

(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2010-278722

(P2010-278722A)

(43) 公開日 平成22年12月9日(2010.12.9)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H04J 11/00 (2006.01)	H04J 11/00	5K022
H04J 1/00 (2006.01)	H04J 1/00	5K052
H04B 1/10 (2006.01)	H04B 1/10	L

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2009-128748 (P2009-128748)	(71) 出願人	000005049
(22) 出願日	平成21年5月28日 (2009. 5. 28)		シャープ株式会社
			大阪府大阪市阿倍野区長池町2番22号
		(74) 代理人	100094776
			弁理士 船山 武
		(74) 代理人	100129115
			弁理士 三木 雅夫
		(74) 代理人	100133569
			弁理士 野村 進
		(74) 代理人	100138759
			弁理士 大房 直樹
		(74) 代理人	100131473
			弁理士 覚田 功二

最終頁に続く

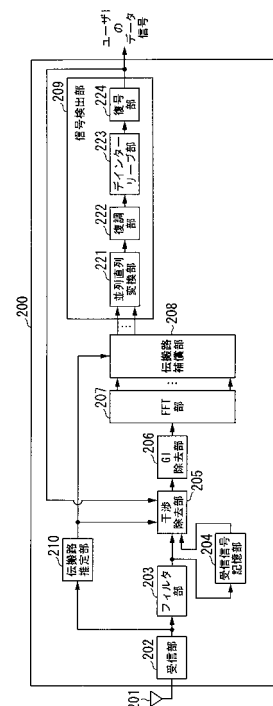
(54) 【発明の名称】 受信装置、受信方法、通信システムおよび通信方法

(57) 【要約】

【課題】 ガードインターバル区間を越える遅延波が存在する環境下でも伝送特性を改善する。

【解決手段】 本発明による受信装置は、直交周波数を用いてユーザが多重されている信号を受信する受信部と、受信した信号から非所望ユーザの信号成分を抑圧するように時間領域においてフィルタリング処理するフィルタ部と、フィルタリング処理した信号の復号処理結果を用いて生成した干渉成分を、該フィルタリング処理した信号から除去して出力する干渉除去部と、干渉除去部により出力した信号を復号処理して復号処理結果を出力する信号検出部とを備え、干渉除去部による処理と、信号検出部による処理とを、所定の条件が満たされるまで繰り返す。干渉除去部は、繰り返しのうち初回は干渉成分の生成および除去を行わずにフィルタリング処理した信号または受信部により受信した信号を出力し、その後は前回の復号処理結果を用いて干渉成分を生成する。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

直交周波数を用いてユーザが多重されている信号を受信する受信部と、
前記受信部により受信した信号から非所望ユーザの信号成分を抑圧するように時間領域においてフィルタリング処理するフィルタ部と、
前記フィルタ部によりフィルタリング処理した信号の復号処理結果を用いて生成した干渉成分を、該フィルタリング処理した信号から除去して出力する干渉除去部と、
前記干渉除去部により出力した信号を復号処理して復号処理結果を出力する信号検出部と、
を備え、
前記干渉除去部による処理と、前記信号検出部による処理とを、所定の条件が満たされるまで繰り返し行い、
前記干渉除去部は、前記繰り返しのうち初回は干渉成分の生成および除去を行わずに前記フィルタリング処理した信号または前記受信部により受信した信号を出力し、その後は前回の復号処理結果を用いて干渉成分を生成すること、
を特徴とする受信装置。

10

【請求項 2】

前記受信部により受信した信号に含まれる制御信号から所望ユーザに対するデータ信号がマッピングされているサブキャリア位置を検出する制御信号検出部をさらに備えること、
を特徴とする請求項 1 に記載の受信装置。

20

【請求項 3】

前記干渉除去部は、前記サブキャリア位置に基づいて干渉除去処理を行うこと、
を特徴とする請求項 2 に記載の受信装置。

【請求項 4】

前記フィルタ部は、前記サブキャリア位置に基づいてフィルタリング処理する帯域を設定すること、
を特徴とする請求項 2 に記載の受信装置。

【請求項 5】

前記信号検出部は誤り訂正復号処理を行って軟判定値を出力し、
前記干渉除去部は、
前記信号検出部により出力した軟判定値を用いて干渉レプリカを生成するレプリカ生成部と、
前記フィルタ部によりフィルタリング処理した信号から前記干渉レプリカを減算する減算部と、
を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の受信装置。

30

【請求項 6】

直交周波数を用いてユーザが多重されている信号を受信する第 1 の過程と、
前記第 1 の過程により受信した信号から非所望ユーザの信号成分を抑圧するように時間領域においてフィルタリング処理する第 2 の過程と、
前記第 2 の過程によりフィルタリング処理した信号の復号処理結果を用いて生成した干渉成分を、該フィルタリング処理した信号から除去して出力する第 3 の過程と、
前記第 3 の過程により出力した信号を復号処理して復号処理結果を出力する第 4 の過程と、
を有し、
前記第 3 の過程による処理と、前記第 4 の過程による処理とを、所定の条件が満たされるまで繰り返し行い、
前記第 3 の過程は、前記繰り返しのうち初回は干渉成分の生成および除去を行わずに前記フィルタリング処理した信号または前記第 1 の過程により受信した信号を出力し、その後は前回の復号処理結果を用いて干渉成分を生成すること、

40

50

を特徴とする受信方法。

【請求項 7】

直交周波数を用いてユーザを多重した信号を送信する送信装置と、
前記送信装置により送信された信号を受信し復号する受信装置とを備える通信システムであって、

前記受信装置は、

前記送信された信号を受信する受信部と、

前記受信部により受信した信号から非所望ユーザの信号成分を抑圧するように時間領域においてフィルタリング処理するフィルタ部と、

前記フィルタ部によりフィルタリング処理した信号の復号処理結果を用いて生成した干渉成分を、該フィルタリング処理した信号から除去して出力する干渉除去部と、

前記干渉除去部により出力した信号を復号処理して復号処理結果を出力する信号検出部と、

を備え、

前記干渉除去部による処理と、前記信号検出部による処理とを、所定の条件が満たされるまで繰り返し行い、

前記干渉除去部は、前記繰り返しのうち初回は干渉成分の生成および除去を行わずに前記フィルタリング処理した信号または前記受信部により受信した信号を出力し、その後は前回の復号処理結果を用いて干渉成分を生成すること、

を特徴とする通信システム。

【請求項 8】

直交周波数を用いてユーザを多重した信号を送信する過程と、

前記送信する過程により送信された信号を受信装置により受信し復号する過程とを有する通信方法であって、

前記受信し復号する過程は、

前記送信された信号を受信する第 1 の過程と、

前記第 1 の過程により受信した信号から非所望ユーザの信号成分を抑圧するように時間領域においてフィルタリング処理する第 2 の過程と、

前記第 2 の過程によりフィルタリング処理した信号の復号処理結果を用いて生成した干渉成分を、該フィルタリング処理した信号から除去して出力する第 3 の過程と、

前記第 3 の過程により出力した信号を復号処理して復号処理結果を出力する第 4 の過程と、

を有し、

前記第 3 の過程による処理と、前記第 4 の過程による処理とを、所定の条件が満たされるまで繰り返し行い、

前記第 3 の過程は、前記繰り返しのうち初回は干渉成分の生成および除去を行わずに前記フィルタリング処理した信号または前記第 1 の過程により受信した信号を出力し、その後は前回の復号処理結果を用いて干渉成分を生成すること、

を特徴とする通信方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、受信装置、受信方法、通信システムおよび通信方法に関する。

【背景技術】

【0002】

無線通信システムにおいて、例えば、OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex: 直交周波数分割多重) を用いた伝送方式は、マルチキャリア化とガードインターバル (GI: Guard Interval) の挿入によって、高速デジタル信号伝送におけるマルチパスフェージングの影響を軽減できる。しかし、OFDM において、ガードインターバル区間を越える遅延波が存在すると、前のシンボルが高速フーリエ変換 (FFT: Fast Fourier

10

20

30

40

50

er Transform) 区間に入り込むことにより生じるシンボル間干渉 (ISI: Inter Symbol Interference) や、高速フーリエ変換区間にシンボルの切れ目、つまり信号の不連続区間が入ることによって生じるキャリア間干渉 (ICI: Inter Carrier Interference) が生じ、特性劣化の原因となる。

【0003】

図14は、マルチパス環境を経て送信装置から受信装置に到達する信号を示す図である。図14において、横軸は時間を示している。OFDMシンボルは、有効シンボルと、該有効シンボルの前に該有効シンボルの後半部分をコピーして付加したガードインターバルとで構成されている。

【0004】

先行波 s_1 (最初に到来した波) と同期をとり、区間 t_4 でFFT処理を行った場合、遅延波 s_2 は遅延時間がガードインターバル以内の遅延 t_1 におさまった場合を示し、遅延波 s_3 および s_4 はガードインターバルを超える遅延 t_2 および t_3 が生じた遅延波を示している。なお、先行波、遅延波を到来波とも称する。斜線部は、所望OFDMシンボルの前のOFDMシンボルの成分を示す。

遅延波 s_3 および s_4 については、その前にある斜線部が示すように、所望OFDMシンボルの前のOFDMシンボルが所望OFDMシンボルのFFT区間内に入っており、シンボル間干渉 (ISI: Inter-Symbol Interference) となる。また、遅延波 s_3 では、区間 t_4 に所望OFDMシンボルと所望OFDMシンボルの前のOFDMシンボルとの切れ目が入ることになり、キャリア間干渉 (ICI: Inter-Carrier Interference) が生じる。遅延波 s_4 においても、同様に、区間 t_4 に所望OFDMシンボルと所望OFDMシンボルの前のOFDMシンボルとの切れ目が入り、キャリア間干渉が生じる。

【0005】

これらシンボル間干渉、キャリア間干渉による特性劣化を改善するための一手法が以下の特許文献1で提案されている。この従来技術では、受信装置において、一度復調動作を行った後、誤り訂正結果 (MAP (Maximum A posteriori Probability: 最大事後確率) 復号器出力) を利用し、前記シンボル間干渉成分および前記キャリア間干渉成分を含む所望以外のサブキャリアの複製信号 (干渉レプリカ信号) を作成した後、これを受信信号から除去した信号に対し、MMSE (最小平均二乗誤差) 規範に基づいた信号等化処理、再度復調動作を行う過程を繰り返し行うことにより、シンボル間干渉、キャリア間干渉による特性劣化の改善を行っている。このように、干渉除去、等化処理及び復号処理を、軟判定結果をやり取りしながら繰り返し行う技術をターボ等化と呼ぶ。

【0006】

ところで、無線通信システムにおいて、OFDMを用いた多元接続として、OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access: 直交周波数分割多元接続) がある (例えば、非特許文献1)。図15は、直交したサブキャリア群に2つのユーザを割り当てたOFDMAの例である。12サブキャリアのうち、左から6サブキャリアはユーザ1が占有し、残りの6サブキャリアはユーザ2が占有している。各々のユーザが占有した各サブキャリアには、該ユーザが送信するデータ変調シンボルが配置される。

このOFDMAにおいても、ガードインターバル区間を超える遅延波が存在すると、シンボル間干渉、キャリア間干渉が発生し、各ユーザの伝送特性が劣化する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2004-221702号公報

【非特許文献】

【0008】

【非特許文献1】“3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio

10

20

30

40

50

Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels and Modulation (Release 8) " 3GPP TS 36.211 V8.3.0, 2008年5月

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

OFDMA信号を受信した受信装置がターボ等化処理を行う場合、他のユーザの誤り訂正復号結果が必要となる。たとえば、図15に記載のように2つのユーザが直交周波数多元接続されたOFDMA信号をユーザ1の受信装置が受信した場合、シンボル間干渉レプリカを生成するためには、非所望信号であるユーザ2に対する信号を復号し、さらにその復号結果からユーザ2の変調シンボルを生成する必要がある。ユーザ1が、ユーザ2の復号処理および変調シンボル生成を行うためには、ユーザ2のMCS (Modulation and Coding Scheme: 変調及び符号化方式) 等の復調処理、復号処理を行うために必要な制御情報を知っている必要がある。しかしながら、ユーザ1およびユーザ2は、各々が固有のユーザIDで秘匿性が保護されているため、他のユーザのMCSを知ることができず、そのため、十分な特性改善が見込めない。また、他のユーザのMCSを通知し、他のユーザの誤り訂正復号をする場合、制御信号の増加により利用効率の低下となる。

10

【0010】

本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、その目的は、ガードインターバル区間を越える遅延波が存在する環境下で複数のユーザのデータ信号が配置されたマルチキャリア信号を受信した場合においても、制御信号などのオーバーヘッドを増加させることなく、シンボル間干渉、サブキャリア間干渉を除去し、伝送特性を改善できる受信装置および受信方法を提供することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記課題を解決するために、本発明による受信装置は、直交周波数を用いてユーザが多重されている信号を受信する受信部と、前記受信部により受信した信号から非所望ユーザの信号成分を抑圧するように時間領域においてフィルタリング処理するフィルタ部と、前記フィルタ部によりフィルタリング処理した信号の復号処理結果を用いて生成した干渉成分を、該フィルタリング処理した信号から除去して出力する干渉除去部と、前記干渉除去部により出力した信号を復号処理して復号処理結果を出力する信号検出部と、を備え、前記干渉除去部による処理と、前記信号検出部による処理とを、所定の条件が満たされるまで繰り返し行い、前記干渉除去部は、前記繰り返しのうち初回は干渉成分の生成および除去を行わずに前記フィルタリング処理した信号または前記受信部により受信した信号を出力し、その後は前回の復号処理結果を用いて干渉成分を生成する。

30

好ましくは、前記受信装置は、前記受信部により受信した信号に含まれる制御信号から所望ユーザに対するデータ信号がマッピングされているサブキャリア位置を検出する制御信号検出部をさらに備える。

また、好ましくは、前記干渉除去部は、前記サブキャリア位置に基づいて干渉除去処理を行う。

40

また、好ましくは、前記フィルタ部は、前記サブキャリア位置に基づいてフィルタリング処理する帯域を設定する。

また、好ましくは、前記信号検出部は誤り訂正復号処理を行って軟判定値を出力し、前記干渉除去部は、前記信号検出部により出力した軟判定値を用いて干渉レプリカを生成するレプリカ生成部と、前記フィルタ部によりフィルタリング処理した信号から前記干渉レプリカを減算する減算部と、を備える。

【0012】

また、本発明による受信方法は、直交周波数を用いてユーザが多重されている信号を受信する第1の過程と、前記第1の過程により受信した信号から非所望ユーザの信号成分を

50

抑圧するように時間領域においてフィルタリング処理する第２の過程と、前記第２の過程によりフィルタリング処理した信号の復号処理結果を用いて生成した干渉成分を、該フィルタリング処理した信号から除去して出力する第３の過程と、前記第３の過程により出力した信号を復号処理して復号処理結果を出力する第４の過程と、を有し、前記第３の過程による処理と、前記第４の過程による処理とを、所定の条件が満たされるまで繰り返し行い、前記第３の過程は、前記繰り返しのうち初回は干渉成分の生成および除去を行わずに前記フィルタリング処理した信号または前記第１の過程により受信した信号を出力し、その後は前回の復号処理結果を用いて干渉成分を生成する。

【００１３】

また、本発明による通信システムは、直交周波数を用いてユーザを多重した信号を送信する送信装置と、前記送信装置により送信された信号を受信し復号する受信装置とを備える通信システムであって、前記受信装置は、前記送信された信号を受信する受信部と、前記受信部により受信した信号から非所望ユーザの信号成分を抑圧するように時間領域においてフィルタリング処理するフィルタ部と、前記フィルタ部によりフィルタリング処理した信号の復号処理結果を用いて生成した干渉成分を、該フィルタリング処理した信号から除去して出力する干渉除去部と、前記干渉除去部により出力した信号を復号処理して復号処理結果を出力する信号検出部と、を備え、前記干渉除去部による処理と、前記信号検出部による処理とを、所定の条件が満たされるまで繰り返し行い、前記干渉除去部は、前記繰り返しのうち初回は干渉成分の生成および除去を行わずに前記フィルタリング処理した信号または前記受信部により受信した信号を出力し、その後は前回の復号処理結果を用いて干渉成分を生成する。

【００１４】

また、本発明による通信方法は、直交周波数を用いてユーザを多重した信号を送信する過程と、前記送信する過程により送信された信号を受信装置により受信し復号する過程とを有する通信方法であって、前記受信し復号する過程は、前記送信された信号を受信する第１の過程と、前記第１の過程により受信した信号から非所望ユーザの信号成分を抑圧するように時間領域においてフィルタリング処理する第２の過程と、前記第２の過程によりフィルタリング処理した信号の復号処理結果を用いて生成した干渉成分を、該フィルタリング処理した信号から除去して出力する第３の過程と、前記第３の過程により出力した信号を復号処理して復号処理結果を出力する第４の過程と、を有し、前記第３の過程による処理と、前記第４の過程による処理とを、所定の条件が満たされるまで繰り返し行い、前記第３の過程は、前記繰り返しのうち初回は干渉成分の生成および除去を行わずに前記フィルタリング処理した信号または前記第１の過程により受信した信号を出力し、その後は前回の復号処理結果を用いて干渉成分を生成する。

【発明の効果】

【００１５】

本発明によれば、ガードインターバル区間を越える遅延波が存在する環境下で複数のユーザのデータ信号が配置されたマルチキャリア信号を受信した場合、制御信号などのオーバーヘッドを増加させることなく、シンボル間干渉、サブキャリア間干渉を除去し、伝送特性を改善できる。

【図面の簡単な説明】

【００１６】

【図１】本発明の第１の実施形態に係る送信装置１００の構成を示す概略ブロック図である。

【図２】シンボル生成部１０２ - n から入力されるユーザ n の変調シンボルをIFFT部１０３の入力ポイントにマッピングする例を示す図である。

【図３】本発明の第１の実施形態に係る受信装置２００の構成を示す概略ブロック図である。

【図４】FFT部２０７から出力される信号の各サブキャリア成分を示す図である。

【図５】干渉除去部２０５の構成を示す概略ブロック図である。

10

20

30

40

50

【図 6】レプリカ生成部 2 3 2 の構成を示す概略ブロック図である。

【図 7】受信装置 2 0 0 の動作を説明するフローチャートである。

【図 8】本発明の第 2 の実施形態に係る送信装置 3 0 0 の構成を示す概略ブロック図である。

【図 9】シンボル生成部 1 0 2 - n から入力されるユーザ n の変調シンボルと制御信号を I F F T 部 3 0 3 の入力ポイントにマッピングする例を示す図である。

【図 1 0】本発明の第 2 の実施形態に係る受信装置 4 0 0 の構成を示す概略ブロック図である。

【図 1 1】干渉除去部 4 0 5 の処理が初回処理である場合における F F T 部 2 0 7 の出力信号を示す図である。

10

【図 1 2】干渉除去部 4 0 5 の処理が繰り返し処理である場合における F F T 部 2 0 7 の出力信号を示す図である。

【図 1 3】受信装置 4 0 0 の動作を説明するフローチャートである。

【図 1 4】マルチパス環境を経て送信装置から受信装置に到達する信号を示す図である。

【図 1 5】直交したサブキャリア群に 2 つのユーザを割り当てた O F D M A の例である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 7 】

以下、本発明の実施の形態について、詳細に説明する。本発明の実施形態では、送信装置が、直交周波数を用いてユーザが多重されている信号である O F D M A の信号を送信する場合で説明する。

20

【 0 0 1 8 】

[第 1 の実施形態]

本発明の第 1 の実施形態による通信システムは、O F D M のサブキャリアに複数のユーザが割り当てられた O F D M A の信号を送信する送信装置 1 0 0 と前記送信装置 1 0 0 が送信した信号を受信する受信装置 2 0 0 とから構成される。例えば、前記送信装置 1 0 0 は、移動通信システムの下りリンクにおける基地局に設置され、前記受信装置は、移動通信システムの下りリンクにおける移動端末に搭載される。以下では、送信装置 1 0 0 はセルラーシステムの基地局に設置され、受信装置 2 0 0 は、前記基地局にリンクしている複数の移動端末のうちの一つの移動端末に搭載されている場合で説明する。

【 0 0 1 9 】

30

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係る送信装置 1 0 0 の構成を示す概略ブロック図である。送信装置 1 0 0 は、シンボル生成部 1 0 2 - 1 ~ 1 0 2 - N、I F F T (逆高速フーリエ変換) 部 1 0 3、G I 挿入部 1 0 4、送信部 1 0 5 及びパイロット生成部 1 0 6 を含んで構成され、送信部 1 0 5 にアンテナ部 1 0 1 が接続されている。なお、N は、送信装置 1 0 0 が配置された基地局にリンクすることができるユーザ数である。

【 0 0 2 0 】

シンボル生成部 1 0 2 - n (n = 1、2、・・・、N) は、基地局の送信装置 1 0 0 からユーザ n に送信する信号を生成する。シンボル生成部 1 0 2 - n は、符号部 1 1 1 - n、インターリーブ部 1 1 2 - n、変調部 1 1 3 - n、直列並列変換部 1 1 4 - n を備えている。

40

シンボル生成部 1 0 2 - n には、M A C (Media Access Control、媒体アクセス制御) 部等 (図 1 には示さない。M A C 部等とは、M A C 層、ネットワーク層などの上位層に位置する機能をいう。) から入力されたユーザ n に送信するデータ信号が入力される。なお、データ信号とは制御信号以外の信号を意味し、コンピュータ処理に用いられるデータ信号だけでなく、圧縮符号化された音声信号、映像信号、その他の情報信号を含み、以下も同様である。符号部 1 1 1 - n は、入力されたユーザ n のデータ信号に対して、ターボ符号、L D P C (Low Density Parity Check : 低密度パリティ検査)、畳み込み符号などのうちいずれかの誤り訂正符号化処理を行う。インターリーブ部 1 1 2 - n は、周波数選択性フェージングによる受信電力の落ち込みに基づいてバースト誤りが生ずるのを改善するために、符号部 1 1 1 - n から出力されるユーザ n の符号化されたデータ信号の並び順を

50

入れ替える。変調部 113 - n は、インターリーブ部 112 - n が出力するユーザ n の符号化されたデータ信号に対して、BPSK (Binary Phase Shift Keying: 2 相位相偏移変調)、QPSK (Quadrature Phase Shift Keying: 4 相位相偏移変調)、16QAM (16 Quadrature Amplitude Modulation: 16 値直交振幅変調)、64QAM (64 Quadrature Amplitude Modulation: 64 値直交振幅変調) などのデータ変調を行って変調シンボルを生成する。直列並列変換部 114 - n は、変調部 113 - n が出力するユーザ n の変調シンボルを IFFT 部 103 への入力基準に基づいて、直列から並列に並べ替える。

【0021】

10

パイロット生成部 106 は、受信装置において伝搬路を推定できるパイロットシンボルを生成する。前記パイロットシンボルは、送信装置 100 が設置された基地局にリンクしている移動端末毎 (ユーザ毎) に共通でもよいし、ユーザ毎に規定されていてもよい。前記パイロットシンボルを構成する符号系列は、アダマール符号、CAZAC (Constant Amplitude Zero Auto-Correlation) 系列などの直交した系列であることが好ましい。

IFFT 部 103 は、MAC 部等 (図示しない) から通知される信号割当情報に基づいて、シンボル生成部 102 - n から入力されるユーザ n の変調シンボルとパイロットシンボルとを IFFT 入力ポイントにマッピングし、IFFT 処理を行うことで、それぞれのシンボルを周波数領域の信号から時間領域の信号に変換する。

【0022】

20

図 2 は、シンボル生成部 102 - n から入力されるユーザ n の変調シンボルとパイロットシンボルとを IFFT 部 103 の入力ポイントにマッピングする例を示す図である。図 2 は、IFFT ポイント数が 16、ユーザ数が 4 ($N = 4$) で、各ユーザに OFDMA の 3 つのサブキャリアを割り当てる場合である。また各ユーザを配置したサブキャリアの間にパイロットシンボルを割り当てている。各ユーザの IFFT 入力ポイントへのマッピング位置およびマッピング数などのユーザ割当情報は信号割当情報により通知される。信号割当情報が通知するマッピング位置およびマッピング数は、送信装置 100 が備えられた基地局と各ユーザの移動端末との間の伝搬路状況および基地局が各ユーザの移動端末へ送信するデータ量などに基づいて決定される。この各ユーザのマッピング位置およびマッピング数を決定することをスケジューリングと呼ぶ。信号割当情報は、該ユーザと同じ OFDM シンボル、同じフレームで移動端末に通知してもよいし、異なってもよい。

30

なお、図 2 では、各ユーザに同じ数のサブキャリア数 (IFFT 入力ポイント数) を割り当てているが、ユーザ毎に異なってもよい。また、各ユーザにマッピングするサブキャリア (IFFT 入力ポイント位置) は隣接せずに散在してもよい。また、パイロットシンボルを割り当てるサブキャリアは、OFDM シンボル毎、フレーム毎に異なってもよい。

なお、図 2 では、OFDMA を構成するサブキャリアにユーザのデータ信号、パイロット信号をマッピングしているが、各ユーザに対する制御信号を含んでもよい。

【0023】

40

図 1 に戻り、GI 挿入部 104 は、IFFT 部 103 が変換した時間領域の信号にガードインターバル (GI) を付加する。例えば、IFFT 部が出力する時間領域の信号 (有効シンボル) の後半の一部をコピーし、有効シンボルの先頭に付加する。GI を付加した有効シンボルを OFDM シンボルと呼ぶ。GI 挿入部 104 が出力する信号を $s(t)$ とすると、次式 (1) で表せる。

【0024】

【数 1】

$$s(t) = \frac{1}{\sqrt{N_f}} \sum_{l=-\infty}^{\infty} \sum_{k=0}^{N_f-1} c_{k,l} e^{jk\Delta_f(t-lT_s)} \quad (1)$$

【0025】

ただし、 N_f はIFFTポイント数、 $c_{k,l}$ は、第1番目のOFDMシンボルの第kサブキャリアに割り当てられたシンボル、 Δ_f はサブキャリア間隔、 T_s はOFDMシンボル長（GI長を含む）、 j は虚数単位である。図2に示すユーザ割当の場合、 $c_{k,l}$ のうち、 $c_{0,l} \sim c_{2,l}$ はユーザ1の変調シンボルが割り当てられ（図2に示すIFFT入力ポイントの1～3）、 $c_{4,l} \sim c_{6,l}$ はユーザ2の変調シンボルが割り当てられ（図2に示すIFFT入力ポイントの5～7）、 $c_{8,l} \sim c_{10,l}$ はユーザ3の変調シンボルが割り当てられ（図2に示すIFFT入力ポイントの9～11）、 $c_{12,l} \sim c_{14,l}$ はユーザ4の変調シンボルが割り当てられる（図2に示すIFFT入力ポイントの13～15）。また、 $c_{3,l}$ （図2に示すIFFT入力ポイントの4）、 $c_{7,l}$ （図2に示すIFFT入力ポイントの8）、 $c_{11,l}$ （図2に示すIFFT入力ポイントの12）、 $c_{15,l}$ （図2に示すIFFT入力ポイントの16）には、パイロットシンボルが割り当てられる。

【0026】

送信部105は、GI挿入部104が出力するOFDMシンボルをアナログ信号に変換し（Digital to Analog変換）、アナログ信号に変換された信号に対して帯域制限を行うフィルタリング処理を行い、さらにフィルタリング処理された信号を送信可能な周波数帯域に変換し、アンテナ部101を介して送信する。この送信装置100が出力する信号をOFDMA信号と呼ぶ。

【0027】

図3は、本発明の第1の実施形態に係る受信装置200の構成を示す概略ブロック図である。受信装置200は、送信装置100が送信する信号を受信するユーザ1の移動端末に搭載されているとして説明する。なお、ユーザ n （ $n=2, \dots, N$ ）の移動端末に搭載される受信装置も、少なくとも同様の機能を有することが可能である。

受信装置200は、受信部202、フィルタ部203、受信信号記憶部204、干渉除去部205、GI除去部206、FFT部207、伝搬路補償部208、信号検出部209、伝搬路推定部210を具備し、受信部202にアンテナ部201が接続されている。

【0028】

受信装置200において、受信部202は、アンテナ部201を介して送信装置100から送信されたOFDMA信号を受信すると、信号検出処理などのデジタル信号処理が可能な周波数帯へダウンコンバートし、さらにスプリアスを除去するフィルタリング処理を行い、フィルタリング処理した信号をアナログ信号からデジタル信号に変換（Analog to Digital変換）する変換処理を行って、フィルタ部203および伝搬路推定部210に出力する。

【0029】

伝搬路推定部210は、送信装置100と受信装置200との間におけるフェージングなどによる振幅と位相の変動を推定する伝搬路推定を行い、伝搬路推定結果である伝搬路推定値を干渉除去部205と伝搬路補償部208とに出力する。伝搬路推定は、たとえば、受信部202が出力する信号に含まれる既知の信号であるパイロットシンボルを用いて行うことができる。図2に記載のシンボルマッピングされたOFDMA信号を受信した場合、前記受信したOFDMA信号を周波数領域に変換した信号であって、パイロットシンボルを割り当てたサブキャリアの信号（IFFT入力ポイント4, 8, 12, 16の信号

成分)を用いて周波数応答を算出する。パイロットシンボルを配置したサブキャリア以外のサブキャリアの周波数応答は、パイロットシンボルを配置したサブキャリアの周波数応答を用いて、線形補間、FFT補完などの補間技術により算出することができる。本実施形態では、受信部202から出力された信号を用いて伝搬路推定を行うことで所望ユーザのデータ信号が配置されたOFDMシンボルと同一のOFDMシンボルに配置された全てのパイロットシンボルを用いて伝搬路推定を行うことが可能となる。

なお、伝搬路推定は、所望ユーザのデータ信号が配置されたOFDMシンボルと同一のOFDMシンボルに配置されたパイロットシンボルの一部のみを用いても可能である。また、伝搬路推定は、所望ユーザのデータ信号が配置されていないOFDMシンボル、あるいはフレームに配置されたパイロットシンボルを用いることも可能である。なお、伝搬路推定は、信号検出部209が出力する復号結果を用いる繰り返し伝搬路推定を適用することも可能である。

【0030】

フィルタ部203は、時間領域において、受信部202が出力する信号から、非所望ユーザのデータ信号が配置されているサブキャリアの信号成分を抑圧する。すなわち、所望のデータ信号(受信端末宛のデータ信号)が含まれるサブキャリアを抽出する。受信装置200では、フィルタ部203はユーザ1以外のデータ信号が配置されたサブキャリアの周波数成分を抑圧する時間フィルタである。すなわち、サブキャリア k が1~3に対応する周波数を通過帯域とする時間フィルタにより所望のデータ信号(受信端末宛のデータ信号)が含まれるサブキャリアを抽出する。時間フィルタとして、FIRフィルタ(Finite Impulse Response Filter)、IIRフィルタ(Infinite Impulse Response Filter)、マッチドフィルタ(Matched Filter)などを適用することができる。なお、本実施形態において、受信装置200は、所望ユーザのデータ信号を受信する前に、該データ信号が配置されているサブキャリアの位置を既知であるように構成される。たとえば、制御信号などにより該データ信号を受信する前に送信装置100から通知を受けることにより可能となる。

【0031】

受信信号記憶部204は、フィルタ部203が出力する信号を記憶する。また、干渉除去部205において、繰り返し干渉処理が行われる場合、格納している該信号を出力する。

【0032】

干渉除去部205は、伝搬路補償部210から出力される伝搬路推定値、信号検出部209から出力される復号結果の軟判定値を用いて、フィルタ部203あるいは受信信号記憶部204から出力される信号から、干渉成分を除去する処理を繰り返し行う。具体的には、信号検出部209が出力する復号後の符号化ビットの対数尤度比LLR(Log Likelihood Ratio)を用いて、受信した信号の送信元である送信装置100が自受信装置宛に送信したであろう信号レプリカを生成する。すなわち、受信装置200では送信装置100が送信したであろうユーザ1に対する送信信号レプリカを生成する。さらに、この送信信号レプリカと伝搬路推定部210からの伝搬路推定値を用いて干渉レプリカを生成し、フィルタ部203あるいは受信信号記憶部204から出力される信号から減算する(詳細は後述)。

【0033】

GI除去部206は、干渉除去部205から出力される干渉成分レプリカを除去した信号のうち、遅延波による歪を回避するために送信装置100で付加されたガードインターバル区間を除去する。FFT部207は、GI除去部206がガードインターバル区間を除去した信号を時間領域信号から周波数領域信号に変換するフーリエ変換の処理を行う。

【0034】

図4は、FFT部207から出力される信号の各サブキャリア成分を示している。図4は、送信装置100が図2に示すユーザ割当を行った場合であり、FFT部207の出力ポイント1~3は送信装置100においてユーザ1宛のデータが割り当てられたサブキャ

10

20

30

40

50

リア位置であり、FFT部207の出力ポイント5～16は非所望ユーザ宛（ユーザ2～ユーザ4宛）に割り当てられたサブキャリア位置あるいはパイロットシンボルが割り当てられたサブキャリア位置である。FFT部207の非所望ユーザ宛に割り当てられたサブキャリア成分あるいはパイロットシンボルが割り当てられたサブキャリア成分は、フィルタ部203によりその周波数成分が抑圧される。したがって、FFT部207がFFT処理するOFDMシンボル区間において、非所望ユーザの信号成分によるシンボル間干渉の発生を抑えることができる。さらに、所望ユーザ宛に割り当てられたサブキャリアが非所望ユーザ宛に割り当てられたサブキャリア成分から受けるサブキャリア間干渉を低減することができる。本実施形態では、パイロットシンボルを割り当てたサブキャリア位置（FFT部207のFFT出力ポイント4）を含むFFT出力ポイント1～4の帯域をフィルタ部203の通過帯域とし、既知であるパイロットシンボルを含めた送信信号レプリカを用いて干渉除去部205の繰り返し処理により、FFT出力ポイント4のサブキャリア成分が所望ユーザ宛に割り当てられたサブキャリア成分（FFT出力ポイント1～3）に与える干渉を除去している。なお、フィルタ部203の通過帯域をFFT出力ポイント1～3の帯域とすることで、フィルタ部203においてFFT出力ポイント4のサブキャリア成分が所望ユーザ宛に割り当てられたサブキャリア成分に与える干渉を除去することもできる。

10

【0035】

図3に戻り、伝搬路補償部208は、伝搬路推定部210による伝搬路推定値を用いてZF（Zero Forcing）、MMSE（Minimum Mean Square Error）などによりフェージングによる伝搬路歪を補正する重み係数を算出し、この重み係数をFFT部207からの周波数領域信号に乗算して伝搬路補償をする。前記重み係数は、前記伝搬路推定値に加え、さらに該サブキャリアのフィルタ部203の周波数応答を考慮することが好ましい。フィルタ部203の周波数応答は受信装置にとって既知であり、伝搬路補償部208に通知することにより可能となる。

20

【0036】

信号検出部209は、伝搬路補償部208が出力する信号から所望のデータ信号に対する変調シンボルを抽出し、復調、復号処理を行い、所望のデータ信号を取得する。また、所望のデータ信号に対する符号化ビットLLRを干渉除去部205に出力する。

信号検出部209は、並列直列変換部221、復調部222、デインターリーブ部223、復号部224を備える。並列直列変換部221は、伝搬路補償部208が出力する信号のうち、所望ユーザ宛の変調シンボルを抽出し、並列から直列に並べ替える。復調部222は、並列直列変換部221が出力する変調シンボルに対して復調処理を行い、軟判定値（符号化ビットLLR）を出力する。

30

【0037】

復調部222の処理を、所望ユーザ宛の変調シンボルがQPSK変調の場合を例として説明する。送信側で送信されたQPSKシンボルをXとし、受信側において復調部222に入力されるシンボルをXcとして説明する。Xを構成しているビットを b_0 、 b_1 （ b_0 、 $b_1 = \pm 1$ ）とするとXは、式（2）で表せる。ただしjは虚数単位を表す。そして、Xの受信側における推定値Xcからビット b_0 、 b_1 の対数尤度比LLRである（ b_0 ）、（ b_1 ）は下記の式（3）にて求める。

40

【0038】

【数2】

$$X = \frac{1}{\sqrt{2}}(b_0 + jb_1) \quad (2)$$

【0039】

50

【数 3】

$$\lambda(b_0) = \frac{2\text{Re}(X_c)}{\sqrt{2}(1-\mu)} \quad (3)$$

【0040】

ただし、 $\text{Re}(\quad)$ は複素数の実部を表す。 μ は伝搬路補償後の等価振幅であり、例えば、第 k サブキャリアにおける伝搬路推定値を $H(k)$ 、乗算した MMSE 基準の伝搬路補償重みを $W(k)$ とすると、 μ は $W(k) \cdot H(k)$ となる。また (b_1) は、式 (3) すなわち (b_0) を求める式において、 X_c の実部と虚部を置き換えて求める。なお、16QAMなどの他の変調が施されたデータに対しても同様の原理に基づいて算出可能である。また、復調部 222 は、軟判定結果ではなく硬判定結果を算出するようにしてもよい。

10

【0041】

デインターリーブ部 223 は、送信元の送信装置 100 のインターリーブ部 112 - n が施したインターリーブのパターンに対応するビット配置の並べ替え、すなわちインターリーブのパターンの逆操作となるビット配置並べ替えを、復調部 222 による軟判定結果のデータ系列に対して行う。

20

【0042】

復号部 224 は、送信元である送信装置 100 が施したターボ符号化、畳み込み符号化などの誤り訂正符号化に対する誤り訂正復号処理をデインターリーブ部 223 からの出力信号に対して行い、符号化ビットの LLR (対数尤度比) などの軟判定出力結果を算出し、所望ユーザの軟判定結果を干渉除去部 205 に入力する。

【0043】

図 5 は、干渉除去部 205 の構成を示す概略ブロック図である。干渉除去部 205 は、減算部 231、レプリカ生成部 232 を具備する。レプリカ生成部 232 は、伝搬路推定値および所望ユーザのデータ信号に対する軟判定値 (符号化ビットの対数尤度比 LLR) を用いて、干渉成分のレプリカ (干渉レプリカ) を生成する。具体的には、信号検出部 209 が出力する復号後の符号化ビットの対数尤度比 LLR を用いて、受信した信号の送信元である送信装置 100 が自受信装置宛に送信したであろう信号レプリカを生成する。すなわち、受信装置 200 では送信装置 100 が送信したであろうユーザ 1 に対する送信信号レプリカを生成する。さらに、この送信信号レプリカと伝搬路推定部 210 からの伝搬路推定値を用いて干渉レプリカを生成する。減算部 231 は、前記干渉レプリカをフィルタ部 203 あるいは受信信号記憶部 204 から入力される信号から減算する。フィルタ部 203 あるいは受信信号記憶部 204 から入力される信号を $r(t)$ 、第 i 回目の繰り返し処理における干渉レプリカを $\hat{r}_i(t)$ とすると、減算部が出力する信号 $\tilde{r}_i(t)$ は次式 (4) で表せる。なお、「 \hat{r} 」、「 \tilde{r} 」という表記は、式 (4) に表わされているように文字「 r 」の上に「 $\hat{\quad}$ 」、「 $\tilde{\quad}$ 」が記載されたものを意味し、後述する「 $s^{\hat{\quad}}$ 」、「 $c^{\hat{\quad}}$ 」、「 $h^{\hat{\quad}}$ 」も同様である。

30

40

【0044】

【数 4】

$$\tilde{r}_i(t) = r(t) - \hat{r}_i(t) \quad (4)$$

【0045】

ただし、初回処理 ($i = 0$) の場合は、 $\tilde{r}_i(t) = r(t)$ である。

50

【 0 0 4 6 】

図 6 は、レプリカ生成部 2 3 2 の構成を示す概略ブロック図である。レプリカ生成部 2 3 2 は、インターリーブ部 2 4 1、シンボルレプリカ生成部 2 4 2、直列並列変換部 2 4 3、IFFT 部 2 4 4、GI 挿入部 2 4 5、干渉レプリカ生成部 2 4 6 を具備する。

【 0 0 4 7 】

インターリーブ部 2 4 1 は、信号検出部 2 0 9 が出力する復号後の符号化ビットの対数尤度比 $L L R$ を、送信装置 1 0 0 がデータ変調を施した符号化したデータ信号と同じ並び順に並べ替える。すなわち、送信装置 1 0 0 のインターリーブ部 1 1 2 - 1 と同じインターリーブパターンで信号検出部 2 0 9 が出力する復号後の符号化ビットの対数尤度比 $L L R$ をインターリーブする。すなわち、信号検出部 2 0 9 が備えるデインターリーブ部 2 2 3 と逆の並べ替えを行う。

10

【 0 0 4 8 】

シンボルレプリカ生成部 2 4 2 は、インターリーブ部 2 4 1 が出力する符号化ビットの対数尤度比 $L L R$ を用いて所望ユーザの信号に対する変調シンボルのレプリカ（変調シンボルレプリカ）を生成する。例えば、シンボルレプリカ生成部 2 4 2 は、送信装置 1 0 0 の変調部 1 1 3 - 1 の変調方式が QPSK 変調の場合、QPSK 変調シンボルを構成するビット b_0 、 b_1 の対数尤度比を (b_0) 、 (b_1) としたとき、次式 (5) で表される QPSK の変調シンボルのレプリカシンボルを生成する。なお、シンボルレプリカ生成部 2 4 2 は、16QAM などの他の変調の場合も、同様の原理で変調シンボルレプリカを生成する。

20

【 0 0 4 9 】

【 数 5 】

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \tanh(\lambda(b_0)/2) + \frac{j}{\sqrt{2}} \tanh(\lambda(b_1)/2) \quad (5)$$

【 0 0 5 0 】

直列並列変換部 2 4 3 は、シンボルレプリカ生成部 2 4 2 が出力する変調シンボルレプリカを、ユーザ 1 の変調シンボルが送信側で配置されたサブキャリア位置、サブキャリア数に基づいて、直列から並列に並べ替える。

30

【 0 0 5 1 】

IFFT 部 2 4 4 は、直列並列変換部 2 4 3 が出力する変調シンボルレプリカを、受信した OFDMA 信号において前記変調シンボルレプリカに対応する変調シンボル（ユーザ 1 の変調シンボル）が割り当てられているサブキャリア位置に該当する IFFT 入力ポイントにマッピングし、IFFT 処理を行うことで、所望ユーザの変調シンボルレプリカ（所望ユーザの変調シンボルレプリカ）を周波数領域の信号から時間領域の信号に変換する。また、受信した OFDMA 信号において非所望ユーザの変調シンボルが配置されたサブキャリア位置は、ヌルにする（ゼロを配置する）。さらに、IFFT 部 2 4 4 は、既知の信号であるパイロットシンボルが配置されていたサブキャリア位置に該当する IFFT 入力ポイントに、該パイロットシンボルを配置することが好ましい。

40

たとえば、受信した OFDMA 信号が図 2 のユーザ割当てで各ユーザの変調シンボルが割り当てられている場合、シンボルレプリカ生成部 2 4 2 が出力する変調シンボルレプリカは、IFFT 入力ポイントの 1 ~ 3 に割り当てる。また、IFFT 入力ポイントの 4 にパイロットシンボルを割り当てる。

【 0 0 5 2 】

GI 挿入部 2 4 5 は、IFFT 部 2 4 4 が変換した時間領域の信号にガードインターバル（GI）を付加する。GI 挿入部 2 4 5 が出力する信号レプリカ $s^{\wedge}_i(t)$ は、次式 (6) で表せる。

【 0 0 5 3 】

50

【数 6】

$$\hat{s}(t) = \frac{1}{\sqrt{N_f}} \sum_{l=-\infty}^{\infty} \sum_{k=0}^{N_f-1} \hat{c}_{k,l} e^{jk\Delta_f(t-lT_s)} \quad (6)$$

【0054】

ただし、 $\hat{c}_{k,l}$ は、所望ユーザの変調シンボルである。なお、 $\hat{c}_{k,l}$ は、フィルタ部 203 の通過帯域内のサブキャリアに割り当てられたシンボルであって、パイロットシンボル等の既知のシンボルを含んでもよい。図 2 に示すユーザ割当の場合、ユーザ 1 の変調シンボル $\hat{c}_{0,1} \sim \hat{c}_{2,1}$ 及びパイロットシンボル $\hat{c}_{3,1}$ を該当するサブキャリア位置に割り付ける。

10

【0055】

干渉レプリカ生成部 246 は、GI 挿入部 245 が出力する信号と伝搬路推定値を用いて、受信装置 200 が受信する OFDMA 信号が受けた干渉成分の干渉レプリカを生成する。干渉成分として、シンボル間干渉、キャリア間干渉などがあり、各干渉成分に対して干渉レプリカを生成する。

たとえば、OFDMA 信号がシンボル間干渉を受けている場合、干渉除去部 205 の第 i 回目の繰り返し処理において GI 挿入部 245 が出力する信号を $\hat{s}_i(t)$ 、伝搬路推定値を $\hat{h}(t)$ とすると、干渉レプリカ生成部 246 が生成するシンボル間干渉レプリカ $\hat{r}_i(t)$ ($t = T_s, T_s$ は OFDM シンボル長) は式 (7) となる。すなわち、干渉レプリカ \hat{r}_i は、第 $i-1$ 回目の繰り返し処理において信号検出部 209 が出力する符号化ビット LLR である \hat{c}_{i-1} から生成した所望ユーザに対する送信レプリカを用いて生成され、受信装置が受信した GI を超える遅延時間を有する各遅延波において、FFT 処理を行う OFDM シンボルの前の OFDM シンボルであって、FFT 処理を行う OFDM シンボル区間に入り込んだ成分のレプリカを足し合わせたものである。上述の干渉レプリカを減算する処理をフレームあるいはパケットを構成する各 OFDM シンボルに対しておこなうことで、シンボル間干渉を除去する。なお、所望ユーザに対する制御信号、パイロットシンボルへのシンボル間干渉も同様に除去することが可能である。

20

30

【0056】

【数 7】

$$\hat{r}_i(t) = \sum_d \hat{h}_d(t) \hat{s}_{i-1}(t - (\tau_d - T_{gi})) \quad (7)$$

【0057】

ただし、初回処理の場合 ($i = 0$)、 $\hat{r}_0(t) = 0$ であり、 \hat{h}_d は伝搬路推定値のインパルス応答であって、第 d パスの複素振幅、 t は時間、 τ_d は第 d パス (第 d 遅延波) の第 1 パス (先行波) が届いた時点 (FFT 処理の同期ポイント) からの遅延時間、 T_{gi} は挿入されているガードインターバル長を示す。なお、 d は $\tau_d > T_{gi}$ を満たす場合とする。

40

前記干渉レプリカの生成は、前記伝搬路推定値に加え、フィルタ部 203 のインパルス応答を考慮することが好ましい。フィルタ部 203 のインパルス応答は受信装置にとって既知であり、レプリカ生成部 232 に通知することにより可能となる。すなわち、干渉レプリカ生成部 246 が生成するシンボル間干渉レプリカ $\hat{r}_i'(t)$ は式 (8) となる。

【0058】

【数 8】

$$\hat{r}_i'(t) = g(t) \otimes \hat{r}_i(t) \quad (8)$$

【0059】

ただし、 $g(t)$ はフィルタ部のインパルス応答、

【0060】

【数 9】

10



【0061】

は畳み込み演算を示す。

【0062】

図 7 は、受信装置 200 の動作を説明するフローチャートである。受信装置 200 は、送信装置 100 から送信された OFDMA 信号を受信すると、フィルタ部 203 において、非所望ユーザのデータ信号を配置している周波数成分をフィルタリングして、所望ユーザのデータ信号を配置している周波数成分だけ抽出する (S101)。次に、干渉除去部 205 における繰り返し干渉除去処理において、その繰り返し回数を判定し (S102)、初回処理 ($i = 0$) である場合は、所望ユーザの周波数成分からなる信号をそのまま出力する。この信号は GI 除去部 206 における処理の後、FFT 部 207 に入力される。一方、繰り返し処理 ($i > 0$) である場合、第 $i - 1$ 回目の繰り返し処理における復号処理により算出した符号化ビット LLR から生成した干渉レプリカを用いて所望ユーザの信号に対する干渉除去を行う (S103)。

20

【0063】

次に、S102 および S103 の処理を行った信号に対して、FFT 部 207 において FFT 処理を行い (S104)、周波数領域に変換された信号に対して伝搬路補償部 208 において伝搬路歪の補償を行う (S105)。伝搬路補償を行った周波数領域の信号から所望ユーザに対する変調シンボルを抽出し、復調処理、復号処理を行った後 (S106)、干渉除去処理において所定の繰り返し回数が終了した場合 (S107 の YES)、処理を終了し次のデータを受信待機する。一方、所定の繰り返し回数が終了していない場合 (S107 の NO)、所望ユーザのデータ信号の誤りの有無を判定し (S108)、誤りがない場合、処理を終了し次のデータを受信待機する。一方、誤りがある場合、復号部 224 が出力する符号化ビット LLR を用いて所望ユーザに対する干渉レプリカを生成し (S109)、干渉除去部 205 に入力し、再度干渉除去処理を行う。すなわち、予め設定した回数だけ処理が繰り返されるか、または、データ信号の誤りがないと判定されるか、いずれかの条件が満たされるまで処理を繰り返す。

30

40

【0064】

以上のように、本実施形態では、送信装置 100 が OFDMA 信号を送信し、受信装置 200 が前記 OFDMA 信号をガードインターバルを超える長遅延をもって受信した場合、受信装置 200 において非所望ユーザの信号に対しては、その非所望ユーザが割り当てられた周波数成分を時間フィルタにより低減する。よって非所望ユーザの信号成分を低減できるので、FFT 処理により生じる非所望ユーザの成分によるシンボル間干渉、キャリア間干渉を抑圧することができる。さらに、時間フィルタにより非所望ユーザの信号成分を抑圧でき、所望ユーザに対しては、復号処理により得られる軟判定結果から生成した干渉レプリカを用いて干渉成分を除去する繰り返し干渉除去を適用できるので、所望ユーザ

50

に対するシンボル間干渉、キャリア間干渉を高精度で抑圧することができる。すなわち、非所望ユーザの信号成分を時間フィルタにより低減することにより、非所望ユーザに対する軟判定値を算出することなく、所望ユーザに対して高精度に干渉除去できる繰り返し干渉除去を適用することが可能となり、ガードインターバルを超える長遅延が生じる伝搬路環境下で複数のユーザが多元接続したOFDMA信号を受信した場合においても、良好な受信特性を得ることが可能となる。

【0065】

[第2の実施形態]

本発明の第2の実施形態による通信システムは、OFDMのサブキャリアに複数のユーザが割り当てられたOFDMAの信号を送信する送信装置300と前記送信装置300が送信した信号を受信する受信装置400とから構成される。以下では、送信装置300はセルラーシステムの基地局に設置され、受信装置400は、前記基地局にリンクしている複数の移動端末のうちの一つの移動端末に搭載されている場合で説明する。

【0066】

図8は、本発明の第2の実施形態に係る送信装置300の構成を示す概略ブロック図である。送信装置300は、シンボル生成部102-1~102-N、IFFT部303、GI挿入部104、送信部105、パイロット生成部106、及び制御信号生成部306を含んで構成され、送信部105にアンテナ部101が接続されている。なお、Nは、送信装置100が配置された基地局にリンクすることができるユーザ数である。第1の実施形態の送信装置100と同等の機能を有する構成要素には同一の符号を与えている。以下では、主に、送信装置100と異なる機能を有する構成要素について説明する。

【0067】

制御信号生成部306は、シンボル生成部102-1~102-Nが生成する各ユーザのデータ信号に対する制御信号を生成し、IFFT部303に inputs する。制御信号は、データ変調方式、符号化率、MIMO (Multiple Input Multiple Output、多入力多出力) のランク数などの送信信号の通知、パイロット配置位置などの送信信号フォーマット情報、同期信号などデータ信号を検出するために必要な信号である。また、制御信号は誤り訂正符号化、データ変調が施されていることが好ましい。

【0068】

IFFT部303は、シンボル生成部102-1~102-Nより入力される各ユーザのデータ信号の変調シンボル、パイロット生成部106より入力されるパイロットシンボル、及び制御信号生成部306より入力される制御信号を信号割当情報に基づいて、IFFT部303の入力ポイントにマッピングする。信号割当情報は、各ユーザのデータ信号、パイロットシンボルおよび制御信号を割り当てるサブキャリア位置に関する情報である。

【0069】

図9は、シンボル生成部102-nから入力されるユーザnの変調シンボル、パイロットシンボル、及び制御信号をIFFT部303の入力ポイントにマッピングする例を示す図である。図9は、IFFTポイント数が16、ユーザ数が3 (N=3) で、各ユーザにOFDMAの3つのサブキャリアを割り当て、パイロットシンボルおよび制御信号が各ユーザの信号の間にマッピングされた場合である。すなわち、IFFT部303の入力ポイント4、9、14に制御信号をマッピングし、入力ポイント5、10、15にパイロットシンボルをマッピングし、入力ポイント1~3にユーザ1の変調シンボル、入力ポイント6~8にユーザ2の変調シンボル、入力ポイント11~13にユーザ3の変調シンボルをマッピングする。

なお、図9では、パイロットシンボル及び制御信号をサブキャリアに散在するようにマッピングしているが、所定のサブキャリア位置に固めてマッピングしてもよい。

【0070】

図10は、本発明の第2の実施形態に係る受信装置400の構成を示す概略ブロック図である。受信装置400は、送信装置300が送信する信号を受信するユーザ1の移動端

末に搭載されているとして説明する。なお、ユーザ n ($n = 1, 2, \dots, N$)の移動端末に搭載される受信装置も、少なくとも同様の機能を有することが可能である。

受信装置400は、受信部202、フィルタ部403、受信信号記憶部404、干渉除去部405、GI除去部206、FFT部207、伝搬路補償部208、信号検出部409、制御信号検出部411、伝搬路推定部210を具備し、受信部202にアンテナ部201が接続されている。第1の実施形態の受信装置200と同等の機能を有する構成要素には同一の符号を与えている。以下では、主に、受信装置200と異なる機能を有する構成要素について説明する。

【0071】

受信信号記憶部404は、受信部202からの出力信号を記憶する。さらに、干渉除去部405において、繰り返し干渉除去処理を行う場合、記憶している信号をフィルタ部403に入力する。

【0072】

フィルタ部403は、受信信号記憶部404から入力された信号に対して、制御信号検出部411から入力される所望ユーザの信号が配置されているサブキャリア位置情報に基づいて、所望ユーザの信号が配置されているサブキャリアの周波数成分が通過帯域となるように周波数帯域および帯域幅を可変にする。

【0073】

干渉除去部405は第1の実施形態の干渉除去部205とその構成は同様であるが、入力信号が異なる。すなわち、干渉除去部405において、初回処理($i = 0$)においては、受信部202からの出力信号に対して処理を行う。繰り返し処理($i > 0$)においては、フィルタ部403からの出力信号に対して干渉除去処理を行う。また、干渉除去部405には、制御信号検出部411から出力される、データ信号がマッピングされているサブキャリア位置に関する情報が入力され、所望ユーザに対する繰り返し干渉除去処理を行うサブキャリアを、前記サブキャリア位置に関する情報に基づいて設定する。

【0074】

制御信号検出部411は、FFT部207が出力し、伝搬路補償部208によって伝搬路歪が補償された信号のうち、制御信号がマッピングされているシンボルを抽出する。さらに抽出したシンボルに対して復調、復号処理を行い、制御情報を取得する。また、制御信号検出部411は、取得した制御情報であって、所望ユーザのデータがマッピングされているサブキャリア位置をフィルタ部403に通知する。また、所望ユーザのデータ信号の変調方式、符号化率に関する情報を信号検出部409に通知する。なお、制御信号検出部411において、伝搬路歪補償等の伝搬路推定値を用いて処理を行う機能は、伝搬路推定部210が算出する伝搬路推定値を用いることができる。

なお、制御信号検出部411は、受信装置が制御信号が配置されたサブキャリア位置を既知の場合、該サブキャリア位置を通過帯域に含むフィルタ部203により帯域制限した信号に対して、上述の処理により制御信号を取得することができる。

【0075】

信号検出部409は、制御信号検出部411から入力される所望ユーザのデータ信号の変調方式、符号化率に関する情報に基づいて、信号検出処理を行う。信号検出部409は、並列直列変換部221、復調部422、デインターリーブ部223、復号部424を備える。

【0076】

復調部422は、制御信号検出部411から入力される所望ユーザのデータ信号の変調方式の情報に基づいて復調処理を行い、軟判定値(符号化ビットLLR)を出力する。復号部424は、制御信号検出部411から入力される所望ユーザの符号化率に関する情報に基づいて、誤り訂正符号化に対応する誤り訂正復号処理を行い、軟判定値(符号化ビットLLR)を干渉除去部405に出力する。

【0077】

図11は、干渉除去部405の処理が初回処理である場合におけるFFT部207の出

10

20

30

40

50

力信号を示す図である。初回処理では、干渉除去部 405 には受信部 202 からの信号が入力され、すべてのサブキャリアの信号成分、すなわち、送信装置 300 において各サブキャリアにマッピングされた信号成分が出力される。制御信号検出部 411 は図 11 の制御信号から所望ユーザに割り当てられているサブキャリア位置、変調及び符号化方式等の所望ユーザのデータ信号を検出するに必要な情報を取得する。

【0078】

図 12 は、干渉除去部 405 の処理が繰り返し処理である場合における FFT 部 207 の出力信号を示す図である。繰り返し処理では、フィルタ部 403 で所望ユーザに割り当てられているサブキャリア位置情報に基づいて抽出した信号を FFT 処理するので、非所望ユーザに割り当てられたサブキャリアの周波数成分が抑圧される。したがって、所望データに関する制御情報が所望データと同じ OFDM シンボルあるいは同じタイムスロットで送信される場合においても、前記制御情報から所望データがマッピングされている位置の情報を取得し、非所望ユーザの周波数成分を抑圧したのち、所望ユーザに対して繰り返し干渉除去を行うことができる。

なお、図 12 では、繰り返し処理において、非所望ユーザのデータが割り当てられたサブキャリアの周波数成分、パイロットシンボルが配置されたサブキャリアの周波数成分、及び制御信号が配置されたサブキャリアの周波数成分を時間フィルタにより抑圧しているが、非所望ユーザのデータが割り当てられたサブキャリアの周波数成分のみを抑圧するように時間フィルタの通過帯域を設定してもよい。なお、本実施形態では、受信装置が、所望ユーザのデータ信号のみに対して繰り返し干渉除去を行う場合を示しているが、所望ユーザのデータ信号に関する制御信号等の該受信装置が復号可能な信号に対しても、上述の繰り返し干渉除去を適用することが可能である。

【0079】

図 13 は、受信装置 400 の動作を説明するフローチャートである。受信装置 400 は、送信装置 300 から送信された OFDMA 信号を受信すると、所望ユーザのデータ信号に対する干渉除去処理の繰り返し回数を判定し (S401)、初回処理 ($i = 0$) である場合は、受信部 202 から出力される信号に対して、GI 除去部 206 における処理の後、FFT 部 207 において FFT 処理を行い (S402)、周波数領域に変換された信号に対して伝搬路補償部 208 において伝搬路歪の補償を行う (S403)。次に、制御信号検出部 411 において、伝搬路補償を行った周波数領域の信号から制御信号を抽出し、所望ユーザのデータがマッピングされているサブキャリア位置、所望ユーザのデータ信号の変調方式、符号化率に関する情報を取得する (S404)。次に、信号検出部 409 において、前記所望ユーザのデータ信号の変調方式、符号化率に関する情報に基づいて復調、復号処理を行い、所望ユーザのデータ信号に対する符号化ビット LLR を算出する (S409)。

【0080】

一方、S401 において干渉除去が繰り返し処理 ($i > 0$) である場合、受信信号記憶部 404 が記憶している受信部 202 の出力信号がフィルタ部 403 に入力され、制御信号検出部 411 で取得した所望ユーザのサブキャリア位置に基づいて所望ユーザのデータを配置している周波数成分だけを抽出する (S405)。次に、干渉除去部 405 において、フィルタ部 403 から出力される信号に対して、第 $i - 1$ 回目の繰り返し処理における復号処理により算出した符号化ビット LLR から生成した干渉レプリカを用いて所望ユーザの信号に対する干渉除去を行う (S406)。干渉除去部 405 で干渉除去処理した信号は、GI 除去部 206 における処理の後、FFT 部 207 において FFT 処理され (S407)、周波数領域に変換された信号に対して伝搬路補償部 208 において伝搬路歪の補償を行った後 (S408)、信号検出部 409 において、前記所望ユーザのデータ信号の変調方式、符号化率に関する情報に基づいて復調、復号処理を行い所望ユーザのデータ信号に対する符号化ビット LLR を算出する (S409)。

【0081】

次に、干渉除去処理において所定の繰り返し回数が終了した場合 (S410 の YES)

10

20

30

40

50

、処理を終了し次のデータを受信待機する。一方、繰り返し回数が終了していない場合（S 4 1 0 の N O）、所望ユーザのデータ信号の誤りの有無を判定し（S 4 1 1）、誤りがない場合（S 4 1 1 の N O）、処理を終了し次のデータを受信待機する。一方、誤りがある場合（S 4 1 1 の Y E S）、復号部 4 2 4 が出力する符号化ビット L L R を用いて所望ユーザに対する干渉レプリカを生成し（S 4 1 2）、干渉除去部 4 0 5 に入力し、再度干渉除去処理を行う。

【 0 0 8 2 】

以上のように、本実施形態では、送信装置 3 0 0 が O F D M A 信号を送信し、受信装置 4 0 0 が前記 O F D M A 信号をガードインターバルを超える長遅延をもって受信した場合、受信装置 4 0 0 において非所望ユーザの信号に対しては、その非所望ユーザが割り当てられた周波数成分を時間フィルタにより低減する。よって非所望ユーザの信号成分を低減できるので、F F T 処理により生じる非所望ユーザの成分によるシンボル間干渉、キャリア間干渉を抑圧することができる。さらに、時間フィルタにより非所望ユーザの信号成分を抑圧でき、所望ユーザに対しては、復号処理により得られる軟判定結果から生成した干渉レプリカを用いて干渉成分を除去する繰り返し干渉除去を適用できるので、所望ユーザに対するシンボル間干渉、キャリア間干渉を高精度で抑圧することができる。さらに、本実施形態での受信装置 4 0 0 では、繰り返し処理のみにおいて非所望ユーザの信号成分を抑圧する時間フィルタを適用するので、所望ユーザのデータ信号に対する制御信号が前記データ信号と同じタイムスロットで送信されている場合においても、所望ユーザのデータ信号の信号検出を行うことができる。また、前記時間フィルタの帯域を前記制御信号に基づいて設定するので、データ信号に対する制御信号が前記データ信号と同じタイムスロットで送信されている場合においても、所望ユーザに対して、繰り返し干渉除去処理を適用することが可能となる。

10

20

【 0 0 8 3 】

なお、上述した第 1 の実施形態および第 2 の実施形態では、O F D M のサブキャリアに複数のユーザの信号を割り当てる O F D M A に、本発明を適用した場合で説明したが、これに限らず、M C - C D M A (Multi Carrier - Code Division Multiple Access)、S C - F D M A (Single Carrier - Frequency Division Multiple Access)、D F T - S - O F D M A (Discrete Fourier Transform - Spread - OFDMA) などで、直交周波数を用いてユーザが多重されている信号を送信する通信システムに適用することができる。

30

【産業上の利用可能性】

【 0 0 8 4 】

本発明は、マルチキャリアの無線通信分野において用いることができる。

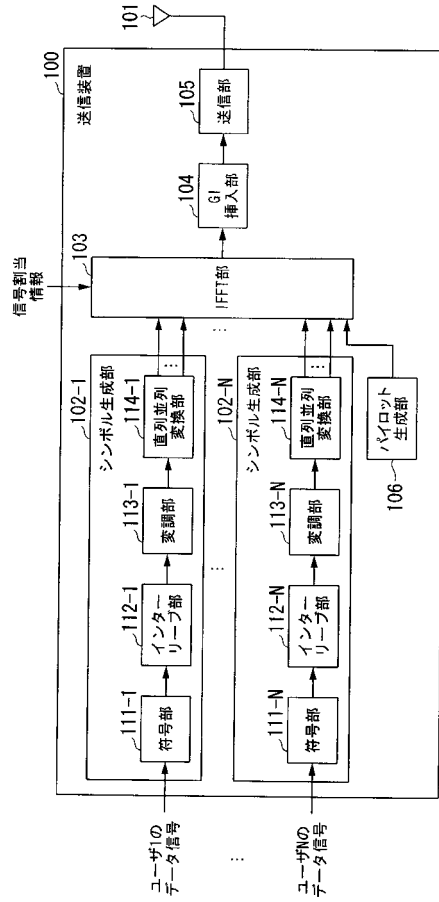
【符号の説明】

【 0 0 8 5 】

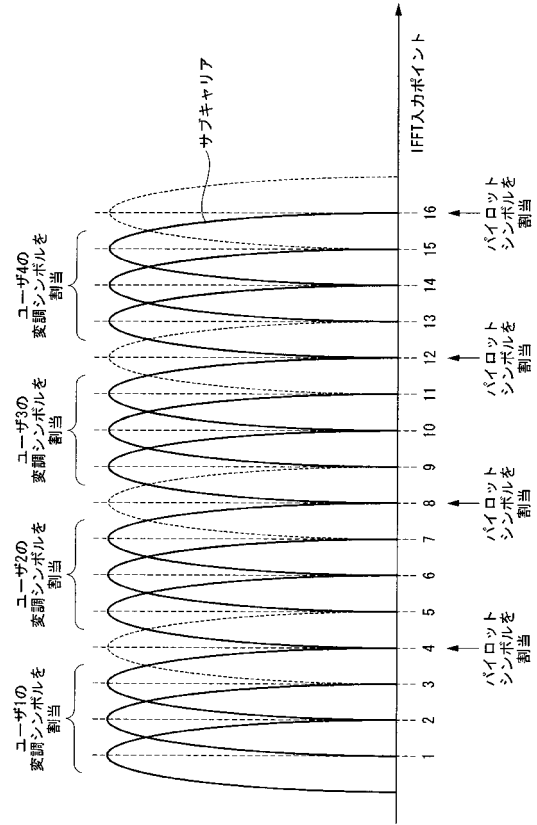
1 0 0、3 0 0・・・送信装置、1 0 1・・・アンテナ部、1 0 2 - 1 ~ 1 0 2 - N・
・・・シンボル生成部、1 0 3、3 0 3・・・I F F T 部、1 0 4・・・G I 挿入部、1 0
5・・・送信部、1 0 6・・・パイロット生成部、2 0 0、4 0 0・・・受信装置、2 0
1・・・アンテナ部、2 0 2・・・受信部、2 0 3、4 0 3・・・フィルタ部、2 0 4、
4 0 4・・・受信信号記憶部、2 0 5、4 0 5・・・干渉除去部、2 0 6・・・G I 除去
部、2 0 7・・・F F T 部、2 0 8・・・伝搬路補償部、2 0 9、4 0 9・・・信号検出
部、2 1 0・・・伝搬路推定部、2 3 1・・・減算部、2 3 2・・・レプリカ生成部、3
0 6・・・制御信号生成部、4 1 1・・・制御信号検出部

40

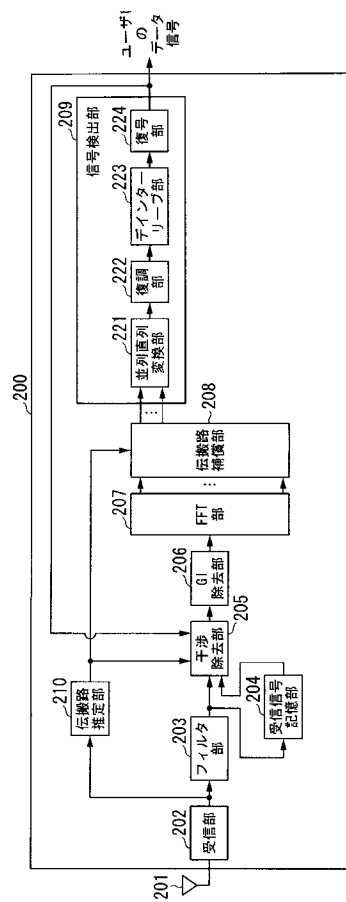
【図 1】



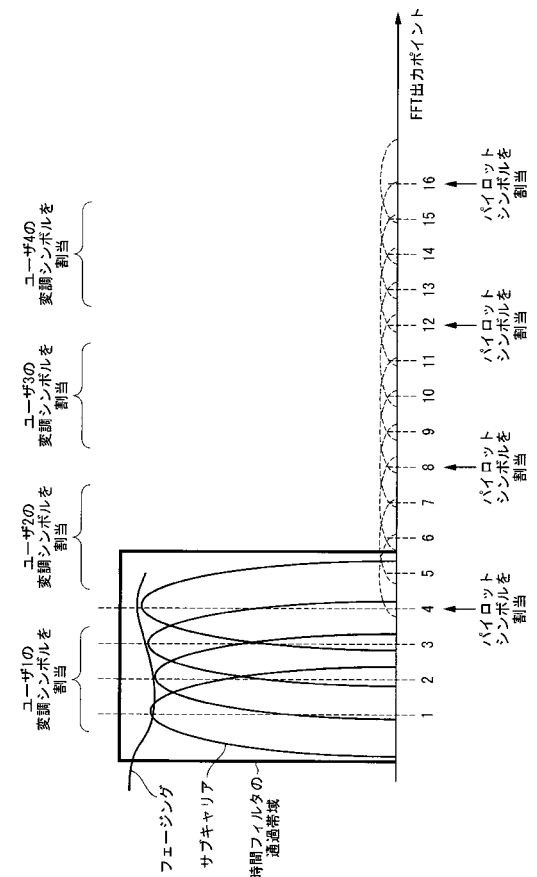
【図 2】



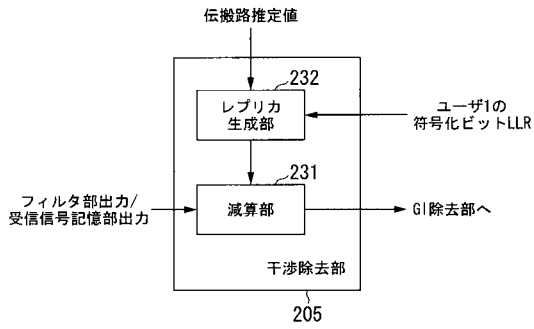
【図 3】



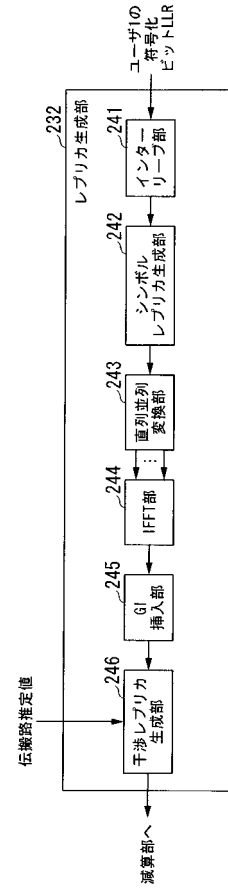
【図 4】



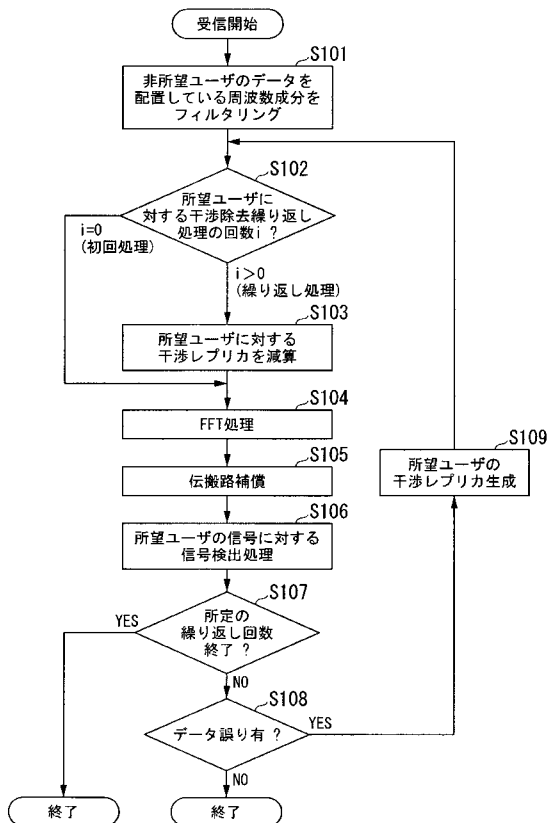
【図5】



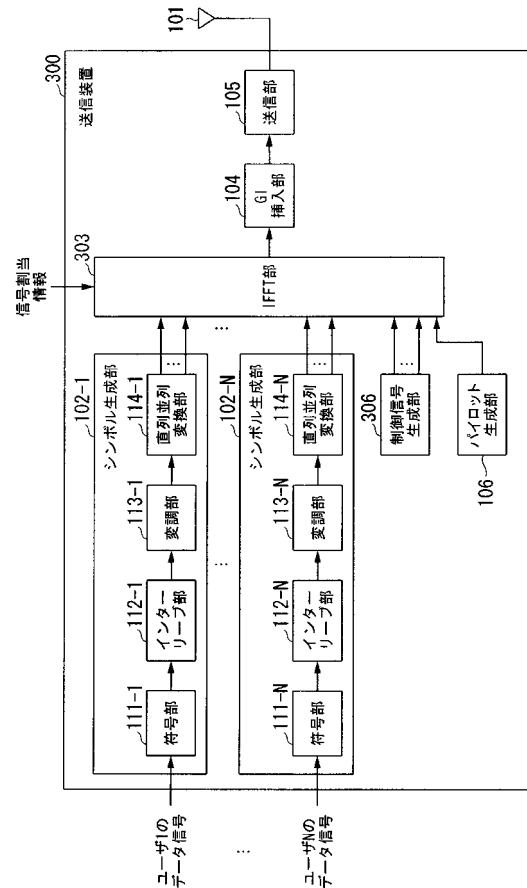
【図6】



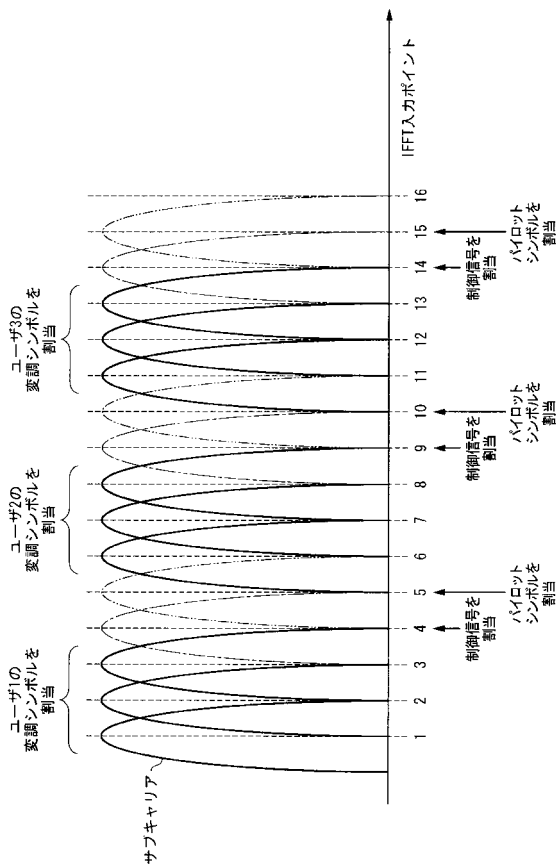
【図7】



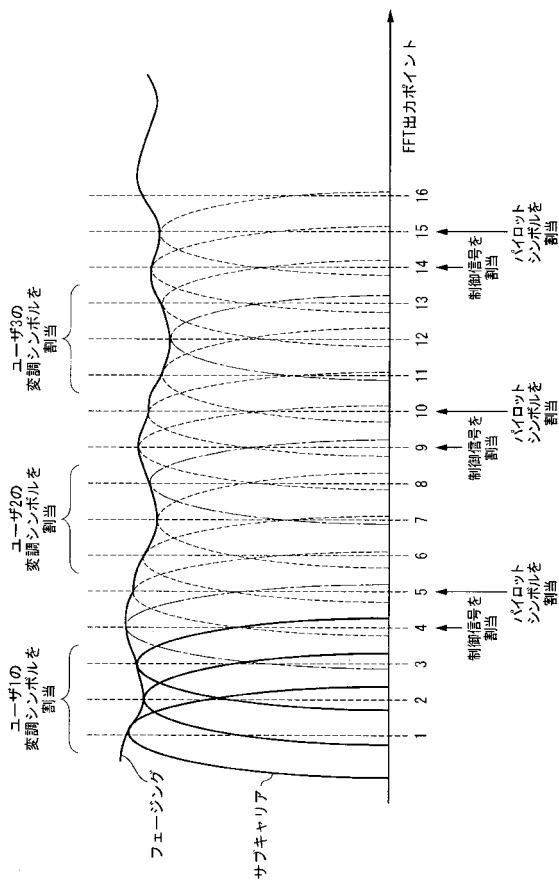
【図8】



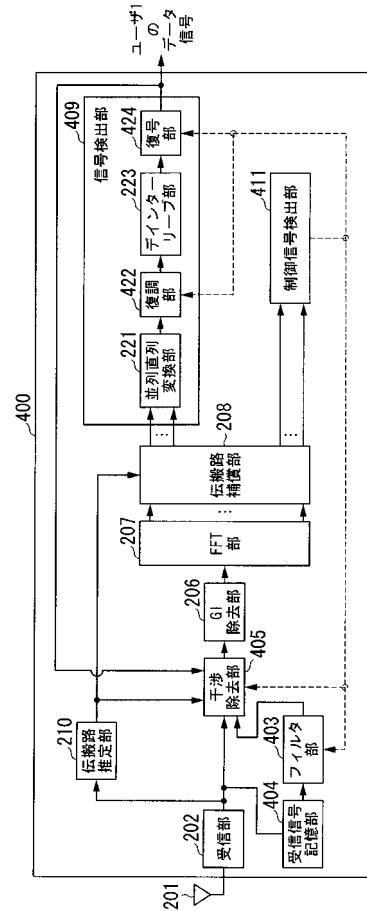
【図 9】



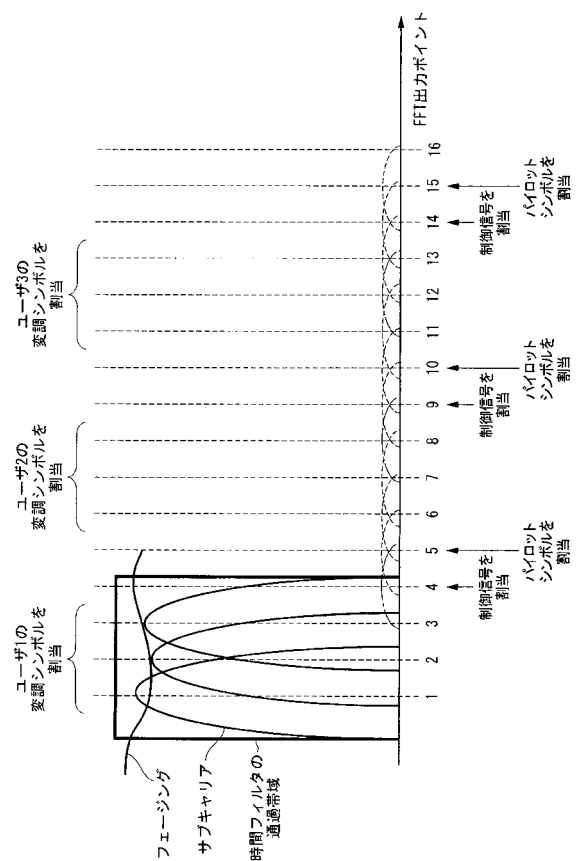
【図 11】



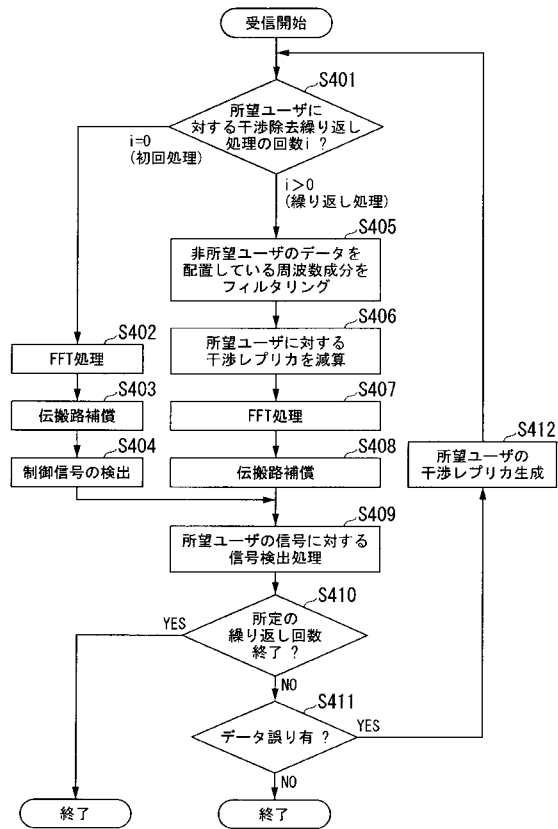
【図 10】



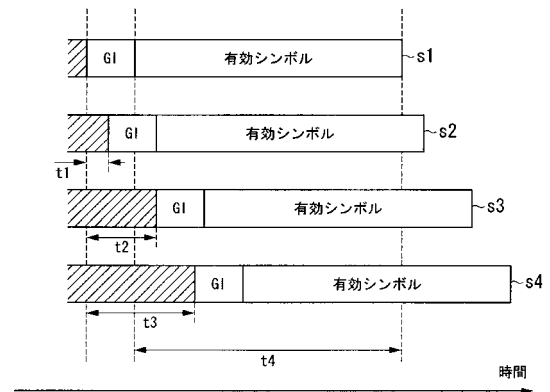
【図 12】



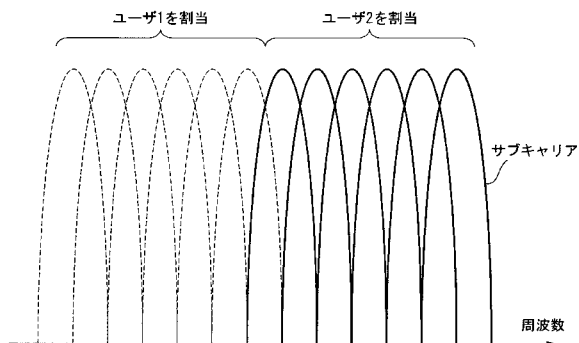
【図 13】



【図 14】



【図 15】



フロントページの続き

(72)発明者 吉本 貴司
大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内
(72)発明者 山田 良太
大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内
(72)発明者 加藤 勝也
大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内
F ターム(参考) 5K022 AA10 DD01 DD13 DD18 DD19 DD23 DD33 DD34
5K052 AA01 BB02 DD03 EE01 EE31 FF32