

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5278678号  
(P5278678)

(45) 発行日 平成25年9月4日(2013.9.4)

(24) 登録日 平成25年5月31日(2013.5.31)

(51) Int. Cl.		F I			
HO 4 J	11/00	(2006.01)	HO 4 J	11/00	Z
HO 4 J	1/00	(2006.01)	HO 4 J	1/00	

請求項の数 18 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2008-539814 (P2008-539814)	(73) 特許権者	000004237
(86) (22) 出願日	平成19年10月16日(2007.10.16)		日本電気株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2007/070137		東京都港区芝五丁目7番1号
(87) 国際公開番号	W02008/047776	(74) 代理人	100130029
(87) 国際公開日	平成20年4月24日(2008.4.24)		弁理士 永井 道雄
審査請求日	平成22年8月17日(2010.8.17)	(74) 代理人	100166338
(31) 優先権主張番号	特願2006-281362 (P2006-281362)		弁理士 関口 正夫
(32) 優先日	平成18年10月16日(2006.10.16)	(74) 代理人	100152054
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		弁理士 仲野 孝雅
		(72) 発明者	吉田 尚正
			日本国東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
		(72) 発明者	木全 昌幸
			日本国東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 受信方法および受信装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

周波数分割多重方式の無線通信により交信する複数の移動局を収容する基地局が、前記複数の移動局からの受信信号を一括して周波数領域の信号に変換し、前記周波数領域の信号から各移動局に関連付けて選択したサブキャリアを用いて各移動局に対応するユーザ信号を認識し、

ユーザ信号の周波数オフセットを補正するための補正信号を、該補正信号により周波数オフセットが補正されたユーザ信号を、少なくともチャンネル推定処理にかけることにより得られた信号を基に、ユーザ信号ごとに生成し、

前記補正信号により当該ユーザ信号の周波数オフセットを周波数領域で補正し、補正した各ユーザ信号を復調処理することを特徴とする受信方法。

10

【請求項2】

前記基地局が、さらに、復調処理したユーザ信号ごとに干渉レプリカを生成し、前記干渉レプリカに当該ユーザ信号の周波数オフセットを反映させ、復調対象となるユーザ信号の隣接チャンネルに対応する前記干渉レプリカを周波数領域の新たな受信信号から減算することを特徴とする請求項1記載の受信方法。

【請求項3】

前記基地局が、周波数オフセットの補正信号を生成するとき、当該ユーザ信号に関するチャンネル利得を時間領域のチャンネル応答に変換し、

20

前記チャネル応答を用いて当該ユーザ信号の周波数オフセットを検出し、  
前記周波数オフセットを補正するための補正情報を求め、

前記補正情報を周波数領域の信号に変換し該信号を前記補正信号として認識することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の受信方法。

【請求項 4】

前記基地局が、前記時間領域の連続する 2 つのチャネル応答間の同一タイミングの 2 つのパスのうちレベルが設定値を超える 2 つのパスの位相変化に基づき周波数オフセットを検出することを特徴とする請求項 3 記載の受信方法。

【請求項 5】

前記基地局が、前記周波数オフセットを所定の時定数に基づき平均化処理し、平均化処理した周波数オフセットから複素正弦波を求め該複素正弦波を前記補正情報として認識することを特徴とする請求項 3 記載の受信方法。

10

【請求項 6】

前記周波数分割多重方式が SC - FDMA (Single - Carrier Frequency Division Multiple Access) であることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の受信方法。

【請求項 7】

前記周波数分割多重方式が OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) であることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の受信方法。

20

【請求項 8】

周波数分割多重方式の無線通信により交信する複数の移動局からの受信信号を一括して周波数領域の信号に変換する DFT 部と、

前記周波数領域の信号から各移動局に関連付けて選択したサブキャリアを用いて各移動局に対応するユーザ信号を認識するデマッピング部と、

ユーザ信号の周波数オフセットを補正するための補正信号を、該補正信号により周波数オフセットが補正されたユーザ信号を、少なくともチャネル推定処理にかけることにより得られた信号を基に、ユーザ信号ごとに生成する補正信号生成部と、

前記補正信号により当該ユーザ信号の周波数オフセットを周波数領域で補正する周波数変換部と、

30

補正した各ユーザ信号を復調処理する復調部とを備えることを特徴とする受信装置。

【請求項 9】

さらに、

復調処理されたユーザ信号ごとに干渉レプリカを生成する干渉レプリカ生成部と、

干渉レプリカに当該ユーザ信号の周波数オフセットを反映させる第 2 の周波数変換部と

、  
全てのユーザ信号に関し前記第 2 の周波数変換部から得られる干渉レプリカを合成するマッピング部と、

合成された干渉レプリカを前記 DFT 部を経た新たな受信信号から減算し該減算後の受信信号を前記デマッピング部へ供給する干渉レプリカ減算部と、

40

前記デマッピング部により認識されたユーザ信号ごとに前記第 2 の周波数変換部からの対応する干渉レプリカを加算し該加算の結果を前記周波数変換部へ供給する加算部とを備えることを特徴とする請求項 8 記載の受信装置。

【請求項 10】

前記復調部は、当該ユーザ信号に関するチャネル利得を時間領域のチャネル応答に変換する手段を有し、

前記補正信号生成部は、前記チャネル応答を用いて当該ユーザ信号の周波数オフセットを検出する手段と、前記周波数オフセットを補正するための補正情報を求める手段と、前記補正情報を周波数領域の信号に変換し該信号を前記補正信号として出力する手段とを有する請求項 8 又は 9 記載の受信装置。

50

## 【請求項 1 1】

前記補正信号生成部は、前記時間領域の連続する 2 つのチャネル応答間の同一タイミングの 2 つのパスのうちレベルが設定値を超える 2 つのパスの位相変化に基づき周波数オフセットを検出することを特徴とする請求項 1 0 記載の受信装置。

## 【請求項 1 2】

前記補正信号生成部は、前記周波数オフセットを所定の時定数に基づき平均化処理し、平均化処理した周波数オフセットから複素正弦波を求め該複素正弦波を前記補正情報として認識することを特徴とする請求項 1 0 記載の受信装置。

## 【請求項 1 3】

前記周波数変換部は、補正信号と当該ユーザ信号との畳み込み演算により周波数オフセットを補正することを特徴とする請求項 8 記載の受信装置。

10

## 【請求項 1 4】

前記復調部は、  
前記周波数変換部からのユーザ信号をフィルタリングする手段と、  
フィルタリングされたユーザ信号のチャネル利得を推定する手段と、  
前記チャネル利得を時間領域のチャネル応答に変換し該チャネル応答の雑音を除去する手段と、

雑音が除去されたチャネル応答を周波数領域のチャネル利得に変換し該チャネル利得から等化ウエイトを算出する手段と、

フィルタリングされた前記ユーザ信号に対し前記等化ウエイトを用いて等化処理する手段と、

20

等化処理されたユーザ信号を時間領域のユーザ信号に変換し該ユーザ信号を復調信号として出力する手段とを有することを特徴とする請求項 8 記載の受信装置。

## 【請求項 1 5】

前記周波数分割多重方式が SC - FDMA (Single - Carrier Frequency Division Multiple Access) であることを特徴とする請求項 8 乃至 1 4 のいずれか 1 項に記載の受信装置。

## 【請求項 1 6】

前記周波数分割多重方式が OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) であることを特徴とする請求項 8 乃至 1 4 のいずれか 1 項に記載の受信装置。

30

## 【請求項 1 7】

請求項 8 乃至 1 6 のいずれか 1 項に記載の受信装置を備えたことを特徴とする基地局。

## 【請求項 1 8】

請求項 1 7 記載の基地局を備えたことを特徴とする無線システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0 0 0 1】

本発明は、SC - FDMA (Single-Carrier Frequency Division Multiple Access) 方式あるいは OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) のような周波数分割多重方式が適用される無線システムにおける受信方法および受信装置に関し、特に、受信信号の復調処理に関する。

40

## 【背景技術】

## 【0 0 0 2】

次世代移動通信の上りリンク無線アクセス方式が適用されるシステムでは、通信エリア拡大のために、移動局の送信電力に高い効率が求められる。このようなシステムでは、ピーク電力対平均電力比 (PAPR : Peak to Average Power Ratio) が比較的低い SC - FDMA 方式が有力とされている。また、次世代移動通信では、高速データ伝送を実現することが重要であるが、シングルキャリア (以下、単に「SC」と称す。) 信号を用いて高速データ伝送を行う場合、マルチパス干渉、すなわちマルチパスにより受信したシンボ

50

ル間の干渉が問題となる。

【 0 0 0 3 】

上記のマルチパス干渉を抑制する手段としては、線形等化器（イコライザ）が知られている。後述の非特許文献 1 には、等化处理を周波数領域の信号処理として行うことにより、演算処理量を大幅に削減する周波数領域イコライザが提案されている。従来の SC 受信装置は、非特許文献 1 の技術のように等化处理を周波数領域にて行い、また、各ユーザ信号のキャリア中心周波数への変換、受信フィルタおよびチャネル推定などの信号処理は、時間領域にて行う。

【 0 0 0 4 】

一方、SC - FDMA 方式の受信装置は、等化处理のみならずチャネル推定を含め全ての復調処理を周波数領域で行う。よって、受信機構成の簡易化が可能である。SC - FDMA 方式の受信装置に関し、例えば特願 2 0 0 5 - 2 8 0 0 9 1 号には、全ユーザ分の SC - FDMA 信号を一括して離散フーリエ変換（DFT : Discrete Fourier Transform）し、受信フィルタ、チャネル推定及び等化处理などを周波数領域で行うマルチユーザ受信装置が提案されている。

【非特許文献 1】D. Falconer, S. L. Ariyavisitakul, A. Benyamin-Seeyar and B. Eidson, "Frequency Domain Equalization for Single-Carrier Broadband Wireless Access," IEEE Commun. Mag. vol. 40 no. 4, pp. 58-66, Apr. 2002

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

ところで、SC - FDMA 方式では、システム帯域の周波数を複数のユーザで分割して利用するが、ローカル発振器の周波数ずれ、あるいは高速移動時のドップラ変動などにより、ユーザ毎に異なる周波数オフセット（ $f$ ）が生じる。

【 0 0 0 6 】

図 2 に、SC - FDMA における周波数オフセットの例を模式的に示す。図示のユーザ 2 の信号に着目すると、キャリア中心周波数  $f_c$  が受信フィルタの中心  $f_0$  からずれる周波数オフセット  $f_2$  が生じている。このオフセット  $f_2$  により、ユーザ 2 の受信信号には歪みが生じ、その結果、信号の電力損失を招く。また、ユーザ 1 及びユーザ 3 の周波数オフセット  $f_1$  及び  $f_3$  に起因する隣接チャネル干渉により、ユーザ 1 及びユーザ 3 の信号がユーザ 2 の信号及びフィルタ範囲に漏れ込むため、ユーザ 2 の受信特性が劣化する。

【 0 0 0 7 】

かかる周波数オフセットによる弊害は、受信品質の観点からは、極力解消されることが望ましい。しかしながら、前述の特願 2 0 0 5 - 2 8 0 0 9 1 号に記載の手法では、周波数オフセットに関し考慮されていないことから、受信品質を高め難いという不都合がある。

【 0 0 0 8 】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、周波数分割多重方式の無線システムにおいて、簡易な周波数領域の処理を行う受信機構成により、基地局が各移動局からの受信信号に含まれる周波数オフセットを補正可能とし、優れた受信特性を実現することができる受信方法および受信装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

本発明に係る受信方法は、周波数分割多重方式の無線通信により交信する複数の移動局を収容する基地局が、前記複数の移動局からの受信信号を一括して周波数領域の信号に変換し、前記周波数領域の信号から各移動局に関連付けて選択したサブキャリアを用いて各移動局に対応するユーザ信号を認識し、ユーザ信号の周波数オフセットを補正するための補正信号をユーザ信号ごとに生成し、補正信号により当該ユーザ信号の周波数オフセットを補正し、補正した各ユーザ信号を復調処理するという方法である。

## 【 0 0 1 0 】

本発明に係る受信装置は、周波数分割多重方式の無線通信により交信する複数の移動局からの受信信号を一括して周波数領域の信号に変換するDFT部と、前記周波数領域の信号から各移動局に関連付けて選択したサブキャリアを用いて各移動局に対応するユーザ信号を認識するデマッピング部と、ユーザ信号の周波数オフセットを補正するための補正信号をユーザ信号ごとに生成する補正信号生成部と、補正信号により当該ユーザ信号の周波数オフセットを補正する周波数変換部と、補正した各ユーザ信号を復調処理する復調部とを備える。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 1 1 】

本発明によれば、簡易な周波数領域の処理を行う受信構成により、周波数分割多重方式による複数の移動局からの受信信号に含まれる周波数オフセットを受信信号ごとに補正することができる。これにより、優れた受信特性を実現することができる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 1 2 】

【 図 1 】 本発明に係る受信装置の第 1 の実施形態の構成を示すブロック図である。

【 図 2 】 SC - FDMA 方式における周波数オフセットに関する説明図である。

【 図 3 】 周波数領域における等価処理の際に用いられる無線フレームフォーマットの説明図である。

【 図 4 】 本発明に係る受信装置の第 2 の実施形態の構成を示すブロック図である。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 1 3 】

- 1 CP 除去部
- 2、7、13、21、24 DFT 部
- 3 デマッピング部
- 4 - 1 ~ 4 - K、27 - 1 ~ 27 - K 周波数変換部
- 5 - 1 ~ 5 - K 復調部
- 6 受信フィルタ
- 8、25 送受信フィルタ
- 9 参照信号生成部
- 10 チャンネル推定部
- 11、16 IDFT 部
- 12 雑音パス除去部
- 14 ウェイト計算部
- 15 等化フィルタ
- 17 - 1 ~ 17 - K 周波数オフセット補正信号生成部
- 18 周波数誤差検出部
- 19 平均化フィルタ
- 20 複素正弦波生成部
- 22 - 1 ~ 22 - K 干渉レプリカ生成部
- 23 シンボルレプリカ生成部
- 26 レプリカ生成部
- 28 マッピング部
- 29 干渉レプリカ減算部
- 30 - 1 ~ 30 - K 加算部

## 【 発明を実施するための最良の形態 】

## 【 0 0 1 4 】

本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。図 1 は、本発明の受信装置の第 1 の実施形態を示す構成図である。本実施形態の受信装置 1001 は、SC - FDMA 方式の無線通信により交信する複数のユーザ端末（図示略）間を接続する無線基地局である

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 5 】

受信装置 1 0 0 1 は、図 1 に示すように、C P (Cyclic Prefix) 除去部 1 と、D F T 部 2 と、デマッピング部 3 と、K ユーザ (K は 1 以上の整数) 分の周波数変換部 4 - 1 ~ 4 - K、復調部 5 - 1 ~ 5 - K、及び、周波数オフセット補正信号生成部 1 7 - 1 ~ 1 7 - K とを備える。

## 【 0 0 1 6 】

図 3 に、周波数領域における等化处理を行う際に用いられる無線フレームフォーマットの一例を示す。無線フレーム信号 3 0 0 は、パイロット信号 (3 0 1 A) あるいはデータ信号 (3 0 1 B) の複数のブロックと、離散フーリエ変換 (D F T) 処理の際に前方ブロックからのマルチパス干渉を回避するために各ブロックの先頭に付加される C P 3 0 2 とから構成される。C P 3 0 2 は、対応するブロックの最後部データを最前部にコピーすることにより生成される。図示の例は、無線フレーム信号 3 0 0 の両端にパイロットブロック 3 0 1 A \_\_ 1 及び 3 0 1 A \_\_ 2 があり、その間に 2 つのデータブロック 3 0 1 B \_\_ 1 及び 3 0 1 B \_\_ 2 が連続する構成である。

10

## 【 0 0 1 7 】

C P 除去部 1 は、受信信号のフレームから C P (図 3 : 3 0 2) に相当する部分を除去する。

## 【 0 0 1 8 】

D F T 部 2 は、ユーザ端末から受信した S C - F D M A 信号を全ユーザで一括して N D F T ポイント (N D F T は 2 以上の整数) の D F T を行い、周波数領域の信号へ変換する。

20

## 【 0 0 1 9 】

デマッピング部 3 は、D F T 部 2 から得られる出力サブキャリアから、受信処理に必要な一部のサブキャリアをユーザごとに選択することにより、所望のユーザ信号をゼロキャリア周波数に変換する。すなわち、デマッピング部 3 は、D F T 部 2 の処理結果である周波数領域の信号から一部のサブキャリアを用いて、各ユーザ端末からの受信信号に対応した周波数領域の信号を認識する。

## 【 0 0 2 0 】

周波数変換部 4 - 1 ~ 4 - K のそれぞれは、ユーザの受信信号に含まれる周波数オフセットを補正する。周波数オフセット補正後の信号は、周波数領域の信号に変換された受信信号と、周波数オフセット補正信号との畳み込み演算により表される。数 1、数 2 及び数 3 に、周波数領域の受信信号  $X_k$ 、周波数オフセット補正信号  $F_k$ 、及び、周波数オフセットが補正された信号  $X'k$  の式を示す。

30

## 【 0 0 2 1 】

## 【 数 1 】

$$X_k = \sum_{n=0}^{N-1} x_n e^{-j2\pi nk/N}$$

40

## 【 0 0 2 2 】

## 【 数 2 】

$$F_k = \sum_{n=0}^{N-1} f_n e^{-j2\pi nk/N}$$

## 【 0 0 2 3 】

【数3】

$$\begin{aligned}
 X'_k &= \sum_{n=0}^{N-1} x_n f_n e^{-j2\pi nk/N} \\
 &= \sum_{n=0}^{N-1} \left( \frac{1}{N} \sum_{m=0}^{N-1} X_m e^{j2\pi nm/N} \right) f_n e^{-j2\pi nk/N} \\
 &= \frac{1}{N} \sum_{m=0}^{N-1} X_m F_{k-m}
 \end{aligned}$$

10

ここで、 $X_n$ は時間領域の受信信号であり、 $f_n$ は時間領域の周波数オフセット補正信号（複素正弦波）である。また、数3により求められる $X'_k$ は、時間領域で周波数オフセット補正を施した受信信号を周波数領域へ変換した信号と等価である。

【0024】

ユーザ復調部5-1～5-Kのそれぞれは、受信フィルタ6、DFT部7、送受信フィルタ8、参照信号生成部9、チャネル推定部10、IDFT(Inverse DFT: 離散逆フーリエ変換)部11、雑音パス除去部12、DFT部13、ウエイト計算部14、等化フィルタ15、及び、IDFT部16で構成される。

20

【0025】

受信フィルタ6は、デマッピング部3から得られる受信信号のフィルタリングを行い、これにより雑音抑圧および他ユーザ信号の分離を行う。受信フィルタ6としては、レイズドコサインロールオフフィルタ（ロールオフ率=0を含む）を用いることができる。

【0026】

DFT部7は、対象となるユーザ端末のパイロット符号をDFTすることにより、パイロット符号を周波数領域の信号へ変換する。

【0027】

送受信フィルタ8は、周波数領域の信号に変換されたパイロット符号をフィルタリングする。

30

【0028】

参照信号生成部9は、送受信フィルタ8の出力を用いて、パイロット受信信号との相関処理に用いるパイロット参照信号を計算する。参照信号生成部9には、パイロット受信信号の符号特性を完全にキャンセルするゼロフォーシング法(ZF: Zero-Forcing)、あるいは、相関処理における雑音強調を抑える最小平均自乗誤差法(MMSE: Minimum Mean Square Error)、もしくは、クリッピング法等を適用することができる。

【0029】

なお、DFT部7、送受信フィルタ8、及び、参照信号生成部9による上記処理は、ユーザ毎に1度ずつ実行すればよい。また、あらかじめパイロット参照信号を計算してメモリへ蓄積しておくことにより、これらの処理を省略することができる。

40

【0030】

チャネル推定部10は、周波数領域のパイロット受信信号とパイロット参照信号との相関処理によりチャネル利得を推定する。

【0031】

IDFT部11は、推定されたチャネル利得を、いったん周波数領域から時間領域のチャネル応答へ変換する。

【0032】

雑音パス除去部12は、IDFT部11が出力するチャネル応答から、雑音パス、すな

50

わち雑音のみのポイントの信号を除去する。雑音パス除去部 1 2 には、時間窓フィルタあるいは雑音しきい値制御を用いることができる。時間窓フィルタの場合、チャンネル応答が CP 幅に収まっていると想定し、その CP 幅に相当する区間以外のポイントの信号を雑音パスとして「0」に置換する。雑音しきい値制御の場合は、所定の雑音しきい値以下のポイントの信号を雑音パスとして「0」に置換する。

【0033】

DFT部 1 3 は、雑音が除去された周波数領域のチャンネル応答を時間領域の信号へ変換する。

【0034】

ウエイト計算部 1 4 は、DFT部 1 3 からのチャンネル応答を用いて等化ウエイトを計算する。このウエイト計算部 1 4 には、前述の MMSE 法あるいは ZF 法を用いることができる。

10

【0035】

等化フィルタ 1 5 は、ウエイト計算部 1 4 で計算した等化ウエイトと受信フィルタ 6 でフィルタリングしたデータ受信信号とを乗じることにより、周波数領域で受信信号の等化処理を行う。

【0036】

IDFT部 1 6 は、周波数領域の等化信号に対し、NIDFTポイント (NIDFTは2以上の整数) のIDFTを行うことにより時間領域の信号へ変換する。変換された信号は、対象となるユーザ端末からの受信信号の復調信号として出力される。

20

【0037】

周波数オフセット補正信号生成部 1 7 - 1 ~ 1 7 - K のそれぞれは、周波数誤差検出部 1 8、平均化フィルタ 1 9、複素正弦波生成部 2 0、及び、DFT部 2 1 で構成される。

【0038】

周波数誤差検出部 1 8 は、雑音パス除去部 1 2 により雑音を除去された時間領域の連続する2つのチャンネル応答を用いて、受信信号の周波数誤差を検出する。検出にあたり、周波数誤差検出部 1 8 は、連続する2つのチャンネル応答間で同一タイミングにて得られる2つのパスのうち、レベルが大きい2つのパスに着目し、それらの位相変化に基づき周波数誤差を検出する。より具体的には、例えば、図3に示すフレーム構成において、周波数誤差検出部 1 8 は、両端のパイロットブロック 3 0 1 A\_\_1 及び 3 0 1 A\_\_2 のチャンネル応答が設定値を超えるレベルとなるパスを検知する。そして、検知したパスの第1ブロック (3 0 1 A\_\_1) の複素チャンネル利得の複素共役をとり、それを第2ブロック (3 0 1 A\_\_2) の複素チャンネル利得に乗じることにより周波数誤差ベクトルを求める。求めたベクトルにより表される位相情報は、周波数誤差信号として平均化フィルタ 1 9 に供給される。

30

【0039】

平均化フィルタ 1 9 は、周波数誤差信号を所定の時定数で平均することにより、周波数オフセットを求める。

【0040】

複素正弦波生成部 2 0 は、周波数オフセットに基づき、受信信号のブロック長に相当する複素正弦波を生成する。この複素正弦波は、周波数オフセットを補正するための時間領域の情報である。複素正弦波  $f_n$  は、周波数オフセットを  $f$  とすると、次の数4で表される。

40

【0041】

【数4】

$$f_n = e^{-j2\pi\Delta f n/N} \quad (0 \leq \Delta f < 1)$$

ここで、周波数オフセット  $f$  の最大値はサブキャリア間隔としている。

50

## 【 0 0 4 2 】

DFT部21は、複素正弦波をDFTすることにより、複素正弦波を周波数領域の周波数オフセット補正信号へ変換する。DFT部21の演算結果である周波数オフセット補正信号は、対応する周波数変換部(4-1~4-K)へ供給される。

## 【 0 0 4 3 】

なお、複素正弦波生成部20で生成する任意の周波数の複素正弦波のDFT結果は、解析により導出することができる。よって、周波数誤差信号を用いた関数計算あるいはテーブル参照により、周波数オフセット補正信号を生成してもよい。これにより、平均化フィルタ19の出力である周波数オフセット( $f$ )から直接的に周波数オフセット補正信号が求められる。その場合の周波数オフセット補正信号 $F_k$ は、次の数5により計算することができる。

## 【 0 0 4 4 】

## 【 数 5 】

$$\begin{aligned}
 F_k &= \sum_{n=0}^{N-1} f_n e^{-j2\pi nk/N} \\
 &= \sum_{n=0}^{N-1} e^{-j2\pi \Delta f n/N} e^{-j2\pi nk/N} \\
 &= \frac{\sin(\pi(k+\Delta f))}{\sin(\pi(k+\Delta f)/N)} e^{-j\pi(k+\Delta f)\left(\frac{N-1}{N}\right)} \\
 &\approx \text{sinc}(\pi(k+\Delta f)) e^{-j\pi(k+\Delta f)} \quad (\text{for large } N)
 \end{aligned}$$

10

20

以上説明したように、本実施形態の受信装置1001は、SC-FDMA方式の全ユーザ分の受信信号を一括して周波数領域の信号に変換し、変換した信号からユーザ端末に対応する一部のサブキャリアを選択する。そして、選択したサブキャリアを用いて認識した各ユーザの受信信号を、周波数オフセット補正したうえで復調処理する。よって、本実施形態によれば、周波数領域の処理を行う簡易な受信構成により、受信信号の周波数オフセットを補正することができる。これにより、優れた受信特性を実現することができる。

## 【 0 0 4 5 】

図4に、本発明の他の実施形態の構成を示す。本実施形態の受信装置1002は、図1に示す受信装置1001と同様な構成に加え、干渉レプリカ減算部29と、Kユーザ分の加算部30-1~30-Kと、Kユーザ分の干渉レプリカ生成部22-1~22-Kおよび周波数変換部27-1~27-Kと、マッピング部28とを備える。

## 【 0 0 4 6 】

干渉レプリカ生成部22-1~22-Kのそれぞれは、図4に示すように、シンボルレプリカ生成部23、DFT部24、送受信フィルタ25、及び、レプリカ生成部26で構成される。

## 【 0 0 4 7 】

シンボルレプリカ生成部23は、復調信号のビット判定を行い、その判定信号からシンボルレプリカ、すなわち復調信号の複製を生成する。シンボルレプリカ生成部23には、硬判定シンボルレプリカを生成する方法、あるいは、硬判定シンボルレプリカを生成して所定のレプリカ重み係数(1以下の定数)を乗算する方法、もしくは、ビット尤度から軟判定シンボルレプリカを生成する方法などを適用することができる。また、図4に示す構成では、復調信号からシンボルレプリカが生成されるが、より高精度なレプリカ生成を行

30

40

50

うために、誤り訂正復号後のビットからシンボルレプリカを生成する方法を適用してもよい。

【0048】

DFT部24は、シンボルレプリカをDFTすることにより、シンボルレプリカを周波数領域の信号へ変換する。

【0049】

送受信フィルタ25は、周波数領域のシンボルレプリカにフィルタリングを施す。

【0050】

レプリカ生成部26は、フィルタリングを経たシンボルレプリカとチャネル利得とを乗じることにより、干渉信号の複製である干渉レプリカを生成する。

10

【0051】

周波数変換部27-1~27-Kのそれぞれは、対応するユーザ信号の周波数オフセットと干渉レプリカの周波数オフセットとを対応させるために、干渉レプリカにユーザ信号の周波数オフセットを与える。すなわち、干渉レプリカと、対応するユーザ信号の周波数オフセットとの畳み込み演算を行うことにより、干渉レプリカに周波数オフセットを反映させる。

【0052】

マッピング部28は、周波数変換部27-1~27-Kからの干渉レプリカをサブキャリア毎に合成し、受信信号と同じDFTウィンドウにマッピングする。

【0053】

干渉レプリカ減算部29は、周波数領域の受信信号から全ユーザ分の干渉レプリカを一括的に減算する。加算部30-1~30-Kのそれぞれは、干渉レプリカ減算部29からデマッピング部3を経て得られたユーザ信号に、そのユーザ信号の干渉レプリカを加算して戻す。

20

【0054】

図4に示す上記構成では、干渉レプリカ減算部29および加算部30-1~30-Kによりユーザ間の隣接チャネル干渉を除去するが、この構成に替えて、加算部30-1~30-Kを削除した構成であってもよい。その場合、マッピング部28によりユーザ毎に干渉レプリカを生成し、その干渉レプリカを用いて、干渉レプリカ減算部29が所望のユーザ信号を残すよう隣接チャネル干渉を除去する。

30

【0055】

以上説明した受信装置1002によれば、前述した第1の実施形態の動作に加え、ユーザ毎に復調信号から干渉レプリカを生成する。そして、周波数オフセットを加味した干渉レプリカを受信信号から減算することにより、ユーザ信号間の隣接チャネル干渉を除去する。よって、本実施形態によれば、さらに、隣接チャネル干渉の影響を受け難い優れた受信特性を実現することができる。

【0056】

なお、上記各実施形態では、時間領域と周波数領域との間の信号変換がDFT及びIDFTにより行われるが、これに替えて、高速フーリエ変換(FFT:Fast Fourier Transform)及び高速逆フーリエ変換(IFFT:Inverse Fast Fourier Transform)、あるいは他の信号変換アルゴリズムを用いてもよい。

40

【0057】

また、上記各実施形態では、無線通信の周波数分割多重方式がSC-FDMAであったが、本発明の適用範囲はSC-FDMAに限定されず、例えば、直交周波数多重分割方式(OFDMA)であってもよい。

【0058】

また、上記各実施形態に係る受信装置内の各部を構成するハードウェアは、特に限定されるものではなく、各々の機能を実現可能なものであればよく、たとえば各々独立して回路又はユニットを構成するものでも、1つの回路又はユニット内に一体的に構成したものでも、いずれでも適用可能である。また、各部の機能の少なくとも一部を装置内に搭載さ

50

れるプロセッサ（CPU：Central Processing Unit）によるソフトウェア処理で実現することも可能である。この場合には、プロセッサのソフトウェア処理で用いられるプログラム及びこれを格納するメモリ等の記録媒体（装置内に実装されるものでも、可搬型のものでもいずれでもよい）も本発明の範疇に含まれる。

【0059】

以上、上記各実施形態を参照して本願発明を説明したが、本願発明は上記各実施形態に限定されるものではない。本願発明の構成や詳細には、本願発明の範囲内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。

【0060】

この出願は、2006年10月16日に出願された日本出願特願2006-281362号を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

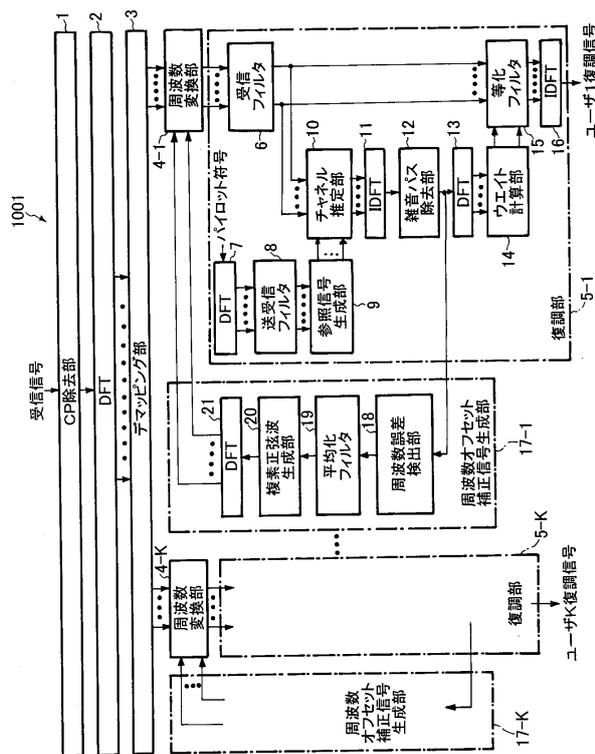
10

【産業上の利用可能性】

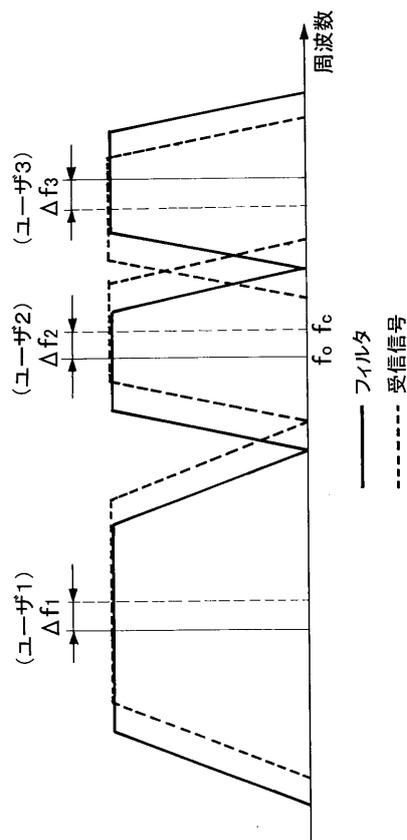
【0061】

以上説明したように、本発明は、SC-FDMA方式あるいはOFDMAのような周波数分割多重方式の無線システムにおける受信方法および受信装置に適用可能である。

【図1】



【図2】





## フロントページの続き

審査官 高野 洋

- (56)参考文献 特開2005-253021(JP,A)  
特開平11-346204(JP,A)  
特開平10-070520(JP,A)  
特開2006-94252(JP,A)  
特開2004-274722(JP,A)  
特開平10-190609(JP,A)  
特開2003-134078(JP,A)  
特開2005-151227(JP,A)  
国際公開第2006/092852(WO,A1)  
木村亮太, 船田龍平, 原田博司, 篠田庄司, 上りリンクDPC-OF/TDMA におけるタイミング同期法の提案, 電子情報通信学会技術研究報告, 日本, 社団法人電子情報通信学, 2004年 4月16日, vol.104, No.20, pp.43-48  
NTT DoCoMo, Fujitsu, Mitsubishi Electric Corporation, NEC, Panasonic, SHARP, Toshiba Corporation, Orthogonal Pilot Channel in the Same Node B in Evolved UTRA Uplink, TSG-RAN WG1 #42bis R1-051142, 2005年10月14日, pp.1-9

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04J 11/00  
H04J 1/00