

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5259657号
(P5259657)

(45) 発行日 平成25年8月7日 (2013.8.7)

(24) 登録日 平成25年5月2日 (2013.5.2)

(51) Int. Cl.

F I

HO 4 B 1/713 (2011.01)

HO 4 J 13/00 5 0 0

HO 4 J 99/00 (2009.01)

HO 4 J 15/00

請求項の数 12 外国語出願 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2010-173703 (P2010-173703)	(73) 特許権者	595020643
(22) 出願日	平成22年8月2日 (2010.8.2)		クゥアルコム・インコーポレイテッド
(62) 分割の表示	特願2007-548621 (P2007-548621) の分割		QUALCOMM INCORPORATED
原出願日	平成17年12月22日 (2005.12.22)		アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92
(65) 公開番号	特開2011-10334 (P2011-10334A)		121-1714、サン・ディエゴ、モア
(43) 公開日	平成23年1月13日 (2011.1.13)		ハウス・ドライブ 5775
審査請求日	平成22年8月31日 (2010.8.31)	(74) 代理人	100108855
(31) 優先権主張番号	60/638,494		弁理士 蔵田 昌俊
(32) 優先日	平成16年12月22日 (2004.12.22)	(74) 代理人	100109830
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 福原 淑弘
前置審査		(74) 代理人	100088683
			弁理士 中村 誠
		(74) 代理人	100103034
			弁理士 野河 信久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線通信システムにおける制約されたホッピング

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

無線デバイスのための、与えられた周波数帯域内で動作する無線通信システムにおける送信用のリソース割り当て方法であって、

ユーザのニーズを識別することと、

前記識別されたニーズにしたがって、前記ユーザへの送信が、単一のサブ帯域内が好ましいか、あるいは、1より多いサブ帯域内が好ましいかを判定することであって、各サブ帯域は、他の任意のサブ帯域に対してオーラップしていないサブキャリアを含むことと、

前記判定に基づいて、前記送信を、前記単一のサブ帯域内で引き起こるように割り当てるか、あるいは、1より多いサブ帯域内で動作するように割り当てることと、

前記送信が前記単一のサブ帯域内で引き起こるように割り当てられた場合、前記単一のサブ帯域内に追加パイロット信号を割り当てることと

を備え、

前記判定することは更に、前記送信がMIMO送信であるかを判定し、

前記割り当てることは、前記送信がMIMO送信であると判定された場合には、前記送信を、前記単一のサブ帯域内で引き起こるように割り当て、

前記送信がMIMO送信であると判定され、かつ、前記単一のサブ帯域内に追加パイロット信号が割り当てられた場合、前記追加パイロット信号は、前記MIMO送信のために利用される、方法。

【請求項 2】

前記判定することは更に、前記送信がレイテンシに敏感な送信であるかを判定することを備える請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

無線デバイスによって観察された各サブ帯域のチャネル品質を示すチャネル品質インジケータを受信することを更に備える請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

無線デバイスによって観察された最後のサブ帯域のチャネル品質を示すチャネル品質インジケータを受信することを更に備える請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

無線デバイスによって観察された最良のサブ帯域のチャネル品質を示すチャネル品質インジケータを受信することを更に備える請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

特定のサブ帯域内のサブキャリアにホップパターンを制限することを更に備える請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

ユーザのニーズを識別する手段と、

前記識別されたニーズにしたがって、送信が、単一のサブ帯域内が好ましいか、あるいは、1 より多いサブ帯域内が好ましいかを判定する手段と、

前記送信を、前記単一のサブ帯域内で引き起こるように割り当てるか、あるいは、1 より多いサブ帯域内で動作するように割り当てる手段と、

前記送信が前記単一のサブ帯域内で引き起こるように割り当てられた場合、前記単一のサブ帯域内に追加パイロット信号を割り当てる手段と

を備え、

前記判定する手段は更に、前記送信が M I M O 送信であるかを判定し、

前記割り当てる手段は、前記送信が M I M O 送信であると判定された場合には、前記送信を、前記単一のサブ帯域内で引き起こるように割り当て、

前記送信が M I M O 送信であると判定され、かつ、前記単一のサブ帯域内に追加パイロット信号が割り当てられた場合、前記追加パイロット信号は、前記 M I M O 送信のために利用される、装置。

【請求項 8】

前記判定する手段は更に、前記送信がレイテンシに敏感な送信であるかを判定する手段を備える請求項 7 に記載の装置。

【請求項 9】

無線デバイスによって観察された各サブ帯域のチャネル品質を示すチャネル品質インジケータを受信する手段を更に備える請求項 7 に記載の装置。

【請求項 10】

無線デバイスによって観察された最後のサブ帯域のチャネル品質を示すチャネル品質インジケータを受信する手段を更に備える請求項 7 に記載の装置。

【請求項 11】

無線デバイスによって観察された最良のサブ帯域のチャネル品質を示すチャネル品質インジケータを受信する手段を更に備える請求項 7 に記載の装置。

【請求項 12】

特定のサブ帯域内のサブキャリアにホップパターンを制限する手段を更に備える請求項 7 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、一般に、通信システムに関し、特に、無線通信システムにおける制約されたホッピング及びチャネル推定に関する。

10

20

30

40

50

【背景技術】

【0002】

デジタル通信では、情報はビットと呼ばれるデジタルデータに変換される。送信機は、入力されたビットストリームを、通信チャネルによる送信用の波形へ変調する。受信機は、受信した波形をビットに復調し、もって、情報を復元する。理想的な通信システムでは、受信されたデータは、送信されたデータと一致するだろう。しかしながら、実際には、送信機から受信機への、通信チャネルによるデータ送信の間に、歪み又は雑音をもたらされうる。歪みが顕著な場合、この情報は、受信機において受信されたデータから復元できないかもしれない。

【0003】

直交周波数分割多重化 (OFDM) は、システム帯域幅全体を、多くの (N 個の) 直交サブキャリアへ効果的に分割する変調技術である。このサブキャリアはまた一般に、トーン、ピン、及び周波数チャネルとも称される。

【0004】

OFDM は、様々な通信システム内で広く使用される。例えば、直交周波数分割多元接続 (OFDMA) システムは、OFDM を利用し、多数のユーザをサポートすることができる。 N 個のサブキャリアは、システム設計に依存して、様々な手法のデータ送信及びパイロット送信に使用されうる。例えば、OFDMA システムは、 N 個のサブキャリアを多数のバラバラなサブキャリアのグループに分割し、各サブキャリアグループを異なるユーザに割り当てる。そして、多数のユーザは、自分に割り当てられたサブキャリアグループによって同時にサポートされうる。

【0005】

データは、送信中にしばしば歪められる。歪みの効果を緩和するために、チャネル推定は、データ送信中にデータにもたらされた歪みを補うために使用される 1 つの技術である。チャネル推定は、広帯域パイロット信号の使用によってしばしば行われる。ここで、利用可能なトーン全体の一部が、パイロットシンボルのために確保される。これらのパイロットシンボルは、一般に、最適なパフォーマンスのために、帯域全体にわたって等間隔とされる。次に、受信機では、歪みを加えられた状態で受信されたデータを処理することによって、チャネル応答を推定することができる。例えば複数入力複数出力通信システム (MIMO) におけるユーザのようなユーザが、複数のチャネルを推定する必要があるのであれば、システムオーバーヘッドが増加する。例えば、4 アンテナ MIMO 送信では、3 つの追加の広帯域パイロット信号を送信する必要がある。

【0006】

典型的な MIMO システムは、データ送信のために、複数の (N_T 個の) 送信アンテナと、複数の (N_R 個の) 受信アンテナとを用い、(N_T, N_R) システムと称される。 N_T 個の送信アンテナ及び N_R 個の受信アンテナによって形成された MIMO チャンネルは、 N_S 個の空間チャンネルに分解される。ここで、以下に示すように、 $N_S = \min\{N_T, N_R\}$ である。 N_S 個のデータストリームは、 N_S 個の空間のチャンネルによって送信されうる。複数の送信アンテナ及び複数の受信アンテナによって形成された N_S 個の空間チャンネルがデータ送信のために使用されるのであれば、MIMO システムは、増加された送信能力を提供することができる。

【0007】

個々の空間チャンネルの送信能力は、その空間チャンネルによって達成される信号対雑音及び干渉比 (SINR) に依存する。 N_S 個の空間チャンネルの SINR は、チャネル条件に依存し、更に、データストリームが受信機において復元される方式にも依存しうる。1 つの従来の MIMO システムでは、送信機が、静的 MIMO チャンネルのモデルに基づいて選択されたレートに従って各データストリームを符号化し、変調し、そして送信する。モデルが正確であり、かつ、MIMO チャンネルが比較的静的 (つまり、時間とともにあまり変化しないので) であれば、良好な性能を得ることができる。別の従来の MIMO システムでは、受信機が、MIMO チャンネルを推定し、このチャネル推定に基づいて、各空間チャ

10

20

30

40

50

ネルに適切なレートを選択し、 N_s 個の空間チャネル用に選択された N_s 個のレートを送信機に送る。そして、送信機は、選択されたレートに従って N_s 個のデータストリームを処理し、これらストリームを、 N_s 個の空間チャネルに送信する。このシステムの性能は、MIMOチャネルの特徴と、チャネル推定の精度とに依存する。

【0008】

ユーザのシンボルが、全帯域にわたってホッピングパターンで送信される場合、チャネル推定値は、全帯域にわたって実行される必要がある。これは、広帯域パイロット信号が、推定された全てのチャネルに必要とされるとき、MIMOユーザの場合に悪化する。更に、全帯域にわたってユーザを活動させることは、チャネルバリエーションを縮小し、もって、マルチユーザゲインを減少する。

【0009】

従って、利用可能な周波数帯域を介してユーザを活動させることはオーバーヘッドを増加させる。更に、ユーザを、好ましいチャネル条件にスケジュールしない。従って、リソースを割り当てるためのより効率的な方法及びシステムに対するニーズがある。

【発明の概要】

【0010】

本願は、本明細書に参照によってその全体が組み込まれ、「Contiguous Hopping in an OFDMA Communication System」と題された2005年12月22日に出願の米国仮特許出願60/638,494からの35 U.S.C. 119条(e)の利益を要求する。

【0011】

ある局面では、与えられた周波数帯域上で動作する無線通信システムにおいて、チャネル推定のための方法は、周波数帯域のうちの1より多いサブ帯域において、複数のパイロット信号を受信することと、1つのサブ帯域について、そのサブ帯域で受信された複数のパイロット信号のうちの幾つかに基づいて、チャネル応答を推定することとを備える。

【0012】

他の局面では、与えられた周波数帯域上で動作する無線通信システムにおいて、送信のためのリソース割当方法は、単一のサブ帯域でユーザに送信するのが好ましいか、あるいは1より多いサブ帯域でユーザに送信するのが好ましいかを判定することを備える。ここで、各サブ帯域は、他のサブ帯域に関してオーバーラップしないサブキャリアを含む。リソース割当方法は更に、この判定に基づいて、送信を、単一のサブ帯域内で引き起こるように割り当てるか、あるいは、1より多いサブ帯域内で動作するように割り当てることを備える。

【0013】

他の局面は、上記の機能及び他の構成を提供する手段と、同様の結果を生む方法とを含む。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】図1は、多くのユーザをサポートする典型的なOFDMAシステム100を示す。

【図2】図2は、OFDMシステムで使用される送信機100の局面を示す。

【図3】図3は、OFDMシステムで使用される受信機200の局面を示す。

【図4A】図4Aは、隣接するサブ帯域で分割された周波数帯域400の構成を例示する。

【図4B】図4Bは、ハイブリッドサブ帯域を有する分割された周波数帯幅450の構成を例示する。

【図5】図5は、与えられたサブ帯域の外側で受信されたパイロット信号がチャネル推定処理で使用されるチャネル推定処理500を例示する。

【図6】図6は、与えられたサブ帯域にユーザが割り当てられる処理600を例示する。

【図7】図7は、MIMOユーザを割り当てる処理700を示す。

【図8】図8は、レイテンシに敏感なユーザを割り当てる処理800を例示する。

10

20

30

40

50

【図 9】図 9 は、スケジューリング用の構成を示す。

【図 10】図 10 は、チャンネル推定用の構成を示す。

【発明を実施するための形態】

【0015】

同一参照番号が同一要素を示す添付図面を参照して、様々な実施形態をより詳細に説明する。

【0016】

従って、説明する実施形態は、1 又は複数のサブ帯域に分割された周波数帯域内にユーザをスケジュールし、かつ、各ユーザによって 1 又は複数のサブ帯域内で受信されたパイロット信号に基づいて、チャンネル応答を推定する。幾つかの局面では、興味のあるサブキャリアが、サブ帯域の端部近くにある場合、近隣のサブ帯域内で受信されたパイロット信号のうちの少なくとも一部が、チャンネル応答を推定するために利用されうる。

【0017】

説明する実施形態はまた、無線デバイスの送信のためのリソース割当を提供する。周波数帯域は、少なくとも 2 つのサブ帯域へ分割される。これらは隣接しているかも、あるいは隣接していないかもしれない。所定のユーザとの間で、単一のサブ帯域で送信するのが好ましいか、あるいは 1 より多いサブ帯域で送信するのが好ましいかが判定される。この送信は、単一のサブ帯域内で引き起こるように割り当てられるか、あるいは、1 より多いサブ帯域内で動作するように割り当てられる。

【0018】

下記の説明では、実施形態は、フローチャート、フロー図、構成図、あるいはブロック図として示される処理として説明されうる。フローチャートは動作を、連続的な処理として説明するかもしれないが、動作の多くは、並行して又は同時に実行することができる。更に、動作の順序が再調整されうる。その動作が完了すると処理は終了する。処理は、方法、機能、手順、サブルーチン、サブプログラム等に相当するかもしれない。処理が機能に相当する場合、その終了は、呼出し機能あるいは主機能への機能のリターンに相当する。

【0019】

本明細書に記載するように、用語「通信チャンネル」は、無線通信チャンネル及びワイヤライン通信チャンネルの両方を指す。無線通信チャンネルの例は、ラジオ、衛星、及び音響通信チャンネルである。ワイヤライン通信チャンネルの例は、限定される訳ではないが、光、銅、あるいは他の伝導性のワイヤ又は媒体を含む。用語「ルックアップテーブル」は、データベース又は様々な記憶媒体内のデータを指す。記憶媒体は、読取専用メモリ (ROM)、ランダムアクセスメモリ (RAM)、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、及び / 又はその他、情報を格納するための計算機読取可能媒体を含むデータ格納用の 1 又は複数のデバイスを表しうる。用語「計算機読取可能媒体」は、限定される訳ではないが、ポータブル又は固定式の記憶デバイス、光記憶デバイス、無線チャンネル、及び、命令及び / 又はデータを格納、包含、あるいは搬送することが可能なその他の様々な媒体を含む。更に、説明の目的のために、実施形態は、直交周波数分割多重 (OFDM) システムに関して記述される。しかしながら、本発明は、チャンネル推定を必要とするその他のタイプのシステムに適用可能であることも良く理解されるであろう。

【0020】

OFDM は、周知のマルチキャリア通信技術の例である。一般に、OFDM は、異なる周波数において同時に送信される多数のサブ信号へ信号を分割するデジタル変調技術である。OFDM は、並行して送信される多くのサブチャンネルにチャンネルを分割するために、オーバーラップした直交信号を用いる。OFDM は、低品質なチャンネルによる高データレート送信を可能にするので、OFDM は、高速無線ローカルエリアネットワーク (LAN) 内のような多くの無線アプリケーションにおいて成功している。

【0021】

直交周波数分割多元接続 (OFDMA) システムは、OFDM を利用し、多数のユーザ

10

20

30

40

50

を同時にサポートすることができる。操作周波数帯域幅は、信号の送信に使用され、複数の周波数サブキャリアへ細分割される。変調シンボル周期を適切に設計することによって、隣接した周波数サブキャリアは、互いにそれぞれ直交する。直交性は、機能の集合の特性であり、適切な間隔で設定されたセットのうちの任意の2つのメンバの積分が、ゼロになる。より具体的には、直交チャネル又は周波数は、互いに干渉しない。その結果、直交性は、受信機が、多重通信チャネルを介して並行して送信された他のサブキャリアを復調せずに、選択されたサブキャリアを復調することを可能にする。その結果、サブキャリア中の混線がなくなり、シンボル間干渉 (inter-symbol-interference: ISI) は著しく低減される。

【0022】

受信信号を調節するために使用することが可能なチャネル特性の正確な推定値が存在すれば、OFDMシステム性能は、コヒーレント復調を考慮することにより改善される場合がある。従って、パイロットシンボルパターン又はトレーニングシンボルとして知られているトレーニングシーケンスが、送信機によって送信される。このトレーニングシンボルは受信機に知られているので、受信機は、チャネル推定を実行することができる。

【0023】

図1は、多くのユーザをサポートする典型的なOFDMAシステム100を示す。システム100は、多くの端末120のための通信をサポートする多くの基地局110を含んでいる。基地局は、端末と通信するために使用される固定局であり、アクセスポイント、ノードB、又はその他幾つかの用語を用いて称されうる。端末120は、一般に、システム全体にわたって分散しており、各端末は、固定式あるいは移動式でありうる。端末はまた、移動局、ユーザ機器 (UE)、無線通信デバイス、あるいはその他幾つかの用語として称されうる。各端末はそれぞれ、任意の所定の瞬間において、順方向リンクで1又は複数の基地局と、及び/又は、逆方向リンクで1又は複数の基地局と通信しうる。これは、端末がアクティブであるか否か、ソフトハンドオフがサポートされているか否か、及び、端末がソフトハンドオフにあるか否かに依存する。順方向リンク (すなわち、ダウンリンク) は、基地局から端末への通信リンクを指す。また、逆方向リンク (すなわち、アップリンク) は、端末から基地局への通信リンクを指す。

【0024】

システムコントローラ130は、基地局110につながっており、(1)基地局110の調整及び制御、(2)これら基地局間のデータの経路付け、及び、(3)これら基地局によってサービス提供される端末のアクセス及び制御のような多くの機能を実行する。

【0025】

各基地局110は、それぞれの地理的領域102に対して有効範囲を与える。簡略化のために、各基地局の有効範囲領域は、理想的な六角形によってしばしば表わされる。キャパシティを増加させるために、各基地局の有効範囲領域は、多数のセクタ104へ分割されうる。例えば、各セルは、図1に示すように3つのセクタに分割されるかもしれないが、そうでないかもしれない。この場合、簡略化のために、セクタ化されたセルの各セクタは、セルの1/3である理想的な120°のくさび形によって表されうる。各セクタは、対応する基地局トランシーバサブシステム (BTS) によってサービス提供されうる。セクタ化されたセルの場合、そのセルの基地局は、一般に、セルのセクタのためのBTSを全て含んでいる。用語「セクタ」は、その用語が使用される状況に依存して、BTS及び/又はその有効範囲領域を指すことができる。簡略化のために、以下の記載では、用語「基地局」は、一般に、セルにサービス提供する固定局と、セクタにサービス提供する固定局との両方のために使用される。

【0026】

セクタ化されていないセル、異なるサイズのセクタ及び/又は異なる数のセクタを有するセルもまた利用されうることに注目されるべきである。

【0027】

図2は、OFDMシステムで使用される送信機200の1つの実施形態を示す。送信機

10

20

30

40

50

200は、スクランブラ210、エンコーダ220、インタリーバ230、変調マッピングモジュール240、逆高速フーリエ変換(IFFT)モジュール250、パルス整形モジュール260、及びアップコンバータ270を含む。送信機200は、データパケット、及び、このパケットが送信されるデータレートを受信する。この受信したパケットを、スクランブラ210がスクランブルし、エンコーダ220が符合化する。エンコーダ220は、従来型のエンコーダであるか、あるいは、誤り訂正符合化を可能にするその他幾つかの周知のエンコーダでありうる。

【0028】

符号化されたビットは、ブロックヘグループ化される。そして、各ブロックは、インタリーバ230によってインタリーブされ、変調マッピングモジュール240によって変調シンボルのシーケンスにマップされる。符号化され、インタリーブされた選択された長さのビットストリームは、変調に依存して、様々なビット数にグループ化される。一般に、このビットストリームは、1ビット、2ビット、4ビット、又は6ビットのうちの1つにグループ化され、バイフェースシフトキーイング(BPSK)変調、直交位相シフトキーイング(QPSK)変調、16直交振幅変調(QAM)、又は、64-QAMそれぞれにおける変調シンボルを表す複素数のシーケンスに変換される。BPSK、QPSK、及びQAMは、当該技術において周知の変調技術であり、詳細には説明しない。上述した変調フォーマットに加えて、あるいはその代わりに、他の変調フォーマットも利用されることが注目されるべきである。

【0029】

各OFDMシンボルはその後サブキャリアに割り当てられ、逆高速フーリエ変換される。これにより、単一のOFDMシンボルの時間ドメインサンプルが得られる。ここで、周期的なプレフィックスを各シンボルに加えることができる。パルス整形機能が送信機200によって提供されているのであれば、パルス整形モジュール260によってパルス整形が行われうる。そして、シンボルは、通信チャネルによって、送信のために、アップコンバータ270によってアップコンバートされる。ここで、プログラム可能なパルス整形が使用されてもよい。

【0030】

データパケットは、変調シンボルの他に他の情報を含みうる。例えば、ヘッダ、リーディング、及び/又はプレアンプルが、必要に応じて、スクランブル前にパケットに追加されうる。ヘッダ情報は、データレート、及び、パケット長さ情報を含みうる。ヘッダの内容は、一般に、スクランブルされない。

【0031】

チャネル応答の推定値を得るために、パイロット信号の送信が使用される。より多くのパイロット信号が使用されるほど、良好なチャネル応答の推定値が得られる。しかしながら、パイロット送信は、相当量のオーバーヘッドを加える。従って、パイロット送信の使用は、オーバーヘッド考慮とのバランスを検討する必要がある。更に、興味のある帯域全体を横切るパイロット送信は、システム内の全体的な雑音を増す。パイロットの使用が最小化される場合、チャネル応答はしばしば不正確になるか、及び/又は、信頼性が低下し、もって、満足できる性能を与えなくなる。

【0032】

図3は、OFDMシステムで使用される受信機300の1つの実施形態を示す。受信機300は、無線周波数/中間周波数(RF/IF)フロントエンド310、同期モジュール380、高速フーリエ変換(FFT)モジュール320、復調モジュール330、逆インタリーバ340、デコーダ350、逆スクランブラ360、及び、チャネル推定モジュール370を備える。図2は、受信機の簡略ブロック図を示していることに注目されるべきである。より典型的な商用受信機は、1又は複数のRF/IFフロントエンド310、同期モジュール380、FFTモジュール320、復調モジュール330、逆インタリーバ340、デコーダ350、逆デスクランブラ360、及び、チャネル推定モジュール370を制御するためのプロセッサ(図示せず)及び記憶媒体(図示せず)のような追加要

10

20

30

40

50

素を備えうる。

【 0 0 3 3 】

R F / I F フロントエンド 3 1 0 は通信チャネルを介してデータを受信する。そして、信号が F F T モジュール 3 2 0 へ入力され、時間ドメインから周波数ドメインに変換される。F F T は、必要に応じて、周期的プレフィックスを削除した後に行なわれる。チャネル推定モジュール 3 7 0 は、周波数ドメイン信号を受信し、チャネル推定値を提供する。また、周波数ドメイン信号は、受信信号を調節する際に位相誤り訂正を与える位相ロックループ (P L L) にも入力されうる。復調された信号は、逆インタリーバ 3 4 0 によって逆インタリーブされ、デコーダ 3 5 0 によって復号される。デコーダ 3 5 0 は、ビタビ (Viterbi) デコーダでありうる。そして、復号されたデータは、逆スクランブラ 3 6 0 に
10
よって逆スクランブルされ、オリジナルのデータ情報が復元される。信号フィールドが復号されている間、サンプルを保持するために、追加バッファも実装されうる。

【 0 0 3 4 】

F F T 処理後、各サブキャリアのチャネル推定を行なうために、プリアンブルが取得され、使用される。初期チャネル推定値は、パイロット信号に基づいて得ることができる。

【 0 0 3 5 】

チャネル推定モジュール 3 7 0 は、周波数ドメイン信号のチャネル推定を行う。例えば、F F T 処理の後、サブキャリアの信号は、以下のように、式 [1] で表わすことができる。

$$Y_n = H_n X_n + N_n \quad [1]$$

しかしながら、他のアプローチ及び技術もまた利用されうる。

【 0 0 3 6 】

図 4 A は、隣接するサブ帯域 4 0 4、4 0 8、4 1 2、及び 4 1 6 へ分割された周波数帯域 4 0 0 の構成を例示する。一例として、図 4 A は、4 つの隣接するサブ帯域 4 0 4、4 0 8、4 1 2、及び 4 1 6 を有する実施形態を図示している。設計制約又はその他の理由によって、任意数のサブ帯域が使用されてよい。サブ帯域の各々は、多くのサブキャリアを含む。サブキャリア 4 2 0、4 2 2 等であるそれらは、同じ数であるか、あるいは異なる数であるかもしれない。

【 0 0 3 7 】

例えば、5 M H z のシステムは、合計 5 1 2 のサブキャリアを持っているかもしれない。帯域幅全体が、4 つの隣接するサブ帯域に分割されるのであれば、4 つのサブ帯域 4 0 4、4 0 8、4 1 2、及び 4 1 6 の各々は、それぞれ 1 2 8 のサブキャリアを有する 1 . 2 5 M H z に分割される。ある局面では、サブ帯域の各々は、2 の累乗である数に分割され、個々のサブ帯域内のサブキャリアの数もまた 2 の累乗であるかもしれない。この特性は、個々のサブ帯域について高速フーリエ変換 (F F T) 及び逆高速フーリエ変換 (I F F T) をとるのに役立つ。また、チャネル推定の目的にも役立つ。

【 0 0 3 8 】

帯域幅 4 0 0 の全体を、複数のサブ帯域に分割することによって、所定のサブ帯域内のサブキャリアが常に同じサブ帯域内でホップするようにホッピングパターンが制限される。従って、唯一のサブバンドに割り当てられたユーザは、その所定のサブ帯域にわたった
40
チャネル推定値のみを決定する必要があり、そのサブ帯域のパイロットトーンのみを使用する。例えば、サブ帯域毎に異なるチャネルツリーが使用される場合、ユーザは、そのサブ帯域に割り当てられている限り、そのチャネルツリーに対しスケジュールされるかもしれない。

【 0 0 3 9 】

上述したように、サブ帯域の各々は、複数のサブキャリアへ分割されうる。例えば、サブ帯域 4 0 4 は、サブキャリア $C_{1,1}$ 、 $C_{1,2}$ 、... $C_{1,N-1}$ 、及び $C_{1,N}$ を含む。同様に、サブ帯域 4 0 8、4 1 2、及び 4 1 6 は、複数のキャリアに分割される。

【 0 0 4 0 】

チャネル推定は、一般的な広帯域パイロット信号の使用によって行なわれうる。トーン
50

の一部は、パイロットシンボルのために確保される。図 4 A は、これらパイロットシンボルを、文字「X」を用いて表す。これらパイロットシンボルは、一般に、システム設計に依存する最適な性能のために、帯域幅 400 の全体にわたって、例えば等間隔とされる。更に、ある場合には、パイロットは、ランダムパターン、準ランダムパターン、あるいはホッピングパターンによって送信されうる。

【0041】

ユーザが、与えられたサブ帯域のチャネルを推定する場合に生じうる問題は、サブ帯域の端部近くのサブ帯域キャリアにおいて、大きなチャネル推定誤差が生じうることである。この目的のために帯域の端部近くのサブキャリアのデータがわざとブランクに (blank out) される。他の局面では、ユーザが、近隣サブ帯域において、過剰にパイロットを使用できるのであれば、チャネル推定は、他のサブ帯域からのパイロットを使用することによって、与えられたサブ帯域の端部におけるサブキャリアにおいて改善されうる。この場合、ブランクキャリアは必要ではないかもしれない。

【0042】

例えば、誰かがサブキャリア $C_{2,1}$ のチャネルを推定しているのであれば、ユーザは、チャネル応答を推定であるために、サブ帯域 408 内のパイロット信号を使用するだろう。しかしながら、周波数においてはるかに離れたサブキャリアである次の所定のサブキャリアで受信されたパイロット信号を検討する場合、大きな誤差が含まれる。例えば、サブ帯域サブキャリア $C_{2,N}$ におけるパイロット信号は、サブキャリア $C_{2,1}$ から、周波数においてはるかに離れている。一方、サブキャリア $C_{1,N}$ は、異なるサブ帯域 (404) にあるが、サブキャリア $C_{2,1}$ に隣接している。同様に、サブ帯域 $C_{1,N-1}$ は、2つ次のサブキャリア $C_{2,1}$ と周波数において比較的近い。この実施形態では、近隣のサブ帯域で受信されたパイロット信号が、周波数におけるある予め定めた差分のために使用されうる。この場合、線 424 は、サブキャリア $C_{2,1}$ がそのチャネル応答を推定する際に考慮する境界を表す。代替実施形態では、興味のあるこのサブ帯域内のパイロット信号でさえも、興味のあるサブキャリアから周波数において離れすぎていると考えられた場合には無視されうる。この実施形態では、線 428 の外側にあるサブキャリアは、サブキャリア $C_{2,1}$ のチャネル応答を決定する場合に考慮されない。

【0043】

図 4 B は、ハイブリッド隣接サブ帯域 450 を有する分割された周波数帯域幅の構造を図示する。この実施形態では、あるサブキャリアがグループ化され、隣接している。しかしながら、隣接するサブ帯域からなる小さなグループは、サブ帯域内のサブキャリアからなる他の小さなグループとは隣接していないかもしれない。例えば、 C_1 サブ帯域は、グループ 454, 458, 及び 462 によって表され、第 2 のサブ帯域は、サブキャリアグループ 466, 470, 及び 474 によって表される。図 4 A に記載したのと同じ方法で、与えられたサブキャリアに対するチャネル応答を推定することは、近隣のサブ帯域と同様に、サブ帯域のその部分で受信されたパイロット信号を用いて達成される。

【0044】

ある局面では、ユーザとの送信をスケジュールすることによってホッピングが提供される。これによって、連続した送信期間、又は期間のグループが、例えば、サブ帯域を備えたサブキャリアのように、互いに異なるサブキャリアを使用できる。これらは、周知のパターン及びパターンジェネレータを用いることによって提供される。

【0045】

図 5 は、チャネル推定処理 500 を示す。ここでは、与えられたサブ帯域の外側で受信したパイロット信号が、チャネル推定処理において使用される。パイロット信号は、与えられたサブ帯域内で受信される (504)。興味のあるサブキャリアが、サブ帯域の端部近くにあるかが判定される。サブキャリアが「近い」と思われるものは、ネットワーク展開、チャネル条件、又はその他の要因に基づいて変わりうる。与えられたキャリアがサブ帯域の端部に近い場合、近隣のサブ帯域内で受信されたパイロット信号が利用される (508)。近隣のサブ帯域全体、あるいは、近隣のサブ帯域の予め定めた部分のパイロット

10

20

30

40

50

信号が、チャネル応答を推定するために利用されうる(512)。割り当てられたサブキャリアが、サブ帯域の端部近くでないのであれば、近隣のパイロットは考慮される必要は無く、チャネル応答は、近隣のサブ帯域内のパイロット信号を用いることなく推定される(512)。一般に、ユーザのサブキャリアはサブ帯域全体にわたって分布しているので、サブ帯域全体に対するチャネル推定が使用される。従って、近隣のサブ帯域内のパイロットが、端部の近くのトーンのチャネルを推定するために使用される。サブ帯域内のパイロットは、他のすべてのトーンに使用される。

【0046】

例えば、アクティブセットベース制約(Active Set Based Restricted: ASBR)のような周波数再使用スキームは、その再使用セットとして、隣接するサブ帯域を使用する。ASBR技術は、2004年12月22日に出願され、"Feedback to Support Restrictive Reuse"と題された特許出願11/020,707号と、2004年12月22日に出願され、"Restrictive Reuse Set Management"と題された特許出願11/021,189号とにより詳細に記載されている。これらは本願と同じ譲受人に譲渡され、本明細書に参照によって明らかに組み込まれている。セル間干渉と格闘し、かつ信号対雑音比を改善するために、無線システムは、周波数再使用スキームを適用する。ここでは、システムにおいて利用可能なすべての周波数帯域が、各セル内で使用されるとは限らない。

【0047】

例えば、あるシステムは、7つのセル再使用パターン、及び $K=7$ の再使用係数を適用する。このシステムについては、システム全体の帯域幅 W が、7つの等しい周波数帯域に分割される。また、7つのセルクラス内のセルはそれぞれ、7つの周波数帯域のうちの割り当てられた1つである。セルはそれぞれ、1つのみの周波数帯域を使用する。また、7番目のセル毎に同じ周波数帯域を再使用する。この周波数再使用スキームでは、同じ周波数帯域は、互いに隣接していないセル内のみで再使用される。そして、各セル内で観察されるセル間干渉は、全てのセルが同じ周波数帯域を使用する場合と比較して減少する。しかしながら、各セルは、システム帯域幅全体のうちの一部しか使用できないので、大きな再使用係数は、利用可能なシステムリソースの非効率的な使用を表わす。この同じ再使用スキームは、パイロット信号にも同様に適用されうる。このように、送信されたデータに関する信号対雑音比で見られる改善は、送信されたパイロットにおいても見られる。

【0048】

ユーザが、帯域幅のある部分を使用することに制限される場合、このユーザの帯域外出力は、実質的により低くなる。隣接ホッピングスキームは、この利益を得るために逆方向リンク上で使用することができる。同様に、更なる周波数ダイバーシティを得るために、ユーザは、与えられた任意の時間において単一のサブ帯域に割り当てられるが、このサブ帯域は時間にわたって変わりうる。

【0049】

図6は、ユーザが、与えられたサブ帯域に割り当てられる処理600を示す。ユーザを、1より多いサブ帯域内で動作させることが望ましい状況がありうる。反対に、ユーザを、与えられたサブ帯域内のみで動作させることが望ましい状況がありうる。例えば、MIMOユーザは、多数の空間チャネルを推定する必要がある。従って、広帯域のパイロット信号が、推定された全ての空間チャネルに必要とされるだろう。4つのアンテナMIMO送信の場合、4つの広帯域パイロット信号を送信しなければならない。従って、MIMOユーザが、利用されている空間チャネルの全てについて変わりうるか、あるいは、同一でありうる特定のサブ帯域に割り当てられることが有用かもしれない。MIMOユーザの更なるチャネルを推定するために必要な追加のパイロットトーンが、与えられたサブ帯域内で割り当てられる必要がある。従って、帯域幅オーバーヘッドが著しく低減される。

【0050】

別の例では、レイテンシに敏感なユーザが、周波数ダイバーシティを必要とする。従って、レイテンシに敏感なユーザは、多数のサブ帯域内のサブキャリアに割り当てられうる。個々のサブ帯域に対して、より少ない周波数ダイバーシティが利用可能であるので、マ

10

20

30

40

50

ルチユーザダイバーシティゲインの能力が高められる。従って、レイテンシに敏感なユーザを、多数のサブ帯域内で動作させることは、周波数ダイバーシティを高め、マルチユーザダイバーシティゲインを下げる。

【 0 0 5 1 】

そのようなユーザが処理されうる処理を図 6 に示す。ユーザのニーズが識別される (6 0 4)。ユーザが、1 より多いサブ帯域内にいる必要があるかが判定される (6 0 8)。ユーザを、1 より多いサブ帯域内で動作させることが望ましいと判定された場合、ユーザは、多数のサブ帯域内の多数のサブキャリア内で動作するように割り当てられる (6 1 2)。この処理は、レイテンシに敏感なユーザのために生じうるものを代表する。一方、ユーザが、1 つのサブ帯域のみで動作する必要があると判定された場合には、ユーザは、1 つのサブ帯域内のサブキャリアに割り当てられる (6 1 6)。これは、M I M O ユーザの例でありうる。従って、M I M O の場合、選択されたサブ帯域とともに、パイロット信号が割り当てられる (6 2 0)。

10

【 0 0 5 2 】

図 7 は、M I M O ユーザを割り当てる処理 7 0 0 を示す。基地局 7 0 4 は、全帯域幅を介してパイロット信号を送る。それはモバイル端末 7 0 8 によって受信される。モバイル端末 7 0 8 は、パイロット信号を受信し、チャネル品質インジケータ (C Q I) を決定する (7 1 2)。それは、基地局に送り戻される。条件及び希望に応じて、異なる C Q I の表示が基地局に送られうる。

【 0 0 5 3 】

20

C Q I を計算し、送信するためのオプションは、各サブ帯域のための C Q I を基地局に送ることを含む。そして、基地局は、スケジューリング及びレート予測に関し、とりうる最良の決定を行うことができる。別のオプションは、最後に使用されたサブ帯域用の C Q I を送信することである。又は、1 つを越えるサブ帯域が使用された場合には、組み合わせられたサブ帯域によって C Q I を送る。この方法はオーバーヘッドを減少させるが、基地局がユーザのサブ帯域を切り替えたい場合、レート予測アルゴリズム内の潜在的な不正確さと比較検討されねばならない。別のオプションは、ユーザの最良のサブ帯域用の C Q I を送信することである。これは、サブ帯域インデックスの表示も必要とする。別のオプションは、ハンドセットが観察するものを、なしえる最良のサブ帯域として送信することである。更に、異なるサブ帯域用に多くの C Q I が利用されうる。

30

【 0 0 5 4 】

モバイル端末から C Q I を受信すると、基地局 7 0 4 は、与えられたサブ帯域へユーザを割り当てる (7 1 6)。更に、基地局は、割り当てられたサブ帯域内で、追加のパイロット信号を送る (7 2 0)。そして、モバイル端末 7 0 8 は、選択されたサブ帯域内で、割り当てられた追加パイロット信号に対応する C Q I を送る (7 2 4)。

【 0 0 5 5 】

図 8 は、レイテンシに敏感なユーザを割り当てる処理 8 0 0 を示す。基地局 8 0 4 は、周波数帯域全体を介して、モバイル端末 8 1 2 に広帯域パイロット信号を送る (8 0 8)。C Q I は、基地局 8 0 4 へ送り戻される (8 1 6)。そして、基地局 8 0 4 は、多数のサブ帯域内で動作するためのユーザを割り当てる (8 2 0)。これら多数のサブ帯域では、モバイル端末は、多数のサブ帯域で受信されたパイロット信号の C Q I を決定し、興味のあるサブ帯域から基地局 8 0 4 へと C Q I を送り戻す (8 2 4)。

40

【 0 0 5 6 】

図 9 を参照して、スケジューリングのための構成を示す。このスケジューリング構成は、ユーザをスケジュールするためのサブ帯域数を決定する手段 9 0 2 を含む。これは、ユーザが M I M O ユーザであるか否か、ユーザのレイテンシ、これらの組み合わせ、あるいはその他のアプローチに基づきうる。そして、ユーザを多数のサブ帯域にスケジュールする手段 9 0 4、又は、ユーザを 1 つのサブ帯域にスケジュールする手段 9 0 6 が適切なものとして利用される。手段 9 0 4 及び手段 9 0 6 はまた、単一手段を備えうる。

【 0 0 5 7 】

50

図10には、チャネル推定のための構成1000が示される。この構成1000は、周波数帯域の1より多いサブ帯域内で、複数のパイロット信号が受信されたことを判定する手段1002と、1つのサブ帯域で受信された複数のパイロット信号のうちの幾つかに基づいて、その1つのサブ帯域のためのチャネル応答を推定する手段1004とを含む。更に、手段1004には、近隣のサブ帯域内で受信されたパイロット信号の少なくとも一部を使用して、与えられたサブ帯域におけるチャネル応答を推定する手段が含まれる。

【0058】

本明細書で記載されたパイロット送信スキーム及びデータ送信スキームは、様々な手段によって実現される。例えば、これらの技術は、ハードウェア、ソフトウェア、あるいはそれらの組み合わせで実現される。ハードウェア実装の場合、送信機ユニット及び受信機ユニットにおける処理を実行するために使用される要素は、1又は複数の特定用途向けIC(ASIC)、デジタル信号プロセッサ(DSP)、デジタル信号処理デバイス(DSPD)、プログラム可能論理回路(PLD)、フィールドプログラム可能なゲートアレイ(FPGA)、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、本明細書に記載の機能を実行するために設計されたその他の電子ユニット、又はこれらの組み合わせ内で実現される。

【0059】

ソフトウェア実装の場合、本明細書に記載の送信スキームのため、送信機ユニット及び受信機ユニットにおける処理は、本明細書に記載の機能を実行するモジュール(例えば、手順、機能等)で実現される。ソフトウェアコードはメモリに格納され、プロセッサによって実行される。記憶ユニットは、プロセッサの内部又は外部に実装されるが、何れの場合であれ、当該技術分野で周知の様々な手段を経由してプロセッサに通信可能に接続することができる。

【0060】

開示した実施形態の前述した記載は、当業者が、本発明を実施又は利用することができるように提供される。これら実施形態に対する様々な変形は、当業者に容易に明らかになるであろう。また、本明細書で定めた一般的な原理は、本発明の精神又は範囲から逸脱することなく他の実施形態に適用される。従って、本発明は、本明細書に示した実施形態に限定されることは意図されておらず、本明細書に開示された原理及び斬新な特徴と一致する最も広いスコープが与えられるべきである。

10

20

30

【図 1】

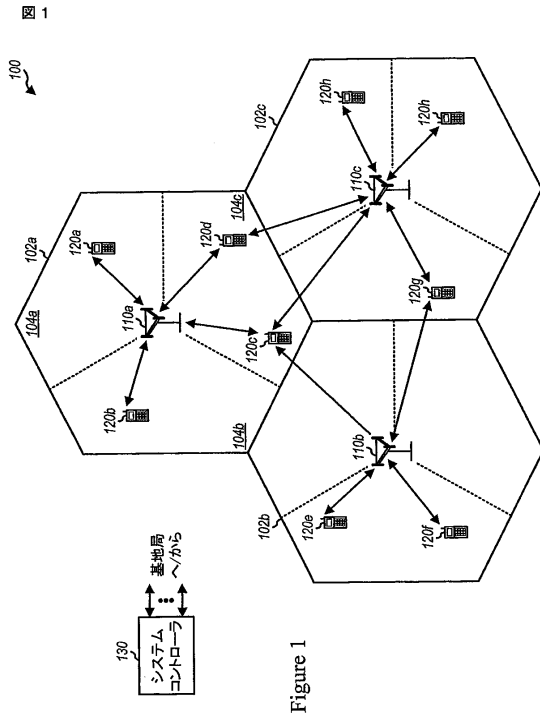


Figure 1

【図 2】

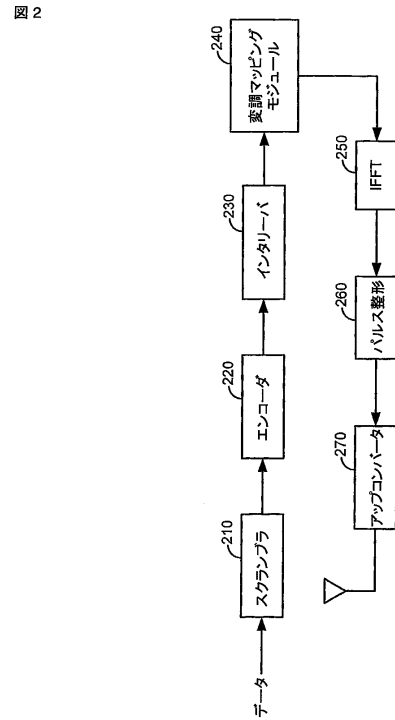


Figure 2

【図 3】

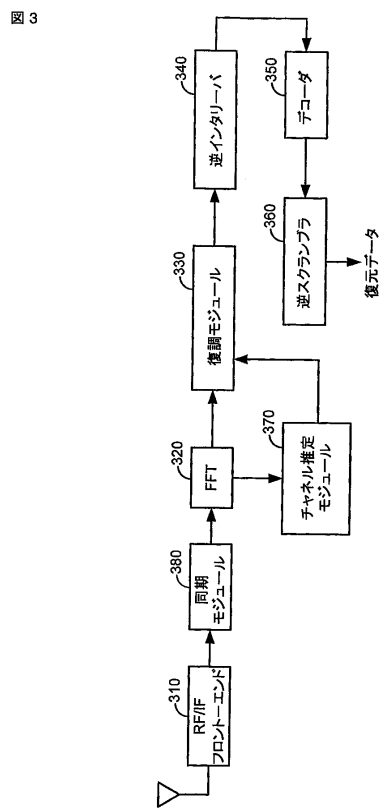


Figure 3

【図 4 A】

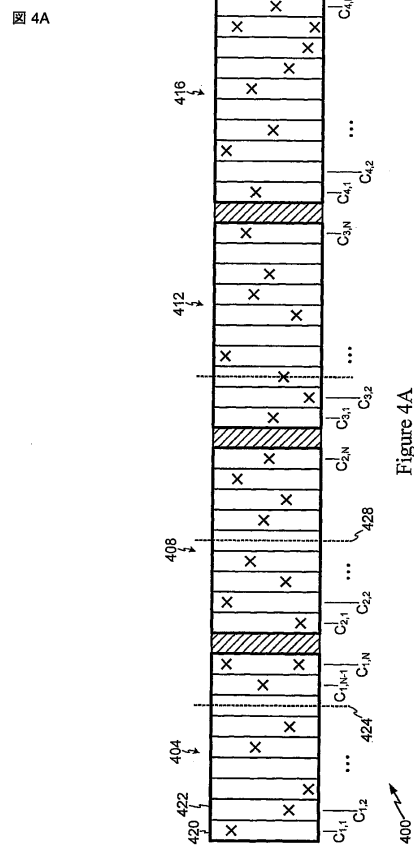


Figure 4A

【図4B】

図4B

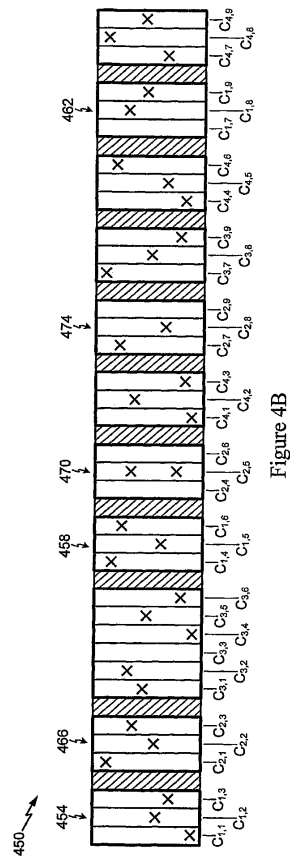


Figure 4B

【図5】

図5

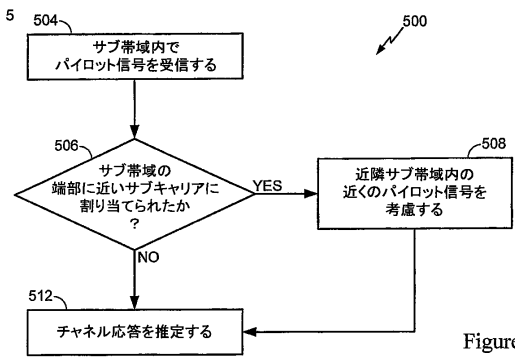


Figure 5

【図6】

図6

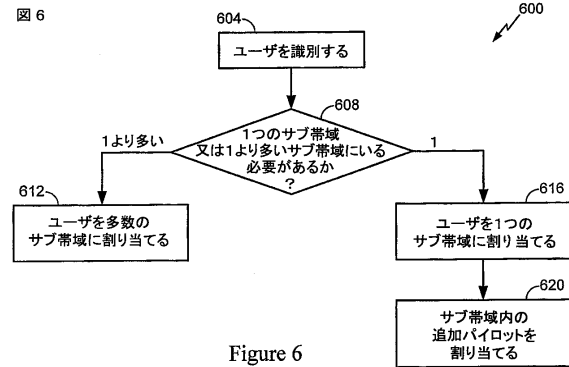


Figure 6

【図7】

図7

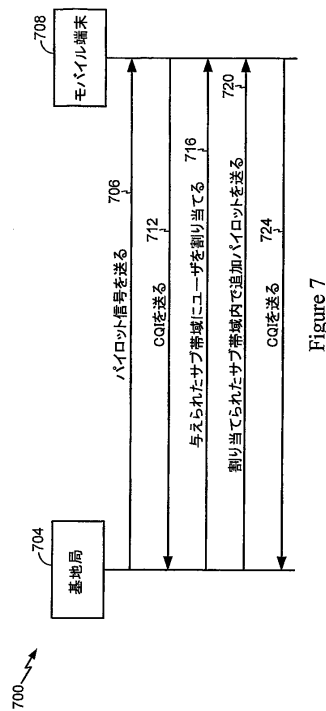


Figure 7

【図8】

図8

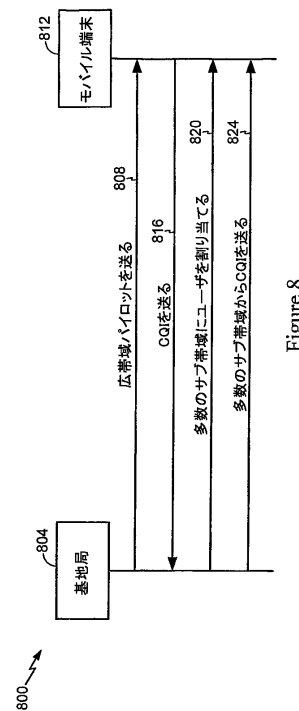


Figure 8

【図 9】

図 9

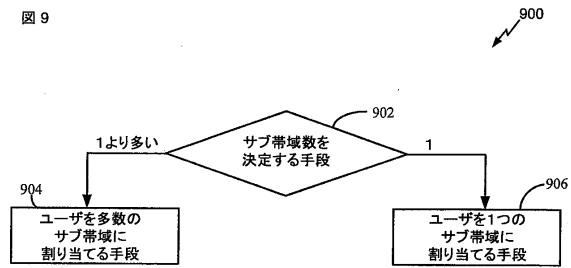


Figure 9

【図 10】

図 10

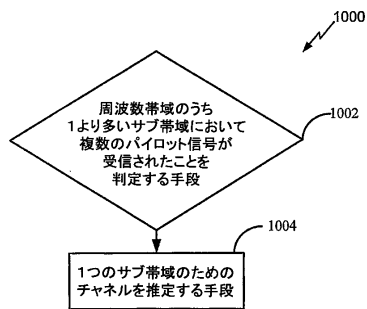


Figure 10

フロントページの続き

- (74)代理人 100095441
弁理士 白根 俊郎
- (74)代理人 100075672
弁理士 峰 隆司
- (74)代理人 100119976
弁理士 幸長 保次郎
- (74)代理人 100153051
弁理士 河野 直樹
- (74)代理人 100140176
弁理士 砂川 克
- (74)代理人 100158805
弁理士 井関 守三
- (74)代理人 100172580
弁理士 赤穂 隆雄
- (74)代理人 100179062
弁理士 井上 正
- (74)代理人 100124394
弁理士 佐藤 立志
- (74)代理人 100112807
弁理士 岡田 貴志
- (74)代理人 100111073
弁理士 堀内 美保子
- (74)代理人 100134290
弁理士 竹内 将訓
- (72)発明者 アーモド・クハンデカー
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、ナンバー 3 3 9、リージェ
ンツ・ロード 8 4 6 5
- (72)発明者 アブニーシュ・アグラウォール
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、ナンバー 2 9、ドウグ・ヒル
7 8 9 1

審査官 佐々木 洋

- (56)参考文献 特表 2 0 0 3 - 5 2 8 5 2 7 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 2 0 4 3 1 7 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 3 5 0 2 5 9 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 1 1 0 5 2 9 (J P , A)
特表 2 0 0 5 - 5 1 9 5 6 7 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 4 J 9 9 / 0 0
H 0 4 J 1 3 / 0 0 - 1 3 / 2 2
H 0 4 B 1 / 6 9 - 1 / 7 1 9