

(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2008-512963

(P2008-512963A)

(43) 公表日 平成20年4月24日(2008.4.24)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4J 15/00 (2006.01)	HO4J 15/00	5K022
HO4B 7/26 (2006.01)	HO4B 7/26 B	5K059
HO4B 7/04 (2006.01)	HO4B 7/04	5K067
HO4B 7/06 (2006.01)	HO4B 7/06	
HO4B 7/08 (2006.01)	HO4B 7/08 D	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2007-531391 (P2007-531391)  
 (86) (22) 出願日 平成17年9月9日(2005.9.9)  
 (85) 翻訳文提出日 平成19年3月9日(2007.3.9)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2005/032253  
 (87) 国際公開番号 W02006/029362  
 (87) 国際公開日 平成18年3月16日(2006.3.16)  
 (31) 優先権主張番号 60/608,472  
 (32) 優先日 平成16年9月9日(2004.9.9)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

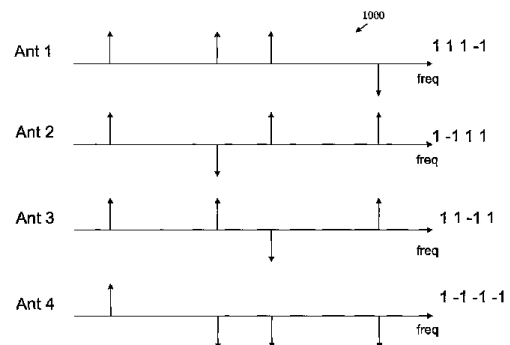
(71) 出願人 500587067  
 アギア システムズ インコーポレーテッド  
 アメリカ合衆国, 18109 ペンシルヴァニア, アレンタウン, アメリカン パークウェイ エヌイー 1110  
 (74) 代理人 100064447  
 弁理士 岡部 正夫  
 (74) 代理人 100085176  
 弁理士 加藤 伸晃  
 (74) 代理人 100094112  
 弁理士 岡部 譲  
 (74) 代理人 100096943  
 弁理士 臼井 伸一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マルチ・アンテナ通信システムにおいて直交パイロット・トーンを伝達するための方法および装置

(57) 【要約】

マルチ・アンテナ通信システムにおいて擬似直交パイロット・トーンを伝達するための方法および装置が提供される。データは、N個の送信アンテナを有するマルチ・アンテナ通信システムにおいて、N個の送信アンテナのそれぞれについて幾つかのパイロット・トーンを生成し、N個の送信アンテナのそれぞれを介するデータを送信することによって、送信され、N個の送信アンテナのそれぞれについてのパイロット・トーンは、互いに擬似直交している。パイロット・トーンは、一般に、データに埋め込まれる。データは、N個の送信アンテナを有するマルチ・アンテナ通信システムにおいて、N個の送信アンテナのそれぞれを介するデータを受信することによって受信され、データは、N個の送信アンテナのそれぞれについて幾つかのパイロット・トーンを含み、N個の送信アンテナのそれぞれについてのパイロット・トーンは、互いに擬似直交している。パイロット・トーンは、周波数領域、時間領域、空間領域、またはこれらの全てにおいて、直交することができる。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

N 個の送信アンテナを有するマルチ・アンテナ通信システムにおいてデータを送信するための方法であって、

前記 N 個の送信アンテナのそれぞれについて幾つかのパイロット・トーンを生成する工程であって、前記 N 個の送信アンテナのそれぞれについての前記パイロット・トーンは、互いに擬似直交する工程と、

前記 N 個の送信アンテナのそれぞれを介する前記データを送信する工程とを含む、方法。

## 【請求項 2】

10

前記パイロット・トーンは、前記データに埋め込まれる、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 3】

前記パイロット・トーンは、周波数および空間領域において直交し、前記生成する工程は、ウォルシュ系列に基づいて B P S K 信号を使用する、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 4】

前記パイロット・トーンは、周波数および空間領域において直交し、前記生成する工程は、Q P S K コンスタレーションおよびフーリエ変換系列を使用する、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 5】

前記 N 個のアンテナのそれぞれは、フーリエ変換行列の 1 行を送信する、請求項 4 に記載の方法。

20

## 【請求項 6】

前記パイロット・トーンは、周波数および空間領域において擬似直交し、前記生成する工程は、所定の基準を充たす相互相関を有する B P S K 信号に基づいて擬似雑音 ( P N ) 系列を生成する、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 7】

p 個の前記パイロット・トーンが、周波数および空間領域で直交し、前記生成する工程は、p - P S K コンスタレーションおよびフーリエ変換系列を利用する、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 8】

30

前記 N 個のアンテナのそれぞれは、フーリエ変換行列の 1 行を送信する、請求項 7 に記載の方法。

## 【請求項 9】

p 個の前記パイロット・トーンは、周波数領域において擬似直交し、前記生成する工程は、Q A M 配置点を使用し、前記 p 個のパイロット・トーンは、所定の基準を充たす相互相関を有する、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 10】

前記生成する工程は、時間領域でも直交する、前記 N 個の送信アンテナのそれぞれについて幾つかのパイロット・トーンを生成する工程を更に含む、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 11】

40

前記直交パイロット・トーンは、交替された偏波を有する、請求項 10 に記載の方法。

## 【請求項 12】

前記 N 個のアンテナのそれぞれは、異なる偏波系列であって他の各アンテナに対して直交する偏波系列を有する、請求項 10 に記載の方法。

## 【請求項 13】

マルチ・アンテナ通信システムにおける送信器であって、

データを送信するための N 個の送信アンテナを含み、前記アンテナのそれぞれは、他に対して擬似直交する幾つかのパイロット・トーンを利用する、送信器。

## 【請求項 14】

前記パイロット・トーンは、前記データに埋め込まれる、請求項 13 に記載の送信器。

50

## 【請求項 15】

前記パイロット・トーンは、周波数および空間領域において擬似直交する、請求項 13 に記載の送信器。

## 【請求項 16】

前記パイロット・トーンは、時間領域において直交する、請求項 13 に記載の送信器。

## 【請求項 17】

マルチ・アンテナ通信システムにおいて、N個の送信アンテナを有する送信器によって送信された少なくとも1つの受信アンテナを介するデータを受信するための方法であって、

前記N個の送信アンテナのそれぞれを介する前記データを受信する工程を含み、前記データは、前記N個の送信アンテナのそれぞれについて幾つかのパイロット・トーンを含み、前記N個の送信アンテナのそれぞれについての前記パイロット・トーンは、互いに擬似直交する、方法。

10

## 【請求項 18】

前記パイロット・トーンは、前記データに埋め込まれる、請求項 17 に記載の方法。

## 【請求項 19】

前記パイロット・トーンは、周波数および空間領域において擬似直交する、請求項 17 に記載の方法。

## 【請求項 20】

前記パイロット・トーンは、時間領域において直交する、請求項 17 に記載の方法。

20

## 【請求項 21】

前記直交パイロット・トーンは、交替された偏波を有する、請求項 20 に記載の方法。

## 【請求項 22】

前記N個のアンテナのそれぞれは、異なる偏波系列であって他の各アンテナに対して直交する偏波系列を有する、請求項 20 に記載の方法。

## 【請求項 23】

N個の送信アンテナを有する少なくとも1つの送信器を有するマルチ・アンテナ通信システムにおけるデータを受信するための受信器であって、

前記N個の送信アンテナのそれぞれを介する前記データを受信するための少なくとも1つの受信アンテナを含み、前記データは、前記N個の送信アンテナのそれぞれについて幾つかのパイロット・トーンを含み、前記N個の送信アンテナのそれぞれについての前記パイロット・トーンは、互いに擬似直交する、受信器。

30

## 【請求項 24】

前記パイロット・トーンは、前記データに埋め込まれる、請求項 23 に記載の受信器。

## 【請求項 25】

前記パイロット・トーンは、周波数および空間領域において擬似直交する、請求項 23 に記載の受信器。

## 【請求項 26】

前記パイロット・トーンは、時間領域において直交する、請求項 23 に記載の受信器。

## 【発明の詳細な説明】

40

## 【技術分野】

## 【0001】

本出願は、参照により本明細書に組み込まれている、2004年9月9日に出願した米国仮特許出願第60608472号の優先権を主張するものである。

本発明は、一般に、マルチ・アンテナ無線通信システムに関し、より詳細には、マルチ・アンテナ通信システムのための位相および周波数オフセット推定技術に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

次世代ワイヤレス・ローカル・エリア・ネットワーク(WLAN)システムにおいて頑強性と容量の両方を増大するために、複数の送信および受信アンテナが提案されている。

50

頑強性の増大は、複数のアンテナを有するシステムに導入された空間ダイバシティおよび追加利得を利用する技術によって実現することができる。容量の増大は、帯域幅効率の良いMIMO（多入力多出力）技術を用いるマルチパス・フェージング環境において実現することができる。マルチ・アンテナ通信システムは、複数の送信アンテナを介する別個のデータ・ストリームを送信することによって、所与のチャンネル帯域幅におけるデータ・レートを増大する。各受信器は、複数の受信アンテナを介するこれらのデータ・ストリームの組み合わせを受信する。

**【0003】**

異なるデータ・ストリームを適切に受信するために、マルチ・アンテナ通信システムにおける受信器は、トレーニングによってチャンネル行列を獲得しなければならない。これは、一般に、同期およびチャンネル推定を行うために特定のトレーニング・シンボルまたはプリアンブルを使用することによって実現される。プリアンブルは、受信器が、(1)自動利得制御(AGC)機能を設定するために受信信号の電力を推定すること、(2)高速フーリエ変換(FFT)ウィンドウの最適配置を実行するためにタイミングオフセットを獲得すること、(3)送信器と受信器の間の周波数オフセットを推定し、FFT復調に先立って周波数オフセットを補正すること、ならびに、(4)FFTが実行された後に直交振幅変調(QAM)シンボルをデマップするのを助けるためにチャンネルの転送関数を推定することを助ける。

**【0004】**

更に、幾つかのパイロット・トーンが、位相雑音および残留周波数オフセットを推定するために、OFDMデータ・シンボルに埋め込まれている。送信器および受信器のローカル発振器における位相雑音は、FFT出力における共通位相誤差(CPE)をもたらし、共通位相誤差は、一般に、OFDMシンボルごとに補正される必要がある。FFT入力における残留周波数オフセットもまた、CPEを作り出す。一般に、CPE推定の精度は、パイロットの数とともに増大し、それに従って、パケット・エラー率が低減し、伝送の信頼性が向上する。

**【0005】**

一般に、MIMOシステムは、全てのアンテナで、同じパイロット・トーンおよび偏波系列を送信する。これらのパイロットは、確定された信号である。したがって、パイロットの幾つかの特定のビーム・パターンがある。周波数選択チャンネルでは、異なるパイロット・トーンは、異なるチャンネルを経験することになる。したがって、各パイロット・トーンは、異なるビーム・パターンを有する。したがって、チャンネルによって幾つかのパイロットが強化される一方で、他のパイロットが打ち消されることになる。「フラット・フェージング」チャンネルの事例では、ビーム形成が、より深刻であることが見られる。この事例では、全てのパイロットが、同じチャンネル・フェージングを経験し、全て打ち消されうる。したがって、チャンネル状態は、受信器がデータを適切に受信することを可能にしているが、パイロットが全てフェードされたため、受信器が、そのデータを処理できないことがある。

**【0006】**

一般に、MIMOシステムは、全てのアンテナで、同じパイロット・トーンおよび偏波系列を送信する。これらのパイロットは、確定的信号である。したがって、複数の送信アンテナから所与の受信アンテナへのチャンネルが、強く相関する場合、パイロットは、ファール・フィールドで特定のビーム・パターンを作り出すことになる。したがって、2次元平面での方位角に応じて、チャンネルによって幾つかのパイロットが強化される一方で、他のパイロットが低下させられることになる。ビーム形成は、「フラット・フェージング」チャンネルの事例で最も深刻であり、そのため、チャンネルが周波数に応じて変化しないことが見られる。この事例では、全てのパイロットは、同じチャンネル・フェージングを経験し、特定の方位角として打ち消されうる。したがって、チャンネル状態は、受信器がデータを適切に受信することを可能にしているが、パイロットに対する壊滅的なフェージングのため、受信器が、そのデータを処理できないことがある。

10

20

30

40

50

【特許文献1】米国仮特許出願第60608472号

【特許文献2】米国特許出願第11043025号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

したがって、パイロット・トーンがチャンネルにおいて互いに打ち消すことがないように、マルチ・アンテナ通信システムにおいて直交パイロット・トーンを伝達するための方法および装置が必要である。

【課題を解決するための手段】

【0008】

一般に、マルチ・アンテナ通信システムにおいて擬似直交パイロット・トーンを伝達するための方法および装置が提供される。本発明の一態様によれば、データは、N個の送信アンテナを有するマルチ・アンテナ通信システムにおいて、N個の送信アンテナのそれぞれについて幾つかのパイロット・トーンを生成し、N個の送信アンテナのそれぞれを介するデータを送信することによって、送信され、N個の送信アンテナのそれぞれについてのパイロット・トーンは、互いに擬似直交している。パイロット・トーンは、一般に、データに埋め込まれる。パイロット・トーンは、周波数領域、時間領域、空間領域、またはこれらの全てにおいて、直交することができる。

【0009】

本発明の別の態様によれば、データは、N個の送信アンテナを有するマルチ・アンテナ通信システムにおいて、N個の送信アンテナのそれぞれを介するデータを受信することによって受信され、データは、N個の送信アンテナのそれぞれについて幾つかのパイロット・トーンを含み、N個の送信アンテナのそれぞれについてのパイロット・トーンは、互いに擬似直交している。

本発明のより完全な理解、ならびに本発明の更なる特徴および利点は、以下の詳細な説明および図面を参照することによって得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

本発明では、例えば「フラット・フェージング」チャンネルの事例に存在する、パイロット打ち消しの問題が、様々なアンテナにわたって直交パイロットを送信することによって克服できることが認められる。本発明の一態様によれば、直交パイロット設計は、周波数領域と空間領域の両方において提供される。したがって、後で更に説明するように、直交コードが、周波数および空間次元にわたりパイロット信号に使用される。周波数および空間にわたる直交パイロット信号の伝送は、ビーム形成効果を緩和させる。したがって、概してパイロットのビーム形成がない。

【0011】

図1は、従来802.11a/gトランシーバ100の概略ブロック図である。送信器側105では、情報ビットが、段110で、まず符号化され、次いで、段120で、周波数インターリーブされる。符号化されインターリーブされたビットは、次いで、段130で、サブキャリア(トーン)上にマップされ、周波数領域OFDM信号を形成する。段130において、周波数領域OFDM信号は、逆フーリエ変換(IFFT)によって時間領域に変換される。段140で、データはシリアル化され、各OFDMシンボルにガード・インターバルが追加される。最後に、段145において、各パケットの先頭に、トレーニングおよび信号フィールドを含むプリアンプルが追加される。

【0012】

受信器側150では、受信信号が、最初にRFフロント・エンド155によって処理され、次いで、段160で、シリアル・データがパラレル化され、ガード・インターバルが除去される。時間領域信号は、FFT170を使用して周波数領域に変換され、サブキャリアが、符号化されインターリーブされたビットにデマップされる。それまでの間に、プリアンプルが段165で処理される。インターリーブされたビットは、段180でデイン

10

20

30

40

50

ターリーブされ、段 190 で復号されて、送信された情報ビットを提供する。

【0013】

図 2 は、例示的 IEEE 802.11a/g OFDM システムのための例示的フレーム・フォーマット 200 を示す。図 2 に示すように、各フレーム 200 (またはパケット) は、周知の様式で受信器における正確な同期を確立するためのプリアンブル 210 から始まり、その後ユーザ・データ 220 が続く。各プリアンブル 210 は、ショート・プリアンブル、ロング・プリアンブル、および、信号フィールドを含む。各データ・シンボルは、4 つのパイロット・トーン 230 を含む。前述のように、これらのパイロット・トーン 230 は、キャリア周波数オフセット、タイミング・ドリフト、および振幅ドループを追跡するために使用される。

10

【0014】

MIMO システムでは、異なる送信器アンテナが、異なるデータ OFDM シンボルを送信する。図 3 は、例示的 SISO (1 入力 1 出力) および MIMO システムにおけるデータの伝送を示す。図 3 に示すように、単一のアンテナを有する SISO 送信器 310 が、単一のアンテナを有する SISO 受信器 320 に、データを送信する。また、2 つのアンテナを有する例示的 MIMO 送信器 350 が、2 つのアンテナを有する例示的 MIMO 受信器 360 に、データを送信する。

【0015】

図 4 は、例示的 2x2 MIMO システムのための例示的 MIMO フレーム・フォーマット 400 を示す。図 4 に示すように、各フレーム 400 は、プリアンブル部分 410 およびデータ部分 420 を含む。例示的プリアンブル 410 は、レガシの 802.11a プリアンブルとそれに続く専用の MIMO プリアンブルを含む。適切なプリアンブル・フォーマットの更に詳細な説明については、参照により本明細書に組み込まれている、2005 年 1 月 24 日に出願した「Method and Apparatus for Preamble Training in a Multiple Antenna Communication System」という名称の米国特許出願第 11043025 号を参照されたい。データ伝送において、パイロット・トーンは、図 2 に関連し上述したように SISO システムと同じ方法で挿入される。したがって、パイロット・トーンは、全ての送信器アンテナから同時に送信される。

20

【0016】

図 5 は、例示的 20 MHz モードのためのパイロット・トーンの位置 500 を示す。図 5 に示すように、合計 4 つのパイロットが、図 2 に示した 802.11a/g システムと同じ位置で (+/-7 および +/-21 の位置で) 割り当てられている。例示的キャリア間隔は、3.125 kHz である。図 6 は、例示的 40 MHz モードのためのパイロット・トーンの位置 600 を示す。図 6 に示すように、40 MHz モードにおいて (+/-16、 +/-30、 および +/-44 の位置で) 合計 6 つのパイロットがある。キャリア間隔は、3.125 kHz のままである。

30

【0017】

図 7 は、(全て 1 つのアンテナで送信される) 例示的 IEEE 802.11a/g パイロット信号 710、720、730、740 についての偏波系列 700 を示す。全ての送信器アンテナは、パケット全体を通して同じパイロットを送信することに留意されたい。パイロット信号は、図 7 に示すように、時間領域においてシンボルからシンボルへと符号または偏波を変更する。例えば、第 1 の時間工程で、-1, +1, +1, +1 が、同じアンテナで送信される。図 7 のコンテキストでは、用語「偏波」は、+1 および -1 (すなわち、180 度の位相シフト) を意味する。

40

【0018】

図 8 は、図 7 の例示的偏波系列 700 の生成を示す。図 8 に示すように、偏波系列 700 は、初期状態「1111111」を有するスクランブラ 800 を使用して生成され、スクランブラ 800 は、出力における「0」の値を「1」に置き換え、「1」の値を「-1」の値に置き換える。

50

## 【 0 0 1 9 】

一般に、MIMOシステムは、全てのアンテナで同じパイロット・トーンおよび偏波系列を送信する。パイロットは、確定的信号である。したがって、これは、同じパイロット信号が異なるアンテナから送信された場合、ビーム形成をもたらす可能性がある。図9は、パイロット901~904のようなパイロットのビーム形成900を示す。周波数選択チャンネルでは、図9の様々なチャンネル応答911~914によって示されるように、異なるパイロット・トーンは、異なるチャンネルを経験する。したがって、全てのパイロットが同時にフェードするわけではない。したがって、受信されたパイロット920によって示されるように、幾つかのパイロットが強化される一方、他のパイロットが打ち消されることがある。全体として、受信器は、必要とされる機能を実行するために、相当に強い平均パイロット・エネルギーを受け取ることができる。「フラット・フェージング」の事例913および914では、ビーム形成が、最も深刻であることが見られる。この事例では、全てのパイロットが、同じチャンネル・フェージングを経験する。図9の受信パイロット950によって示されるように、全てのパイロットが打ち消されうる。したがって、チャンネル状態は、受信器がデータを適切に受信することを可能にしているが、パイロットは全てフェードされたため、受信器が、そのデータを処理できないことがある。

10

## 【 0 0 2 0 】

本発明では、このパイロット打ち消しの問題が、様々なアンテナにわたって擬似直交パイロットを送信することによって克服できることが認められる。本明細書では、一般に、任意の2つのアンテナにおけるパイロット間の相互相関が小さい場合、それらのパイロットは、擬似直交であると見なされる。任意の2つのパイロット系列の相互相関が、正確にゼロの場合、それらのパイロットは直交している。任意の2つのパイロット系列の相互相関が、所定の閾値より小さい数の場合、それらのパイロットは擬似直交している。本発明の一態様によれば、直交パイロット設計は、周波数領域と空間領域の両方において提供される。

20

## 【 0 0 2 1 】

複数のアンテナにわたる直交パイロットの送信

本発明の一態様によれば、空間および周波数における直交コードは、時間領域に重ね合わせられる偏波系列を有するパイロット信号のために使用される。周波数および空間にわたる直交パイロット信号の送信は、ビーム形成効果を緩和させる。

30

周波数直交パイロット

## 【 0 0 2 2 】

前述のように、例示的20MHzモードでは、4つのパイロット・トーンがある。したがって、4つの直交コードが必要とされる。図10は、例示的4アンテナMIMOシステムのための20MHzでの周波数領域直交パイロットのセット1000を示す。図10に示すパイロット設計1000は、4x4のウォルシュ行列に基づいて、IEEE802.11a/gと同様に、2位相偏移変調(BPSK)信号をやはり使用する。アンテナ1は、ウォルシュ行列の第1行すなわち1, 1, 1, -1で符号化される。同様に、各後続のアンテナANT2からANT4は、ウォルシュ行列の対応する行で符号化される。図10に示すように、第1のアンテナANT1は、IEEE802.11a/gパイロット(1, 1, 1, -1)を送信する。残りのアンテナANT2からANT4は、第1のアンテナと直交しかつ互いに直交するパイロットを送信する。この事例では、アンテナは、それらが直交系列を作るように符号化される。

40

## 【 0 0 2 3 】

図11は、例示的4アンテナMIMOシステムのための20MHzでの周波数領域直交パイロットの代替のセット1100を示す。図11の例示的实施形態では、4位相偏移変調(QPSK)コンスタレーションおよびフーリエ変換系列が使用される。図11に示すように、各アンテナANT1からANT4は、フーリエ変換行列の1行を送信する。このような様式で、4つのアンテナは、互いに直交するパイロットを送信する。図11は、任意のパイロット・トーンが、4つの方向(紙の上方、下方、内方、または外方)の1つに

50

向くことができる、3次元表現であることに留意されたい。直交系列は、図11の左側のコンスタレーションに基づいて得られる。図11のより高い次元数は、追加の自由度を伴って、より多くのパイロットを有する直交パイロット系列を選択することを容易にする。図11の例では、8個までのパイロット・トーンのパイロット系列を作成することができる。

#### 【0024】

例示的40MHzモードでは、典型的には6つのパイロット・トーンがある。したがって、6つの直交コードが必要とされる。図12は、例示的4アンテナMIMOシステムのための40MHzでの周波数領域擬似直交パイロットのセット1200を示す。BPSK信号を使用するウォルシュ・コードが存在しないことに留意されたい。BPSKが利用される場合、完全には直交しないが相互相関が互いに最小限である擬似雑音(PN)系列を、識別することができる。図12の周波数領域擬似直交パイロットのセット1200は、そのようなPN系列の1つのセットである。図12の例の最小限の相互相関は、 $+ - 2$ であり、これは、任意の選択されたアンテナにおけるパイロット・トーンの数の2分の1未満である。

10

#### 【0025】

図13は、例示的4アンテナMIMOシステムのための40MHzでの周波数領域直交パイロットの代替のセット1300を示す。40MHzでの直交コードを得るためには、フーリエ系列を利用しなければならない。図13の実装形態では、40MHzで完全に直交したパイロット・トーンを得るために、6-PSKコンスタレーションおよびフーリエ変換系列を利用する。ANT1からANT4の各アンテナは、フーリエ変換行列の1行を送信する。

20

#### 【0026】

更なる変形形態では、6-PSKが直交パイロットを生成するために使用されるがデータ伝送において使用されないため、フーリエ系列の使用が問題となりうることが認められる。図14は、データ伝送にも使用される直交パイロットを生成するために16QAMの配置点を使用する折衷案を示す。パイロットのために(16個の使用可能な点のうちから)使用される6つの点が、図14において記号

#### 【数1】

“ $\oplus$ ”

30

を用いて示されている。16QAMが利用される場合、互いに相互相関が最小限であるが完全には直交していないパイロット・トーンのセットを生成することができる。6つの使用された点

#### 【数2】

“ $\oplus$ ”

は、6-PSK配置点を近似している。パイロットがPSK信号と同じエネルギーで送信されたと仮定すると、最大限の相互相関は、 $\pm 0.89 \pm 0.89j$ である(これは、BPSK信号およびPN系列を使用するよりも良い)。

40

#### 【0027】

時間直交偏波

図10から14に関連して上述した実装形態では、周波数領域で直交パイロットのセットを求める。図10から14の直交パイロット設計は、各OFDMシンボルの範囲内で、パイロットが深いフェード状態にならないことを保証する。本発明の別の態様によれば、全てのパイロットが1つのOFDMシンボルにおいて深いフェード状態であったとしても、次のOFDMシンボルにおいて深いフェード状態にならないように偏波も交替される。したがって、このような実施形態では、異なるアンテナでは偏波系列もまた異なり、かつ

50

それらの偏波系列は直交しなければならない。

【 0 0 2 8 】

一般にパケット長は可変であることに留意されたい。したがって、全ての可能なパケット長を対象を含む直交または擬似直交系列を生成するためのスキームが必要とされる。本発明では、全ての可能なパケット長を対象を含むために、4つ以上のPN生成器が実装されて、パケット長に応じてそれらの間の切替えを行うべきであることが認められる。

【 0 0 2 9 】

A . 直交偏波系列の生成

一般に、パケット内にL個のOFDMシンボルがある場合、フーリエ変換系列が、パイロット・トーンを生成するために利用され、n番目の送信器アンテナにおける1番目のOFDMシンボルは、

10

【 数 3 】

$$\exp\left(j\frac{2n\ell\pi}{L}\right)$$

として表され、ウェルシュ系列は、

$$L = 2^k$$

として表され、(-1/Lの最大限の相関を有する)PN系列のセットは、以下のように表される。

【 表 1 】

20

PN系列	系列名
$L = 2^k - 1$	M系列
$L = q = 3 \pmod{4}$	平方剰余 (QR)
$L = 2q + 1, q = 1 \pmod{4}$	QR-2
$L = 4t - 1 = 4x^2 + 27$ 素数である	ホール系列
$L = p(p + 2)$ 式中、pおよびp+2は両方とも素数である	双子素数系列

30

【 0 0 3 0 】

B . 擬似直交偏波系列の生成

図8に関連して上述したように、スクランブラ800が、偏波系列の生成のために使用される。しかし、時間領域で擬似直交偏波系列を得るために、ここでは、異なるアンテナは、異なる初期状態を使用する。一実装形態では、異なるアンテナが、異なるシフトであるが実際には同じ偏波系列を使用する。ほとんどのパケット長については、このような設計により、実際にかかなり小さい相互相関が与えられる。

40

【 0 0 3 1 】

したがって、全てのアンテナに対して同じスクランブラ800が使用されるが、異なるアンテナは、異なる初期状態を使用する。例えば、例示的4アンテナMIMO実装形態では、4つのアンテナは、以下の異なる初期状態を使用することができる。

- Ant 1 : 1 1 1 1 1 1 1
- Ant 2 : 1 0 1 0 1 0 1
- Ant 3 : 1 1 0 0 1 1 0
- Ant 4 : 1 1 1 0 0 0 1

50

## 【 0 0 3 2 】

本明細書に示し説明した実施形態および変形形態は、本発明の原理の例示に過ぎず、本発明の範囲および精神から逸脱することなしに当業者によって様々な修正形態を実装することができることは理解されるべきである。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 3 3 】

【 図 1 】 従来の 8 0 2 . 1 1 a / g トランシーバを示す概略ブロック図である。

【 図 2 】 例示的 I E E E 8 0 2 . 1 1 a / g O F D M システムのための例示的フレーム・フォーマットを示す図である。

【 図 3 】 例示的 S I S O ( 1 入力 1 出力 ) および M I M O システムにおけるデータの伝送を示す図である。

【 図 4 】 例示的 2 × 2 M I M O システムのための例示的 M I M O フレーム・フォーマットを示す図である。

【 図 5 】 例示的 2 0 M H z モードのためのパイロット・トーン的位置を示す図である。

【 図 6 】 例示的 4 0 M H z モードのためのパイロット・トーン的位置を示す図である。

【 図 7 】 例示的 I E E E 8 0 2 . 1 1 a / g パイロット信号についての偏波系列を示す図である。

【 図 8 】 図 7 の例示的偏波系列の生成を示す図である。

【 図 9 】 パイロット・トーンのビーム形成を示す図である。

【 図 1 0 】 例示的 4 アンテナ M I M O システムのための 2 0 M H z での周波数領域直交パイロットのセットをおよび 4 つの周波数領域 B P S K 符号化直交パイロットのセットを示す図である。

【 図 1 1 】 例示的 4 アンテナ M I M O システムのための 2 0 M H z での 4 つの周波数領域 Q P S K 符号化直交パイロットの代替のセットを示す図である。

【 図 1 2 】 例示的 4 アンテナ M I M O システムのための 4 0 M H z での 6 つの周波数領域擬似直交パイロットのセットを示す図である。

【 図 1 3 】 例示的 4 アンテナ M I M O システムのための 4 0 M H z での 6 つの周波数領域直交パイロットの代替のセットを示す図である。

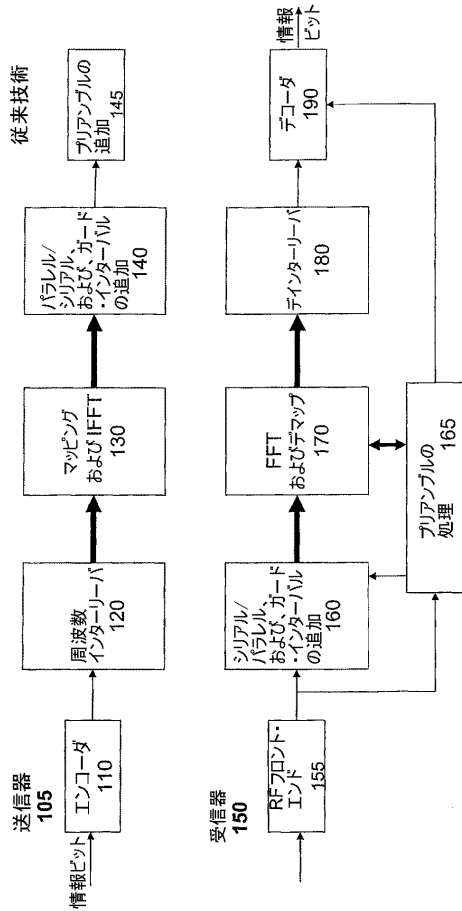
【 図 1 4 】 データ伝送にも使用される直交パイロットを生成するために 1 6 Q A M の配置点を使用する折衷案を示す図である。

10

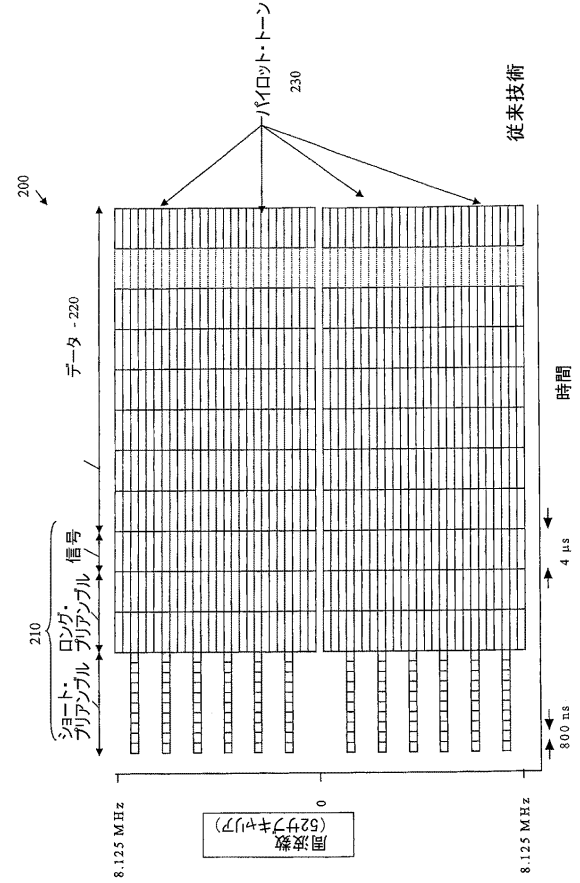
20

30

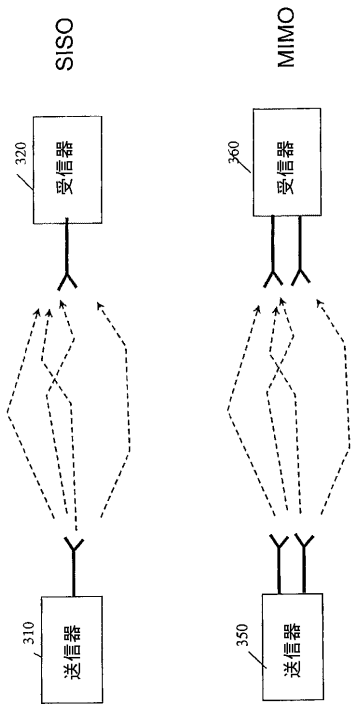
【 図 1 】



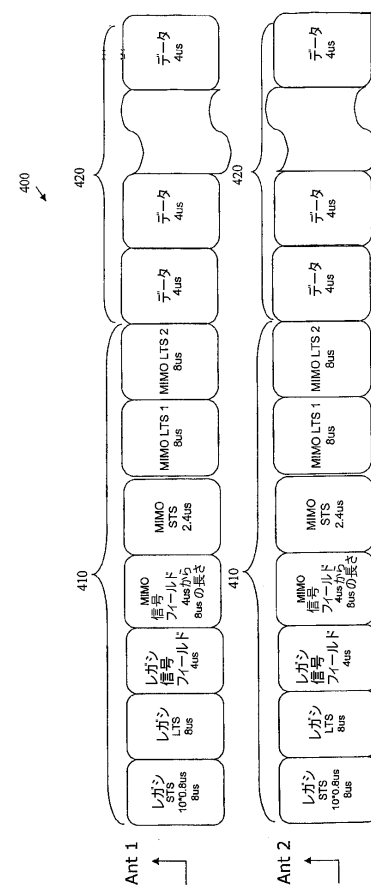
【 図 2 】



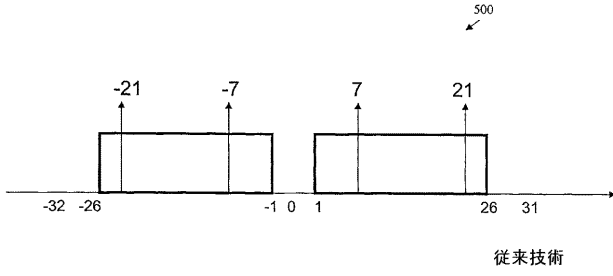
【 図 3 】



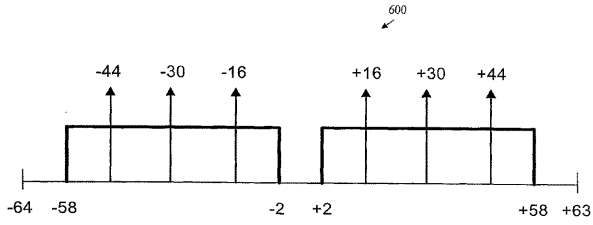
【 図 4 】



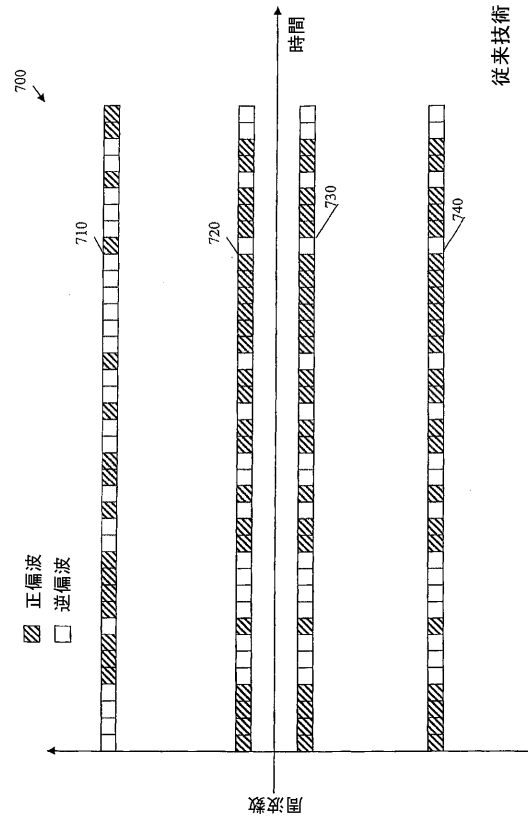
【 図 5 】



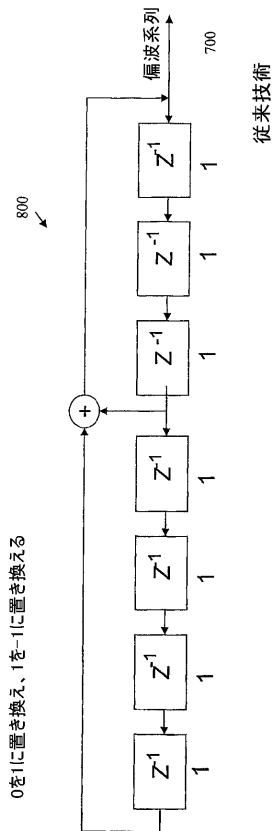
【 図 6 】



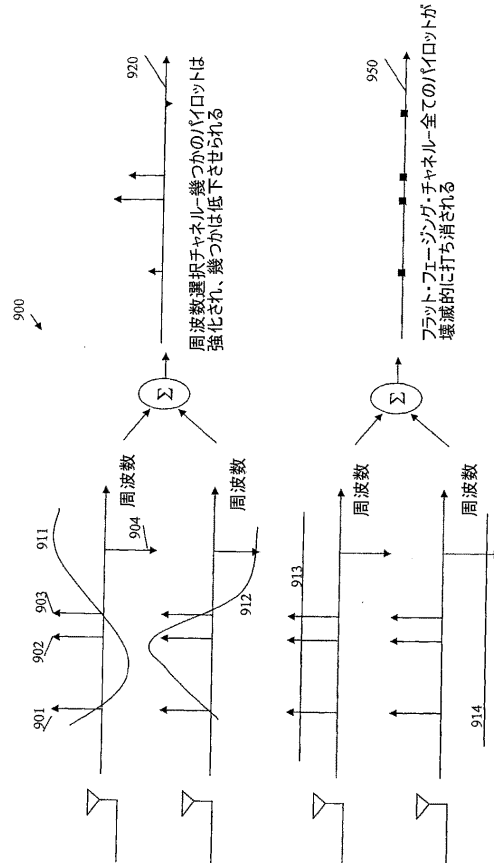
【 図 7 】



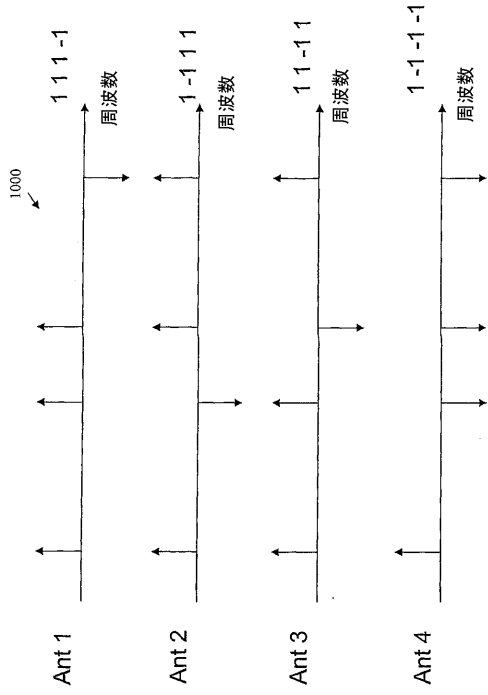
【 図 8 】



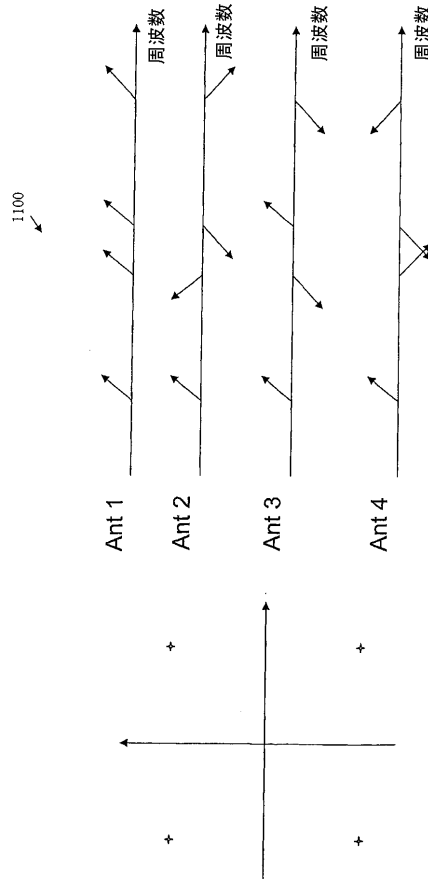
【 図 9 】



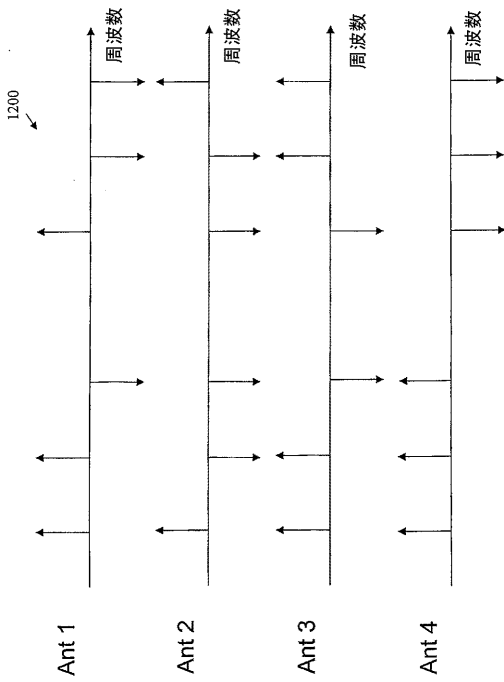
【 図 1 0 】



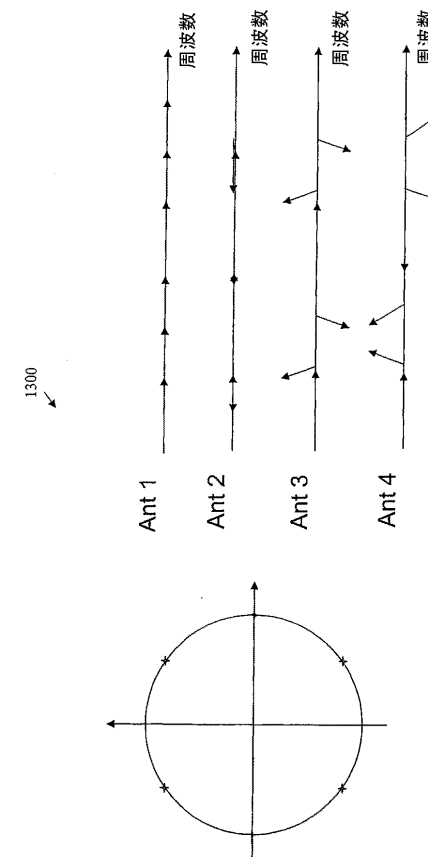
【 図 1 1 】



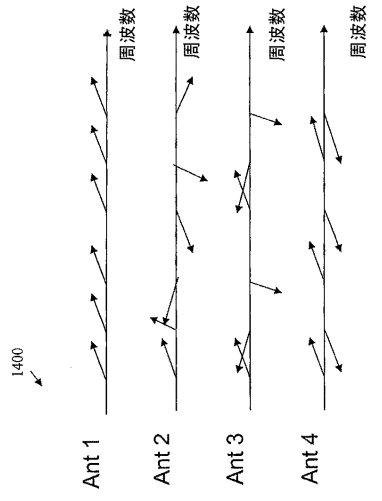
【 図 1 2 】



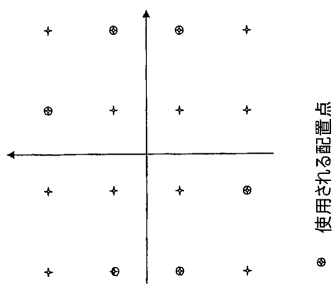
【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



1400



## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

		International application No PCT/JP2005/032253
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H04L27/26 H04B7/06		
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) H04B 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, WPI Data, PAJ, INSPEC		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 141 542 A (KOTZIN ET AL) 31 October 2000 (2000-10-31) abstract column 2, line 25 - line 42 column 6, line 20 - line 52 column 8, line 25 - column 9, line 5 column 9, line 63 - column 10, line 62	1-26
X	WO 2004/064295 A (QUALCOMM, INCORPORATED) 29 July 2004 (2004-07-29) abstract paragraph '1088! paragraph '1036! - paragraph '1043! paragraph '1047! - paragraph '1060! paragraph '1072! - paragraph '1075! paragraph '1091!	1-26
-/--		
<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 25 January 2006		Date of mailing of the international search report 06/02/2006
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. 51 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Palacián Lisa, M

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PC/US2005/032253

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>WO 03/065608 A (QUALCOMM, INCORPORATED) 7 August 2003 (2003-08-07)</p> <p>paragraph '1021! paragraph '1025! -----</p>	<p>1, 2, 6, 13-20, 23-26</p>
X	<p>SUMEI SUN ET AL: "Training sequence assisted channel estimation for MIMO OFDM" WCNC. IEEE WIRELESS COMMUNICATIONS AND NETWORKING CONFERENCE, 16 March 2003 (2003-03-16), pages 38-43, XP002304707 abstract II. System model III. Preamble design and channel estimation III.A. The LS channel estimation -----</p>	<p>1-3, 13-20, 23-26</p>
X	<p>EP 1 249 980 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 16 October 2002 (2002-10-16) paragraph '0001! paragraph '0033! - paragraph '0034! paragraph '0062! paragraph '0075! - paragraph '0076! paragraph '0244! - paragraph '0250! -----</p>	<p>1-3, 10-26</p>

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No  
PCT/US2005/032253

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6141542	A	31-10-2000	NONE	
WO 2004064295	A	29-07-2004	AU 2004204911 A1 BR 0406644 A CA 2512551 A1 EP 1582042 A2 US 2004131007 A1	29-07-2004 06-12-2005 29-07-2004 05-10-2005 08-07-2004
WO 03065608	A	07-08-2003	CA 2474260 A1 EP 1472805 A1 JP 2005516527 T US 2003142729 A1	07-08-2003 03-11-2004 02-06-2005 31-07-2003
EP 1249980	A	16-10-2002	CA 2380977 A1 CN 1380778 A US 2002191535 A1	09-10-2002 20-11-2002 19-12-2002

## フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)  
H 0 4 J 11/00 (2006.01) H 0 4 J 11/00 Z

(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

(74)代理人 100101498  
弁理士 越智 隆夫

(74)代理人 100104352  
弁理士 朝日 伸光

(74)代理人 100128657  
弁理士 三山 勝巳

(72)発明者 ムタバ, シエド, アオン  
アメリカ合衆国 0 7 0 6 9 ニュージャーシイ, ワッチャング, ワシントン ロック ロード  
1 1 2

(72)発明者 ワン, シャオウエン  
アメリカ合衆国 0 8 8 0 7 ニュージャーシイ, ブリッジウォーター, ハントレイ ウェイ 1  
7

Fターム(参考) 5K022 DD01 DD13 DD18 DD19 DD21 DD31 FF00  
5K059 CC01 CC02 CC03 DD31 EE02  
5K067 AA23 BB21 KK03