



添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

干渉が支配的な通信システムにおいて、伝送効率を向上する。送信装置の送信アンテナから直交性を有しない信号を受信し、繰り返し等化処理を行なう受信装置であって、受信した信号の復号化を行なうて、符号化ビットの事後 LLR（Log Likelihood Ratio）を出力する復号部 413 と、復号部 413 が出力した事後 LLR および伝搬路推定結果に基づいて干渉レプリカを生成し、生成した干渉レプリカを受信した信号から減算する。また、事前 LLR に任意の定数を乗算する乗算部 415 と、復号部 413 が出力した事後 LLR から乗算部 415 の出力を減算する減算部 417 を更に備え、減算部 417 は、復号部 413 が出力した事後 LLR から、乗算部 415 が出力した信号を減算する。

明 細 書

発明の名称：

受信装置、無線通信システム、受信装置の制御プログラムおよび集積回路 技術分野

[0001] 本発明は、受信装置、無線通信システム、受信装置の制御プログラムおよび集積回路に関する。

背景技術

[0002] デジタル通信では、伝送路のSNR (Signal to Noise power Ratio、信号対雑音電力比) が低い場合、熱雑音によるビット誤りが生じる。このビット誤りを受信機で訂正する技術の1つとして誤り訂正符号がよく知られている。情報ビット列を符号化して得られる符号化ビット列を送信し、受信機では受信した符号化ビット列を復号し、送信された情報ビットを得る。この時、受信した符号化ビットを硬判定したものに誤りがある状況においても、誤り訂正符号の訂正能力が十分であれば、復号後に誤りのない情報ビット列を得ることが可能となる。誤り訂正符号には、リードソロモン符号、畳み込み符号等様々な符号が存在し、その中でも特にターボ符号は、強力な誤り訂正復号能力を持つ符号として知られ、第三世代携帯電話やWiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) 等で採用されている。

[0003] ターボ符号は、情報ビット列を符号器に入力して得られる第1の符号化ビット列と、情報ビット列にインターリーブを適用し、ビットの順番を並び変えた系列を符号器に入力して得られる第2の符号化ビット列を生成する。送信機は、情報ビット列および、得られた第1の符号化ビット列と第2の符号化ビット列を送信する。受信機では、情報ビット列および、第1の符号化ビット列と第2の符号化ビット列を受信し、第1の復号器において、第1の符号化ビット列の復号を行なう。復号結果の内、第1の復号器でのビットの信頼性 (尤度、LLR (Log Likelihood Ratio)) の増加分 (外部値、外部情報、外部LLR) を、第2の復号器に入力する。第2の復号器では、受信した第2の

符号化ビット列に加え、第1の復号器から入力される外部値を事前情報（事前値、事前LLR）として用いて復号を行なう。事前情報が存在することで、事前情報がない場合と比較して、ビット尤度を向上させることができる。また第2の復号器で得られる外部値を第1の復号器の事前情報として入力することで、第2の復号器から入力される事前情報を用いた復号を第1の復号で行なう。再度復号処理を行なうことで得られる外部情報は、第2の復号器に入力され、事前情報として用いられる。このようにターボ符号では、2つの復号器間で外部情報を任意の回数交換することで、情報ビットの尤度を向上させることができる。この結果、強力な誤り訂正復号能力を実現することができる。

[0004] 一方、次世代の移動通信では大容量伝送が求められているため、送信信号を送信する帯域の広帯域化が重要となる。しかしながら広帯域化を行なうと、送信信号は遅延波によるマルチパスの影響を大きく受けて受信装置で受信される。つまり広帯域シングルキャリア伝送では、遅延波によるシンボル間干渉（ISI、Inter-Symbol Interference）によって特性が著しく劣化してしまう。マルチパスを周波数領域で観測すると周波数選択性フェージングとなっており、パス数が多くなるに従って、周波数選択性が強くなる。

[0005] そこで近年、シングルキャリア伝送において、受信装置で信号を周波数に変換し、周波数領域で周波数選択性フェージングを補償し、その後時間領域信号に戻す、MMSE（Minimum Mean Square Error）周波数領域等化が比較的低演算量でシンボル間干渉を抑圧できる技術として広く知られるようになっている。しかしながらMMSE周波数領域等化では、ISIと雑音による影響が最小となるように動作するため、ISIを完全に抑圧することはできない。そこで残留したISIを除去するため、ターボ等化が注目を集めている。

[0006] ターボ等化では、ターボ復号で用いられるターボ原理を用いて、残留ISIを除去できる。つまり、ターボ等化は、周波数領域等化を行なう周波数領域等化器を、ターボ復号の第1の復号器、誤り訂正復号器自体をターボ復号

の第2の復号器と見なし、周波数領域等化器と誤り訂正復号器の間で外部情報の交換を繰り返すことで伝送特性を改善することができる。具体的には、復号器が出力する外部LLRから $|S|$ のレプリカを生成し、受信信号から減算する処理を任意の回数繰り返すことで、 $|S|$ を除去する。なお、等化器は周波数領域処理に限定されず、時間領域処理が行なわれてもよい。なお、誤り訂正符号は、ターボ符号であっても、畳み込み符号であってもよく、限定されない。また、除去される干渉は $|S|$ に限定されず、MIMO (Multiple Input Multiple Output) におけるアンテナ間干渉や、CP (Cyclic Prefix、GI(Guard Interval)とも称する) を超える遅延波による干渉を除去するために繰り返し処理を用いることも研究されている。

[0007] ターボ原理に基づき、ターボ等化では等化器と復号器間で外部情報を交換するとされているが、非特許文献1では復号器の外部情報ではなく事後値を交換することが記載されている。つまり、復号器のみによる改善量である外部情報に、もともと復号器に入力されたLLRを加えたものを等化器の事前情報として用いるターボ等化が検討されている（以後、外部情報を交換することに限定されないターボ等化を、変形型ターボ等化と呼ぶ）。さらに非特許文献2では、ターボ等化の初回では外部情報によってレプリカを生成し、繰り返し数を増やす毎に、徐々に事後値を用いるように制御することも検討されている。

[0008] ところで特許文献1および特許文献2では、送信データの周波数スペクトル（以下、単にスペクトルとも称する）の一部を削除して送信する技術が提案されている。図13A、図13Bにその概略を示す。

[0009] 図13Aは、元々のシングルキャリアのスペクトルを表わす図である。3GPP (3rdGeneration Partnership Project) が標準化を行なっているLTE (Long Term Evolution) では、生成したシングルキャリアスペクトルを任意の周波数に配置して送信するSC-FDMA (Single Carrier Frequency Division Multiple Access) が採用されている。

[0010] 図13Bは、周波数スペクトルの一部を削除したシングルキャリアのスペ

クトルを表わす図である。一方、特許文献1および特許文献2には、図13Bのように、周波数スペクトルの一部（図では高周波数）を削除して送信することが記載されている。図13Bのようにスペクトルを送信すると、図13Aと同じ情報を送信できるのにもかかわらず、送信に使われる周波数帯域は少なくてすむ。この結果、周波数利用効率を増加させることができる。

[0011] しかしながら、図13Bのような伝送では、受信装置で一部のスペクトルが欠落（クリップ、周波数領域パンクチャ、削除とも称する）されて受信されることになる。この結果、すべてのスペクトルが送信された場合と比較して、伝送特性が劣化してしまう。これは一部のスペクトルが欠落しているために、時間領域でのシンボル間の直交性が崩れ、送信時間信号にシンボル間干渉（Inter-Symbol Interference ; ISI）が生じているためである。そこでこのような伝送では、スペクトルを削除して送信した周波数は伝搬路利得がゼロであった、つまり周波数選択性フェージングにより、利得が落ち込んだ伝搬路を経由して受信されたとみなして、ターボ等化処理等を行なうことが提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0012] 特許文献1：特開2008-219144号公報

特許文献2：特開2009-159413号公報

非特許文献

[0013] 非特許文献1：M. Witzke, S. Baro, F. Schreckenbach, and J. Hagenauer, “iterative detection of MIMO signals with linear detectors,” in Proc. 36th Asilomar Conference On Signals, Systems And Computers, Pacific Grove, CA, USA, pp. 3-6, Nov. 2002.

非特許文献2：J. Nam, S. R. Kim, J. Ha, and J. Y. Ahn, “A New Design of Iterative Detection and Decoding with Soft Interference Cancellation,” in Proc. IEEE VTC’ 08-fall, Oct. 2008.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0014] 非特許文献 1 および非特許文献 2 では、送信アンテナ 4 本、受信アンテナ 4 本の MIMO 伝送を仮定している。このような MIMO 伝送は、ターボ等化を必ずしも必要としない通信システムであるが、特許文献 1 および特許文献 2 に示されている通信システムは、送信信号の直交性を崩して送信を行なうため、1 回の周波数領域等化のみでは通信を行なうことができず、ターボ等化のような強力な受信処理が必要となる。しかしながらターボ等化は、QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) と比べて信号点間距離が短くなる 16QAM (Quadrature Amplitude Modulation) や 64QAM のような多値変調では、復号器が出力する外部 LLR が小さくなることで生成されるレプリカが小さくなってしまうため、ターボ等化による改善量が限定されるという問題があった。したがって、特許文献 1 および特許文献 2 のような技術においては、多値変調を適用しにくいという問題があった。

[0015] 本発明は上記の点に鑑みてなされたものであり、干渉が支配的な通信システムにおいて、伝送効率を向上できる受信装置、無線通信システム、受信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。

課題を解決するための手段

[0016] (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、本発明の受信装置は、送信装置の送信アンテナから直交性を有しない信号を受信し、繰り返し等化処理を行なう受信装置であって、前記受信した信号の復号化を行なって、符号化ビットの事後 LLR (Log Likelihood Ratio) を出力する復号部を備え、前記復号部が出力した事後 LLR および伝搬路推定結果に基づいて干渉レプリカを生成し、生成した干渉レプリカを前記受信した信号から減算することを特徴としている。

[0017] このように、受信装置は、事後 LLR および伝搬路推定結果に基づいて干渉レプリカを生成するので、送信の際に ISI が発生するような送信を行なう通信システムにおいて、受信機が繰り返し等化処理を行なう場合、外部 L

L Rによってレプリカの生成を行なうのではなく、事後L L R、あるいは事後L L Rから定数倍した事前L L Rを減算することで得られる値によってレプリカを生成することができ、大きなレプリカを減算することが可能となるため、繰り返し処理の効果が増大する。この結果、伝送特性を大幅に改善できる。

[0018] (2) また、本発明の受信装置において、前記事前L L Rに任意の定数を乗算する乗算部と、前記復号部が出力した事後L L Rから前記乗算部の出力を減算する減算部を更に備え、前記減算部は、前記復号部が出力した事後L L Rから、前記乗算部が出力した信号を減算することを特徴としている。

[0019] このように、受信装置は、事前L L Rに任意の定数を乗算するので、送信の際にI S Iが発生するような送信を行なう通信システムにおいて、受信機が繰り返し等化処理を行なう場合、外部L L Rによってレプリカの生成を行なうのではなく、事後L L R、あるいは事後L L Rから定数倍した事前L L Rを減算することで得られる値によってレプリカを生成することができ、大きなレプリカを減算することが可能となるため、繰り返し処理の効果が増大する。この結果、伝送特性を大幅に改善できる。

[0020] (3) また、本発明の受信装置において、前記直交性を有しない信号は、受信アンテナの数よりも前記送信アンテナの数が多いM I M O (Multiple Input Multiple Output) 送信を行なう際に生成されることを特徴としている。

[0021] このように、直交性を有しない信号が、受信アンテナの数よりも送信アンテナの数が多いM I M O (Multiple Input Multiple Output) 送信を行なう際に生成されるので、受信装置は、移動局装置間で使用周波数の一部あるいはすべてが一致するM U-M I M Oを行なうことによってI U Iが発生するシステムにおいても、ターボ等化において事後L L Rによるレプリカ生成を行なうことが可能となり、伝送特性を大幅に改善できる。

[0022] (4) また、本発明の受信装置において、前記直交性を有しない信号は、前記送信装置において、シングルキャリアスペクトルの一部のみを削除するクリッピングによって生成されることを特徴としている。

[0023] このように、直交性を有しない信号が、送信装置において、シングルキャリアスペクトルの一部のみを削除するクリッピングによって生成されるので、送信装置は、シングルキャリアスペクトルの場合と同じ情報を送信できるのにもかかわらず、送信に使われる周波数帯域をシングルキャリアスペクトルの場合より少なくすることができる。この結果、周波数利用効率を増加させることができる。

[0024] (5) また、本発明の受信装置において、前記乗算部は、前記任意の定数を通信パラメータに応じて変更することを特徴としている。

[0025] このように、受信装置は、任意の定数を通信パラメータに応じて変更するので、直交性を崩した送信を行なうシステムにおいて、受信器で繰り返し等化処理を行なう場合、事後LLRによってレプリカを生成した場合に劣化することを回避するため、受信機で把握できるパラメータ（変調方式、符号化率等）によって、レプリカ生成を外部LLRで行なうか、事後LLRで行なうかを変更することができる。その結果、ターボ等化の干渉除去能力を向上させることができるため、伝送特性を改善することができる。

[0026] (6) また、本発明の受信装置において、前記通信パラメータは、MCS (Modulation and Coding Scheme) であることを特徴としている。

[0027] このように、通信パラメータが、MCS (Modulation and Coding Scheme) であるので、受信装置は、低符号化時や低変調方式時に事後LLRによるレプリカ生成を行なうことによる特性劣化を回避することができる。

[0028] (7) また、本発明の無線通信システムは、送信装置と受信装置とから構成される無線通信システムであって、前記送信装置は、送信アンテナから直交性を有しない信号を送信し、前記受信装置は、前記送信装置から受信した信号の復号化を行なって、符号化ビットの事後LLR (Log Likelihood Ratio) を出力する復号部と、前記復号部が出力した事後LLRから、前記復号部に入力される前の信号である事前LLRを減算する減算部と、を備え、前記減算後の信号および伝搬路推定結果に基づいて干渉レプリカを生成し、生成した干渉レプリカを前記受信した信号から減算することによって、繰り返し

等化処理を行なうことを特徴としている。

[0029] このように、受信装置は、事後LLRから、事前LLRを減算し、減算後の信号および伝搬路推定結果に基づいて干渉レプリカを生成するので、送信の際にISIが発生するような送信を行なう通信システムにおいて、受信機が繰り返し等化処理を行なう場合、外部LLRによってレプリカの生成を行なうのではなく、事後LLR、あるいは事後LLRから定数倍した事前LLRを減算することで得られる値によってレプリカを生成することができ、大きなレプリカを減算することが可能となるため、繰り返し処理の効果が増大する。この結果、伝送特性を大幅に改善できる。

[0030] (8) また、本発明の受信装置の制御プログラムは、送信装置の送信アンテナから直交性を有しない信号を受信し、繰り返し等化処理を行なう受信装置の制御プログラムであって、前記受信した信号の復号化を行なって、符号化ビットの事後LLR (Log Likelihood Ratio) を出力する処理と、前記復号部が出力した事後LLRから、前記復号部に入力される前の信号である事前LLRを減算する処理と、前記減算後の信号および伝搬路推定結果に基づいて干渉レプリカを生成する処理と、前記生成した干渉レプリカを前記受信した信号から減算する処理と、の一連の処理を、コンピュータに実行させることを特徴としている。

[0031] このように、受信装置は、事後LLRから、事前LLRを減算し、減算後の信号および伝搬路推定結果に基づいて干渉レプリカを生成するので、送信の際にISIが発生するような送信を行なう通信システムにおいて、受信機が繰り返し等化処理を行なう場合、外部LLRによってレプリカの生成を行なうのではなく、事後LLR、あるいは事後LLRから定数倍した事前LLRを減算することで得られる値によってレプリカを生成することができ、大きなレプリカを減算することが可能となるため、繰り返し処理の効果が増大する。この結果、伝送特性を大幅に改善できる。

[0032] (9) また、本発明の集積回路は、受信装置に実装されることによって、前記受信装置に複数の機能を発揮させる集積回路であって、送信装置の送信

アンテナから直交性を有しない信号を受信する機能と、前記受信した信号の復号化を行なって、符号化ビットの事後LLR (Log Likelihood Ratio) を出力する機能と、前記復号部が出力した事後LLRから、前記復号部に入力される前の信号である事前LLRを減算する機能と、前記減算後の信号および伝搬路推定結果に基づいて干渉レプリカを生成する機能と、前記生成した干渉レプリカを前記受信した信号から減算することによって、前記受信した信号に対して繰り返し等化処理を行なう機能と、の一連の機能を、前記受信装置に発揮させることを特徴としている。

[0033] このように、受信装置は、事後LLRから、事前LLRを減算し、減算後の信号および伝搬路推定結果に基づいて干渉レプリカを生成するので、送信の際にISIが発生するような送信を行なう通信システムにおいて、受信機が繰り返し等化処理を行なう場合、外部LLRによってレプリカの生成を行なうのではなく、事後LLR、あるいは事後LLRから定数倍した事前LLRを減算することで得られる値によってレプリカを生成することができ、大きなレプリカを減算することが可能となるため、繰り返し処理の効果が増大する。この結果、伝送特性を大幅に改善できる。

発明の効果

[0034] 本発明によれば、直交性を崩した送信を行なう通信システムにおいて、伝送効率を向上できる。

図面の簡単な説明

[0035] [図1]本発明の第1の実施形態に係る移動局装置1の送信機構成を示すブロック図である。

[図2]本発明の第1の実施形態に係るシングルキャリアスペクトル生成部101の構成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3の構成を示す概略ブロック図である。

[図4]本発明の第1の実施形態に係る受信処理部313の構成について示すブロック図である。

[図5]本発明の第1の実施形態に係る計算機シミュレーション結果を示すグラフである。

[図6]本発明の第2の実施形態に係る移動局装置1の構成例を示すブロック図である。

[図7A]F D M Aにおけるスペクトル配置の例を示す図である。

[図7B]スペクトルの一部が互いに多重されて送信される例を示す図である。

[図8]本発明の第2の実施形態に係る基地局装置3の構成を示す概略ブロック図である。

[図9]本発明の第2の実施形態に係る受信処理部501の構成について示すブロック図である。

[図10]本発明の第3の実施形態に係る受信処理部701の構成例を示すブロック図である。

[図11A]本発明の第3の実施形態における β の値の設定基準の一例を示す図である。

[図11B]本発明の第3の実施形態における β の値の設定基準の一例を示す図である。

[図12A]本発明の第3の実施形態における β の値の設定基準の一例を示す図である。

[図12B]本発明の第3の実施形態における β の値の設定基準の一例を示す図である。

[図13A]元々のシングルキャリアのスペクトルを表わす図である。

[図13B]周波数スペクトルの一部を削除したシングルキャリアのスペクトルを表わす図である。

[図14]本発明の通信システムを示す概略図である。

発明を実施するための形態

[0036] 以下、図面を参照しながら本発明の実施形態について詳しく説明する。図14は、本発明の通信システムを示す概略図である。この図において、通信システムは、移動局装置1-1、移動局装置1-2と（以下、移動局装置1-1

、移動局装置 1-2 を合わせて、移動局装置 1 と表す）、基地局装置 3 を具備する。移動局装置 1-1 および移動局装置 1-2 は、基地局装置 3 に対して信号を送信する（移動局装置 1 から基地局装置 3 への通信を上りリンクという）。また、基地局装置 3 は、移動局装置 1-1 と移動局装置 1-2 に対して信号を送信する（基地局装置 3 から移動局装置 1 への通信を下りリンクという）。なお図では基地局装置 3 に対し、2 つの移動局装置 1 が接続している例を示しているが、接続移動局装置数は 2 に限定されず、1 であっても 2 以上であってもよい。

[0037] なお、以下の各実施形態では、通信方式がシングルキャリア伝送、つまり時間領域で変調シンボルが生成される伝送について説明するが、本発明はこれに限らず、OFDM（Orthogonal Frequency Division Multiplexing、直交周波数分割多重）やMC-CDMA（Multi-Carrier Code Division Multiple Access、マルチキャリア符号分割多元接続）のようなマルチキャリア伝送の通信システムに適用してもよい。また各実施形態において送信アンテナ数および受信アンテナ数は、1 本であっても複数本であってもよい。また、複数の場合には、アンテナダイバーシチや空間多重といった、既存のMIMO伝送を行なってもよい。

[0038] [第 1 の実施形態]

本実施形態では直交性を崩した送信を行なうシステムとして、スペクトルの一部を送信しない通信システムについて説明を行なう。

[0039] <移動局装置 1 について>

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係る移動局装置 1 の送信機構成を示すブロック図である。情報ビット列はシングルキャリアスペクトル生成部 101 に入力される。

[0040] 図 2 は、本発明の第 1 の実施形態に係るシングルキャリアスペクトル生成部 101 の構成例を示すブロック図である。情報ビット列は符号化部 201 に入力される。符号化部 201 は、入力された情報ビット列を、所定の符号化率で誤り訂正符号化する。誤り訂正符号化としては、ターボ符号、LDPC

C (Low Density Parity Check) 符号等、どのような符号であってもよい。符号化部 201 は、符号化して得られる符号化ビット列を、インターリーブ部 203 に出力する。インターリーブ部 203 は、符号化部 201 から入力された符号化ビット列に対して、ビットの並び替えを行なう。インターリーブ部 203 は、並び替えを行なったビット列を変調部 205 に出力する。

[0041] 変調部 205 は、インターリーブ部 203 から入力された符号化ビット列を、所定の変調方式で変調することで、変調シンボル列を生成する。なお、変調方式には、例えば、QPSK や 16QAM がある。変調部 205 は、生成した変調シンボル列を DFT 部 207 に出力する。DFT 部 207 は、変調部 205 から入力された変調シンボル列を N_{DFT} 個毎に分割し、それぞれ N_{DFT} 個の変調シンボル毎に N_{DFT} ポイント離散フーリエ変換を行なう。ここで、 N_{DFT} とは、移動局装置 1 毎に 1 回の DFT で生成されるスペクトルの数を表す。これにより、DFT 部 207 は、変調シンボルを時間領域の信号から、周波数領域の信号（周波数スペクトル） $S(k)$ に変換する。ここで、 k は離散フーリエ変換のポイントを表す整数であり、 $1 \leq k \leq N_{\text{DFT}}$ である。DFT 部 207 は、変換後の周波数スペクトルを、シングルキャリアスペクトル生成部 101 の出力として出力する。

[0042] 図 1 のシングルキャリアスペクトル生成部 101 の出力は、クリッピング部 103 に入力される。クリッピング部 103 では、DFT 部 207 から入力された N_{DFT} ポイントの周波数スペクトル $S(k)$ のうち、 N_{CLIP} ($0 \leq N_{\text{CLIP}} \leq N_{\text{DFT}}$) ポイントの周波数スペクトルが欠落（クリップ、周波数領域パンクチャ、削除とも称する）され、 $N_{\text{TX}} (= N_{\text{DFT}} - N_{\text{CLIP}})$ ポイントの周波数スペクトルが生成される。 N_{DFT} ポイントのうち、どの周波数スペクトルを削除するかは、基地局装置 3 から送信機会毎に通知されてもよいし、システムで予め定められていてもよい。例えば、 $S(k)$ の高周波成分 $S(N_{\text{DFT}} - N_{\text{CLIP}} + 1) \sim S(N_{\text{DFT}})$ を常に削除するとすれば、送受信で削除した周波数スペクトルに関する情報を通知することなく共有できる。クリッピング部 103 は、クリップ処理後の N_{TX} ポイントの周波数スペクトルをス

ペクトルマッピング部 105 に出力する。

[0043] スペクトルマッピング部 105 は、クリッピング部 103 から入力された N_{TX} ポイントの周波数スペクトルを、 N_{FFT} ポイントの周波数ポイント内の所定の周波数にマッピングする。ここで、 N_{FFT} とは、セル内全体の割当可能な周波数ポイントの数を表し、必ず $N_{DFT} < N_{FFT}$ となる数である。マッピングする周波数位置に関しては、基地局装置 3 から送信機会毎に通知されてもよいし、システムで予め定められていてもよい。なお、スペクトルマッピング部 105 は、マッピングされた N_{TX} ポイント以外の周波数ポイント（つまり $N_{FFT} - N_{TX}$ ポイント）には、ゼロをマッピングする（スペクトルをマッピングしない）。スペクトルマッピング部 105 は、 N_{FFT} ポイントで構成されるスペクトルマッピング後の信号を、IFFT 部 107 に入力する。IFFT 部 107 は、 N_{FFT} ポイント毎に逆高速フーリエ変換（IFFT、Inverse Fast Fourier Transform）を適用し、周波数領域信号から時間領域信号に変換する。IFFT 部 107 が出力する N_{FFT} ポイント毎の時間領域信号は参照信号多重部 109 に入力される。

[0044] 参照信号多重部 109 では、参照信号生成部 111 から入力される参照信号と、IFFT 部 107 から入力される時間領域信号を多重し、送信フレームを構成する。図 1 では IFFT 後に参照信号多重部 109 が存在するが、周波数多重等を行なうため IFFT 前に参照信号多重部 109 が存在してもよい。なお、参照信号とは送受信で既知の系列から構成される信号であり、パイロット信号とも呼ばれる。次に CP 付加部 113 では、 N_{FFT} ポイントの時間領域信号毎に CP を付加し、無線送信部 115 に入力する。無線送信部 115 では、D/A（デジタル - アナログ）変換、搬送波周波数帯へのアップコンバージョン、アナログフィルタリング等の処理を行ない、アンテナ 117 を介して送信する。アンテナ 117 から送信された信号は、伝搬路を経由して、基地局装置 3 のアンテナで受信される。

[0045] <基地局装置 3 について>

図 3 は、本発明の第 1 の実施形態に係る基地局装置 3 の構成を示す概略ブ

ロック図である。移動局装置 1 が送信した信号は、アンテナ 301 を介して受信される。受信した信号は、無線受信部 303 に入力され、搬送波周波数帯からのダウンコンバージョン、アナログフィルタリング、A/D 変換等が行なわれる。無線受信部 303 の出力は、CP 除去部 305 にて CP の除去が行なわれた後、参照信号分離部 307 に入力される。参照信号分離部 307 ではデータ信号と参照信号を分離し、データ信号を FFT 部 309 に、参照信号を伝搬路推定部 311 に入力する。伝搬路推定部 311 では、入力された受信参照信号を用いて、送信アンテナと受信アンテナ間の伝搬路推定を行ない、得られた伝搬路推定値を受信処理部 313 に入力する。

[0046] 一方、FFT 部 309 に入力されたデータ信号は、FFT 部 309 において N_{FFT} ポイントの FFT の処理を行ない、時間領域信号から周波数領域信号に変換される。得られた周波数領域信号はスペクトルデマッピング部 315 に入力され、 N_{FFT} ポイントの周波数ポイントの中から、伝送に用いた N_{TX} ポイントの周波数ポイントを抽出する。抽出された N_{TX} ポイントの周波数ポイントはデクリッピング部 317 に入力される。デクリッピング部 317 では送信側で削除された N_{CLIP} ポイントのスペクトルの受信信号の振幅がゼロであったとして N_{DFT} ($= N_{TX} + N_{CLIP}$) ポイントの周波数スペクトルを形成する。つまり、 N_{TX} ポイントの入力に、 N_{CLIP} ポイントのゼロを付加し、 N_{DFT} ポイントの周波数スペクトルを形成する。形成された N_{DFT} ポイントの周波数スペクトルは受信処理部 313 に入力される。受信処理部 313 では、受信信号から送信情報ビット列を推定し、情報ビット列として出力する。

[0047] 図 4 は、本発明の第 1 の実施形態に係る受信処理部 313 の構成について示すブロック図である。図 3 のデクリッピング部 317 から入力された N_{DFT} ポイントの周波数スペクトルは、キャンセル部 401 に入力される。キャンセル部 401 では、干渉レプリカ生成部 403 から入力される干渉レプリカを、デクリッピング部 317 から入力される周波数スペクトルから減算する。初回は干渉レプリカ生成部 403 の出力がないため、何も減算されない。キャンセル部 401 での減算結果は、等化部 405 に入力される。等化部 4

05では、伝搬路推定部311から入力される伝搬路推定値を用いて等化重みを生成し、キャンセル部401からの入力に乗算することで等化処理を行なう。ここで等化重みは、MMSE (Minimum Mean Square Error) 重みや、ZF (Zero Forcing) 重み等、どのようなものであってもよい。

[0048] 等化部405の出力はIDFT部407に入力され、IDFT (Inverse DFT) が適用されることで、周波数領域信号から時間領域信号への変換が行なわれる。変換後の時間領域信号は復調部409に入力され、送信側で行なわれた変調方式を基にビットLLR (Log Likelihood Ratio) の算出が行なわれる。復調部409の出力はデインターリーブ部411に入力され、ビットの並び順が元に戻される。ここで、デインターリーブ部411が出力するビットLLRを $\lambda_{in}(n)$ ($1 \leq n \leq N_c$) とする。ただし N_c は符号化ビット系列のビット長を表わす。デインターリーブ部411の出力は復号部413および乗算部415に入力される。復号部413では送信装置で行なった符号化を復号する処理が行なわれる。復号部413が出力する復号後の符号化ビットのビットLLR (以降、事後LLRとも呼ぶ) は減算部417に入力される。ここで符号化ビットの事後LLRを $\lambda_{out}(n)$ と定義する。

[0049] 一方、乗算部415では、入力された $\lambda_{in}(n)$ に β を乗算する処理が行なわれる。乗算部415の出力は減算部417に入力される。減算部417は、乗算部415から入力されるLLRを、復号部413から入力される事後LLR $\lambda_{out}(n)$ から減算する処理を行ない、得られたLLRをインターリーブ部419に入力する。ここで、インターリーブ部419に入力されるLLR $\lambda_{pri}(n)$ は次式で表わされる。

[0050] [数1]

$$\lambda_{pri}(n) = \lambda_{out}(n) - \beta \lambda_{in}(n) \quad \dots \text{式(1)}$$

[0051] 式(1)で、乗算部415で乗算する β が1のとき、 $\lambda_{pri}(n)$ は復号部413内でのLLRの改善量を示すLLR、つまり外部LLRとなるため、

ターボ原理に基づくターボ等化となる。一方、例えば β がゼロの時、 $\lambda_{pri}(n) = \lambda_{out}(n)$ 、つまり $\lambda_{pri}(n)$ は事後LLRとなるため、ターボ原理に基づかない変形型ターボ等化となる。なお β の値は、ゼロあるいは1に限定されず、どのようなものであってもよい。例えば β を0.5としたり、ターボ等化の繰り返し数を n (n は0以上の整数) とし、 $(0.85)^n$ というように、繰り返し毎に β の値を変更したりすることも可能である。

[0052] インターリーブ部419は、減算部417から入力されたビットLLRに対して、図2のインターリーブ部203と同じ並び替えを行なう。インターリーブ部419は、並び替えを行なったビットLLRをレプリカ生成部421に出力する。レプリカ生成部421は、インターリーブ部419から入力されたビットLLRによって、移動局装置1が行なう変調に基づいて変調シンボルの軟判定レプリカを生成する。レプリカ生成部421は、生成した軟判定レプリカをDFT部423に出力する。DFT部423は、レプリカ生成部421から入力された軟判定レプリカに対して、 N_{DFT} 個の変調シンボル毎に、 N_{DFT} ポイントの離散フーリエ変換を行なう。DFT部423は、離散フーリエ変換後の信号（周波数スペクトル）を、干渉レプリカ生成部403に出力する。

[0053] 干渉レプリカ生成部403は、DFT部423から入力された周波数スペクトルと、伝搬路推定部311から入力される上りリンクの伝搬路推定値を用いて干渉レプリカを生成する。特に本実施形態では、周波数選択性フェージングおよびスペクトルを削除して送信したことに起因する $|S|$ のレプリカを生成し、生成した $|S|$ レプリカをキャンセル部401に出力する。上記の構成により、もし $|S|$ レプリカが完全であれば、キャンセル部401による減算によって、 $|S|$ の無い信号を等化部405に出力することができる。このような送信信号は、MMSEやZFのような線形受信機では検出できない信号であり、線形受信機では検出できない送信信号と定義するものとする。以上の処理を任意の回数繰り返した後、復号部413が算出する情報ビットの事後LLRを硬判定した結果を情報ビット列として出力する。

[0054] 図5は、本発明の第1の実施形態に係る計算機シミュレーション結果を示すグラフである。8RB (Resource Block、1RBは12周波数ポイントから成る) のシングルキャリアを生成し、高周波数の2RBをクリップした場合のブロック誤り率特性である。実線は乗算部415で $\beta = 0$ 、つまり事後LLRでレプリカを生成した場合の特性であり、点線は乗算部415で $\beta = 1$ 、つまりターボ原理通り、外部LLRでレプリカを生成した場合の特性である。シミュレーションの条件は、16QAM、符号化率 $1/2$ のターボ符号、伝搬路モデルとしては、Typical Urban-6パス、ターボ等化の繰り返し数は10回、ターボ復号の繰り返しは6回、RBの割り当ては伝搬路に依存させず固定的な配置、伝搬路推定は理想的に行なわれるものとしている。

[0055] 非特許文献2のように、送信アンテナ4本、受信アンテナ4本によるMIMO伝送のような環境では、レプリカ生成を事後LLRから外部LLRに変更しても0.8dB程度の改善しか得られなかったのに対し、スペクトルの一部を削除して送信する通信システムにおいて、レプリカ生成を外部LLRから事後LLRに変更することにより、図5に示すような著しい特性改善効果が得られる。これは、通常、誤り訂正符号がAWGN (Additive White Gaussian Noise) 環境を想定して設計されているため、干渉が支配的なシステムでは、誤り訂正復号の誤り訂正能力が低くなる。その結果、復号器が出力する外部LLRの絶対値も小さくなってしまうためである。つまり、システムの干渉量が大きい場合に事後LLRによるレプリカ生成を行なうことで伝送特性を大幅に改善できる。

[0056] 本実施形態では直交性を崩した送信を行なうシステムとして、スペクトルの一部を送信しない通信システムについて説明を行なった。このように送信の際にISIが発生するような送信を行なう通信システムにおいて、受信機が繰り返し等化処理を行なう場合、外部LLRによってレプリカの生成を行なうのではなく、事後LLR、あるいは事後LLRから定数倍した事前LLRを減算することで得られる値によってレプリカを生成することで、キャン

セル部401で大きなレプリカを減算することができるため、繰り返し処理の効果が増大する。この結果、伝送特性を大幅に改善できる。

[0057] [第2の実施形態]

以下、図面を参照しながら本発明の第2の実施形態について詳しく説明する。第1の実施形態では、周波数スペクトルの一部を削除して送信するためISIが生じる通信システムを例に説明を行なったが、干渉はISIに限定されず、著しい干渉を伴う通信システム全般に対して大幅な改善効果が見込める。そこで本実施形態では、干渉がユーザ間干渉（IUI、Inter-User Interference）である通信システムを例に説明を行なう。受信アンテナ数が N_r 本の場合、アンテナの自由度は $(N_r - 1)$ となるため、各送信装置の送信アンテナ数が1本の場合、 $(N_r - 1)$ 個の送信装置による干渉を除去できる。つまり、受信アンテナが N_r 本の場合、 N_r 個の移動局装置1が同一時刻同一周波数で通信を行なうことができる。しかし N_r を超える送信装置がアクセスする場合、受信アンテナの自由度を超えるため、直交性を維持できず、IUIによる伝送特性の劣化を引き起こしてしまう。本実施形態は、このように送信端末数が受信アンテナ数を超えることによって直交性が崩れる通信システムを対象とする。なお本実施形態では説明を簡単にするため、移動局装置1の送信アンテナ本数を1、基地局装置3における受信アンテナ本数を1としているが、それぞれ複数アンテナとすることも当然可能である。その場合、公知のMIMO送受信技術を適用することも可能である。

[0058] <移動局装置1について>

図6は、本発明の第2の実施形態に係る移動局装置1の構成例を示すブロック図である。図1の移動局装置1と基本的に同じ構成であるが、シングルキャリアスペクトル生成部101の出力が、クリッピング部103を介さずにスペクトルマッピング部105に出力される点が異なる。ただし、スペクトルマッピング部105で行なう周波数スペクトルの配置は、複数の移動局装置1が、周波数スペクトルを周波数領域で直交、つまりFDMA（Frequency Division Multiple Access）するように送信するのではなく、送信周波数

スペクトルの一部、あるいはすべてが、他の移動局装置 1 が送信する周波数スペクトルと、同一時刻に多重 (MU-MIMO (Multiuser-Multiple Input Multiple Output)) されるようにして送信する。この場合のスペクトル配置の例を、図 7 A、図 7 B を用いて説明を行なう。

[0059] 図 7 A は、F D M A におけるスペクトル配置の例を示す図である。移動局装置 1-1 および移動局装置 1-2 がそれぞれ送信を行なうが、周波数領域でスペクトルが多重されないようにスペクトルを配置している。

[0060] 図 7 B は、スペクトルの一部が互いに多重されて送信される例を示す図である。このような場合、スペクトルが重複した周波数では、I U I が発生する。なお、図 7 A、図 7 B では、各移動局装置 1 が生成するシングルキャリアスペクトルが、システム帯域で離散的に配置されている例を示しているが、連続的に配置されてもよい。

[0061] <基地局装置 3 について>

図 8 は、本発明の第 2 の実施形態に係る基地局装置 3 の構成を示す概略ブロック図である。基地局装置 3 も図 3 とほぼ同じ構成であるが、スペクトルデマッピング部 3 1 5 は各移動局装置 1 が送信に利用した周波数を抽出し、それぞれ受信処理部 5 0 1 に入力する点異なる。

[0062] 図 9 は、本発明の第 2 の実施形態に係る受信処理部 5 0 1 の構成について示すブロック図である。図 8 のスペクトルデマッピング部 3 1 5 から入力された周波数スペクトルはそれぞれ、キャンセル部 6 0 1-1 ~ 6 0 1-U に入力される。キャンセル部 6 0 1-u では、干渉レプリカ生成部 6 0 3 から入力される干渉レプリカを、スペクトルデマッピング部 3 1 5 から入力される周波数スペクトルから減算する。以降、第 1 の実施形態と同様の処理を行なう。ここで D F T 部 6 0 5-u は、離散フーリエ変換後の信号を、干渉レプリカ生成部 6 0 3 に出力する。しかし第 1 の実施形態とは異なり、D F T 部 6 0 5-1 ~ 6 0 5-U の出力、つまり移動局装置 1-1 ~ 1-U の信号が、干渉レプリカ生成部 6 0 3 に入力されることになる。

[0063] 干渉レプリカ生成部 6 0 3 は、D F T 部 6 0 5-1 ~ 6 0 5-U から入力さ

れた周波数スペクトルと、伝搬路推定部 311 から入力される上りリンクの伝搬路推定値を用いて干渉レプリカを生成する。特に本実施形態では、周波数選択性フェージングに起因する $|S|$ のレプリカと、移動局装置 1 間で使用周波数の一部あるいはすべてが重複した場合に発生する $|U|$ のレプリカを合成したものを干渉レプリカとし、キャンセル部 601-1 ~ 601-U に出力する。なお干渉レプリカ生成部 603 は、移動局装置 1-1 ~ 1-U 用の干渉レプリカを生成し、それぞれキャンセル部 601-1 ~ 601-U に入力する。上記の構成により、もし干渉レプリカを完全に生成できれば、キャンセル部 601-1 ~ 601-U での減算処理によって、干渉の無い信号を等化部 607-1 ~ 607-U に出力することができる。このような方法も同様に、線形受信機では検出できない信号を受信したとみなすことができる。以上の処理を任意の回数繰り返した後、復号部 615-1 ~ 615-U が算出する情報ビットの事後 LLR を硬判定した結果を情報ビット列として出力する。

[0064] 本実施形態では直交性を崩した送信を行なうシステムとして、受信機で $|U|$ が生じる通信システムについて説明を行なった。第 1 の実施形態のようにスペクトルの一部を送信しないことによって干渉が生じる通信システムだけではなく、移動局装置 1 間で使用周波数の一部あるいはすべてが一致する MU-MIMO を行なうことによって $|U|$ が発生するシステムにおいても、ターボ等化において事後 LLR によるレプリカ生成を行なうことで伝送特性を大幅に改善できる。なお、本実施形態では、複数のユーザが MU-MIMO を行なう場合について説明を行なったが、1 端末が受信装置の受信アンテナよりも多い送信アンテナを具備する場合の SU-MIMO (Single User - MIMO) にも適用可能である。また SU-MIMO において各送信アンテナで、スペクトルの一部あるいはすべてが多重されないように送信を行なうことも可能である他、上記 MU-MIMO と上記 SU-MIMO を組み合わせて送信することも可能である。

[0065] [第 3 の実施形態]

以下、図面を参照しながら本発明の第 3 の実施形態について詳しく説明す

る。第1の実施形態および第2の実施形態において、復号器が出力する外部LLRでレプリカを生成するのではなく、事後LLRによってレプリカを生成することについて説明を行なったが、常に事後LLRでレプリカを生成することで特性が改善されるわけではない。事後LLRを用いる効果があるのは、外部LLRが小さくなる場合、つまり復号器での特性改善量が限られる場合である。したがって、誤り訂正符号の符号化率が高い場合には、事後LLRでレプリカを生成することによる効果があるが、符号化率が低い場合には、外部LLRが十分大きくなるため、事後LLRでレプリカを生成することによる効果がない上、事後LLRによってレプリカを生成すると、等化器と復号器は独立というターボ原理に反する処理を行なうことになるため、特性が劣化する場合もある。また外部LLRの値が十分大きくなる状況は、低符号化率だけではなく、低次変調方式でも起こる。本実施形態ではこのことに着目した受信処理部について説明を行なう。

[0066] 本実施形態では直交性を崩した送信を行なうシステムとして、第1の実施形態と同様、シングルキャリアスペクトルの一部を削除して送信を行なう通信システムを例に説明を行なうが、第2の実施形態のように、複数の移動局装置1の送信スペクトルの一部、あるいは全体が重複する場合にも当然適用可能である。送信装置は図1と同一であるため説明を省略する。受信装置も図3の実施形態と同様であるが、受信処理部の内部処理が第1の実施形態とは異なる。本実施形態における受信処理部の構成を図10に示す。

[0067] 図10は、本発明の第3の実施形態に係る受信処理部701の構成例を示すブロック図である。図10の受信処理部701は、図4の受信処理部313と基本的な構成は同じであるが、係数設定部703が追加されている。係数設定部703では、式(1)の β の値の設定が行なわれる。

[0068] 図11Aは、本発明の第3の実施形態における β の値の設定基準の一例を示す図である。図11Aのように、符号化率が $1/3$ 以下の場合は $\beta = 1$ （つまり外部LLRでレプリカ生成）とし、 $1/3$ より大きい場合は $\beta = 0$ （つまり事後LLRでレプリカ生成）とすることで、低符号化時に事後LLRによるレ

プリカ生成を行なうことによる特性劣化を回避することができる。なお、符号化率は基地局装置 3 で把握できている。

[0069] 図 1 1 B は、本発明の第 3 の実施形態における β の値の設定基準の一例を示す図である。 β の値は、0 か 1 に限定されないため、図 1 1 B のように符号化率によって細かく β の値を設定することも可能である。

[0070] 図 1 2 A は、本発明の第 3 の実施形態における β の値の設定基準の一例を示す図である。符号化率ではなく、図 1 2 A のように変調方式によって β の値を変更することも可能である。

[0071] 図 1 2 B は、本発明の第 3 の実施形態における β の値の設定基準の一例を示す図である。図 1 2 B のように変調方式と符号化率の組み合わせ (MCS (Modulation and Coding Scheme)) によって、 β の値を設定することも可能である。さらには削除するスペクトルの数、あるいは割合によって β の値を設定してもよい。また第 2 の実施形態では、重複するスペクトルの量、あるいは割合によって β の値を設定することもできる。他にもフェージングの周波数選択性の強さや MIMO のランク等、基地局装置 3 (受信装置) で把握できるパラメータによって β の値を変更することも本発明に含まれる。

[0072] 本発明によれば、本実施形態では直交性を崩した送信を行なうシステムにおいて、受信器で繰り返し等化処理を行なう場合、事後 LLR によってレプリカを生成した場合に劣化することを回避するため、受信機で把握できるパラメータ (変調方式、符号化率等) によって、レプリカ生成を外部 LLR で行なうか、事後 LLR で行なうかを変更することができる。その結果、ターボ等化の干渉除去能力を向上させることができるため、伝送特性を改善することができる。

[0073] なお、上述した第 1 から第 3 の実施形態はそれぞれ組み合わせて使用することも可能である。また、上述した実施形態における移動局装置 1、基地局装置 3 の一部をコンピュータで実現するようにしても良い。その場合、この制御機能を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステ

ムに読み込ませ、実行することによって実現しても良い。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、移動局装置 1、または基地局装置 3 に内蔵されたコンピュータシステムであって、OS や周辺機器等のハードウェアを含むものとする。また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM 等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。

[0074] さらに「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムを送信する場合の通信線のように、短時間、動的にプログラムを保持するもの、その場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリのように、一定時間プログラムを保持しているものも含んでも良い。また上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであっても良く、さらに前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるものであっても良い。

[0075] また、上述した実施形態における移動局装置 1 および基地局装置 3 の一部、または全部を、LSI (Large Scale Integration) 等の集積回路として実現しても良い。移動局装置 1 および基地局装置 3 の各機能ブロックは個別にプロセッサ化してもよいし、一部、または全部を集積してプロセッサ化しても良い。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ても良い。

[0076] 以上、図面を参照してこの発明の一実施形態について詳しく説明してきたが、具体的な構成は上述のものに限られることはなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲内において様々な設計変更等を行うことが可能である。

符号の説明

[0077] 1、1-1、1-2 移動局装置

3 基地局装置

1 0 1 シングルキャリアスペクトル生成部

1 0 3 クリッピング部

1 0 5 スペクトルマッピング部

1 0 7 I F F T 部

1 0 9 参照信号多重部

1 1 1 参照信号生成部

1 1 3 C P 付加部

1 1 5 無線送信部

1 1 7 アンテナ

2 0 1 符号化部

2 0 3 インターリーブ部

2 0 5 変調部

2 0 7 D F T 部

3 0 1 アンテナ

3 0 3 無線受信部

3 0 5 C P 除去部

3 0 7 参照信号分離部

3 0 9 F F T 部

3 1 1 伝搬路推定部

3 1 3 受信処理部

3 1 5 スペクトルデマッピング部

3 1 7 デクリッピング部

4 0 1 キャンセル部

4 0 3 干渉レプリカ生成部

4 0 5 等化部

4 0 7 I D F T 部

4 0 9 復調部

- 4 1 1 デインターリーブ部
- 4 1 3 復号部
- 4 1 5 乗算部
- 4 1 7 減算部
- 4 1 9 インターリーブ部
- 4 2 1 レプリカ生成部
- 4 2 3 D F T 部
- 5 0 1 受信処理部
- 6 0 1-1 ~ 6 0 1-U キャンセル部
- 6 0 3 干渉レプリカ生成部
- 6 0 5-1 ~ 6 0 5-U D F T 部
- 6 0 7-1 ~ 6 0 7-U 等化部
- 6 1 5-1 ~ 6 1 5-U 復号部
- 7 0 1 受信処理部
- 7 0 3 係数設定部

請求の範囲

- [請求項1] 送信装置の送信アンテナから直交性を有しない信号を受信し、繰り返し等化処理を行なう受信装置であって、
- 前記受信した信号の復号化を行なって、符号化ビットの事後LLR (Log Likelihood Ratio) を出力する復号部を備え、
- 前記復号部が出力した事後LLRおよび伝搬路推定結果に基づいて干渉レプリカを生成し、生成した干渉レプリカを前記受信した信号から減算することを特徴とする受信装置。
- [請求項2] 前記事前LLRに任意の定数を乗算する乗算部と、
- 前記復号部が出力した事後LLRから前記乗算部の出力を減算する減算部を更に備え、
- 前記減算部は、前記復号部が出力した事後LLRから、前記乗算部が出力した信号を減算することを特徴とする請求項1記載の受信装置。
- [請求項3] 前記直交性を有しない信号は、受信アンテナの数よりも前記送信アンテナの数が多いMIMO (Multiple Input Multiple Output) 送信を行なう際に生成されることを特徴とする請求項1または請求項2記載の受信装置。
- [請求項4] 前記直交性を有しない信号は、前記送信装置において、シングルキャリアスペクトルの一部のみを削除するクリッピングによって生成されることを特徴とする請求項1または請求項2記載の受信装置。
- [請求項5] 前記乗算部は、前記任意の定数を通信パラメータに応じて変更することを特徴とする請求項2記載の受信装置。
- [請求項6] 前記通信パラメータは、MCS (Modulation and Coding Scheme) であることを特徴とする請求項5記載の受信装置。
- [請求項7] 送信装置と受信装置とから構成される無線通信システムであって、
- 前記送信装置は、送信アンテナから直交性を有しない信号を送信し、

前記受信装置は、

前記送信装置から受信した信号の復号化を行なって、符号化ビットの事後LLR (Log Likelihood Ratio) を出力する復号部と、

前記復号部が出力した事後LLRから、前記復号部に入力される前の信号である事前LLRを減算する減算部と、を備え、

前記減算後の信号および伝搬路推定結果に基づいて干渉レプリカを生成し、生成した干渉レプリカを前記受信した信号から減算することによって、繰り返し等化処理を行なうことを特徴とする無線通信システム。

[請求項8] 送信装置の送信アンテナから直交性を有しない信号を受信し、繰り返し等化処理を行なう受信装置の制御プログラムであって、

前記受信した信号の復号化を行なって、符号化ビットの事後LLR (Log Likelihood Ratio) を出力する処理と、

前記復号部が出力した事後LLRから、前記復号部に入力される前の信号である事前LLRを減算する処理と、

前記減算後の信号および伝搬路推定結果に基づいて干渉レプリカを生成する処理と、

前記生成した干渉レプリカを前記受信した信号から減算する処理と、の一連の処理を、コンピュータに実行させることを特徴とする受信装置の制御プログラム。

[請求項9] 受信装置に実装されることによって、前記受信装置に複数の機能を発揮させる集積回路であって、

送信装置の送信アンテナから直交性を有しない信号を受信する機能と、

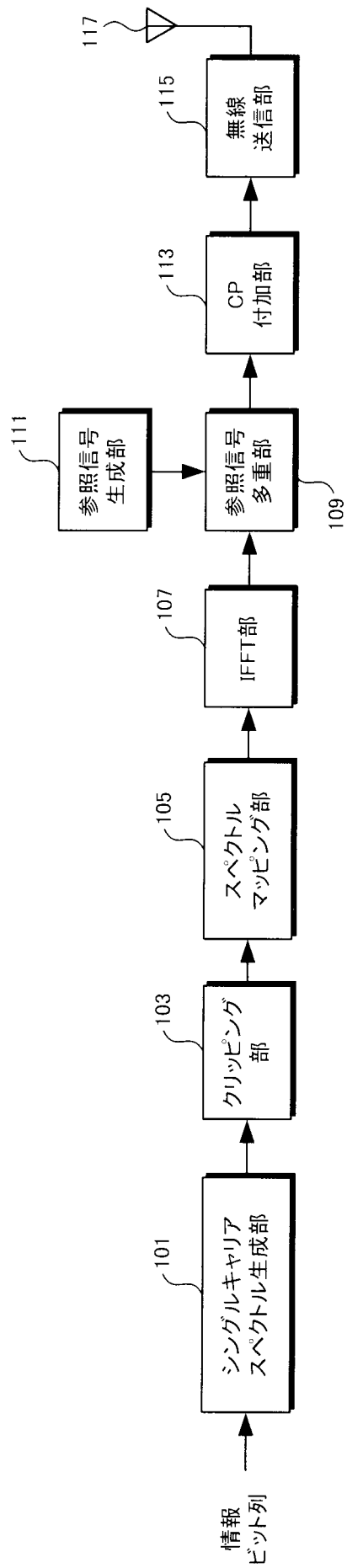
前記受信した信号の復号化を行なって、符号化ビットの事後LLR (Log Likelihood Ratio) を出力する機能と、

前記復号部が出力した事後LLRから、前記復号部に入力される前の信号である事前LLRを減算する機能と、

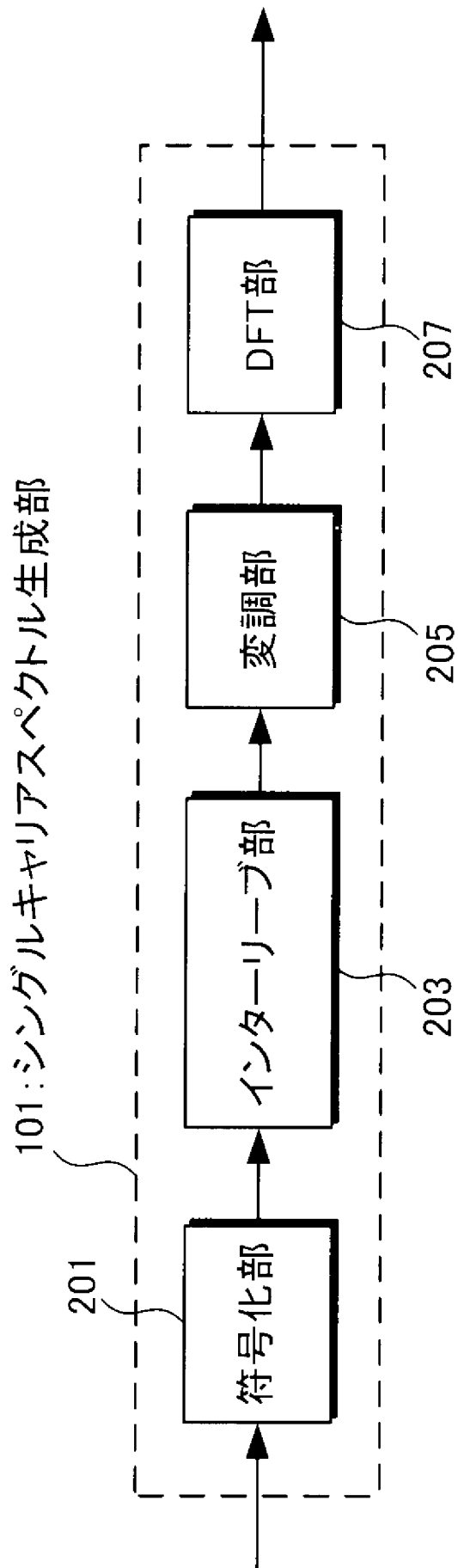
前記減算後の信号および伝搬路推定結果に基づいて干渉レプリカを生成する機能と、

前記生成した干渉レプリカを前記受信した信号から減算することによって、前記受信した信号に対して繰り返し等化处理を行なう機能と、の一連の機能を、前記受信装置に発揮させることを特徴とする集積回路。

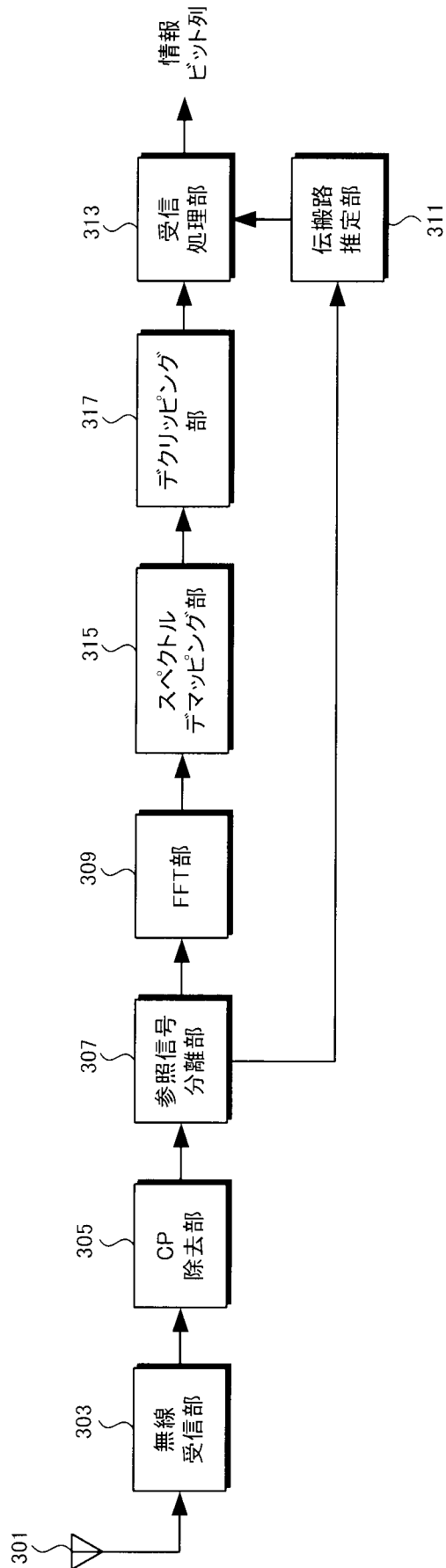
[図1]



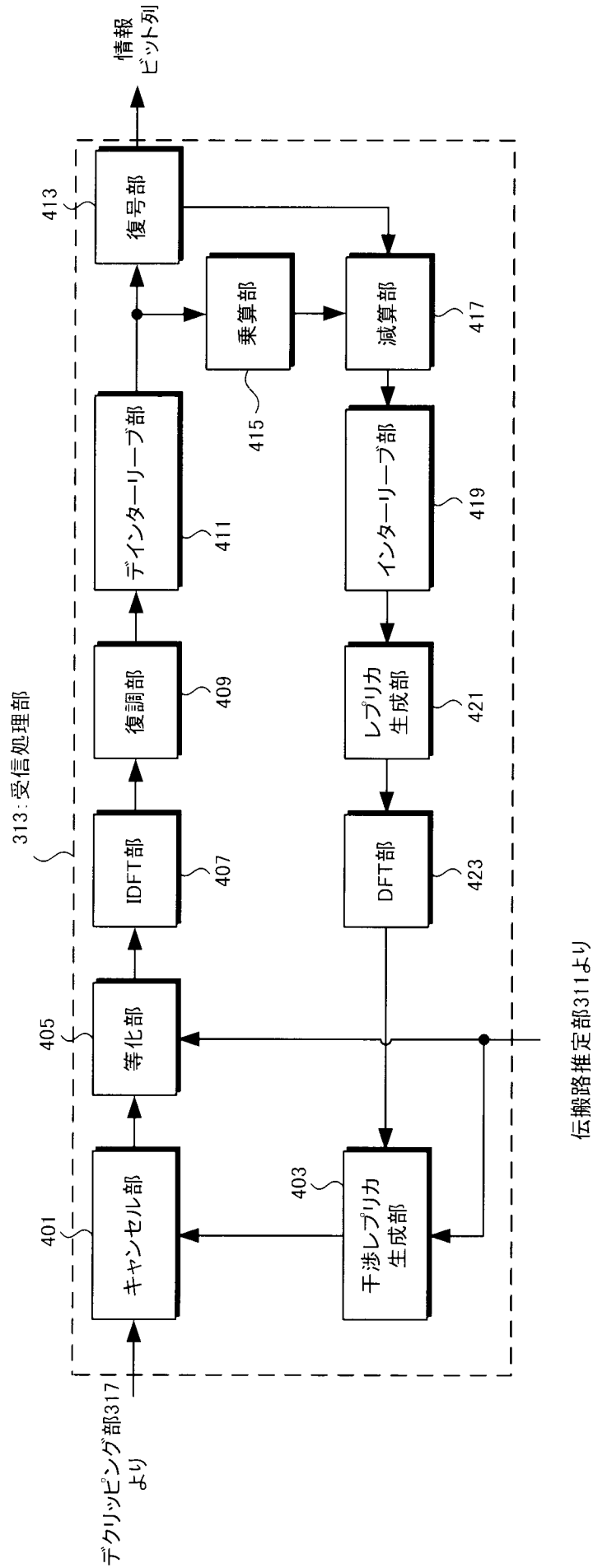
[図2]



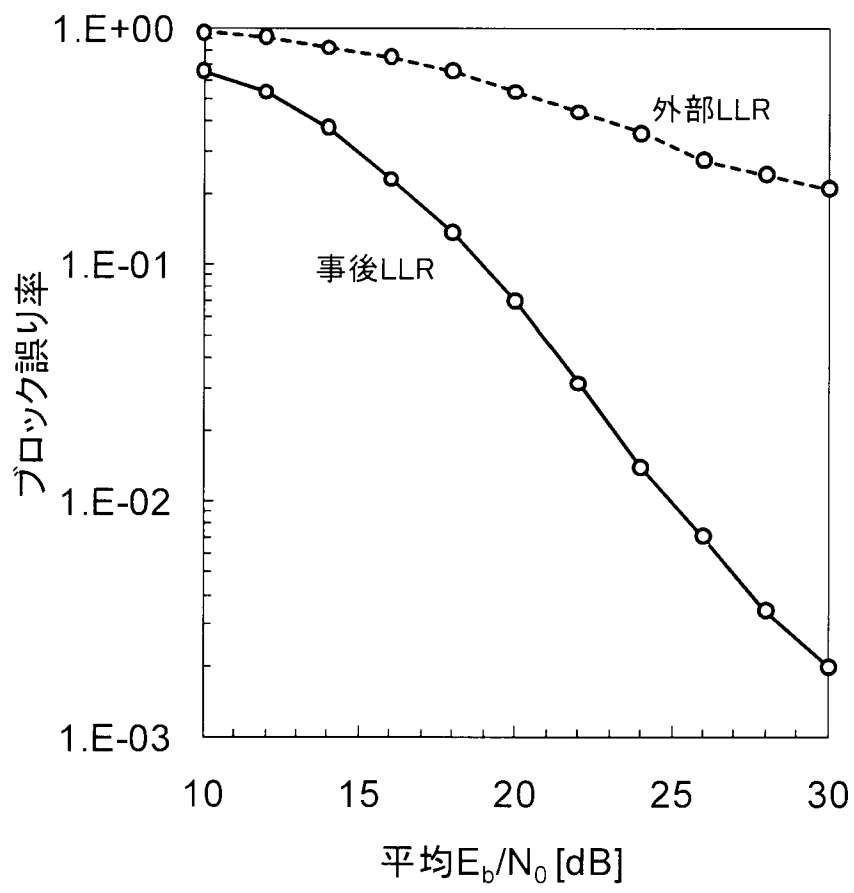
[図3]



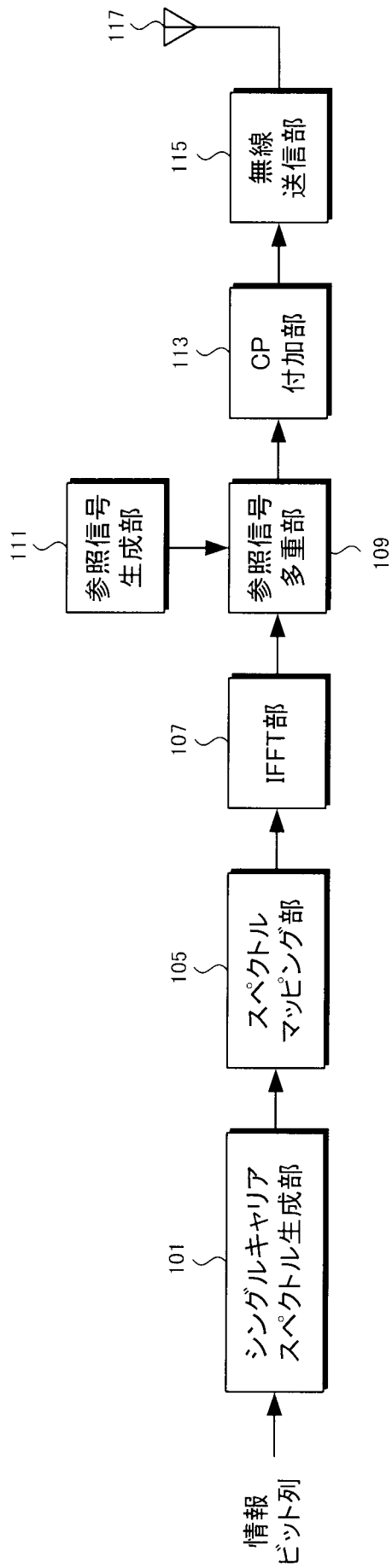
[図4]



[図5]

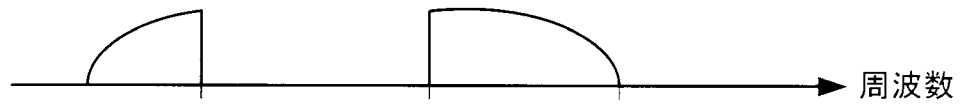


[図6]



[図7A]

移動局装置1-1



移動局装置1-2



[図7B]

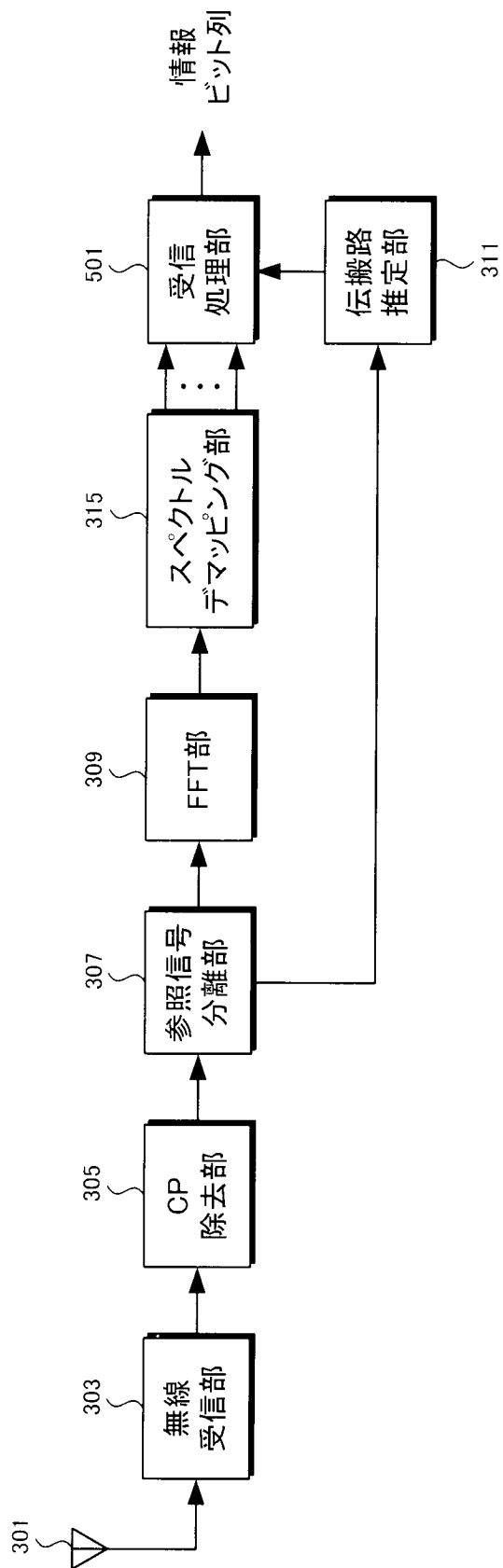
移動局装置1-1



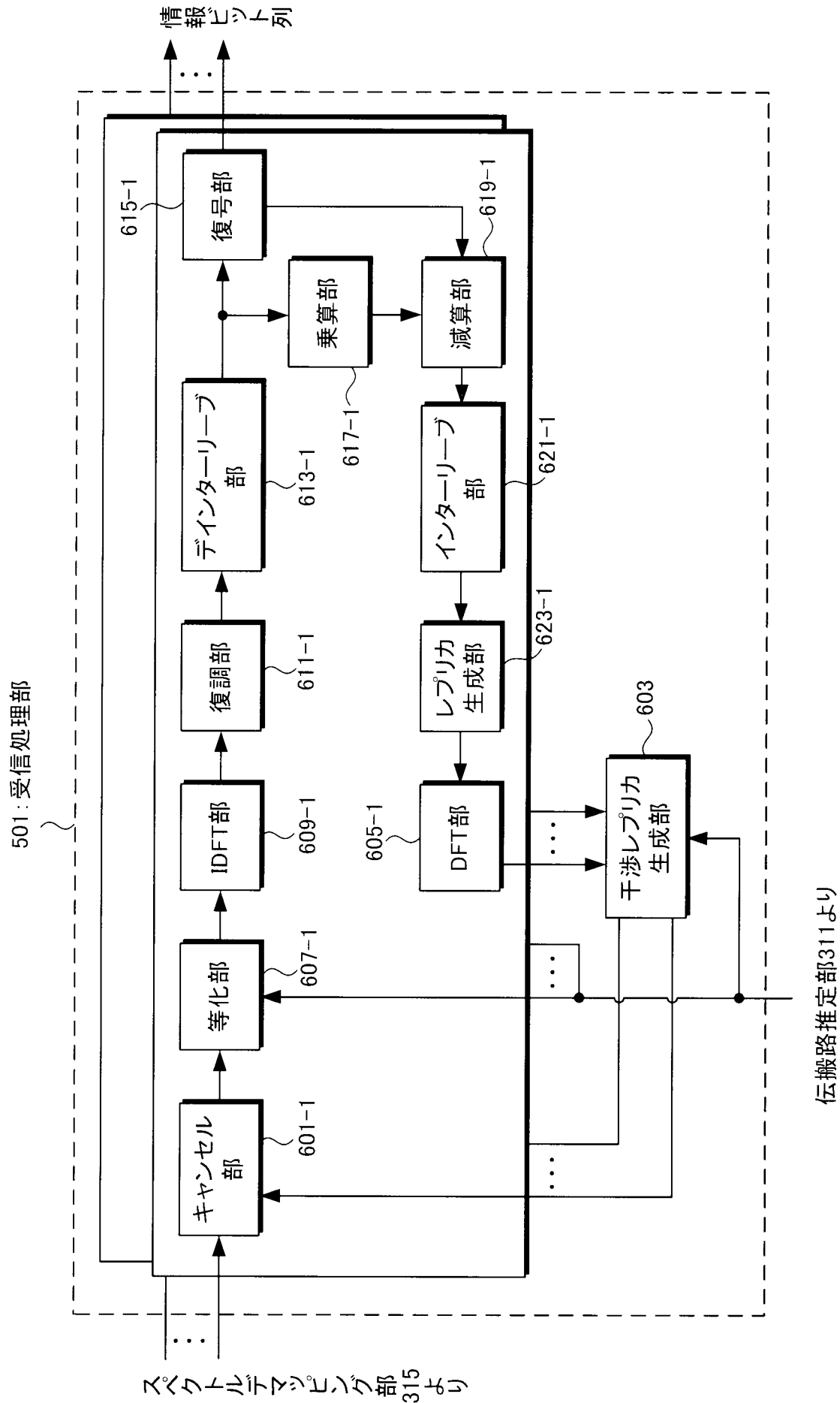
移動局装置1-2



[図8]



[図9]



[illegible]

[図11A]

符号化率 R	β
$R \leq 1/3$	1
$R > 1/3$	0

[図11B]

符号化率 R	β
$R = 1/3$	1
$R = 1/2$	0.7
$R = 2/3$	0.5
$R = 3/4$	0.3
$R = 4/5$	0.1
$R > 4/5$	0

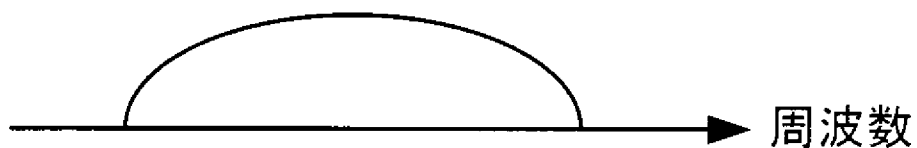
[図12A]

変調方式	β
QPSK	1
16QAM	0.3
64QAM	0

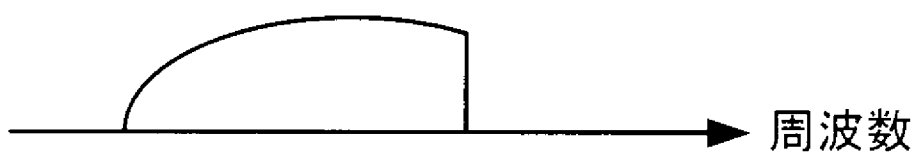
[図12B]

MCS	β
QPSK, $R=1/3$	1
QPSK, $R=1/2$	0.5
QPSK, $R=3/4$	0.3
16QAM, $R=1/3$	0.2
16QAM, $R=1/2$	0.13
64QAM, $R=1/3$	0.05
64QAM, $R=1/2$	0.02
64QAM, $R=3/4$	0.01
64QAM, $R=4/5$	0

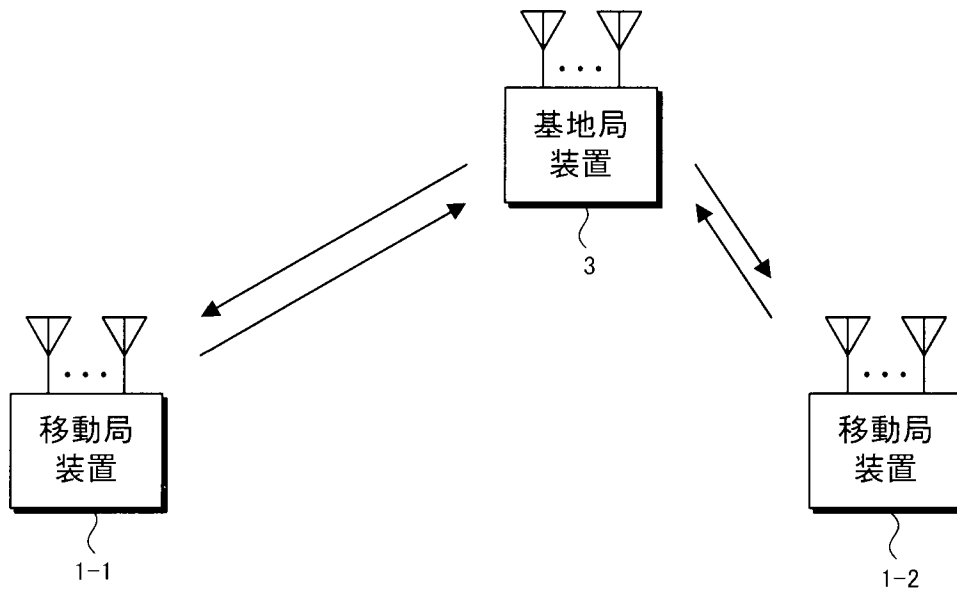
[図13A]



[図13B]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/059225

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04J11/00 (2006.01) i, H04B7/005 (2006.01) i, H04B7/04 (2006.01) i, H04J99/00 (2009.01) i, H04L27/01 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04J11/00, H04B7/005, H04B7/04, H04J99/00, H04L27/01

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2012

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2009-159413 A (NEC Corp.), 16 July 2009 (16.07.2009), paragraphs [0067] to [0095]; fig. 2 to 4 & US 2009/0168910 A1 & CN 101471912 A	1, 4, 7-9 2, 3 5, 6
Y	WO 2009/131094 A1 (Sharp Corp.), 29 October 2009 (29.10.2009), fig. 2 & US 2011/0041023 A1 & EP 2271012 A1 & CN 102007718 A	2, 3



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 April, 2012 (25.04.12)

Date of mailing of the international search report

15 May, 2012 (15.05.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/059225

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2008-538261 A (Inter Digital Technology Corp.), 16 October 2008 (16.10.2008), paragraphs [0025] to [0035] & WO 2006/076322 A2 & WO 2006/034425 A2 & WO 2006/034424 A2 & WO 2006/034469 A2 & WO 2006/034497 A2 & WO 2006/034498 A2 & WO 2006/034499 A2 & WO 2006/044119 A2 & WO 2006/099403 A2 & WO 2007/038324 A2 & WO 2007/038326 A2 & WO 2008/077102 A1	3
A	JP 2005-150839 A (NTT Docomo Inc.), 09 June 2005 (09.06.2005), entire text; all drawings & US 2005/0129136 A1 & EP 1531592 A2 & CN 1617534 A	1-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H04J11/00(2006.01)i, H04B7/005(2006.01)i, H04B7/04(2006.01)i, H04J99/00(2009.01)i, H04L27/01(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H04J11/00, H04B7/005, H04B7/04, H04J99/00, H04L27/01

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y A	JP 2009-159413 A（日本電気株式会社）2009.07.16, 段落【0067】－【0095】、図2－4 & US 2009/0168910 A1 & CN 101471912 A	1, 4, 7-9 2, 3 5, 6
Y	WO 2009/131094 A1（シャープ株式会社）2009.10.29, 図2 & US 2011/0041023 A1 & EP 2271012 A1 & CN 102007718 A	2, 3

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 5 . 0 4 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 5 . 0 5 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

上田 翔太

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 5 6

5 K

4 4 4 9

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2008-538261 A (インターデジタルテクノロジーコーポレーション) 2008.10.16, 段落【0025】－【0035】 & WO 2006/076322 A2 & WO 2006/034425 A2 & WO 2006/034424 A2 & WO 2006/034469 A2 & WO 2006/034497 A2 & WO 2006/034498 A2 & WO 2006/034499 A2 & WO 2006/044119 A2 & WO 2006/099403 A2 & WO 2007/038324 A2 & WO 2007/038326 A2 & WO 2008/077102 A1	3
A	JP 2005-150839 A (株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ) 2005.06.09, 全文、全図 & US 2005/0129136 A1 & EP 1531592 A2 & CN 1617534 A	1-9