

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2008-533859  
(P2008-533859A)

(43) 公表日 平成20年8月21日(2008.8.21)

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

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 38 頁)

(21) 出願番号 特願2008-501014 (P2008-501014)  
(86) (22) 出願日 平成18年3月9日(2006.3.9)  
(85) 翻訳文提出日 平成19年10月30日(2007.10.30)  
(86) 国際出願番号 PCT/US2006/008797  
(87) 国際公開番号 W02006/099240  
(87) 国際公開日 平成18年9月21日(2006.9.21)  
(31) 優先権主張番号 60/660,717  
(32) 優先日 平成17年3月10日(2005.3.10)  
(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 595020643  
クアルコム・インコーポレイテッド  
QUALCOMM INCORPORATED  
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92  
121-1714、サン・ディエゴ、モア  
ハウス・ドライブ 5775  
(74) 代理人 100058479  
弁理士 鈴江 武彦  
(74) 代理人 100091351  
弁理士 河野 哲  
(74) 代理人 100088683  
弁理士 中村 誠  
(74) 代理人 100108855  
弁理士 蔵田 昌俊

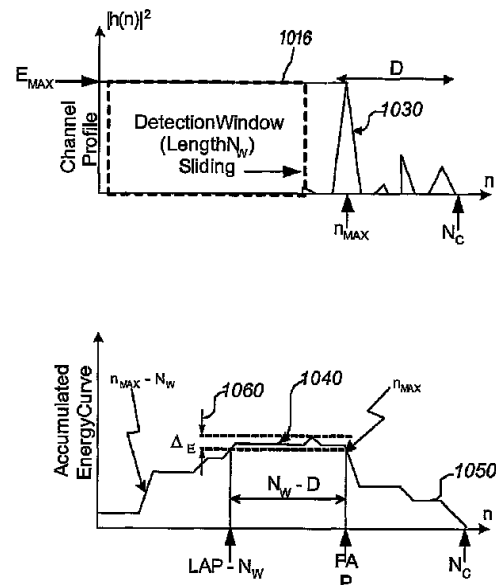
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 OFDM通信システム用のシンボル時間追跡

(57) 【要約】

通信チャネルを特徴付けるための方法が開示されている。検出ウィンドウがチャネルプロファイルを介して移動されて、該チャネルプロファイルにおけるタップエネルギーが該検出ウィンドウ内で累積エネルギー曲線に累積される。該累積エネルギー曲線の最大値のピークが判断される。該累積エネルギー曲線に対する帯域が定義される。最初の着信経路 (FAP) が、該累積エネルギー曲線におけるゾーンの第2の端付近に見られる終端を使用して判断される。始端が、該累積エネルギー曲線の該ゾーンの第1の端付近に見られる。最終着信経路 (LAP) が該始端を使用して判断される。該帯域が、該帯域内にある該最大値、またはこの付近の該累積エネルギー曲線のゾーンを定義する。

【選択図】 図10A、10B



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

通信チャネルを特徴付けるための方法であって、

検出ウィンドウをチャネルプロファイルを介して移動させて、前記チャネルプロファイルにおけるタップエネルギーを前記検出ウィンドウ内で累積エネルギー曲線に累積するステップと、

前記累積エネルギー曲線の最大値のピークを判断して、前記累積エネルギー曲線に対して帯域を定義することであって、前記帯域は、前記帯域内にある前記最大値、またはこの付近の前記累積エネルギー曲線のゾーンを定義するステップと、

前記累積エネルギー曲線における前記ゾーンの第 2 の端付近に見られる終端を使用して最初の着信経路 ( F A P ) を検出するステップと、

前記累積エネルギー曲線の前記ゾーンの第 1 の端付近に見られる始端を検出するステップと、

前記始端を使用して最終着信経路 ( L A P ) を判断するステップ

を備える方法。

**【請求項 2】**

前記帯域は前記最大値に対して配置される、請求項 1 に記載の通信チャネルを特徴付けるための方法。

**【請求項 3】**

複数のパイロットシンボルを捕捉するステップと、

前記複数のパイロットシンボルから前記チャネルプロファイルを判断するステップをさらに備える、請求項 1 に記載の通信チャネルを特徴付けるための方法。

**【請求項 4】**

前記 F A P および前記 L A P を使用して遅延分散を判断するステップをさらに備える、請求項 1 に記載の通信チャネルを特徴付けるための方法。

**【請求項 5】**

前記帯域は、前記ゾーンの前記第 2 の端と比較される場合、前記第 1 の端のサイズが異なるため、前記帯域は先細りにされる、請求項 1 に記載の通信チャネルを特徴付けるための方法。

**【請求項 6】**

前記帯域定義サブステップは、

前記帯域を前記最大値のパーセンテージとして定義するサブステップと、

前記帯域を前記最大値からの所定の低下として定義するサブステップ

のうちの 1 つを備える、請求項 1 に記載の通信チャネルを特徴付けるための方法。

**【請求項 7】**

少なくとも部分的に、前記 F A P、前記 L A P または遅延分散のうちの少なくとも 2 つに基づいて F F T コレクションウィンドウを位置決めするステップをさらに備える、請求項 1 に記載の通信チャネルを特徴付けるための方法。

**【請求項 8】**

所定の閾値以下の前記チャネルプロファイルからチャネルタップを選択するステップをさらに備える、請求項 1 に記載の通信チャネルを特徴付けるための方法。

**【請求項 9】**

前記分析ステップは 2 パスアルゴリズムを使用する、請求項 1 に記載の通信チャネルを特徴付けるための方法。

**【請求項 10】**

前記チャネルプロファイル判断ステップは、複数の直交周波数分割多重 ( O F D M ) シンボルを使用して前記チャネルプロファイルを判断するステップを備える、請求項 1 に記載の通信チャネルを特徴付けるための方法。

**【請求項 11】**

前記複数のパイロットシンボルは、フレーム内の複数の O F D M シンボルから収集され

10

20

30

40

50

、  
前記チャンネルプロファイル判断ステップは、前記複数のパイロットシンボルを使用して前記チャンネルプロファイルを判断するステップを備える、請求項 1 に記載の通信チャンネルを特徴付けるための方法。

【請求項 1 2】

前記複数のパイロットシンボルは、複数のフレームの複数の OFDM シンボルから収集され、

前記チャンネルプロファイル判断ステップは、前記複数のパイロットシンボルを使用して前記チャンネルプロファイルを判断するステップを備える、請求項 1 に記載の通信チャンネルを特徴付けるための方法。

【請求項 1 3】

前記通信方法は OFDMA 信号を用いる、請求項 1 に記載の通信チャンネルを特徴付けるための方法。

【請求項 1 4】

通信チャンネルを特徴付けるための受信機であって、

検出ウィンドウをチャンネルプロファイルを介して移動させて、前記チャンネルプロファイルにおけるタップエネルギーを前記検出ウィンドウ内で累積エネルギー曲線に累積する手段と、

前記累積エネルギー曲線の最大値のピークを判断する手段と、

前記累積エネルギー曲線に対して帯域を定義する手段であって、前記帯域は、前記帯域内にある前記最大値、またはこの付近の前記累積エネルギー曲線のゾーンを定義する手段と、

前記累積エネルギー曲線における前記ゾーンの第 2 の端付近に見られる終端を使用して FAP を検出する手段と、

前記累積エネルギー曲線の前記ゾーンの第 1 の端付近に見られる始端を検出する手段と

、  
前記始端を使用して LAP を判断する手段とを備える受信機。

【請求項 1 5】

前記複数のパイロットシンボルを捕捉する手段と、

前記複数のパイロットシンボルから前記チャンネルプロファイルを判断する手段とをさらに備える、請求項 1 4 に記載の通信チャンネルを特徴付けるための受信機。

【請求項 1 6】

前記帯域は前記最大値に対して配置される、請求項 1 4 に記載の通信チャンネルを特徴付けるための受信機。

【請求項 1 7】

前記 FAP および前記 LAP を使用して遅延分散を判断する手段をさらに備える、請求項 1 4 に記載の通信チャンネルを特徴付けるための受信機。

【請求項 1 8】

前記帯域は、前記ゾーンの前記第 2 の端と比較される場合に、前記第 1 の端のサイズが異なるため、前記帯域は先細りにされる、請求項 1 4 に記載の通信チャンネルを特徴付けるための受信機。

【請求項 1 9】

前記定義手段は、

前記帯域を前記最大値のパーセンテージとして定義する手段と、

前記帯域を前記最大値からの所定の低下として定義する手段のうちの 1 つを備える、請求項 1 4 に記載の通信チャンネルを特徴付けるための受信機。

【請求項 2 0】

少なくとも部分的に、前記 FAP、前記 LAP または遅延分散のうちの少なくとも 2 つに基づいて FFT コレクションウィンドウを位置決めする手段をさらに備える、請求項 1 4 に記載の通信チャンネルを特徴付けるための受信機。

10

20

30

40

50

## 【請求項 2 1】

所定の閾値以下の前記チャンネルプロファイルからチャンネルタップを選択する手段をさらに備える、請求項 1 4 に記載の通信チャンネルを特徴付けるための受信機。

## 【請求項 2 2】

前記分析手段は 2 パスアルゴリズムを使用する、請求項 1 4 に記載の通信チャンネルを特徴付けるための受信機。

## 【請求項 2 3】

前記チャンネルプロファイル判断手段は、複数の OFDM シンボルを使用して前記チャンネルプロファイルを判断する手段を備える、請求項 1 4 に記載の通信チャンネルを特徴付けるための受信機。

## 【請求項 2 4】

通信チャンネルを特徴付けるための通信デバイスであって、

検出ウィンドウを前記チャンネルプロファイルを介して移動させて、前記チャンネルプロファイルにおけるタップエネルギーを前記検出ウィンドウ内で累積エネルギー曲線に累積させ、

前記累積エネルギー曲線の最大値のピークを判断し、

前記累積エネルギー曲線に対して帯域を定義し、この場合前記帯域は、前記帯域内の前記最大値、またはこの付近の前記累積エネルギー曲線のゾーンを定義し、

前記累積エネルギー曲線の前記ゾーンの第 2 の端付近に見られる終端を使用して F A P を検出し、

前記累積エネルギー曲線の前記ゾーンの第 1 の端付近に見られる始端を検出し、

前記始端を使用して L A P を判断するように構成されているプロセッサと、

前記プロセッサに結合されているメモリとを備える通信デバイス。

## 【請求項 2 5】

前記プロセッサはさらに、

前記複数のパイロットシンボルを捕捉し、

前記複数のパイロットシンボルから前記チャンネルプロファイルを判断するように構成されている、請求項 2 4 に記載の通信チャンネルを特徴付けるための通信デバイス。

## 【請求項 2 6】

前記帯域は前記最大値に対して配置される、請求項 2 4 に記載の通信チャンネルを特徴付けるための通信デバイス。

## 【請求項 2 7】

前記帯域は、前記ゾーンの第 2 の端と比較される場合、前記第 1 の端のサイズが異なるため、前記帯域は先細りにされる、請求項 2 4 に記載の通信チャンネルを特徴付けるための通信デバイス。

## 【請求項 2 8】

前記帯域の定義は、

前記帯域を前記最大値のパーセンテージとして定義するステップと、

前記帯域を前記最大値からの所定の低下として定義するステップ

のうちの 1 つを備える、請求項 2 4 に記載の通信チャンネルを特徴付けるための通信デバイス。

## 【請求項 2 9】

前記プロセッサはさらに、所定の閾値以下の前記チャンネルプロファイルからチャンネルタップを選択する、請求項 2 4 に記載の通信チャンネルを特徴付けるための通信デバイス。

## 【請求項 3 0】

前記プロセッサは、複数の OFDM シンボルを使用して前記チャンネルプロファイルを判断する、請求項 2 4 に記載の通信チャンネルを特徴付けるための通信デバイス。

## 【請求項 3 1】

前記複数のパイロットシンボルは、フレーム内の複数の OFDM シンボルから収集され

10

20

30

40

50

前記チャンネルプロファイルの判断は、前記複数のパイロットシンボルを使用して前記チャンネルプロファイルを判断するステップを備える、請求項 2 4 に記載の通信チャンネルを特徴付けるための通信デバイス。

【請求項 3 2】

前記複数のパイロットシンボルは、複数のフレームの複数の OFDM シンボルから収集され、

前記チャンネルプロファイルの判断は、前記複数のパイロットシンボルを使用して前記チャンネルプロファイルを判断するステップを備える、請求項 2 4 に記載の通信チャンネルを特徴付けるための通信デバイス。

【発明の詳細な説明】

10

【発明の分野】

【0001】

米国特許法第 1 1 9 条のもとの優先権の主張

本出願は、2005年3月10日に提出された米国仮特許出願第 60 / 6 6 0 , 7 1 7 号の利点を特許請求するものであり、かつ非暫定的であり、これはこの譲渡人に譲渡され、その全体が参照として本明細書に組み込まれている。

【0002】

本発明は、概してデータまたは音声通信に、より具体的には通信システムにおける同期に関する。

【発明の背景】

20

【0003】

直交周波数分割多重化 (OFDM) とは、全システム帯域幅を複数 (N 個) の直交周波数サブバンドに効果的に分割するマルチキャリア変調技術である。これらのサブバンドは、トーン、サブキャリア、ビンおよび周波数チャンネルとも称される。OFDM によって、各サブバンドは、データ、パイロットまたはオーバーヘッド情報によって変調されることがあるそれぞれのサブキャリアと関連付けられる。

【0004】

OFDM システムにおいて、送信機はデータを処理して変調シンボルを取得し、さらに、変調シンボルに処理を実行して OFDM シンボルを生成する。そして送信機は通信チャンネルを介して OFDM シンボルを調整および送信する。OFDM システムは送信構造を使用してもよく、これによってデータはフレームごとに送信され、各フレームは具体的な時間分を有している。異なるタイプのデータ (例えば、トラフィック / パケットデータ、オーバーヘッド / コントロールデータ、パイロットなど) は各フレームの異なる部分で送信されてもよい。用語「パイロット」は概して、送信機および受信機両方が事前に知っているデータおよび / または送信のことである。

30

【0005】

受信機は通常、送信機によって送信されるデータを適切に回復するために適切なフレームおよび OFDM シンボルタイミングを取得する必要がある。例えば、受信機は、フレーム単位で送信される異なるタイプのデータを適切に回復するために、各フレームの開始を知る必要がある場合もある。受信機はしばしば、各 OFDM シンボルが送信機によって送信される時間や、通信チャンネルによって導入される伝搬遅延を知っているわけではない。そして受信機は、相補的 OFDM 復調を受信 OFDM シンボルに適切に実行するために、通信チャンネルを介して受信される各 OFDM シンボルのタイミングを明確にする必要があるだろう。

40

【0006】

同期とは、フレームおよび OFDM シンボルタイミングを取得するために受信機によって実行されるプロセスのことである。受信機はまた、周波数エラー推定およびチャンネル推定などの他のタスクを実行することもある。同期は、タイミングを改善し、かつチャンネルの変化を補正するために異なる時点で生じることがある。チャンネルの急激な変化はほとんど生じないため、無線システムはコヒーレントにこのタイミング変化を有することができ

50

る。

【0007】

しばしばチャネルは様々な遅延およびマルチパスを経験する。信号の異なる反射や経路は異なる時点で受信機に達し、異なる大きさを有することが可能である。フェージングは受信信号の大きさに影響を与える。遅延分散とは、最初の着信経路（FAP）および最後の着信経路（LAP）間の差である。LAPは、実際に最後に受信された反射ではなく、一部の時間遅延制限および/または大きさ基準を満たす最後のものであってもよい。FAPおよびLAPの両方が正しく推定可能であり、かつこれに応じてOFDMシンボルタイミングが調整される場合、受信信号反射の大部分は建設的にデータ復調に使用可能である。

10

【発明の概要】

【0008】

一態様では、本開示は、通信チャネルを特徴付けるための方法を提供する。検出ウィンドウがチャネルプロファイルを介して移動されて、該チャネルプロファイルにおけるタップエネルギーを該検出ウィンドウ内で累積エネルギー曲線に累積する。該累積エネルギー曲線の最大値のピークが判断される。該累積エネルギー曲線に対する帯域が定義される。該累積エネルギー曲線におけるゾーンの第2の端付近に見られる終端を使用して最初の着信経路（FAP）が検出される。該累積エネルギー曲線の該ゾーンの第1の端付近に見られる始端が検出される。最終着信経路（LAP）が該始端を使用して判断される。該帯域は、該帯域内の最大値、またはこの付近の該累積エネルギー曲線のゾーンを定義する。

20

【0009】

一態様では、本開示は、通信チャネルを特徴付けるための受信機を提供する。該受信機は、検出ウィンドウを該チャネルプロファイルを介して移動させて、該チャネルプロファイルにおけるタップエネルギーを該検出ウィンドウ内で累積エネルギー曲線に累積する手段と、該累積エネルギー曲線の最大値のピークを判断する手段と、該累積エネルギー曲線に対する帯域を定義する手段と、該累積エネルギー曲線における該ゾーンの第2の端付近の終端を使用してFAPを検出する手段と、該累積エネルギー曲線の該ゾーンの第1の端付近に見られる始端を検出する手段と、該始端を使用してLAPを判断する手段とを含んでいる。該帯域は、帯域内にある該最大値、またはこの付近の該累積エネルギー曲線のゾーンを定義する。

30

【0010】

一態様では、本開示は、通信チャネルを特徴付けるための通信デバイスを提供する。該通信デバイスは、共に結合されているプロセッサおよびメモリを備えている。該プロセッサは、検出ウィンドウを該チャネルプロファイルを介して移動させて、該チャネルプロファイルにおけるタップエネルギーを該検出ウィンドウ内で累積エネルギー曲線に累積し、該累積エネルギー曲線の最大値のピークを判断し、該累積エネルギー曲線に対する帯域を定義し、該累積エネルギー曲線における該ゾーンの第2の端付近に見られる終端を使用して最初の着信経路（FAP）を検出し、該累積エネルギー曲線の該ゾーンの第1の端付近に見られる始端を検出し、該始端を使用して最終着信経路（LAP）を判断するように構成されている。該帯域は該最大値に対して配置され、該帯域内にある該最大値、またはこの付近の該累積エネルギー曲線のゾーンを定義する。

40

【0011】

本開示の適用可能性に関するさらなる分野が、ここに提供されている詳細な説明から明らかになるであろう。詳細な説明および具体例は、種々の実施形態を示しているが、例示的にすぎず、また本開示の範囲を必ずしも制限する意図はないことが理解されるべきである。

【好ましい実施形態の詳細な説明】

【0012】

本開示について添付の図面を参照して説明する。

【0013】

50

添付の図面において、同様のコンポーネントおよび/または特徴は同一の参照ラベルを有することがある。

【0014】

以下の説明は、好ましい例示的实施形態のみを提供し、本発明の範囲、適用可能性または構成を制限する意図はない。むしろ、好ましい例示的实施形態についての以下の説明は、本発明の好ましい例示的实施形態を実現するための実用的な説明を当業者に提供する。添付の請求項に説明されている本発明の主旨および範囲を逸脱することなく、要素の機能および配置に関して種々の変更がなされてもよいことが理解されるべきである。

【0015】

実施形態の徹底的な理解を提供するために、具体的な詳細が以下の説明に付与される。しかし、実施形態はこれらの具体的詳細なしで実践可能である点が当業者には理解されるであろう。例えば、不必要な詳細で実施形態を妨げないように回路はブロック図で示されてもよい。他の例では、既知の回路、プロセス、アルゴリズム、構造および技術は、実施形態を妨げないように、不必要な詳細なしで示されてもよい。

10

【0016】

また、本実施形態は、フローチャート、フロー図、データフロー図、構造図あるいはブロック図として描かれているプロセスとして説明可能である点が注目される。フローチャートは順次プロセスとして動作を説明する場合があるが、動作の多くは、並列または同時に実行可能である。加えて、動作の順序は並べ替えられてもよい。プロセスは、その動作が完了すると終了するが、図面には含まれていない追加ステップを有することもある。プロセスは、方法、機能、手順、サブルーチン、サブプログラムなどに対応することがある。プロセスが機能に対応する場合、その終了は、呼び出し機能やメイン機能にこの機能が戻ることに対応する。

20

【0017】

さらに、ここに開示されているように、用語「記憶媒体」とは、リードオンリーメモリ (ROM)、ランダムアクセスメモリ (RAM)、磁気RAM、コアメモリ、磁気ディスク記憶媒体、光記憶媒体、フラッシュメモリデバイスおよび/または情報記憶用の他の機械読み取り可能な媒体を含む1つ以上のデータ記憶デバイスを表すことがある。用語「機械読み取り可能な媒体」は、ポータブルまたは固定記憶デバイス、光記憶デバイス、無線チャンネル、および、命令および/またはデータを記憶、含有あるいは担持可能な種々の他の媒体を含むが、これらに制限されない。

30

【0018】

さらに、実施形態は、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、ミドルウェア、マイクロコード、ハードウェア記述言語、あるいはこれらの組み合わせで具現化されてもよい。ソフトウェア、ファームウェア、ミドルウェアまたはマイクロコードで具現化される場合、必要なタスクを実行するためのプログラムコードやコードセグメントは、記憶媒体などの機械読み取り可能な媒体に記憶されてもよい。プロセッサは必要なタスクを実行してもよい。コードセグメントや機械実行可能な命令は、手順、機能、サブプログラム、プログラム、ルーチン、サブルーチン、モジュール、ソフトウェアパッケージ、クラス、あるいは、命令、データ構造またはプログラムステートメントの組み合わせを表すことがある。コードセグメントは、情報、データ、引数、パラメータあるいはメモリコンテンツを譲渡および/または受信することによって別のコードセグメントやハードウェア回路に結合されてもよい。情報、引数、パラメータ、データなどは、メモリ共有、メッセージ譲渡、トークン譲渡、ネットワーク送信などを含む適切な手段を介して譲渡、転送または送信されてもよい。

40

【0019】

ここに説明されている同期技術は、種々のマルチキャリアシステム、ダウンリンクならびにアップリンク、およびブロードキャストシステムに使用されてもよい。ダウンリンク (つまりはフォワードリンク) とは基地局から無線受信機への通信リンクであり、アップリンク (つまりリバーリンク) とは無線受信機から基地局への通信リンクのことである

50

。明確にするために、これらの技術は、直交周波数分割多重化（OFDM）または直交周波数分割多重アクセス（OFDMA）システムにおけるダウンリンクについて以下説明される。パイロット検出構造はブロードキャストシステムに適しているが、非ブロードキャストシステムに使用されてもよい。ブロードキャストトポロジーにおいて、フォワードリンクは、単一の基地局によって送信され、かつ多数の無線受信機によって受信される。一実施形態では、フォワードリンクは、単一の無線受信機、複数の無線受信機のサブセット、または全無線受信機を対象とするいくつかのチャンネルを有する場合がある。

#### 【0020】

OFDMシステムにおける初期捕捉後のタイミング同期のための改良された方法およびシステムが開示されている。精密タイミング捕捉（FTA）は、本開示に説明されているデータモード時間追跡（DMTT）の実行に先行することがある。時間分割多重（TDM）パイロット1処理に基づいた初期時間捕捉の結果は粗タイミング推定である。粗タイミング推定は、スーパーフレームの開始に関する情報を提供して、TDMパイロット2の開始の粗推定を付与する。TDMパイロット2構造を使用するさらなるタイミング推定によって、受信機は、後続のOFDMシンボルのより正確な開始位置を推定する。このステップはFTAと称される。

10

#### 【0021】

FTAが実行されると、DMTTモードで継続中のタイミング補正は、チャンネルが一時的に弱まったとしても受信機を同期状態に保ち、広範な遅延分散を経験し、新たに生じるエネルギークラスターや他の問題を知ることになる。DMTTはTDMパイロットや周波数分割多重（FDM）パイロットを使用可能であるが、以下の説明は、TDMパイロットにも適用可能であるが、主にFDMパイロットに関するものである。同期化は、チャンネルの最初の着信経路（FAP）の検出の他に多くを伴っているが、チャンネルから最も有用なエネルギーを捕捉するためのFFTコレクションウィンドウの最良位置を発見することを含んでいる。一実施形態では、このプロセスは、最大768個のチップの遅延分散によって1024個のサンプルのチャンネル推定にうまく対処するように設計されている。

20

#### 【0022】

一実施形態では、DMTT補正は、FAP位置と、チャンネルの推定遅延分散Dの両方に左右される。時間追跡ユニットはまず、最大累積エネルギーが生じる場所 $T_M$ を発見し、この最大値 $E_M$ を記憶する。次に、 $T_M$ の左右への累積エネルギー曲線は、1未満のある所定値 $b$ に対して累積エネルギーが値 $(1 - b) E_M$ 以下に低下する位置を検索するために検証される。言い換えると、累積エネルギーが検出ウィンドウにおいてその最大値から数パーセント（例えば、5%または3%）下がったところに、累積エネルギー曲線の平坦ゾーンの始端および終端が定義される。パーセンテージは累積エネルギー曲線の最大値付近の帯域を定義する。この帯域に入ることによって、帯域の平坦部分の始端 $T_L$ を定義するのに対して、帯域を出ることによって帯域の平坦部分の終端 $T_T$ を定義する。終端はFAPの位置と一致するが、始端は最後の着信経路（LAP） $- N_W$ と等しい。始端と終端の差は $N_W - 遅延分散 D$ に等しい。従って、遅延分散Dは $D = N_W - T_T - T_L$ として計算可能である。FAP、LAPまたはDのうちの少なくとも2つが計算されると、DMTTはFFTコレクションウィンドウの配置に伴って実行される。

30

40

#### 【0023】

図1をまず参照すると、OFDMシステム100における基地局110および無線受信機150の実施形態のブロック図が示されている。基地局110は一般的に固定局であるが、基地局トランシーバシステム（BTS）、アクセスポイント、あるいは他の用語で呼ばれてもよい。無線受信機150は固定でもモバイルでもよく、またユーザー端末、モバイル局、あるいは他の用語で呼ばれてもよい。無線受信機150は、ポータブルユニット、例えば、セルラー電話、ハンドヘルドデバイス、無線モジュール、携帯情報端末（PDA）、テレビ受像機であってもよい。

#### 【0024】

基地局110において、TXデータ/パイロットプロセッサ120は異なるタイプのデ

50



ータ（例えば、トラヒック/パケットデータおよびオーバーヘッド/コントロールデータ）を受信し、受信データを処理して（例えば、符号化、インタリーブ化、変調シンボルのマッピング）、データシンボルを生成する。ここで使用されているように、「データシンボル」はデータ用の変調シンボルであり、「パイロットシンボル」はパイロット用の変調シンボルであり、変調シンボルは、変調スキーム（例えば、M-PSK、M-QAMなど）用の信号コンステレーションポイントの複素数値である。パイロットプロセッサ120はまたパイロットデータを処理してパイロットシンボルを生成し、データシンボルおよびパイロットシンボルをOFDM変調器130に提供する。

#### 【0025】

OFDM変調器130は、後述されるように、データシンボルおよびパイロットシンボルを適切なサブバンドおよびシンボル周期に多重化して、さらにOFDM変調を多重化変調シンボルに実行して、OFDMシンボルを生成する。本実施形態では、OFDMシンボルは周波数ドメインにおいて4096個の変調シンボルで形成され、この場合変調シンボル当たり1個のサブキャリアがある。送信機(TMTX)ユニット132はOFDMシンボルを1つ以上のアナログ信号に変換し、さらに、アナログ信号を調整し（例えば、増幅、フィルタリング、周波数アップコンバートなど）、変調信号を生成する。そして基地局110は変調信号をアンテナ134からOFDMシステム100の無線受信機に送信する。本実施形態の時間ドメインにおいて、各OFDMシンボル周期は、長さが $4096 + 512 + 17 = 4625$ 個のサンプルである。

#### 【0026】

無線受信機150において、基地局110からの送信信号はアンテナ152によって受信され、受信機ユニット154に提供される。受信機ユニット154は受信信号を調整して（例えば、フィルタリング、増幅、周波数ダウンコンバートなど）、調整済み信号をデジタル化して入力サンプルのストリームを取得する。OFDM復調器160はOFDM復調を入力サンプルに実行して、受信されたデータシンボルおよびパイロットシンボルを取得する。OFDM復調器160はまた検出（例えば、整合フィルタリング）を受信データシンボルに対してチャンネル推定（例えば、周波数応答推定）によって実行して、検出されたデータシンボルを取得するが、これらは基地局110によって送られるデータシンボルの推定である。OFDM復調器160は検出されたデータシンボルを受信(RX)データプロセッサ170に提供する。

#### 【0027】

同期/チャンネル推定ユニット(SCEU)180は、後述のように、受信機ユニット154から入力サンプルを受信し、同期化を実行して、フレームおよびOFDMシンボルタイミングを判断する。SCEU180はまた、受信パイロットシンボルを使用するチャンネル推定をOFDM復調器160から導出する。SCEU180はOFDMシンボルタイミングおよびチャンネル推定をOFDM復調器160に提供し、フレームタイミングをRXデータプロセッサ170および/またはコントローラ190に提供することもある。OFDM復調器160はOFDMシンボルタイミングを使用してOFDM復調を実行し、またチャンネル推定を使用して受信データシンボルの検出を実行する。

#### 【0028】

RXデータプロセッサ170はOFDM復調器160からの検出データシンボルを処理して（例えば、シンボルデマッピング、デインタリーブ、復号など）、復号データを提供し、基地局110によって送られる様々なタイプのデータを回復する。一般的に、OFDM復調器160およびRXデータプロセッサ170による処理は、基地局110におけるOFDM変調器130およびTXデータ/パイロットプロセッサ120による処理に対してそれぞれ相補的である。

#### 【0029】

コントローラ140、190は、基地局110および無線受信機150での動作をそれぞれ命令する。コントローラはプロセッサおよび/または状態機械である場合もある。メ

10

20

30

40

50

モリユニット142、192は、コントローラ140および190によってそれぞれ使用されるプログラムコードおよびデータの記憶装置を提供する。モリユニット142、192は、情報を記憶するために種々のタイプの記憶媒体を使用してもよい。

【0030】

基地局110は、このカバレッジエリアにおいて、ポイントツーポイント送信を単一の無線受信機に、マルチキャスト送信を1グループの無線受信機に、ブロードキャスト送信を全無線受信機に送信してもよく、またはこれらの組み合わせでもよい。例えば、基地局110は、このカバレッジエリアにおいてパイロットおよびオーバーヘッド/コントロールデータを全無線受信機に送信してもよい。基地局110はさらに、種々の状況および実施形態において、ユーザー固有のデータを特定の無線受信機に、マルチキャストデータを1グループの無線受信機に、および/またはブロードキャストデータを全無線受信機にシングルキャスト送信してもよい。

10

【0031】

図2A、2Bおよび2Cを参照すると、OFDMシステム100に使用可能なスーパーフレーム構造200の実施形態が示されている。データおよびパイロットはスーパーフレーム204で送信されてもよく、各スーパーフレーム204は所定の時間分を有している。スーパーフレーム204はまた、フレーム、タイムスロットあるいは他の用語で呼ばれることがある。本実施形態では、各スーパーフレーム204は、第1のTDMパイロット用のTDMパイロット1フィールド212、第2のTDMパイロット用のTDMパイロット2フィールド214、オーバーヘッド/コントロールデータ用のオーバーヘッドフィールド216、およびトラヒック/パケットデータ用のデータフィールド218を含んでいる。

20

【0032】

4個のフィールド212、214、216、218はスーパーフレーム204ごとにデータを保持する。種々の割り当てスキームが使用可能であり、例えばバーストTDM、サイクルTDMおよび/またはバーストTDM/FDMである。一実施形態では、4個のフィールド212、214、216、218はまた、同期化およびデータ回復を容易にするように配列される。各スーパーフレーム204において最初に送信されるパイロットTDMシンボル212、214は、スーパーフレーム204において次に送信されるオーバーヘッドフィールド216のオーバーヘッドOFDMシンボルの検出に使用されてもよい。さらに、TDMパイロットフィールド212、214はOFDM信号のタイミング捕捉に使用される。オーバーヘッドフィールド216から取得されたオーバーヘッド情報は次いで、スーパーフレーム204で最後に送信されるデータフィールド218で送られるトラヒック/パケットデータの回復に使用されてもよい。

30

【0033】

一実施形態では、TDMパイロット1フィールド212はTDMパイロット1に対してOFDMシンボル1個を担持し、TDMパイロット2フィールド214はTDMパイロット2に対してOFDMシンボル1個を担持する。一般的に、各フィールドは任意の期間であってもよく、またフィールドは任意の順序で配列されてもよい。一部の実施形態では、TDMパイロット1 212および/またはTDMパイロット2 214は、無線受信機による同期化を容易にするために、各スーパーフレーム204において定期的に送信可能である。

40

【0034】

OFDMシステム100は、BW MHzの全システム帯域幅を有しており、これはOFDMを使用してN個の直交サブバンドに分割される。隣接するサブバンド間の間隔はBW/N MHzである。全N個のサブバンドのうち、M個のサブバンドがパイロットおよびデータの送信に使用可能であり(ここでM < Nである)、また残りのN - M個のサブバンドは未使用であり、ガードサブバンドとして作用することもある。一実施形態では、OFDMシステム100は、全N = 4096個のサブバンドと、M = 4000個の使用可能なサブバンドと、N - M = 96個のガードサブバンドとによるOFDM構造を使用する。

50

加えて、FDMパイロットシンボルは各OFDMシンボル226においてインタリーブされ、例えば、500個のFDMパイロットシンボルと3500個のデータシンボルがガードサブバンド外で使用可能となるように、各8番目のサブバンドはデータシンボルをFDMパイロットシンボルによってパンクチャする。一般的に、任意の使用可能なガードサブバンド総数を有するOFDM構造はOFDMシステム100に使用されてもよい。

#### 【0035】

データフィールド218は多数のフレーム222を含んでおり、これらは図2Bに詳述されている。本実施形態では、各データフィールド218に4個のフレーム222があるが、異なる実施形態ではこれよりも多数または少数のフレームを使用可能である。各フレーム222は、図2Cに示されているように多数のOFDMデータシンボル226を含んでいる。一実施形態では、各OFDMデータシンボル226は、未使用のガードサブバンドおよび除去されたFDMパイロットシンボルを考慮すると3500個のデータシンボルを含んでいる。

10

#### 【0036】

とりわけ、TDMパイロット1212およびTDMパイロット2214は、OFDMシステム100の無線受信機150による同期化を容易にするように設計されている。無線受信機は、各フレームの開始を検出し、OFDMシンボルタイミングの粗推定を取得し、かつ周波数エラーを推定するためにTDMパイロット1212を使用してもよい。無線受信機は、より正確つまり精密なタイミング捕捉を取得するためにTDMパイロット2214を使用してもよい。データシンボル内でインタリーブされたFDMパイロットシンボルによってさらに、同期タイミングは信号エネルギーの捕捉を最適化することができる。具体的には、FDMパイロットはチャネル推定に使用可能であり、チャネル推定は、信号エネルギーの捕捉を最適化し、最終的にはOFDMシンボルタイミングを再調整するために使用可能である。

20

#### 【0037】

次に図3を参照すると、基地局110のOFDM変調器130の一実施形態のブロック図の一実施形態が示されている。シンボル・サブバンド間マッピング/多重化ユニット510はTXデータ/パイロットプロセッサ120からデータシンボルおよびパイロットシンボルを受信し、これらのシンボルを、コントローラ140からのSubband\_Mux\_Control信号に基づいて適切なサブバンドにマッピングする。各OFDMシンボル周期では、シンボル・サブバンド間マッピングユニット510は、データまたはパイロット送信に使用されるサブバンドごとに1個のデータシンボルまたはパイロットシンボルを、未使用サブバンドごとに(信号値0である)「ゼロシンボル」を提供する。OFDMシンボル周期ごとに、シンボル・サブバンド間マッピングユニット510は、全N個のサブバンドにN個の変調シンボルを提供して、各変調シンボルはデータシンボル、パイロットシンボルまたはゼロシンボルであってもよい。

30

#### 【0038】

Nポイント逆離散フーリエ変換(IDFT)ユニット512はOFDMシンボル周期ごとにN個の変調シンボルを受信し、このN個の変調シンボルをNポイントIDFTによって時間ドメインに変換し、N個の時間ドメインサンプルを含有する「変換済み」シンボルを提供する。各サンプルは、1つのサンプル周期で送られる複素数値である。Nポイント逆高速フーリエ変換(IFFT)はまた、Nが2の累乗であれば、NポイントIDFTの代わりに実行されることもあり、これが通常の場合である。

40

#### 【0039】

並列/直列(P/S)変換器530は変換済みシンボルごとにN個のサンプルを直列化する。そしてサイクリックプレフィックス生成器540は各変換済みシンボルの一部(つまりC個のサンプル)を反復して、N+C個のサンプルを含有するOFDMシンボルを形成する。例えば、サイクリックプレフィックス1004は、一実施形態においては、OFDMシンボルの最後の512個のサンプルである。サイクリックプレフィックスは、例えば通信チャネルの長期遅延分散によって引き起こされるシンボル間干渉(ISI)および

50

キャリア間干渉 (ICI) に対処するために使用される。一般的に、遅延分散は、受信機 150 における信号の FAP と LAP の時間差である。OFDM シンボル周期 (または、単に「シンボル周期」) は OFDM シンボルの期間であり、 $N + C$  個のサンプル周期に等しい。一実施形態では、シンボル周期が 4608 となるように  $N = 4096$  かつ  $C = 512$  である。OFDM シンボル周期が 4625 となるように、OFDM シンボル間で 17 個のサンプル周期のシンボル間ガード帯域を有する実施形態もある。

#### 【0040】

次に図 4 を参照すると、無線受信機 150 の SCEU 180 のブロック図の一実施形態が示されている。図示されている実施形態において、SCEU 180 は時間追跡 (つまりデータモード) DMTT 状態で動作中である。SCEU 180 内で、ウィンドウ配置ユニット 725 は OFDM シンボルタイミング補正に応じてサンプルを整列させ、シンボルタイミング検出器 720 つまり DMTT ユニットからのシンボルタイミング情報を使用して OFDM シンボルから冗長 CP 1004 を排除する。本実施形態では、OFDM シンボルは、ウィンドウ配置ユニット 725 の後に 4096 個のサンプルで表される。OFDM シンボルからの関連する 4096 個のサンプルは FFT ウィンドウ配置ユニット 725 に見られ、 $N$  ポイント DFT ユニットに送られて、関連する 4096 個のサンプルを使用して受信機において変換済み OFDM シンボルを作成する。

#### 【0041】

周波数エラー推定器 712 はスクリーニング入力サンプルを受信し、受信信号における周波数エラー推定を判断する。周波数推定は周波数補正ユニット 715 に提供されて、周波数補正を実行する。この周波数エラーは、例えば、基地局および無線受信機における発振器の周波数の差やドップラーシフトなどの種々の原因による場合がある。スクリーニングおよび周波数補正された入力サンプルは、周波数推定を使用して周波数補正ユニット 715 によって生成される。チャンネル推定ユニット 730 は、変換済みシンボルにおける FDM パイロットからチャンネル推定を受信および導出する。

#### 【0042】

チャンネル推定は主にデータ復調を支援するために使用されるが、将来の OFDM シンボルのシンボルタイミングを判断するためにも使用される。シンボルタイミング検出器 720 はチャンネル推定からシンボルタイミングを判断し、タイミング情報をウィンドウ配置ユニット 725 に提供する。反復的に、ウィンドウ配置は前のチャンネル推定に影響される。

#### 【0043】

図 5 を参照すると、シンボルタイミング検出器 720 およびチャンネル推定器 730 の一実施形態のブロック図が、FDM パイロットに基づいてタイミング同期およびチャンネル推定を実行する一実施形態と関連して示されている。チャンネル推定器 730 は FDM パイロットに基づいて、時間および周波数両方のドメインチャンネル推定を生成する。時間ドメインチャンネル推定はシンボルタイミング検出器 720 によって、チャンネル推定ユニットにフィードバックされて次の時間ドメインチャンネル推定の捕捉に影響を与える新たなタイミングオフセットを生成する際に使用される。タイミングオフセットはまた FFT ウィンドウ配置ユニット 725、ならびに受信ユニット 150 における他の回路によって使用される。このループによって、受信ユニット 150 全体の様々な場所で使用するタイミングオフセットを反復的に判断することができる。

#### 【0044】

チャンネル推定器 730 は時間ドメインにおいてチャンネルインパルス応答を生成する、つまりチャンネル推定器 730 は、時間フィルタユニット 528 を使用して、FDM パイロットから時間および周波数両方のドメインでのチャンネル推定を担っている。チャンネル推定器 730 は、本実施形態では、 $N$  ポイント DFT 514 と、パイロット復調器 516 と、ゼロ外挿ユニット 517 と、 $M$  ポイント IDFT 518 と、時間フィルタ 528 と、 $M$  ポイント DFT 532 とを含んでいる。 $N$  ポイント DFT 514 は、FFT ウィンドウ配置ユニット 725 によるサイクリックプレフィックスにおける冗長情報の除去後に、例えば OFDM シンボルに 4096 ポイントフーリエ変換を実行する。データシンボルが  $N$  ポイン

10

20

30

40

50

ト D F T 5 1 4 の後であらゆる場所で使用されるとしても、D F T から出力された 5 0 0 個の F D M パイロットに議論の焦点を当てる。F D M パイロットはパイロット復調ユニット 5 1 6 で復調されて、5 0 0 個の復調 F D M パイロットを生成する。ゼロ外挿ユニット 5 1 7 は 5 0 0 個の実パイロットを 5 1 2 個の外挿 F D M パイロットに変換する。M ポイント I D F T 5 1 8 は 5 1 2 ポイント逆フーリエ変換を使用して、5 1 2 個の外挿 F D M パイロットに基づいて時間ドメインチャンネル観測を生成する。時間ドメインチャンネル観測はエリアシングを有する場合がある。

【 0 0 4 5 】

時間フィルタ 5 2 8 は、多数の連続 O F D M シンボルに対するチャンネル観測を収集することによって、生じるエリアシングを除去する。時間フィルタ 5 2 8 の本実施形態は 3 つの連続 O F D M シンボルに対するチャンネル観測をフィルタリングするが、他の実施形態は、この数より多数または少数の O F D M シンボルの平均化を実行する場合がある。本プロセスを通して、サンプル 5 1 2 個の長さの 3 つの連続チャンネル観測は、本実施形態では、サンプル 1 0 2 4 個の長さの時間ドメインチャンネル推定に結合される。タイミングオフセットは、3 つの連続チャンネル観測を整列するために使用される。

10

【 0 0 4 6 】

シンボルタイミング検出器 7 2 0 内で、チャンネル平均化ユニット 5 0 8 および時間追跡ブロック 5 2 0 がシンボルタイミングを判断するために使用される。シンボルタイミング検出器 7 2 0 は、チャンネル推定ユニット 7 3 0 の副産物である連続時間ドメインチャンネル推定を受信し、時間ドメインチャンネル推定を処理して信号を追跡し、チャンネル推定器 7 3 0 による将来のチャンネル推定の生成をコントロールする。チャンネルエネルギーの位置は、F D M パイロットによって生成されるチャンネル推定の分析に基づいて時間追跡器 5 2 0 によって判断される。

20

【 0 0 4 7 】

次に図 6 を参照すると、シンボルタイミング検出器 7 2 0 の一実施形態のブロック図が示されており、これは、チャンネルエネルギー位置の判断の助けとなるように使用される。本実施形態は 2 レベルのフィルタリングを使用するが、フィルタ 1 個のみを有しているか、全くフィルタリングのない実施形態もある。チャンネルインパルス応答つまり時間ドメインチャンネル推定は一度に 1 タップずつ順次受信され、短期平均ブロック 9 0 8 によってフィルタリングされる。短期平均は最後のいくつかのチャンネル推定を使用して、チャンネル推定の短期平均を維持する。一般的に、平均化されたチャンネルインパルス応答は 1 つのフレーム周期内にある。短期平均化プロセスは、短期平均を長期平均化ブロック 9 1 2 に提供した後に定期的にクリアされる。本実施形態では、短期平均化ブロック 9 1 2 は、有用なチャンネル情報と背景雑音を区別して、チャンネルタップをより正確に識別し、かつさらなる処理に使用される平均チャンネルインパルス応答を平滑化する助けとなる。

30

【 0 0 4 8 】

インターバルタイマー 9 2 8 は、クリア前に結果を長期平均ブロック 9 1 2 に提供可能な遅延 6 3 2 の後に短期平均ブロック 6 0 8 をクリアする。インターバルタイマーは、1 つのフレーム周期のチャンネル推定が短期平均ブロックで使用されるように、一実施形態では各ファイル 2 2 2 後にトリガされる。クリア動作中、短期平均ブロックからの出力はスイッチによって長期平均 9 1 2 から接続解除される。インターバルタイマー 9 2 8 の周期は一部の実施形態では調整可能であり、予想コヒーレント時間に左右されることがある。

40

【 0 0 4 9 】

本実施形態では、チャンネルインパルス応答は長さが 1 0 2 4 個のタップであるが、他の実施形態では他のサイズであってもよい。スプリアスチャンネル推定は、デジタルフィルタを使用する短期平均ブロック 9 0 8 でフィルタリングされ、例えば無限インパルス応答 ( I I R ) が示されているが、有限インパルス応答 ( F I R ) フィルタが他の実施形態では代替的に使用されることがある。短期平均ブロック 9 0 8 におけるのと同様に経時的にチャンネルタップエネルギーを 1 つずつフィルタリングすることによって、チャンネルエネルギープロファイルを経時的に平均化することができ、またチャンネル対背景雑音のかなりの

50

部分を強化する助けとなる。短期平均チャネル推定は瞬時検出器を通過し、瞬時FAPおよびLAPを発見し、これらは、過去のいくつかのOFDMシンボルのチャネルプロファイルに対応する。

#### 【0050】

別のフィルタリングステップにおいて、長期平均ブロック912は短期平均チャネル推定を取り、これを履歴チャネル推定に対してフィルタリングする。これらの履歴チャネル推定は一般的に、(1つ以上のスーパーフレーム204全体にもわたる)複数の先行フレーム222からのチャネルプロファイルによるものである。いずれの場合も、長期平均ブロック912は、短期平均ブロック908よりも広範なチャネル推定を使用する。FIRやIIRフィルタは、履歴チャネル推定を現行の短期平均チャネル推定と結合するために使用される。一実施形態では、長期平均ブロックは、過去に生じており、かつ将来も生じる可能性があるが、頻度の小さいチャネル特徴を想起させるために使用される。長期平均チャネル推定はトレンド検出器920に譲渡されて、FAPおよびLAPの挙動のトレンドを発見する。

10

#### 【0051】

チャネルロケータブロック924は瞬時FAPおよびLAPと、トレンドFAPおよびLAPとをとり、ウィンドウ配置ユニット725にFFTコレクションウィンドウを配置する際、ならびに時間フィルタ528にチャネル観測を整理する際に使用されるオフセットOffを判断する。オフセット判断およびアプリケーションに使用されるアルゴリズム動作については以下さらに説明する。

20

#### 【0052】

再度図5を参照すると、時間追跡器520は、累積エネルギー曲線1050のピークにおける低下を検索することによってFAPを判断してもよい。累積およびピークの検出は、チャネルインパルス応答プロファイルつまり「チャネルプロファイル」全体に長さ $N_w$ の「検出」ウィンドウをスライドすることによって達成されてもよい。各検出ウィンドウ開始位置において、検出ウィンドウ1016内にある全タップのエネルギーが、累積エネルギー曲線1050を発見するために計算される。累積エネルギー曲線1050は分析されて、累積エネルギー曲線1050の最大値付近の平坦域の始端および終端を発見することによってFAPおよびLAPを判断する。

30

#### 【0053】

さまざまな検出ウィンドウ1016の開始位置でのチャネルタップの累積エネルギーのプロットが、一実施形態の累積エネルギー曲線1050に対して図10Bに示されている。検出ウィンドウ1016は循環的に右側にシフトされて、検出ウィンドウ1016の右端が最終タップに達すると、ウィンドウ1016は最初のタップに折り返す。従って累積エネルギーは、チャネルプロファイル1030のチャネルインパルス応答タップ全体にわたって各検出ウィンドウ1016の開始位置ごとに同数のチャネルタップについて収集される。

#### 【0054】

図7を参照すると、時間フィルタユニット528およびMポイントDFIT532の一実施形態のブロック図が示されており、図5において高レベルに示されたこれらのブロックを詳述している。図7は、対象のデータインタレースに対して周波数ドメインの512ポイントチャネル推定を取得するためにチャネル観測に実行される動作を示している。

40

#### 【0055】

一実施形態では、チャネル推定は、各OFDMシンボルにある500FDMPパイロットサブキャリアに基づいて実行される。収集されたFDMPパイロットは、NポイントDFITユニット514、パイロット復調ユニット516、ゼロ外挿ユニット517およびMポイントIDFITユニット518においてそれぞれ処理される。従ってパイロットインタレースに対応する時間ドメインチャネル観測が取得される。図7は、FDMPキャリアの対象データインタレースに対して周波数ドメインの512ポイントチャネル推定を取得するために、時間ドメインチャネル観測のブロック528および532に実行される動作を示して

50

いる。

【0056】

512ポイントIFFT518の後に、位相ランプ604が、ゼロインタレースからのパイロットインタレースのオフセットを説明するために実行される。位相ランプ604の終わりに取得される512時間ドメインチャンネル観測は次いで、2つの異なる時間フィルタを使用してフィルタリングされて、時間ドメインにおける1024ポイントチャンネル推定をもたらす。分解能が改良されたこの時間ドメインチャンネル推定はチャンネル推定ユニット730の副産物であると同時に、シンボルタイミング検出器ブロック720への入力である。

【0057】

2つの異なる3タップ非カジュアル時間フィルタ612、616がフィルタリング動作に使用される。フィルタリング動作は3つのさらなる512長バッファ632を使用し、このうちの2つは、先行および将来のOFDMシンボルに対応するパイロット観測を記憶するために、残りの1つは、用いられている第2の時間フィルタ616から取得されるさらなる512個のチャンネル推定を記憶するために使用される。第1の時間フィルタ612の動作の結果は、最古のOFDMシンボルに対応するパイロット観測を含有する512長バッファに書き込まれるのに対して、第2の時間フィルタ616の動作の結果は、このために用いられているさらなる512長バッファに書き込まれる。正確な時間フィルタリング動作はシンボル数に左右されるが、これはパイロットインタレースの位置を判断する。

【0058】

3つの連続OFDMシンボルからの時間ドメインチャンネル観測を結合するプロセスにおいて、時間フィルタリングユニット528は、時間追跡ブロック520によって検出されるタイミングオフセット（つまり補正）を考慮する。これは、タイミング補正がFFTウィンドウ配置ユニット725に適用されるようになると、対応する時間ドメインチャンネル観測はもはや時間フィルタユニット528の入力で整列されず、時間フィルタリングユニット528において整列が生じるからである。タイミングオフセットは将来および過去のOFDMシンボル観測に対応するバッファに適用されるのに対して、現在のOFDMシンボル観測は正しいタイミングを有するものとされる。オフセットは、時間フィルタリングユニット528を使用して時間ドメインチャンネル観測を結合する前に適用される。

【0059】

時間追跡ブロック520から入力を取得し、これをnewTimingOffset（新たなタイミングオフセット）と称することにする。また2つのレジスタを維持し、これらをOffset1（オフセット1）およびOffset2（オフセット2）と称することにする。Offset1は将来のOFDMシンボル（ $h(n+1)$ ）に対応するバッファに適用される有効オフセットに対応し、Offset2は過去のOFDMシンボル（ $h(n-1)$ ）に対応するバッファに適用されるオフセットに対応する。

【0060】

結合638が実行されて512長ベクトルを形成する。このベクトルは、異なる（非パイロット）インタレースに対応する等価512長時間ドメインチャンネル観測を表す。次に、このベクトルは512ポイントFFTユニット650を使用して周波数ドメインに変換され、このような等価周波数ドメインチャンネル推定は、当該インタレースのデータを復調する際に使用される。

【0061】

タイミング補正が実行されると、時間フィルタユニット528は、チャンネル条件が変化するのに伴ってある時間ベースから新たな時間ベースに推移する。OFDMシンボルのFDMPパイロットに使用される時間ベースは、OFDMシンボルのデータに使用されるものに対応する。時間フィルタ528は一般的に、3つの連続OFDMシンボル（つまり、過去、現在および将来）からの時間ドメインチャンネル観測を結合するが、推移する場合には、同一の時間ベースのOFDMシンボルからのチャンネル観測を考慮するだけでよい。加えて、別の時間ベースのチャンネル観測は使用前に現在の時間ベースに補正されることもある

10

20

30

40

50

。いずれの場合も、同一時間ベース、あるいは同一時間ベースに補正されたチャネル観測のみが、時間フィルタが連続OFDMシンボルを考慮する場合に使用される。

【0062】

図8を参照すると、TDMパイロットとFDMパイロットの結合によるパイロット送信スキームの一実施形態が示されている。基地局110は、無線受信機150による初期の精密タイミング捕捉を容易にするために、各スーパーフレーム204においてTDMパイロット1 212およびTDMパイロット2 214を送信してもよい。本実施形態では、TDMパイロット212、214のオーバーヘッドは2つのOFDMシンボル周期であり、これらはスーパーフレーム204のサイズと比べて小さくてもよい。基地局110はまた、種々のスキームに従って残りのサブバンドの大部分または一部でFDMパイロット

10

【0063】

OFDMシンボル周期の各セットは、無線受信機によるチャネル推定と周波数および時間追跡とをサポートするために、1セットにかなり多数の( $L_{fdm}$ 個の)サブバンドを含有している。FDMパイロットシンボルに使用されるこの1セットのサブバンドは、OFDMシンボルに使用される全サブバンドの1サブセットである。各セットのサブバンドは全N個のサブバンド全体に均一に分散され、かつ均等に $S_{fdm} = N / L_{fdm}$ 個のサブバンドの間隔があげられてもよい。異なるOFDMシンボル周期について、隣接するOFDMシンボルが異なるセットのサブバンドを有するように異なるセットのサブバンドが使用されることがある。さらに、1セットのサブバンドは他のセットのサブバンドに対してスタガまたはオフセットされてもよく、これら2セットのサブバンドは重複せずに相互にインタレースされる。従って、上記の各セットの相互排他的かつ非重複サブバンドは一般的に「インタレース」と称される。一例として、 $N = 4096$ 、 $L_{fdm} = 512$ 、 $S_{fdm} = 8$ であり、OFDMシンボルごとに8個のインタレースがあり、各インタレースは512個のサブバンドからなる。一般的に、多数のインタレース(サブバンドセット)がFDMパイロットに使用されてもよく、各セットは全N個のサブバンドのうちの任意の数のサブバンドを含有してもよい。一実施形態では、(ガードサブバンドを含む512個のサブバンドからなる)単一のインタレースはFDMパイロットに使用される。

20

【0064】

無線受信機150は、チャネル推定、時間追跡および/または場合によっては周波数追跡にFDMパイロットを使用する。無線受信機は、パイロット2OFDMシンボル214に基づいて初期チャネル推定を取得してもよい。無線受信機は、スーパーフレーム204内のチャネル推定の精度を高めるためにFDMパイロットを使用してもよい。無線受信機150はまた、受信信号の周波数エラーを補正可能な周波数追跡ループを更新するためにFDMパイロットを使用してもよい。無線受信機150はさらに、(例えば、通信チャネルのチャネルインパルス応答の変化に起因する)観察されるチャネル位置および遅延分散に従って、時間追跡ループを更新しかつFFTコレクションウィンドウ1012をオフセットに配置するために、(チャネル推定ユニット730によって時間ドメインチャネル推定に変換された後に)FDMパイロットを使用してもよい。

30

【0065】

図8に示されている実施形態について、各8個のサブバンドが7個のデータシンボルおよび1個のFDMパイロットシンボルを含むように、FDMパイロットはインタリーブ8で送信される。インタリーブFDMパイロットの位置は、本実施形態ではあるOFDMシンボルから次のOFDMシンボルにスタガされる。パイロットがOFDMシンボル周期mのインタレース2に配置されると、OFDMシンボルm+1のインタレース6に配置されることになる。

40

【0066】

スタガによってチャネル推定は、実際の2倍のFDMパイロットサブバンドを使用して、これらを時間ドメインチャネルインパルス応答に変換することができる。チャネル推定ブロックは、条件(チャネルなど)は連続OFDMシンボル全体で静的であるとする。チ

50



チャンネル観測はOFDMシンボル $m - 1$ からインタレース6のFDMパイロットと、OFDMシンボル $m$ からはインタレース2のパイロットと、再びインタレース6のOFDMシンボル $m + 1$ と結合される。このプロセスを通して、実際のFDMパイロット数の2倍の総数に対してインタレース2および6の両方にFDMパイロットがあるような効果が生成される。例えば、所与のOFDMシンボル周期に対して512個のFDMパイロットがある場合、チャンネル推定ブロック730は、隣接するOFDMシンボル周期を使用するものを倍増させ、512個の実FDMパイロットおよび512個の架空FDMパイロットを有する。

#### 【0067】

次に図9A、9Bおよび9Cを参照すると、異なる遅延分散でOFDMシンボルの3つの受信信号経路を示す実施形態が示されている。各OFDMシンボルはC個のサンプルからなるサイクリックプレフィックス1004と、N個のサンプルからなる変換シンボル1008とを含んでいる。OFDMシンボルは3つの経路で受信されたものとして示されており、各経路は、本実施形態では異なる大きさおよび時間シフトを有している。所定の大きさ以下のOFDMシンボルによる経路が無視される実施形態もある。例えば、図9Aに示されている3つの経路よりもかなり多いこともあるが、チャンネル位置を特徴付ける場合にはより小さい経路は無視される。

10

#### 【0068】

FAPとLAPの差は遅延分散Dである。一実施形態では、例えば、サイクリックプレフィックス1004は512個のサンプル長であり、遅延分散は490個のチップである。D<sub>mid</sub>はFFTコレクションウィンドウ1012に対して配置され、FAP、LAPおよび/または遅延分散を分析することによって判断される。D<sub>mid</sub>は、現在のOFDMシンボルのFFTコレクションウィンドウ1012の開始と、次のOFDMシンボルのチャンネルの所望の中間地点との間の距離である。現在のOFDMシンボルと次のOFDMシンボル間の、N個のサンプル(例えば、4096個のサンプル)からなるコレクションウィンドウ1012の位置を調整するためにオフセットが使用される。コレクションウィンドウ1012は、例えばFFT514によって周波数ドメインに変換される着信信号の関連部分を定義する。

20

#### 【0069】

コレクションウィンドウ1012は、最も有用なエネルギーを包含する信号の一部を捕捉するために配置される。後述のように、FAP、LAPおよび遅延分散のうちの少なくとも2つが、チャンネル位置を特徴付けるために判断される。FAP、LAPおよび遅延分散は現在の測定値、経時的に平均化される測定値および/または最悪の測定値の場合がある。コレクションウィンドウ1012を配置するために、コレクションウィンドウ1012の開始は、以後のチャンネル推定がプログラマブルな値D<sub>mid</sub>付近にセンタリングされるように配置可能である。一実施形態では、D<sub>mid</sub>はサイクリックプレフィックス1004の長さの約半分の値に設定され(つまり、256個のサンプルは512長サンプルのサイクリックプレフィックスに)、コレクションウィンドウ1012の開始から測定される。

30

#### 【0070】

図9A、9Bおよび9Cの実施形態では、D<sub>mid</sub>は次のOFDMシンボルの遅延分散の中間に配置され、コレクションウィンドウはD<sub>mid</sub>に対して配置される。遅延分散Dが、図9Aおよび9Bの場合のようにサイクリックプレフィックス1004の長さ未満である限り、FFTウィンドウ内で収集される全信号エネルギーは所望のOFDMシンボルに対応し、かつデータ復調に対して建設的に結合可能である。反対に、図9Cの遅延分散によっては、FFTウィンドウ内で収集される全エネルギーは、遅延分散が大きいため所望のOFDMシンボルから生じることができない。図9Aおよび9Bの実施形態では、コレクションウィンドウ1012がD<sub>mid</sub>に対して所定の位置に配置されるが、コレクションウィンドウ1012は図9Cの実施形態ではFAP<sub>min</sub>に配置される。

40

#### 【0071】

50

FAP距離は、第1の経路に対するFFTコレクションウィンドウ1012の開始と、サイクリックプレフィックス1004の終点間の測定値である。LAP距離は、最終経路に対するFFTコレクションウィンドウ1012の開始と、サイクリックプレフィックス1004の終点間の測定値である。 $D_{mid}$ は現在のOFDMシンボルの $D_{mid}$ に対する所望の位置である。 $D_{mid}$ は次のOFDMシンボル中の $D_{mid}$ の所望の位置である。 $D_{mid}$ は、FAPとLAP間のどこか、あるいは一実施形態ではFAPとLAPの中間地点に配置される。言い換えると、 $D_{mid}$ は次のOFDMシンボル周期では $D_{mid}$ になる。チャンネル条件が図9Aでは変化していないため、 $D_{mid}$ および $D_{mid}$ は一般的に相互に対応する。

#### 【0072】

図9Aおよび9Bは、OFDMシンボルの有用な信号エネルギーを捕捉するためにコレクションウィンドウ1012が配置可能な場所の例を示している。これらの場合の両方において、遅延分散はサイクリックプレフィックス1004のサイズ未満である。このような環境下では、コレクションウィンドウ1012の開始は全着信経路のサイクリックプレフィックスの共通部分内に配置され、これは対象のOFDMシンボルに対応している。共通部分は、弱い経路を排除するようにスクリーニング可能な信号経路が各々同一のOFDMシンボルのサイクリックプレフィックスを受信している期間として定義される。言い換えると、共通部分はLAPのサイクリックプレフィックスの開始から始まり、FAPのサイクリックプレフィックス1004の終点で停止する。一実施形態では、最初と最後の着信経路に対応するサイクリックプレフィックスの共通部分が非空セットである限り、コレクションウィンドウ1012はこの共通部分の中間に配置される。FFTコレクションウィンドウ1012は一般的に、 $D_{mid}$ が $D_{mid}$ から変化すると変更する場合がある、以後の(将来の)チャンネル推定が $D_{mid}$ 付近にセンタリングされるように配置される。反復的に、 $D_{mid}$ は、 $D_{mid}$ が $D_{mid}$ から変化するオフセットで補正される。

#### 【0073】

図9Aにおいて、 $D_{mid}$ および $D_{mid}$ が概して相互に対応するようにチャンネル位置は変化していない。しかし図9Bにおいては、 $D_{mid}$ と $D_{mid}$ 間のオフセットがある場合とは異なる。図9Aと9Bの違いは、 $D_{mid}$ が $D_{mid}$ ともはや一致しないように、コレクションウィンドウ1012がチャンネル位置に対して右側にシフトされたことである。このオフセットは、次のOFDMシンボルのコレクションウィンドウ1012の位置に対して調整が実行可能であるように、時間追跡器520から時間フィルタ528に中継される。次のシンボルのコレクションウィンドウ1012は $D_{mid}$ から左側に、 $D_{mid}$ に対して移動されるが、これらは現在のOFDMシンボルに対して存在しているからである。このように、コレクションウィンドウ1012の開始は、全対象経路のサイクリックプレフィックス1004の共通部分に維持可能である。

#### 【0074】

遅延分散がサイクリックプレフィックス1004の長さを超える場合、図9Cの場合のように、コレクションウィンドウ1012の一部である他のOFDMシンボルからの経路を回避することはもはや可能ではない。これらの場合、コレクションウィンドウ1012は、現在のOFDMシンボルのFAPに対応するサイクリックプレフィックス1004の推定終点の前に、最小FAP距離 $FAP_{min}$ に配置される。1つ以上の過去のOFDMシンボルが、サイクリックプレフィックス1004が現在のOFDMシンボルに対して終了する場所を予測するために使用される。一実施形態では、 $FAP_{min}$ は、512個のサンプルのうち、サイクリックプレフィックス1004に対する24個のサンプルである。他の実施形態では、 $FAP_{min}$ は、サイクリックプレフィックス1004の長さの約0%、1%、2%、3%、4%、5%、6%、7%、8%、9%または10%であってもよい。

#### 【0075】

図10Aおよび10Bを参照すると、図面は、累積エネルギーを判断するためのチャネ

10

20

30

40

50

ルタップエネルギーの処理を示している。図10Aにおいて、検出ウィンドウ1016はインパルス応答タップエネルギー全体を移動して、検出ウィンドウ1016内にエネルギーを累積する。本実施形態では、トレンドFAPおよびLAPおよび/または瞬時FAPおよびLAPが、検出ウィンドウ1016のスライディングおよび後述の他のステップを含む種々の技術を使用して判断されるように、タップエネルギーは短期平均ブロック908および/または長期平均ブロック912に付される。

#### 【0076】

図10Bに示されているように、検出ウィンドウ1016が図10Aのチャネルプロファイル1030を通過すると、累積エネルギー曲線1050が検出ウィンドウ1016の累積エネルギーによって形成される。累積エネルギー曲線1050から、遅延分散、FAPおよびLAPが判断可能である。遅延分散、FAPまたはLAPのうちのいずれか2つを知ることによって、欠落しているものを判断可能である。チャネルタップエネルギーのベクトルは、本実施形態において $N_c = 1024$ ポイントで評価されるDMTTアルゴリズムへの入力として使用される。しかしながら、このことは他の実施形態と同じである必要はない。DMTTアルゴリズムの分解能が低下する場合、ここに説明されているすべての長さおよび寸法が適切にスケールダウン可能である。これは、 $N_c = 1024$  - 長チャネル推定の複数の隣接タップからのエネルギーを結合してより低い分解能の(より短い)チャネル推定に到着することによって達成される。別の実施形態では、8個の隣接タップが結合可能であり、例えばより低い分解能 $N_{c1} = 128$ である。

#### 【0077】

時間追跡アルゴリズムの追跡能力や分解能はしばしばチャネル推定の長さ、つまり $N_c$ に左右される。循環畳み込みチャネルの全 $N_c = 4096$ 個の時間ドメインタップが使用可能である場合、時間追跡分解能は一般的に最大である。この場合、OFDMシンボル境界に対するFFTコレクションウィンドウ1012の位置の導入シフト量を一意に判断可能である。多くの実用的状況においては、しかしながら、チャネル推定の長さは、チャネル推定に使用されるFDMサブキャリア数によって制限される。図8に示されているような適所の(2,6)パイロットスタガパターンによって、例えば、使用可能な時間ドメインチャネルタップ数は、OFDMシンボルの500個の有用なFDMサブキャリアのゼロ外挿および補間ならびにOFDMシンボルのチャネル観測の平均化後には $N_c = 1024$ 個である。パイロットのスタガはチャネル推定の分解能を増大させ、例えば一実施形態では、OFDMシンボルあたり $L_{fdm} = 512$ 個のパイロットであり、さらに上記のように(これもまたOFDMシンボルあたり) $N_c = 1024$ 個のチャネルタップである。

#### 【0078】

本実施形態の時間追跡能力は、実行されている実時間追跡アルゴリズムに左右される。一実施形態では、アルゴリズムは、チャネル変化を検出する能力を増大させるために、過去のチャネル配置に関する情報を使用する。チャネルの最大非ゼロ遅延分散が $D_{MAX}$ であるとすると、ここではチャネルに関するさらなる情報は使用可能ではなく、チャネル配置のあいまいさは、 $D_{MAX} > N_c / 2$ ほど迅速には解決不可能である。しかしながら、FAPおよびLAPの情報が過去に正しく評価されたとすると、絶対追跡能力は総数 $N_c - D_{MAX}$ 個の位置に拡張する。言い換えると、チャネルは両方向にその位置を等しく変更する可能性がある(つまり、チャネルコンテンツが現在のタイミング基準の前後に等しく生じる可能性がある)とする。そして、将来のチャネル位置は、現在のタイミング基準から $\pm (N_c - D_{MAX}) / 2$ 個のチップほどであってもよい。これは図11に示されており、この図は、得られるチャネルタップエネルギーに対するタイミングドリフトの効果を示している。

#### 【0079】

追跡能力の要素の1つは、 $D_{MAX}$ ではなくチャネルの推定遅延分散 $D$ である。チャネル遅延分散に関する情報が使用可能である場合、可能なチャネル位置の総数は一実施形態では $N_c - D$ 個に増加する。遅延分散推定 $D$ ならびに $N_c / 2$ タップより大きい遅延分散に対するアルゴリズムの抵抗はFAP検出方法の修正を招くことがある。表記の便宜のため

10

20

30

40

50

めに、「ポジティブ検索領域」または「ネガティブ検索領域」という用語を導入することにし、両方とも図 1 1 に示されている。ポジティブ検索領域は非ゼロチャンネルコンテンツ（つまり、図 1 1 において 0 と  $D_{MAX}$  間の領域）外の領域の一部であり、ここでは遅いチャンネルコンテンツが潜在的に生じる可能性があると考えられる。同様に、ネガティブ検索領域で検出される経路は、先に観測されたチャンネルコンテンツよりも短い距離を移動したため、「より早い」時間に生じたとされる。先行のチャンネルコンテンツに対する検索領域の導入は、DMTTの追跡能力を増大させることが可能なメモリ（つまり因果関係）を導入する。最大検出領域内の検出済みチャンネルコンテンツの配置ならびに2つの検索領域間の境界 1 1 0 4 の配置をもたらず判定について次に説明する。

【 0 0 8 0 】

タイミング同期は、チャンネル推定と累積エネルギー曲線 1 0 5 0 の値に基づいている。図 1 0 A に示されている、タイミング同期に使用されるチャンネルプロファイル 1 0 3 0 について検討する。チャンネルエネルギーがピンにグループ化されることが可能であり、この場合、チャンネルプロファイル 1 0 3 0 はより粗く、かつ図 1 0 A の  $N_C$  は削減される。以下の明確さのために、常に  $N_C = 1 0 2 4$  とし、必要ならば、長さ削減係数  $2^m$  を積極的に導入する。タイミング検索アルゴリズムは、図 6 と関連して説明されるように長期および/または短期平均チャンネル推定エネルギーに対して実行される。一時的な平均化のプロセスにおいて、図 1 0 A において最大チャンネルエネルギー、つまり  $n_{MAX}$  を有しているその時のピンが識別される。また、最大エネルギー

【 数 1 】

$$E_{MAX} = \frac{\max_{0 \leq n < N_C} |h(n)|^2}{}$$

【 0 0 8 1 】

が記憶される。この  $E_{MAX}$  値は、実際のチャンネルコンテンツに対応しないチャンネル推定の人工タップを除去する目的で、雑音閾値処理に使用される閾値  $T_{DMTT}$  を判断するために使用される。

【 0 0 8 2 】

図 1 0 B を参照すると、チャンネルプロファイル 1 0 3 0 を介するエネルギー検出ウィンドウ 1 0 1 6 のスライディングによって生成される累積エネルギー曲線 1 0 5 0 が示されている。図 1 0 A および 1 0 B の例は、この方法の特徴を示すためのものである。検出ウィンドウ長  $N_W$  は、完全なチャンネルプロファイル 1 0 3 0 が検出ウィンドウ 1 0 1 6 にフィット可能なように選択される。従って、 $N_W \leq D_{MAX}$  であり、 $N_W = 7 6 8$  個のサンプルは、チャンネルインパルス応答長 ( $N_C$ ) が 1 0 2 4 個のサンプルである本実施形態について選択されるが、他の実施形態では他のサイズでもよい。完全チャンネルエネルギー（またはその大部分）が含まれている検出ウィンドウ 1 0 1 6 の開始位置は、累積エネルギー曲線 1 0 5 0 の比較的平坦なゾーン 1 0 4 0 を形成する。平坦ゾーン 1 0 4 0 の長さは  $N_W - D$  であり、ポジティブ期間にあると仮定され、ここで  $D$  は実チャンネル遅延分散である。平坦ゾーン 1 0 4 0 の境界を推定することによって、 $N_C$  長のチャンネル推定およびチャンネル遅延分散  $D$  内の対象チャンネルエネルギーの位置を判断することができる。平坦ゾーン 1 0 4 0 は累積エネルギー曲線 1 0 5 0 の連続部分として定義され、ここで曲線 1 0 5 0 は曲線 1 0 5 0 の最大値から所定範囲内である。

【 0 0 8 3 】

図 1 0 B において、チャンネル位置は、FAPおよびLAPの有無によって識別される。現在のチャンネル推定のFAPおよびDを知れば、将来のFFTコレクションウィンドウ 1 0 1 2 に導入されるタイミング補正またはオフセットは、将来のOFDMシンボルのチャンネルが最大検出領域  $D_{MAX}$  内のある所定位置  $D_{mid}$  付近にセンタリングされるものである。早期経路が最大検出領域の前に現れる可能性を最小化することが目的ならば、有効チャンネル遅延分散を小さく維持しつつ、 $D_{mid}$  は  $D_{MAX} / 2$  と選択される。一般的に、 $D_{mid}$  について選択される値は展開エリアに左右され、かつプログラマブルに維持さ

10

20

30

40

50

れる。得られるタイミングオフセットは以下のように算出可能である：

【数 2】

$$\text{オフセット} = FAP + \left( \frac{D}{2} - D_{mid} \right) \quad (1)$$

【0084】

式(1)の第2項は、最大許容チャンネル長および現在の推定チャンネル長の推定「ヘッドルーム」、ならびに将来のOFDMシンボルの堅牢性問題を考慮するチャンネルの最良の配置とに左右される可変的バックオフに対応していることに注意すべきである。言い換えると、FFTコレクションウィンドウ1012で適用されるタイミングオフセットを算出する式(1)は、将来のOFDMシンボルのポイント $D_{mid}$ 付近にセンタリングされる時間ドメインチャンネルコンテンツの移動をもたらす。算出されたオフセットは、本実施形態においてロールオーバー値4625に達すると、コレクションウィンドウ1012を移動させる。上記手順はタイミング判定の単一のインスタンスに適用する。

【0085】

タイミング判定は他の実施形態ではハードウェア(HW)および/またはソフトウェア(SW)で別個に実現可能であり、この場合、HW判定は短期平均または瞬時のチャンネル推定に基づいており、SW判定は長期平均またはトレンドのチャンネル推定に基づいている。他の実施形態は、短期または長期平均を実行するためにSWまたはHWを互換的に使用してもよい。各判定インスタンス(HWおよびSW)は次いで、チャンネル位置、つまりFAPおよびLAPについて判定する。これらの判定は次いでチャンネルロケータブロック924の一実施形態において結合可能であり、以下のようになる：

【数 3】

$$FAP = \min(FAP_{HW}, FAP_{SW}) \text{ and } LAP = \max(LAP_{HW}, LAP_{SW}) \quad (2)$$

【0086】

式(2)の値は、 $LAP - FAP > D_{MAX}$ である限り使用可能である。条件に反すると、高速フィルタ瞬時値は低速フィルタトレンド値に対して優先する。言い換えると、 $LAP - FAP > D_{MAX}$ であれば、以下のようになる：

【数 4】

$$\text{If } FAP_{HW} < FAP_{SW} \Rightarrow FAP_{SW} := FAP = FAP_{HW}, LAP_{SW} := LAP = FAP + D_{MAX};$$

$$\text{If } LAP_{HW} > LAP_{SW} \Rightarrow LAP_{SW} := LAP = LAP_{HW}, FAP_{SW} := FAP = LAP - D_{MAX} \quad (3)$$

【0087】

唯一の残りの状況 $LAP_{HW} - FAP_{HW} > D_{MAX}$ または $LAP_{SW} - FAP_{SW} > D_{MAX}$ が後述のように扱われる。式(1)で使用されているパラメータDは $D := LAP - FAP$ とされることが可能である。

【0088】

次に、FAPおよびLAPを計算するための実アルゴリズムが一実施形態について説明される。アルゴリズムへの入力は $N_c / 2^m$ 個のピンにおける平均チャンネルエネルギー

【数 5】

$$|h(n)|^2$$

【0089】

のベクトルであり、ここでmは0と $m_{max}$ (一部の実施形態では、 $m_{max} = 2$ または3である)間の値をとることができる。エネルギーは平均化されるが、タイミング同期ブ

ロックで使用される前に、チャンネルタップは、プログラマブル値  $T_{DMTT}$  である閾値以下に選択される。アルゴリズムの出力は2つの整数、つまりFAPおよびLAPである。以下に列挙されるステップにおける以下のアルゴリズムは一部の実施形態ではHWおよび/またはSWにおいて別個に適用可能であり、結果は結合可能であることに注意すべきである。FAP/LAP検出アルゴリズムの2つの変形、単一パスアルゴリズムおよび2パスアルゴリズムが説明される。単一パスアルゴリズムはかなり短い計算時間ですむが、一実施形態では実行論理に関してはかなり複雑である。2パスアルゴリズムは実現がかなり簡単であり、計算時間が最も厳密なリソースでなければ常に使用可能である。

【0090】

#### 単一パス強化DMTTアルゴリズム

10

1. 図11および12に示されているように2つの領域、ポジティブ検索領域およびネガティブ検索領域を区別するためにチャンネルプロファイル1030を「解く」。ネガティブ検索領域およびポジティブ検索領域間の境界ポイント1104は一部の実施形態では別のプログラマブルパラメータである。新たな信号経路が現在検出されるチャンネルコンテンツの前後に等しく生じる可能性があるとする、(チャンネル推定の終了からの)境界ポイント1104は、領域が等しい長さ、つまり  $N = (N_C / 2 - D_{mid}) 2^m$  となるように選択される。従って、 $T_{DMTT}$  による閾値処理後に以下ようになる：

【数6】

$$e(n) = |h(N_C / 2^m - \Delta_N + n)|^2, \text{ for } 0 \leq n < \Delta_N; \text{ and } e(n) = |h(n - \Delta_N)|^2, \text{ for}$$

20

$$\Delta_N \leq n < N_C / 2^m$$

【0091】

概念的に、解かれたチャンネル推定は次いで、図10Bに示されている平坦領域の始端および終端の両方が、後述のように実行される長さ  $N_W$  の検出ウィンドウ1016をスライディングさせることによって検出されることを保証するために、両側にゼロパッド化される。

【0092】

2. 初期値、 $N_W = D_{MAX} / 2^m$ 、 $n = 0$ 、 $E_u = 0$  と、分解能が異なる2つのステップ、 $E = E_{MAX} / 2$ 、 $E = N \cdot E$  (プログラマブルパラメータ および  $N$ ) とを設定し、3つのフォワード閾値と1つのバックワード閾値、 $E_{TF0} = E_{MAX} - 2E$ 、 $E_{TF1} = E_{MAX} - E$ 、 $E_{TF}$ 、 $e_{end} = E_{TF1} - E$  および  $E_{TB} = E_{TF}$ 、 $e_{end}$  を設定し、バイナリフラグ  $found_{beg} = false$ 、 $found_{end} = false$  を設定し、始端位置  $BEG_{buff}$  のバッファを長さ  $N$  の全ゼロに初期化する。

30

【0093】

3.  $0 \leq n < N_W$  について、単一パスアルゴリズムにおいて以下を実行する：

a)  $E_n = E_n + e(n)$  :

【数7】

$$E_n = \left( \sum_{k=n-N_W+1}^n e(k) \right)$$

40

【0094】

および  $e(n)$  にゼロが先行する点を想起されたい。

【0095】

b) ( $E_n > E_{TF0}$  および  $E_n > E_{TF1}$ ) の値が閾値をかなり超えていれば、バッファ  $BEG_{buff}$  は本実施形態では値  $n(N$  倍) で充填される。

【0096】

c) また ( $E_n > E_{TF0}$  であるが  $E_n \leq E_{TF1}$ ) の値が閾値を超えると、現在位置  $n$

50

をバッファ  $BEG_{buff}$  に一度シフトする。(b)および(c)の両方において、以下の  $E_{TF0} = E_n + E$ 、 $E_{TF1} = E_{TF0} + E$ 、 $E_{TB} = E_n - E$ 、 $found_{beg} = true$  を実行する。

【0097】

d) また ( $found_{beg} = true$ 、 $found_{end} = false$  および  $E_n < E_{TB}$ ) であれば、 $END = n$ 、 $found_{end} = true$ 、 $E_{TF, end} = E_{TB} + E$  を実行する。

【0098】

e) また ( $found_{end} = true$  および  $E_n > E_{TF, end}$ ) であれば、 $found_{end} = false$  を実行する。

10

【0099】

4.  $N_w$   $n < N_c / 2^m$  について、以下を実行する： [ $E_n = E_n - e(n - N_w) + e(n)$ ]、次いで上記ステップ(b)乃至(e)を反復する]。

【0100】

5.  $found_{end} = false$  の場合、以下を実行する： [ $n = n + 1$ 、 $E_n = E_n - e(n - N_w)$ ]、次いでステップ(d)を実行する]。

【0101】

最後に、以下のようにチャネル位置および遅延分散に結び付けられた出力パラメータを取得する：

【数8】

20

$$LAP = 2^m \cdot (BEG_{buff}[0] - \Delta_N), FAP = 2^m \cdot (END - \Delta_N - N_w) \quad (4)$$

【0102】

上記ステップ1乃至5に説明されているアルゴリズムは以下のプロパティの一部または全部を有する：

- ・アルゴリズムの有効ステップを構築するために小さな精密ステップ  $E$  および(2の累乗として選択された)対応する値  $N$  を使用すると、小さな値  $E$  は累積エネルギープロファイルの絶対最大値をより正確に判断する助けとなるため、 $E$  が有用である。始端位置  $BEG_{buff}$  のバッファはだまかに  $E$  によって最大値位置から効果的にバックトラックし、始端となるポイントを明確にする役割をする。実際のバックトラック量は複数の要因に左右されることがある。

30

【0103】

- ・アルゴリズムは、 $E_{1060}$  が平坦ゾーン  $1040$  における最大ピーク間リップル  $E_n$  より大きい限り、推定始端  $beg = BEG_{buff}[0]$  を平坦ゾーン  $1040$  の実際の開始位置よりも前に、かつ推定終端  $END$  を平坦ゾーン  $1040$  の実際の終了点よりも後に配置する。得られる平坦ゾーン  $1040$  は実際の平坦ゾーン  $1040$  よりも広いことがある。しかしながら、多くの実際のシナリオでは、始端は実際の最大値ポイントから  $E$  乃至  $2E$  のいずれかに示されるのに対して、終端は最大値以下、ほぼ  $E_{1060}$  になる。

40

【0104】

- ・値  $E$  および  $N$  のトレードオフの一部は、大きな値が正確性の観点から好まれるということを含んでいる。 $E$  およびこれに応じた  $N$  が無限になる傾向がある場合、累積エネルギーの最大値

【数9】

$$\max_n E_n$$

【0105】

がより正確に判断される。 $N$  が増大すると、(始端位置を判断するための)最大値から

50

のバックトラックのあいまい性もまた増大する。一実施形態では、値は  $= 256$  および  $N = 8$  と選択される。これらの値は一部の実施形態ではプログラマブルのままである。

【0106】

・ 閾値  $T_{DMTT}$  の値は  $E_{MAX}$  および  $N$  に関する。閾値処理はシンボルタイミング検出つまり  $DMTT$  ブロック 720 に導入されて、一時的なチャンネル推定平均化のコヒーレント結合利得を利用する。閾値処理は、ゼロパッド化により上記ステップ 3 に見られるポジティブバイアス（累積エネルギー曲線 1050 のポジティブ傾斜）を除去する。閾値は得られる等価ステップ  $E$  より大きくなく、また精密ステップ  $E$ 、 $N_{th}$  の倍数に関してプログラマブルに維持される。一実施形態では、選択された値は  $N_{th} = 4$  であるため、 $T_{DMTT} = E_{MAX} / 64$  となる。

10

【0107】

概して、 $E_{MAX}$ 、 $N$  および  $N_{th}$  ならびに  $2^m$  の適切な値は経験的またはアルゴリズム的であってもよいが、プログラマブルレジスタに維持されている。さらに、AGC セットポイントを  $E_{MAX}$  ではなく基準値に維持することが可能である。

【0108】

上記のように、式 (3) において、低速および高速平均チャンネル推定 908、912 を使用するタイミング判定の何らかの不一致が検出される場合には代替的な取り扱いが適用されてもよい。類似の予防措置が、上記の個々の (HW または SW) タイミング検索アルゴリズムが予測されていなかった結果、例えば  $LAP - FAP > D_{MAX}$  を戻すという確率の小さいシナリオに適用する。推定される始端位置および終端位置に関係なく、 $FAP$  および  $LAP$  の値は、実施形態において、分離の際に  $D_{MAX}$  未満までに制限される。しかしながら、誤ったタイミングから生じる性能劣化を回避するためには、HW を適所に設定することが望ましく、これは  $LAP - FAL > D_{MAX}$  状況を検出し、かつこの場合に  $FAP = D_{MAX} - N_C$ 、 $LAP = 2D_{MAX} - N_C$  を設定する。

20

【0109】

上記のアルゴリズムを使用すると、短期平均 (HW) および長期平均 (SW) のチャンネル推定のチャンネルパラメータが取得可能である。対応するアルゴリズム、つまり  $FAP_{HW}$ 、 $LAP_{HW}$ 、 $FAP_{SW}$ 、 $LAP_{SW}$  の最終結果は次いで結合されて、コレクションウィンドウ 1012 を位置決めするために式 (2) および (3) に説明されているように、OFDM サンプルカウンタ修正に使用される。

30

【0110】

2パス強化 DMTT アルゴリズム

高速フィルタ平均チャンネル推定  $A_n(k)$  とすると、 $FAP$  および  $LAP$  に関する情報は、単一パスまたは 2パス DMTT アルゴリズムのいずれかを使用して抽出可能である。単一パスアルゴリズムはより高速な処理時間という利点を提供するのに対して、関連の論理および HW リソースはより条件が厳しいことがある。

【0111】

$A_n(k)$  に含有されている平均チャンネル推定は、有用なチャンネルコンテンツの推定長に左右される可変的バックオフを含む既知のタイミングに従って整列される。平均チャンネル推定はまた本実施形態においては閾値処理されない。DMTT アルゴリズムの目的は、様々なチャンネル条件に対する所望の性能および堅牢性を確立するために、推定  $A_n(k)$  の非ゼロチャンネルコンテンツの開始および終了を再評価し、かつこの情報を使用して将来の OFDM シンボルにおける FFT コレクションウィンドウ 1012 の配置を更新することである。この再評価 (タイミング推定) は、 $N_{ud}$  個の OFDM シンボルごとに 1 回実行され、以下の動作を備えている：

40

1. 平均チャンネル推定の「将来」と「過去」を分離するブレイクポイントを定義する。有限数のスタガパイロット (本実施形態では、チャンネル推定は 1024 個の時間ドメインチップのみをスパンする) ゆえに、開始位置 (最小時間の位置) がチャンネル推定のどこにあるかについて硬判定がなされる。この推定は次いで、時間順に再配列される。

【0112】

50



2. 最大時間ドメインタップ  $E_{MAX}$  の比として選択された閾値に従ってチャネル推定を閾値処理する。閾値処理されていないチャネル推定はHWで平均化されて、雑音タップの非コヒーレント結合はチャネル推定のSNR利得になりうる。この利得を利用するために、閾値処理はDMTTブロック720で適用される。

【0113】

3. 閾値処理されたチャネル推定にサイズ  $N_w$  の矩形検出ウィンドウ1016をスライディングすることによって累積エネルギー曲線1050を計算する。累積エネルギープロファイルの最大値を見つける。事前に設定されているフォワードおよびバックワードの閾値処理係数  $f$  および  $b$  に基づいて、平坦ゾーン縁を判断するためのフォワードおよびバックワードの閾値を計算する：

$$E_{T,F} = E_{n,MAX} (1 - f), \quad E_{T,B} = E_{n,MAX} (1 - b)$$

4.  $E_{n,MAX}$  に対応するポイント  $n_{MAX}$  から開始し、累積エネルギープロファイルの端に対して移動し、エネルギーがフォワードおよびバックワード閾値と交差する最も離れたポイントを判断する。一実施形態では、フォワードおよびバックワード閾値は  $E_{n,MAX}$  の5%、10%、15%または20%である。これらのポイントは平坦ゾーン1040の終了および開始を(それぞれ)判断する。これらのポイントを使用して、非ゼロチャネルコンテンツの推定開始および終了(FAPおよびLAP)を計算することは簡単である。

【0114】

強化DMTTユニットへの入力  $N$  個の値  $A_n(k)$  であり、 $A_n(k)$  の最大値、つまり  $E_{MAX}$  は平均化ブロックによって判断可能であり、「DMTT更新リクエスト信号」は通常の動作モードで  $N_{ud}$  個のOFDMシンボルごとに一回FFTブロックによって生成される。他の「入力」は2パスアルゴリズムのSWプログラマブルパラメータであり、下記の表1に示されている。

10

20

【表 1】

表1: 2パスDMTTアルゴリズムによって使用される、  
デフォルト値によるプログラマブルパラメータ

プログラマブル パラメータ	説明	許容値
$N_w$	ウィンドウ長	$512/N_b$ 乃至 $768/N_b$
$D_{mid}$	タイミング補正後に チャンネル推定を センタリングする中間点	$256/N_b$ 乃至 $384/N_b$
$\Delta_N$	チャンネル推定を解くための カットオフ場所	名目値は $512/N_b - D_{mid}$ であるが、 $\pm 128/N_b$ のばらつきは (SWによって)可能である
$\varepsilon_f, \varepsilon_b$	フォワードおよび バックワード閾値係数	0.02乃至0.1の7ビットの小数值; 共に0.05付近の名目値
$\beta_T$	雑音閾値を判断する $T_{DMTT} = E_{MAX} / \beta_T$	32乃至128の値; 良好な候補は64である

## 【0115】

これらのパラメータはソフトウェアによって書き込み可能であり、モデム動作を通して一定に維持されるものもあり、より高度なSWアルゴリズムに応じてフレームごとに採用可能なものもある。「DMTT更新リクエスト信号」が高に設定される場合は常に、他の入力に基づいて、強化DMTTユニットは2つの出力、つまり非ゼロチャンネルコンテンツの推定された開始および終了を生成し、これらは2つの整数、FAPおよびLAPである。さらなるプログラマブルパラメータは最小バックオフ  $B_{off}$  およびハード限度  $offset_{max}$  を含んでいる。

## 【0116】

初期段階では、関連変数およびバッファが初期化される。これらは以後の段階で使用される。第1のステップは、長さ  $N = 1024 / N_b$  の ( $A_n$ とも称される) バッファ  $A_n(k)$  に含有されているチャンネル推定エネルギープロファイルの開始および終了の表記を定義することである。エネルギー累積のためのこのバッファの開始ポイントは  $N - N$  と定義されるのに対して、最終ポイントは  $N - N - 1$  であり、インデックスはモジュロ  $N$  を増加させることに注目する。メモリ位置のアドレスは  $startIndex = endIndex = N - N$  と定義され、ブレイクポイント位置は  $breakPt = [N - N +$

$N_w]_{\text{mod } N}$ と定義される。累積エネルギー  $E_n$  は12ビットの符号なし値（スケールリング  $2^5$ ）であり、これは本実施形態ではゼロに初期化される。また位置カウンタ  $n$  はゼロ（10ビット）に初期化され、それぞれ始端および終端の位置（各々10ビット）を含有する値  $BEG$  および  $END$  も同様である。平均チャネル推定の最大タップ  $E_{MAX}$  に基づいて、符号なしの8ビット閾値  $T_{DMTT} = E_{MAX} / T$  が判断される。最大累積エネルギー値  $E_{n, MAX}$  および対応する位置  $n_{MAX}$  は両方ともゼロに初期化される。メモリは累積エネルギーバッファ  $E_n$  に対して割り当てられ、これは  $N + N_w - (12$  ビットの符号なし値を含有する長バッファ) である。最終的にバイナリフラグが設定される：  
 $found_{beg} = false$ 、 $found_{end} = false$

初期化が生じた後、DMTTアルゴリズムの第1のパスが開始する用意がある。この段階の結果は累積エネルギーを計算し、これらの最大値を検索することである。

【0117】

0  $n < N$  に対して、以下を実行する：

f)  $e = A_{endIndex}$ ； $e > T_{DMTT}$  の場合、 $E_n = E_n + e$ （12ビットに飽和される）； $endIndex = [endIndex + 1]_{\text{mod } N}$  を実行する。

【0118】

g)  $endIndex > breakPt$  の場合、 $e = A_{startIndex}$  を実行する； $e > T_{DMTT}$  の場合、 $E_n = E_n - e$ （12ビットで維持する）； $startIndex = [startIndex + 1]_{\text{mod } N}$  を実行する； $E_n$  を適切な位置に保存する；

h)  $E_n > E_{n, MAX}$  ならば、 $E_{n, MAX} = E_n$  および  $n_{MAX} = n$  を設定する。

【0119】

$N - n < N + N_w$  に対して、 $e = A_{startIndex}$  を実行する； $e > T_{DMTT}$  ならば、 $E_n = E_n - e$ （12ビットで維持する）； $startIndex = [startIndex + 1]_{\text{mod } N}$  を実行する； $E_n$  を適切な位置に保存する；

第1のパスが完了された後、 $E_{n, MAX}$  を使用してフォワードおよびバックワード閾値： $E_{T, F} = E_{n, MAX} \cdot (1 - f)$ 、 $E_{T, B} = E_{n, MAX} \cdot (1 - b)$  を設定する。閾値は符号なしの12ビットに維持される。

【0120】

第2のパスは2つの部分、始端  $BEG$  を発見するためのバックワード検索および終端  $END$  を検索するためのフォワード検索を含んでいる。

【0121】

$n_{MAX} - 1$   $n = 0$ （降順インデックス）に対して、以下の  $found_{end} = false$  を実行する

a) ( $found_{beg} = false$  および  $E_n < E_{T, B}$ ) の場合、 $BEG = n + 1$ 、 $found_{beg} = true$  を実行する；

b) また ( $found_{beg} = true$  および  $E_n < E_{T, B}$ ) の場合、 $found_{beg} = false$  を実行する。

【0122】

$n_{MAX} + 1$   $n < N + N_w$ （昇順インデックス）に対して、以下を実行する：

a) ( $found_{end} = false$  および  $E_n < E_{T, f}$ ) の場合、 $END = n$ 、 $found_{end} = true$  を実行する；

b) また ( $found_{end} = true$  および  $E_n < E_{T, f}$ ) の場合、 $found_{end} = false$  を実行する。

【0123】

このポイントでは、 $BEG$  および  $END$  の両方は非ゼロ値を含んでいるはずであり、両方のバイナリフラグは  $true$  に設定されるはずである。そうでない場合、タイミングオフセット値は修正されなければならない。チャネル位置および遅延分散と結び付けられている出力パラメータ  $FAP$  および  $LAP$  は以下のように見つけられる：

10

20

30

40

【数 1 0】

$$LAP_{HW} = BEG - \Delta_N, FAP_{HW} = END - \Delta_N - N_W \quad (5)$$

【 0 1 2 4】

代替通信チャネル位置アルゴリズム

F A Pを判断するための上記方法に加えて、一部の実施形態ではもう1つの方法が使用される場合がある。一実施形態では、平坦ゾーン1040の始端および終端が累積エネルギーおよびこのポジティブ有限差の重み合計を獲得することによって発見される。遅延分散Dは、累積エネルギー曲線1050の始端および終端の両方を発見した後に判断可能である。参照として本明細書に組み込まれているFINE TIMING ACQUISITIONと題された本出願と同日に出願された米国特許出願（代理人整理番号第040588号）は、平坦ゾーンの終端を判断するための累積エネルギー曲線のネガティブ差のスパイク検出の使用について説明しており、これはまた、平坦ゾーンの始端を発見するのにも使用可能である。これらの端が発見されると、遅延分散は上記説明に従って判断可能である。これらの通信チャネル位置パラメータを発見した後、これらは、上記のようにチャネル推定ユニット720および/またはコレクションウィンドウ1012の配置に使用可能である。

10

【 0 1 2 5】

次に図13を参照すると、本開示は、通信チャネルを特徴付けるための受信機1300の実施形態を提供している。この受信機は、複数のパイロットシンボルを捕捉する手段1304と、複数のパイロットシンボルからチャネルプロファイルを判断する手段1308と、検出ウィンドウをチャネルプロファイルを介して移動させて、チャネルプロファイルにおけるタップエネルギーを検出ウィンドウ内で累積エネルギー曲線に累積する手段1316と、累積エネルギー曲線を分析して通信チャネルを特徴付ける手段1312とを含んでいる、分析手段1312は、累積エネルギー曲線における最大値のピークを判断する手段1320と、累積エネルギー曲線に対して帯域を定義する手段1324と、累積エネルギー曲線におけるゾーンの第2の端付近に見られる終端を使用してF A Pを検出する手段1328と、累積エネルギー曲線におけるゾーンの第1の端付近に見られる始端を検出する手段1332と、始端を使用してL A Pを判断する手段1336とを含んでいる。帯域は最大値に対して配置され、この帯域内にある最大値、またはこの付近の累積エネルギー曲線のゾーンを定義する。

20

30

【 0 1 2 6】

図14を参照すると、通信チャネルを特徴付けるためのプロセス1400の実施形態が開示されている。検出ウィンドウ1016は、ブロック1404において、チャネルプロファイル1030を介して移動されて、チャネルプロファイルにおけるタップエネルギーを検出ウィンドウ内で累積エネルギー曲線に累積する。累積エネルギー曲線1050における最大値のピークはブロック1408で判断される。累積エネルギー曲線に対する帯域1060はブロック1412で定義される。最初の着信経路（F A P）は、ブロック1416において、累積エネルギー曲線1050におけるゾーン1040の第2の端付近に見られる終端を使用して判断される。始端は、累積エネルギー曲線1050のゾーン1040の第1の端付近に見られる。最終着信経路（L A P）は、ステップ1420において、始端を使用して判断される。帯域1060は、この帯域1060内にある最大値、またはこの付近の累積エネルギー曲線のゾーン1040を定義する。

40

【 0 1 2 7】

ここに説明されている同期技術は種々の手段によって実現可能である。例えば、これらの技術はハードウェア、ソフトウェアあるいはこれらの組み合わせで実現可能である。ハードウェア実現について、同期をサポートするために使用される基地局の処理ユニット（例えば、T Xデータ/パイロットプロセッサ120）は1つ以上のアプリケーション固有の集積回路（A S I C）、デジタル信号プロセッサ（D S P）、デジタル信号処理デバイス（D S P D）、プログラマブル論理デバイス（P L D）、フィールドプログラマブ

50

ルゲートアレイ ( F P G A )、プロセッサ、コントローラ、マイクロコントローラ、マイクロプロセッサ、ここに説明されている機能を実行するように設計されている他の電子ユニット、あるいはこれらの組み合わせで実現可能である。同期を実行するために使用される無線受信機の処理ユニット (例えば、S C E U 1 8 0) はまた、1つ以上の A S I C、D S Pなどで実現可能である。

【 0 1 2 8 】

上記実施形態のいくつかは、具体的な方法で平坦ゾーンの始端および終端を判断する。タップエネルギーと最大タップエネルギーからの有限差との重み合計を獲得する実施形態もある。平坦ゾーンの開始および終了はこのタイプの獲得アルゴリズムによって判断可能である。

【 0 1 2 9 】

ソフトウェア実現について、同期技術は、ここに説明されている機能を実行するモジュール (例えば、手順、機能など) によって実現可能である。ソフトウェアコードはメモリユニット (例えば、図 1 のメモリユニット 1 9 2) に記憶され、かつプロセッサ (例えば、コントローラ 1 9 0) によって実行可能である。メモリユニットはプロセッサ内またはプロセッサ外で実現可能である。

【 0 1 3 0 】

本開示の原理は具体的な装置および方法と関連して上述されているが、この説明は例証にすぎず、本発明の範囲を制限するためのものではない点が明確に理解されるべきである。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 3 1 】

【 図 1 】 直交周波数分割多重化 ( O F D M ) システムにおける基地局および無線受信機の実施形態のブロック図。

【 図 2 A 】 詳細レベルが高いスーパーフレーム構造の実施形態のブロック図。

【 図 2 B 】 詳細レベルが高いスーパーフレーム構造の実施形態のブロック図。

【 図 2 C 】 詳細レベルが高いスーパーフレーム構造の実施形態のブロック図。

【 図 3 】 O F D M 変調器の実施形態のブロック図。

【 図 4 】 同期 / チャネル推定ユニットの実施形態のブロック図。

【 図 5 】 O F D M シンボルタイミング検出器およびチャネル推定器の実施形態のブロック図。

【 図 6 】 シンボルタイミング検出器の実施形態のブロック図。

【 図 7 】 時間フィルタユニットの実施形態のブロック図。

【 図 8 】 T D M パイロットおよび F D M パイロットの両方によるパイロット送信スキームの実施形態の図。

【 図 9 A 】 遅延分散が異なる O F D M シンボル用の 3 つの受信信号経路を示す実施形態のブロック図。

【 図 9 B 】 遅延分散が異なる O F D M シンボル用の 3 つの受信信号経路を示す実施形態のブロック図。

【 図 9 C 】 遅延分散が異なる O F D M シンボル用の 3 つの受信信号経路を示す実施形態のブロック図。

【 図 1 0 A 】 累積エネルギー曲線を判断するためのチャネルプロファイルの処理を示す図。

【 図 1 0 B 】 累積エネルギー曲線を判断するためのチャネルプロファイルの処理を示す図。

【 図 1 1 】 生じるチャネルタップエネルギーに対するタイミングドリフトの効果を示す実施形態の図。

【 図 1 2 】 プログラマブルチャネル配置用の検索ウィンドウを示す実施形態の図。

【 図 1 3 】 受信機の一部の実施形態のブロック図。

【 図 1 4 】 通信チャネルを特徴付けるための方法のフローチャート。

10

20

30

40

50

【符号の説明】

【0132】

100・・・OFDMシステム、110・・・基地局、150・・・無線受信機、134、152・・・アンテナ、200・・・スーパーフレーム構造、1016・・・検出ウィンドウ、1030・・・チャネルプロファイル、1040・・・平坦ゾーン、1050・・・累積エネルギー曲線、1060・・・帯域、1104・・・検索領域間の境界、1400・・・プロセス。

【図1】

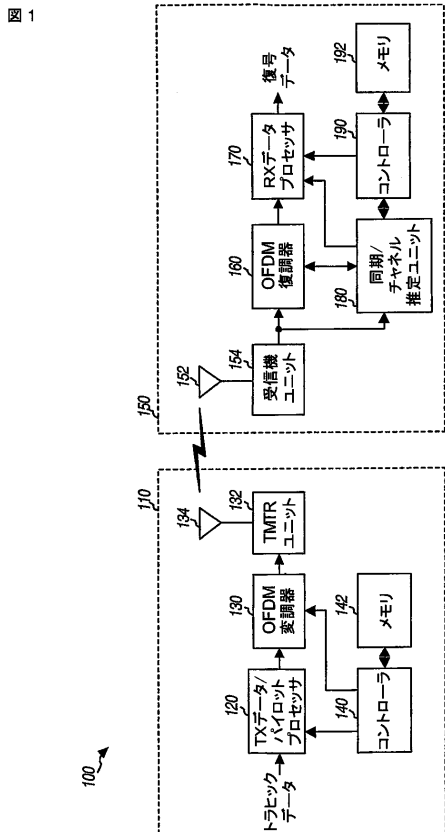


FIG. 1

【図2A】

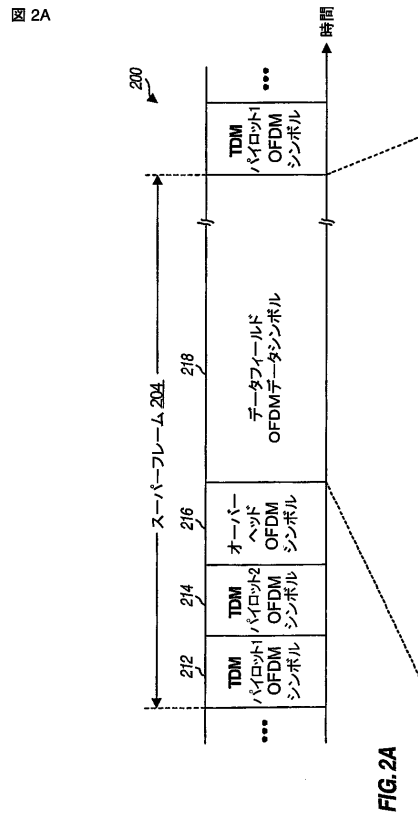


FIG. 2A

【 図 2 B 】

図 2B

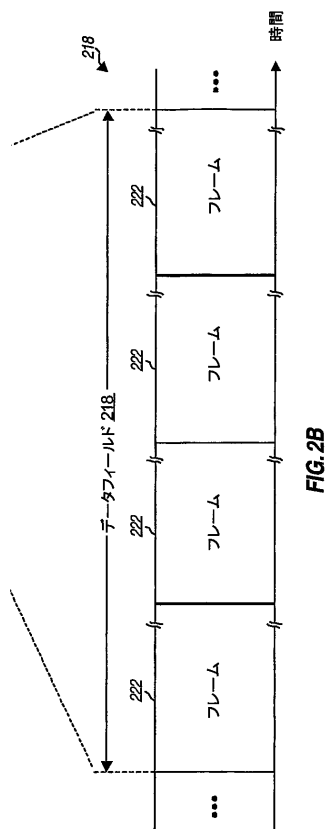


FIG. 2B

【 図 2 C 】

図 2C

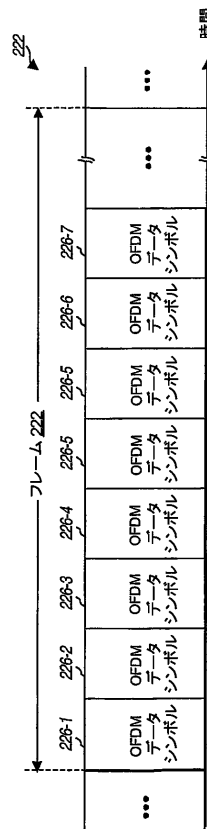


FIG. 2C

【 図 3 】

図 3

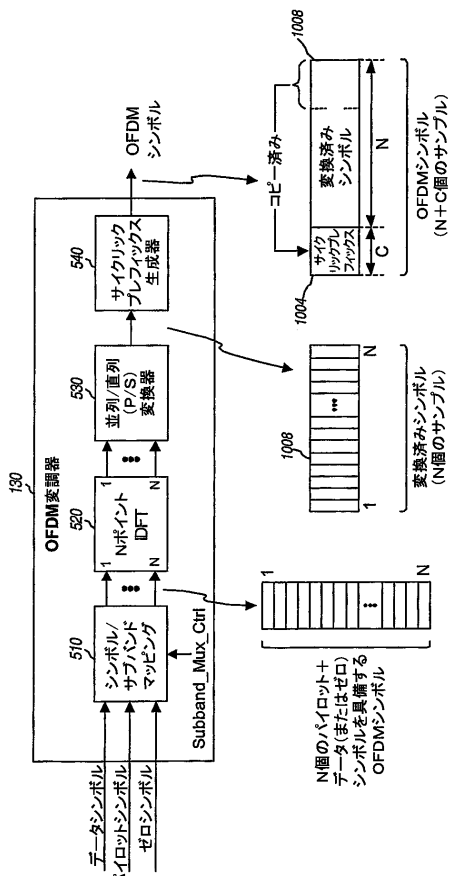


FIG. 3

【 図 4 】

図 4

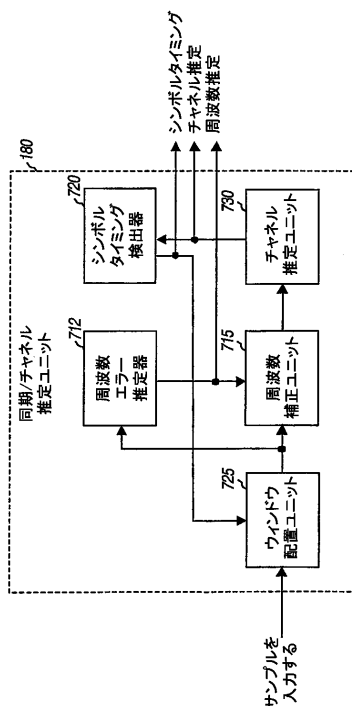


FIG. 4

【 図 5 】

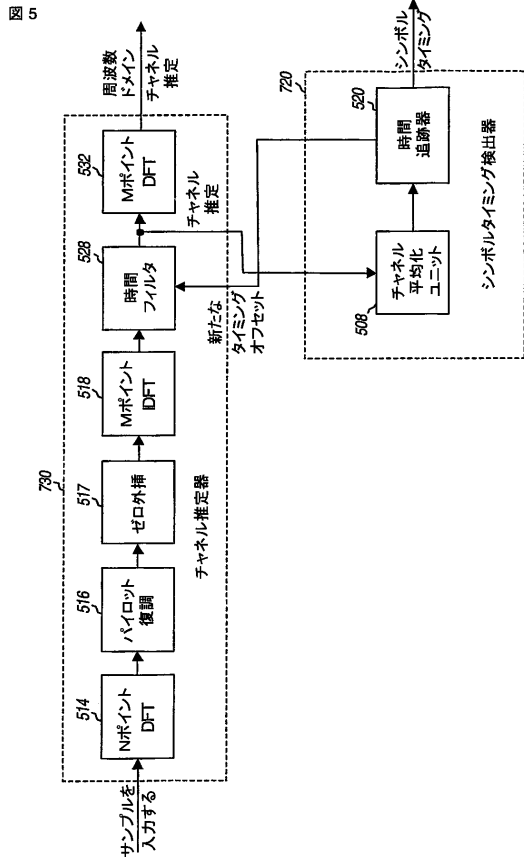


FIG. 5

【 図 6 】

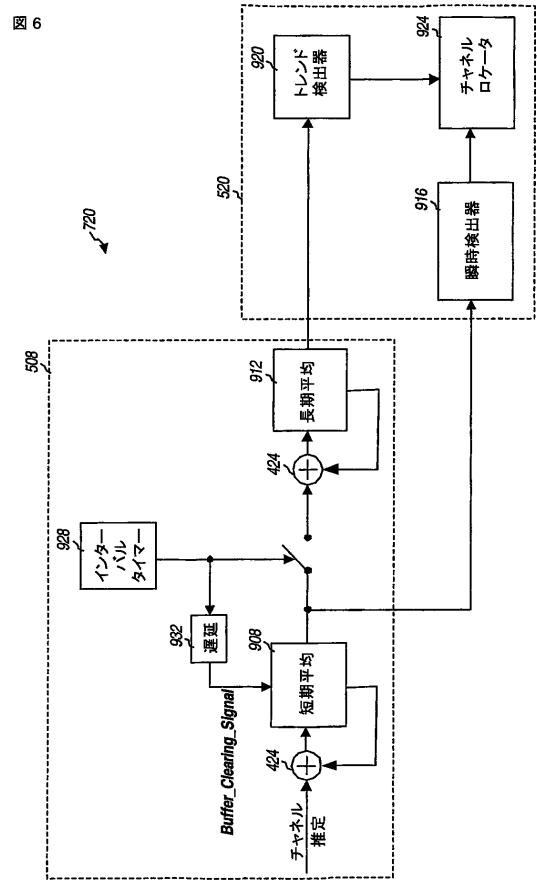


FIG. 6

【 図 7 】

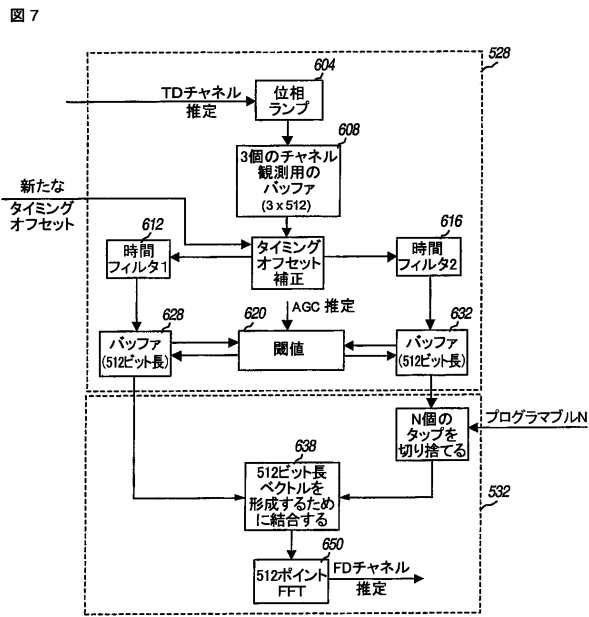


FIG. 7

【 図 8 】

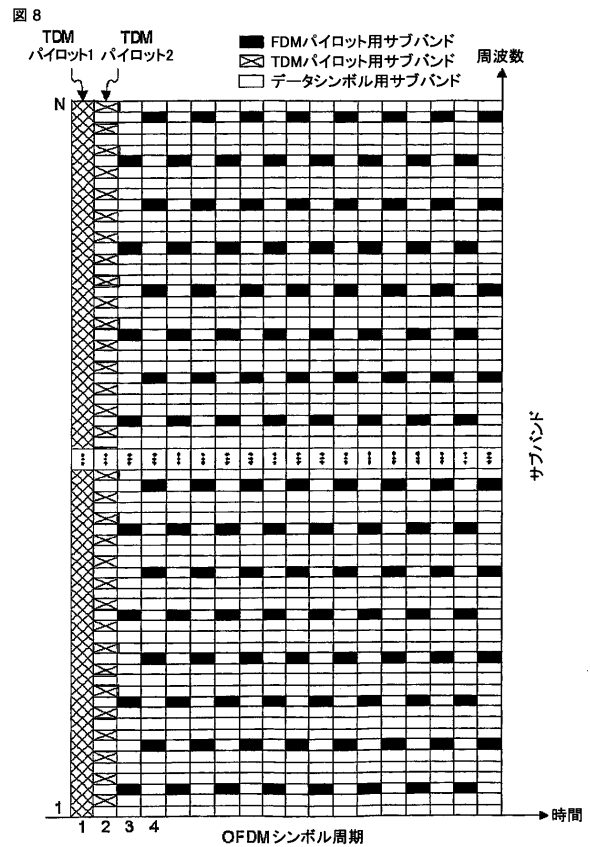


FIG. 8



【 図 9 A 】

図 9A

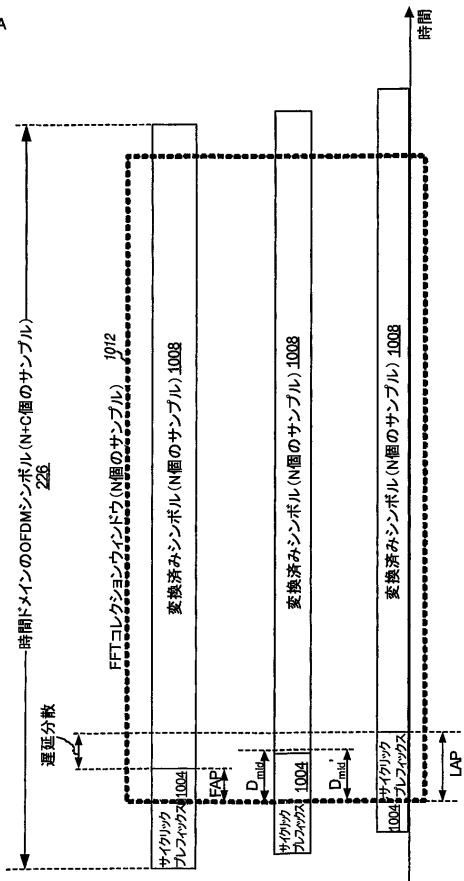


FIG. 9A

【 図 9 B 】

図 9B

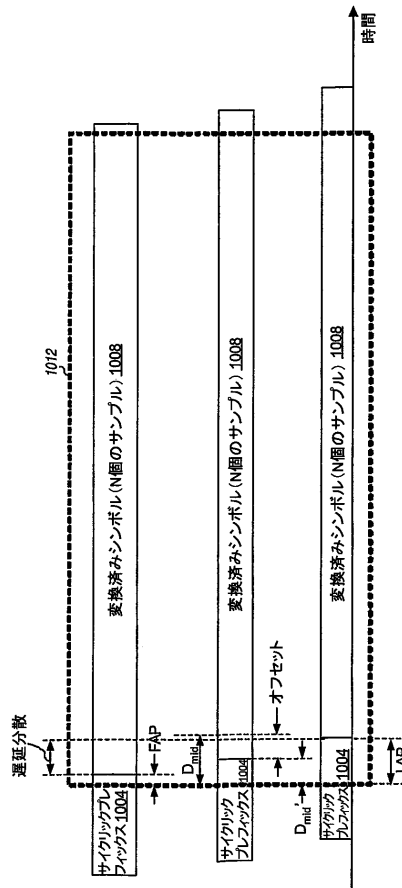


FIG. 9B

【 図 9 C 】

図 9C

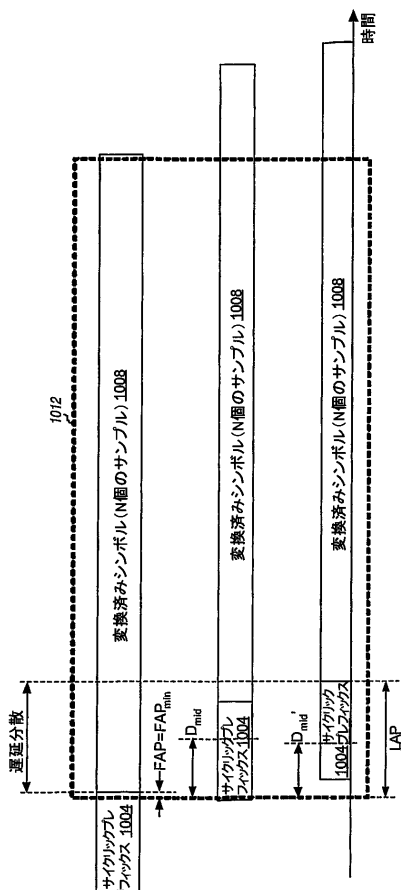


FIG. 9C

【 図 10 A 】

図 10A

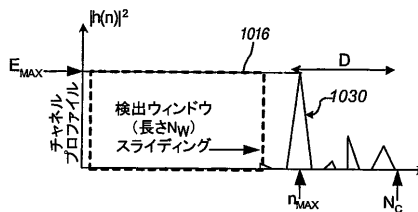


FIG. 10A

【 図 10 B 】

図 10B

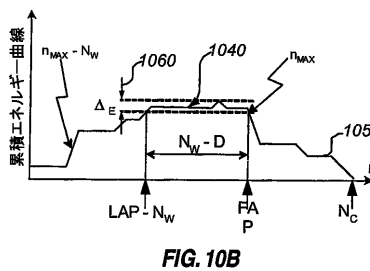


FIG. 10B

【 図 1 1 】

図 11

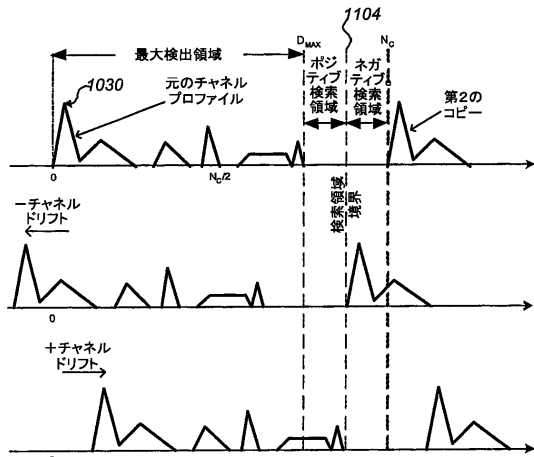


FIG. 11

【 図 1 2 】

図 12

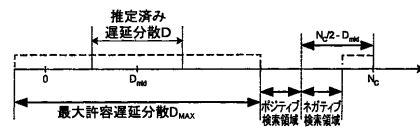


FIG. 12

【 図 1 3 】

図 13

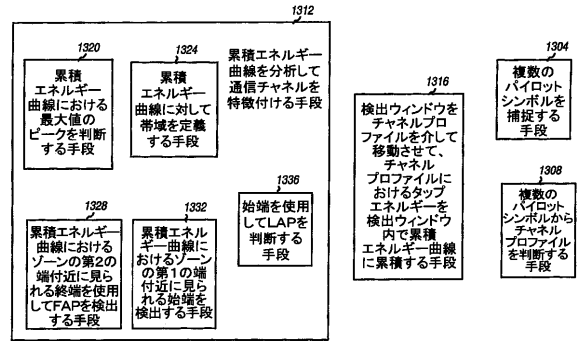


Fig. 13

【 図 1 4 】

図 14

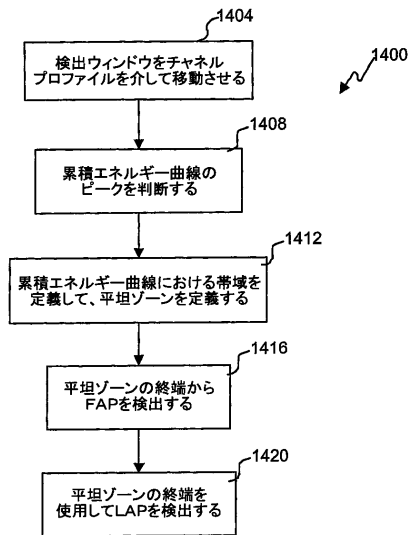


Fig. 14

## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

		International application No PCT/US2006/008797
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H04L27/26		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H04L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, INSPEC		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 416 693 A (SONY UNITED KINGDOM LIMITED) 6 May 2004 (2004-05-06)  abstract paragraphs [0026] - [0040], [0048] - [0052], [0059] - [0062] figures 1-5,9  ----- -/--	1,3,4,7, 10,11, 13-15, 17,20, 23-25, 27,30,31
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.
* Special categories of cited documents :		
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search  19 June 2006		Date of mailing of the international search report  27/06/2006
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-9016		Authorized officer  Masche, C

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/US2006/008797
---

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>ZHIGANG ZHOU ET AL: "Real-time ISI free window tracking scheme for OFDM systems" VEHICULAR TECHNOLOGY CONFERENCE, 2004. VTC2004-FALL. 2004 IEEE 60TH LOS ANGELES, CA, USA 26-29 SEPT. 2004, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, 26 September 2004 (2004-09-26), pages 4325-4329, XP010790237 ISBN: 0-7803-8521-7 abstract page 4325, right-hand column, line 10 - line 17 page 4326, left-hand column, line 6 - line 11 page 4326, right-hand column, line 23 - line 35 figure 1</p>	<p>1-4,7,8, 10, 13-17, 20,21, 23-26, 29,30</p>

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No  
PCT/US2006/008797

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1416693 A	06-05-2004	GB 2395094 A JP 2004153831 A	12-05-2004 27-05-2004

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(74)代理人 100075672

弁理士 峰 隆司

(74)代理人 100109830

弁理士 福原 淑弘

(74)代理人 100095441

弁理士 白根 俊郎

(74)代理人 100084618

弁理士 村松 貞男

(74)代理人 100103034

弁理士 野河 信久

(74)代理人 100140176

弁理士 砂川 克

(74)代理人 100092196

弁理士 橋本 良郎

(74)代理人 100100952

弁理士 風間 鉄也

(72)発明者 バルセルジ、ボジャン

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 2、サン・ディエゴ、チャーمانト・ドライブ・ナンバー 3 3 5 7 5 3 2

(72)発明者 マントラバディ、アショク

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 2、サン・ディエゴ、アベニダ・ナビダッド 7 8 5 5

(72)発明者 リング、フユン

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 7、サン・ディエゴ、サンガロ・レーン 1 7 2 6 4

(72)発明者 ビジャヤン、ラジブ

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 9、サン・ディエゴ、ババウタ・ロード 9 6 0 4

(72)発明者 ワン、マイケル・マオ

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 9、サン・ディエゴ、ルメックス・レーン 8 5 1 4

Fターム(参考) 5K022 DD01 DD13 DD19 DD33 DD34 DD42