

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第3614436号

(P3614436)

(45) 発行日 **平成17年1月26日(2005. 1. 26)**

(24) 登録日 平成16年11月12日 (2004.11.12)

(51) Int.Cl.⁷

F 1

H04 J 13/00

HO 4 J 13/00

A

H04B 7/26

H04B 7/26

D

請求項の数 2 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願平8-511155	(73) 特許権者	スタンフォード・テレコミュニケーションズ・インコーポレーテッド
(86) (22) 出願日	平成7年7月13日 (1995.7.13)		アメリカ合衆国カリフォルニア州94088-3733, サニーヴェイル, クロスマン・アベニュー 1221
(65) 公表番号	特表平11-511914		
(43) 公表日	平成11年10月12日 (1999.10.12)	(74) 代理人	弁理士 社本 一夫
(86) 国際出願番号	PCT/US1995/008234	(74) 代理人	弁理士 今井 庄亮
(87) 国際公開番号	W01997/003503	(74) 代理人	弁理士 増井 忠式
(87) 国際公開日	平成9年1月30日 (1997.1.30)	(74) 代理人	弁理士 栗田 忠彦
審査請求日	平成14年7月3日 (2002.7.3)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 耐マルチパス型直交符号分割多重アクセス・システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基地局と複数の移動ハンドセットとを有する直交符号分割多重アクセス（OCDMA）無線通信システムであって、

前記基地局と前記移動ハンドセットのそれぞれが受信復調器（15、39）・送信変調器（14、33）手段を備え、

前記受信復調器・送信変調器手段が符号発生器（図 2、3、4）を備え、

それぞれの前記受信復調器手段が、復調器出力信号を提供する相関器を備え、

それぞれの前記送信変調器手段が、ラデマッハーウォルシュ（RW）関数の組と擬似雑音シーケンスとをモジュロ 2 加算して情報信号のための符号拡散シーケンスを形成する手段

であって、前記組の各直交関数により前記システムのデータを伝えてなる手段を備え、

それぞれの前記送信変調器手段が、

RWチップ毎に8～64個のPNチップの範囲でPNチップを提供する手段と、

前記受信復調器手段における相関器がRWチップ持続時間の一部分よりも長く遅延されたマルチパス信号成分に対して処理利得弁別を提供するように、前記範囲内でPNチップング速度を設定する手段と、

を備える

ことを特徴とする無線通信システム。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の OCDMA システムであって、

$PN_{HR}(t)$ がアクセスの組に対する高速PN符号であり、

$PN_{LR}(t)$ がアクセスの組の低速PN符号であり、

$RW_i(t)$ が i 番目のRW関数であり、

$[\alpha(t) + jb(t)]$ が複素数ベースバンド・データ変調信号であり、

$\delta\omega \cdot k \cdot t$ をRWチップング速度の整数倍の 2π 倍に対応する角速度オフセットの量であるとして、

送信信号が、

$$S_{ik}(t) = PN_{HR}(t) \cdot PN_{LR}(t) \cdot RW_i(t) \cdot [\alpha(t) + jb(t)] \cdot \cos(\omega_0 t + \delta\omega \cdot k \cdot t)$$

10

によって与えられることを特徴とする無線通信システム。

【発明の詳細な説明】

直交符号分割多重アクセス (OCDMA) は、更に慣用されている擬似直交CDMA (QOCDMA) の容量即ち帯域幅効率を改善するための有効技術として提案されてきた (参考のため本文に援用される米国特許出願第980,957号、および参考のため本文に援用される1994年6月7日出願の米国特許出願第08/257,324号)。QOCDMAは、(直接シーケンスPNのための) チップ (chip) あるいは (擬似ランダム・ホッピングのための) ホップ (hop) が時間的に整列されないので、非同期CDMAとしばしば呼ばれる。非整列 (non-alignment) 又は非同期 (asynchronicity) の結果として、真の直交性を達成することはできず、QOCDMAシステムは他のシステム・ユーザからの妨害、あるいは一般にアクセス・ノイズとして知られるものから免れられない。このアクセス・ノイズの結果として、QOCDMAシステムは、OCDMAの如き直交システムが可能であるほどには、所与の帯域幅における高い容量、即ちチャネル数を達成することができない。

20

先に述べたように、OCDMAは、全てのアクセスの時間的整列を必要とし、このことは、加入者端末、即ち遠隔装置が高速で移動していず、基地局即ち星状網のハブから遠距離を移動していないことを前提として、星状網において容易に実現することが可能である。更に、加入者端末が鋭い指向性を持たないアンテナを用いない時に満たされなければならない、即ち特に問題となる別の伝搬条件がある。このような状況においては、かなりのマルチパスが存在し得、時間的に整列されない遅延経路信号は直交しないので、これらの信号がアクセス・ノイズに寄与することになる。しかし、マルチパスの遅延拡散が直交符号のチップ持続時間に比較して小さいければ、マルチパス信号の影響は無視し得る。適当に低いチップング速度を選定し、かつ動作を遅延拡散が非常に小さい屋内環境に限定することによって、このような条件を確保できる。このように、OCDMAの最初の適用は、これらの条件が満たされ得る無線PBXに対するものであった。

30

本発明の目的は、当該システムを直交符号チップの持続時間に比較して著しい遅延拡散が生じる環境に拡張することである。

問題：

実際に2つの問題がある。1つの問題は加入者端末において生じ、他の問題は基地局において生じる。加入者端末においては、マルチパスの影響を除去するかあるいは軽減して直交性を回復する等化器の使用によって、問題を解消することができる。しかし、基地局においては、各信号は基地局に対する異なる経路を経由し、従って異なるマルチパス特性を有するので、このような試みは実施できない。このように、複合信号に対して動作する等化器には、多数の経路を同時に等化するという不可能な仕事が課される。このため、基地局への入リンクおよび基地局からの出リンクに対して適用される解決法を見出すことが望ましい。

40

本発明の目的は、基地局への入リンクおよび基地局からの出リンクに対して適用される解決法の提供にある。

本発明によれば、OCDMAシステムは、ラデマッハー・ウォルシュ (Rademacher-Walsh; RW) チップごとに多数の、例えば8ないし64個のPNチップが存在する高速のPN拡散の導入によって、マルチパス遅延拡散に更に耐えるようになる。一般的概念は、復調器における相

50

関器がRWチップの小さな部分以上に遅延されるマルチパス成分に対して処理利得弁別を与えるように、PNチップング (PN chipping) 速度を十分に高く設定することである。このため、大きな遅延成分の影響は、PN処理利得によって低減されることになる。小さな遅延のマルチパス成分は、性能に対して無視し得る影響を生じる (D.T.Magill、F.D.NataliおよびG.P.Edwards著「商業用途のための拡散スペクトル技術 (Spread-Spectrum Technology for commercial Applications)」(Proceedings of the IEEE、1994年4月、572～584ページ参照))。例えば、RWチップの持続時間の5%より小さなマルチパス成分がシステムの直交性に対して無視し得る影響を及ぼすものと結論されるならば、実質的な性能の改善を実現するのにRWチップあたり20個のPNチップで充分である。

このように、より高い速度のPN符号の使用が、2個以上のPNチップだけ遅延される成分によるマルチパス・フェーディングを生じないようにする保護を提供する。全ての成分が少なくとも1つのチップだけ遅延されることが確実である如き環境であるならば、アンテナ・ダイバーシティの必要を回避できる。

これまで述べられてきたように、高速のPN符号は、実質的に高い帯域幅要件を犠牲にして得られるマルチパス抑制のためのみに導入され、その結果OCDMAと比較してシステム帯域幅効率が劣化した。本発明のシステム設計は、この問題の解決のための2つの試みを有する。

第1の試みは、QOCDMAを用いて占有帯域幅の容量を増加することに過ぎない。他の高速のQO PN符号は自己直交性 (self-orthogonal) のユーザの組へ割当てられることになる

このシステムの短所は、これらの他のユーザの組からQOアクセス・ノイズが結果として生じることである。典型的な状況では、アクセスの大半は直交性でなく、性能はQOCDMAの性能となる。このことは容量を1つの高速PN符号 (および1つのキャリア周波数) を用いて得られる容量以上に改善するが、最良の達成可能な性能をもたらす結果とはならない。それにも拘わらず、多くの場合、これはマルチパス環境で動作する現行のOCDMAシステムの性能を高める実用的な試みである。その結果得られるシステムが更に一般的なQOCDMAに関してほとんど帯域幅効率の利点を提供しないことに注意すべきである。

本発明により提供される第2のより望ましい実施の形態は、帯域幅の効率を高めるために直交周波数分割多重アクセスを用いる。この試みによれば、RWチップング速度の数倍のキャリア・オフセットで現在の信号構造 (同じPN符号を含む) を反復することによって新たなアクセスが導入される。全ての信号がRWチップ持続時間の小さな部分に調時されるかぎりスペクトルは重り合うが、信号は本質的に直交性である。更に、2個以上の高速PNチップだけ遅延されるマルチパス成分に対しては、遅延成分はPN処理利得だけ低減されることになる。このように、性能は真に直交性のシステム性能からやや劣化するかもしれないが、QOCDMAにより達成され得る性能に勝るものとなる。

当該第1の試みにおいては、送信される信号の組は下式によって与えられる。即ち、

$$S_{ik}(t) = PN_{HR,k}(t) \cdot PN_{LR,k}(t) \cdot RW_i(t) \cdot [\alpha(t) + jb(t)] \cdot \cos(\omega_0 t)$$

但し、 $PN_{HR,k}(t)$ はk番目の組のアクセスに対する高速PN符号、 $PN_{LR,k}(t)$ は (本質的に異なる別のPW関数の特性をランダム化し等化するのに必要な) k番目の組のアクセスに対する低速PN符号、 $RW_i(t)$ はi番目のRW関数、 $[\alpha(t) + jb(t)]$ は複素数のベースバンド・データ変調信号 (典型的にはQPSK信号であるが、ある状況では高次の変調が望ましい) である。

第2の試みにおいては、送信される信号は下式によって与えられる。即ち、

$$S_{ik}(t) = PN_{HR}(t) \cdot PN_{LR}(t) \cdot RW_i(t) \cdot [\alpha(t) + jb(t)] \cdot \cos(\omega_0 t + \delta\omega \cdot k \cdot t)$$

但し、この表記は上式と略々同じである。全てのアクセスに対して同じ符号が用いられるので、下つきのkは2つのPN符号では省略されている。別の組のアクセスは、 $2\pi \times RW$ チップング速度の整数倍と対応する量 $\delta\omega \cdot k$ だけオフセットした角周波数によりサポートされる。

基地局のための復調器は、局部相関器の時間軸を制御するのに遅延弁別器出力が用いられ

10

20

30

40

50

ない点で異なる。むしろ、この遅延弁別器出力は、米国特許出願第980,957号に記載される如き指令線によって加入者端末へ送られる。

【図面の簡単な説明】

本発明の上記および他の目的、利点および特徴については、以降の説明および添付図面を参照するならば、更に明らかになるであろう。

図1は、本発明を組込んだ耐マルチパス型直交符号分割多重アクセス・デジタル・セルラー電話システムのブロック図、

図2は、第1の即ちハイブリッドQ0/OCDMA方式のための、相関復調に基く変調器のブロック図、

図3は、望ましい直交周波数オフセット方式のための、相関復調に基く変調器のブロック図、 10

図4は、ハイブリッドQ0/OCDMA方式のための加入者端末復調器のブロック図、および

図5は、望ましい直交周波数オフセット方式のための加入者端末復調器のブロック図である。

発明の詳細な説明

図面において、下記の表記の意味は次のとおりである。

QASK 直交振幅シフト・キーイング

QPSK 4相シフト・キーイング

VCO 電圧制御発振器

I & D 積分・ダンプ回路 20

LPF 低域通過フィルタ

$\text{Im} \{ \cdot \}$ 虚数部

$(\cdot)^*$ 複素共役

$\text{SGN}(\cdot)$ 実数部と虚数部との符号

$(\cdot)^2$ 2乗演算

π 複素乗算

$\Delta/2$ 高速チップの1/2だけの遅延

発明の詳細な説明

図1は、1つのシステム・ハードウェア・セットに対するハードウェア構成、例えば、基本的な単一基地局システム構成を示している。各ハードウェア・セットは、基地局10と、 30
ハンドセット11-1、11-2、...11-Nとからなっている。当該システムは、基地局が星状網の中心にある星状網構成を画定する。基地局10は、運用システムにおける各個のユーザのハンドセットに対して1つのモデム12を含む。各モデム12は、変調器13（図2または図3）と、復調器14（図4または図5）とを含んでいる。復調器14は、入力信号16を受取り、この入力信号を本文で述べるように処理し、処理されたデータ信号をアップ・コンバータ17、電力増幅器18、ダイプレクサ19、および各個の加入者局即ち移動局11-1、11-2、...11-Nへ送信するためのアンテナ25へ出力する。アンテナ25で受信された信号は、ダイプレクサ19を経て適正な加入者チャンネルへ送られ、低雑音増幅器（LNA）21によって、増幅されダウン・コンバータ22においてダウン・コンバートされ、復調器15によって処理されて、出力26に出力される。データ端子16および26は、インターフェース（図 40
示せず）によって電話システム（TELCO）へ接続される。

各加入者局11は、ダイプレクサ手段31により送信チャンネルあるいは受信チャンネルへ接続されるアンテナ・システム30（前掲の米国特許出願に開示された二重交差偏波型でよい）を有する。

送信モードにおいて、データ32は加入者モデム34における変調器33へ入力され（図2または図3に詳細に示される）、アップ・コンバータ35においてアップコンバートされ、電力増幅器36により増幅され、基地局10へ同報するためダイプレクサ31によってアンテナ30へ接続される。受信された信号は、受信機のダイプレクサ31と低雑音増幅器（LNA）37とによってダウン・コンバータ38と復調器39（図4または図5）へ接続され、40において利用装置（図示せず）へ出力される。他の加入者局も同様に構成されている。 50

図2は、第1の即ちハイブリッドQO/OCDMA装置のための変調器のブロック図である。入力直列データは、各々に複合擬似ランダム符号モジュロ2が付加された2つの並列データ・ストリームに変換される。その結果として得られたストリームは次に変調器へ印加されて、送信信号を生成する。通常は、QPSK変調が用いられるが、より高い帯域幅効率が要求されるならば、より高次の変調をQASK変調によりサポートするようにしてもよい。

複合擬似ランダム符号は、RW符号のモジュロ2和と、高速および低速のPN符号のモジュロ2の和とである。これら符号は指数により選択され、ここで k は組 $\{1, 2, \dots, K\}$ から選択された整数である。組 $\{1, 2, \dots, I\}$ から選択された整数である指数 i は、RW符号と直交チャンネルとを決定する。このように、システムには $I \times K$ 個のチャンネルがある。実際的な理由から、 I は通常は16、32あるいは64である。 K は、他のチャンネルからのアクセス・ノイズによって制限される。

10

全てのチャンネルが同じキャリア周波数を用いることに注目されたい。図示された変調器は、基地局に配置されたものである。加入者端末においては、符号の時間軸が指令b)を介して基地局により指令されるように補正できるよう、局部発振器#1は電圧制御発振器で置換される。

図3は、望ましい直交周波数オフセット方式に対する変調器のブロック図である。同図は、指数 k が符号の選択ではなく周波数シンセサイザによって直交チャンネルを選択することを除いて図2と同じである。

両方の方式に対する復調器は、相関復調に基くものである。符号同期は、ノンコヒーレントの遅延ロック・ループの使用によって達成される。以降のブロック図に示されるように、コヒーレント復調は、判定用のフェーズ・ロック・ループの使用によって達成される。しかし、更に複雑なブロック位相予測器を用いることができ、強さの変動するチャンネルにおいて更に優れた性能を提供する。

20

図4は、ハイブリッドQO/OCDMA方式のための加入者端末復調器のブロック図である。これらの図面を簡素化するために複素表記が用いられる。例えば、I & Dで示されるブロックは、2つの実数値の積分・ダンプ回路と対応している。

図5は、望ましい直交周波数オフセット方式に対する加入者端末復調器のブロック図である。この図は、図4とは僅かしか相違しない。

基地局のための復調器は、局部相関器の時間軸の制御のために遅延弁別器出力が用いられないことでのみ異なっている。むしろ、遅延弁別器出力は、米国特許出願第980,957号に記載された如き指令線によって加入者端末へ送られる。

30

図示のように、当該システムは、周波数分割による二重化を用いて送信信号と受信信号とを分離する。前掲の米国特許に示されるように、時分割による二重化(TDD)が優れていることは多い。TDDをサポートするため、TDDシステムで典型的であるように、変調器は圧縮バッファ、復調器および伸長バッファを含む必要がある。

本発明の望ましい実施の形態について記述し図示したが、本発明の他の実施の形態、応用および修正が当業者には容易に明らかであることが理解されよう。

【図 1】

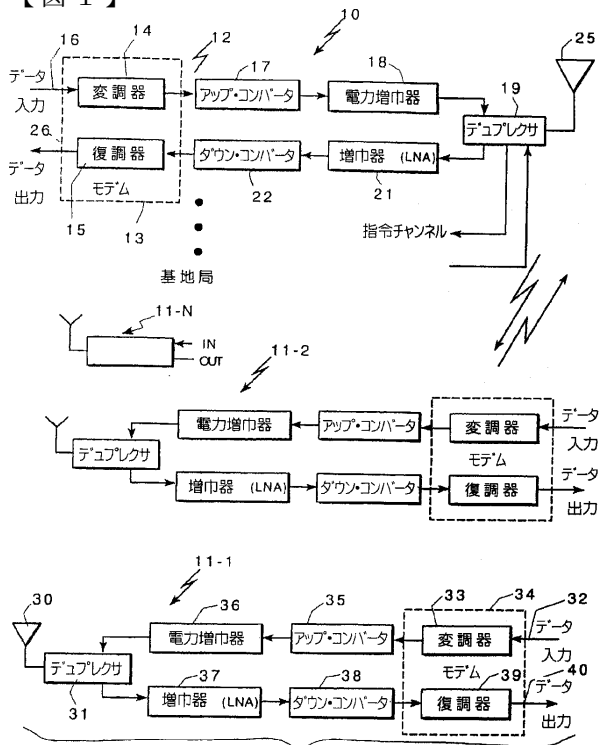


FIGURE 1

【図 2】

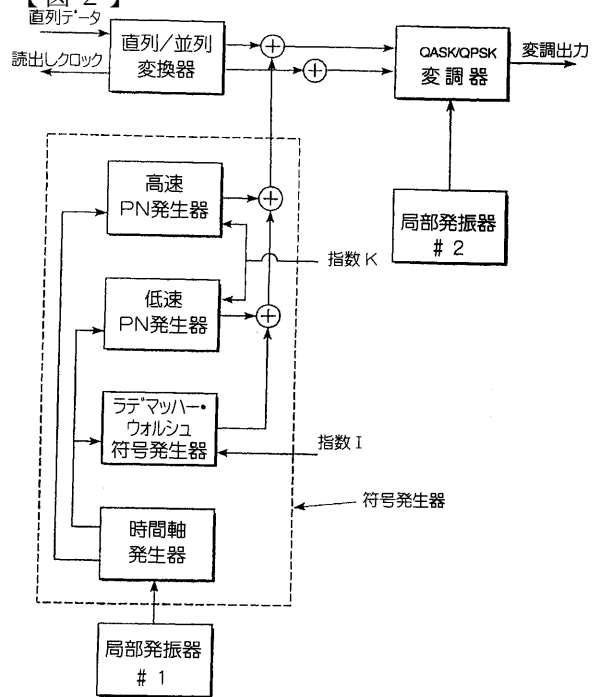


FIGURE 2

【図 3】

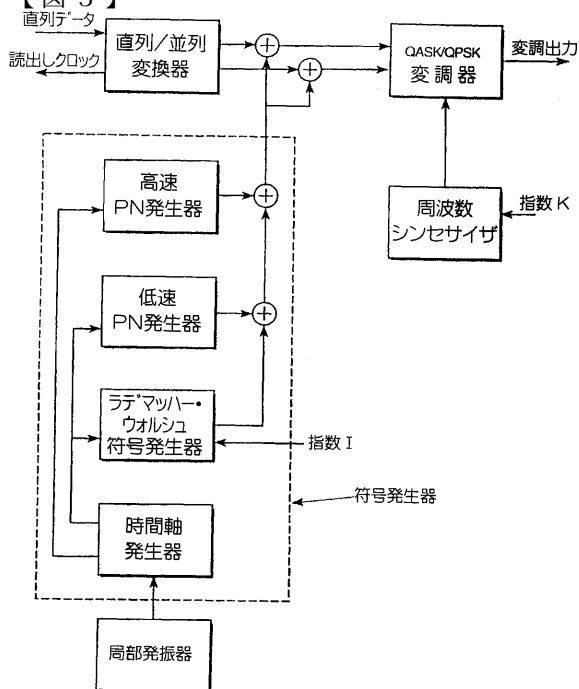


FIGURE 3

【図 4】

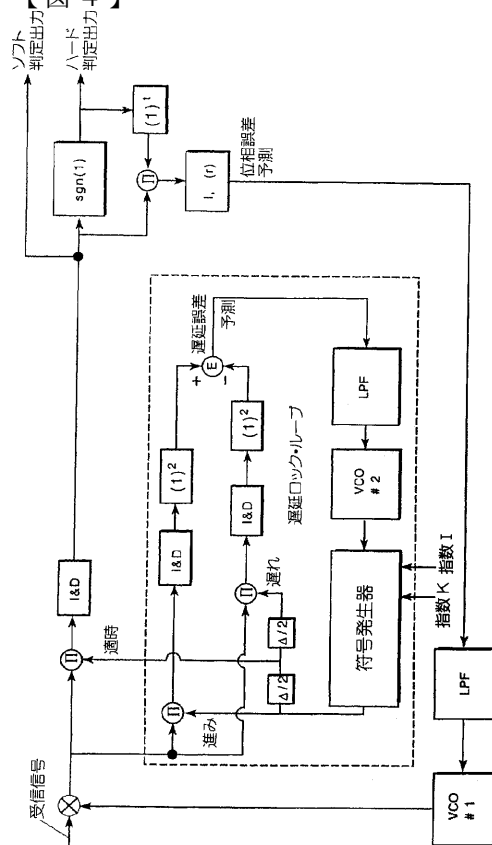


FIGURE 4

フロントページの続き

(74)代理人

弁理士 小林 泰

(74)代理人

弁理士 田中 英夫

(72)発明者 マギル, デビット・トーマス

アメリカ合衆国カリフォルニア州94303, パロ・アルト, アメス・アベニュー 888

(72)発明者 チェン, ホレン

アメリカ合衆国カリフォルニア州95070, サラトガ, シャードネイ・コート 19567

審査官 土居 仁士

(56)参考文献 特表平06-501349 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

H04J 13/00 - 13/06

H04B 1/69 - 1/713

H04B 7/26