SP}$ 及び右端CP信号における1シンボルあたりの偏角変化量 $\theta_{CP}$ を算出する(ステップS604)。

20

[数式1]

$$\theta_{SP} = \{ \text{atan}(Q_{SP}(N)/I_{SP}(N)) - \text{atan}(Q_{SP}(M)/I_{SP}(M)) \} / (N - M) \quad \dots (1)$$

[数式2]

$$\theta_{CP} = \{ \text{atan}(Q_{CP}(N)/I_{CP}(N)) - \text{atan}(Q_{CP}(M)/I_{CP}(M)) \} / (N - M) \quad \dots (2)$$

30

【0051】

誤差検出部22は、ステップS604にて算出した左端SP信号の偏角変化量 $\theta_{SP}$ 及び右端CP信号の偏角変化量 $\theta_{CP}$ を、以下の式により、左端SP信号の中心周波数のずれ量 $F_{SP}$ 及び右端CP信号の中心周波数のずれ量 $F_{CP}$ に変換する(ステップS605)。

[数式3]

$$F_{SP} = \theta_{SP} / 1.008e^{-3} / 2 / \quad \dots (3)$$

[数式4]

$$F_{CP} = \theta_{CP} / 1.008e^{-3} / 2 / \quad \dots (4)$$

ここで、 $1.008e^{-3}$ はOFDMシンボル長(sec)を示す。

【0052】

誤差検出部22は、以下の式により、ステップS605にて変換した左端SP信号の中心周波数のずれ量 $F_{SP}$ 及び右端CP信号の中心周波数のずれ量 $F_{CP}$ を用いて、周波数誤差 $f_c$ 及びクロック誤差 $f_{clk}$ を算出し、周波数誤差 $f_c$ を周波数誤差補正部15-2に出力し、クロック誤差 $f_{clk}$ をクロック誤差補正部20-2に出力する(ステップS606)。

40

[数式5]

$$f_c = (F_{CP} + F_{SP}) / 2 \quad \dots (5)$$

[数式6]

$$f_{clk} = (F_{CP} - F_{SP}) \times 8192 / 5616 \quad \dots (6)$$

ここで、FFTサイズを8192とし、サブキャリア本数を5617とする。これにより

50

、周波数誤差  $f_c$ 及びクロック誤差  $f_{clk}$ は、同時に算出される。

【0053】

ステップS606における前記数式(5)(6)について詳細に説明する。右端CP信号の中心周波数のずれ量  $F_{CP}$ は、全てのキャリアにおける一定の周波数誤差  $f_c$ と、FFT時のクロック誤差の成分とによって定まる。FFT時にはクロックは中央キャリアに合わせられており、右端CP信号は中央キャリアの位置から周波数が高い方向へ2808本目のキャリア位置にあることから、右端CP信号のクロック誤差の成分は、 $f_{clk} \times 2808 / 8192$ となる。したがって、右端CP信号の中心周波数のずれ量  $F_{CP}$ は、以下の式で表される。

[数式7]

$$F_{CP} = f_c + f_{clk} \times 2808 / 8192 \quad \dots (7)$$

10

【0054】

左端SP信号の中心周波数のずれ量  $F_{SP}$ も、右端CP信号と同様に、全てのキャリアにおける一定の周波数誤差  $f_c$ と、FFT時のクロック誤差の成分とによって定まる。また、左端SP信号は中心キャリアの位置から周波数が低い方向へ2808本目のキャリア位置にあることから、左端SP信号のクロック誤差の成分は、右端CP信号とは異なり負の値となり、 $f_{clk} \times (-2808) / 8192$ となる。したがって、左端SP信号の中心周波数のずれ量  $F_{SP}$ は、以下の式で表される。

[数式8]

$$F_{SP} = f_c + f_{clk} \times (-2808) / 8192 \quad \dots (8)$$

20

これにより、前記数式(7)(8)から前記数式(5)(6)が導出される。

【0055】

以上のように、実施例1のOFDM波測定装置1によれば、シンボル加算部18-2は、4グループのキャリアシンボルの同期加算を行うと共に、同期加算の回数を示す計算シンボル数をカウントし、SP抽出部21-1は、4グループのキャリアシンボルの同期加算結果から、SPパターン検出部19により検出されたSPパターンに基づいて、SP信号を抽出すると共に、CP信号も抽出するようにした。そして、誤差検出部22は、SP抽出部21-1により抽出されたSP信号及びCP信号のうち、左端SP信号及び右端CP信号を観測し、所定の計算シンボル数以上になった段階で、これらのSP信号及びCP信号について時間軸上で偏角を算出し、周波数誤差及びクロック誤差を検出するようにした。そして、周波数誤差補正部15-2は、誤差検出部22により検出された周波数誤差を補正し、クロック誤差補正部20-2は、誤差検出部22により検出されたクロック誤差を補正し、シンボル加算部18-3は、クロック誤差を補正した後のキャリアシンボルにおけるSP信号を同期加算し、SP抽出部21-2は、この同期加算結果からSP信号を抽出し、受信電力算出部23、スペクトル算出部24及び遅延プロファイル算出部25は、抽出したSP信号に基づいてOFDM波の信号を測定するようにした。

30

【0056】

従来は、絶対値の周波数誤差を検出した後、周波数誤差の方向を判定するために、SP信号電力がピーク値となる計算シンボル数を求める等の複雑な処理が必要であった。これに対し、実施例1では、SP信号等の偏角を時間軸上で観測し、その変化量から正負の方向を含む周波数誤差を算出するようにしたから、従来よりも少ない計算量にて簡易な手法で、精度の高い周波数誤差を算出することができる。また、従来は、時間軸上の加算処理及びガード相関処理によりクロック誤差を算出していたのに対し、実施例1では、周波数軸上でシンボル加算によりパイロット信号を抽出し、抽出したパイロット信号の偏角を時間軸上で観測し、その変化量からクロック誤差を算出するようにした。これにより、従来よりも精度の高いクロック誤差を算出することができる。したがって、受信電力が低レベルの場合であっても、精度の高い周波数誤差及びクロック誤差が算出され、これらの誤差が補正されるから、OFDM波の信号を精度高く測定することが可能となる。つまり、受信電力、スペクトル及び遅延プロファイルを精度高く測定することが可能となる。

40

【0057】

50

## 〔実施例 2〕

次に、実施例 2 について説明する。実施例 2 は、特定の周波数においてキャリアの振幅値が低い、いわゆるマルチパス等を含む OFDM 波の信号を精度高く測定するために、周波数軸上でシンボルの同期加算によりパイロット信号を抽出し、抽出したパイロット信号の中から振幅値の高いパイロット信号を選択し、選択したパイロット信号の偏角を時間軸上で観測し、その変化量から、正負の方向を含む周波数誤差及びクロック誤差を算出することを特徴とする。

## 【0058】

実施例 2 による OFDM 波測定装置 1 は、図 1 に示した実施例 1 による OFDM 波測定装置 1 と同じ構成であるが、実施例 1 の誤差検出部 22 とは異なる処理を行う。周波数変換部 11、A/D 変換部 12、直交復調部 13、誤差検出部 14、周波数誤差補正部 15-1, 15-2、シンボル切出部 16-1, 16-2, 16-3、FFT 部 17-1, 17-2, 17-3、シンボル加算部 18-1, 18-2, 18-3、SP パターン検出部 19、クロック誤差補正部 20-1, 20-2、SP 抽出部 21-1, 21-2、受信電力算出部 23、スペクトル算出部 24 及び遅延プロファイル算出部 25 は、実施例 1 と同様であるので、ここでは説明を省略する。

10

## 【0059】

実施例 2 の誤差検出部 22 は、SP 抽出部 21-1 から SP 信号及び CP 信号を入力すると共に、シンボル加算部 18-2 から同期加算の回数を示す計算シンボル数を入力し、予め設定された範囲 A, B 内で最も振幅値が高い SP 1 信号及び SP 2 信号をそれぞれ選択し、SP 1 信号及び SP 2 信号の 1 シンボルあたりの偏角変化量が安定する計算シンボル数以上になった段階で、選択した SP 1 信号及び SP 2 信号について時間軸上の偏角を算出し、周波数誤差及びクロック誤差を検出する。

20

## 【0060】

(誤差検出部)

次に、実施例 2 の誤差検出部 22 について詳細に説明する。図 7 は、実施例 2 において選択される SP 1 信号及び SP 2 信号を説明する図である。図 7 に示すように、周波数軸上で、SP 1 信号が選択される範囲 A 及び SP 2 信号が選択される範囲 B が予め設定されている。ここで、SP 1 信号の中心周波数は、SP 2 信号の中心周波数よりも低いものとする。範囲 A 内の複数の SP 信号のうち、最も振幅値が高い SP 信号として SP 1 信号が選択され、範囲 B 内の複数の SP 信号のうち、最も振幅値が高い SP 信号として SP 2 信号が選択される。選択された SP 1 信号が、周波数軸上の中心キャリアの位置から周波数が低い方向へ a 本目のキャリア位置の信号であり、SP 2 信号が、周波数軸上の中心キャリアの位置から周波数が高い方向へ b 本目のキャリア位置の信号であるとすると、SP 1 信号は、中心キャリアから周波数が低い方向へ  $a \times f$  (Hz) 離れた位置にあり、SP 2 信号は、中心キャリアから周波数が高い方向へ  $b \times f$  (Hz) 離れた位置にある。ここで、 $f$  はキャリア間隔の周波数を示す。

30

## 【0061】

例えば、周波数軸上でキャリアが配置されている周波数領域において、SP 1 信号が選択される範囲 A として、最も周波数の低い SP 信号を含む範囲であって、最も周波数の低いキャリア位置から  $1/4$  の範囲が予め設定され、SP 2 信号が選択される範囲 B として、最も周波数の高い SP 信号を含む範囲であって、最も周波数の高いキャリア位置から  $1/4$  の範囲が予め設定される。これにより、周波数が近い範囲 A, B が設定されている場合に比べ、SP 1 信号の中心周波数と SP 2 信号の中心周波数とが離れることになり、偏角の差が大きくなるから、精度の高い周波数誤差及びクロック誤差を算出することができる。

40

## 【0062】

図 8 は、実施例 2 による誤差検出部 22 の処理を示すフローチャートである。まず、誤差検出部 22 は、図 6 に示したステップ S601 と同様に、SP 抽出部 21-1 から SP 信号及び CP 信号を入力すると共に、シンボル加算部 18-2 から同期加算の回数を示す

50

計算シンボル数を入力する（ステップ S 8 0 1）。

【 0 0 6 3 】

誤差検出部 2 2 は、入力した計算シンボル数から予め設定された M シンボル目を判定すると、M シンボル目において、予め設定された範囲 A 内の複数の S P 信号について振幅値をそれぞれ算出し、最も振幅値が高い S P 信号として S P 1 信号（中心キャリアから a 本目のキャリア、図 7 を参照）を選択すると共に、予め設定された範囲 B 内の複数の S P 信号について振幅値をそれぞれ算出し、最も振幅値が高い S P 信号として S P 2 信号（中心キャリアから b 本目のキャリア）を選択する（ステップ S 8 0 2）。

【 0 0 6 4 】

尚、誤差検出部 2 2 は、予め設定された M シンボル目よりも前のシンボルにおいて、前記と同様の処理により、S P 1 信号及び S P 2 信号を選択するようにしてもよい。

10

【 0 0 6 5 】

誤差検出部 2 2 は、M シンボル目において、ステップ S 8 0 2 にて選択した S P 1 信号の I Q 値（ $I_{SP1}(M)$ 、 $Q_{SP1}(M)$ ）及び S P 2 信号の I Q 値（ $I_{SP2}(M)$ 、 $Q_{SP2}(M)$ ）をメモリに格納する（ステップ S 8 0 3）。そして、誤差検出部 2 2 は、入力した計算シンボル数から予め設定された  $N (> M)$  シンボル目を判定すると、ステップ S 8 0 2 にて選択した同じキャリア位置の S P 1 信号の I Q 値（ $I_{SP1}(N)$ 、 $Q_{SP1}(N)$ ）、及び同じキャリア位置の S P 2 信号の I Q 値（ $I_{SP2}(N)$ 、 $Q_{SP2}(N)$ ）をメモリに格納する（ステップ S 8 0 4）。

【 0 0 6 6 】

誤差検出部 2 2 は、メモリから、M シンボル目の S P 1 信号の I Q 値（ $I_{SP1}(M)$ 、 $Q_{SP1}(M)$ ）及び S P 2 信号の I Q 値（ $I_{SP2}(M)$ 、 $Q_{SP2}(M)$ ）、並びに、N シンボル目の S P 1 信号の I Q 値（ $I_{SP1}(N)$ 、 $Q_{SP1}(N)$ ）及び S P 2 信号の I Q 値（ $I_{SP2}(N)$ 、 $Q_{SP2}(N)$ ）を読み出し、以下の式により、これらの I Q 値を用いて、S P 1 信号における 1 シンボルあたりの偏角変化量（回転量） $\theta_{SP1}$  及び S P 2 信号における 1 シンボルあたりの偏角変化量  $\theta_{SP2}$  を算出する（ステップ S 8 0 5）。

20

[ 数式 9 ]

$$\theta_{SP1} = \{ \text{atan}(Q_{SP1}(N) / I_{SP1}(N)) - \text{atan}(Q_{SP1}(M) / I_{SP1}(M)) \} / (N - M) \quad \dots (9)$$

[ 数式 10 ]

$$\theta_{SP2} = \{ \text{atan}(Q_{SP2}(N) / I_{SP2}(N)) - \text{atan}(Q_{SP2}(M) / I_{SP2}(M)) \} / (N - M) \quad \dots (10)$$

30

【 0 0 6 7 】

誤差検出部 2 2 は、ステップ S 8 0 5 にて算出した S P 1 信号の偏角変化量  $\theta_{SP1}$  及び S P 2 信号の偏角変化量  $\theta_{SP2}$  を、以下の式により、S P 1 信号の中心周波数のずれ量  $F_{SP1}$  及び S P 2 信号の中心周波数のずれ量  $F_{SP2}$  に変換する（ステップ S 8 0 6）。

[ 数式 11 ]

$$F_{SP1} = \theta_{SP1} / 1.008e^{-3} / 2 / \quad \dots (11)$$

[ 数式 12 ]

$$F_{SP2} = \theta_{SP2} / 1.008e^{-3} / 2 / \quad \dots (12)$$

40

ここで、 $1.008e^{-3}$  は OFDM シンボル長 (sec) を示す。

【 0 0 6 8 】

誤差検出部 2 2 は、以下の式により、ステップ S 8 0 6 にて変換した S P 1 信号の中心周波数のずれ量  $F_{SP1}$  及び S P 2 信号の中心周波数のずれ量  $F_{SP2}$  を用いて、周波数誤差  $f_c$  及びクロック誤差  $f_{clk}$  を算出し、周波数誤差  $f_c$  を周波数誤差補正部 15 - 2 に出力し、クロック誤差  $f_{clk}$  をクロック誤差補正部 20 - 2 に出力する（ステップ S 8 0 7）。

[ 数式 13 ]

$$f_c = (a \times F_{SP2} + b \times F_{SP1}) / (a + b) \quad \dots (13)$$

[ 数式 14 ]

50

$$f_{clk} = (F_{SP2} - F_{SP1}) \times 8192 / (a + b) \quad \dots (14)$$

ここで、FFTサイズを8192とし、サブキャリア本数を5617とする。これにより、周波数誤差  $f_c$  及びクロック誤差  $f_{clk}$  は、同時に算出される。

【0069】

ステップS807における前記数式(13)(14)について詳細に説明する。SP1信号の中心周波数のずれ量  $F_{SP1}$  は、全てのキャリアにおける一定の周波数誤差  $f_c$  と、FFT時のクロック誤差の成分とによって定まる。FFT時にはクロックは中央キャリアに合わせられており、SP1信号は中心キャリアの位置から周波数が低い方向へa本目のキャリア位置にあることから、SP1信号のクロック誤差の成分は、 $f_{clk} \times (-a) / 8192$  となる。したがって、SP1信号の中心周波数のずれ量  $F_{SP1}$  は、以下の式で表される。

[数式15]

$$F_{SP1} = f_c + f_{clk} \times (-a) / 8192 \quad \dots (15)$$

【0070】

SP2信号の中心周波数のずれ量  $F_{SP2}$  も、SP1信号と同様に、全てのキャリアにおける一定の周波数誤差  $f_c$  と、FFT時のクロック誤差の成分とによって定まる。また、SP2信号は中心キャリアの位置から周波数が高い方向へb本目のキャリア位置にあることから、SP2信号のクロック誤差の成分は、SP1信号とは異なり正の値となり、 $f_{clk} \times b / 8192$  となる。したがって、SP2信号の中心周波数のずれ量  $F_{SP2}$  は、以下の式で表される。

[数式16]

$$F_{SP2} = f_c + f_{clk} \times b / 8192 \quad \dots (16)$$

これにより、前記数式(15)(16)から前記数式(13)(14)が導出される。

【0071】

以上のように、実施例2のOFDM波測定装置1によれば、シンボル加算部18-2は、4グループのキャリアシンボルの同期加算を行うと共に、同期加算の回数を示す計算シンボル数をカウントし、SP抽出部21-1は、4グループのキャリアシンボルの同期加算結果から、SPパターン検出部19により検出されたSPパターンに基づいて、SP信号を抽出すると共に、CP信号も抽出するようにした。そして、誤差検出部22は、SP抽出部21-1により抽出されたSP信号であって、所定範囲A, B内のSP信号のうち最も振幅値が高いSP1信号及びSP2信号をそれぞれ選択し、選択したSP1信号及びSP2信号を観測し、所定の計算シンボル数以上になった段階で、これらのSP1信号及びSP2信号について時間軸上で偏角を算出し、周波数誤差及びクロック誤差を検出するようにした。そして、周波数誤差補正部15-2は、誤差検出部22により検出された周波数誤差を補正し、クロック誤差補正部20-2は、誤差検出部22により検出されたクロック誤差を補正し、シンボル加算部18-3は、クロック誤差を補正した後のキャリアシンボルにおけるSP信号を同期加算し、SP抽出部21-2は、この同期加算結果からSP信号を抽出し、受信電力算出部23、スペクトル算出部24及び遅延プロファイル算出部25は、抽出したSP信号に基づいてOFDM波の信号を測定するようにした。

【0072】

これにより、受信状態の良いSP1信号及びSP2信号を用いて周波数誤差及びクロック誤差を算出するようにしたから、実施例1の効果に加え、受信したOFDM信号が、特定の周波数においてキャリアの振幅値が低い、いわゆるマルチパス等を含む場合であっても、OFDM波の信号を精度高く測定することが可能となる。つまり、受信電力、スペクトル及び遅延プロファイルを精度高く測定することが可能となる。

【0073】

以上、実施例1, 2を挙げて本発明を説明したが、本発明は前記実施例1, 2に限定されるものではなく、その技術思想を逸脱しない範囲で種々変形可能である。例えば、前記実施例1, 2による誤差検出部22では、SP信号及びCP信号、またはSP信号を用いて周波数誤差及びクロック誤差を検出するようにしたが、SP信号及びCP信号以外のパ

10

20

30

40

50

イロット信号を用いるようにしてもよい。例えば、実施例 2 による誤差検出部 22 は、予め設定された範囲 A (周波数の低い領域) 内で複数の S P 信号から最も振幅値の高い S P 信号を選択し、予め設定された範囲 B (周波数の高い領域) 内で複数の S P 信号から最も振幅値の高い S P 信号を選択するようにしたが、範囲 B 内で複数の S P 信号及び C P 信号から最も振幅値の高い S P 信号または C P 信号を選択するようにしてもよい。

#### 【0074】

また、実施例 1 による誤差検出部 22 は、異なる 2 つの S P 信号及び C P 信号を用いて周波数誤差及びクロック誤差を検出するようにしたが、異なる 2 つの S P 信号を用いるようにしてもよいし、異なる 3 つ以上の S P 信号等を用いるようにしてもよい。また、実施例 2 による誤差検出部 22 は、異なる 2 つの S P 信号等を用いて周波数誤差及びクロック誤差を検出するようにしたが、異なる 3 つ以上の S P 信号等を用いるようにしてもよい。例えば、実施例 1, 2 による誤差検出部 22 は、2 本の S P 信号の組み合わせにより第 1 の周波数誤差及びクロック誤差を検出し、他の 2 本の S P 信号の組み合わせにより第 2 の周波数誤差及びクロック誤差を検出し、検出した第 1 の周波数誤差及びクロック誤差と第 2 の周波数誤差及びクロック誤差からそれぞれの中央値を求め、周波数誤差の中央値を周波数誤差補正部 15 - 2 に出力し、クロック誤差の中央値をクロック誤差補正部 20 - 2 に出力するようにしてもよい。また、2 本の S P 信号についての 3 組以上の組み合わせについて、それぞれの周波数誤差及びクロック誤差を検出し、これらの平均値を求めて周波数誤差補正部 15 - 2 及びクロック誤差補正部 20 - 2 にそれぞれ出力するようにしてもよい。

10

20

#### 【0075】

尚、OFDM 波測定装置 1 のハードウェア構成としては、通常のコンピュータを使用することができる。OFDM 波測定装置 1 は、CPU、RAM 等の揮発性の記憶媒体、ROM 等の不揮発性の記憶媒体、及びインターフェース等を備えたコンピュータによって構成される。OFDM 波測定装置 1 に備えた直交復調部 13、誤差検出部 14、周波数誤差補正部 15 - 1, 15 - 2、シンボル切出部 16 - 1, 16 - 2, 16 - 3、FFT 部 17 - 1, 17 - 2, 17 - 3、シンボル加算部 18 - 1, 18 - 2, 18 - 3、S P パターン検出部 19、クロック誤差補正部 20 - 1, 20 - 2、S P 抽出部 21 - 1, 21 - 2、誤差検出部 22、受信電力算出部 23、スペクトル算出部 24 及び遅延プロファイル算出部 25 の各機能は、これらの機能を記述したプログラムを CPU に実行させることによりそれぞれ実現される。

30

#### 【0076】

また、図 1 の OFDM 波測定装置 1 に備えた周波数変換部 11 及び A / D 変換部 12 以外の構成部、すなわち直交復調部 13、誤差検出部 14、周波数誤差補正部 15 - 1, 15 - 2、シンボル切出部 16 - 1, 16 - 2, 16 - 3、FFT 部 17 - 1, 17 - 2, 17 - 3、シンボル加算部 18 - 1, 18 - 2, 18 - 3、S P パターン検出部 19、クロック誤差補正部 20 - 1, 20 - 2、S P 抽出部 21 - 1, 21 - 2、誤差検出部 22、受信電力算出部 23、スペクトル算出部 24 及び遅延プロファイル算出部 25 を備えた測定装置を構成することができる。この測定装置も、通常のコンピュータを使用することができ、前述の OFDM 波測定装置 1 と同様に、CPU、RAM 等の揮発性の記憶媒体、ROM 等の不揮発性の記憶媒体、及びインターフェース等を備えたコンピュータによって構成される。この測定装置に備えた直交復調部 13 等の各機能は、これらの機能を記述したプログラムを CPU に実行させることによりそれぞれ実現される。

40

#### 【0077】

この場合、図 1 に示した周波数変換部 11 及び A / D 変換部 12 を備えた受信装置は、受信アンテナにて OFDM 信号を受信し、A / D 変換部 12 により変換したデジタルの IF 信号を受信 OFDM 信号データとしてメモリに格納する。そして、測定装置は、受信装置のメモリに格納された受信 OFDM 信号データをダウンロードし、または記憶装置を介して読み出すことで、受信 OFDM 信号データをメモリに格納する。そして、測定装置は、メモリから受信 OFDM データを読み出し、直交復調部 13 等の機能を記述したプログ

50

ラムを実行する。これにより、受信装置にて受信したOFDM信号を、測定装置にて処理することができ、受信電力等を算出することができる。

【0078】

また、これらのプログラムは、磁気ディスク（フロッピー（登録商標）ディスク、ハードディスク等）、光ディスク（CD-ROM、DVD等）、半導体メモリ等の記憶媒体に格納して頒布することもでき、ネットワークを介して送受信することもできる。

【符号の説明】

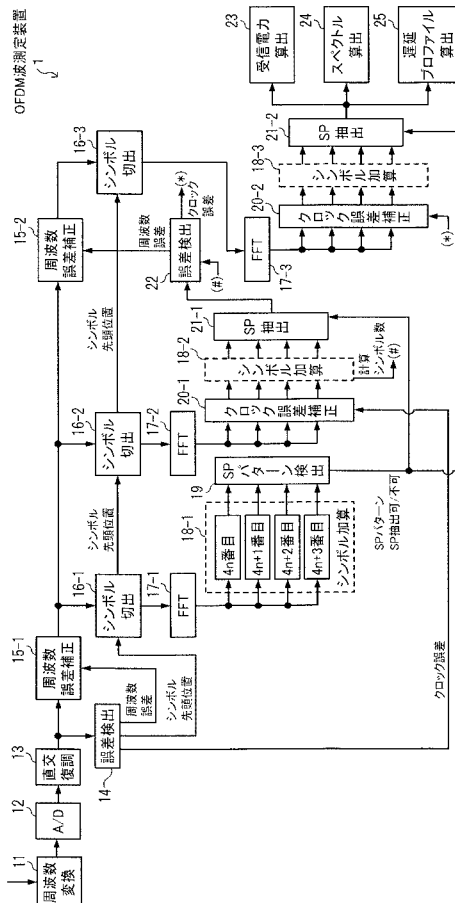
【0079】

- 1 OFDM波測定装置
- 11 周波数変換部
- 12 A/D変換部
- 13 直交復調部
- 14 誤差検出部
- 15 周波数誤差補正部
- 16 シンボル切出部
- 17 FFT部
- 18 シンボル加算部
- 19 SPパターン検出部
- 20 クロック誤差補正部
- 21 SP抽出部
- 22 誤差検出部
- 23 受信電力算出部
- 24 スペクトル算出部
- 25 遅延プロファイル算出部

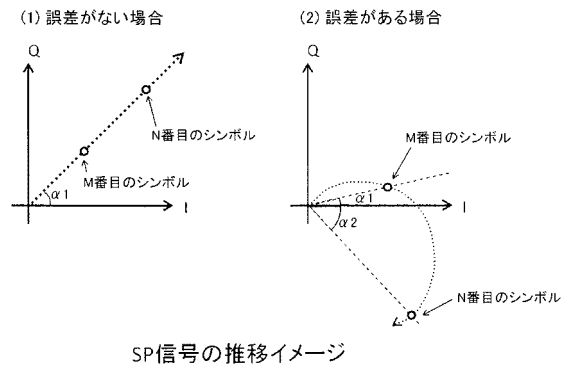
10

20

【図1】

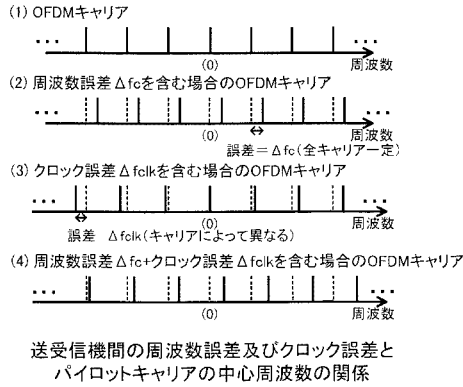


【図2】

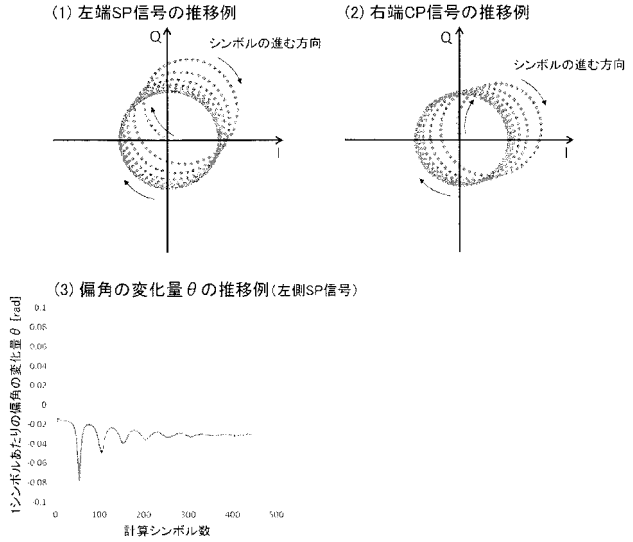


SP信号の推移イメージ

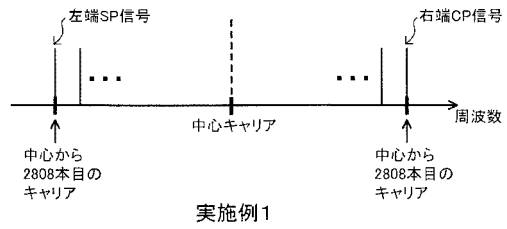
【 図 3 】



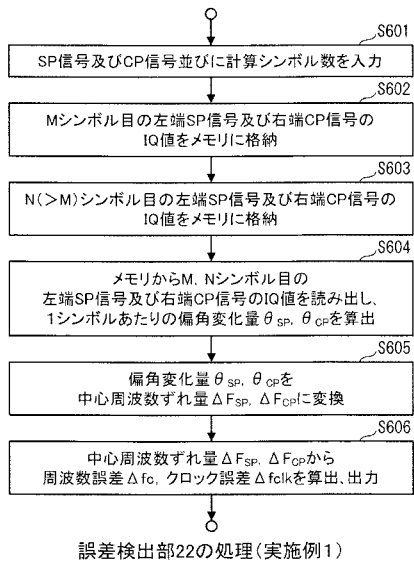
【 図 4 】



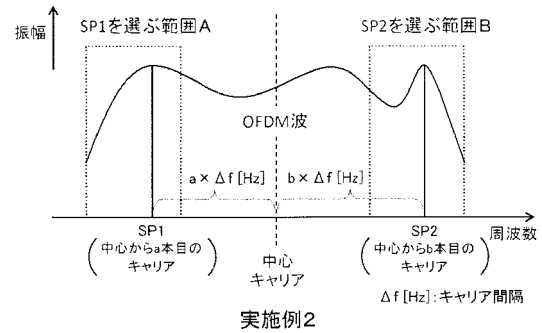
【 図 5 】



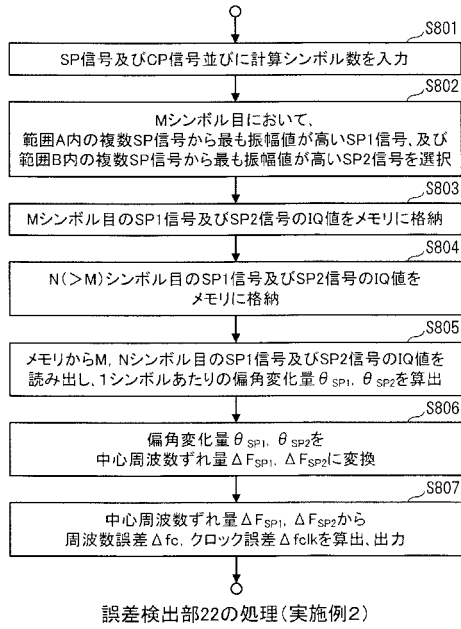
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 実井 仁  
東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放送協会放送技術研究所内
- (72)発明者 成清 善一  
東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放送協会放送技術研究所内