

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-33638

(P2005-33638A)

(43) 公開日 平成17年2月3日(2005.2.3)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
H04 J 11/00	H04 J 11/00	5 K O 2 2
H04 B 1/707	H04 B 7/005	5 K O 4 6
H04 B 7/005	H04 J 13/00	D

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2003-272254 (P2003-272254)	(71) 出願人	000004226 日本電信電話株式会社 東京都千代田区大手町二丁目3番1号
(22) 出願日	平成15年7月9日(2003.7.9)	(74) 代理人	100075753 弁理士 和泉 良彦
		(74) 代理人	100081341 弁理士 小林 茂
		(72) 発明者	圧納 崇 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会 社内
		(72) 発明者	山田 知之 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会 社内

最終頁に続く

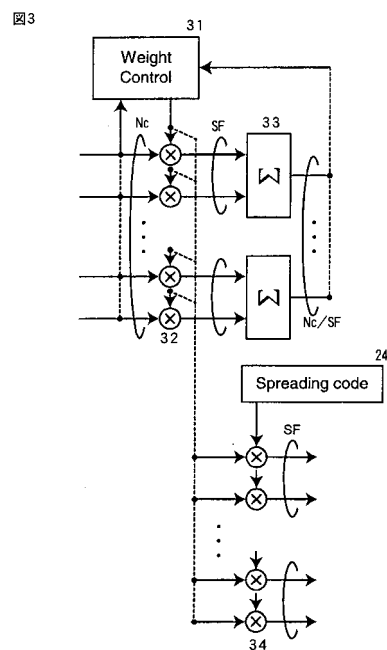
(54) 【発明の名称】 マルチキャリアCDMA干渉キャンセラ

(57) 【要約】

【課題】周波数領域拡散MC-CDMAは周波数利用効率が高く、通信容量の点で有効ではあるが、受信部側で非同期受信の影響、ユーザ毎に異なる周波数選択性フェージングを受けるため復調時のコード間干渉等による特性劣化等の問題があり、適用範囲が限定されており、この問題を解決して適用範囲を広げることを目的としている。

【解決手段】上記コード間干渉の影響を低減するため、受信部側において各伝送チャネルの伝送特性を推定し、それを補償する新しいチャネル推定法を用いたマルチキャリアCDMA干渉キャンセラを開発した。また、マルチユーザ検出を周波数領域拡散マルチキャリアCDMAに適用し、これを繰り返して収束させる繰り返しまルチユーザ検出法の開発により上記特性劣化を低減した。

【選択図】 図3



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

無線基地局と無線端末とで構成された無線通信システムであって、  
 かつ、前記無線基地局における送信部では、  
 ビットストリームを信号点であるシンボルストリームに変換する信号点変換器と、  
 該シンボルストリームを直並列変換する直並列変換器と、  
 該シンボルストリームを複製する複製器と、  
 拡散符号を周波数領域で乗算することにより拡散する周波数領域拡散器と、  
 逆離散フーリエ変換器または逆高速フーリエ変換器の何れかと、  
 ガードインターバルを挿入するガードインターバル挿入器と  
 を具備し、  
 また、前記無線基地局における無線受信部では、  
 受信したマルチキャリア・シンボルのタイミング検出手段と、  
 送受信間の局部発振周波数の誤差を検出し、補正する自動周波数制御器と、  
 前記ガードインターバルを除去するガードインターバル除去器と、  
 離散フーリエ変換器または高速フーリエ変換器の何れかと、  
 伝搬路による歪みを推定し、補正するチャンネル推定器と、  
 前記拡散符号を周波数領域で乗算し、更に逆拡散するために加算する周波数領域逆拡散  
 器と、  
 前記シンボルストリームを並直列変換する並直列変換器と、  
 シンボルをビットに変換する逆信号点変換器と  
 を具備する周波数領域拡散を採用するマルチキャリア C D M A 送受信機から構成される無  
 線通信システムに用いるマルチキャリア C D M A 干渉キャンセラであって、  
 前記無線基地局においては、  
 前記周波数領域拡散を採用するマルチキャリア C D M A 送受信機を有する端末の多元接  
 続を制御する多元接続制御部  
 を具備し、  
 該多元接続制御部では、  
 前記端末がフレームを送信する際、フレームに含まれるチャンネル推定用プリアンブルを  
 送信中は前記端末以外の端末のフレーム送信を休止し、前記プリアンブルが送信完了後に  
 前記端末以外の端末のフレーム送信を再開する機能を具備することで、チャンネル推定を行  
 う構成であることを特徴とするマルチキャリア C D M A 干渉キャンセラ。

## 【請求項 2】

無線基地局と無線端末とで構成された無線通信システムであって、  
 かつ、前記無線送信部では、  
 ビットストリームを信号点であるシンボルストリームに変換する信号点変換器と、  
 該シンボルストリームを直並列変換する直並列変換器と、  
 該シンボルストリームを複製する複製器と、  
 拡散符号を周波数領域で乗算することにより拡散する周波数領域拡散器と、  
 逆離散フーリエ変換器または逆高速フーリエ変換器の何れかと、  
 ガードインターバルを挿入するガードインターバル挿入器と  
 を具備し、  
 また、前記無線基地における無線受信部では、  
 受信したマルチキャリア・シンボルのタイミングの検出手段と、  
 送受信間の局部発振周波数の誤差を検出し、補正する自動周波数制御器と、  
 前記ガードインターバルを除去するガードインターバル除去器と、  
 離散フーリエ変換器または高速フーリエ変換器の何れかと、  
 伝搬路による歪みを推定し、補正するチャンネル推定器と、  
 前記拡散符号を周波数領域で乗算し、更に逆拡散するために加算する周波数領域逆拡散  
 器と、

10

20

30

40

50

前記シンボルストリームを並直列変換する並直列変換器と、  
シンボルをビットに変換する逆信号点変換器と  
を具備する周波数領域拡散を採用するマルチキャリアCDMA送受信部から構成される前  
記無線通信システムに用いるマルチキャリアCDMA干渉キャンセラであって、  
前記無線基地局においては、  
前記無線基地局に接続される、前記送受信部を有する複数の前記無線端末を収容するマ  
ルチキャリアCDMA制御部を具備し、  
該マルチキャリアCDMA制御部において、  
アップリンクとダウンリンクを時分割複信する時分割複信制御部と、  
特定の周期で、特定のダウンリンク・スロットを用いて、全ユーザ共通のパイロット信  
号を送信するパイロット信号送信制御部と  
を具備し、  
前記無線端末では、  
受信パイロット信号に基づきチャネル伝達関数を導出するチャネル伝達関数導出部と  
導出された前記チャネル伝達関数を前記無線基地局に通知するチャネル伝達関数通知部と  
を具備することで、チャネル推定を行う構成であることを特徴とするマルチキャリアCD  
MA干渉キャンセラ。

【請求項3】

無線基地局と無線端末とで構成された無線通信システムであって、  
かつ、前記無線基地局における送信部では、  
ビットストリームを信号点であるシンボルストリームに変換する信号点変換器と、  
該シンボルストリームを直並列変換する直並列変換器と、  
該シンボルストリームを複製する複製器と、  
拡散符号を周波数領域で乗算することにより拡散する周波数領域拡散器と、  
逆離散フーリエ変換器または逆高速フーリエ変換器の何れかと、  
ガードインターバルを挿入するガードインターバル挿入器と  
を具備し、  
また、前記無線基地における無線受信部では、  
受信したマルチキャリア・シンボルのタイミングの検出手段と、  
送受信間の局部発振周波数の誤差を検出し、補正する自動周波数制御器と、  
前記ガードインターバルを除去するガードインターバル除去器と、  
離散フーリエ変換器または高速フーリエ変換器の何れかと、  
伝搬路による歪みを推定し、補正するチャネル推定器と、  
前記拡散符号を周波数領域で乗算し、更に逆拡散するために加算する周波数領域逆拡散  
器と、  
前記シンボルストリームを並直列変換する並直列変換器と、  
シンボルをビットに変換する逆信号点変換器と  
を具備する周波数領域拡散を採用するマルチキャリアCDMA送受信機から構成される無  
線通信システムに用いるマルチキャリアCDMA干渉キャンセラであって、  
無線基地局においては、  
前記無線受信部の前記チャネル推定器において、  
複製器1個に対応する系列毎に、サブキャリア毎の入力信号を入力として、サブキャリ  
ア毎にウエイトを出力するウエイト制御部と、  
サブキャリア毎に入力信号にウエイト制御部出力の当該サブキャリアに対応するウエイ  
トを乗算する乗算器と、  
該乗算器による乗算出力を加算する加算器と、  
前記拡散符号を周波数領域で拡散するために乗算する周波数領域拡散器と  
を具備し、  
前記ウエイト制御部は、前記加算器出力が情報シンボルにコヒーレントになるようにウ  
エイトを決定する制御を行うことで、チャネル推定を行う構成であることを特徴とするマ

ルチキャリアCDMA干渉キャンセラ。

【請求項4】

請求項1乃至請求項3の何れかに記載のマルチキャリアCDMA干渉キャンセラであって、ユーザ1乃至ユーザN（Nは2以上の自然数）を収容している状況において、

(1) ユーザ1乃至ユーザNそれぞれに対するチャンネル推定、歪み補正、逆拡散を行うことによって、ユーザ1乃至ユーザNそれぞれのシンボルデータの近似値（ $S_1 \sim S_N$ ）を算出し、

(2) 該近似値（ $S_1 \sim S_N$ ）それぞれに、ユーザ1乃至ユーザNそれぞれの逆チャンネル伝達関数及び拡散符号を乗じることによって、受信信号中のユーザ1乃至ユーザNそれぞれに対応する項（ $S_1^* \sim S_N^*$ ）を算出し、

(3) 全ユーザに対する受信信号からユーザk（k：1～N）を除く全ユーザに対する $S_i^*$ （i：1～N，i≠k）のベクトル総和を差し引くことによって、ユーザkに対する干渉成分を除去した推定値 $S_k^{*T}$ を算出し、

(4) 該 $S_k^{*T}$ に対する歪み補正、逆拡散を行うことによって、干渉成分を低減した信号 $S_k$ を算出し、

(5) 全ユーザに対して上記処理を実行した後、干渉除去の効果を示す指標であるDU比を測定し、当初の設定値Kに対してDU比>Kならば以上の処理を終了し、DU比<Kならば上記処理を繰り返すこと

を特徴とする干渉除去機能を有するマルチキャリアCDMA干渉キャンセラ。

【請求項5】

請求項1乃至請求項3の何れかに記載のマルチキャリアCDMA干渉キャンセラであって、ユーザ1乃至ユーザN（Nは2以上の自然数）を収容している状況において、ユーザ番号をi、処理の繰り返し回数をmとして、

(1) ユーザ1に対するチャンネル推定、歪み補正、逆拡散を行うことによって、ユーザ1のシンボルデータの近似値 $S_{m1}$ を算出し、

(2) 該 $S_{m1}$ にユーザ1のチャンネル伝達関数及び拡散符号を乗じることによって、前記全ユーザに対する受信信号中のユーザ1に対応する項 $S_{m1}^*$ を算出し、以下、同様にしてi=2乃至Nとして残りの全ユーザiに対しても $S_{mi}^*$ を算出し、

(3) 前記全ユーザに対する受信信号から前記 $S_{mi}^*$ を差し引くことで、ユーザiの入力信号として $r_{mi}^*$ を算出し、

(4) 該 $r_{mi}^*$ に対して、ユーザ2に対する前記チャンネル推定、前記歪み補正、前記逆拡散を行うことによって、ユーザ2のシンボルデータの近似値 $S_{12}$ を算出し、

(5) 該近似値 $S_{12}$ にユーザ2のチャンネル伝達関数及び拡散符号を乗じることによって、前記 $r_{mi}^*$ 中のユーザ2に対応する項 $S_{12}^*$ を算出し、

(6) 更に、前記(3)乃至(5)の処理をユーザ番号を1ずつ増加させながら $S_{m(N+1)}^*$ を算出し、する全ユーザに対して一巡したところで干渉除去の効果を示す指標であるDU比を測定し、当初の設定値Kに対してDU比>Kならば以上の処理を終了し、DU比<Kならば前記mを1増加してユーザ番号i=1として以上の処理を繰り返し、

(7) 前記 $r_{mi}^*$ をユーザ1に対する上記処理出力 $S_{(m-1)1}^*$ に加算して得られる（ $S_{(m-1)1}^* + r_{mi}^*$ ）をユーザ1に対するm回目の処理の入力として前記(1)乃至(3)の処理を実行し、さらに、ユーザ番号を1だけ増加し、前記（ $S_{(m-1)1}^* + r_{mi}^*$ ）をユーザiの入力として前記(1)乃至(3)の処理を行い

前記(7)の処理をユーザ番号を1ずつ増加させながら繰り返し、i=N+1に達した所で予め設定されている前記DU比を測定し、DU比<Kの場合は前記(6)乃至(8)の処理を、mを1だけ増加して前記(6)乃至(8)の処理を繰り返し、DU比>Kの場合は前記処理を全て終了し、前記(3)乃至(8)の処理を少なくとも1回以上繰り返すことを特徴とする干渉除去機能を有するマルチキャリアCDMA干渉キャンセラ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

30

40

50

本発明は、移動体通信に適用するマルチキャリアCDMAシステムの干渉キャンセラに関するものである。

【背景技術】

【0002】

直交周波数分割多重(OFDM)と符号分割多重アクセス方式(CDMA)を組み合わせたマルチキャリアCDMA(MC-CDMA)方式は、直交周波数分割多重に見られる遅延波に対する高い耐性や周波数の直交性を利用した高い周波数利用効率という特徴と、CDMAに見られるマルチセル環境における高い周波数利用効率という特徴を兼ね備えたものとして、近年盛んに研究開発が進められている。マルチキャリアCDMAは、直接拡散方式のスペクトラム拡散技術(DSSS)を用いた時間領域拡散マルチキャリアCDMAとサブキャリア毎に拡散符号の1チップを割り当てる周波数領域拡散マルチキャリアCDMAの2つに大別することができる。

【0003】

前者の時間領域拡散マルチキャリアCDMAは、直接拡散CDMA(DS-CDMA)をマルチキャリア化したものであり、この方式でも問題となる受信部における遅延パス毎の逆拡散出力が他のパスの干渉成分となるマルチパス干渉(MPI)が避けられないため、特性が劣化する。後者の周波数領域拡散CDMAは、ユーザ間で直交周波数分割多重のシンボルが非同期の場合は、受信部において非同期受信の影響により特性が劣化し、更にユーザ毎に異なる周波数選択性フェージングを受ける場合は、受信部において逆拡散出力に含まれる、異なる拡散符号との相互相関(コード間干渉(ICI))が増大し、このため特性が劣化する。また、周波数領域拡散マルチキャリアCDMAは時間領域拡散マルチキャリアCDMAに比べ、周波数スペクトルをより密に配置することから、周波数利用効率が低いとされている。

【0004】

以上から、後記の非特許文献1及び2においては、時間領域拡散マルチキャリアCDMAをアップリンクに、周波数領域拡散マルチキャリアCDMAをダウンリンクに適用することが望ましいと報告されている。一方、後記の非特許文献3に報告されているように、CDMAの多元接続干渉(MAI)を緩和する技術として、マルチユーザ検出(MUD)がある。これは全ユーザの信号を逆拡散することで受信信号に含まれる干渉成分を導出し、受信信号からそれらを差し引くことで特性の向上を図るものである。

【0005】

【非特許文献1】E. A. Sourour and M. Nakagawa, "Performance of orthogonal multicarrier CDMA in a multipath fading channel," IEEE Trans. Commun. Vol.44, pp559-569, March 1996

【非特許文献2】S. Hara and R. Prasad, "Overview of multicarrier CDMA", IEEE Commun. Mag., pp126-133, Dec. 1997

【非特許文献3】丸林元、中川正雄、河野隆二、「スペクトル拡散通信とその応用」電子情報通信学会、1998

【非特許文献4】諏訪真悟、新博行、佐和橋衛、“上りリンクブロードバンドパケット無線アクセスにおけるマルチキャリア/DS-CDMAとMC-CDMAのリンク容量比較”電子情報通信学会無線通信システム研究会、RCS2002-134, 2002

【非特許文献5】庄納崇、山田知之、上原一浩、荒木克彦、“周波数領域拡散MC-CDMAのアップリンクにおける多元接続干渉の定量的評価”電子情報通信学会総合大会、2003

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上述のように、周波数領域拡散マルチキャリアCDMAはコード間干渉の問題はあるが、周波数利用効率の高さ故にアップリンクへの適用も期待されている。しかし、この場合、ユーザ間で直交周波数分割多重のシンボルが非同期になり、受信部において非同期受信の影響により特性が劣化すること、更にユーザ毎に異なる周波数選択性フェージングを受

けることによって、受信部において逆拡散を行う際にコード間干渉が増大し、特性が大きく劣化する、といった問題がある。特に、前記の非特許文献4においては、後者のコード間干渉による多元接続干渉に起因した特性劣化の影響が大きくなることが指摘されている。ちなみに、周波数領域拡散マルチキャリアCDMAをアップリンクに適用した場合のコード間干渉に関する定量的評価については前記の非特許文献5において行われている。

そこで本発明においては、アップリンクに周波数領域拡散マルチキャリアCDMAを適用した場合に問題となる、ユーザ毎に異なる周波数選択性フェージングを受けることで生じるコード間干渉を低減することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0007】

10

上記目的を達成するために、本発明の請求項1においては、

無線基地局と無線端末とで構成された無線通信システムであって、かつ、前記無線基地局における送信部では、ビットストリームを信号点であるシンボルストリームに変換する信号点変換器と、該シンボルストリームを直並列変換する直並列変換器と、該シンボルストリームを複製する複製器と、拡散符号を周波数領域で乗算することにより拡散する周波数領域拡散器と、逆離散フーリエ変換器または逆高速フーリエ変換器の何れかと、ガードインターバルを挿入するガードインターバル挿入器とを具備し、また、前記無線基地局における無線受信部では、受信したマルチキャリア・シンボルのタイミング検出手段と、送受信間の局部発振周波数の誤差を検出し、補正する自動周波数制御器と、前記ガードインターバルを除去するガードインターバル除去器と、離散フーリエ変換器または高速フーリエ変換器の何れかと、伝搬路による歪みを推定し、補正するチャンネル推定器と、前記拡散符号を周波数領域で乗算し、更に逆拡散するために加算する周波数領域逆拡散器と、前記シンボルストリームを並直列変換する並直列変換器と、シンボルをビットに変換する逆信号点変換器とを具備する周波数領域拡散を採用するマルチキャリアCDMA送受信機から構成される無線通信システムに用いるマルチキャリアCDMA干渉キャンセラであって、前記無線基地局においては、前記周波数領域拡散を採用するマルチキャリアCDMA送受信機を有する端末の多元接続を制御する多元接続制御部を具備し、該多元接続制御部では、前記端末がフレームを送信する際、フレームに含まれるチャンネル推定用プリアンプルを送信中は前記端末以外の端末のフレーム送信を休止し、前記プリアンプルが送信完了後に前記端末以外の端末のフレーム送信を再開する機能を具備することで、チャンネル推定

20

30

【0008】

請求項2においては、無線基地局と無線端末とで構成された無線通信システムであって、かつ、前記無線送信部では、ビットストリームを信号点であるシンボルストリームに変換する信号点変換器と、該シンボルストリームを直並列変換する直並列変換器と、該シンボルストリームを複製する複製器と、拡散符号を周波数領域で乗算することにより拡散する周波数領域拡散器と、逆離散フーリエ変換器または逆高速フーリエ変換器の何れかと、ガードインターバルを挿入するガードインターバル挿入器とを具備し、また、前記無線基地局における無線受信部では、受信したマルチキャリア・シンボルのタイミングの検出手段と、送受信間の局部発振周波数の誤差を検出し、補正する自動周波数制御器と、前記ガードインターバルを除去するガードインターバル除去器と、離散フーリエ変換器または高速フーリエ変換器の何れかと、伝搬路による歪みを推定し、補正するチャンネル推定器と、前記拡散符号を周波数領域で乗算し、更に逆拡散するために加算する周波数領域逆拡散器と、前記シンボルストリームを並直列変換する並直列変換器と、シンボルをビットに変換する逆信号点変換器とを具備する周波数領域拡散を採用するマルチキャリアCDMA送受信部から構成される前記無線通信システムに用いるマルチキャリアCDMA干渉キャンセラであって、前記無線基地局においては、前記無線基地局に接続される、前記送受信部を有する複数の前記無線端末を収容するマルチキャリアCDMA制御部を具備し、該マルチキャリアCDMA制御部において、アップリンクとダウンリンクを時分割複信する時分割複信制御部と、特定の周期で、特定のダウンリンク・スロットを用いて、全ユーザ共通のパ

40

50

パイロット信号を送信するパイロット信号送信制御部とを具備し、前記無線端末では、受信パイロット信号に基づきチャネル伝達関数を導出するチャネル伝達関数導出部と導出された前記チャネル伝達関数を前記無線基地局に通知するチャネル伝達関数通知部とを具備することで、チャネル推定を行う構成のマルチキャリアCDMA干渉キャンセラについて規定している。

【0009】

請求項3においては、無線基地局と無線端末とで構成された無線通信システムであって、かつ、前記無線基地局における送信部では、ビットストリームを信号点であるシンボルストリームに変換する信号点変換器と、該シンボルストリームを直並列変換する直並列変換器と、該シンボルストリームを複製する複製器と、拡散符号を周波数領域で乗算することにより拡散する周波数領域拡散器と、逆離散フーリエ変換器または逆高速フーリエ変換器の何れかと、ガードインターバルを挿入するガードインターバル挿入器とを具備し、また、前記無線基地における無線受信部では、受信したマルチキャリア・シンボルのタイミングの検出手段と、送受信間の局部発振周波数の誤差を検出し、補正する自動周波数制御器と、前記ガードインターバルを除去するガードインターバル除去器と、離散フーリエ変換器または高速フーリエ変換器の何れかと、伝搬路による歪みを推定し、補正するチャネル推定器と、前記拡散符号を周波数領域で乗算し、更に逆拡散するために加算する周波数領域逆拡散器と、前記シンボルストリームを並直列変換する並直列変換器と、シンボルをビットに変換する逆信号点変換器とを具備する周波数領域拡散を採用するマルチキャリアCDMA送受信機から構成される無線通信システムに用いるマルチキャリアCDMA干渉キャンセラであって、無線基地局においては、前記無線受信部の前記チャネル推定器において、複製器1個に対応する系列毎に、サブキャリア毎の入力信号を入力として、サブキャリア毎にウエイトを出力するウエイト制御部と、サブキャリア毎に入力信号にウエイト制御部出力の当該サブキャリアに対応するウエイトを乗算する乗算器と、該乗算器による乗算出力を加算する加算器と、前記拡散符号を周波数領域で拡散するために乗算する周波数領域拡散器とを具備し、前記ウエイト制御部は、前記加算器出力が情報シンボルにコヒーレントになるようにウエイトを決定する制御を行うことで、チャネル推定を行う構成のマルチキャリアCDMA干渉キャンセラについて規定している。

【0010】

請求項4においては、請求項1乃至請求項3の何れかに記載のマルチキャリアCDMA干渉キャンセラであって、ユーザ1乃至ユーザN(Nは2以上の自然数)を収容している状況において、(1)ユーザ1乃至ユーザNそれぞれに対するチャネル推定、歪み補正、逆拡散を行うことによって、ユーザ1乃至ユーザNそれぞれのシンボルデータの近似値( $S_1 \sim S_N$ )を算出し、(2)該近似値( $S_1 \sim S_N$ )それぞれに、ユーザ1乃至ユーザNそれぞれの逆チャネル伝達関数及び拡散符号を乗じることによって、受信信号中のユーザ1乃至ユーザNそれぞれに対応する項( $S_1^* \sim S_N^*$ )を算出し、(3)全ユーザに対する受信信号からユーザk(k:1~N)を除く全ユーザに対する $S_i^*$ ( $i:1 \sim N, i \neq k$ )のベクトル総和を差し引くことによって、ユーザkに対する干渉成分を除去した推定値 $S_k^*$ を算出し、(4)該 $S_k^*$ に対する歪み補正、逆拡散を行うことによって、干渉成分を低減した信号 $S_k$ を算出し、(5)全ユーザに対して上記処理を実行した後、干渉除去の効果を示す指標であるDU比を測定し、当初の設定値Kに対してDU比>Kならば以上の処理を終了し、DU比<Kならば上記処理を繰り返すこと構成の干渉除去機能を有するマルチキャリアCDMA干渉キャンセラについて規定している。

更に、前記(1)乃至(4)の処理を少なくとも1回以上繰り返す構成の干渉除去機能を有するマルチキャリアCDMA干渉キャンセラについて規定している。

【0011】

請求項5においては、請求項1乃至請求項3の何れかに記載のマルチキャリアCDMA干渉キャンセラであって、ユーザ1乃至ユーザN(Nは2以上の自然数)を収容している状況において、ユーザ番号をi、処理の繰り返し回数をmとして、(1)ユーザ1に対するチャネル推定、歪み補正、逆拡散を行うことによって、ユーザ1のシンボルデータの近

10

20

30

40

50

似値  $S_{mi}$  を算出し、(2) 該  $S_{mi}$  にユーザ  $i$  のチャネル伝達関数及び拡散符号を乗じることによって、前記全ユーザに対する受信信号中のユーザ 1 に対応する項  $S_{m1}^*$  を算出し、以下、同様に  $i = 2$  乃至  $N$  として残りの全ユーザ  $i$  に対しても  $S_{mi}^*$  を算出し、(3) 前記全ユーザに対する受信信号から前記  $S_{mi}^*$  を差し引くことで、ユーザ  $i$  の入力信号として  $r_{mi}^*$  を算出し、(4) 該  $r_{mi}^*$  に対して、ユーザ 2 に対する前記チャネル推定、前記歪み補正、前記逆拡散を行うことによって、ユーザ 2 のシンボルデータの近似値  $S_{12}$  を算出し、(5) 該近似値  $S_{12}$  にユーザ 2 のチャネル伝達関数及び拡散符号を乗じることによって、前記  $r_{mi}^*$  中のユーザ 2 に対応する項  $S_{12}^*$  を算出し、(6) 更に、前記(3)乃至(5)の処理をユーザ番号を 1 ずつ増加させながら  $S_{m(N+1)}^*$  算出する全ユーザに対して一巡したところで干渉除去の効果を示す指標である  $UD$  比を測定し、当初の設定値  $K$  に対して  $UD$  比  $> K$  ならば以上の処理を終了し、 $UD$  比  $< K$  ならば前記  $m$  を 1 増加してユーザ番号  $i = 1$  として以上の処理を繰り返し、(7) 前記  $r_{mi}^*$  をユーザ 1 に対する上記処理出力  $S_{(m-1)1}^*$  に加算して得られる  $(S_{(m-1)1}^* + r_{mi}^*)$  をユーザ 1 に対する  $m$  回目の処理の入力として前記(1)乃至(3)の処理を実行し、さらに、ユーザ番号を 1 だけ増加し、前記  $(S_{(m-1)1}^* + r_{mi}^*)$  をユーザ  $i$  の入力として前記(1)乃至(3)の処理を行い、(8) 前記(7)の処理をユーザ番号を 1 ずつ増加させながら繰り返し、 $i = N + 1$  に達した所で予め設定されている前記  $UD$  比を測定し、 $UD$  比  $< K$  の場合は前記(6)乃至(8)の処理を、 $m$  を 1 だけ増加して前記(6)乃至(8)の処理を繰り返し、 $UD$  比  $> K$  の場合は前記処理を全て終了し、前記(3)乃至(8)の処理を少なくとも 1 回以上繰り返すことを特徴とする干渉除去機能を有するマルチキャリア  $CDMA$  干渉キャンセラ。

10

20

#### 【発明の効果】

##### 【0012】

本発明のマルチキャリア  $CDMA$  干渉キャンセラによれば、周波数領域拡散マルチキャリア  $CDMA$  において、ユーザ毎に異なる周波数選択性フェージングを受けることで生じるコード間干渉を大幅に低減することができ、時間領域拡散マルチキャリア  $CDMA$  より特性の優れた周波数領域拡散マルチキャリア  $CDMA$  をアップリンクに適用することが可能となる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

##### 【0013】

本発明によるマルチキャリア  $CDMA$  装置の実施の形態について、以下図により説明する。なお、本発明が適用される通信システムは無線基地局と複数の端末から構成されているシステムであって、直交周波数分割多重方式 ( $OFDM$ ) と符号分割多重アクセス方式 ( $CDMA$ ) との組み合わせであるマルチキャリア  $CDMA$  ( $MC-CDMA$ ) を採用している。ここで、本発明における前記無線基地局においては、基地局と複数の端末との接続を制御する多元接続制御部を有しており、

30

1) この多元接続制御部は、端末がフレームを送信する際、フレームに含まれるチャネル推定用プリアンブルを送信中は、当該端末以外の端末のフレーム送信を休止し、当該プリアンブルの送信が完了した後に当該端末以外の端末のフレーム送信を再開する機能を有している。

40

2) 無線基地局に接続することが出来る送受信部を有する複数の端末を収容するマルチキャリア  $CDMA$  制御部を備えており、同時に、端末においても、マルチキャリア  $CDMA$  制御部はアップリンクとダウンリンクを時分割複信 ( $TDD$ ) する時分割複信制御部と、特定の周期で、特定のダウンリンク・スロットを用いて、全ユーザ共通のパイロット信号を送信するパイロット信号送信制御部を有している。

また、無線端末は、

1) 受信パイロット信号に基づきチャネル伝達関数を導出するチャネル伝達関数導出部を有している。

2) また、導出されたチャネル伝達関数を無線基地局に通知するチャネル伝達関数通知部を有している。

50

## 【 0 0 1 4 】

図 1 は周波数領域拡散 M C - C D M A の送信部の構成図である。図 1 において、入力信号であるデータストリーム (Information data) は変調器 (Modulator) 1 1 で変調されてビットストリームとなった後、マルチプレクサ (Multiplexer) 1 2 においてパイロット信号 (Pilot) と共に多重化される。この多重化された出力は直列信号のビットストリームであるため直並変換器 (S/P) 1 3 により  $N_p$  個の系列に変換され、さらに各系列においては複製器 1 4 1 乃至 1 4 n によりそれぞれ拡散率に相当する  $S_F$  個のシンボルストリームに複製される。この後、複製されたシンボルストリームは周波数領域で拡散器 1 5 からの拡散符号 (Spreading code) と乗算され、この乗算結果は逆高速フーリエ変換器 (IFFT) 1 6 で時間領域での信号に逆変換された後、ガードインターバル挿入器 (GI Insertion) 1 7 でガードインターバルが挿入され送信信号 (Transmitted signal) として送信される。 10

## 【 0 0 1 5 】

図 2 は周波数領域拡散マルチキャリア C D M A の受信部の構成図である。受信信号 (Received signal) はシンボルタイミング検出器 (Symbol timing detection) 2 1 1 で送信されてきたシンボルのタイミングを検出した後、ガードインターバル除去器 2 1 2 でガードインターバルを除去する。これにより得られた信号は高速フーリエ変換器 (FFT) 2 2 により  $N_c$  個に分割された周波数領域におけるデータに変換され、チャネル推定器 (Channel estimator) 2 3 により伝搬路での歪みを推定し、乗算処理によりこの歪みは補正される。この後、周波数領域逆拡散器 2 4 の出力である拡散符号 (spreading code) と乗算され、さらに送信側に対応した  $S_F$  個ずつの周波数領域におけるデータに纏められ、さらに、それぞれ加算器 2 4 1 ~ 2 4 n で加算してシンボルストリームとし、並直列変換器 (P/S) 2 5 により並列信号を直列のビットストリームとした後、逆信号点変換器 (Demodulator) 2 6 により再生データ (Recovered data) を得ている。 20

## 【 0 0 1 6 】

図 3 は図 2 におけるチャネル推定器 2 3 の本発明に係る場合の構成図である。図 3 において、ウェイト制御部 (Weight Control) 3 1 は高速フーリエ変換器 (FFT) 2 2 の出力である周波数領域でのデータを用いて、加算器 3 3 の出力が情報シンボルに対してコヒーレントになるように重み付け (ウェイト) を決定する制御を行うことでチャネル推定を行うことを特徴としている。このウェイト制御部 3 1 の出力は乗算器 3 2 により高速フーリエ変換器 2 2 の出力に乘算され、この乗算結果は加算器 3 3 を経てウェイト制御部 3 1 に上記コヒーレントになるようにフィードバックされるが、同時に周波数領域逆拡散器 2 4 により拡散符号 (Spreading code) を乗算器 3 4 において乗算することにより、拡散率に相当する  $S_F$  個ずつの周波数領域におけるデータに纏められ、図 2 における加算器 2 4 1 乃至 2 4 n に入力される。すなわち、複製器 1 個に対する系列毎に、サブキャリア毎の入力信号を入力として、ウェイト制御部 3 1 はサブキャリア毎にウェイトを出力し、乗算器 3 2 によりサブキャリア毎の入力信号に対してウェイトを乗算する。この乗算器出力は複数の加算器 3 3 に加算され、加算器出力が情報シンボルにコヒーレントになるようにウェイト制御部 3 1 ではウェイトを決定する。 30

## 【 0 0 1 7 】

図 4 は本発明による繰り返しマルチユーザ検出器 (I M U D) 4 1 対応の第 1 の例を示す受信部構成図、図 5 はこの受信部で使用される第 1 の例を示す繰り返しマルチユーザ検出器 (I M U D) 4 1 の構成図、図 6 はこの第 1 の例の繰り返しマルチユーザ検出の処理シーケンス図である。図 6 のシーケンスに従い、図 5 の繰り返しマルチユーザ検出器 5 1 が動作する。 40

## 【 0 0 1 8 】

図 5 に示すユーザ 1 ~ N の系を収容している状況において、  
 ( 1 ) ユーザ 1 乃至 N (User 1 ~ User N) のそれぞれに対して、図 4 におけるチャネル推定器 (Channel estimator) 4 2 によりチャネル推定、歪み補正、逆拡散を行うことによって、ユーザ 1 乃至 N のそれぞれに対応するシンボルデータの近似値 ( $S_1 \sim S_N$ ) を算出し、(図 6 におけるステップ 6 0 1、以下、括弧内の数字は図 6 におけるステップを指す 50

。)

(2) この近似値 ( $S_1 \sim S_N$ ) は繰り返しマルチユーザ検出器 4 1 に入力され、それぞれを図 5 の複製器 (Copier) 5 1 で  $S F$  個ずつ複製し、各複製値に対してユーザ 1 乃至  $N$  それぞれの逆チャンネル伝達関数 (Reverse transfer function) 5 2 および拡散符号 (Spreading code) 5 3 を乗算することによって、受信信号中のユーザ 1 ~  $N$  それぞれに対応する項 ( $S_1^* \sim S_N^*$ ) を算出する。(ステップ 6 0 2)

(3) ユーザ  $k$  に対する受信信号からユーザ  $k$  を除く全ユーザに対する上記の  $S_i^*$  ( $i = 1 \sim N : i \neq k$ ) のベクトル総和を差し引くことによって、 $S_k^*$  を算出し、(ステップ 6 0 3)

(4) この  $S_k^*$  に対する歪み補正、逆拡散を行うことによって、ユーザ  $k$  に対する干渉成分を低減した信号  $S_k$  を算出し、さらに以上の処理を少なくとも 1 回以上繰り返すことにより干渉を除去する。(ステップ 6 0 4)

この繰り返しは、回線設計時に規定されるユーザ数に応じた所要  $D U$  比 (希望信号対干渉信号電力比) を上回るまで行われる (ステップ 6 0 5)。

#### 【0019】

図 6 は以上のシーケンスを纏めたものである。

図 7 は繰り返しマルチユーザ検出器 (IMUD) 対応の第 2 の例としての受信部の構成図、図 8 は第 2 の例における繰り返しマルチユーザ検出器 (IMUD) 7 1 の構成図、図 9 は本発明における干渉キャンセラの動作を説明するための回路構成図、図 10 はこの第 2 の例としての繰り返しマルチユーザ検出の動作シーケンス図である。この第 2 の例としての実施の形態である繰り返しマルチユーザ検出器においては、チャンネル推定器も各ユーザ毎に繰り返しマルチユーザ検出器 (IMUD) 7 1 に含まれている所が第 1 の例の場合と異なっている。図 10 のシーケンス (以下の括弧内の数字は図 10 記載のステップに対応) に従い、図 8 の繰り返しマルチユーザ検出器が動作する。

#### 【0020】

図 9 に示すように、本マルチキャリア  $C D M A$  干渉キャンセラがユーザ  $i$  ( $i : 1 \sim N$ ) を収容している状況において、干渉除去は以下の手順で実行される。

(1) 図 2 における高速フーリエ変換器 2 2 の出力である周波数領域で分散された入力信号は、図 9 において、分散率に相当する  $S F$  本ずつに纏められてユーザ 1 の相関器 9 1 に入力される。この相関器 9 1 においては、受信信号  $r_i$  に対するチャンネル推定、歪み補正、逆拡散等の処理を行うことにより他ユーザからの干渉成分と共存した状態の中から自分自身の信号、すなわちユーザ  $i$  に対応するシンボルデータの近似値  $S_{m_i}$  を抽出する処理が行われる (ステップ 1 0 0 2)。なお、ここで、 $S_{m_i}$  のサフィックス  $m$  は以下の一連の処理を繰り返す回数、 $i$  はユーザ番号を示すものとする。上記処理開始直後においては  $S_{11}$  となる。

(2) この近似値  $S_{m_i}$  に、第 1 の変換器 (変換器 1) 9 2 において、ユーザ  $i$  の逆チャンネル伝達関数 (図 8 の Reverse transfer function) 及び拡散符号 (図 8 で Spreading code) を乗じることによって、受信信号  $r_i$  中のユーザ  $i$  に対応する項 ( $S_{m_i}^*$ ) を算出する (ステップ 1 0 0 3)。例えば第 1 回目でユーザ 1 に対する処理においてはこの項は  $S_{11}^*$  ここで、真の値を  $S_{1T}$ 、他ユーザからの干渉等による誤差分を  $S_{11}^*$  とすれば  $S_{11}^* = S_{1T} + S_{11}^*$  で与えられ、かつ、この  $S_{11}^*$  は相関器 9 1 の入力側の次元と整合がとれたものとなっており、下記 (3) の処理を可能としている。

(3) 次に、前記高速フーリエ変換された全ユーザの情報を含む受信信号  $r_i$  から減算器 9 3 2 により上記処理で得られた信号  $S_{11}^*$  を差し引くことで、ユーザ 1 の影響を除去した信号  $r_{m_i}^*$  を算出し (ステップ 1 0 0 4)、この結果をユーザ 2 の相関器 9 4 に入力する。これと同時に、ユーザ 3 に対する相関器入力側減算器 9 3 3 の入力端子の一方に入力される。この減算器 9 3 3 における他の一方の入力には変換器 2 の出力が印加される。減算器 9 3 3 の出力は次ステップであるユーザ 3 の相関器入力側に印加されると同時に、次段ユーザ (この場合はユーザ 4) の相関器入力側にある減算器の一方の入力に印加される。

。

(4) 上記の信号  $r_{mi}^*$  に対して、ユーザ 2 の相関器 9 4 において、ユーザ 1 の場合と同様に、チャンネル推定、歪み補正、逆拡散の各処理を行うことによってユーザ 2 のシンボルデータの近似値  $S_{12}$  を算出する。

(5) これにより得られた近似値  $S_{12}$  に、ユーザ 2 の逆チャンネル伝達関数及び拡散符号を第 2 の変換器 9 5 において乗算することによって、信号  $r_{mi}^*$  中のユーザ 2 に対応する項 ( $S_{12}^*$ ) を算出する。

(6) 以下、これら一連の (3) ~ (5) の処理をステップ 1005 で  $i$  を 1 ずつ増し、この値が  $N + 1$  になり (ステップ 1006)  $S_{1N}^*$  が求められるまで繰り返す。すなわち、ユーザ  $i$  に対して  $i$  を 1 から ( $N + 1$ ) 迄シフトしながら順次チャンネル推定、歪み補正、逆拡散の各処理を行うことにより、各ユーザに対応する干渉成分を除去した  $S_{1(i+1)}$ 、 $S_{1(i+2)} \dots S_{1N}$  および  $S_{1(i+1)}^*$ 、 $S_{1(i+2)}^* \dots S_{1N}^*$  を順に算出する。また以上の処理は、実際はユーザ  $i$  の配列順序によらず、受信電力が大きい方から順に実行される。

10

#### 【0021】

ここで干渉除去の効果が回線設計時に規定されたユーザ数に応じた所要 DU 比を上回っているか否かがチェックされる (ステップ 1008)。DU 比 (ステップ 1007) が仕様値  $K$  を満たしていない場合 (ステップ 1008 で No) は、 $m = 2$ 、 $i = 1$  として次の繰り返しに入る (ステップ 1009 およびステップ 1010)。

(7) 以上一連の処理により、第 1 回目の処理 ( $m = 1$ ) が終了し、次に第 2 回目の処理 ( $m = 2$ ) として第 1 の相関器 9 1 に戻る。第 2 回目におけるユーザ 1 の相関器 9 1 への入力は、今度は第 1 回目の第 1 の変換器 9 2 の出力 ( $S_{(m-1)1}^*$ ) と、減算器 9 6 の出力、すなわち受信信号から各ユーザの信号を差し引いた残余成分  $r_{mi}$  ( $= R$ )、との和 ( $S_{(m-1)1}^* + R$ ) を第 2 回目 ( $m = 2$ ) の第 1 の相関器 9 1 への入力として上記 (3) ~ (6) の場合と同様の処理を繰り返す (ステップ 1010 乃至 1012)。ただし、この第 2 回目の処理では、上記信号 ( $S_{(m-1)1}^* + R$ ) がユーザ 1 の相関器 9 1 の入力信号となり、この入力信号と第 2 回目の第 1 の変換器 9 2 出力との差が減算器 9 8 1 で演算され、この演算結果が第 1 回目の第 2 の変換器 9 5 の出力と加算器 9 9 2 において加算され、第 2 回目のユーザ 2 の相関器 9 4 の入力となる。第 2 回目においてもこの処理が繰り返され、以下  $i$  が 1 ずつ増加し (ステップ 1012)、全ユーザ数  $N + 1$  に至るまで ( $S_{(m-1)1}^* + r_{mi}^*$ ) 上記ステップ 1002、1003、1004 と同様の計算が繰り返される (ステップ 1014)。

20

30

(8) このようにして、全ユーザ ( $i = 1 \sim N$ ) に対し一通りの演算処理が完了 (ステップ 1014 で  $i = N + 1$ ) する。ステップ 1008 に戻り、DU 比 (希望信号対干渉信号の電力比) 当初の設定比を満たすか否かをチェックし、未達であれば (ステップ 1008 で No) ステップ 1009 に移り  $m$  を  $m + 1$  として次のループに入る。これはステップ 1008 の結果が Yes となるまで少なくとも 1 回以上は続けられる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0022】

【図 1】周波数領域拡散 MC - CDMA の送信部の構成図。

【図 2】周波数領域拡散 MC - CDMA の受信部の構成図。

【図 3】チャンネル推定部の構成図。

40

【図 4】第 1 の繰り返しマルチユーザ検出器対応の受信部の構成図。

【図 5】第 1 の繰り返しマルチユーザ検出器の構成図。

【図 6】第 1 の繰り返しマルチユーザ検出器の動作を示すシーケンス図。

【図 7】第 2 の繰り返しマルチユーザ検出器対応の受信部の構成図。

【図 8】第 2 の繰り返しマルチユーザ検出器の構成図。

【図 9】本発明による干渉キャンセラの回路構成図。

【図 10】第 2 の繰り返しマルチユーザ検出器の動作を示すシーケンス図。

#### 【符号の説明】

#### 【0023】

11 : 信号点変換器 (変調器)      12 : マルチプレクサ

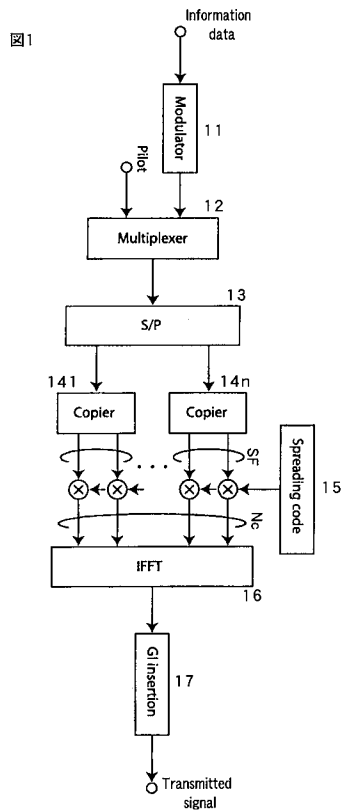
50

- 1 3 : 直列 - 並列変換器
- 1 5 : 拡散器
- 1 7 : ガードインターバル挿入器
- 2 1 1 : シンボルタイミング検出器
- 2 1 2 : ガードインターバル除去器
- 2 2 : 高速フーリエ変換器
- 2 4 : 周波数領域逆拡散器
- 2 5 : 並列 - 直列変換器
- 3 1 : ウェイト制御部
- 3 3 : 加算器
- 4 1 : 繰り返しマルチユーザ検出器
- 5 1 : 複製器
- 5 2 : 逆チャンネル伝達関数発生器
- 5 3 : 拡散符号発生器
- 7 1 : 繰り返しマルチユーザ検出器
- 7 2 : チャンネル推定器
- 8 1 : 逆チャンネル伝達関数発生器
- 9 1 : ユーザ 1 の相関器
- 9 2 : 第 1 の変換器
- 9 3 : 減算器
- 9 4 : ユーザ 2 の相関器
- 9 5 : 第 2 の変換器
- 1 4 1 ~ 1 4 n : 複製器
- 1 6 : 逆高速フーリエ変換器
- 2 3 : チャンネル推定器
- 2 4 1 ~ 2 4 n : 加算器
- 2 6 : 逆信号点変換器
- 3 2 : 乗算器
- 3 4 : 乗算器
- 4 2 : チャンネル推定器

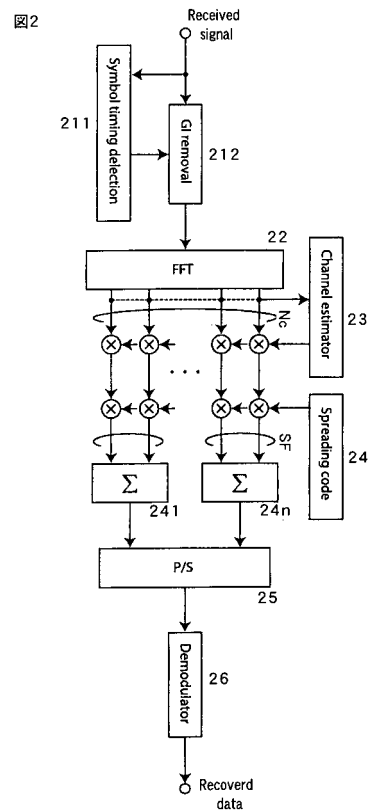
10

20

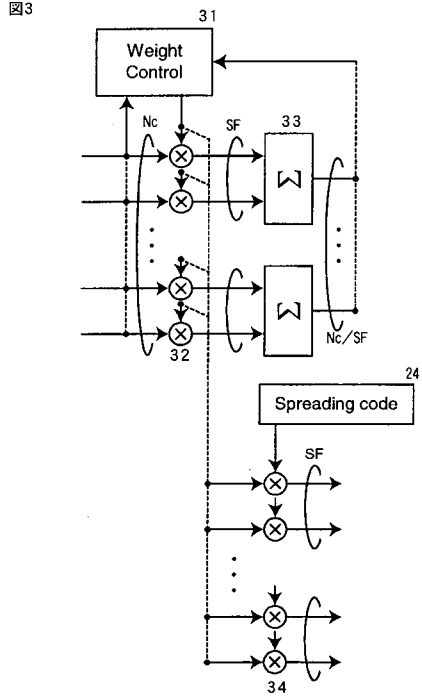
【 図 1 】



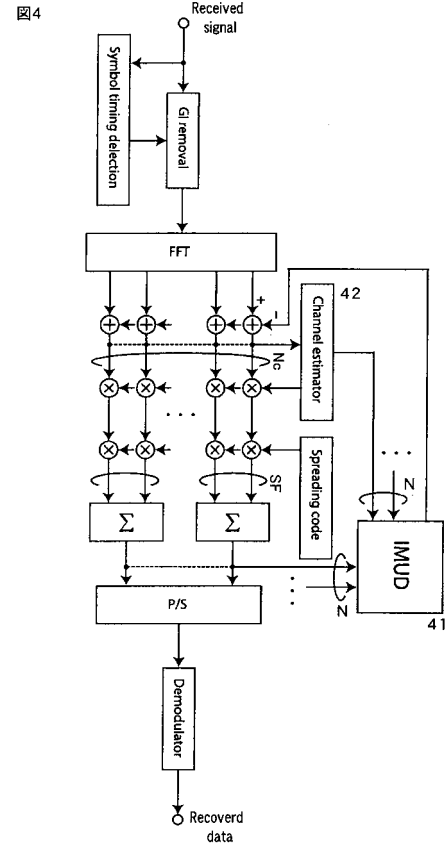
【 図 2 】



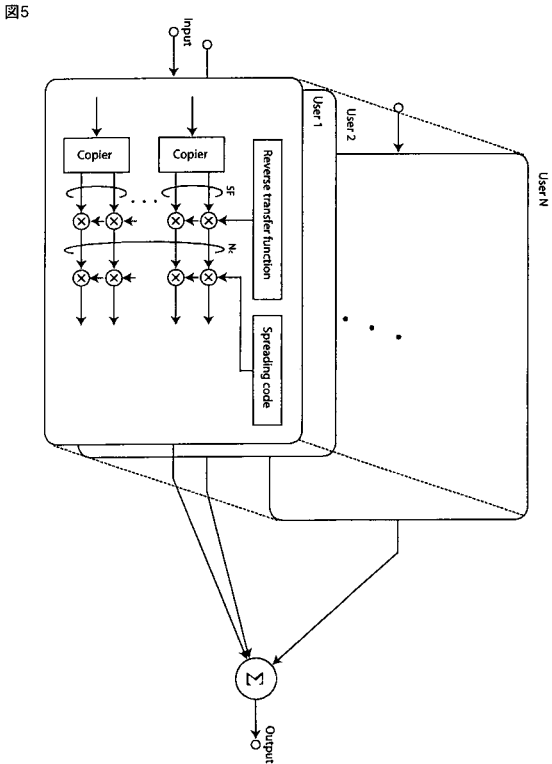
【 図 3 】



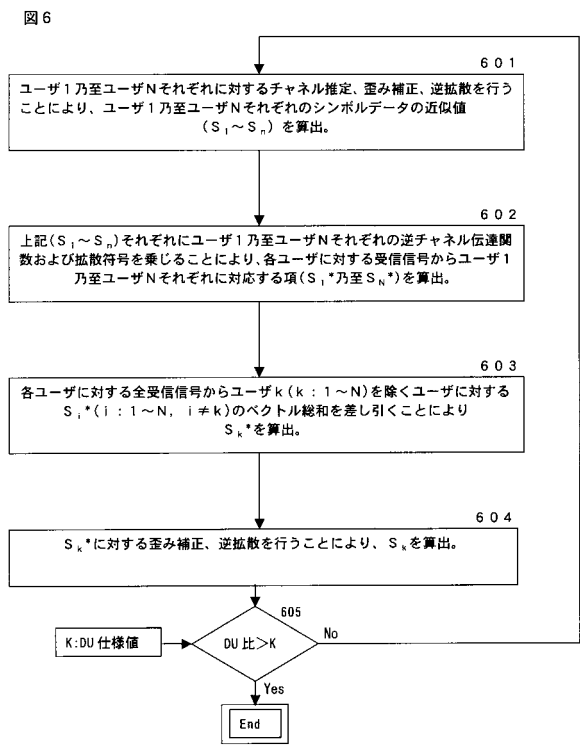
【 図 4 】



【 図 5 】

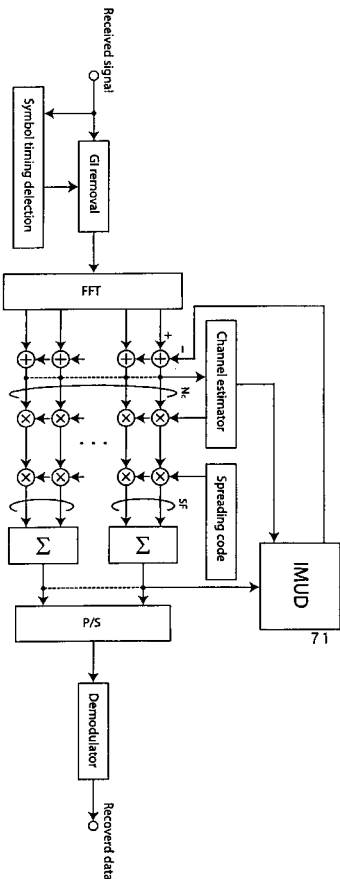


【 図 6 】



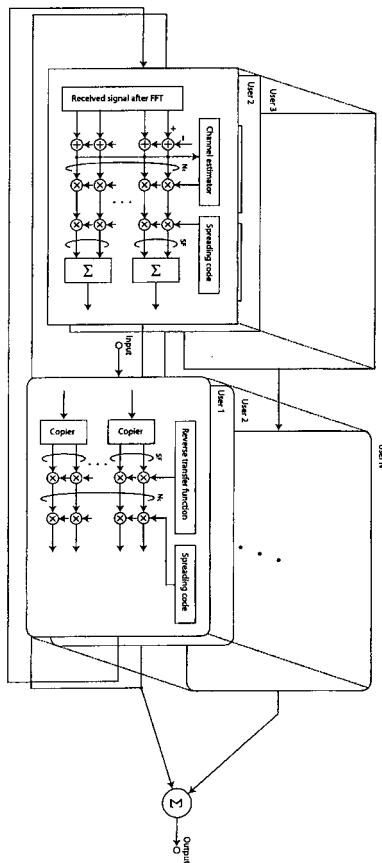
【 図 7 】

図7



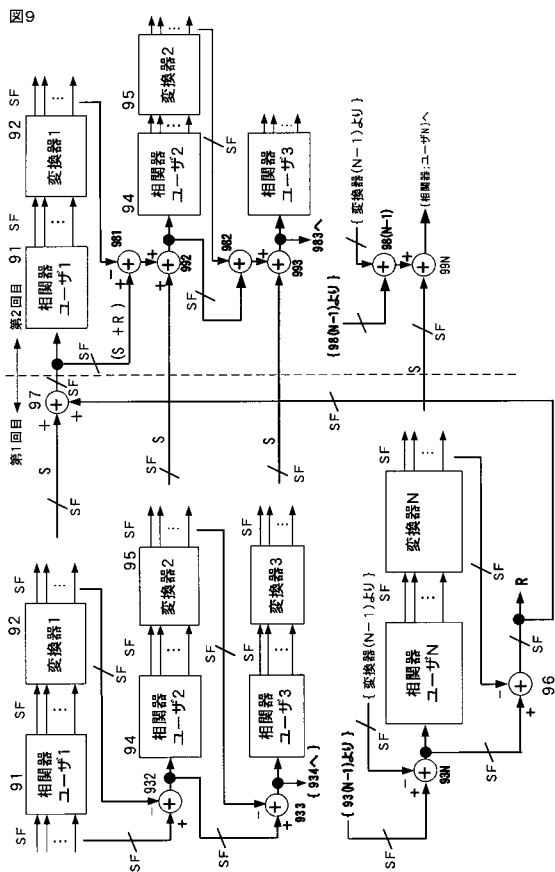
【 図 8 】

図8



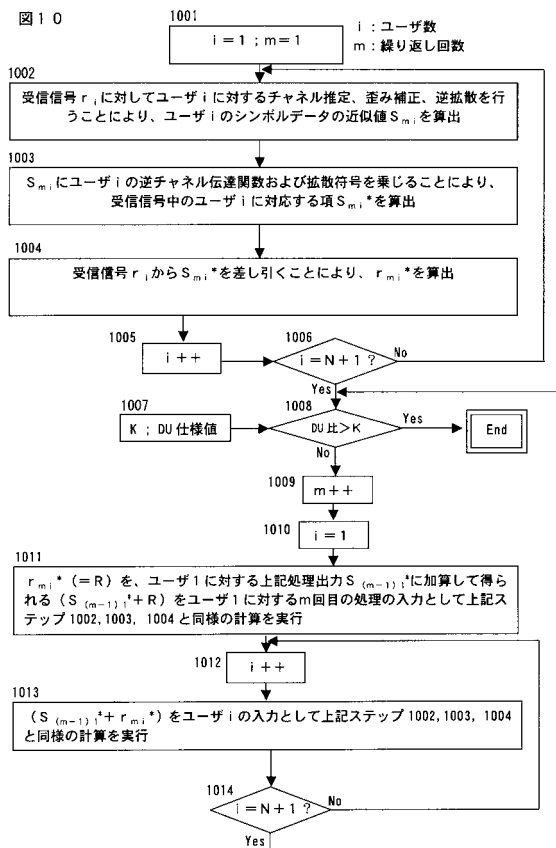
【 図 9 】

図9



【 図 10 】

図 10



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 5K022 DD01 DD13 DD19 DD23 DD33 EE02 EE14 EE21 EE31  
5K046 AA05 EE06 EE37 EE56 EF03 EF49