

(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2012-105185

(P2012-105185A)

(43) 公開日 平成24年5月31日(2012.5.31)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H04J 11/00 (2006.01)	H04J 11/00 Z	5K022
H04B 7/06 (2006.01)	H04B 7/06	5K159
H04J 99/00 (2009.01)	H04J 15/00	

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2010-253818 (P2010-253818)
(22) 出願日 平成22年11月12日 (2010.11.12)

(71) 出願人 000005049
シャープ株式会社
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
(74) 代理人 100114258
弁理士 福地 武雄
(74) 代理人 100125391
弁理士 白川 洋一
(72) 発明者 横枕 一成
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
シャープ株式会社内
(72) 発明者 浜口 泰弘
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
シャープ株式会社内

最終頁に続く

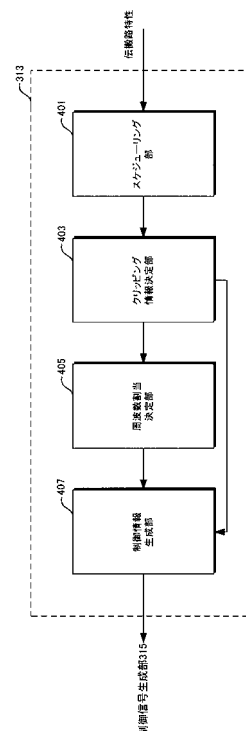
(54) 【発明の名称】 無線制御装置、無線端末装置、無線通信システム、無線制御装置および無線端末装置の制御プログラムおよび集積回路

(57) 【要約】

【課題】 移動局装置がマルチアンテナを使用する場合において、移動局装置からの送信信号に対するクリッピングにより、周波数利用効率改善を実現する。

【解決手段】 周波数領域の一部のスペクトルを送信しないクリッピング処理を行なってデータを送受信する無線通信システムに適用される無線制御装置であって、通信相手である無線端末装置との間の伝搬路情報に基づいて、前記クリッピング処理を行なう周波数領域を示すクリッピング情報を生成すると共に、前記無線端末装置に対する周波数割り当てを決定して周波数割り当て情報を生成し、前記クリッピング情報および前記周波数割り当て情報を前記無線端末装置に対して通知する。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

周波数領域の一部のスペクトルを送信しないクリッピング処理を行なってデータを送受信する無線通信システムに適用される無線制御装置であって、

通信相手である無線端末装置との間の伝搬路情報に基づいて、前記クリッピング処理を行なう周波数領域を示すクリッピング情報を生成すると共に、前記無線端末装置に対する周波数割り当てを決定して周波数割り当て情報を生成し、前記クリッピング情報および前記周波数割り当て情報を前記無線端末装置に対して通知することを特徴とする無線制御装置。

【請求項 2】

前記無線端末装置が複数の送信アンテナを備える場合、前記各送信アンテナにおけるクリッピング情報をそれぞれ独立に決定することを特徴とする請求項 1 記載の無線制御装置。

【請求項 3】

前記クリッピング情報は、クリッピング処理をする周波数領域とクリッピング処理をしない周波数領域との割合を示すクリッピング率を示す情報、またはクリッピング処理を行なう周波数位置を示す情報の少なくとも一方を含むことを特徴とする請求項 2 記載の無線制御装置。

【請求項 4】

前記各送信アンテナにおけるクリッピング情報は、前記各アンテナに対応する伝搬路のゲインに基づいて決定されることを特徴とする請求項 2 記載の無線制御装置。

【請求項 5】

前記各送信アンテナにおける伝搬路のゲインは、他の送信アンテナで送信される周波数領域の信号について、前記クリッピング処理が行なわれるか否かの判断結果に基づいて補正されることを特徴とする請求項 4 記載の無線制御装置。

【請求項 6】

前記無線端末装置が複数の送信アンテナを備える場合、前記各送信アンテナにおける共通のクリッピング情報を決定することを特徴とする請求項 1 記載の無線制御装置。

【請求項 7】

前記クリッピング情報は、クリッピング処理をする周波数領域とクリッピング処理をしない周波数領域との割合を示すクリッピング率を示す情報、またはクリッピング処理を行なう周波数位置を示す情報の少なくとも一方を含むことを特徴とする請求項 6 記載の無線制御装置。

【請求項 8】

前記クリッピング情報は、前記無線端末装置の通信路容量に基づいて決定されることを特徴とする請求項 1 記載の無線制御装置。

【請求項 9】

周波数領域の一部のスペクトルを送信しないクリッピング処理を行なってデータを送受信する無線通信システムに適用される無線端末装置であって、

通信相手である無線制御装置から、クリッピング処理を行なう周波数領域を示すクリッピング情報および周波数割り当てを示す周波数割り当て情報を受信し、前記受信したクリッピング情報および周波数割り当て情報に基づいて、周波数領域に対してクリッピング処理を行ない、前記クリッピング処理を行なった周波数信号を時間領域の信号に変換して、前記無線制御装置に対して送信することを特徴とする無線端末装置。

【請求項 10】

請求項 1 から請求項 8 のいずれかに記載の無線制御装置と、請求項 9 記載の無線端末装置と、から構成されることを特徴とする無線通信システム。

【請求項 11】

周波数領域の一部のスペクトルを送信しないクリッピング処理を行なってデータを送受信する無線通信システムに適用される無線制御装置の制御プログラムであって、

10

20

30

40

50

通信相手である無線端末装置との間の伝搬路情報に基づいて、前記クリッピング処理を行なう周波数領域を示すクリッピング情報を生成する処理と、

前記無線端末装置に対する周波数割り当てを決定して周波数割り当て情報を生成する処理と、

前記クリッピング情報および前記周波数割り当て情報を前記無線端末装置に対して通知する処理と、の一連の処理を、コンピュータに読み取り可能および実行可能にコマンド化したことを特徴とする無線制御装置の制御プログラム。

【請求項 1 2】

周波数領域の一部のスペクトルを送信しないクリッピング処理を行なってデータを送受信する無線通信システムに適用される無線端末装置の制御プログラムであって、

通信相手である無線制御装置から、クリッピング処理を行なう周波数領域を示すクリッピング情報および周波数割り当てを示す周波数割り当て情報を受信する処理と、

前記受信したクリッピング情報および周波数割り当て情報に基づいて、周波数領域に対してクリッピング処理を行なう処理と、

前記クリッピング処理を行なった周波数信号を時間領域の信号に変換して、前記無線制御装置に対して送信する処理と、の一連の処理を、コンピュータに読み取り可能および実行可能にコマンド化したことを特徴とする無線端末装置の制御プログラム。

【請求項 1 3】

無線制御装置に実装されることにより、前記無線制御装置に複数の機能を発揮させる集積回路であって、

通信相手である無線端末装置との間の伝搬路情報に基づいて、前記クリッピング処理を行なう周波数領域を示すクリッピング情報を生成する機能と、

前記無線端末装置に対する周波数割り当てを決定して周波数割り当て情報を生成する機能と、

前記クリッピング情報および前記周波数割り当て情報を前記無線端末装置に対して通知する機能と、の一連の機能を、前記無線制御装置に発揮させることを特徴とする集積回路。

【請求項 1 4】

無線端末装置に実装されることにより、前記無線端末装置に複数の機能を発揮させる集積回路であって、

通信相手である無線制御装置から、クリッピング処理を行なう周波数領域を示すクリッピング情報および周波数割り当てを示す周波数割り当て情報を受信する機能と、

前記受信したクリッピング情報および周波数割り当て情報に基づいて、周波数領域に対してクリッピング処理を行なう機能と、

前記クリッピング処理を行なった周波数信号を時間領域の信号に変換して、前記無線制御装置に対して送信する機能と、の一連の機能を、前記無線端末装置に発揮させることを特徴とする集積回路。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、マルチアンテナ使用時のスペクトルクリッピング方法に関する。

【背景技術】

【0002】

第3.9世代の携帯電話の無線通信システムであるLTE (Long Term Evolution) システムの標準化がほぼ完了し、最近ではLTEシステムをより発展させたLTE-A (LTE-Advanced) が、第4世代の無線通信システム (IMT-Aなどとも称する。) の候補の一つとして標準化が行なわれている。一般的に、移動通信システムの上り回線 (移動局から基地局への通信) では、移動局が送信局となるため、限られた送信電力で増幅器の電力利用効率を高く維持でき、ピーク電力の低いシングルキャリア方式 (LTEではSC-FDMA (Single Ca

10

20

30

40

50

rier Frequency Division Multiple Access)方式が採用されている)が有効とされている。なお、SC-FDMAはDFT-S-OFDM(Discrete Fourier Transform Spread Orthogonal Frequency Division Multiplexing)やDFT-pre-coded OFDMなどとも呼ばれる。

【0003】

LTE-Aでは、さらに周波数利用効率を改善させるために、送信電力に余裕のある端末については、SC-FDMAスペクトルを複数のサブキャリアから構成されるクラスタに分割し、各クラスタを周波数軸の任意の周波数に配置するClustered DFT-S-OFDM(ダイナミックスペクトル制御(DSC:Dynamic Spectrum Control)、SC-ASA(Single Carrier Adaptive Spectrum Allocation)などとも称される。)と呼ばれるアクセス方式を新たにサポートすることが決定されている。さらに、受信処理においてターボ等化を行なうことを前提に、各移動局装置からの周波数信号に対してクリッピングを含むスペクトル整形を施すことで、周波数利用効率を改善させる手法が提案されている(例えば、非特許文献1)。

10

【0004】

図15は、非特許文献1で開示されたスペクトルクリッピングの概念を示す図である。元のシングルキャリアスペクトル1に対して、一部の周波数信号をクリッピング(削除)し、送信信号3を生成する。このとき、クリッピングされる周波数信号は伝搬路特性に応じて施す。これを受信した受信信号5は、当然、送信側でクリップした周波数信号は欠落したまま受信される。その後、信号がクリッピングされた周波数の伝搬路利得がゼロであると見做してターボ等化で検出すると、推定信号7のように周波数信号を再生することができる。

20

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0005】

【非特許文献1】A. Okada, S. Ibi, S. Sampei, "Spectrum Shaping Technique Combined with SC/MMSE Turbo Equalizer for High Spectral Efficient Broadband Wireless Access Systems," ICSPCS2007, Gold Coast, Australia, Dec. 2007.

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0006】

しかしながら、送受信アンテナを複数具備するマルチアンテナ技術(MIMO(Multiple-Input Multiple-Output)技術など)にクリッピングを適用する方法は開示されていない。よって、マルチアンテナ使用時においては、移動局装置からの送信信号に対してクリッピングを含むスペクトル整形を施すことによる周波数利用効率改善を行なうことができなかった。

【0007】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、移動局装置がマルチアンテナを使用する場合において、移動局装置からの送信信号に対するクリッピングにより、周波数利用効率改善を行なうことができる無線制御装置、無線端末装置、無線通信システム、無線制御装置および無線端末装置の制御プログラムおよび集積回路を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0008】

(1)上記の目的を達成するために、本発明は、以下のような手段を講じた。すなわち、本発明の無線制御装置は、周波数領域の一部のスペクトルを送信しないクリッピング処理を行なってデータを送受信する無線通信システムに適用される無線制御装置であって、通信相手である無線端末装置との間の伝搬路情報に基づいて、前記クリッピング処理を行なう周波数領域を示すクリッピング情報を生成すると共に、前記無線端末装置に対する周波数割り当てを決定して周波数割り当て情報を生成し、前記クリッピング情報および前記

50

周波数割り当て情報を前記無線端末装置に対して通知することを特徴としている。

【0009】

このように、無線制御装置は、クリッピング処理を行なう周波数領域を示すクリッピング情報を生成すると共に、無線端末装置に対する周波数割り当てを決定して周波数割り当て情報を生成し、クリッピング情報および周波数割り当て情報を無線端末装置に対して通知するので、無線端末装置がマルチアンテナを使用する場合において、無線端末装置からの送信信号に対するクリッピングが可能となり、周波数利用効率改善を行なうことができる。

【0010】

(2) また、本発明の無線制御装置において、前記無線端末装置が複数の送信アンテナを備える場合、前記各送信アンテナにおけるクリッピング情報をそれぞれ独立に決定することを特徴としている。

10

【0011】

このように、無線制御装置は、各送信アンテナにおけるクリッピング情報をそれぞれ独立に決定するので、送信アンテナ毎に共通に決定する方法に比べ、欠落する情報をなくすことができ、検出精度を高めることが可能である。これにより高い伝送特性を得ることができる。

【0012】

(3) また、本発明の無線制御装置において、前記クリッピング情報は、クリッピング処理をする周波数領域とクリッピング処理をしない周波数領域との割合を示すクリッピング率を示す情報、またはクリッピング処理を行なう周波数位置を示す情報の少なくとも一方を含むことを特徴としている。

20

【0013】

このように、クリッピング情報が、クリッピング処理をする周波数領域とクリッピング処理をしない周波数領域との割合を示すクリッピング率を示す情報、またはクリッピング処理を行なう周波数位置を示す情報の少なくとも一方を含むので、無線制御装置は、柔軟に制御することが可能となる。

【0014】

(4) また、本発明の無線制御装置において、前記各送信アンテナにおけるクリッピング情報は、前記各アンテナに対応する伝搬路のゲインに基づいて決定されることを特徴としている。

30

【0015】

このように、各送信アンテナにおけるクリッピング情報は、各アンテナに対応する伝搬路のゲインに基づいて決定されるので、無線制御装置は、送信ダイバーシチゲイン（あるいはビームフォーミングゲイン）や通信路容量から決定する方法に比べ、欠落する情報をなくすことができ、検出精度を高めることが可能である。これにより高い伝送特性を得ることができる。

【0016】

(5) また、本発明の無線制御装置において、前記各送信アンテナにおける伝搬路のゲインは、他の送信アンテナで送信される周波数領域の信号について、前記クリッピング処理が行なわれるか否かの判断結果に基づいて補正されることを特徴としている。

40

【0017】

このように、各送信アンテナにおける伝搬路のゲインは、他の送信アンテナで送信される周波数領域の信号について、クリッピング処理が行なわれるか否かの判断結果に基づいて補正されるので、無線制御装置は、欠落する情報をなくすことができ、検出精度を高めることが可能である。これにより高い伝送特性を得ることができる。

【0018】

(6) また、本発明の無線制御装置において、前記無線端末装置が複数の送信アンテナを備える場合、前記各送信アンテナにおける共通のクリッピング情報を決定することを特徴としている。

50

【 0 0 1 9 】

このように、無線制御装置は、無線端末装置が複数の送信アンテナを備える場合、各送信アンテナにおける共通のクリッピング情報を決定するので、無線端末装置がマルチアンテナを使用する場合において、無線端末装置からの送信信号に対するクリッピングが可能となり、周波数利用効率改善を行なうことができる。

【 0 0 2 0 】

(7) また、本発明の無線制御装置において、前記クリッピング情報は、クリッピング処理をする周波数領域とクリッピング処理をしない周波数領域との割合を示すクリッピング率を示す情報、またはクリッピング処理を行なう周波数位置を示す情報の少なくとも一方を含むことを特徴としている。

10

【 0 0 2 1 】

このように、クリッピング情報が、クリッピング処理をする周波数領域とクリッピング処理をしない周波数領域との割合を示すクリッピング率を示す情報、またはクリッピング処理を行なう周波数位置を示す情報の少なくとも一方を含むので、無線制御装置は、柔軟に制御することが可能となる。

【 0 0 2 2 】

(8) また、本発明の無線制御装置において、前記クリッピング情報は、前記無線端末装置の通信路容量に基づいて決定されることを特徴としている。

【 0 0 2 3 】

このように、クリッピング情報が、無線端末装置の通信路容量に基づいて決定されるので、無線制御装置は、無線端末装置がマルチアンテナを使用する場合において、無線端末装置からの送信信号に対するクリッピングが可能となり、周波数利用効率改善を行なうことができる。

20

【 0 0 2 4 】

(9) また、本発明の無線端末装置は、周波数領域の一部のスペクトルを送信しないクリッピング処理を行なってデータを送受信する無線通信システムに適用される無線端末装置であって、通信相手である無線制御装置から、クリッピング処理を行なう周波数領域を示すクリッピング情報および周波数割り当てを示す周波数割り当て情報を受信し、前記受信したクリッピング情報および周波数割り当て情報に基づいて、周波数領域に対してクリッピング処理を行ない、前記クリッピング処理を行なった周波数信号を時間領域の信号に変換して、前記無線制御装置に対して送信することを特徴としている。

30

【 0 0 2 5 】

このように、無線端末装置が、受信したクリッピング情報および周波数割り当て情報に基づいて、周波数領域に対してクリッピング処理を行なうので、無線制御装置は、無線端末装置がマルチアンテナを使用する場合において、無線端末装置からの送信信号に対するクリッピングが可能となり、周波数利用効率改善を行なうことができる。

【 0 0 2 6 】

(1 0) また、本発明の無線通信システムは、上記 (1) から (8) のいずれかに記載の無線制御装置と、上記 (9) 記載の無線端末装置と、から構成されることを特徴としている。

40

【 0 0 2 7 】

このように、無線通信システムが、上記 (1) から (8) のいずれかに記載の無線制御装置と、上記 (9) 記載の無線端末装置と、から構成されるので、無線端末装置がマルチアンテナを使用する場合において、無線端末装置からの送信信号に対するクリッピングが可能となり、周波数利用効率改善を行なうことができる。

【 0 0 2 8 】

(1 1) また、本発明の無線制御装置の制御プログラムは、周波数領域の一部のスペクトルを送信しないクリッピング処理を行なってデータを送受信する無線通信システムに適用される無線制御装置の制御プログラムであって、通信相手である無線端末装置との間の伝搬路情報に基づいて、前記クリッピング処理を行なう周波数領域を示すクリッピング情

50

報を生成する処理と、前記無線端末装置に対する周波数割り当てを決定して周波数割り当て情報を生成する処理と、前記クリッピング情報および前記周波数割り当て情報を前記無線端末装置に対して通知する処理と、の一連の処理を、コンピュータに読み取り可能および実行可能にコマンド化したことを特徴としている。

【0029】

このように、無線制御装置は、クリッピング情報および周波数割り当て情報を無線端末装置に対して通知するので、無線端末装置がマルチアンテナを使用する場合において、無線端末装置からの送信信号に対するクリッピングが可能となり、周波数利用効率改善を行なうことができる。

【0030】

(12) また、本発明の無線端末装置の制御プログラムは、周波数領域の一部のスペクトルを送信しないクリッピング処理を行なってデータを送受信する無線通信システムに適用される無線端末装置の制御プログラムであって、通信相手である無線制御装置から、クリッピング処理を行なう周波数領域を示すクリッピング情報および周波数割り当てを示す周波数割り当て情報を受信する処理と、前記受信したクリッピング情報および周波数割り当て情報に基づいて、周波数領域に対してクリッピング処理を行なう処理と、前記クリッピング処理を行なった周波数信号を時間領域の信号に変換して、前記無線制御装置に対して送信する処理と、の一連の処理を、コンピュータに読み取り可能および実行可能にコマンド化したことを特徴としている。

【0031】

このように、無線端末装置が、受信したクリッピング情報および周波数割り当て情報に基づいて、周波数領域に対してクリッピング処理を行なうので、無線制御装置は、無線端末装置がマルチアンテナを使用する場合において、無線端末装置からの送信信号に対するクリッピングが可能となり、周波数利用効率改善を行なうことができる。

【0032】

(13) また、本発明の集積回路は、無線制御装置に実装されることにより、前記無線制御装置に複数の機能を発揮させる集積回路であって、通信相手である無線端末装置との間の伝搬路情報に基づいて、前記クリッピング処理を行なう周波数領域を示すクリッピング情報を生成する機能と、前記無線端末装置に対する周波数割り当てを決定して周波数割り当て情報を生成する機能と、前記クリッピング情報および前記周波数割り当て情報を前記無線端末装置に対して通知する機能と、の一連の機能を、前記無線制御装置に発揮させることを特徴としている。

【0033】

このように、無線制御装置は、クリッピング情報および周波数割り当て情報を無線端末装置に対して通知するので、第1の通信装置がマルチアンテナを使用する場合において、第1の通信装置からの送信信号に対するクリッピングが可能となり、周波数利用効率改善を行なうことができる。

【0034】

(14) また、本発明の集積回路は、無線端末装置に実装されることにより、前記無線端末装置に複数の機能を発揮させる集積回路であって、通信相手である無線制御装置から、クリッピング処理を行なう周波数領域を示すクリッピング情報および周波数割り当てを示す周波数割り当て情報を受信する機能と、前記受信したクリッピング情報および周波数割り当て情報に基づいて、周波数領域に対してクリッピング処理を行なう機能と、前記クリッピング処理を行なった周波数信号を時間領域の信号に変換して、前記無線制御装置に対して送信する機能と、の一連の機能を、前記無線端末装置に発揮させることを特徴としている。

【0035】

このように、受信したクリッピング情報および周波数割り当て情報に基づいて、周波数領域に対してクリッピング処理を行なうので、無線制御装置は、無線端末装置がマルチアンテナを使用する場合において、無線端末装置からの送信信号に対するクリッピングが可

10

20

30

40

50

能となり、周波数利用効率改善を行なうことができる。

【発明の効果】

【0036】

本発明により、マルチアンテナ技術にスペクトル整形を適用することができる。これにより、基地局装置は、移動局装置がマルチアンテナを使用する場合において、移動局装置からの送信信号に対するクリッピングにより、周波数利用効率改善を行なうことができる。

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図1】本発明の第1の実施形態において、マルチアンテナ技術をスペクトルクリッピング技術に適用する場合の概念を示す図である。

10

【図2】本発明の第1の実施形態に係る移動局装置の基本構成の一例を示すブロック図である。

【図3】本発明の第1の実施形態に係る基地局装置の構成を示すブロック図である。

【図4】本発明の第1の実施形態に係る制御部313の一例を示すブロック図である。

【図5】本発明の第2の実施形態に係る移動局装置の一例を示すブロック図である。

【図6】LTE-Aでのプレコーディング行列を示す表である。

【図7】本発明の第2の実施形態に係る制御部313の一例を示すブロック図である。

【図8】本発明の第3の実施形態において、MIMOにおける各送信アンテナの周波数信号の概念の一例を示す図である。

20

【図9】本発明の第3の実施形態に係る移動局装置の一例を示すブロック図である。

【図10】本発明の第3の実施形態に係る基地局装置の一例を示すブロック図である。

【図11】本発明の第3の実施形態に係る制御部913の構成例を示すブロック図である。

【図12A】本発明の第4の実施形態において、各送信アンテナからの信号が独立に設定されている場合を示す図である。

【図12B】本発明の第4の実施形態において、どの周波数においても少なくとも一方のアンテナからの信号が割り当てられている場合を示す図である。

【図12C】本発明の第4の実施形態において、クリッピング率を制限し、かつ少なくとも一方の周波数に信号を割り当てるよう制御した場合を示す図である。

30

【図13】本発明の第4の実施形態に係る制御部313の構成の一例を示すブロック図である。

【図14】本発明の第4の実施形態に係る制御部313の構成の一例を示すブロック図である。

【図15】非特許文献1で開示されたスペクトルクリッピングの概念を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0038】

以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。なお、以下の実施形態では、スペクトル整形に含まれるクリッピング処理を対象にしており、送信される周波数信号（クリッピングされていない周波数信号）への電力配分に関しては特に記載しないが、電力配分を行なう処理を含むスペクトル整形をした場合も本発明に含まれる。

40

【0039】

〔第1の実施形態〕（ 2×1 送信ダイバーシチ）

本実施形態は、クリッピングする周波数を送信に使用する送信アンテナ毎に共通に決定する方法について述べる。

【0040】

図1は、本発明の第1の実施形態において、マルチアンテナ技術をスペクトルクリッピング技術に適用する場合の概念を示す図である。図1では、移動局装置に割り当てられた離散周波数（サブキャリア）が6ポイントであり、それぞれ、低い周波数からC1、C2、C3、C4、C5、C6であるものとする。移動局装置は、第1の送信アンテナから周

50

波数領域の送信信号 1 0 1 - 1、第 2 の送信アンテナから周波数領域の送信信号 1 0 1 - 2 を送信する。ここでは、同図に示されるように、各送信アンテナで同一のクリッピングを施すものとする。ここでは、信号が割り当てられたスペクトルが C 1、C 2、C 3、C 4、C 6 であり、C 5 はクリッピングされている。また、各送信アンテナに配置された信号は同一のものである。送信に使用するアンテナ数を 2、基地局装置で受信に使用するアンテナ数を 1 とすると、k 番目の離散周波数における受信信号は、次式 (1) で表される。
【数 1】

$$\begin{aligned} R(k) &= \frac{1}{\sqrt{2}} H_1(k) S(k) + \frac{1}{\sqrt{2}} H_2(k) S(k) + \eta(k) \\ &= (H_1(k) + H_2(k)) S(k) + \eta(k) \end{aligned} \quad \dots (1)$$

【0041】

式 (1) において、S (k) は、k 番目の離散周波数における複素数で表される送信信号、R (k) は k 番目の離散周波数における複素数で表される受信信号、H₁ (k) は、移動局装置の第 1 のアンテナから基地局装置のアンテナの間の複素数で表される伝搬路特性、H₂ (k) は、移動局装置の第 1 のアンテナから基地局装置のアンテナの間の複素数で表される伝搬路特性、η (k) は隣接セルからの干渉なども含む複素数で表される雑音である。また、1 / √2 は、全送信アンテナからの送信電力の合計が一定となるよう正規化するための値である。式 (1) から、この場合、送信信号に対する等価的な伝搬路特性は、H₁ (k) + H₂ (k) である。したがって、この等価的な伝搬路特性を用いてクリッピング情報と周波数割当情報を決定する。式 (1) のように受信信号が表される場合、送信信号の電力利得 G (k) は式 (2) で表される。

【数 2】

$$G(k) = \frac{1}{2} |H_1(k) + H_2(k)|^2 \quad \dots (2)$$

【0042】

式 (2) に基づいて、伝送するクリッピング情報を決定する。まず、システム帯域に含まれるすべての離散周波数で式 (2) を算出する。その後、式 (2) で表される周波数割当とクリッピング率を決定する。例えば、周波数割当については、複数の移動局装置でシステム帯域全体を共有する際に一般的に利用されるプロポーショナルフェアネス (PF:Proportional Fairness) や、Max C I R (Carrier to Interference power Ratio、Max SINR や Max SNR などと表記されてもよい)、ラウンドロビン (RR:Round Robin) などの割当を用いてよい。

【0043】

また、クリッピング率については、割り当てられた周波数の中から、式 (2) の値がある閾値以下の場合に割り当てないなどといった方法や、システムで予め定義されたクリッピング率、または変調方式と符号化率の組み合わせ (MCS:Modulation and Coding Scheme などと呼ばれることもある) に基づいて暗黙的にクリッピング率を定義している場合には、予め定義されたクリッピング率を用いてもよい。例えば、符号化率 1 / 2 の Q P S K の場合、クリッピング率が 2 0 % と定義されていたとする。まず、P F などの割当法で移動局装置の割当周波数を決定した後、割り当てられた周波数でさらに式 (2) を小さい順に

20%だけ割当周波数から外し、最終的な割当周波数として決定する。また、クリッピングする周波数位置などを用いてもよい。また、非特許文献1に開示されている注水定理を用いる方法の場合には、送信電力の配分に関する情報をさらに通知してもよく、これは本発明に開示された如何なる実施形態でも同様である。

【0044】

図2は、本発明の第1の実施形態に係る移動局装置の基本構成の一例を示すブロック図である。ここでは、移動局装置の送受信アンテナ数を2として説明する。勿論、移動局装置の送受信アンテナ数は限定されない。また、ここでは、空間的に送信されるストリーム数を1として説明する。まず、移動局装置は基地局装置から下り回線で通知された制御信号をアンテナ201-1、201-2（アンテナ201-1、201-2を合わせてアンテナ201と表す。）で受信し、無線受信部203-1、203-2により、ベースバンド信号にダウンコンバートし、A/D（Analog to Digital）変換する。得られたデジタル信号は、合成部205により最大比合成などの受信信号の合成が行なわれる。次に、合成された受信信号は制御信号検出部207により、参照信号の系列に関する情報、クリッピング率に関する情報、周波数割当情報などを検出する。

【0045】

送信する情報ビット列は、データ信号生成部209により、送信するデータの周波数信号を生成する。データ信号生成部209では、情報ビット列が誤り訂正符号化され、QPSK（Quaternary Phase Shift Keying）や16QAM（16-ary Quadrature Amplitude Modulation）などの変調シンボルが生成され、DFT（Discrete Fourier Transform）により周波数信号に変換される。次に、参照信号に関する情報に基づいて参照信号生成部211により各送信アンテナ伝搬路推定用の参照信号（RS：Reference Signal）が生成され、参照信号多重部213においてデータ信号と多重される。レイマッピング部215において各アンテナ201に信号を割り当てる。このとき、空間多重される信号数（ランク数）が1であれば、そのまま各アンテナ201にコピーされ、ランク数が2であれば、各アンテナ201にS/P（Serial to Parallel）変換やブロックインターリーブなどの方法を用いて異なる送信信号が割り当てられる。本実施形態では、同一の信号を2つのアンテナ201から送信することを想定するため、ランク1で伝送されるものとする。

【0046】

次に、スペクトルクリッピング部217-1、217-2において、通知された各アンテナ201のクリッピング情報に応じて、周波数信号の一部をクリップ（削除）する。なお、このクリッピング情報は、クリッピングする周波数位置情報でもよいし、クリッピング率（例えば、10%など）でもよい。また、通知の際に、変調方式と符号化率の組み合わせ（MCS：Modulation and Coding Schemes）とクリッピング率を1対1に対応付けることで暗黙的に通知してもよい。この場合、通知されたクリッピング情報は、MCSから判断することができる。その後、各アンテナ201でクリッピングが施された周波数信号は、周波数割当部219-1、219-2において通知された周波数割当情報に基づいて周波数に配置される。次に、サウンディング参照信号多重部221-1、221-2により各アンテナ201からアンテナ301への伝搬路特性を把握するためのサウンディング参照信号が多重され、IFFT（Inverse Fast Fourier Transform）部223-1、223-2において時間領域の信号に変換される。時間領域に変換された送信信号はCP（Cyclic Prefix）挿入部225-1、225-2においてCPを挿入され、無線送信部227-1、227-2においてD/A（Digital to Analog）変換され、無線周波数にアップコンバートされ、アンテナ201-1、201-2から送信される。

【0047】

図3は、本発明の第1の実施形態に係る基地局装置の構成を示すブロック図である。ここでは、アンテナ数を1本とした場合を一例として示している。アンテナ301で受信した受信信号は、無線受信部303で受信され、CP除去部305で受信信号からCPが除去される。受信信号はFFT部307により周波数信号に変換される。周波数信号に変換された受信信号は、まずサウンディング参照信号分離部309においてサウンディング参

照信号が分離される。分離されたサウンディング参照信号は、チャンネルサウンディング部 3 1 1 において各アンテナ 2 0 1 からアンテナ 3 0 1 までの受信状態（例えば、受信 SINR など）を推定し、推定された受信状態、推定された伝搬路特性は制御部 3 1 3 に入力される。制御部 3 1 3 では、各アンテナ 2 0 1 のクリッピング情報や周波数割当を決定する。決定された制御情報は、制御信号生成部 3 1 5 により制御信号に変換され、無線送信部 3 1 7 により D / A 変換、アップコンバージョンが施され、アンテナ 3 0 1 から送信される。

【 0 0 4 8 】

次に、サウンディング参照信号を分離された受信信号は、参照信号分離部 3 1 9 により、受信信号から参照信号が除去される。除去された参照信号は、伝搬路特性・雑音電力推定部 3 2 1 により各アンテナ 2 0 1 からの伝搬路特性および隣接セルからの干渉を含む雑音電力が推定される。その後、伝搬路特性・雑音電力推定部 3 2 1 により推定された伝搬路特性は、ゼロ挿入部 3 2 3 により移動局装置側でクリッピングされた周波数にゼロを挿入することで等価伝搬路を算出する。得られた等価伝搬路は、等化部 3 2 5 および受信信号レプリカ生成部 3 2 7 に入力される。

10

【 0 0 4 9 】

次に、参照信号分離部 3 1 9 から出力された受信信号は、信号キャンセル部 3 2 9 において、受信信号レプリカ生成部 3 2 7 から入力された受信信号レプリカをキャンセルする。ただし、繰り返し 1 回目では何もキャンセルされない。次に、等化部 3 2 5 において受信信号を等化し、周波数デマッピング部 3 3 1 により割り当てていた周波数から希望信号を周波数領域で抽出する。その後、I D F T (Inverse Discrete Fourier Transform) 部 3 3 3 により時間信号に変換し、復調部 3 3 5 により対数尤度比 (LLR:Log Likelihood Ratio) を得る。そして、復号部 3 3 7 において誤り訂正処理が行なわれる。このとき、復号部 3 3 7 は、情報ビットの L L R と、符号ビットの L L R を出力する。

20

【 0 0 5 0 】

符号ビットの L L R は、送信信号レプリカ生成部 3 3 9 に入力され、送信信号のソフトレプリカ（軟推定）が生成される。その後、D F T 部 3 4 1 に入力され、軟推定は周波数信号に変換される。この例では 2 本のアンテナ 2 0 1 で送信して 1 本のアンテナ 3 0 1 で受信するので、2 つの同一の（コピーされた）ソフトレプリカが出力される。そして、D F T 部 3 4 1 により周波数領域のソフトレプリカに変換され、受信信号レプリカ生成部 3 2 7 においてゼロ挿入部 3 2 3 から出力された等価伝搬路を乗算することで用いて受信信号レプリカが算出される。それを信号キャンセル部 3 2 9 に入力し、上述の処理を繰り返す。これを任意の回数繰り返し、復号部 3 3 7 から出力された情報ビットの L L R を硬判定することで復号ビット列が得られる。次に、制御部 3 1 3 について説明する。

30

【 0 0 5 1 】

図 4 は、本発明の第 1 の実施形態に係る制御部 3 1 3 の一例を示すブロック図である。制御部では、推定された伝搬路特性から式 (2) によりスケジューリング部 4 0 1 により周波数割当を決定する。その後、クリッピング情報決定部 4 0 3 によりアンテナ 2 0 1 毎にクリッピング情報を生成し、周波数割当決定部 4 0 5 で最終的な周波数割当を決定する。このように得られたクリッピング情報と周波数割当を制御情報生成部 4 0 7 により制御情報を生成し、制御信号生成部 3 1 5 に入力する。制御信号生成部 3 1 5 では、システムに応じて設定された方法により多重・変調などの制御信号の生成が行なわれ、無線送信部 3 1 7 に入力される。このように、本実施形態では、マルチアンテナに適用する場合の複合された等価伝搬路に基づいてクリッピング情報や周波数割当を決定することで、クリッピングをマルチアンテナ技術にも適用できる。

40

【 0 0 5 2 】

[第 2 の実施形態] (プレコーディングをする場合)

本実施形態では、プレコーディングと呼ばれるビームフォーミングが適用される場合の例について説明する。

【 0 0 5 3 】

50

図 5 は、本発明の第 2 の実施形態に係る移動局装置の一例を示すブロック図である。図 2 と比較して、レイマッピング部 2 1 5 がプレコーディング部 5 0 1 に変更されている。プレコーディング部 5 0 1 において予め定義されたプレコーディング行列が乗算される。

【 0 0 5 4 】

図 6 は、LTE-A でのプレコーディング行列を示す表である。ここでは、送信アンテナ数が 2 の場合を一例として示している。Number of layers がレイヤ数であり、1 の場合は、2 本のアンテナ 2 0 1 を用いて 1 ストリーム、2 の場合は 2 ストリームの信号を送信する。Codebook index は、移動局装置にどの行列を使用するかを通知する際のインデックスである。ここでは、ランク 2 は後述する実施形態で説明するので、ここではランク 1 のプレコーディング行列を使用するものとして説明する。ランク 1 では、1 ストリームの送信信号に対して図 6 で表されるプレコーディング行列 w を乗算して送信するため、 k 番目の周波数における受信信号は、式 (3) のように表される。

10

【数 3】

$$R(k) = \mathbf{h}(k)\mathbf{w}S(k) + \eta(k) \quad \dots (3)$$

【 0 0 5 5 】

20

式 (3) において、 $S(k)$ は、 k 番目の周波数領域の複素数で表される送信信号の振幅、 $\eta(k)$ は隣接セルからの干渉を含む雑音、 $R(k)$ は受信信号の振幅、 w は図 6 で表されるレイヤ数 1 のプレコーディング行列から選択されたいずれか 1 つの行列である。また、 $\mathbf{h}(k)$ は 1×2 で表される伝搬路行列であり、式 (4) で表される。

【数 4】

$$\mathbf{h}(k) = [h_1(k), h_2(k)] \quad \dots (4)$$

30

【 0 0 5 6 】

ただし、 $h_1(k)$ は第 1 のアンテナ 2 0 1 - 1 からアンテナ 3 0 1 への k 番目の周波数の複素数で表される伝搬路特性、 $h_2(k)$ は k 番目の周波数の複素数で表される第 2 のアンテナ 2 0 1 からアンテナ 3 0 1 への伝搬路特性である。したがって、このように表される k 番目の周波数の電力利得は、式 (5) のように表される。

【数 5】

$$P(k) = |\mathbf{h}(k)\mathbf{w}|^2 \quad \dots (5)$$

40

【 0 0 5 7 】

式 (5) において、 $P(k)$ は k 番目の周波数における実数で表される送信信号に対する電力利得を表す。式 (5) に基づいて、第 1 の実施形態と同様の方法を用いてクリッピング周波数や周波数割当を決定する。受信装置 (基地局装置) の構成は、図 3 と同一であるため、説明を省略する。このように、プレコーディングを適用した場合にも本発明は適用可能である。また、ここでは簡単のため、受信アンテナ数を 1 本として説明したが、受信するアンテナ数が 2 本以上の場合は、最大比合成 (MRC: Maximum Ratio Combining) などの受信ダイバーシチ技術を用いて受信すればよく、受信アンテナ数は限定されない。ま

50

た、制御情報の送信に関して、アンテナ 2 0 1 が 2 本以上の場合は、時空間符号化 (STC: Space Time Coding、STBC(Space Time Block Code)やSFBC(Space Frequency Block Code)、などの)や循環遅延ダイバーシチ (CDD:Cyclic Delay Diversity)、時間切替送信ダイバーシチ (TSTD:Time Switching Transmit Diversity)、周波数切替送信ダイバーシチ (FSTD:Frequency Switching Diversity)、アンテナ選択ダイバーシチなどの送信ダイバーシチ技術を用いてもよいし、いずれかのアンテナ 2 0 1 から常に送信するような方法を用いてもよい。

【 0 0 5 8 】

図 7 は、本発明の第 2 の実施形態に係る制御部 3 1 3 の一例を示すブロック図である。基本的な構成は図 4 と同じだが、プレコーディング行列決定部 6 0 1 が新たに追加されている。プレコーディング行列決定部 6 0 1 は、チャンネルサウンディング部 3 1 1 から出力された各アンテナ 2 0 1 からアンテナ 3 0 1 までの空間相関などや伝搬路特性の伝搬路状態に基づいて、最適なプレコーディング行列を選択する。選択されたプレコーディング行列を基に、スケジューリング部 4 0 1 においてスケジューリングが行なわれる。このように、プレコーディングを用いた場合でも、本発明を適用することができる。

10

【 0 0 5 9 】

[第 3 の実施形態] (MIMO の場合)

本実施形態では、MIMO の場合について述べる。ここでは、アンテナ 2 0 1 を 2 本を用いてランク 2 で送信する場合で説明する。

【 0 0 6 0 】

図 8 は、本発明の第 3 の実施形態において、MIMO における各アンテナ 2 0 1 の周波数信号の概念の一例を示す図である。図 8 では、図 1 と異なり、送信信号 7 0 1 - 1 と送信信号 7 0 1 - 2 は異なる信号である。

20

【 0 0 6 1 】

図 9 は、本発明の第 3 の実施形態に係る移動局装置の一例を示すブロック図である。ここでは、コードワードと呼ばれる情報ビット系列が 1 つの場合について説明する。この場合 2 ストリームを送信するために、S/P (Serial to Parallel) 部 8 0 1 において直並列変換する。次に、参照信号多重部 8 0 3 - 1、8 0 3 - 2 において、各ストリームを復調するための参照信号が多重される。参照信号は、受信装置 (基地局装置) において分離できなければならないため、直交符号など、サイクリックシフトや異なる符号がそれぞれに割り当てられる。その後、プレコーディング部 5 0 1 において、通知されたプレコーディング情報に基づいてランク 2 のプレコーディング行列が乗算される。図 6 の場合は、 $\frac{1}{2}$ の場合の行列 (同図では単位行列を $\frac{1}{2}$ 倍したものが選択される。ただし、他の移動通信システムで、他のランク 2 の行列が定義されている場合には、それを選択することができる。

30

【 0 0 6 2 】

図 10 は、本発明の第 3 の実施形態に係る基地局装置の一例を示すブロック図である。ここでは、基地局装置のアンテナ数を 2 とし、コードワード数 1、ランク 2 の信号を検出する構成を一例として示している。アンテナ 9 0 1 - 1、9 0 1 - 2 (アンテナ 9 0 1 - 1、9 0 1 - 2 を合わせてアンテナ 9 0 1 と表す。) で受信された信号は、無線受信部 9 0 3 - 1、9 0 3 - 2 でベースバンド信号にダウンコンバートされ、CP 除去部 9 0 5 - 1、9 0 5 - 2 により、CP が受信信号から除去され、FFT 部 9 0 7 - 1、9 0 7 - 2 において周波数信号に変換され、サウンディング参照信号分離部 9 0 9 - 1、9 0 9 - 2 においてサウンディング参照信号が分離される。分離されたサウンディング参照信号は、チャンネルサウンディング部 9 1 1 により、伝搬路の状態を推定する。推定された伝搬路行列は、式 (6) のように行列で表現することができる。

40

【数 6】

$$\mathbf{H}(k) = \begin{bmatrix} h_{11}(k) & h_{12}(k) \\ h_{21}(k) & h_{22}(k) \end{bmatrix} \cdots (6)$$

10

【0063】

$h_{nm}(k)$ は、移動局装置の m 番目のアンテナ 201 から基地局装置の n 番目のアンテナ 901 の間の k 番目の離散周波数における伝搬路行列であり、一般的に、伝搬路行列は、各アンテナ 901 のインデックスが行列の列方向、各アンテナ 201 のインデックスが行列の行方向の要素となるよう構成される。この伝搬路行列が制御部 913 に入力される。

【0064】

図 11 は、本発明の第 3 の実施形態に係る制御部 913 の構成例を示すブロック図である。制御部 913 に入力された伝搬路特性は、プレコーディング行列決定部 1001 により、プレコーディング行列が決定され、通信路容量算出部 1003 に入力される。通信路容量算出部 1003 では、式 (7) のように各周波数（複数の離散周波数でブロック化されたリソースブロック単位でもよい）における通信路容量を算出する。

20

【数 7】

$$C(u) = \frac{1}{K} \sum_{k \in u} \log_2 \left(1 + SINR \times \det[\mathbf{H}(k) \mathbf{H}^H(k)] \right) \cdots (7)$$

30

【0065】

ただし、 u はリソースブロックのインデックス、 K はリソースブロックに含まれる離散周波数ポイント数、 $SINR$ は受信信号対干渉雑音電力比、 \det は行列式を表す。これは、各リソースブロックの平均通信路容量を表している。もちろん、ここでは厳密な定義に基づく通信路容量を一例として挙げたが、通信路容量と同じような相関関係を有する定量化値を用いた場合でも、本発明に含まれる。その後、各リソースブロックの平均通信路容量は、スケジューリング部 1005 に入力され、クリッピング情報決定部 1007 に入力される。得られた情報から、周波数割当決定部 1009 は、周波数割当を決定する。このようにして決定された周波数割当情報とクリッピング情報は、制御情報生成部 1011 により制御情報が生成され、制御信号生成部 915 に入力される。

40

【0066】

図 10 に戻り、制御部 913 より出力された制御情報から、制御信号生成部 915 は、システムに応じた制御信号を生成する。無線送信部 917 は、制御信号を無線信号に変換する。その後、無線信号は、アンテナ 901-1、901-2 から送信される。一方、サウンディング参照信号が分離された受信信号は、参照信号分離部 919-1、919-2 において、各レイヤの参照信号を分離し、伝搬路特性・雑音電力推定部 921 により、各レイヤの各アンテナ 901 における伝搬路特性、および各アンテナ 901 における雑音電力を推定する。得られた伝搬路特性は、ゼロ挿入部 923 により、クリッピングされた周波数の伝搬路特性にゼロを挿入する。その後、参照信号が分離された受信信号は、信号キャンセル部 925 により、受信信号レプリカ生成部 927 から入力される受信信号レプリカを

50

減算する。ただし、1回目の処理では何もキャンセルされない。

【0067】

次に、受信信号は、レイヤ分離・等化部929において、ゼロ挿入部923により計算された等価的な伝搬路特性と雑音電力を用いてレイヤの分離と受信信号から伝搬路による歪みを除去する等化処理が行なわれる。続いて受信信号は、周波数デマッピング部931-1、931-2により、割当周波数に基づいて、各レイヤの信号を元の離散周波数の順に戻される。また、受信信号は、IDFT部933-1、933-2により時間信号に変換され、P/S(Parallel to Serial)部935により、時間領域に変換された受信信号の並直列変換により元に戻される。その後、復調部937は符号ビットのLLRを算出し、復号部939は誤り訂正を行なう。

10

【0068】

復号部939から得られた符号ビットのLLRは、送信信号レプリカ生成部941により、送信信号の軟推定(ソフトレプリカとも称される)が算出され、S/P部943により再びレイヤ毎の信号に直並列変換される。次に、DFT部945-1、945-2により周波数領域の軟推定値(ソフトレプリカ)が生成され、受信信号レプリカ生成部927において、ゼロ挿入部923から出力された等価的な伝搬路特性を乗算することで受信信号レプリカが生成される。得られた受信信号レプリカは、信号キャンセル部925に再び入力される。以上の処理を任意の回数(所定の回数、誤りがなくなるまで)繰り返し、最後に、復号部939から出力される情報ビットのLLRを硬判定することで復号ビットを得る。

20

【0069】

このような構成をとることで、クリッピング技術をMIMO技術にも適用できる。なお、本発明の本質は、図11に示した制御部913の処理であり、通信路容量からクリッピング情報を決定することである。なお、第1~3の実施形態は、ランクアダプテーションなどの適応制御により組み合わせで適応的に選択することも可能であり、これらの組み合わせも本発明に含まれる。

【0070】

[第4の実施形態](各アンテナ201で異なるクリッピングを施す場合)

本実施形態では、アンテナ201毎に独立にクリッピングに関する情報と周波数割当に関する情報を決定するため、第1から第3の実施形態のように、複数のアンテナ201で同じクリッピングに関する情報と周波数割当に関する情報を、送信ダイバーシチゲイン(電力利得あるいはビームフォーミングゲイン)や通信路容量から決定する方法に比べ、高い伝送特性を得ることができる。図12A~図12Cに、本発明における各アンテナ201からの周波数軸の送信信号の一例を示す。まず、図12A~図12Cにおいては、ここではランク1伝送を仮定しているため、各アンテナ201の周波数信号の、元のスペクトルは全く同じもの(同一の送信信号)であるが、クリッピングされる周波数が異なることが、第1から第3の実施形態とは異なる。

30

【0071】

図12Aは、本発明の第4の実施形態において、各アンテナ201からの信号が独立に設定されている場合を示す図である。ここでは、送信信号1101-1、1101-2は、それぞれ独立にクリッピングされている。周波数C1、C3、C6は同一の信号が送信されており、周波数C4は両方のアンテナ201でクリッピングされている。また、周波数C2、C5は一方のアンテナ201から送信されている。

40

【0072】

図12Bは、本発明の第4の実施形態において、どの周波数においても少なくとも一方のアンテナ201からの信号が割り当てられている場合を示す図である。図12Aと異なり、送信信号1103-2に示されるように、C4にも送信信号が配置されている。これにより、アンテナ301で欠落する情報はないため、検出精度を高めることが可能である。

【0073】

50

図 1 2 C は、本発明の第 4 の実施形態において、クリッピング率を制限し、かつ少なくとも一方の周波数に信号を割り当てるよう制御した場合を示す図である。送信信号 1 1 0 5 - 1、1 1 0 5 - 2 は、ともに $1/6 = 16.666 \dots$ つまり、16.7% というクリッピング率に制限した上で、周波数 C 2 と周波数 C 4 でそれぞれクリッピングしている。このように、本実施形態ではクリッピング率を制限し、かつ少なくとも一方の周波数に信号を割り当てることを実現するようにアンテナ 2 0 1 毎に異なるクリッピングを施す。

【 0 0 7 4 】

図 1 3 は、本発明の第 4 の実施形態に係る制御部 3 1 3 の構成の一例を示すブロック図である。ここでは、ランク 1 伝送を一例とする。なお、アンテナ 2 0 1 毎に異なるクリッピングを前提とするため、ランク 1 の場合、プレコーディングを適用することは困難だが、ランク数が 2 以上の場合にはレイヤ毎に独立にクリッピングを施すという形で本実施形態を適用することが可能であるため、プレコーディング技術を適用するか否かは本発明を限定しない。また、基地局装置の構成は図 3 と同様の構成を用いてよい。ただし、制御部 3 1 3 の構成が異なる。図 1 3 において、制御部 3 1 3 は、スケジューリング部 1 2 0 1 において、システム帯域内における割当周波数位置を決定し、決定された周波数位置における各アンテナ 2 0 1 からの伝搬路利得をゲイン算出部 1 2 0 3 において算出する。ゲイン算出部 1 2 0 3 では、式 (8) のように、伝搬路のゲインを算出する。

【 数 8 】

$$F_1(k) = |h_1(k)|^2$$

$$F_2(k) = |h_2(k)|^2 \quad \dots (8)$$

【 0 0 7 5 】

式 (8) において、 $F_1(k)$ 、 $F_2(k)$ はそれぞれ、アンテナ 2 0 1 - 1 からアンテナ 3 0 1 の k 番目の周波数におけるゲイン、アンテナ 2 0 1 - 2 から受信アンテナの k 番目の周波数におけるゲインを表す。また、 $h_1(k)$ 、 $h_2(k)$ はそれぞれ、アンテナ 2 0 1 - 1 から受信アンテナの k 番目の周波数における伝搬路特性、アンテナ 2 0 1 - 2 から受信アンテナの k 番目の周波数における伝搬路特性を表す。これに基づき、クリッピング情報決定部 1 2 0 5 - 1、1 2 0 5 - 2 においてそれぞれクリッピング情報を決定し、周波数割当決定部 1 2 0 7 - 1、1 2 0 7 - 2 において割当周波数を決定する。この周波数割当決定部 1 2 0 7 - 1、1 2 0 7 - 2 では、クリッピング後の信号を割り当てる周波数を表している。最後に、周波数割当情報とクリッピング情報は制御情報生成部 1 2 0 9 に入力され、これにより制御情報生成部 1 2 0 9 は制御情報を生成し、制御情報を制御信号生成部 3 1 5 に入力する。本発明は、このように複数の送信アンテナ毎あるいは複数のレイヤ (空間多重) 毎に異なるクリッピングを施すことを特徴としている。なお、受信アンテナが複数存在する場合には、式 (9) の値をゲインとする。

【数 9】

$$F_1(k) = |h_{11}(k)|^2 + |h_{21}(k)|^2$$

$$F_2(k) = |h_{12}(k)|^2 + |h_{22}(k)|^2 \quad \dots (9)$$

10

【0076】

ただし、 $h_{nm}(k)$ は、アンテナ（レイヤ）201-mからアンテナ301-nにおける伝搬路特性を表している。一般的には、受信アンテナ数が増えれば、ゲインはその絶対値の2乗を受信アンテナ数分だけ加算した総和で表される。移動局装置の構成例は、図5と同一であり、スペクトルクリッピング部217-1、217-2のクリッピングされる周波数位置が互いに異なる。

【0077】

このように、本発明ではクリッピング情報決定部1205-1、1205-2をアンテナ201の数だけ具備し、それぞれ独立にクリッピング情報を決定することで、伝送特性が高まる。勿論、本発明はクリッピング情報をアンテナ201毎に決定することを本質とするため、受信アンテナ数によって発明の範囲が制限されることはない。また、クリッピング情報についてはゲインの低い周波数を設定してもよいし、予め定義された方法のいずれかから1つを選択する方法を用いてもよい。

20

【0078】

次に、図12Bのように、他のアンテナ201のクリッピング情報を考慮して割り当てる場合について説明する。基本的には、以下の式(10)で表される値を用いてゲインに補正を与える。

【数10】

$$P_T(k) = F_T(k) \times \beta \quad \dots (10)$$

30

【0079】

式(10)において、 $F_T(k)$ はT番目のアンテナ201から基地局装置の間のk番目の周波数において推定されたゲインを表す。また、 β は任意に設定できる実数を表す。ここで、少なくとも1つのアンテナ201でk番目の周波数でクリッピングされるアンテナ201が他にある場合には、 β は1より大きく、どのアンテナ201もクリッピングされないと仮想的に算出された場合には、 β は1である。伝搬路の電力利得の低い周波数をクリッピングするというルールに基づいた場合、 β の値を大きくすればクリッピングされにくくなり、1に近くすれば独立にクリッピングする方法に近づく。例えば、 $\beta = 2$ の場合、 $P_T(k)$ の値は実際の伝搬路の電力利得の2倍となるため、この $P_T(k)$ を仮想的な伝搬路とみなして再度クリッピングする周波数を決定する。さらに、 β を制御することで、同一周波数におけるクリッピング可能な送信アンテナ数に対しても制御することができる。例えば、式(11)のように設定する。なお、 β は離散周波数（サブキャリア）毎に設定されてもよいし、全サブキャリアで同一の値としてもよい。

40

【数 1 1】

$$P_T(k) = F_T(k) \times \beta^{n_t} \quad \dots (11)$$

【0080】

式(11)において、 n_t は、 k 番目の周波数でクリッピングが施された送信アンテナ数である。このように設定することも可能である。この様な方法も一例として考えられる。さらに、 k が1の場合には仮想的にクリッピングされると判断されなかった周波数と記載したが、同様の概念を実現する方法であれば1である必要はない。

10

【0081】

図14は、本発明の第4の実施形態に係る制御部313の構成の一例を示すブロック図である。ゲイン算出部1203から出力された各アンテナ201のゲインは、ゲイン補正部1301-1、1301-2において、いずれか一方のアンテナ201でクリッピングが見込まれる場合には、 β を乗算し、クリッピングが施されないと判断された場合には、何もしないという処理を行なう。これにより、図12Bのような割当も実現することが可能である。

【0082】

さらに、クリッピング率を制限する図12Cのような方法では、クリッピングにより生じるシンボル間干渉(ISI:Inter-Symbol Interference)の量やE X I T (Extrinsic Information Transfer)解析、相互情報量などに基づいてクリッピング率を制限するなど、さまざまな方法を用いてよい。本発明の本質は、クリッピングする周波数をアンテナ201間あるいは複数の信号を空間多重する場合のレイヤ間で異なるように設定する方法であり、このような方法を実現する手段は全て本発明に含まれる。勿論、送受信アンテナ数も限定されない。また、これらはOFDMなどのマルチキャリア伝送に適用してもよい。また、第1から第4の実施形態は基地局装置の制御部が行なう態様を示したが、勿論、移動局装置でも可能であるため、このような場合も本発明に含まれる。また、クリッピング率については、本実施形態では、クリッピング率が最も適した制御であるが、クリッピングする周波数位置など、周波数割当とクリッピングする周波数が一意に決定できれば如何なる方法で決定しても如何なる通知方法で通知してもよい。

20

30

【0083】

本発明に関わる移動局装置および基地局装置で動作するプログラムは、本発明に関わる上記実施形態の機能を実現するように、CPU等を制御するプログラム(コンピュータを機能させるプログラム)である。そして、これら装置で取り扱われる情報は、その処理時に一時的にRAMに蓄積され、その後、各種ROMやHDDに格納され、必要に応じてCPUによって読み出し、修正・書き込みが行なわれる。プログラムを格納する記録媒体としては、半導体媒体(例えば、ROM、不揮発性メモリカード等)、光記録媒体(例えば、DVD、MO、MD、CD、BD等)、磁気記録媒体(例えば、磁気テープ、フレキシブルディスク等)等のいずれであってもよい。また、ロードしたプログラムを実行することにより、上述した実施形態の機能が実現されるだけでなく、そのプログラムの指示に基づき、オペレーティングシステムあるいは他のアプリケーションプログラム等と共同して処理することにより、本発明の機能が実現される場合もある。

40

【0084】

また市場に流通させる場合には、可搬型の記録媒体にプログラムを格納して流通させたり、インターネット等のネットワークを介して接続されたサーバコンピュータに転送したりすることができる。この場合、サーバコンピュータの記憶装置も本発明に含まれる。また、上述した実施形態における移動局装置および基地局装置の一部、または全部を典型的には集積回路であるLSIとして実現してもよい。移動局装置および基地局装置の各機能ブロックは個別にチップ化してもよいし、一部、または全部を集積してチップ化してもよい。また、集積回路化の手法はLSIに限らず専用回路、または汎用プロセッサで実現し

50

ても良い。また、半導体技術の進歩によりＬＳＩに代替する集積回路化の技術が出現した場合、当該技術による集積回路を用いることも可能である。以上、この発明の実施形態を、図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計等も特許請求の範囲に含まれる。本発明は、携帯電話装置を移動局装置とする移動体通信システムに用いて好適であるが、これに限定されない。

【符号の説明】

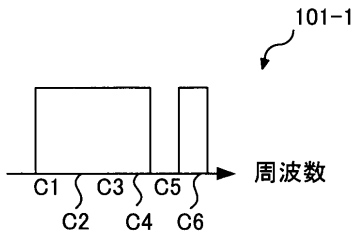
【 0 0 8 5 】

1	元のシングルキャリアスペクトル	
3	送信信号	10
5	受信信号	
7	推定信号	
1 0 1 - 1、1 0 1 - 2	送信信号	
2 0 1 - 1、2 0 1 - 2、2 0 1	アンテナ	
2 0 3 - 1、2 0 3 - 2	無線受信部	
2 0 5	合成部	
2 0 7	制御信号検出部	
2 0 9	データ信号生成部	
2 1 1	参照信号生成部	
2 1 3	参照信号多重部	20
2 1 5	レイヤマッピング部	
2 1 7 - 1、2 1 7 - 2	スペクトルクリッピング部	
2 1 9 - 1、2 1 9 - 2	周波数割当部	
2 2 1	サウンディング参照信号多重部	
2 2 3 - 1、2 2 3 - 2	I F F T 部	
2 2 5 - 1、2 2 5 - 2	C P 挿入部	
2 2 7 - 1、2 2 7 - 2	無線送信部	
3 0 1	アンテナ	
3 0 3	無線受信部	
3 0 5	C P 除去部	30
3 0 7	F F T 部	
3 0 9	サウンディング参照信号分離部	
3 1 1	チャネルサウンディング部	
3 1 3	制御部	
3 1 5	制御信号生成部	
3 1 7	無線送信部	
3 1 9	参照信号分離部	
3 2 1	伝搬路特性・雑音電力推定部	
3 2 3	ゼロ挿入部	
3 2 5	等化部	40
3 2 7	受信信号レプリカ生成部	
3 2 9	信号キャンセル部	
3 3 1	周波数デマッピング部	
3 3 3	I D F T 部	
3 3 5	復調部	
3 3 7	復号部	
3 3 9	送信信号レプリカ生成部	
3 4 1	D F T 部	
4 0 1	スケジューリング部	
4 0 3	クリッピング情報決定部	50

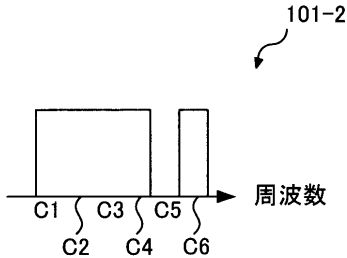
4 0 5	周波数割当決定部	
4 0 7	制御情報生成部	
5 0 1	プレコーディング部	
6 0 1	プレコーディング行列決定部	
7 0 1 - 1、7 0 1 - 2	送信信号	
8 0 1	S / P 部	
8 0 3 - 1、8 0 3 - 2	参照信号多重部	
9 0 1 - 1、9 0 1 - 2、9 0 1	アンテナ	
9 0 3 - 1、9 0 3 - 2	無線受信部	
9 0 5 - 1、9 0 5 - 2	C P 除去部	10
9 0 7 - 1、9 0 7 - 2	F F T 部	
9 0 9 - 1、9 0 9 - 2	サウンディング参照信号分離部	
9 1 1	チャネルサウンディング部	
9 1 3	制御部	
9 1 5	制御信号生成部	
9 1 7	無線送信部	
9 1 9 - 1、9 1 9 - 2	参照信号分離部	
9 2 1	伝搬路特性・雑音電力推定部	
9 2 3	ゼロ挿入部	
9 2 5	信号キャンセル部	20
9 2 7	受信信号レプリカ生成部	
9 2 9	レイヤ分離・等化部	
9 3 1 - 1、9 3 1 - 2	周波数デマッピング部	
9 3 3 - 1、9 3 3 - 2	I D F T 部	
9 3 5	P / S 部	
9 3 7	復調部	
9 3 9	復号部	
9 4 1	送信信号レプリカ生成部	
9 4 3	S / P 部	
9 4 5 - 1、9 4 5 - 2	D F T 部	30
1 0 0 1	プレコーディング行列決定部	
1 0 0 3	通信路容量算出部	
1 0 0 5	スケジューリング部	
1 0 0 7	クリッピング情報決定部	
1 0 0 9	周波数割当決定部	
1 0 1 1	制御情報生成部	
1 1 0 1 - 1、1 1 0 1 - 2、1 1 0 3 - 1、1 1 0 3 - 2、1 1 0 5 - 1、1 1 0 5 - 2	送信信号	
1 2 0 1	スケジューリング部	
1 2 0 3	ゲイン算出部	40
1 2 0 5 - 1、1 2 0 5 - 2	クリッピング情報決定部	
1 2 0 7 - 1、1 2 0 7 - 2	周波数割当決定部	
1 2 0 9	制御情報生成部	
1 3 0 1 - 1、1 3 0 1 - 2	ゲイン補正部	

【 図 1 】

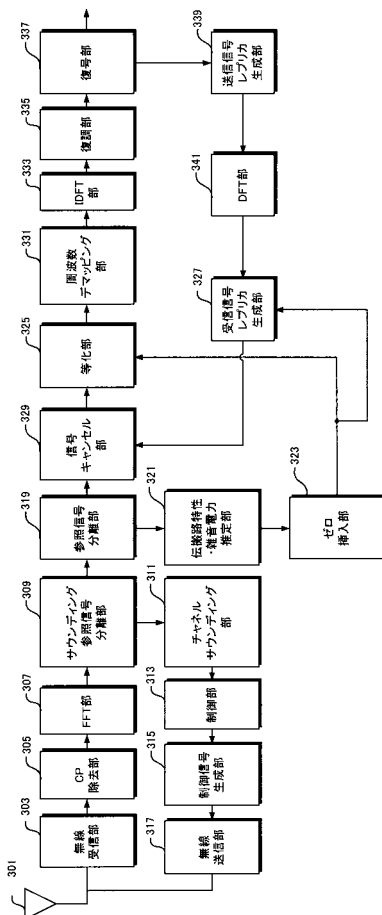
第1のアンテナの送信信号



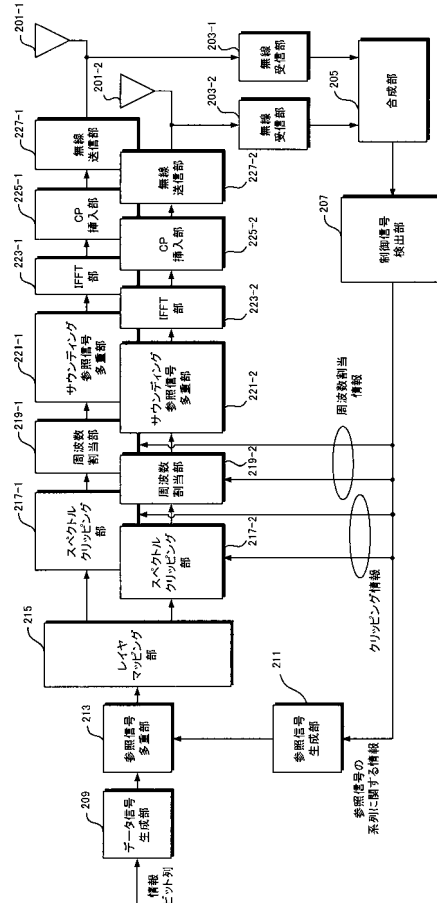
第2のアンテナの送信信号



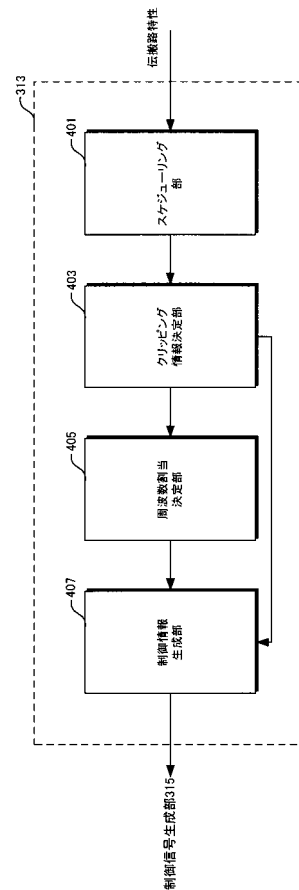
【 図 3 】



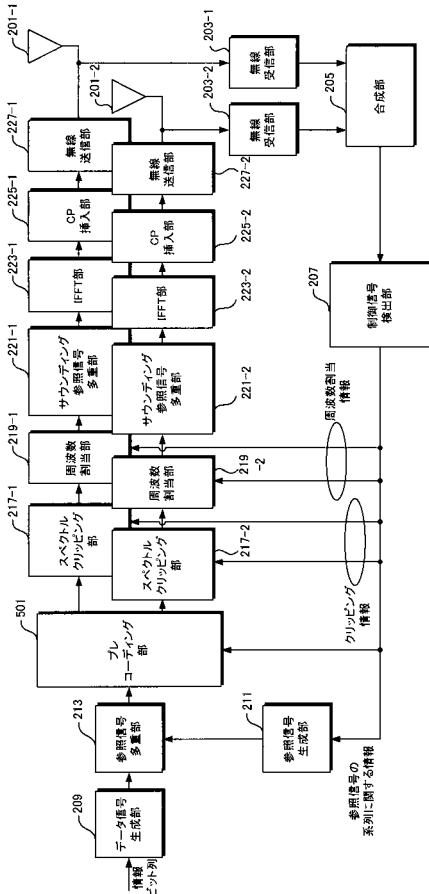
【 図 2 】



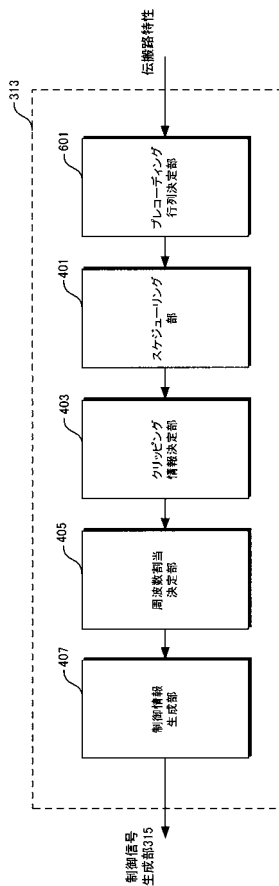
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 7 】

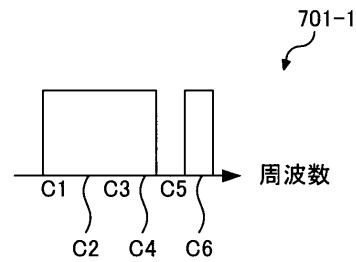


【 図 6 】

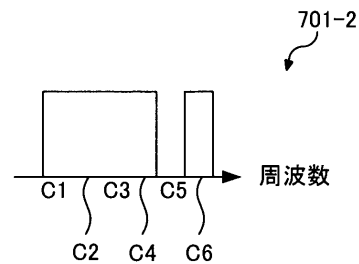
Codebook index	Number of layers D	
	1	2
0	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$
1	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$	
2	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ j \end{bmatrix}$	
3	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \end{bmatrix}$	-
4	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	
5	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	

【 図 8 】

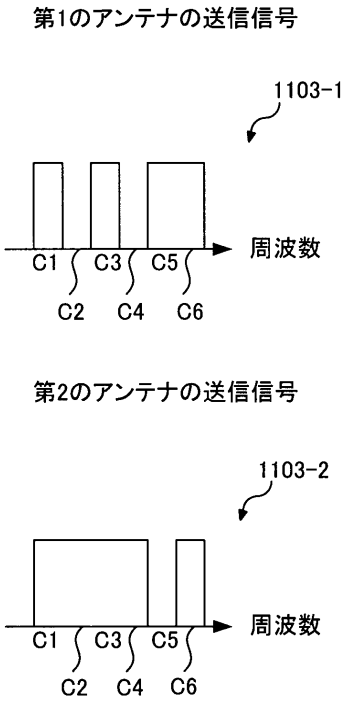
第1のアンテナの送信信号



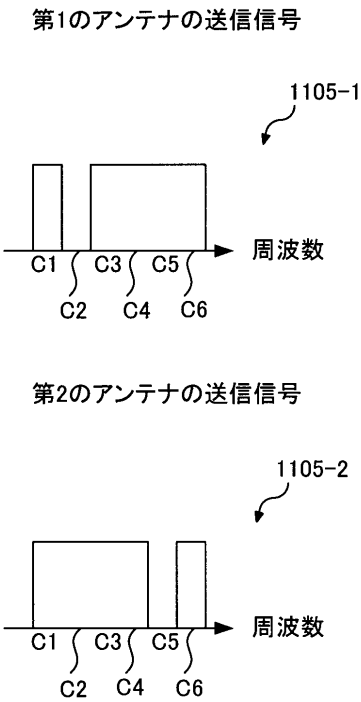
第2のアンテナの送信信号



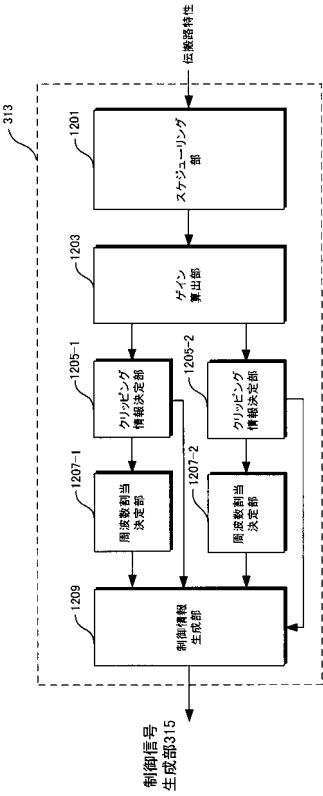
【図 1 2 B】



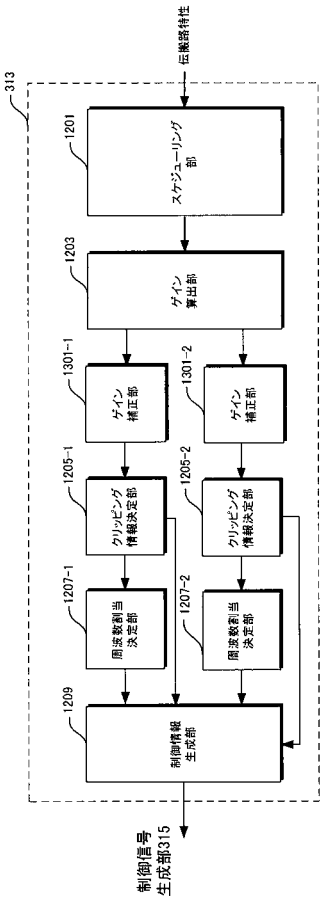
【図 1 2 C】



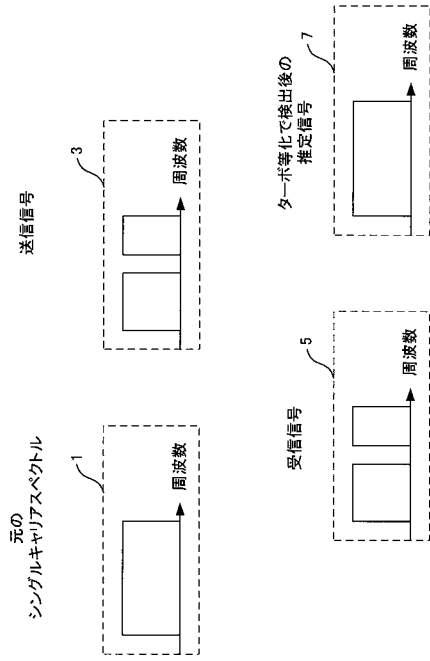
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 15】



フロントページの続き

- (72)発明者 中村 理
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 後藤 淳悟
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 高橋 宏樹
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 DD01 DD13 DD19 DD21 DD31 FF00
5K159 CC02 CC06 EE02