

(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2008-510376

(P2008-510376A)

(43) 公表日 平成20年4月3日 (2008. 4. 3)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
H04 J 15/00 (2006.01)	H04 J 15/00	5 K 0 2 2
H04 J 11/00 (2006.01)	H04 J 11/00	Z 5 K 0 5 9
H04 B 7/04 (2006.01)	H04 B 7/04	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 16 頁)

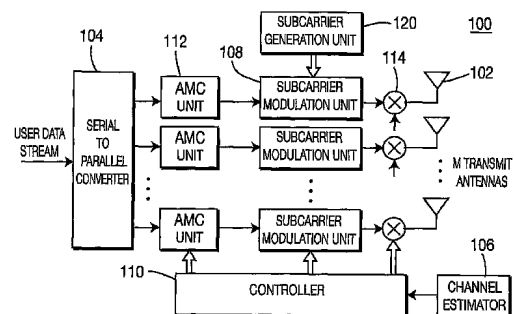
(21) 出願番号	特願2007-525652 (P2007-525652)	(71) 出願人	596008622
(86) (22) 出願日	平成17年7月29日 (2005. 7. 29)		インターディジタル テクノロジー コーポレーション
(85) 翻訳文提出日	平成19年4月13日 (2007. 4. 13)		アメリカ合衆国 19810 デラウェア州 ウィルミントン シルバーサイド ロード 3411 コンコルド プラザ ハイグリー ビルディング スイート 105
(86) 国際出願番号	PCT/US2005/027061	(74) 代理人	100077481
(87) 国際公開番号	W02006/020434		弁理士 谷 義一
(87) 国際公開日	平成18年2月23日 (2006. 2. 23)	(74) 代理人	100088915
(31) 優先権主張番号	60/601, 200		弁理士 阿部 和夫
(32) 優先日	平成16年8月12日 (2004. 8. 12)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
(31) 優先権主張番号	11/082, 286		
(32) 優先日	平成17年3月17日 (2005. 3. 17)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 MIMO-OFDMシステムでの副搬送波およびアンテナ選択の方法および装置

(57) 【要約】

MIMO (multiple-input multiple-output) 直交周波数分割多重 (OFDM) 通信システムでの無線のリソース制御の方法および装置を開示している。チャネルメトリックが、複数の送信アンテナのそれぞれについて算出される。副搬送波が、各送信アンテナのチャネルメトリックに従って各送信アンテナに割り振られる。信号が、各アンテナで、割り振られた副搬送波を使用して送信される。適応変調符号化と各副搬送波の送信電力制御とを、さらに、チャネルメトリックに従って実施することができる。電力制御は、アンテナベースごとに、または副搬送波ベースごとに実施することができる。電力制御を実行する際に、送信アンテナのサブセットを選択することができ、ウォーターポーリングを、その選択されたアンテナだけに適用することができる。ウォーターポーリングは、チャネル応答ではなく、SNRに基づくものとすることができる。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

MIMO (multiple - input multiple - output : 多入力多出力) 直交周波数分割多重 (OFDM) 通信システム用の方法であって、
複数の送信アンテナのそれぞれのチャネルメトリックを入手することと、
各アンテナの前記チャネルメトリックに従って各アンテナに副搬送波を割り振ることであって、前記副搬送波の潜在的割振り (potential allocation) は前記副搬送波のすべてではない、割り振ることと、
各アンテナで前記割り振られた副搬送波を使用して信号を送信することと
を含むことを特徴とする方法。

10

【請求項 2】

アンテナごとに適応変調符号化 (AMC) を実行するステップをさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記 AMC は、アンテナベースごとに実行されることを特徴とする請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記 AMC は、さらに、副搬送波ベースごとに実行されることを特徴とする請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

前記 AMC は、副搬送波のグループベースごとに実行されることを特徴とする請求項 3 に記載の方法。

20

【請求項 6】

前記割り振られた副搬送波のアンテナごとの電力制御を適用するステップをさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

各副搬送波の送信電力は、前記チャネルメトリックに従って調整されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

送信アンテナのサブセットを選択し、それによって、該選択された送信アンテナについてのみ各副搬送波の送信電力を調整するステップをさらに含むことを特徴とする請求項 7 に記載の方法。

30

【請求項 9】

選択されるアンテナの個数は、事前に決定されることを特徴とする請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記チャネルメトリックは、信号対雑音比 (SNR) であることを特徴とする請求項 7 に記載の方法。

【請求項 11】

前記チャネルメトリックは、チャネル応答であることを特徴とする請求項 7 に記載の方法。

40

【請求項 12】

送信アンテナのサブセット (小集団) を選択し、それによって、該選択された送信アンテナだけに副搬送波を割り振るステップをさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 13】

前記チャネルメトリックは、開ループ方法で送信器によって推定されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 14】

前記チャネルメトリックは、閉ループ方法で前記送信器に報告されることを特徴とする

50

請求項 1 に記載の方法。

【請求項 15】

データストリームをアンテナにマッピングし、交差接続するステップをさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 16】

直交周波数分割多重 (OFDM) 通信システム内で信号を送信する送信器であって、複数の送信アンテナと、
複数の送信アンテナのそれぞれのチャネルメトリックを入手するチャネル推定器と、
各アンテナの前記チャネルメトリックに従って各アンテナに副搬送波を割り振るコントローラであって、前記副搬送波の潜在的割振りは前記副搬送波のすべてではない、コントローラと
を含むことを特徴とする送信器。

10

【請求項 17】

前記コントローラは、各アンテナごとに適応変調符号化 (AMC) を実行することを特徴とする請求項 16 に記載の送信器。

【請求項 18】

前記 AMC は、アンテナベースごとに実行されることを特徴とする請求項 17 に記載の送信器。

【請求項 19】

前記 AMC は、副搬送波ベースごとに実行されることを特徴とする請求項 18 に記載の送信器。

20

【請求項 20】

前記 AMC は、副搬送波のグループベースごとに実行されることを特徴とする請求項 17 に記載の送信器。

【請求項 21】

前記コントローラは、前記割り振られた副搬送波のアンテナごとの電力制御を実行することを特徴とする請求項 16 に記載の送信器。

【請求項 22】

各副搬送波の送信電力は、前記チャネルメトリックに従って調整されることを特徴とする請求項 16 に記載の送信器。

30

【請求項 23】

前記コントローラは、送信アンテナのサブセットを選択し、それによって、各副搬送波の送信電力は、前記選択された送信アンテナについてのみ調整されることを特徴とする請求項 22 に記載の送信器。

【請求項 24】

選択される送信アンテナの個数は、事前に決定されていることを特徴とする請求項 23 に記載の送信器。

【請求項 25】

チャネル情報は、信号対雑音比 (SNR) であることを特徴とする請求項 22 に記載の送信器。

40

【請求項 26】

チャネル情報は、チャネル応答であることを特徴とする請求項 22 に記載の送信器。

【請求項 27】

前記コントローラは、送信アンテナのサブセットを選択し、それによって、該選択された送信アンテナだけに副搬送波を割り振ることを特徴とする請求項 16 に記載の送信器。

【請求項 28】

チャネル情報は、開ループ方法で送信器によって推定されることを特徴とする請求項 16 に記載の送信器。

【請求項 29】

チャネル情報は、閉ループ方法で前記送信器に報告されることを特徴とする請求項 16

50

に記載の送信器。

【請求項 30】

データストリームをアンテナにマッピングし、交差接続するマッパ (mapper) をさらに含むことを特徴とする請求項 16 に記載の送信器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線通信システムに関する。より具体的には、本発明では、直交周波数分割多重 (OFDM) 通信システムで複数のアンテナを使用してデータストリームを送信する。

10

【背景技術】

【0002】

OFDM は、データが複数の小規模なストリームに分割され、各ストリームが総使用可能伝送帯域幅よりも狭い帯域幅を有する副搬送波を使用して伝送される、データ伝送方式である。図 1 に、OFDM における直交副搬送波のグラフ表示を示す。OFDM の効率は、互いに直交するこれらの副搬送波の選択に依存している。言い換えると、副搬送波は、互いに干渉しないで、それぞれが全ユーザデータの一部を搬送する。

【0003】

OFDM システムは、他の無線通信システムを越える利点を有する。ユーザデータが、異なる副搬送波によって搬送されるストリームに分割される時に、各副搬送波の実効データレート (実効データ転送速度) は、非常に低くなる。したがって、シンボル (記号) 持続時間 (symbol duration) は、非常に長い。この長いシンボル持続時間は、より長い遅延スプレッド (delay spread: 遅延の広がり) を許容することができる。言い換えると、その長いシンボル持続時間は、マルチパス (多経路、多系統) によってひどく影響されることはない。したがって、OFDM シンボルは、他の無線通信システムでは典型的である遅延スプレッドを容認することができ、マルチパス遅延から回復するために複雑な受信器設計を必要としていない。

20

【0004】

図 2 に示したように、データストリームを複数の並列な伝送ストリームに分割するが、それでも、基本的なユーザデータレート (ユーザデータ転送速度) は同一に保たれる。各シンボル持続時間は、比例的に増えるので、どのような遅延スプレッドも、比例的に小さくなる。実際の実施態様では、副搬送波の個数は、16 個から 2048 個までである。

30

【0005】

OFDM のもう 1 つの利点は、送信器および受信器での直交副搬送波の生成を、逆高速フーリエ変換 (IFFT) エンジンおよび高速フーリエ変換 (FFT) エンジンを使用して行えることである。IFFT と FFT の実施態様は周知なので、OFDM は、簡単に実施することができ、複雑な受信器を必要としない。

【0006】

図 3 は、典型的な OFDM 送信器および OFDM 受信器のブロック図である。送信器および受信器の中心は、IFFT ブロックおよび FFT ブロックである。IFFT 演算および FFT 演算は、数学的にほぼ同じものである。したがって、単一の計算処理エンジンが、通常は IFFT 演算と FFT 演算の両方に使用される。

40

【0007】

OFDM が提供する利益 (すなわち、より単純な実施態様、より大きい遅延スプレッドに対する耐性、およびスペクトルの効率的な使用) について、OFDM は、現在の好ましい無線伝送方式の 1 つである。OFDM は、802.11a などの WLAN エアインターフェース、802.16 などの WMAN に使用され、多数の無線通信標準規格の一部である。

【0008】

MIMO (multiple - input multiple - output ; マイモ、多入力・多出力) は、送信器

50

と受信器との両方が複数のアンテナを使用する無線送受信方式のタイプをいう。図 4 に、そのような MIMO 送信器および MIMO 受信器を示す。MIMO システムは、空間ダイバーシチまたは空間多重化を巧みに利用し、信号対雑音比 (SNR) を改善し、スループットを高める。

【0009】

主に 2 つのタイプの MIMO システムがある。1 つのタイプの MIMO システムは、MIMO による並列伝送を巧みに利用することによって、伝送データレート (伝送データ転送速度) を最大にする。このタイプの MIMO 方式の例が、BLAST システムである。このタイプのシステムでは、データストリームが、複数の並列ストリームに分割され、エアインターフェース (無線インターフェース) を介して並列に送信される。シリアル型干渉キャンセラ (successive interference canceller; SIC) タイプの検出器を用いて、受信器は、すべての並列ストリームを分離し、収集する。したがって、無線実効データレート (無線実効データ転送速度) (effective data rate over the air) が高くなる。

【0010】

もう 1 つのタイプの MIMO システムが、時空間符号化 (Space-Time Coding; STC) である。STC システムは、非常に頑強なリンクを提供し、その結果、比較的高い信号点配置 (signal constellation) に対応することができる。言い換えると、STC は、信号次数 (signaling order) を増やすことによって、エアインターフェースを介するデータレートを高め、その結果として、無線実効データレートを高める。2 × 2 MIMO 用の STC の一例が、いわゆる Alamouti (アラモチ) 符号である。

【0011】

OFDM の効率を高める技法の 1 つが、「ウォーターポーリング (waterpouring: 注水処理)」であり、これは、OFDM の各副搬送波の送信電力が選択されるやり方をいう。図 5 に、典型的なウォーターポーリングのプロセスを示す。送信器は、チャネル推定値を入手し (ステップ 1)、これを反転し (ステップ 2)、最も低い点から始めて、総送信電力に達するまで、対応する副搬送波に電力を割り振る (ステップ 3)。ウォーターポーリングを実施するためには、送信帯域にまたがるチャネル利得情報が、送信器で既知でなければならない。受信器は、閉ループ方式で送信器にチャネル推定情報を送り返すことができ、あるいは、送信器は、他方の側から受信した信号からチャネルを推断することができる。

【0012】

図 6 には、データが並列に変換され、複数のアンテナを介して送信される、VBLAST などの従来技術における MIMO システムのブロック図を示す。

【0013】

図 7 および図 8 には、アンテナベースごとの送信電力 (transmit power) または変調およびコード体系の制御についての従来技術の仕組み (scheme) を示す。従来技術では、送信電力または変調およびコード体系が、平均チャネル利得または他のメトリックに従って決定されている。この仕組みでは、送信器が、各送信アンテナの受信器で見られるチャネル応答に基づいて、送信電力または変調およびコード体系を、異なるアンテナへ異なって割り振ることを許容することによって、柔軟性を取り込んでいる。

【0014】

図 9 は、PARC (per antenna rate control; 各送信アンテナの情報レートを適応制御するアンテナ独立制御法 (訳者の注釈)) として知られる CDMA ベースのシステムでの操作についての従来技術のシステムのブロック図である。この方式では、どのような CDMA システムでも通常そうであるように、各アンテナからの全送信帯域幅を使用して送信する。従来技術のシステムは、PARC (per antenna rate control) だけに対処し、OFDM 適用にはうまく適応していない。というのは、従来技術のシステムが、OFDM で使用可能な副搬送波レベルのリソースアロケーション (割振り) を利用していないからである。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 5 】

図 1 0 は、S - P A R C (selective per antenna rate control) と呼ばれるもう 1 つの従来技術のシステムのブロック図である。この方式では、いずれの C D M A システムでも通常そうであるように、各アンテナからの全送信帯域幅を使用して送信している。

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 6 】

従来技術のシステムは、O F D M が可能としている副搬送波レベルのリソースアロケーション (割振り) を利用することができない。従来技術のシステムは、受信器が各送信アンテナから確かめられる、帯域にまたがる平均利得に基づいて、各アンテナ送信の送信電力を調整している。したがって、従来技術のシステムは、副搬送波レベルのリソース制御が使用可能である O F D M に向いていない。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 7 】

本発明は、M I M O - O F D M システムでの無線のリソース制御の方法と装置に関する。チャネルメトリックは、複数の送信アンテナのそれぞれについて算出される。副搬送波は、各送信アンテナのチャネルメトリックに従って各送信アンテナに割り振られる。信号は、各アンテナで、その割り振られた副搬送波を使用して送信される。適応変調符号化および各副搬送波の送信電力制御を、さらに、チャネルメトリックに従って実施することができる。電力制御は、アンテナベースごとに、あるいは副搬送波ベースごとに実施することができる。電力制御を実行する際に、送信アンテナのサブセットを選択することができる、ウォーターポーリング (注水処理) を、その選択されたアンテナだけに適用することができる。ウォーターポーリングは、チャネル応答ではなく S N R に基づくものとして行うことができる。副搬送波レベルのリソース制御および電力制御のこの基本構想を用いると、追加的な様相の柔軟性が提供されて、システムが最適化し、かつ実用的スループットおよびリンクマージンが高められる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 8 】

本発明を、図面を参照して説明するが、図面では、同等の符号が、複数の図面を通じて同等の要素を表している。

【 0 0 1 9 】

以下に説明するのは、O F D M および M I M O の能力を十分に利用するために、アンテナの選択、変調次数 (modulation order)、コード体系、送信電力レベル、あるいはそれらと同類なものとともに、副搬送波レベルのリソース割振りの利用に関する本発明の好ましい実施形態である。

【 0 0 2 0 】

本発明は、無線送受信ユニット (W T R U) と基地局との両方で実施することができる。用語「W T R U」は、ユーザ機器、移動局、固定加入者ユニット、移動加入者ユニット、ポケットベル、または無線環境で動作できるすべての他のタイプのデバイスを含むが、これらに限定はされない。用語「基地局」は、N o d e - B (ノード B)、サイトコントローラ、アクセスポイント、または無線環境内のすべての他のタイプのインターフェースするデバイスを含むが、これらに限定はされない。

【 0 0 2 1 】

図 1 1 は、本発明の第 1 実施形態による副搬送波レベルのリソース割振りを示す図である。チャネルメトリックが、送信アンテナごとに算出され、副搬送波が、このチャネルメトリックに従って選択され、各送信アンテナに割り振られる。副搬送波のすべて、サブセット (小集団、一部)、または全く無しが、各送信アンテナに割り振られる。各送信アンテナに割り振られる副搬送波のセット (ひと組) は、そのような柔軟性が望まれる場合には互いに別個にすることができ、あるいは単純さのために同一にすることもできる。これは、より良いリンクマージンとより良いスループットとの間で歩み寄るための柔軟性を与

10

20

30

40

50

え、リソース割振りでのより高い柔軟性を可能にする。

【0022】

すべてのMIMOチャネルが同一に振る舞うのではなく、いくつかのチャネルが正常に機能しないか、あるいは他のチャネルよりも多く衰退しており、またチャネル応答が、時間的に変動する挙動をし、かつ周波数選択的であるので、すべてのアンテナを介してすべての副搬送波を送信することは、最適ではない。よりよい全体的なリンク品質は、副搬送波のセットが、一定の平均送信電力にふさわしい十分な品質を有するチャネルで送信される場合に、達成することができる。

【0023】

図12は、本発明による送信器100のブロック図である。送信器100は、複数のアンテナ102と、直並列変換器104と、チャネル推定器106と、副搬送波変調ユニット108と、コントローラ110とを含んでいる。直列入力データは、複数の並列データストリームに変換される。各データストリームは、副搬送波変調ユニット108によって変調され、送信のために各送信アンテナ102に転送される。

【0024】

チャネル推定器106は、送信アンテナ102のそれぞれの測定値または品質指標からチャネルメトリックを算出する。チャネルメトリックは、開ループ方法で送信器100によって推定されることができ、あるいは、閉ループ方法で他の通信実体から報告を受けることができる。開ループの場合には、チャネル推定器106は、受信された信号からチャネル推定を実行し、閉ループの場合には、送信器100から通信信号を受信する通信実体

10

20

【0025】

各データストリームは、コントローラ110からの出力信号に従って、副搬送波変調ユニット108によって変調される。コントローラ110は、各送信アンテナ102のチャネルメトリックに従って、送信アンテナ102ごとに、すべて、あるいはサブセット、または全く無しで、の副搬送波を選択する。例えば、チャネル利得がチャネルメトリックとして使用される場合に、コントローラ110は、所定の閾値を超える副搬送波を選択する。副搬送波の異なるセット、あるいは同一のセット、またはオーバーラップ（重複）するセットを、各アンテナに割り振ることができる。

【0026】

随意的に、送信器100は、さらに、送信アンテナごとに、適応変調符号化（AMC）および電力制御を実行することができる。送信器100は、送信アンテナごとにAMCユニット112および/または利得114を含み、各送信アンテナ102のチャネルメトリックに従って、各送信アンテナの（アンテナ電力制御による）変調次数/符号化レートおよび/または送信電力を調整する。

30

【0027】

図13に、各送信アンテナのAMCの仕組みを示す。図13に示されているように、異なる変調次数または符号化レートを、各送信アンテナ102のチャネルメトリックに従って各送信アンテナ102に適用することができる。AMCユニット112は、コントローラ110からの制御信号に従って、送信アンテナ102ごとのデータストリームに適用される変調次数および/または符号化レートを調整する。

40

【0028】

各送信アンテナの送信電力レベルは、コントローラ110からの制御信号に従って、利得デバイス114で調整される。送信電力制御は、開ループまたは閉ループのいずれかとすることができる。

【0029】

図14は、本発明のもう1つの実施形態のブロック図である。送信器100には、さらに、第1実施形態の構成要素に加えて、各データストリームを送信アンテナ102にマッピングするマップ（mapper）118が含まれる。マップ118は、コントローラ110からの制御信号に従って、送信アンテナ102を選択し、各データストリームを送信アンテナ

50

ナ 1 0 2 に交差接続する。

【 0 0 3 0 】

この実施形態では、M I M O方式は、測定値および報告されまたは推定された品質指標を用いて算出されたメトリックに基づいて、送信用の1つまたは複数のアンテナを選択し、さらに、この方式は、送信のためにすべての使用可能な副搬送波またはそのサブセットを選択する。言い換えると、この方式は、最良のアンテナまたはアンテナのセットと副搬送波との組合せを選択する。サブセットまたは副搬送波は、そのような柔軟性が望まれる場合には、アンテナごとに別個にすることができ、あるいは、簡素化目的で同一になるように制約することができることに留意されたい。これは、このシステムのオペレータに、よりよいリンクマージンと、よりよいスループットとの間で折り合わせるための柔軟性を与え、スケジューリング中のリソース割振りでのより高い柔軟性を可能にする。開ループ方法と閉ループ方法との両方を使用することができる。

10

【 0 0 3 1 】

すべてのM I M Oチャンネルが同一に振る舞うのではなく、いくつかのチャンネルが、障害があるか、他のチャンネルよりも多く衰退するか、あるいは他のチャンネルに対する望ましくない相関作用を示している。この挙動は、時間に伴って変動する、周波数選択的挙動である。したがって、すべてのチャンネルですべての副搬送波を送信することは、最適ではない。よりよいリンク品質は、副搬送波のセットが、すべての適用可能な電力スペクトル密度の要件内の一定の平均トランジットパワー（中継ぎ電力）にふさわしい、よりよい品質のチャンネルで送信される場合に、達成することができる。

20

【 0 0 3 2 】

この実施形態は、各M I M Oチャンネルおよび各O F D M副搬送波（チャンネル）の品質が、たいてい異なっており、時間に伴って変動することと、ダイバーシチ／容量の利益が、これらのチャンネルのインテリジェントな使用によって得ることができることが、認められる。チャンネル品質は、送信器に知らせるか、送信器によって推定することができる。いくつかの実施態様において、複雑性およびレギュレーション（電圧変動範囲）が、アンテナ／周波数の柔軟性（自由度）を制限する場合がある。

【 0 0 3 3 】

もう一つの実施形態によれば、送信器 1 0 0 は、さらに、各副搬送波についての送信電力制御を実施する。図 1 5 は、本発明の第 2 実施形態による送信器 1 0 0 のブロック図である。送信器 1 0 0 には、さらに、第 1 実施形態の要素に加えて、送信アンテナ 1 0 2 ごとに副搬送波 T P C ユニット 1 1 6 が含まれている。

30

【 0 0 3 4 】

副搬送波 T P C ユニット 1 1 6 は、コントローラ 1 1 0 からの制御信号に従って、各副搬送波についての送信電力レベルを調整する。副搬送波のレベル送信電力制御は、好ましくはウォーターポーリング技法であるが、他の技法を使用してもよい。各副搬送波の送信電力レベルは、各副搬送波のチャンネル応答に従って調整される。それ故、その送信帯域にまたがる送信電力レベルは、副搬送波ごとに、あるいは副搬送波のグループごとに異なる。

。

【 0 0 3 5 】

ウォーターポーリングのアルゴリズムは、好ましくはすべてのアンテナおよびすべての副搬送波にわたって動作し、各副搬送波の送信電力レベルを調整する。しかし、これは、時として、望ましくないことである。N 個の送信アンテナおよび M 個の受信アンテナのセット全体が使用される時に、受信器の複雑さは、通常は $M^4 N^4$ に比例する。言い換えると、受信器の複雑さは、送信器および受信器のアンテナの個数によって影響される。さらに、全てのアンテナ信号が、望ましいチャンネル条件を貫徹するとは限らない場合がしばしばある。

40

【 0 0 3 6 】

本発明のもう 1 つの実施形態は、前述のウォーターポーリング技法に対する機能強化である。この実施形態によれば、送信アンテナのサブセットが、送信のために選択され、ウ

50

ウォーターポーリングが、その選択された送信アンテナだけに適用される。図 16 に、各送信アンテナのチャネル応答に基づいた送信アンテナの選択を示す。図 16 では、アンテナ 102_a、102_c、および 102_d が、送信のために選択され、アンテナ 102_b は、送信から除外されている。アンテナ 102_a、102_c、および 102_d などのアンテナのサブセットが選択された後に、ウォーターポーリング技法またはその代替技法を、その選択された送信アンテナに適用することができる。

【0037】

送信アンテナ 102 の個数は、適度な、ほどほどの個数（所定の個数とすることができる）に維持され、受信器の複雑性を低く抑える。それと同時に、最良のアンテナの組合せを選択することによって、総合的性能が維持される。

10

【0038】

本発明のもう 1 つの実施形態によれば、ウォーターポーリングは、チャネル応答ではなく SNR に基づいて実施される。この技法では、各副搬送波に存在する雑音レベルの影響を考慮する。通常、背景雑音は、白色雑音であるものとして扱われる。言い換えると、背景雑音は、すべての副搬送波について同一レベルであると仮定される。この仮定は、通常、免許を交付されていない帯域（無認可帯域）については正しくない。免許を交付されていない帯域では、他の送信が、送信帯域内の副搬送波の一部とオーバーラップ（重複）する可能性があり、受信される信号が、チャネル応答にかかわらず、実質的に異なるレベルの干渉を受けるかもしれない。したがって、SNR は、副搬送波または副搬送波のグループごとのよりよいメトリックを提供することができるとはいえ、信号対妨害比（SIR）または信号対干渉雑音比（SINR）など、他の干渉 / 雑音 / 信号測定値を使用してもよい。背景雑音レベルは、スペクトルの異なる部分について実質的に異なる可能性があり、したがって、好ましい解決策は、平坦な雑音スペクトルを想定する解決策とは異なる場合がある。

20

【0039】

図 17 に、SNR ベースのウォーターポーリングの方法を示す。図 17 には、OFDM スペクトルに対するチャネル応答と SNR との両方が示されている。SNR に従って、副搬送波が選択され、送信電力が割り振られる。ウォーターポーリングがチャネル応答に基づく図 16 と比較して、図 17 では、副搬送波のいくつかは、新たに追加され、副搬送波のいくつかは、除去されている。この実施形態は、チャネル応答に加えて、スペクトルにわたる背景雑音レベルが変化している場合に、よりよく対応し、高性能を維持する。

30

【0040】

図 18 は、MIMO-OFDM 通信システムでの副搬送波およびアンテナ選択のプロセス 200 の流れ図である。複数の送信アンテナのそれぞれのチャネルメトリックを入手する（ステップ 202）。各アンテナのチャネルメトリックに従って、副搬送波を各アンテナに割り振る（ステップ 204）。各アンテナで割り振られた副搬送波を使用してメッセージを送信する（ステップ 206）。AMC は、アンテナベース（antenna basis）ごとに、あるいは副搬送波ベース（sub-carrier basis）ごとに、または副搬送波のグループベース（group of sub-carrier basis）ごとに実行することができる。電力制御は、アンテナベースごとに、あるいは副搬送波ベースごとに実施することができる。副搬送波ベースごとに電力制御を実行する際には、送信アンテナのサブセットを選択し、その選択されたアンテナだけにウォーターポーリングを適用することができる。ウォーターポーリングは、チャネル応答ではなく、SNR に基づくものとして行うことができる。

40

【0041】

図 12、図 14、および図 15 の構成要素は、特定用途向け集積回路（ASIC）などの単一の集積回路（IC）、複数の IC、ディスクリート部品、または IC およびディスクリート部品の組合せを使用して実装することができる。

【0042】

本発明の特徴および構成要素を、好ましい実施形態において特定の組合せで説明したが、各特徴または構成要素は、好ましい実施形態の他の特徴および構成要素なしで単独で、

50

あるいは本発明の他の特徴および構成要素を伴うか伴わない、様々な組合せで使うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0043】

【図1】OFDMにおける直交副搬送波のグラフ描写を示す図である。

【図2】複数の平行伝送ストリームへのデータストリームの分割の説明図である。

【図3】OFDM送信器およびOFDM受信器を示すブロック図である。

【図4】従来技術のMIMOシステムを示すブロック図である。

【図5】ウォーターポーリングのやり方を示す図である。

【図6】従来技術のMIMOシステムを示すブロック図である。

【図7】MIMOシステムで送信電力を制御する従来技術の方法を示す図である。

【図8】MIMOシステムでの適応変調符号化の従来技術の方法を示す図である。

【図9】従来技術のPARC方式を実施する送信器を示すブロック図である。

【図10】従来技術のS-PARC方式を実施する送信器を示すブロック図である。

【図11】本発明の第1実施形態による副搬送波の割振りを示す図である。

【図12】本発明の第1実施形態による送信器を示すブロック図である。

【図13】AMCを示す図である。

【図14】本発明のウォーターフィリングの変形を示すブロック図である。

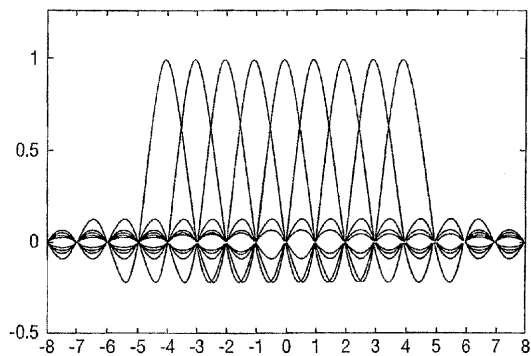
【図15】本発明のもう1つの実施形態による送信器を示すブロック図である。

【図16】本発明によるウォーターポーリング技法の適用を示す図である。

【図17】本発明によるSNRベースのウォーターポーリング技法の適用を示す図である。

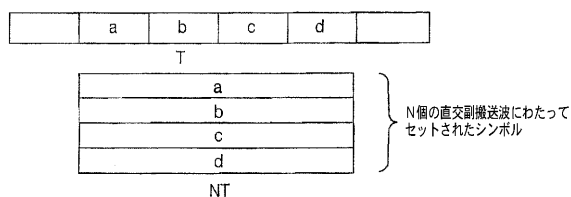
【図18】本発明によるMIMO-OFDM通信システムでの副搬送波およびアンテナ選択のプロセス（処理過程）を示す流れ図である。

【図1】



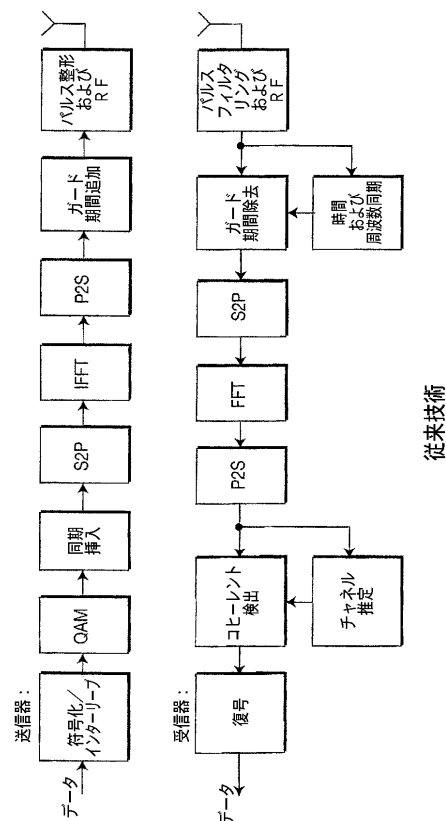
従来技術

【図2】



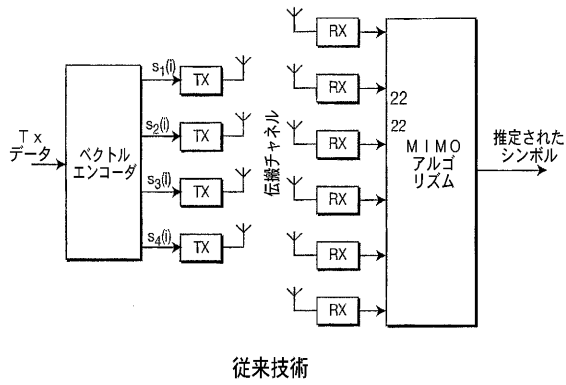
従来技術

【図3】

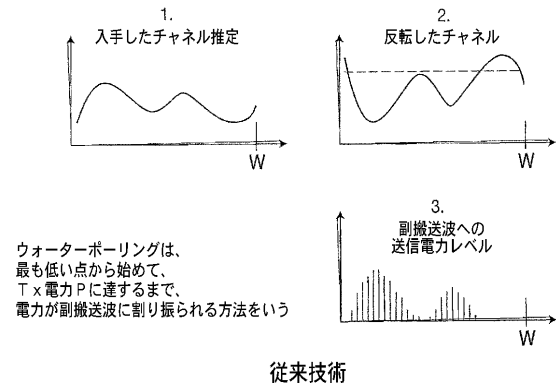


従来技術

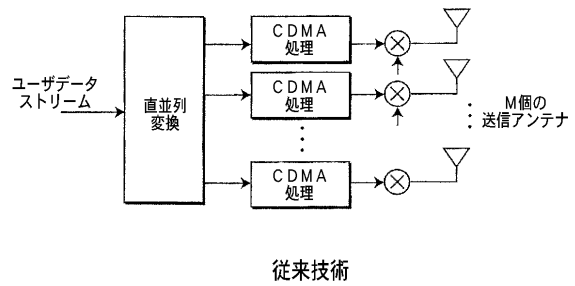
【図 4】



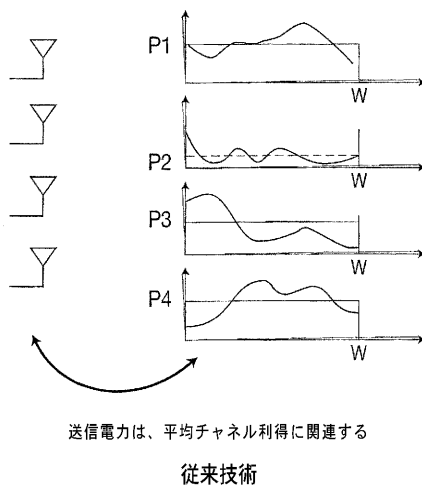
【図 5】



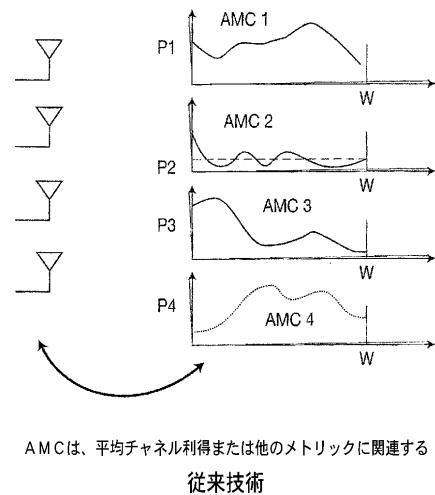
【図 6】



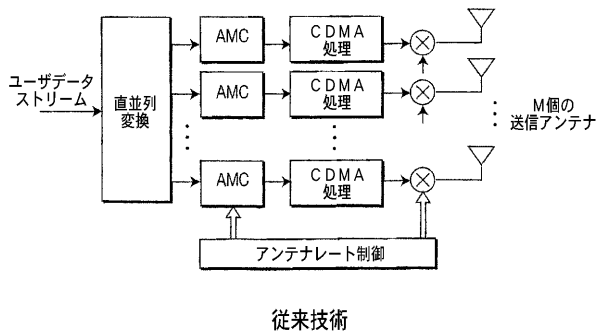
【図 7】



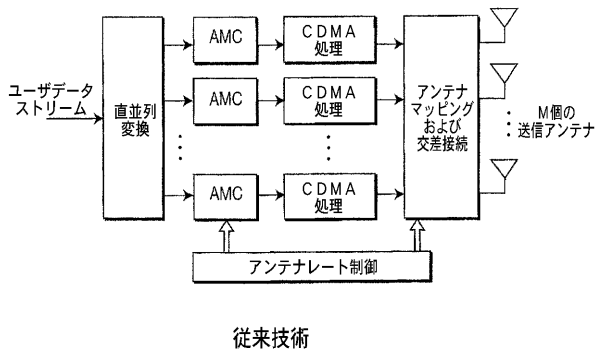
【図 8】



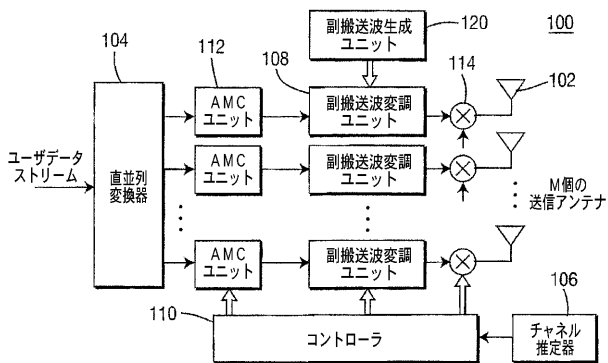
【図 9】



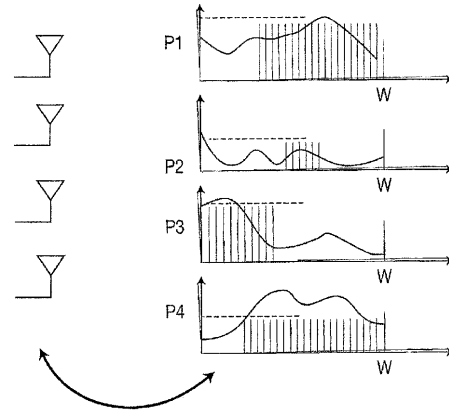
【図 10】



【図 12】



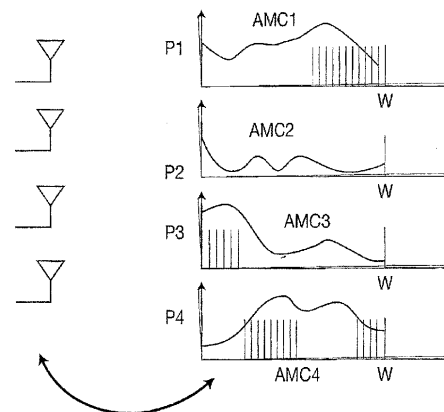
【図 11】



平均チャネル電力の代わりに副搬送波レベル粒度（細かさ）！

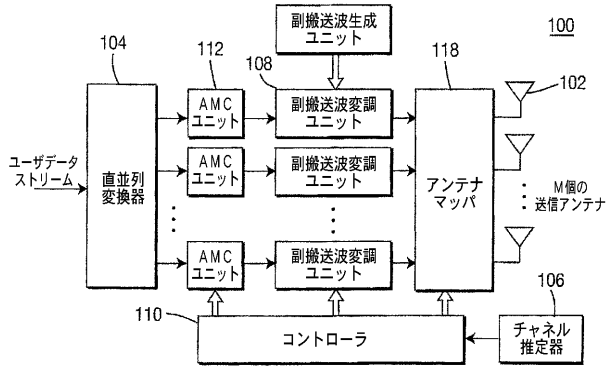
従来技術

【図 13】

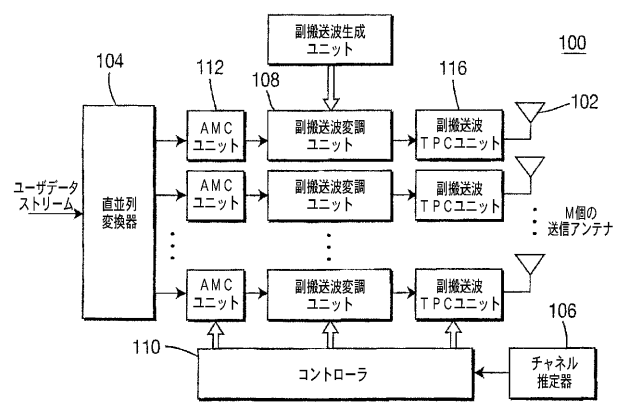


平均チャネル電力の代わりに副搬送波レベル粒度！

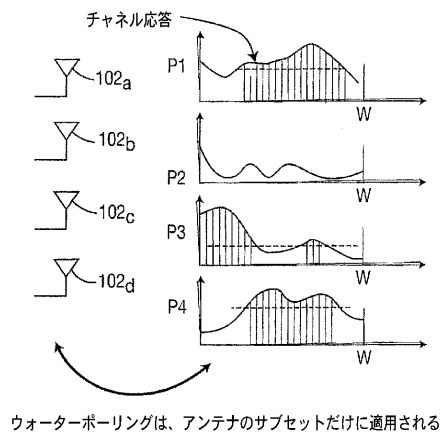
【図 14】



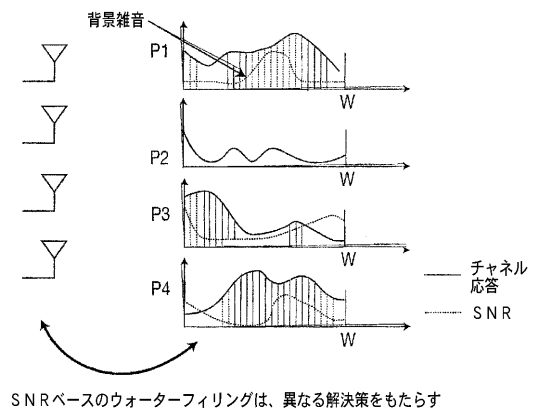
【図 15】



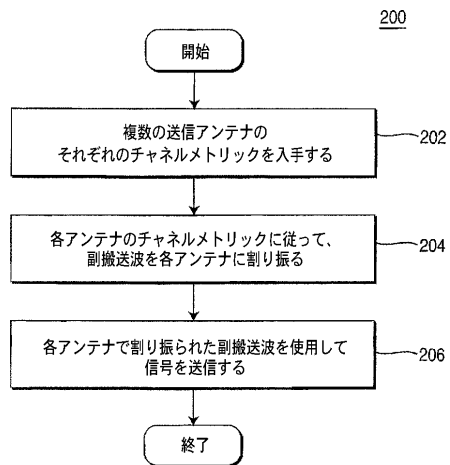
【図 16】



【図 17】



【図 18】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US05/27061																																	
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER US: 370/330 IPC(8): H04Q 007/00 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) US: 370/235, 252, 310, 330, 334, 343; 455/452.1, 452.2, 522 IPC(8): H04Q 007/00; H04J 01/016 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 practicable, search terms used) EAST; http://dialogpro.dialog.com/ ; www.micropat.com ; IEEE Xplore http://www.ieee.org/ieeexplore Search terms: OFDM and MIMO; waterpouring or waterfilling; AMC; SNR or signal-to-noise																																			
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>US 2003/0043732 A1 (WALTON et al) 06 March 2003 (06.03.2003) paragraphs 0001-0178; figures 1-4; abstract</td> <td>1-30</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 6,751,187 B2 (WALTON et al) 15 June 2004 (15.06.2004) columns 1-23, figures 1-4</td> <td>1-30</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2004/0136349 A1 (WALTON et al) 15 July 2004 (15.07.04) paragraphs 0026-0029</td> <td>1 and 16</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2004/0023621 A1 (SUGAR et al) 05 February 2004 (05.02.2004) abstract</td> <td>1 and 6-8 and 16 and 21-23</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2003/0185310 A1 (KETCHUM et al) 02 October 2003 (02.10.2003) abstract</td> <td>1-5 and 16-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2004/0105512 A1 (PRIOTTI) 03 June 2004 (03.06.2004) abstract</td> <td>1 and 16</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2004/0114506 A1 (CHANG et al) 17 June 2004 (17.06.2004) entire document</td> <td>1-30</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2004/0121730 A1 (KADOUS et al) 24 June 2004 (24.06.2004) paragraphs 0001-0024</td> <td>1 and 16</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>EP 1185048 A2 (MA et al) 06 March 2002 (06.03.2002) abstract</td> <td>1-30</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JONES, RALEIGH: Channel estimation for wireless OFDM systems" IEEE GLOBAL TELECOMMUNICATIONS CONFERENCE, 2-4 September 1998, pages 980-985, XP000825895 New York, US ISBN: 0-7803-4985-7 figure 1</td> <td>1 and 16</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	US 2003/0043732 A1 (WALTON et al) 06 March 2003 (06.03.2003) paragraphs 0001-0178; figures 1-4; abstract	1-30	A	US 6,751,187 B2 (WALTON et al) 15 June 2004 (15.06.2004) columns 1-23, figures 1-4	1-30	A	US 2004/0136349 A1 (WALTON et al) 15 July 2004 (15.07.04) paragraphs 0026-0029	1 and 16	A	US 2004/0023621 A1 (SUGAR et al) 05 February 2004 (05.02.2004) abstract	1 and 6-8 and 16 and 21-23	A	US 2003/0185310 A1 (KETCHUM et al) 02 October 2003 (02.10.2003) abstract	1-5 and 16-20	A	US 2004/0105512 A1 (PRIOTTI) 03 June 2004 (03.06.2004) abstract	1 and 16	A	US 2004/0114506 A1 (CHANG et al) 17 June 2004 (17.06.2004) entire document	1-30	A	US 2004/0121730 A1 (KADOUS et al) 24 June 2004 (24.06.2004) paragraphs 0001-0024	1 and 16	A	EP 1185048 A2 (MA et al) 06 March 2002 (06.03.2002) abstract	1-30	A	JONES, RALEIGH: Channel estimation for wireless OFDM systems" IEEE GLOBAL TELECOMMUNICATIONS CONFERENCE, 2-4 September 1998, pages 980-985, XP000825895 New York, US ISBN: 0-7803-4985-7 figure 1	1 and 16
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																																	
X	US 2003/0043732 A1 (WALTON et al) 06 March 2003 (06.03.2003) paragraphs 0001-0178; figures 1-4; abstract	1-30																																	
A	US 6,751,187 B2 (WALTON et al) 15 June 2004 (15.06.2004) columns 1-23, figures 1-4	1-30																																	
A	US 2004/0136349 A1 (WALTON et al) 15 July 2004 (15.07.04) paragraphs 0026-0029	1 and 16																																	
A	US 2004/0023621 A1 (SUGAR et al) 05 February 2004 (05.02.2004) abstract	1 and 6-8 and 16 and 21-23																																	
A	US 2003/0185310 A1 (KETCHUM et al) 02 October 2003 (02.10.2003) abstract	1-5 and 16-20																																	
A	US 2004/0105512 A1 (PRIOTTI) 03 June 2004 (03.06.2004) abstract	1 and 16																																	
A	US 2004/0114506 A1 (CHANG et al) 17 June 2004 (17.06.2004) entire document	1-30																																	
A	US 2004/0121730 A1 (KADOUS et al) 24 June 2004 (24.06.2004) paragraphs 0001-0024	1 and 16																																	
A	EP 1185048 A2 (MA et al) 06 March 2002 (06.03.2002) abstract	1-30																																	
A	JONES, RALEIGH: Channel estimation for wireless OFDM systems" IEEE GLOBAL TELECOMMUNICATIONS CONFERENCE, 2-4 September 1998, pages 980-985, XP000825895 New York, US ISBN: 0-7803-4985-7 figure 1	1 and 16																																	
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input 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 application or patent but published on or after the international filing date "I" 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 9/12/2005		Date of mailing of the international search report 02 MAY 2006																																	
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-3201		Authorized officer: Blaine R. Copenheaver Telephone No. 571-272-7774																																	

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, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, 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

(72)発明者 ファティ オズルトウルク

アメリカ合衆国 11050 ニューヨーク州 ポート ワシントン ウィロウデイル アベニュー 70

(72)発明者 フィリップ ジェイ・ピエトラスキ

アメリカ合衆国 11746 ニューヨーク州 ハンティントン ステーション タルボット ブレイス 7

(72)発明者 アイックト ブルタン

アメリカ合衆国 11360 ニューヨーク州 ベイサイド ベル ブールバード 16-70
アパートメント 515

Fターム(参考) 5K022 DD01 DD13 DD19 DD23 DD33 FF00

5K059 CC01