

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5283669号
(P5283669)

(45) 発行日 平成25年9月4日(2013.9.4)

(24) 登録日 平成25年6月7日(2013.6.7)

(51) Int.Cl.

F I

H04J 11/00 (2006.01)

H04J 11/00 Z

H04B 7/04 (2006.01)

H04B 7/04

請求項の数 16 (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2010-179584 (P2010-179584)
 (22) 出願日 平成22年8月10日 (2010.8.10)
 (65) 公開番号 特開2012-39514 (P2012-39514A)
 (43) 公開日 平成24年2月23日 (2012.2.23)
 審査請求日 平成24年2月29日 (2012.2.29)

(73) 特許権者 392026693
 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ
 東京都千代田区永田町二丁目11番1号
 (74) 代理人 100121083
 弁理士 青木 宏義
 (74) 代理人 100138391
 弁理士 天田 昌行
 (74) 代理人 100132067
 弁理士 岡田 喜雅
 (74) 代理人 100150304
 弁理士 溝口 勉
 (72) 発明者 川村 輝雄
 東京都千代田区永田町二丁目11番1号
 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 送信機、受信機及び無線通信方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のレイヤの無線リソースに参照信号をマッピングして送信する無線通信方法であって、

前記参照信号を生成する工程と、

前記参照信号をオーバーサンプリングする工程と、

前記オーバーサンプリングした参照信号を、各レイヤのリソースエレメントのそれぞれにマッピングする工程と、を有し、

異なるレイヤ間の参照信号を、時間／周波数領域が同じ1つのリソースエレメント内の周波数方向に分離してマッピングすることを特徴とする無線通信方法。

10

【請求項 2】

複数のレイヤの無線リソースに参照信号をマッピングして送信する無線通信方法であって、

前記参照信号を生成する工程と、

前記参照信号をオーバーサンプリングする工程と、

前記オーバーサンプリングした参照信号に対して巡回シフトを付与する工程と、

巡回シフトを付与した前記参照信号を、各レイヤのリソースエレメントのそれぞれにマッピングする工程と、を有し、

各レイヤにおいて、同じ参照信号を時間／周波数領域が同じ1つのリソースエレメント内の周波数方向に沿って複数マッピングし、且つ異なるレイヤ間の参照信号を巡回シフト

20

多重することを特徴とする無線通信方法。

【請求項 3】

複数のレイヤの無線リソースに参照信号をマッピングして送信する無線通信方法であって、

前記参照信号を生成する工程と、

前記参照信号をオーバーサンプリングする工程と、

前記オーバーサンプリングした参照信号を、各レイヤのリソースエレメントのそれぞれにマッピングする工程と、

前記各レイヤのリソースエレメントにマッピングされたデータ信号および参照信号を含むシンボル全体に対して巡回シフトを付与する工程と、を有し、

各レイヤにおいて、同じ参照信号を時間／周波数領域が同じ 1 つのリソースエレメント内の周波数方向に沿って複数マッピングし、且つ異なるレイヤ間の参照信号を巡回シフト多重することを特徴とする無線通信方法。

10

【請求項 4】

オーバーサンプリング係数が N 倍である場合に、前記各レイヤにおいて時間／周波数領域が同じ 1 つのリソースエレメント内の周波数方向に沿って N 個の参照信号をマッピングすることを特徴とする請求項 2 又は請求項 3 に記載の無線通信方法。

【請求項 5】

前記複数のレイヤの中で互いに巡回シフト多重しているレイヤ群と、前記レイヤ群と異なるレイヤ間で周波数分割多重することを特徴とする請求項 2 から請求項 4 のいずれかに記載の無線通信方法。

20

【請求項 6】

複数のレイヤの無線リソースに参照信号をマッピングして送信する無線通信方法であって、

前記参照信号を生成する工程と、

前記参照信号をオーバーサンプリングする工程と、

前記オーバーサンプリングした参照信号に対して直交符号化する工程と、

直交符号化した前記参照信号を、各レイヤのリソースエレメントのそれぞれにマッピングする工程と、を有し、

異なるレイヤ間にマッピングされる参照信号を、時間／周波数領域が同じリソースエレメントに配置し直交符号を用いて多重することを特徴とする無線通信方法。

30

【請求項 7】

複数のレイヤの無線リソースに参照信号をマッピングして送信する送信機であって、

前記参照信号を生成する参照信号生成部と、

前記参照信号をオーバーサンプリングするオーバーサンプリング部と、

前記オーバーサンプリングした参照信号を、各レイヤのリソースエレメントのそれぞれにマッピングするサブキャリアマッピング部と、を有し、

前記サブキャリアマッピング部は、異なるレイヤ間の参照信号を、時間／周波数領域が同じ 1 つのリソースエレメント内の周波数方向に分離してマッピングすることを特徴とする送信機。

40

【請求項 8】

複数のレイヤの無線リソースに参照信号をマッピングして送信する送信機であって、

前記参照信号を生成する参照信号生成部と、

前記参照信号をオーバーサンプリングするオーバーサンプリング部と、

前記オーバーサンプリングした参照信号に対して巡回シフトを付与する巡回シフト部と、

巡回シフトを付与した前記参照信号を、各レイヤのリソースエレメントのそれぞれにマッピングするサブキャリアマッピング部と、を有し、

各レイヤにおいて、同じ参照信号を時間／周波数領域が同じ 1 つのリソースエレメント内の周波数方向に沿って複数マッピングし、且つ異なるレイヤ間の参照信号を巡回シフト多重することを特徴とする送信機。

50

【請求項 9】

複数のレイヤの無線リソースに参照信号をマッピングして送信する送信機であって、
前記参照信号を生成する参照信号生成部と、
前記参照信号をオーバーサンプリングするオーバーサンプリング部と、
前記オーバーサンプリングした参照信号を各レイヤのリソースエレメントのそれぞれにマッピングするサブキャリアマッピング部と、
前記各レイヤのリソースエレメントにマッピングされたデータ信号および参照信号を含むシンボル全体に対して巡回シフトを付与する巡回シフト部と、を有し、
各レイヤにおいて、同じ参照信号を時間／周波数領域が同じ 1 つのリソースエレメント内の周波数方向に沿って複数マッピングし、且つ異なるレイヤ間の参照信号を巡回シフト多重することを特徴とする送信機。

10

【請求項 10】

前記オーバーサンプリング部が前記参照信号を N 倍にオーバーサンプリングし、前記サブキャリアマッピングが前記各レイヤにおいて時間／周波数領域が同じ 1 つのリソースエレメント内の周波数方向に沿って N 個の参照信号をマッピングすることを特徴とする請求項 8 又は請求項 9 に記載の送信機。

【請求項 11】

前記複数のレイヤの中で互いに巡回シフト多重しているレイヤ群と、前記レイヤ群と異なるレイヤ間で周波数分割多重することを特徴とする請求項 8 から請求項 10 のいずれかに記載の送信機。

20

【請求項 12】

複数のレイヤの無線リソースに参照信号をマッピングして送信する送信機であって、
前記参照信号を生成する参照信号生成部と、
前記参照信号をオーバーサンプリングするオーバーサンプリング部と、
前記オーバーサンプリングした参照信号に対して直交符号化する直交符号乗算部と、
直交符号化した前記参照信号を、各レイヤのリソースエレメントのそれぞれにマッピングするサブキャリアマッピング部と、を有し、
異なるレイヤ間にマッピングされる参照信号を、時間／周波数領域が同じリソースエレメントに配置し直交符号を用いて多重することを特徴とする送信機。

30

【請求項 13】

複数のレイヤの無線リソースにオーバーサンプリングされてマッピングされた参照信号を有する信号を受信する受信機であって、
受信した信号をデマッピングするサブキャリアデマッピング部と、
オーバーサンプリングされた参照信号を用いてチャネル推定を行うチャネル推定部と、を有することを特徴とする受信機。

【請求項 14】

複数のレイヤの無線リソースにオーバーサンプリングされてマッピングされた参照信号を有する信号を受信する受信機であって、
受信した前記信号をデマッピングするサブキャリアデマッピング部と、
前記デマッピングされた信号の中で巡回シフト多重された参照信号を、巡回シフト番号を用いて分離する巡回シフト除去部と、
前記巡回シフト除去部で分離された参照信号を用いてチャネル推定を行うチャネル推定部と、を有することを特徴とする受信機。

40

【請求項 15】

複数のレイヤの無線リソースにオーバーサンプリングされてマッピングされた参照信号を有する信号を受信する受信機であって、
受信した前記信号に対して巡回シフト番号を用いて分離する巡回シフト除去部と、
前記巡回シフト除去部で分離された信号をデマッピングするサブキャリアデマッピング部と、
前記デマッピングされた信号の中に含まれる参照信号を用いてチャネル推定を行うチャ

50

ネル推定部と、を有することを特徴とする受信機。

【請求項 16】

複数のレイヤの無線リソースにオーバサンプリングされてマッピングされた参照信号を有する信号を受信する受信機であって、

受信した前記信号をデマッピングするサブキャリアデマッピング部と、

前記デマッピングされた信号の中で直交符号化された参照信号を分離する直交符号分離部と、

前記直交符号分離部で分離された参照信号を用いてチャネル推定を行うチャネル推定部と、を有することを特徴とする受信機。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、送信機、受信機及び無線通信方法に関する。

【背景技術】

【0002】

UMTS (Universal Mobile Telecommunications System)ネットワークにおいては、周波数利用効率及びピークデータレートの向上などを目的として、HSDPA (High Speed Downlink Packet Access)やHSUPA (High Speed Uplink Packet Access)を採用することにより、W-CDMA (Wideband-Code Division Multiple Access)をベースとした高速パケットアクセスが実現されている。W-CDMAの個別チャネルを用いる回線交換モードに比較して、HSDPA/HSUPAでは、共有チャネルを用いてユーザ情報を伝送することにより、高効率、低遅延な無線リソース割当てが可能になっている。HSDPA/HSUPAのピークデータレート、周波数利用効率、キャパシティをさらに向上させるために、3GPP (3rd Generation Partnership Project)でLong-Term Evolution (LTE)と呼ばれる3Gの長期的高度化方式の無線インタフェースの仕様が完成されている。LTEの下りリンクでは、直交周波数分割多重アクセス(OFDMA: Orthogonal Frequency Division Multiple Access)が、上りリンクでは、シングルキャリア周波数分割多重アクセス(SC-FDMA: Single Carrier-Frequency Division Multiple Access)が採用されている。また、下りリンクとの無線パラメータおよび処理の共有化を図るために、上りリンクのSC-FDMA信号は、DFT (Discrete Fourier Transform)-Spread OFDMAを用いる周波数領域処理により生成される。

20

30

【0003】

また、LTEでは、変調位相が受信機で既知の参照信号(RS: Reference Signal)を用いた同期検波復調が採用されている(W-CDMAでは、パイロット信号と呼ばれていたが、LTEの仕様では、RSと呼ばれている)。下りリンクのOFDMAは、マルチキャリア信号であるため、リソースブロック(RB: Resource Block)内に時間・周波数領域で、離散的なリソースエレメント(RE: Resource Element)にRSシンボルを多重している(非特許文献1)。一方、上りリンクでは、シングルキャリア信号を維持するために、SC-FDMAシンボルにRSをマッピングしたブロックを、情報シンボルをマッピングしたブロックと時間分割多重している(非特許文献1)。例えば、移動端末装置でRSを受信することにより、下りリンク信号を同期検波することができる。RSは、セル固有のスクランブリング信号によってスクランブリング(既知信号系列によるランダムイズ)される。

40

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0004】

【非特許文献1】3GPP, TS36.211

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、3GPPでは、LTEよりも高いピークデータレート、周波数利用効率、キャパシ

50

ティ、セル端のユーザスループットを実現するために、LTE-Advanced (LTE-A)の無線インタフェースの規定が検討されている。特に、下りリンクでは1 Gbps、上りリンクでは、500 Mbps以上のピークデータレートを実現する。また、LTE-Aでは、3GPP Release 8以降のLTEとの後方互換性(Backward compatibility)を有することが重要な要求条件となっている。すなわち、LTE-Aの周波数帯域内にLTEのユーザ端末(UE: User Equipment)が無線リンクを接続できることが必要になっている。したがって、LTEの送信帯域を有する基本周波数ブロック(コンポーネントキャリア(CC: Component Carrier))を複数並べた送信帯域の構成を採用している。また、LTEのUEがユーザ情報を復調できるように、LTEのRSはRB内に多重されている。特に、セル固有のRS (CS-RS: Cell Specific RS)は、すべてのRBに多重されている。前述の高いピークデータレート、キャパシティの要求条件を満たすために、LTE-Aの下りリンクでは、最大8送受信アンテナのMIMO (Multiple-Input Multiple-Output)チャネル伝送が、上りリンクでは、最大4送受信アンテナのMIMOチャネル伝送が採用されている。そして、下りリンクのピークデータレート1 Gbps、ピーク周波数利用効率30 bits/second/Hzを8 x 8のMIMO多重で、上りリンクのピークデータレート500 Mbps、ピーク周波数利用効率15 bits/second/Hzを、4 x 4のMIMO多重で実現する。

【0006】

Release 8 LTEの下りリンクでは、最大4送信アンテナまでのCS-RSが規定されている。しかし、LTE-Aでは、最大8アンテナに対応したRSが必要になる。一方、下りリンクのMIMO多重では、指向性ビームを生成してアンテナ利得を向上するプリコーディング(Precoding)が採用されている。したがって、プリコーディング有り・無しの場合のRSシンボルを8アンテナ分規定すると、限られたRB内におけるRSのオーバーヘッドが非常に増大してしまう。そこで、LTE-Aでは、プリコーディングをしないで送信する、セル内のUEの受信品質測定用のRS (CSI-RS: Channel State Information RS)、各UE固有のプリコーディングを行う復調用のUE固有RS (US-RS: UE-Specific RS)が新たに規定されている。

【0007】

CSI-RSは、物理下り共有チャネル(PDSCH: Physical Downlink Shared Channel)のRBの割り当て、すなわちスケジューリング、変調方式・チャネル符号化率の選択、ハンドオーバーなどに必要な受信品質の測定に用いられる。一方、US-RSは、UEに送信されるPDSCHのRBと同様にプリコーディングされて送信され、同期検波復調のためのチャネル推定に用いられる。

【0008】

前述のように、MIMO多重、あるいは送信ダイバーシチ(MIMOダイバーシチ)では、送信アンテナ数分のRSシンボルが必要になる。この場合、CSI-RSでは、受信チャネル品質の測定精度は、それほど高くなく、LTE-Aで規定されているように、時間領域で間引くこともできる。しかし、高速移動環境における受信チャネル品質の測定精度は劣化する。一方、同期検波復調のためのUS-RSの推定精度が、MIMO多重の信号分離精度、および送信ダイバーシチの利得に与える影響は大きく、高い精度が要求される。したがって、原則、アンテナ毎に復調用のUS-RSを多重する必要がある。しかし、送信アンテナ数の増大に伴い、RS、特に、US-RSのオーバーヘッド(挿入損失)が増大してしまい、チャネル推定精度の劣化を招くことなく、RSのオーバーヘッドを低減することが必要である。

【0009】

本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、参照信号の挿入によるオーバーヘッドの増大を抑制することができる送信機、受信機及び無線通信方法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】

【0010】

本発明の無線通信方法の一態様は、複数のレイヤの無線リソースに参照信号をマッピングして送信する無線通信方法であって、参照信号を生成する工程と、参照信号をオーバーサンプリングする工程と、オーバーサンプリングした参照信号を、各レイヤのリソースエレメ

10

20

30

40

50

ントのそれぞれにマッピングする工程とを有し、異なるレイヤ間の参照信号を、時間／周波数領域が同じ1つのリソースエレメント内の周波数方向に分離してマッピングすることを特徴とする。

【0011】

また、本発明の無線通信方法の他の一態様は、複数のレイヤの無線リソースに参照信号をマッピングして送信する無線通信方法であって、参照信号を生成する工程と、参照信号をオーバーサンプリングする工程と、オーバーサンプリングした参照信号に対して巡回シフトを付与する工程と、巡回シフトを付与した参照信号を、各レイヤのリソースエレメントにそれぞれにマッピングする工程とを有し、各レイヤにおいて、同じ参照信号を時間／周波数領域が同じ1つのリソースエレメント内の周波数方向に沿って複数マッピングし、且つ異なるレイヤ間の参照信号を巡回シフト多重することを特徴とする。

10

【0012】

また、本発明の無線通信方法の他の一態様は、複数のレイヤの無線リソースに参照信号をマッピングして送信する無線通信方法であって、参照信号を生成する工程と、参照信号をオーバーサンプリングする工程と、オーバーサンプリングした参照信号に対して直交符号化する工程と、直交符号化した参照信号を、各レイヤのリソースエレメントにそれぞれにマッピングする工程とを有し、異なるレイヤ間にマッピングされる参照信号を、時間／周波数領域が同じリソースエレメントに配置し直交符号を用いて多重することを特徴とする。

【0013】

上述した無線通信方法によれば、各レイヤにマッピングされる参照信号の領域を低減し、参照信号の挿入によるオーバーヘッドの増大を抑制することができる。

20

【0014】

本発明の送信機の一態様は、複数のレイヤの無線リソースに参照信号をマッピングして送信する送信機であって、参照信号を生成する参照信号生成部と、参照信号をオーバーサンプリングするオーバーサンプリング部と、オーバーサンプリングした参照信号を、各レイヤのリソースエレメント（サブキャリア）のそれぞれにマッピングするサブキャリアマッピング部と、を有し、サブキャリアマッピング部は、異なるレイヤ間の参照信号を、時間／周波数領域が同じ1つのリソースエレメント内の周波数方向に分離してマッピングすることを特徴とする。

【0015】

30

また、本発明の送信機の一態様は、複数のレイヤの無線リソースに参照信号をマッピングして送信する送信機であって、前記参照信号を生成する参照信号生成部と、前記参照信号をオーバーサンプリングするオーバーサンプリング部と、前記オーバーサンプリングした参照信号に対して巡回シフトを付与する巡回シフト部と、巡回シフトを付与した前記参照信号を、各レイヤのリソースエレメントにそれぞれにマッピングするサブキャリアマッピング部と、を有し、各レイヤにおいて、同じ参照信号を時間／周波数領域が同じ1つのリソースエレメント内の周波数方向に沿って複数マッピングし、且つ異なるレイヤ間の参照信号を巡回シフト多重することを特徴とする。

【0016】

また、本発明の送信機の一態様は、複数のレイヤの無線リソースに参照信号をマッピングして送信する送信機であって、前記参照信号を生成する参照信号生成部と、前記参照信号をオーバーサンプリングするオーバーサンプリング部と、前記オーバーサンプリングした参照信号に対して直交符号化する直交符号乗算部と、直交符号化した前記参照信号を、各レイヤのリソースエレメントにそれぞれにマッピングするサブキャリアマッピング部とを有し、異なるレイヤ間にマッピングされる参照信号を、時間／周波数領域が同じリソースエレメントに配置し直交符号を用いて多重することを特徴とする。

40

【0017】

本発明の受信機は、複数のレイヤの無線リソースにオーバーサンプリングされてマッピングされた参照信号を有する信号を受信する受信機であって、受信した信号をデマッピングするサブキャリアデマッピング部と、デマッピングされた信号の中の参照信号に対して、

50

ダウンサンプリングするダウンサンプリング部と、ダウンサンプリング部でサンプリングされた参照信号を用いてチャネル推定を行うチャネル推定部と、を有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、各レイヤにマッピングされる参照信号の領域を低減することができるため、チャネル推定精度の劣化を招くことなく、参照信号の挿入によるオーバーヘッドの増大を抑制し、伝送効率の低下を抑制することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】周波数分割多重(FDM)による参照信号の直交多重法を示す図である。

【図2】時間分割多重(TDM)による参照信号の直交多重法を示す図である。

【図3】コード分割多重(CDM)による参照信号の直交多重法を示す図である。

【図4】実施の形態1に係る参照信号のマッピング方法の一例を示す図である。

【図5】実施の形態1に係る移動端末装置及び無線基地局装置を有する移動通信システムの構成を説明するための図である。

【図6】実施の形態1に係る参照信号のマッピング方法を適用して無線通信を行う送信機の機能ブロック図の一例である。

【図7】実施の形態1に係る参照信号のマッピング方法を適用して無線通信を行う受信機の機能ブロック図の一例である。

【図8】実施の形態2に係る参照信号のマッピング方法の一例を示す図である。

【図9】実施の形態2に係る参照信号のマッピング方法を適用して無線通信を行う送信機の機能ブロック図の一例である。

【図10】実施の形態2に係る参照信号のマッピング方法を適用して無線通信を行う受信機の機能ブロック図の一例である。

【図11】実施の形態2に係る参照信号のマッピング方法を適用して無線通信を行う送信機の機能ブロック図の一例である。

【図12】実施の形態2に係る参照信号のマッピング方法を適用して無線通信を行う受信機の機能ブロック図の一例である。

【図13】実施の形態3に係る参照信号のマッピング方法の一例を示す図である。

【図14】実施の形態3に係る参照信号のマッピング方法を適用して無線通信を行う送信機の機能ブロック図の一例である。

【図15】実施の形態3に係る参照信号のマッピング方法を適用して無線通信を行う受信機の機能ブロック図の一例である。

【図16】上りリンクのSC-FDMAを想定して実施の形態1に係る参照信号のマッピング方法を適用した場合の無線通信を行う送信機及び受信機の機能ブロック図の一例である。

【図17】上りリンクのSC-FDMAを想定して実施の形態1、2に係る参照信号のマッピング方法を適用した場合のサブキャリア数を説明する図である。

【図18】上りリンクのSC-FDMAを想定して実施の形態2に係る参照信号のマッピング方法を適用した場合の無線通信を行う送信機及び受信機の機能ブロック図の一例である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

まず、送信アンテナ（又は一部のセル）間で下りリンクにおける参照信号を直交化する方法について説明する。参照信号を直交化する方法（直交化処理）としては、周波数分割多重（図1参照）、時間分割多重（図2参照）、コード分割多重（図3参照）の方法が挙げられる。

【0021】

図1は、参照信号を周波数分割多重(FDM: Frequency Division Multiplexing)する場合を示す図である。周波数分割多重では、各送信レイヤの参照信号(RS)を異なるサブキャリアを用いて多重し、この参照信号が他のデータ信号(Data)と互いに干渉しないように

10

20

30

40

50

データ信号をマッピングする。各レイヤでこのように参照信号をマッピングすることにより、参照信号は送信アンテナ間で直交化し、かつ、他のデータ信号と干渉しない構成とすることができる。

【0022】

図2は、参照信号を時間分割多重(TDM: Time Division Multiplexing)する場合を示す図である。時間分割多重では、各送信レイヤの参照信号を異なるOFDMシンボル内のサブキャリアを用いて多重し、この参照信号が他のデータ信号と互いに干渉しないようにデータ信号をマッピングする。各レイヤでこのように参照信号をマッピングすることにより、参照信号は送信アンテナ間で直交化し、かつ、他のデータと干渉しない構成とすることができる。

10

【0023】

図3は、参照信号をコード分割多重(CDM: Code Division Multiplexing)する場合を示す図である。コード分割多重では、各送信レイヤの参照信号を、同一OFDMシンボル内の4サブキャリアに渡り配置し、送信アンテナ間で直交符号を用いて多重する。この参照信号が他のデータ信号と互いに干渉しないようにデータ信号をマッピングする。各レイヤでこのように参照信号をマッピングすることにより、参照信号は送信アンテナ間で直交化し、かつ、他のデータと干渉しない構成とすることができる。

【0024】

上述のように、周波数分割多重、時間分割多重、コード分割多重の方法を用いることにより、参照信号を送信アンテナ間で直交化し、かつ、他のデータと干渉しない構成とすることができる。しかし、上記方法を用いて送信アンテナ間で参照信号を直交化する場合に、送信アンテナ数の増加や、新たな参照信号の追加に伴い、オーバーヘッドが大きく増大し、伝送効率が低下してしまう。オーバーヘッドを低減するため、RSの挿入間隔を大きくすることも考えられるが、RSの挿入間隔の増大の伴いチャネル変動への追従性が低下し、チャネル推定精度の劣化を招く。そこで、本発明者が、送信アンテナ数の増加や、新たな参照信号が追加される場合であっても、参照信号の挿入によるオーバーヘッドの増大を抑制する方法を検討した結果、参照信号に対してオーバーサンプリング処理を行い、各レイヤのオーバーサンプリング処理を行った参照信号を多重することを着想し、本発明を完成するに至った。

20

【0025】

以下、本発明の実施の形態について添付図面を参照して詳細に説明する。なお、本実施の形態においては、本発明をLTE-Aに適用した場合の例について説明するが、本発明はLTE-Aに適用した場合に限定されるものではない。また、本発明の適用は特定の参照信号に限定されず、様々な参照信号(例えば、下りリンクにおける参照信号(CSI-RS、US-RS等)、上りリンクにおける参照信号)に適用することができる。

30

【0026】

一例として上りリンクの物理上り制御チャネル(PUCCH: Physical Uplink Control Channel)に本発明を適用した場合の効果(メリット)を以下に示す。PUCCHは、UEで測定した受信チャネル品質情報(CQI: Channel Quality Indicator)、および下りリンクのPDSCHの送達確認情報(ACK/NACK: Acknowledgement / Negative Acknowledgement)を送信するために用いられる。上記の情報はともに、12サブキャリア帯域で送信される。ACK/NACK情報を送信する場合には、1スロット内の7 SC-FDMAシンボルのうち、3 SC-FDMAシンボルがRSに用いられる。1 SC-FDMAシンボル内では12の巡回シフトによる直交CDMAが規定されており、さらに、3 SC-FDMAシンボルにわたり、時間領域の直交符号の割り当てを併用することで、最大 $12 \times 3 = 36$ チャンネルを多重できる。一方、ACK/NACK信号は、スロット内のRS以外の4 SC-FDMAシンボルを用いて送信するため、 $12 \times 4 = 48$ チャンネルを多重することが可能である。したがって、RS信号の多重数が最大多重数をきめている。ここで、本発明を適用することにより、RSの実効的なサブキャリア数が、例えば2倍の24となるため、1 SC-FDMAシンボル当たり、24の巡回シフトによる直交CDMAが可能となり、最大 $24 \times 3 = 72$ チャンネルを多重可能となる。これにより、多重可能なACK/NACK

40

50

チャンネル数を増大することができる。

【 0 0 2 7 】

(実施の形態 1)

実施の形態 1 では、第 1 の RS 多重法を用いた無線通信方法について説明する。第 1 の RS 多重法は、複数のアンテナに対応する複数のレイヤの無線リソースに参照信号をマッピングして送信する場合において、各レイヤの無線リソースにマッピングされる参照信号に対してオーバーサンプリング処理を行い、異なるレイヤ間にマッピングされる参照信号の少なくとも一部を、時間 / 周波数領域が同じ 1 つのリソースエレメント内の周波数方向に分離してマッピングする。

【 0 0 2 8 】

10

つまり、第 1 の RS 多重法では、異なるレイヤ間にそれぞれマッピングされる参照信号を、1 つのリソースエレメント内で周波数分割多重する。また、各レイヤに配置された参照信号が他のデータ信号と互いに干渉しないようにデータ信号をマッピングする。参照信号に対して N 倍のオーバーサンプリング処理を行う場合 (オーバーサンプリング係数が N である場合) には、1 つのリソースエレメント内に N レイヤ分の参照信号を多重させるようにマッピングすることが可能となる。

【 0 0 2 9 】

第 1 の RS 多重法により、各レイヤにマッピングされる参照信号の領域を低減 ($1/N$ 倍) することができるため、参照信号の挿入によるオーバーヘッドの増大を抑制し、伝送効率の低下を抑制することが可能となる。

20

【 0 0 3 0 】

図 4 に第 1 の RS 多重法の一例として、レイヤ数 4 の場合に各レイヤに 2 倍のオーバーサンプリング処理を行った参照信号をマッピングする場合について示す。図 4 は、オーバーサンプリングした参照信号を周波数分割多重 (FDM) する場合を示す図である。なお、各レイヤは、送信アンテナに 1 対 1 で対応させるのではなく、それぞれ異なる送信位相 / 振幅制御 (プリコーディング) を用いて、全ての送信アンテナから送信することができる。

【 0 0 3 1 】

図 4 では、レイヤ #1 で送信する参照信号 (RS#1) を、上から 2 つ目のサブキャリアで左から 3 つ目の OFDM シンボルに対応するリソースエレメントにおいて、サブキャリアの上側 $1/2$ の領域に配置する。つまり、RS#1 を一つのリソースエレメントの全領域に配置するのではなく、サブキャリアの $1/2$ の領域 ($1/2$ サブキャリア領域) に配置する。なお、オーバーサンプリング係数が N である場合には、サブキャリアの $1/N$ の領域 ($1/N$ サブキャリア領域) に配置すればよい。また、レイヤ #1 の他のサブキャリアにおいて、他のレイヤで送信される参照信号とデータ信号が互いに干渉しないようにデータ信号をマッピングする。

30

【 0 0 3 2 】

また、レイヤ #2 で送信する参照信号 (RS#2) を、上から 2 つ目のサブキャリアで左から 3 つ目の OFDM シンボルに対応するリソースエレメントのうち、サブキャリアの下側 $1/2$ の領域に配置する。つまり、時間 / 周波数領域が同じ 1 リソースエレメント内の異なるサブキャリア領域にレイヤ #1 で送信する RS#1 とレイヤ #2 で送信する RS#2 をマッピングして周波数分割多重する。また、レイヤ #2 の他のサブキャリアにおいて、他のレイヤで送信される参照信号とデータ信号が互いに干渉しないようにデータ信号をマッピングする。

40

【 0 0 3 3 】

また、レイヤ #3 で送信する参照信号 (RS#3) を、上から 3 つ目のサブキャリアで左から 3 つ目の OFDM シンボルに対応するリソースエレメントのうち、サブキャリアの上側 $1/2$ の領域に配置する。つまり、RS#3 を一つのリソースエレメントの全領域に配置するのではなく、サブキャリアの $1/2$ の領域に配置する。また、レイヤ #3 の他のサブキャリアにおいて、他のレイヤで送信される参照信号とデータ信号が互いに干渉しないようにデータ信号をマッピングする。

【 0 0 3 4 】

また、レイヤ #4 で送信する参照信号 (RS#4) を、上から 3 つ目のサブキャリアで左から 3

50

つ目のOFDMシンボルに対応するリソースエレメントのうち、サブキャリアの下側1/2の領域に配置する。つまり、時間/周波数領域が同じ1リソースエレメント内の異なるサブキャリア領域にレイヤ#3で送信するRS#3とレイヤ#4で送信するRS#4をマッピングして周波数分割多重する。また、レイヤ#4の他のサブキャリアにおいて、他のレイヤで送信される参照信号とデータ信号が互いに干渉しないようにデータ信号をマッピングする。

【0035】

このように、各レイヤにマッピングされる参照信号に対してオーバーサンプリング処理を行い、異なるレイヤ間にマッピングされた参照信号を、同じリソースエレメント内で周波数分割多重させることにより、各レイヤにマッピングされる参照信号の領域を低減し、参照信号の挿入によるオーバーヘッドの増大を抑制することができる。

10

【0036】

なお、実施の形態1で示した第1のRS多重法を用いた無線通信方法において、参照信号に対して行うオーバーサンプリング処理を選択的に行う構成とすることができる。例えば、データ量が少ない場合には、参照信号に対してオーバーサンプリング処理を行わずに各レイヤにマッピングし、データ量が所定値を超えた場合、または、所定のアンテナ数以上を用いてデータを送信する場合に参照信号に対してオーバーサンプリング処理を行い、各レイヤにマッピングする。また、データ量、または、データ送信に用いるアンテナ数に応じてオーバーサンプリング係数を変動させて参照信号のマッピングを行う構成としてもよい。オーバーサンプリングの適用に関する情報は、RRCシグナリング等を用いて行ってもよい。この場合、参照信号に対するオーバーサンプリング処理の有無を動的に切り替えることが可能となる。

20

【0037】

以下に、第1のRS多重法を適用する移動端末装置及び無線基地局装置等の構成について説明する。ここでは、LTE-A方式のシステム(LTE-Aシステム)に対応する複数のアンテナを具備する無線基地局装置及び移動端末装置を用いる場合について説明する。

【0038】

まず、図5を参照しながら、移動端末装置100及び無線基地局装置200を有する移動通信システム1について説明する。図5は、本発明の一実施の形態に係る移動端末装置100及び無線基地局装置200を有する移動通信システム1の構成を説明するための図である。なお、図5に示す移動通信システム1は、例えば、LTEシステムが包含されるシステムである。また、この移動通信システム1は、IMT-Advancedと呼ばれても良いし、4Gと呼ばれても良い。

30

【0039】

図5に示すように、移動通信システム1は、無線基地局装置200と、この無線基地局装置200と通信する複数の移動端末装置100(100₁、100₂、100₃、・・・100_n、nはn>0の整数)とを含んで構成されている。無線基地局装置200は、コアネットワーク40と接続される。移動端末装置100は、セル50において無線基地局装置200と通信を行っている。なお、コアネットワーク40には、例えば、アクセスゲートウェイ装置、無線ネットワークコントローラ(RNC)、モビリティマネジメントエンティティ(MME)等が含まれるが、これに限定されるものではない。

40

【0040】

移動通信システム1においては、無線アクセス方式として、下りリンクについてはOFDMAが、上りリンクについてはSC-FDMAが適用される。

【0041】

OFDMAは、周波数帯域を複数の狭い周波数帯域(サブキャリア)に分割し、各サブキャリアにデータをマッピングして通信を行うマルチキャリア伝送方式である。SC-FDMAは、端末毎に連続した帯域にデータをマッピングして通信を行うシングルキャリア伝送方式であり、複数の端末が互いに異なる帯域を用いることで、マルチアクセスを実現する。

【0042】

ここで、LTEシステムにおける通信チャネルについて説明する。下りリンクについては

50

、各移動端末装置 100 のトラフィックデータを伝送するPDSCH、および各移動端末装置にPDSCHにおけるRBの割り当て情報、データ変調方式・チャンネル符号化率、再送関連情報等のL1/L2制御情報を通知するPDCCH (Physical Downlink Control Channel)等が用いられる。また、チャンネル推定、受信品質測定等に用いられる参照信号がこれらのチャンネルと共に送信される。

【0043】

上りリンクについては、各移動端末装置 100 のトラフィックデータを伝送するPUSCH (Physical Uplink Shared Channel)、および下り周波数スケジューリングのためのチャンネル品質情報(CQI: Channel Quality Indicator)報告、下り送信データに対するACK/NACK等のL1/L2制御情報を伝送するPUCCH等が用いられる。また、チャンネル推定に用いられる復調用参照信号やチャンネル品質測定に用いられるチャンネル品質測定用参照信号がこれらのチャンネルと共に送信される。

10

【0044】

次に、図6を参照して、第1のRS多重法を適用して無線通信を行う送信機の機能構成について説明する。図6は、第1のRS多重法を適用して無線通信を行う送信機の機能ブロック図の一例である。なお、以下の説明において、送信機は下りリンクにおける無線基地局装置又は上りリンクにおける移動端末装置に適用可能であり、受信機は下りリンクにおける移動端末装置又は上りリンクにおける無線基地局装置に適用可能である。

【0045】

送信機は、データ信号を生成するデータ生成部201と、送信すべきデータ系列を誤り訂正符号化するチャンネル符号化部202と、符号化後のデータ信号をデータ変調するデータ変調部203と、データ変調後のデータ信号に対してオーバサンプリング処理するオーバサンプリング部204と、参照信号を生成するRS生成部205と、生成した参照信号に対してオーバサンプリング処理するオーバサンプリング部206と、オーバサンプリングされたデータ信号及び参照信号をサブキャリアにマッピングするサブキャリアマッピング部207と、マッピング後の信号を逆高速フーリエ変換(IFFT: Inverse Fast Fourier Transform)するIFFT部208と、IFFT後の信号にCyclic prefix (CP)を付与するCP付与部209とを有している。

20

【0046】

チャンネル符号化部202は、変調方式およびチャンネル符号化率 (MCS: Modulation and Coding Scheme) 情報に対応するチャンネル符号化率を用いて、送信すべきデータ系列を誤り訂正符号化する。チャンネル符号化部202は、誤り訂正符号化されたデータ信号をデータ変調部203に出力する。

30

【0047】

データ変調部203は、MCS情報に対応するデータ変調方式で、データ信号をデータ変調する。データ変調部203は、データ変調後のデータ信号をオーバサンプリング部204に出力する。

【0048】

RS生成部205は、各レイヤにおける参照信号を生成し、オーバサンプリング部206に出力する。

40

【0049】

オーバサンプリング部204、206は、所定の周波数でサンプリングされた信号をより高い周波数で再サンプリングする。例えば、15 kHzのサブキャリア間隔でサンプリングされた信号を周波数が2倍高い7.5 kHzのサブキャリア間隔で再サンプリングする。なお、何倍の周波数で再サンプリングするか(オーバサンプリング係数)は、適宜設定することができる。また、オーバサンプリングの処理は、本発明の参照信号の多重を行うOFDMシンボルのみに適用する(図4参照)。

【0050】

サブキャリアマッピング部207は、オーバサンプリングされたデータ信号及び参照信号を、リソースマッピング情報に基づいて各レイヤのサブキャリアにマッピングする。具

50

体的には、上記図4に示したように、オーバサンプリングされた参照信号が、同じサブキャリアで周波数分割多重するように、各レイヤに参照信号をマッピングする。オーバサンプリング係数がNである場合には、一つのリソースエレメントにNレイヤ分の参照信号が周波数分割多重するようにマッピングを行う。このようにマッピングを行うことにより、各レイヤにマッピングされる参照信号の領域を低減し、参照信号の挿入によるオーバーヘッドの増大を抑制することができる。なお、データ信号は、各レイヤに配置された参照信号と干渉しないようにマッピングすることが好ましい。

【0051】

IFFT部208は、サブキャリアマッピングされた信号をIFFTして時間領域の信号に変換する。IFFT部208は、IFFT後の信号をCP付与部209に出力する。CP付与部209は、IFFT後の信号にCPを付与する。CP付与部209でCPが付与された信号が送信信号として、受信機に送信される。

10

【0052】

次に、図7を参照して、第1のRS多重法を適用して無線通信を行う受信機の機能構成について説明する。図7は、第1のRS多重法を適用して無線通信を行う受信機の機能ブロック図の一例である。

【0053】

受信機は、受信信号からCPを除去するCP除去部301と、CP除去後の受信信号をFFTして周波数領域の信号に変換するFFT部302と、FFT後の信号をデマッピングするサブキャリアデマッピング部303と、サブキャリアデマッピングされたデータ信号に対してダウンサンプリング処理を行うダウンサンプリング部304と、参照信号を用いてチャンネル変動を推定するチャンネル推定部306と、データ信号をレイヤ毎に分離するレイヤ間データ信号分離部307と、レイヤ毎に分離されたデータ信号を復調するデータ復調部308と、データ復調後の信号をチャンネル復号するチャンネル復号部309と、を有している。

20

【0054】

サブキャリアデマッピング部303は、リソースマッピング情報を用いて周波数領域の信号からデータ信号及び参照信号を抽出する。

【0055】

ダウンサンプリング部304は、本発明の参照信号の多重を行うOFDMシンボルのみに適用する。所定の周波数でサンプリングされた信号を、その他のOFDMシンボルに適用されたサンプリングの信号に復元する。具体的には、送信機側で所定の倍数でオーバサンプリングされた信号を所定の倍数でダウンサンプリングする。例えば、送信機側において、15 kHzのサブキャリア間隔でサンプリングされた信号を周波数が2倍高い7.5 kHzのサブキャリア間隔でオーバサンプリングされた場合には、15 kHzのサブキャリア間隔でサンプリングを行ってもよい。あるいは、オーバサンプリングされた信号(7.5 kHzのサブキャリア間隔の2つのサブキャリア)を同相加算平均することで、ダウンサンプリング(15 kHzのサブキャリア間隔の1つのサブキャリアに変換)を行ってもよい。

30

【0056】

チャンネル推定部306は、送信機側で所定の倍数でオーバサンプリングされた参照信号(例えば、送信機側において、7.5 kHzのサブキャリア間隔でサンプリングされた参照信号を、受信機側でも7.5 kHzのサブキャリア間隔のまま信号処理を行う。)を用いてチャンネル推定する。

40

【0057】

レイヤ間データ信号分離部307は、チャンネル推定部306でチャンネル推定された情報に基づいて、レイヤ間のデータ信号を分離する。レイヤ間データ信号分離部307は、分離したデータ信号をデータ復調部308に出力する。

【0058】

データ復調部308は、レイヤ間データ信号分離部307から出力されたデータ信号を復調し、チャンネル復号部309に出力する。

【0059】

50

なお、上記図6、図7は、下りリンクのOFDMAを想定した場合の送信機及び受信機ブロック図を示しているが、本発明の第1のRS多重法の適用はこれに限られない。以下に、図16を参照して第1のRS多重法を上りリンクのSC-FDMAを想定した無線通信における送信機及び受信機の機能構成について説明する。

【0060】

送信機は、図16(A)に示すように、データ信号を生成するデータ生成部401と、送信すべきデータ系列を誤り訂正符号化するチャネル符号化部402と、符号化後のデータ信号をデータ変調するデータ変調部403と、データ変調後の信号にDFT (Discrete Fourier Transform)するDFT部404と、DFTされたデータ信号をサブキャリアにマッピングするサブキャリアマッピング部405と、マッピング後の信号を逆高速フーリエ変換するIFFT部406と、IFFT後の信号にCyclic prefix (CP)を付与するCP付与部407と、を有している。また、送信機は、参照信号を生成するRS生成部409と、生成した参照信号に対してオーバサンプリング処理するオーバサンプリング部410と、オーバサンプリングされた参照信号をサブキャリアにマッピングするサブキャリアマッピング部411と、マッピング後の信号を逆高速フーリエ変換するIFFT部412と、IFFT後の信号にCyclic prefix (CP)を付与するCP付与部413とを有し、さらに参照信号とデータ信号を時間多重する時間多重部408を有している。また、図示していないが、データ信号およびRSともに、巡回シフトおよびブロック拡散によりユーザ間を多重する構成としてもよい。

【0061】

受信機は、図16(B)に示すように、受信信号からデータ信号と参照信号を時間分離する時間分離部501と、分離されたデータ信号、参照信号からCPを除去するCP除去部502、509と、CP除去後の受信信号、参照信号をFFTして周波数領域の信号に変換するFFT部503、510と、FFT後の信号をデマッピングするサブキャリアデマッピング部504、511と、デマッピングされた参照信号を用いてチャネル変動を推定するチャネル推定部512と、送受信機間のチャネル変動の影響を補償する周波数領域等化部505と、IDFT (Inverse Discrete Fourier Transform)するIDFT部506と、IDFTされたデータ信号を復調するデータ復調部507と、データ復調後の信号をチャネル復号するチャネル復号部508と、を有している。

【0062】

上述したように、例えば、上りリンクの物理上り制御チャネル(PUCCH)は、UEで測定した受信チャネル品質情報(CQI: Channel Quality Indicator)、および下りリンクのPDSCHの送達確認情報(ACK/NACK: Acknowledgement / Negative Acknowledgement)を送信するために用いられる。サブフレーム構成は、1スロット(1/2サブフレーム)に7つのSC-FDMAシンボルを含んでおり、ピーク電力の増大を抑制するために、データ信号と参照信号を時間多重している。また、上記のUEで測定した受信チャネル品質情報(CQI)、および下りリンクのPDSCHの送達確認情報(ACK/NACK)はともに、12サブキャリア帯域で送信される(図17(A)、(B)参照)。具体的には、CQIとACK/NACKを送信する場合で異なるサブフレーム構成をとっており、ACK/NACKのサブフレーム構成(ACK/NACKフォーマット)は、図17(A)に示すように、スロット内の第3シンボル(#3)~第5シンボル(#5)にRSを多重し、他のシンボル(第1シンボル(#1)、第2シンボル(#2)、第6シンボル(#6)、第7シンボル(#7))に制御情報(ACK/NACK)が多重される。前記スロットは、1サブフレームにおいて2回繰り返されている。また、PUCCHはシステム帯域の両端の無線リソースに多重され、1サブフレーム内の異なる周波数帯域を有する2スロット間で周波数ホッピング(Inter-slot FH)が適用される。

【0063】

本発明の第1のRS多重法を上りリンクのSC-FDMAに適用することにより、参照信号のマッピング可能なサブキャリア数がオーバサンプリングを行わない場合と比較して2倍(オーバサンプリング係数が2の場合)とすることができる。したがって、参照信号を周波数方向において1つおきのサブキャリアに系列長12のRSをマッピングし、ユーザ間で衝突しないようにすることによって(図17(D)参照)、FDMAによりユーザ間の直交多重が可

能となる。また、系列長12のRSは巡回シフトにより最大12ユーザを多重することができる。したがって、FDMAと巡回シフト多重を併用して、1 SC-FDMAシンボル内に24ユーザの多重が可能である。

【0064】

次に、上記実施の形態1と異なるRS多重法を用いた無線通信方法について説明する。なお、以下の説明においては、実施の形態1と異なる部分について中心に説明し、同様の部分に関する詳細な説明は省略する。

【0065】

(実施の形態2)

実施の形態2では、第2のRS多重法を用いた無線通信方法について説明する。第2のRS多重法は、複数のアンテナを有する送信機から参照信号を有する信号を送信する場合において、各レイヤの無線リソースにマッピングされる参照信号に対してオーバーサンプリング処理を行い、異なるレイヤ間にマッピングされる参照信号を巡回シフト多重する。

【0066】

また、第2のRS多重法において、参照信号に対してN倍のオーバーサンプリング処理を行う場合には、各レイヤにおいて1リソースエレメント内にN個の参照信号をマッピングする構成とすることができる。また、互いに巡回シフト多重したレイヤ群と他のレイヤを周波数方向に多重(周波数分割多重)してもよい。

【0067】

第2のRS多重法により、各レイヤにマッピングされる参照信号の領域を同じリソースエレメント内にマッピングすることができるため、参照信号の挿入によるオーバーヘッドの増大を抑制し、伝送効率の低下を抑制することが可能となる。以下に、第2のRS多重法について具体的に説明する。

【0068】

図8に第2のRS多重法の一例として、レイヤ数4の場合に各レイヤに2倍のオーバーサンプリング処理を行った参照信号をマッピングする場合について示す。図8は、オーバーサンプリングした参照信号を巡回シフト多重する場合を示す図である。

【0069】

図8では、レイヤ#1で送信する参照信号(RS#1)を、上から2つ目のサブキャリアで左から3つ目のOFDMシンボルに対応するリソースエレメントに2個配置する。また、レイヤ#1の他のサブキャリアにおいて、他のレイヤで送信される参照信号とデータ信号が互いに干渉しないようにマッピングする。

【0070】

また、レイヤ#2で送信する参照信号(RS#2)を、上から2つ目のサブキャリアで左から3つ目のOFDMシンボルに対応するリソースエレメントに2個配置する。つまり、時間/周波数領域が同じ1リソースエレメント内にレイヤ#1で送信するRS#1とレイヤ#2で送信するRS#2をそれぞれ複数個マッピングし、巡回シフト多重する。また、レイヤ#2の他のサブキャリアにおいて、他のレイヤで送信される参照信号とデータ信号が互いに干渉しないようにマッピングする。

【0071】

また、レイヤ#3で送信する参照信号(RS#3)を、上から3つ目のサブキャリアで左から3つ目のOFDMシンボルに対応するリソースエレメントに2個配置する。また、レイヤ#3の他のサブキャリアにおいて、他のレイヤで送信される参照信号とデータ信号が互いに干渉しないようにマッピングする。

【0072】

また、レイヤ#4で送信する参照信号(RS#4)を、上から3つ目のサブキャリアで左から3つ目のOFDMシンボルに対応するリソースエレメントに2個配置する。つまり、時間/周波数領域が同じ1リソースエレメント内にレイヤ#3で送信するRS#3とレイヤ#4で送信するRS#4をそれぞれ複数個マッピングして巡回シフト多重する。また、レイヤ#4の他のサブキャリアにおいて、他のレイヤで送信される参照信号とデータ信号が互いに干渉しないように

10

20

30

40

50

マッピングする。

【0073】

このように、各レイヤにマッピングされる参照信号に対してオーバサンプリング処理を行い、異なるレイヤ間にマッピングされた参照信号を、同じリソースエレメント内で巡回シフト多重することにより、参照信号の挿入によるオーバーヘッドの増大を抑制することができる。また、図8に示すように、レイヤ#1とレイヤ#2の参照信号を巡回シフト多重させ、レイヤ#3とレイヤ#4の参照信号を巡回シフトさせ、レイヤ#1、#2から構成されるレイヤ群とレイヤ#3、#4から構成されるレイヤ群を周波数分割多重することにより、巡回シフト多重を行うレイヤ数を低減することができる。これにより、レイヤ数が多い場合であっても、巡回シフト多重を行うレイヤ数を低減することができ、レイヤ間の参照信号の直交多重を効果的に行うことが可能となる。

10

【0074】

以下に、第2のRS多重法を適用する移動端末装置及び無線基地局装置等の構成について説明する。なお、移動端末装置及び無線基地局装置を有する移動通信システム、移動端末装置の機能構成、無線基地局装置の機能構成は、上記図5と同様であるので、その詳細な説明は省略する。

【0075】

まず、図9を参照して、第2のRS多重法を適用して無線通信を行う送信機の機能構成について説明する。図9は、第2のRS多重法を適用して無線通信を行う送信機の機能ブロック図の一例である。なお、以下の説明において、送信機は下りリンクにおける無線基地局装置又は上りリンクにおける移動端末装置に適用可能であり、受信機は下りリンクにおける移動端末装置又は上りリンクにおける無線基地局装置に適用可能である。

20

【0076】

送信機は、データ信号を生成するデータ生成部201と、送信すべきデータ系列を誤り訂正符号化するチャンネル符号化部202と、符号化後のデータ信号をデータ変調するデータ変調部203と、データ変調後のデータ信号に対してオーバサンプリング処理するオーバサンプリング部204と、参照信号を生成するRS生成部205と、生成した参照信号に対してオーバサンプリング処理するオーバサンプリング部206と、オーバサンプリングされた参照信号に巡回シフトを付与する巡回シフト部211と、オーバサンプリングされたデータ信号及び参照信号をサブキャリアにマッピングするサブキャリアマッピング部207と、マッピング後の信号を逆高速フーリエ変換(IFFT)するIFFT部208と、IFFT後の信号にCP(Cyclic Prefix)を付与するCP付与部209とを有している。なお、オーバサンプリング部204、および206におけるオーバサンプリングの処理は、本発明の参照信号の多重を行うOFDMシンボルのみに適用する(図8参照)。

30

【0077】

巡回シフト部211は、周波数領域の信号を所定の巡回シフト量だけ巡回シフトする。なお、巡回シフト量はレイヤ毎に異なり、巡回シフト番号に対応づけられている。

【0078】

データ生成部201で生成された送信データは、チャンネル符号化部202で誤り訂正符号化されてデータ変調部203に出力されてデータ変調された後、オーバサンプリング部204でより高い周波数で再サンプリングされる。また、RS生成部205で生成された参照信号は、オーバサンプリング部206でより高い周波数で再サンプリングされた後、巡回シフト部211に出力されて巡回シフトが付与される。次に、オーバサンプリングされたデータ信号と参照信号はサブキャリアマッピング部207において、リソースマッピング情報に基づいて各レイヤのサブキャリアにマッピングされた後、IFFT部208に出力されてIFFTされ時間領域の信号に変換される。次に、IFFT後の信号はCP付与部209に出力され、IFFT後の信号にCPを付与した後、送信信号として受信機に送信される。本実施の形態では、各レイヤにマッピングされる参照信号に対してオーバサンプリング処理を行い、異なるレイヤ間にマッピングされた参照信号を、同じリソースエレメント内で巡回シフト多重することにより、参照信号の挿入によるオーバーヘッドの増大を抑制することができ

40

50

る。

【 0 0 7 9 】

次に、図 1 0 を参照して、第 2 の RS 多重法を適用して無線通信を行う受信機の機能構成について説明する。図 1 0 は、第 2 の RS 多重法を適用して無線通信を行う受信機の機能ブロック図の一例である。

【 0 0 8 0 】

受信機は、受信信号から CP を除去する CP 除去部 3 0 1 と、CP 除去後の受信信号を FFT し、周波数領域の信号に変換する FFT 部 3 0 2 と、FFT 後の信号をデマッピングするサブキャリアデマッピング部 3 0 3 と、サブキャリアデマッピングされたデータ信号に対してダウンサンプリング処理を行うダウンサンプリング部 3 0 4 と、直交多重された参照信号を分離する巡回シフト除去部 3 1 1 と、参照信号を用いてチャネル変動を推定するチャネル推定部 3 0 6 と、データ信号をレイヤ毎に分離するレイヤ間データ信号分離部 3 0 7 と、レイヤ毎に分離されたデータ信号を復調するデータ復調部 3 0 8 と、データ復調後の信号をデータ復号するチャネル復号部 3 0 9 とを有している。なお、ダウンサンプリング部 3 0 4 は、本発明の参照信号の多重を行う OFDM シンボルのみに適用する。

10

【 0 0 8 1 】

巡回シフト除去部 3 1 1 は、巡回シフトを用いて直交多重された制御信号を、巡回シフト番号を用いて分離する。

【 0 0 8 2 】

上記図 9 においては、巡回シフト部 2 1 1 をオーバーサンプリング部 2 0 6 とサブキャリアマッピング部 2 0 7 の間に設け、周波数領域の信号を所定の巡回シフト量だけ巡回シフトする場合を示したが、時間領域の信号に変換された後に巡回シフトを付与する構成としてもよい。この場合、IFFT 部 2 0 8 から出力された信号を巡回シフト部 2 1 1 に入力する構成とすればよい（図 1 1 参照）。これにより、各レイヤのリソースエレメントにマッピングされたデータ信号および参照信号を含むシンボル全体に対して巡回シフトが付与される。また、送信機を図 1 1 の構成とする場合には、受信機において、CP 除去部 3 0 1 で受信信号から CP を除去した後に、巡回シフト除去部 3 1 1 で巡回シフトを除去し、その後に FFT 部 3 0 2 で FFT して周波数領域の信号に変換する構成とすればよい（図 1 2 参照）。

20

【 0 0 8 3 】

なお、上記図 9 ~ 図 1 2 は、下りリンクの OFDMA を想定した場合の送信機及び受信機のブロック図を示しているが、本発明の第 2 の RS 多重法の適用はこれに限られない。以下に、図 1 8 を参照して第 2 の RS 多重法を上りリンクの SC-FDMA を想定した無線通信における送信機及び受信機の機能構成について説明する。

30

【 0 0 8 4 】

送信機は、図 1 8 (A) に示すように、データ信号を生成するデータ生成部 4 0 1 と、送信すべきデータ系列を誤り訂正符号化するチャネル符号化部 4 0 2 と、符号化後のデータ信号をデータ変調するデータ変調部 4 0 3 と、データ変調後の信号に DFT (Discrete Fourier Transform) する DFT 部 4 0 4 と、DFT されたデータ信号をサブキャリアにマッピングするサブキャリアマッピング部 4 0 5 と、マッピング後の信号を逆高速フーリエ変換する IFFT 部 4 0 6 と、IFFT 後の信号に Cyclic prefix (CP) を付与する CP 付与部 4 0 7 と、を有している。また、送信機は、参照信号を生成する RS 生成部 4 0 9 と、生成した参照信号に対してオーバーサンプリング処理するオーバーサンプリング部 4 1 0 と、オーバーサンプリングされた参照信号に巡回シフトを付与する巡回シフト部 4 1 4 と、巡回シフトを付与された参照信号をサブキャリアにマッピングするサブキャリアマッピング部 4 1 1 と、マッピング後の信号を逆高速フーリエ変換する IFFT 部 4 1 2 と、IFFT 後の信号に Cyclic prefix (CP) を付与する CP 付与部 4 1 3 とを有し、さらに参照信号とデータ信号を時間多重する時間多重部 4 0 8 を有している。また、図示していないが、データ信号および RS とともに、巡回シフトおよびブロック拡散によりユーザ間を多重する構成としてもよい。

40

【 0 0 8 5 】

受信機は、図 1 8 (B) に示すように、受信信号からデータ信号と参照信号を時間分離

50

する時間分離部 501 と、分離されたデータ信号、参照信号から CP を除去する CP 除去部 502、509 と、CP 除去後の受信信号、参照信号を FFT して周波数領域の信号に変換する FFT 部 503、510 と、FFT 後の信号をデマッピングするサブキャリアデマッピング部 504、511 と、直交多重された参照信号を分離する巡回シフト除去部 513 と、巡回シフトが分離された参照信号を用いてチャネル変動を推定するチャネル推定部 512 と、送受信機間のチャネル変動の影響を補償する周波数領域等化部 505 と、IDFT (Inverse Discrete Fourier Transform) する IDFT 部 506 と、IDFT されたデータ信号を復調するデータ復調部 507 と、データ復調後の信号をチャネル復号するチャネル復号部 508 と、を有している。

【0086】

10

上述したように、例えば、上りリンクの物理上り制御チャネル(PUCCH)は、UEで測定した受信チャネル品質情報(CQI: Channel Quality Indicator)、および下りリンクのPDSCHの送達確認情報(ACK/NACK: Acknowledgement / Negative Acknowledgement)を送信するために用いられる。サブフレーム構成は、ピーク電力の増大を抑制するために、データ信号と参照信号を時間多重している。また、上記のUEで測定した受信チャネル品質情報(CQI)、および下りリンクのPDSCHの送達確認情報(ACK/NACK)はともに、12サブキャリア帯域で送信される(図17(A)、(B)参照)。本発明の第2のRS多重法を適用することにより、参照信号のマッピング可能なサブキャリア数がオーバーサンプリングを行わない場合と比較して2倍(オーバーサンプリング係数が2の場合)とすることができる(図17(C)参照)。すなわち、系列長が従来と比較して2倍大きい系列長24のRS系列をマッピング

20

【0087】

なお、実施の形態2で示した第2のRS多重法を用いた無線通信方法においても、上記実施の形態1で示した無線通信方法と同様に、参照信号に対して行うオーバーサンプリング処理を選択的に行う構成とすることができる。

【0088】

次に、上記実施の形態1、2と異なるRS多重法を用いた無線通信方法について説明する。なお、以下の説明においては、実施の形態1、2と異なる部分について中心に説明し、同様の部分に関する詳細な説明は省略する。

30

【0089】

(実施の形態3)

実施の形態3では、第3のRS多重法を用いた無線通信方法について説明する。第3のRS多重法は、複数のアンテナを有する送信機から参照信号を有する信号を送信する場合において、各レイヤの無線リソースにマッピングされる参照信号に対してオーバーサンプリング処理を行い、異なるレイヤ間にマッピングされる参照信号を時間/周波数領域の同じサブキャリアに配置し直交符号を用いてコード分割多重(CDM)する。

【0090】

第3のRS多重法により、周波数方向に対して各レイヤにマッピングされる参照信号の領域を低減することができるため、参照信号の挿入によるオーバーヘッドの増大を抑制し、伝送効率の低下を抑制することが可能となる。

40

【0091】

図13に第3のRS多重法の一例として、レイヤ数4の場合に各レイヤにおいて2倍のオーバーサンプリング処理を行った参照信号をマッピングする場合について示す。図13は、オーバーサンプリングした参照信号をコード分割多重(CDM)する場合を示す図である。コード分割多重では、複数の参照信号を、時間/周波数領域の同じOFDMシンボルに配置し、レイヤ間で直交符号を用いて多重する。

【0092】

図13においては、レイヤ#1~#4で送信する参照信号を、上から2つ目のサブキャリア

50

で左から 3 つ目の OFDM シンボルに対応するリソースエレメントと、上から 3 つ目のサブキャリアで左から 3 つ目の OFDM シンボルに対応するリソースエレメントとの 2 つのリソースエレメントに配置し、直交符号を用いてレイヤ間で直交化する。この 2 つのリソースエレメントは、直交符号で直交化されるので、参照信号が送信アンテナ間で直交化することになる。直交符号としては、Walsh 符号、DFT 符号などが挙げられる。

【 0 0 9 3 】

以下に、第 3 の RS 多重法を適用する移動端末装置及び無線基地局装置等の構成について説明する。なお、移動端末装置及び無線基地局装置を有する移動通信システム、移動端末装置の機能構成、無線基地局装置の機能構成は、上記図 5 と同様であるので、その詳細な説明は省略する。

10

【 0 0 9 4 】

まず、図 1 4 を参照して、第 3 の RS 多重法を適用して無線通信を行う送信機の機能構成について説明する。図 1 4 は、第 3 の RS 多重法を適用して無線通信を行う送信機の機能ブロック図の一例である。なお、以下の説明において、送信機は下りリンクにおける無線基地局装置又は上りリンクにおける移動端末装置に適用可能であり、受信機は下りリンクにおける移動端末装置又は上りリンクにおける無線基地局装置に適用可能である。

【 0 0 9 5 】

送信機は、データ信号を生成するデータ生成部 2 0 1 と、送信すべきデータ系列を誤り訂正符号化するチャネル符号化部 2 0 2 と、符号化後のデータ信号をデータ変調するデータ変調部 2 0 3 と、データ変調後のデータ信号に対してオーバサンプリング処理するオーバサンプリング部 2 0 4 と、参照信号を生成する RS 生成部 2 0 5 と、生成した参照信号に対してオーバサンプリング処理するオーバサンプリング部 2 0 6 と、オーバサンプリングされた参照信号に直交符号化する直交符号乗算部 2 1 2 と、オーバサンプリングされたデータ信号及び参照信号をサブキャリアにマッピングするサブキャリアマッピング部 2 0 7 と、マッピング後の信号を逆高速フーリエ変換 (IFFT) する IFFT 部 2 0 8 と、IFFT 後の信号に CP (Cyclic Prefix) を付与する CP 付与部 2 0 9 とを有している。

20

【 0 0 9 6 】

直交符号乗算部 2 1 2 は、オーバサンプリング後の参照信号に直交符号を乗算する。参照信号に用いる直交符号については、上位レイヤから RRC シグナリングなどで通知してもよい。

30

【 0 0 9 7 】

データ生成部 2 0 1 で生成された送信データは、チャネル符号化部 2 0 2 で誤り訂正符号化されてデータ変調部 2 0 3 に出力されてデータ変調された後、オーバサンプリング部 2 0 4 でより高い周波数で再サンプリングされる。また、RS 生成部 2 0 5 で生成された参照信号は、オーバサンプリング部 2 0 6 でより高い周波数で再サンプリングされた後、直交符号乗算部 2 1 2 に出力されて直交符号化される。次に、オーバサンプリングされたデータ信号と参照信号はサブキャリアマッピング部 2 0 7 において、リソースマッピング情報に基づいて各レイヤのサブキャリアにマッピングされた後、IFFT 部 2 0 8 に出力されて IFFT され時間領域の信号に変換される。次に、IFFT 後の信号は CP 付与部 2 0 9 に出力され、IFFT 後の信号に CP を付与した後、送信信号として受信機に送信される。本実施の形態では、各レイヤにマッピングされる参照信号に対してオーバサンプリング処理を行い、異なるレイヤ間にマッピングされる参照信号を、時間 / 周波数領域が同じリソースエレメントに配置し直交符号を用いて多重することにより、周波数方向に対して各レイヤにマッピングされる参照信号の領域を低減することができる。これにより、参照信号の挿入によるオーバーヘッドの増大を抑制し、伝送効率の低下を抑制することが可能となる。

40

【 0 0 9 8 】

次に、図 1 5 を参照して、第 3 の RS 多重法を適用して無線通信を行う受信機の機能構成について説明する。図 1 5 は、第 3 の RS 多重法を適用して無線通信を行う受信機の機能ブロック図の一例である。

【 0 0 9 9 】

50

受信機は、受信信号からCPを除去するCP除去部 3 0 1 と、CP除去後の受信信号をFFTして周波数領域の信号に変換するFFT部 3 0 2 と、FFT後の信号をデマッピングするサブキャリアデマッピング部 3 0 3 と、サブキャリアデマッピングされたデータ信号に対してダウンサンプリング処理を行うダウンサンプリング部 3 0 4 と、直交符号化された参照信号を分離する直交符号分離部 3 1 2 と、ダウンサンプリングされた参照信号を用いてチャネル変動を推定するチャネル推定部 3 0 6 と、データ信号をレイヤ毎に分離するレイヤ間データ信号分離部 3 0 7 と、レイヤ毎に分離されたデータ信号を復調するデータ復調部 3 0 8 と、データ復調後の信号をデータ復号するチャネル復号部 3 0 9 とを有している。

【 0 1 0 0 】

なお、実施の形態 3 で示した第 3 のRS多重法を用いた無線通信方法においても、上記実施の形態 1、2 で示した無線通信方法と同様に、参照信号に対して行うオーバーサンプリング処理を選択的に行う構成とすることができる。

【 0 1 0 1 】

本発明は上記実施の形態に限定されず、種々変更して実施することが可能である。上記実施の形態において、送信アンテナ数等は一例であり、これに限定されるものではない。また、本発明の範囲を逸脱しない限りにおいて、上記説明における処理部の数、処理手順については適宜変更して実施することが可能である。また、図に示される要素の各々は機能を示しており、各機能ブロックがハードウェアで実現されても良く、ソフトウェアで実現されてもよい。その他、本発明の範囲を逸脱しないで適宜変更して実施することが可能である。

【産業上の利用可能性】

【 0 1 0 2 】

本発明は、LTE-Aシステムの無線基地局装置、移動端末装置及び無線通信方法に有用である。

【符号の説明】

【 0 1 0 3 】

- 1 0 0 移動端末装置
- 2 0 0 無線基地局装置
- 2 0 1、4 0 1 データ生成部
- 2 0 2、4 0 2 チャネル符号化部
- 2 0 3、4 0 3 データ変調部
- 2 0 4、2 0 6、4 1 0 オーバサンプリング部
- 2 0 5、4 0 9 RS生成部
- 2 0 7、4 0 5、4 1 1 サブキャリアマッピング部
- 2 0 8、4 0 6、4 1 2 IFFT部
- 2 0 9、4 0 7、4 1 3 CP付与部
- 2 1 1、4 1 4 巡回シフト部
- 2 1 2 直交符号乗算部
- 3 0 1、5 0 2、5 0 9 CP除去部
- 3 0 2、5 0 3、5 1 0 FFT部
- 3 0 3、5 0 4、5 1 1 サブキャリアデマッピング部
- 3 0 4 ダウンサンプリング部
- 3 0 6、5 1 2 チャネル推定部
- 3 0 7 レイヤ間データ信号分離部
- 3 0 8、5 0 7 データ復調部
- 3 0 9、5 0 8 チャネル復号部
- 3 1 1、5 1 3 巡回シフト除去部
- 3 1 2 直交符号分離部
- 4 0 4 DFT部
- 4 0 8 時間多重部

10

20

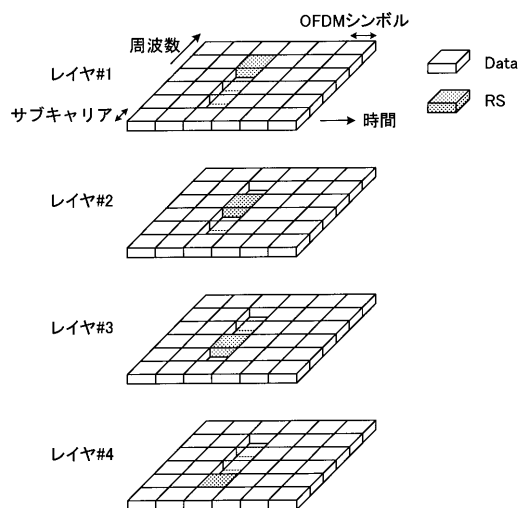
30

40

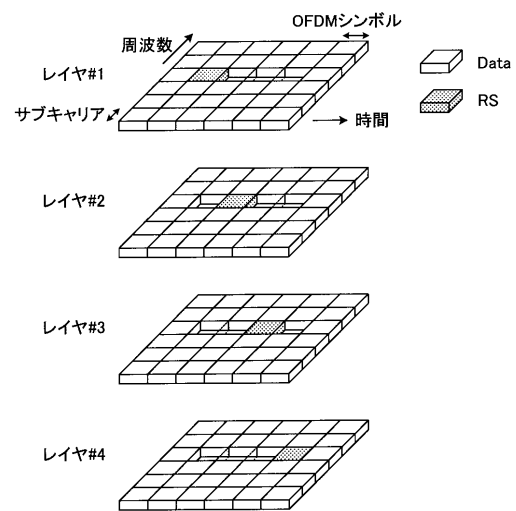
50

5 0 1 時間分離部
 5 0 5 周波数領域等化部
 5 0 6 IDFT部

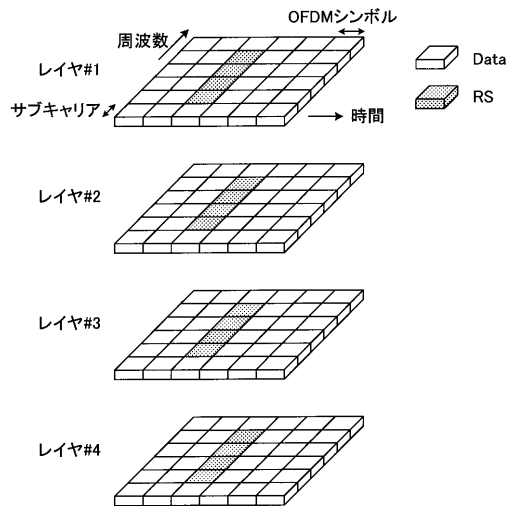
【図 1】



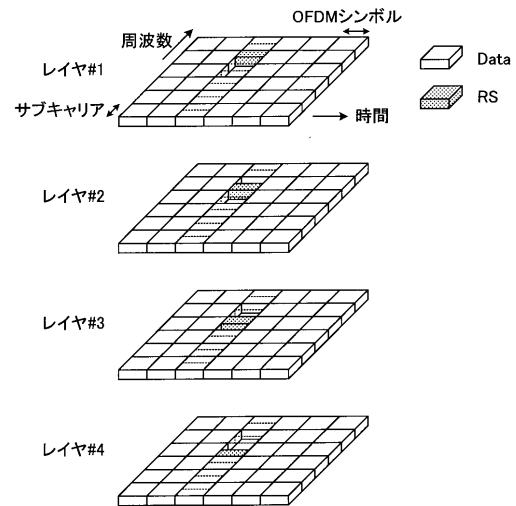
【図 2】



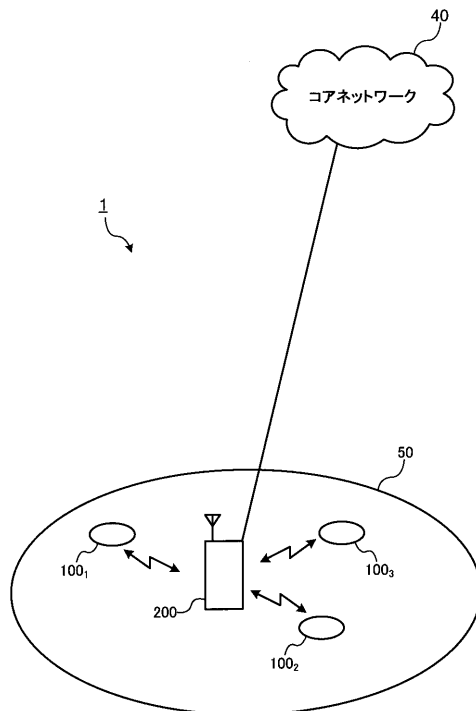
【図 3】



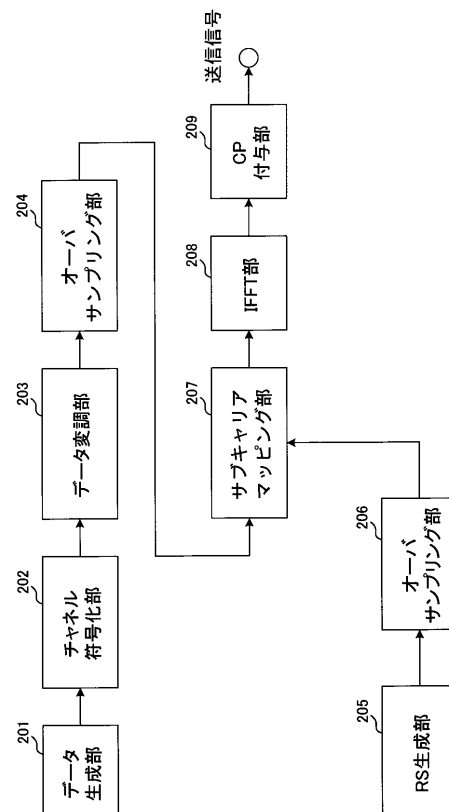
【図 4】



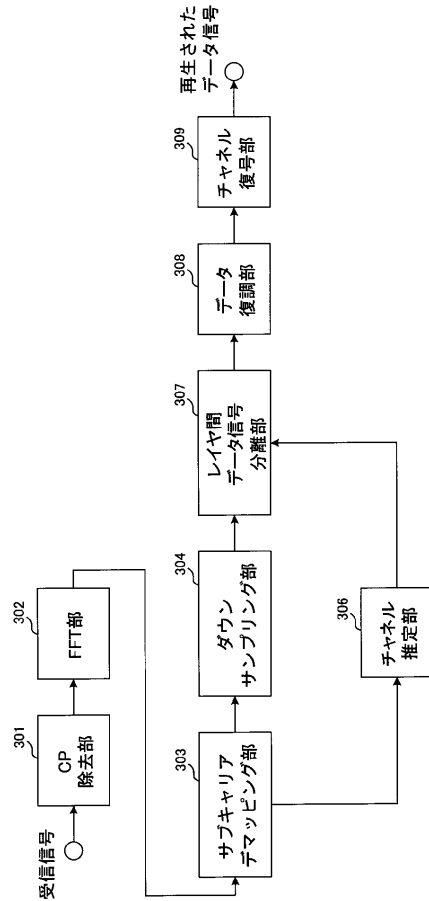
【図 5】



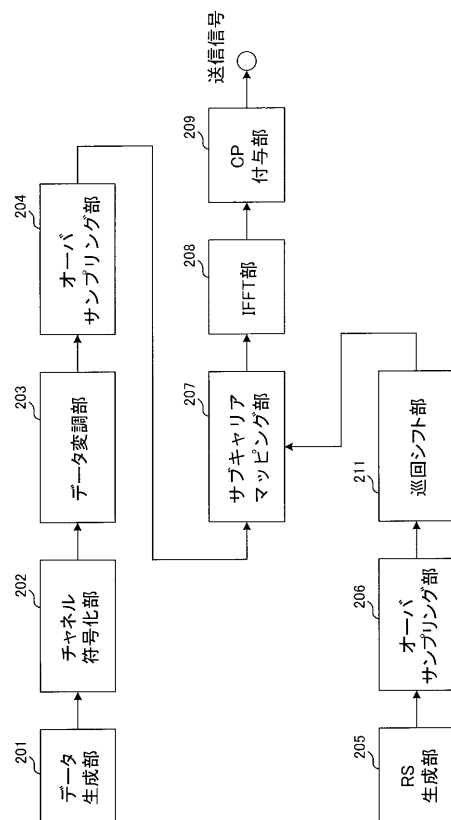
【図 6】



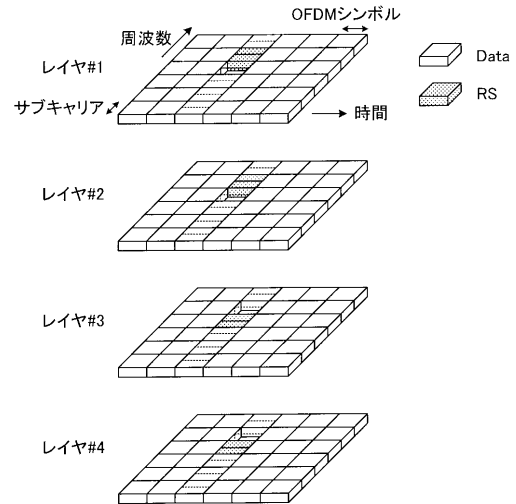
【図 7】



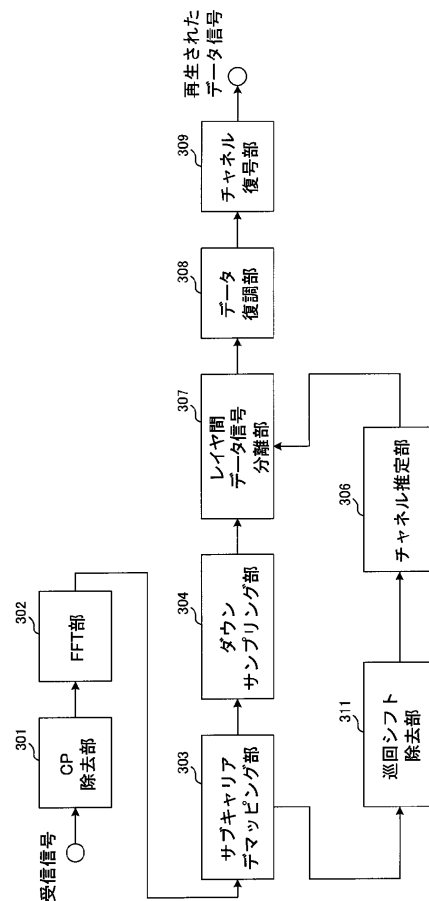
【図 9】



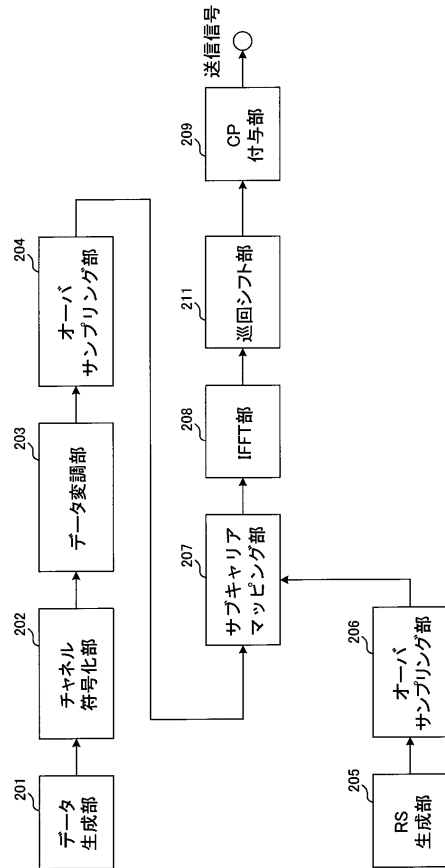
【図 8】



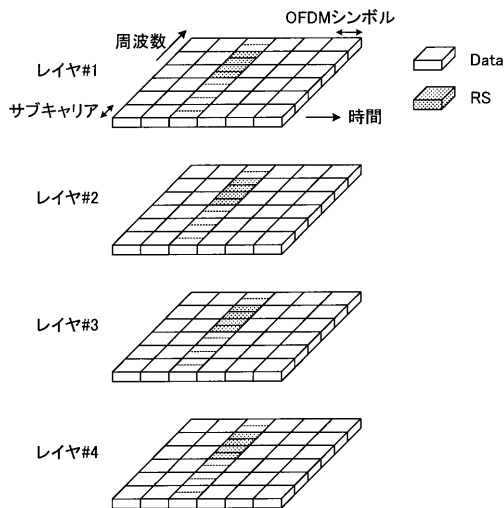
【図 10】



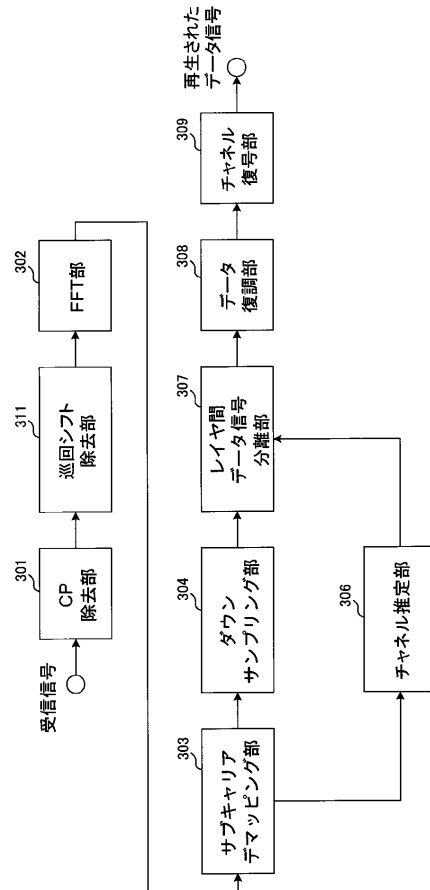
【図 1 1】



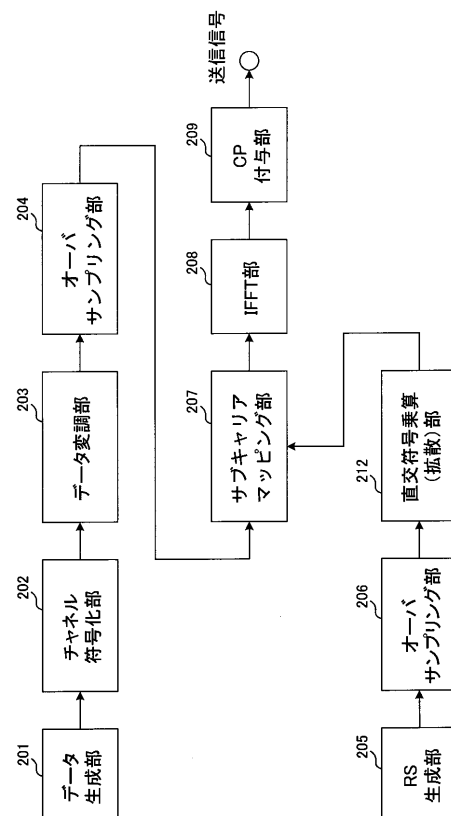
【図 1 3】



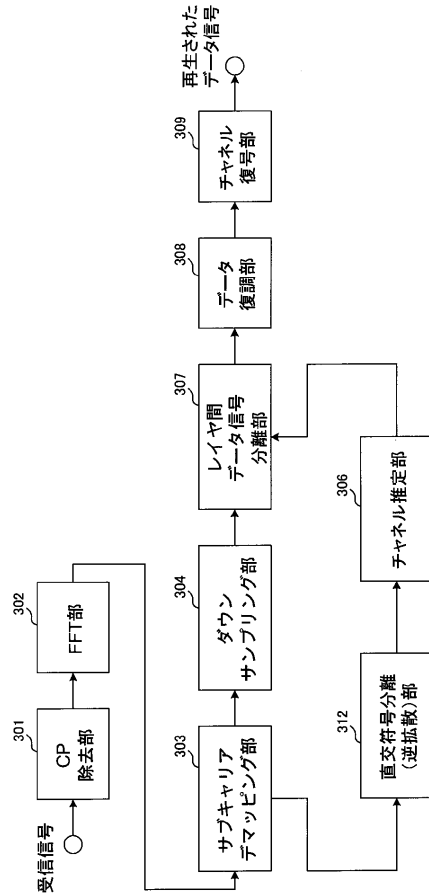
【図 1 2】



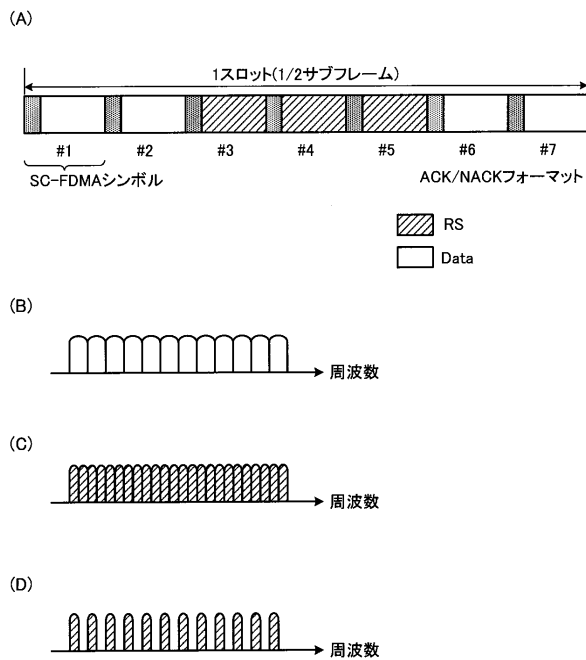
【図 1 4】



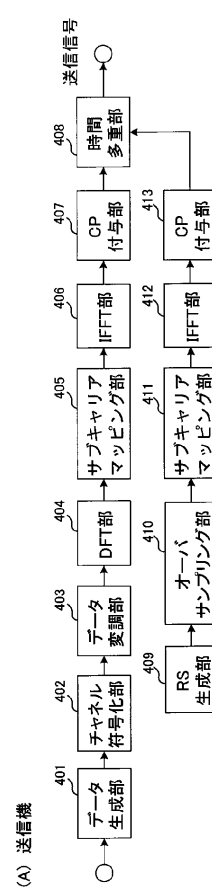
【図 15】



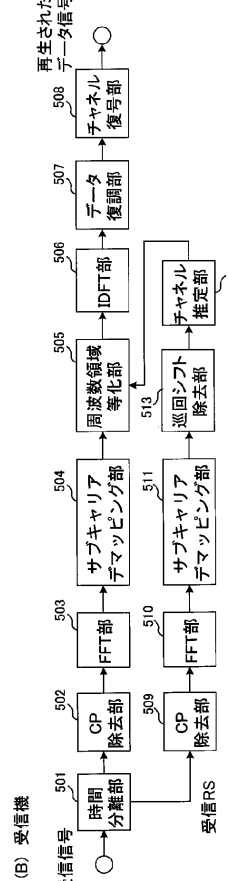
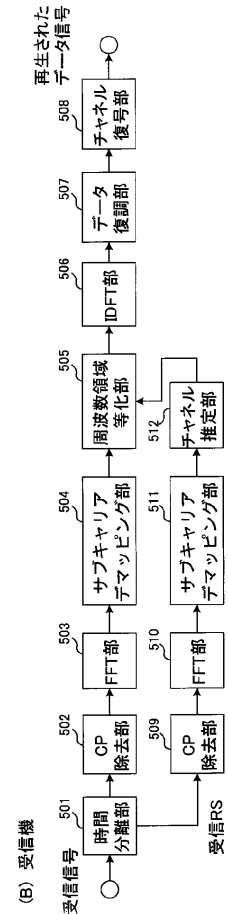
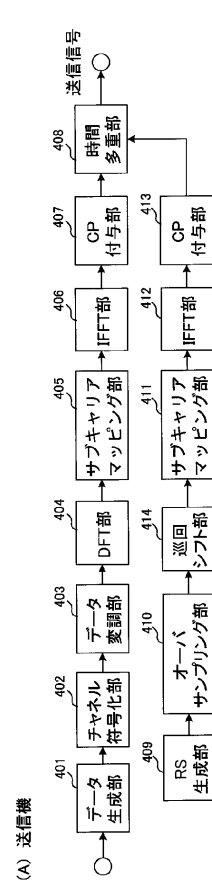
【図 17】



【図 16】



【図 18】



フロントページの続き

審査官 羽岡 さやか

(56)参考文献 特開 2 0 0 9 - 5 0 5 5 6 5 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 5 3 8 6 6 (J P , A)
国際公開第 2 0 0 8 / 0 7 8 3 5 7 (W O , A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H 0 4 J 1 1 / 0 0
H 0 4 B 7 / 0 4