

明 細 書

発明の名称： 端末及び送信方法

技術分野

[0001] 本開示は、端末及び送信方法に関する。

背景技術

[0002] 3GPP LTE (3rd Generation Partnership Project Long Term Evolution) では、基地局 (eNBと呼ぶこともある) から端末 (UE (User Equipment) と呼ぶこともある) への下りリンクの通信方式としてOFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) が採用され、端末から基地局への上りリンクの通信方式としてSC-FDMA (Single Carrier-Frequency Division Multiple Access) が採用されている (例えば、非特許文献1-3を参照)。

[0003] LTEでは、基地局は、システム帯域内のリソースブロック (RB:Resource Block) をサブフレームと呼ばれる時間単位毎に端末に対して割り当てることにより通信を行う。図1は、LTEの上りリンク共用チャネル (PUSCH: Physical Uplink Shared Channel) のサブフレーム構成例を示す。図1に示すように、1サブフレームは2つの時間スロットから構成される。各スロットには、複数のSC-FDMAデータシンボルと復調用参照信号 (DMRS: Demodulation Reference Signal) とが時間多重される。基地局は、PUSCHを受信すると、DMRSを用いてチャネル推定を行う。その後、基地局は、チャネル推定結果を用いて、SC-FDMAデータシンボルの復調・復号を行う。

[0004] また、LTEでは、下りリンクデータに対してHARQ (Hybrid Automatic Repeat Request) が適用される。つまり、端末は、下りリンクデータの誤り検出結果を示す応答信号を基地局へフィードバックする。端末は、下りリンクデータに対してCRC (Cyclic Redundancy Check) を行って、CRCの演算結果に誤りがなければ肯定応答 (ACK: Acknowledgement) を、CRC演算結果に誤りがあれば否定応答 (NACK: Negative Acknowledgement) を応答信号として基地局へフィードバックする。この応答信号 (つまり、ACK/NACK信号) のフィードバ

ックには、PUCCH (Physical Uplink Control Channel) 等の上りリンク制御チャンネルが用いられる。

[0005] 端末がACK/NACK信号をPUCCHで送信する場合の状況に応じて複数のフォーマットが使い分けられる。例えば、ACK/NACK信号及び上りスケジューリングリクエスト以外に送信する制御情報が無い場合、PUCCH format 1a/1bが用いられる。一方、ACK/NACK信号の送信と、周期的に上り回線で送信されるCSI (Channel State Information) のフィードバックとが重複した場合、PUCCH format 2a/2bが用いられる。

[0006] PUCCH format 1a/1bで複数の端末からそれぞれ送信される複数のACK/NACK信号は、図2に示すように、時間軸上においてZero Auto-correlation特性を持つZAC (Zero Auto-correlation) 系列によって拡散され (ZAC系列を乗算し)、PUCCH内においてコード多重されている。図2において、 $W(0)$, $W(1)$, $W(2)$, $W(3)$ は系列長4のウォルシュ (Walsh) 系列を表し、 $F(0)$, $F(1)$, $F(2)$ は系列長3のDFT (Discrete Fourier Transform) 系列を表す。

[0007] 図2に示すように、端末ではACK/NACK信号は、まず周波数軸上においてZAC系列 (系列長12) によって1SC-FDMAシンボルに対応する周波数成分へ1次拡散される。つまり、系列長12のZAC系列に対して、複素数で表されるACK/NACK信号成分が乗算される。次に、1次拡散後のACK/NACK信号、及び、参照信号としてのZAC系列は、それぞれウォルシュ系列 (系列長4: $W(0) \sim W(3)$) 及びDFT系列 (系列長3: $F(0) \sim F(2)$) によって2次拡散される。つまり、系列長12の信号 (1次拡散後のACK/NACK信号、又は、参照信号としてのZAC系列) のそれぞれの成分に対して、直交符号系列 (OCC: Orthogonal Cover Code, ウォルシュ系列又はDFT系列) の各成分が乗算される。さらに、2次拡散された信号は、逆離散フーリエ変換 (IDFT: Inverse Discrete Fourier Transform。又はIFFT: Inverse Fast Fourier Transform) によって時間軸上の系列長12の信号に変換される。そして、IFFT後の信号のそれぞれに対して、サイクリックプリフィックス (CP: Cyclic Prefix) が付加され、7つのSC-FDMAシンボルからなる1スロットの信号が形成される。

- [0008] また、PUCCHは、図3に示すように、サブフレーム単位で各端末に割り当てられる。
- [0009] 異なる端末からのACK/NACK信号同士は、異なる巡回シフト量 (Cyclic Shift Index) で定義されるZAC系列、又は、異なる系列番号 (OC Index: Orthogonal Cover Index) に対応する直交符号系列を用いて拡散 (乗算) されている。直交符号系列は、ウォルシュ系列とDFT系列との組である。また、直交符号系列は、ブロックワイズ拡散コード系列 (Block-wise spreading code) と称されることもある。したがって、基地局は、従来の逆拡散及び相関処理を用いることにより、これらのコード多重された複数のACK/NACK信号を分離することができる (例えば、非特許文献4を参照)。
- [0010] ところで、今後の情報社会を支える仕組みとして、近年、ユーザの判断を介することなく、機器間の自律的な通信によりサービスを実現するM2M (Machine-to-Machine) 通信が期待されている。M2Mシステムの具体的な応用事例としてスマートグリッドがある。スマートグリッドは、電気又はガスなどのライフラインを効率的に供給するインフラシステムである。例えば、スマートグリッドは、各家庭又はビルに配備されるスマートメータと中央サーバとの間でM2M通信を実施して、自律的かつ効果的に資源の需要バランスを調整する。M2M通信システムの他の応用事例として、物品管理、環境センシング又は遠隔医療などのためのモニタリングシステム、自動販売機の在庫又は課金の遠隔管理などが挙げられる。
- [0011] M2M通信システムにおいては、特に広範な通信エリアを有するセルラシステムの利用が着目されている。3GPPでは、LTE及びLTE-Advancedの規格化において、マシンタイプ通信 (MTC: Machine Type Communication) と呼ばれるM2M向けのセルラネットワーク高度化の標準化が行われており (例えば、非特許文献5)、低コスト化、消費電力削減、及びカバレッジ拡張 (Coverage Enhancement) を要求条件として仕様の検討が始まっている。特に、ユーザが移動しながら利用することが多いハンドセット端末とは異なり、スマートメータなどのほとんど移動の無い端末では、カバレッジを確保することがサービス

を提供していく上で必要である。そのため、ビルの地下などの既存のLTE及びLTE-Advancedの通信エリアにおいて利用できない場所に対応する端末（MTC端末）が配置されている場合にも対応するため、通信エリアをさらに拡大する「カバレッジ拡張（MTCカバレッジ拡張）」が検討されている。

先行技術文献

非特許文献

- [0012] 非特許文献1：3GPP TS 36.211 V12.7.0, “Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical channels and modulation (Release 12),” September 2015.
- 非特許文献2：3GPP TS 36.212 V12.6.0, “Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Multiplexing and channel coding (Release 12),” September 2015.
- 非特許文献3：3GPP TS 36.213 V12.7.0, “Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical layer procedures (Release 12),” September 2015.
- 非特許文献4：Seigo Nakao, Tomofumi Takata, Daichi Imamura, and Katsuhiko Hiramatsu, “Performance enhancement of E-UTRA uplink control channel in fast fading environments,” Proceeding of 2009 IEEE 69th Vehicular Technology Conference (VTC2009-Spring), April 2009.
- 非特許文献5：RP-141660, Ericsson, Nokia Networks, “New WI proposal: Further LTE Physical Layer Enhancements for MTC,” September 2014
- 非特許文献6：R1-151454, MCC Support, “Final Report of 3GPP TSG RAN WG1 #80 v1.0.0,” February 2015
- 非特許文献7：R1-155051, RAN4, Ericsson, “Reply LS on retuning time between narrowband regions for MTC,” August 2015

発明の概要

- [0013] 通信エリアを更に拡大するために、MTCカバレッジ拡張では、同一信号を複数回に渡って繰り返して送信する「レピティション」技術が検討されている

。レピティションでは、送信側でレピティション送信された信号を合成することにより、受信信号電力を向上させ、カバレッジ（通信エリア）を拡張させる。

- [0014] 端末の低コスト化を実現するために、LTE-Advanced Release 13 (Rel. 13) の仕様検討が進められているMTCでは、端末（以下、MTC端末と呼ぶこともある）は1.4MHzの周波数帯域幅（狭帯域、又は、narrowband regionと呼ぶこともある）のみサポートする。そのため、端末が送信に使用する1.4MHzの周波数帯域をシステム帯域内で一定のサブフレーム毎にホッピングされる「周波数ホッピング」が導入される（例えば、非特許文献6を参照）。周波数ホッピングの際には、キャリア周波数の切替時間（Retuning time）が必要である。Retuning timeには最大で2シンボル程度の時間が必要であると考えられている（例えば、非特許文献7を参照）。
- [0015] 下りリンクでは、Rel.13のMTC端末は、既存LTEの下りリンク制御チャネル（PDCCH: Physical Downlink Control Channel）を受信しないため、既存LTEのPDCCHの領域であるサブフレームの先頭（最初）の2 OFDMシンボルをRetuning timeとすることが可能である。
- [0016] 一方、上りリンクでは、Rel.13のMTC端末は、既存LTE端末と同様、サブフレーム内の全てのSC-FDMAシンボルを用いてPUSCH又はPUCCHを送信できる。そのため、MTC端末に対して周波数ホッピングを適用するためには、Retuningの際にPUSCH又はPUCCHの一部の送信を止めて2 SC-FDMAシンボル程度のRetuning timeを確保する必要がある。上りリンク信号（PUSCH又はPUCCH）のRetuning timeを確保しつつ、伝送特性の劣化を抑える必要がある。
- [0017] 本開示の一態様に係る端末は、上りデータを送信するサブフレームで用いる狭帯域について、第1サブフレームで用いる第1狭帯域から、前記第1サブフレームに連続する第2サブフレームに対し前記第1狭帯域と異なる第2狭帯域に切り替えた場合、前記第1サブフレームの最後の1シンボルと、前記第2サブフレームの最初の1シンボルをパンクチャしてRetuning timeとして設定する制御部と、前記第1狭帯域および前記第2狭帯域で前記上りデー

タを送信する送信部と、を具備する構成を採る。

[0018] なお、これらの包括的または具体的な態様は、システム、方法、集積回路、コンピュータプログラム、または、記録媒体で実現されてもよく、システム、装置、方法、集積回路、コンピュータプログラムおよび記録媒体の任意な組み合わせで実現されてもよい。

[0019] 本開示の一態様によれば、上りリンク信号（PUSCH又はPUCCH）の伝送特性の劣化を抑えつつ、Retuning timeを確保することができる。

[0020] 本開示の一態様における更なる利点および効果は、明細書および図面から明らかにされる。かかる利点および／または効果は、いくつかの実施形態並びに明細書および図面に記載された特徴によってそれぞれ提供されるが、1つまたはそれ以上の同一の特徴を得るために必ずしも全てが提供される必要はない。

図面の簡単な説明

- [0021] [図1]PUSCHのサブフレーム構成の一例を示す図
[図2]PUCCHにおける応答信号生成処理の一例を示す図
[図3]PUCCH format 1a/1bのサブフレーム構成の一例を示す図
[図4]Retuning timeの設定例を示す図（方法1）
[図5]Retuning timeの設定例を示す図（方法2）
[図6]Retuning timeの設定例を示す図（方法3）
[図7]Retuning timeの設定例を示す図（方法4）
[図8]実施の形態1に係る端末の要部構成を示すブロック図
[図9]実施の形態1に係る基地局の構成を示すブロック図
[図10]実施の形態1に係る端末の構成を示すブロック図
[図11]実施の形態1に係る周波数ホッピングの一例を示す図
[図12]実施の形態2に係る周波数ホッピングの一例を示す図
[図13]実施の形態2に係るACK/NACK信号のマッピングの一例を示す図
[図14]実施の形態3に係る周波数ホッピングの一例を示す図
[図15]実施の形態2又は3の変形例に係る周波数ホッピングの一例を示す図

[図16]実施の形態4に係る周波数ホッピングの一例を示す図

[図17]実施の形態4に係る周波数ホッピングの一例を示す図

[図18]実施の形態5に係る周波数ホッピングの一例を示す図

[図19]実施の形態5に係る周波数ホッピングの一例を示す図

[図20]PUCCH format 2/2a/2bのサブフレーム構成の一例を示す図

発明を実施するための形態

[0022] 以下、本開示の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

[0023] [本開示の基礎となった一知見]

上述の通り、下りリンクでは、Rel.13のMTC端末は、既存LTEの下りリンク制御チャネル（PDCCH：Physical Downlink Control Channel）を受信しないため、既存LTEのPDCCHの領域であるサブフレームの先頭の2 OFDMシンボルをRetuning timeとすることが可能である。

[0024] 一方、上りリンクでは、Rel.13のMTC端末は、既存LTE端末と同様、サブフレーム内の全てのSC-FDMAシンボルを用いてPUSCH又はPUCCHを送信できる。そのため、MTC端末に対して周波数ホッピングを適用するためには、Retuningの際にPUSCH又はPUCCHの一部の送信を止めて2 SC-FDMAシンボル程度のRetuning timeを確保する必要がある。

[0025] 上りリンクにおけるRetuning timeを確保する方法として、以下に示す4つの方法1～4について説明する。

[0026] 方法1（図4）：Retuning直前の1サブフレームの後尾（最後）の2つのSC-FDMAシンボルを捨てて（パンクチャして）、Retuning timeとする方法

方法2（図5）：Retuning直後の1サブフレームの先頭（最初）の2つのSC-FDMAシンボルを捨てて、Retuning timeとする方法

方法3（図6）：Retuning直前の1サブフレームの後尾の1つのSC-FDMAと、Retuning直後の1サブフレームの先頭の1つのSC-FDMAシンボルとを捨てて、Retuning timeとする方法

方法4（図7）：Retuningのためのガードサブフレーム（1サブフレーム）を設ける方法

上述したRetuning timeを確保する方法のうち、方法4は、周波数ホッピングを行う度に1サブフレームのRetuning timeが必要となるため、他の方法1～3と比較して、全てのレピティション送信を完了するのに必要な時間（又はサブフレーム数）が増加し、リソースの利用効率が低下する。

[0027] 例えば、周波数ホッピング周期がYサブフレームの場合、方法4でのリソースの利用効率は、 $(Y-1)/Y$ である。一方、方法1～3でのリソースの利用効率は、 $(Y-1+(12/14))/Y$ である。よって、例えばY=4の場合、方法1～3は、方法4と比較して、リソースの利用効率を28%程度向上できる。

[0028] 次いで、方法1～3において、PUSCHレピティションの際にRetuningサブフレーム（1又は2 SC-FDMAシンボルがRetuning timeとして用いられるサブフレーム）でデータを送信するフォーマットとして、以下の2つの方法がある。

[0029] 1つ目の方法は、他のサブフレームと同様、図1に示すようにDMRSを除いた12 SC-FDMAシンボルにデータをマッピングした後、Retuning timeのためのSC-FDMAシンボルをパンクチャする方法である。この方法では、Retuningサブフレームとその他のサブフレームとの間において、Retuning timeのためにパンクチャされたSC-FDMAシンボル以外の他のシンボルでは同一の信号が送信されるため、基地局側で同相合成を容易に実現できる。

[0030] 2つ目の方法は、Retuningサブフレームでデータを送信するフォーマットとして、データに対する符号化率を他のサブフレームとは変えて、Retuning timeのためのSC-FDMAシンボルを除いた10又は11 SC-FDMAシンボルにデータをマッピングする方法（Rate matching）である。この方法は、レピティション送信を想定していない既存LTEで用いられている方法であるため、既存の規格からの変更を必要としない。ただし、Retuningサブフレームとその他のサブフレームの間では、各シンボルで異なる信号が送信されるため、基地局側で同相合成を行えない。

[0031] 何れの方法も、PUSCHにおけるデータ送信に大きな影響を及ぼさないため、PUSCHレピティションにおいては、リソース利用効率の観点から考えて、方法

1～3を用いることが望ましい。

[0032] また、PUCCHレピティションの際も、リソース利用効率の観点及びPUCCHとPUSCHとの動作の共通性の観点から考えて、方法1～3を用いることが望ましい。しかしながら、方法1～3では、直交符号系列（OCC）によって符号化されたSC-FDMAシンボルの一部が用いられないため、直交系列間の直交性の崩れが発生し、符号間干渉により特性が劣化する恐れがある。

[0033] そこで、以下、本開示の一態様では、上りリンク信号（PUSCH又はPUCCH）の伝送特性の劣化を抑えつつ、Retuning timeを確保することができる端末及び送信方法を提供する。

[0034] [通信システムの概要]

本開示の各実施の形態に係る通信システムは、例えば、LTE-Advancedシステムに対応する基地局100及び端末200を備える。また、端末200は、MTC端末である。

[0035] 図8は、本開示の各実施の形態に係る端末200の要部構成を示すブロック図である。図8に示す端末200において、拡散部215は、複数の直交符号系列（OCC系列）のうちの何れか1つを用いて、下りデータに対するACK/NACK信号を拡散する。レピティション部216は、拡散されたACK/NACK信号を複数のサブフレームに渡ってレピティションする。信号割当部217は、レピティションされたACK/NACK信号をMTC端末向けの狭帯域にマッピングする。制御部209は、複数のサブフレームのうち、第1サブフレームにおいて用いられる狭帯域と、第1サブフレームに連続する第2サブフレームにおいて用いられる狭帯域とが異なる場合（つまり、Retuningする場合）、第1サブフレームの後尾の2シンボル又は第2サブフレームの先頭の2シンボルをパンクチャする。送信部220は、狭帯域でACK/NACK信号を送信する。なお、複数の直交符号系列の各々は、サブフレームの先頭の2シンボルに対応する符号からなる第1部分系列と、後尾の2シンボルに対応する符号からなる第2部分系列とで構成され、第1部分系列及び第2部分系列は、複数の直交符号系列間でそれぞれ部分直交する。

[0036] (実施の形態 1)

[基地局の構成]

図 9 は、本開示の実施の形態 1 に係る基地局 100 の構成を示すブロック図である。図 9 において、基地局 100 は、制御部 101 と、制御信号生成部 102 と、制御信号符号化部 103 と、制御信号変調部 104 と、データ符号化部 105 と、再送制御部 106 と、データ変調部 107 と、信号割当部 108 と、IFFT (Inverse Fast Fourier Transform) 部 109 と、CP (Cyclic Prefix) 付加部 110 と、送信部 111 と、アンテナ 112 と、受信部 113 と、CP 除去部 114 と、FFT (Fast Fourier Transform) 部 115 と、抽出部 116 と、デマッピング部 117 と、チャネル推定部 118 と、等化部 119 と、復調部 120 と、復号部 121 と、判定部 122 と、逆拡散部 123 と、相関処理部 124 と、判定部 125 と、を有する。

[0037] 制御部 101 は、端末 200 に対して PDSCH 及び PUSCH の割当を決定する。このとき、制御部 101 は、端末 200 に対して指示する周波数割りリソース及び変調・符号化方法などを決定し、決定したパラメータに関する情報を制御信号生成部 102 に出力する。

[0038] また、制御部 101 は、制御信号に対する符号化率を決定し、決定した符号化率を制御信号符号化部 103 に出力する。また、制御部 101 は、制御信号及び下りリンクデータをマッピングする無線リソース（下りリソース）を決定し、決定した無線リソースに関する情報を信号割当部 108 に出力する。また、制御部 101 は、リソース割当対象端末 200 に対して、下りリンクデータ（送信データ）を送信する際に用いる符号化率を決定し、決定した符号化率をデータ符号化部 105 へ出力する。

[0039] また、制御部 101 は、端末 200（MTC 端末）のカバレッジ拡張レベルを決定し、決定したカバレッジ拡張レベルに関する情報、又は、決定したカバレッジ拡張レベルでの PUSCH 送信又は PUCCH 送信に必要なレピティション回数を、制御信号生成部 102 及び抽出部 116 に出力する。また、制御部 101 は、PUSCH レピティション送信又は PUCCH レピティション送信における周波

数ホッピング方法（周波数ホッピングのOn/Off、周波数ホッピング周期など）を決定し、決定した周波数ホッピング方法に関する情報を制御信号生成部102へ出力する。

- [0040] また、制御部101は、端末200がPUCCHを送信するリソース（巡回シフト、直交符号系列、周波数）を決定する。制御部101は、PUCCH送信に用いられている可能性がある巡回シフト量（ZAC系列）及び直交符号系列を、逆拡散部123及び相関処理部124へそれぞれ出力し、PUCCH送信に使用される周波数リソースに関する情報を抽出部116へ出力する。なお、これらのPUCCHリソースに関する情報は、端末200に対して、Implicitに通知されてもよく、端末200固有の上位レイヤのシグナリングによって端末200（後述する制御部209）へ通知されてもよい。
- [0041] 制御信号生成部102は、端末200向けの制御信号を生成する。制御信号には、セル固有の上位レイヤの信号、端末固有の上位レイヤの信号、PUSCHの割当を指示する上りリンクグラント、又は、PDSCHの割当を指示する下りリンク割当情報が含まれる。
- [0042] 上りリンクグラントは、複数のビットから構成されており、周波数割り当リソース、変調・符号化方式などを指示する情報を含む。また、上りリンクグラントには、カバレッジ拡張レベルに関する情報又はPUSCH送信に必要なレピティション回数に関する情報を含んでもよい。
- [0043] 下りリンク割当情報は、複数のビットから構成されており、周波数割り当リソース、変調・符号化方式などを指示する情報を含む。また、下りリンク割当情報には、カバレッジ拡張レベルに関する情報又はPUCCH送信に必要なレピティション回数に関する情報も含まれてもよい。
- [0044] 制御信号生成部102は、制御部101から入力される制御情報を用いて、制御情報ビット列を生成し、生成した制御情報ビット列（制御信号）を制御信号符号化部103へ出力する。なお、制御情報が複数の端末200向けに送信されることもあるため、制御信号生成部102は、各端末200向けの制御情報に、各端末200の端末IDを含めてビット列を生成する。例えば

、制御情報には、宛先端末の端末IDによってマスキングされたCRC (Cyclic Redundancy Check) ビットが付加される。

- [0045] 制御信号符号化部103は、制御部101から指示された符号化率に従って、制御信号生成部102から受け取る制御信号（制御情報ビット列）を符号化し、符号化後の制御信号を制御信号変調部104へ出力する。
- [0046] 制御信号変調部104は、制御信号符号化部103から受け取る制御信号を変調し、変調後の制御信号（シンボル列）を信号割当部108へ出力する。
- [0047] データ符号化部105は、制御部101から受け取る符号化率に従って、送信データ（下りリンクデータ）に対してターボ符号などの誤り訂正符号化を施し、符号化後のデータ信号を再送制御部106へ出力する。
- [0048] 再送制御部106は、初回送信時には、データ符号化部105から受け取る符号化後のデータ信号を保持するとともにデータ変調部107へ出力する。再送制御部106は、符号化後のデータ信号を宛先端末毎に保持する。また、再送制御部106は、送信したデータ信号に対するNACKを判定部125から受け取ると、対応する保持データをデータ変調部107へ出力する。再送制御部106は、送信したデータ信号に対するACKを判定部125から受け取ると、対応する保持データを削除する。
- [0049] データ変調部107は、再送制御部106から受け取るデータ信号を変調して、データ変調信号を信号割当部108へ出力する。
- [0050] 信号割当部108は、制御信号変調部104から受け取る制御信号（シンボル列）及びデータ変調部107から受け取るデータ変調信号を、制御部101から指示される無線リソースにマッピングする。なお、制御信号がマッピングされる対象となる制御チャネルは、MTC用のPDCCH（下りリンク制御チャネル）でもよく、EPDCCH（Enhanced PDCCH）でもよい。信号割当部108は、制御信号がマッピングされたMTC用のPDCCH又はEPDCCHを含む下りリンクサブフレームの信号をIFFT部109に出力する。
- [0051] IFFT部109は、信号割当部108から受け取る信号に対してIFFT処理を

行うことにより、周波数領域信号を時間領域信号に変換する。IFFT部 1 0 9 は、時間領域信号をCP付加部 1 1 0 へ出力する。

[0052] CP付加部 1 1 0 は、IFFT部 1 0 9 から受け取る信号に対してCPを付加し、CP付加後の信号（OFDM信号）を送信部 1 1 1 へ出力する。

[0053] 送信部 1 1 1 は、CP付加部 1 1 0 から受け取るOFDM信号に対してD/A（Digital-to-Analog）変換、アップコンバート等のRF（Radio Frequency）処理を行い、アンテナ 1 1 2 を介して端末 2 0 0 に無線信号を送信する。

[0054] 受信部 1 1 3 は、アンテナ 1 1 2 を介して受信された端末 2 0 0 からの上りリンク信号（PUSCH又はPUCCH）に対して、ダウンコンバート又はA/D（Analog-to-Digital）変換などのRF処理を行い、得られる受信信号をCP除去部 1 1 4 へ出力する。端末 2 0 0 から送信される上りリンク信号（PUSCH又はPUCCH）には、複数のサブフレームに渡るレピティション処理された信号が含まれる。

[0055] CP除去部 1 1 4 は、受信部 1 1 3 から受け取る受信信号に付加されているCPを除去し、CP除去後の信号をFFT部 1 1 5 へ出力する。

[0056] FFT部 1 1 5 は、CP除去部 1 1 4 から受け取る信号に対してFFT処理を適用し、周波数領域の信号系列に分解して、PUSCH又はPUCCHのサブフレームに対応する信号を取り出す。FFT部 1 1 5 は、得られた信号を抽出部 1 1 6 へ出力する。

[0057] 抽出部 1 1 6 は、制御部 1 0 1 から入力されるPUSCH又はPUCCHリソースに関する情報に基づいてPUSCH又はPUCCHを抽出する。また、抽出部 1 1 6 は、制御部 1 0 1 から入力されるPUSCH又はPUCCHのレピティション送信に関する情報（レピティション情報）を用いて、レピティション送信された複数サブフレームに渡るPUSCH又はPUCCHを合成する。抽出部 1 1 6 は、合成後の信号をデマッピング部 1 1 7 へ出力する。

[0058] デマッピング部 1 1 7 は、抽出部 1 1 6 から受け取る信号から、端末 2 0 0 に割り当てたPUSCH部分を抽出する。また、デマッピング部 1 1 7 は、抽出した端末 2 0 0 のPUSCHをDMRSとデータシンボルとに分解し、DMRSをチャンネル

推定部 118 に出力し、データシンボル（SC-FDMA データシンボル）を等化部 119 に出力する。また、デマッピング部 117 は、抽出部 116 から受け取る PUCCH を、DMRS と ACK/NACK 信号とに分解し、DMRS をチャネル推定部 118 に出力し、ACK/NACK 信号を等化部 119 に出力する。

- [0059] チャネル推定部 118 は、デマッピング部 117 から入力される DMRS を用いてチャネル推定を行う。チャネル推定部 118 は、得られたチャネル推定値を等化部 119 に出力する。
- [0060] 等化部 119 は、チャネル推定部 118 から入力されるチャネル推定値を用いて、デマッピング部 117 から入力される SC-FDMA データシンボル又は ACK/NACK 信号の等化を行う。等化部 119 は、等化後の SC-FDMA データシンボルを復調部 120 へ出力し、等化後の ACK/NACK 信号を逆拡散部 123 へ出力する。
- [0061] 復調部 120 は、等化部 119 から入力される周波数領域の SC-FDMA データシンボルに対して IDFT を適用し、時間領域の信号（シンボル系列）へ変換した後、データ復調を行う。具体的には、復調部 120 は、端末 200 に指示した変調方式に基づいて、シンボル系列をビット系列へ変換し、得られたビット系列を復号部 121 へ出力する。
- [0062] 復号部 121 は、復調部 120 から入力されるビット系列に対して誤り訂正復号を行い、復号後のビット系列を判定部 122 へ出力する。
- [0063] 判定部 122 は、復号部 121 から入力されるビット系列に対して誤り検出を行う。誤り検出は、ビット系列に付加された CRC ビットを用いて行われる。判定部 122 は、CRC ビットの判定結果が誤り無しであれば、受信データを取り出して、制御部 101 に ACK を通知する（図示せず）。一方、判定部 122 は、CRC ビットの判定結果が誤り有りであれば、制御部 101 に NACK を通知する（図示せず）。
- [0064] 逆拡散部 123 は、制御部 101 から受け取る直交符号系列（端末 200 が用いるべき直交符号系列）を用いて、等化部 119 から受け取る信号のうち ACK/NACK 信号に相当する部分の信号を逆拡散し、逆拡散後の信号を相関処

理部 1 2 4 に出力する。

[0065] 相関処理部 1 2 4 は、制御部 1 0 1 から入力されるZAC系列（端末 2 0 0 が用いる可能性のあるZAC系列。巡回シフト量）と、逆拡散部 1 2 3 から入力される信号との相関値を求めて、相関値を判定部 1 2 5 に出力する。

[0066] 判定部 1 2 5 は、相関処理部 1 2 4 から受け取る相関値に基づいて、端末 2 0 0 から送信されたACK/NACK信号が、送信されたデータに対してACK又はNACKのいずれかを示しているかを判定する。判定部 1 2 5 は、判定結果を再送制御部 1 0 6 に出力する。

[0067] [端末の構成]

図 1 0 は、本開示の実施の形態 1 に係る端末 2 0 0 の構成を示すブロック図である。図 9 において、端末 2 0 0 は、アンテナ 2 0 1 と、受信部 2 0 2 と、CP除去部 2 0 3 と、FFT部 2 0 4 と、抽出部 2 0 5 と、データ復調部 2 0 6 と、データ復号部 2 0 7 と、CRC部 2 0 8 と、制御部 2 0 9 と、データ符号化部 2 1 0 と、CSI信号生成部 2 1 1 と、応答信号生成部 2 1 2 と、変調部 2 1 3 と、DFT部 2 1 4 と、拡散部 2 1 5 と、レピティション部 2 1 6 と、信号割当部 2 1 7 と、IFFT部 2 1 8 と、CP付加部 2 1 9 と、送信部 2 2 0 と、を有する。

[0068] 受信部 2 0 2 は、アンテナ 2 0 1 を介して受信された、基地局 1 0 0 からの無線信号（MTC用のPDCCH又はEPDCCH）及びデータ信号（PDSCH）に対してダウンコンバート又はAD変換などのRF処理を行い、ベースバンドのOFDM信号を得る。受信部 2 0 2 は、OFDM信号をCP除去部 2 0 3 へ出力する。

[0069] CP除去部 2 0 3 は、受信部 2 0 2 から受け取るOFDM信号に付加されているCPを除去し、CP除去後の信号をFFT部 2 0 4 へ出力する。

[0070] FFT部 2 0 4 は、CP除去部 2 0 3 から受け取る信号に対してFFT処理を行うことにより、時間領域信号を周波数領域信号に変換する。FFT部 2 0 4 は、周波数領域信号を抽出部 2 0 5 へ出力する。

[0071] 抽出部 2 0 5 は、FFT部 2 0 4 から受け取る周波数領域信号からMTC用のPDCCH又はEPDCCHを抽出し、MTC用PDCCH又はEPDCCHに対してブラインド復号を行

い、自機宛ての制御信号の復号を試みる。端末200宛ての制御信号には、端末200の端末IDによってマスキングされたCRCが付加されている。したがって、抽出部205は、ブラインド復号した結果、CRC判定がOKであればその制御情報を抽出して制御部209へ出力する。また、抽出部205は、FFT部204から受け取る信号から、下りリンクデータ（PDSCH信号）を抽出してデータ復調部206へ出力する。

[0072] データ復調部206は、抽出部205から受け取る下りリンクデータを復調し、復調後の下りリンクデータをデータ復号部207へ出力する。

[0073] データ復号部207は、データ復調部206から受け取る下りリンクデータを復号し、復号後の下りリンクデータをCRC部208へ出力する。

[0074] CRC部208は、データ復号部207から受け取る下りリンクデータに対して、CRCを用いて誤り検出を行い、誤り検出結果を応答信号生成部212へ出力する。また、CRC部208は、誤り検出の結果、誤りなしと判定した下りリンクデータを受信データとして出力する。

[0075] 制御部209は、抽出部205から入力される制御信号に基づいて、PUSCH送信の制御を行う。具体的には、制御部209は、制御信号に含まれるPUSCHのリソース割当情報に基づいて、PUSCH送信時のリソース割当を信号割当部217に指示する。また、制御部209は、制御信号に含まれる符号化方式及び変調方式の情報に基づいて、PUSCH送信時の符号化方式及び変調方式をデータ符号化部210及び変調部213にそれぞれ指示する。また、制御部209は、制御信号に含まれるカバレージ拡張レベルに関する情報又はPUSCH送信に必要なレピティション回数に基づいて、PUSCHレピティション送信時のレピティション回数を決定し、決定したレピティション回数を示す情報を、レピティション部216に指示する。また、制御部209は、制御信号に含まれる周波数ホッピング方法に関する情報に基づいて、PUSCHレピティションの周波数ホッピングをレピティション部216に指示する。

[0076] また、制御部209は、抽出部205から入力される制御信号に基づいて、PUCCH送信の制御を行う。具体的には、制御部209は、制御信号に含まれ

るPUCCHリソースに関する情報に基づいて、PUCCHリソース（周波数、巡回シフト量及び直交符号系列）を特定し、特定した情報を拡散部215及び信号割当部217に指示する。また、制御部209は、カバレッジ拡張レベルに関する情報又はPUCCH送信に必要なレピティション回数に関する情報に基づいて、PUCCHレピティション送信時のレピティション回数を決定し、決定したレピティション回数を示す情報を、レピティション部216に指示する。また、制御部209は、制御信号に含まれる周波数ホッピング方法に関する情報に基づいて、PUCCHレピティションの周波数ホッピングをレピティション部216に指示する。また、制御部209は、PUCCHレピティションにおける各サブフレームの送信フォーマットを拡散部215に指示する。

[0077] データ符号化部210は、入力された送信データに対して端末200の端末IDでマスキングされたCRCビットを付加し、誤り訂正符号化を行い、符号化後のビット系列を変調部213へ出力する。

[0078] CSI信号生成部211は、端末200のCSI測定結果に基づいて、CSIフィードバック情報を生成し、CSIフィードバック情報を変調部213へ出力する。

[0079] 応答信号生成部212は、CRC部208から受け取る誤り検出結果に基づいて、受信した下りリンクデータ（PDSCH信号）に対する応答信号（ACK/NACK信号）を生成する。具体的には、応答信号生成部212は、誤りが検出された場合にはNACKを生成し、誤りが検出されない場合にはACKを生成する。応答信号生成部212は、生成したACK/NACK信号を変調部213へ出力する。

[0080] 変調部213は、データ符号化部210から受け取るビット系列を変調して、変調後の信号（シンボル系列）をDFT部214に出力する。また、変調部213は、CSI信号生成部211から受け取るCSIフィードバック情報、及び、応答信号生成部212から受け取るACK/NACK信号を変調して、変調後の信号（シンボル系列）を拡散部215へ出力する。

[0081] DFT部214は、変調部213から入力される信号に対してDFTを適用して、周波数領域信号を生成し、レピティション部216へ出力する。

[0082] 拡散部215は、制御部209によって設定された巡回シフト量で定義さ

れるZAC系列、及び、直交符号系列を用いて、参照信号、及び、変調部213から受け取るCSIフィードバック情報及びACK/NACK信号を拡散し、拡散後の信号をレピティション部216へ出力する。この際、拡散部215は、制御部209によって設定されたPUCCHレピティションにおける各サブフレームの送信フォーマットを用いてACK/NACK信号を拡散する。

[0083] レピティション部216は、自端末がMTCカバレッジ拡張モードの場合、制御部209から指示されたレピティション回数に基づいて、DFT部214又は拡散部215から入力される信号を複数のサブフレームに渡ってレピティションし、レピティション信号を生成する。レピティション部216は、レピティション信号を信号割当部217へ出力する。

[0084] 信号割当部217は、レピティション部216から受け取る信号を、制御部209から指示されるPUSCH又はPUCCHの時間・周波数リソースにマッピングする。信号割当部217は、信号がマッピングされたPUSCH又はPUCCHの信号をIFFT部218に出力する。

[0085] IFFT部218は、信号割当部217から入力される周波数領域のPUSCH信号又はPUCCH信号に対してIFFT処理を行うことにより時間領域信号を生成する。IFFT部218は、生成した信号をCP付加部219へ出力する。

[0086] CP付加部219は、IFFT部218から受け取る時間領域信号に対してCPを付加し、CP付加後の信号を送信部220へ出力する。

[0087] 送信部220は、CP付加部219から受け取る信号に対してD/A変換、アップコンバート等のRF処理を行い、アンテナ201を介して基地局100に無線信号を送信する。

[0088] [基地局100及び端末200の動作]

以上の構成を有する基地局100及び端末200における動作について詳細に説明する。

[0089] 本実施の形態では、上述したRetuning timeを確保する方法1～4のうち、方法1（図4）又は方法2（図5）を用いる。つまり、端末200（制御部209）は、周波数ホッピングによって使用する狭帯域を切り替える場合、R

etuning直前の1サブフレームの後尾2つ（最後の2つ）のSC-FDMAデータシンボルを捨ててRetuning timeとする場合、又は、Retuning直後の1サブフレームの先頭2つ（最初の2つ）のSC-FDMAデータシンボルを捨ててRetuning timeとする場合がある。

- [0090] 基地局100は、PUSCH又はPUCCHの送受信よりも前に、PUSCHのレピティション回数(N_{PUSCH})又はPUCCHのレピティション回数(N_{PUCCH})を端末200に予め通知する。レピティション回数 N_{PUSCH} 、 N_{PUCCH} は、基地局100から端末200に対して端末固有の上位レイヤを介して通知されてもよく、MTC用のPDCCHを用いて通知されてもよい。
- [0091] また、基地局100は、PUSCH又はPUCCHの送受信よりも前に、周波数ホッピングの方法（周波数ホッピングの0n/0ff、周波数ホッピング周期Y）を端末200に予め通知する。周波数ホッピング周期Yは、セル固有のパラメータとして基地局100が端末200に対してセル固有の上位レイヤを介して通知されてもよく、端末固有のパラメータとして基地局100が端末200に対して端末固有の上位レイヤを介して通知されてもよい。また、周波数ホッピング周期Yは、規格上、予め決定された（predefined）パラメータであってもよい。
- [0092] 端末200は、基地局100から通知されたレピティション回数(N_{PUSCH} 又は N_{PUCCH})分だけ、PUSCH又はPUCCHをレピティション送信する。
- [0093] また、端末200は、周波数ホッピングが0nの場合、レピティション回数(N_{PUSCH} 又は N_{PUCCH})がYよりも大きい場合には、同一リソースを用いてYサブフレーム連続でレピティション信号を送信した後、端末200がレピティション信号の送信に使用する1.4MHzの周波数帯域を変更し（周波数ホッピングし）、再び、同一リソースを用いてYサブフレーム連続でレピティション信号を送信する。なお、端末200は、周波数ホッピングする際には方法1（図4）又は方法2（図5）に従ってRetuning直前又はRetuning直後の2 SC-FDMAデータシンボル分のRetuning timeを確保する。
- [0094] <PUSCHレピティションの場合>

PUSCHレピティションの際、端末200は、Retuningサブフレーム（方法1ではRetuning直前の1サブフレーム、方法2ではRetuning直後の1サブフレーム）において、DMRSを除く12SC-FDMAデータシンボル（例えば、図1を参照）にデータをマッピングした後、Retuning timeのための2SC-FDMAデータシンボル（方法1では後尾の2シンボル、方法2では先頭の2シンボル）をパンクチャする。

[0095] または、端末200は、Retuningサブフレームにおいて、DMRS及びRetuning timeのための2SC-FDMAデータシンボルを除く10SC-FDMAデータシンボルにデータをマッピングする（Rate matching）。

[0096] <PUCCHレピティションの場合>

PUCCHレピティションの際、端末200は、Retuningサブフレームにおいて、通常のPUCCHフォーマット（Normal PUCCH format）を用いて、ACK/NACK信号及び参照信号をマッピングした後、Retuning timeのための2SC-FDMAシンボルをパンクチャする。

[0097] 図11は、方法1及びY=4の場合のPUCCHレピティションにおける周波数ホッピングの様子を示す。図11に示すように、端末200は、Y=4サブフレーム連続でレピティション信号を送信すると、周波数ホッピングにより周波数帯域を変更し、再び4サブフレーム連続でレピティション信号を送信する。方法1では、端末200は、Retuning直前の1サブフレームにおいて、Retuning直前（つまり、後尾）の2SC-FDMAシンボルをパンクチャする。

[0098] また、本実施の形態では、端末200は、ACK/NACK信号の拡散に用いられる直交符号系列の候補を2つに制限する。

[0099] 例えば、端末200は、直交符号系列の候補として、 $(W(0), W(1), W(2), W(3)) = (1, 1, 1, 1)$ 及び $(1, -1, 1, -1)$ の2つの候補、又は、 $(W(0), W(1), W(2), W(3)) = (1, 1, 1, 1)$ 及び $(1, -1, -1, 1)$ の2つの候補の中から、ACK/NACK信号の拡散に使用する直交符号系列を設定する。

[0100] ここで、直交符号系列 $(1, 1, 1, 1)$ の前半2つの符号からなる部分系列 $(1, 1)$ は、直交符号系列 $(1, -1, 1, -1)$ の前半2つの符号からなる部分系列 $(1, -1)$

-1)、及び、直交符号系列(1, -1, -1, 1)の前半2つの符号からなる部分系列(1, -1)とそれぞれ直交する。また、直交符号系列(1, 1, 1, 1)の後半2つの符号からなる部分系列(1, 1)は、直交符号系列(1, -1, 1, -1)の後半2つの符号からなる部分系列(1, -1)、及び、直交符号系列(1, -1, -1, 1)の後半2つの符号からなる部分系列(-1, 1)とそれぞれ直交する。

[0101] すなわち、直交符号系列(1, 1, 1, 1)は、直交符号系列(1, -1, 1, -1)及び直交符号系列(1, -1, -1, 1)と部分直交する。互いに部分直交している直交符号系列間では、系列長に相当する4シンボルのうち、前半2シンボルの系列（前半2つの符号からなる系列）が互いに直交するとともに、後半2シンボルの系列（後半2つの符号からなる系列）も互いに直交する。

[0102] つまり、端末200（拡散部215）は、サブフレームの先頭の2シンボルに対応する符号からなる部分系列（前半2シンボルの系列）、及び、後尾の2シンボルに対応する符号からなる部分系列（後半2シンボルの系列）がそれぞれ部分直交する複数の直交符号系列の何れかを用いてACK/NACK信号を拡散する。

[0103] これにより、基地局100は、前半2シンボルと後半2シンボルとに分けて、直交符号系列によって符号多重された複数のACK/NACK信号を分離することができる。よって、Retuningサブフレームにおいて、後尾2SC-FDMAシンボル（方法1）又は先頭2SC-FDMAシンボル（方法2）がパンクチャされて信号が送信されたとしても、互いに部分直交している直交符号系列間では直交性の崩れが生じない。つまり、系列長に相当する4シンボルのうち、前半2シンボルの系列及び後半2シンボルの系列のうち何れか一方の系列がパンクチャされたとしても、他方の系列では、直交性の崩れが生じない。

[0104] ここで、例えば、既存LTE端末において使用される直交符号系列（OCC系列）は、PUCCHリソース番号から次式を用いて導出される。

[0105] [数1]

$$n_{oc} = \left\lfloor n' \cdot \Delta_{\text{shift}}^{\text{PUCCH}} / N' \right\rfloor \quad (1)$$

[0106] [数2]

$$N' = \begin{cases} N_{cs}^{(1)} & \text{if } n_{PUCCH}^{(1)} < c \cdot N_{cs}^{(1)} / \Delta_{shift}^{PUCCH} \\ N_{sc}^{RB} & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

$c=3$

[0107] [数3]

$$n' = \begin{cases} n_{PUCCH}^{(1)} & \text{if } n_{PUCCH}^{(1)} < c \cdot N_{cs}^{(1)} / \Delta_{shift}^{PUCCH} \\ (n_{PUCCH}^{(1)} - c \cdot N_{cs}^{(1)} / \Delta_{shift}^{PUCCH}) \bmod (c \cdot N_{sc}^{RB} / \Delta_{shift}^{PUCCH}) & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

[0108] 式(1)～式(3)において、 n_{oc} はOCC系列番号を示し、 $n_{oc}=0$ は(1, 1, 1, 1)を表し、 $n_{oc}=1$ は(1, -1, 1, -1)を表し、 $n_{oc}=2$ は(1, -1, -1, 1)を表す。また、 Δ_{shift}^{PUCCH} は、隣接する巡回シフト量の差を示し、 $N_{cs}^{(1)}$ は、PUCCH format 1/1a/1bに用いる巡回シフト量を示し、 N_{sc}^{RB} は、1 RBあたりのサブキャリア数を示し、 $n_{PUCCH}^{(1)}$ はPUCCHリソース番号を示す。

[0109] また、上式において、 $c=3$ は、直交符号系列により多重できる端末数、つまり、ACK/NACK信号を拡散する直交符号系列の候補数を表す。したがって、本実施の形態では、周波数ホッピングを適用する端末200（MTC端末）は、上式において、 $c=2$ として、PUCCHリソース番号からOCC系列を導出することで、ACK/NACK信号を拡散する直交符号系列の候補を2つに制限することができる。

[0110] 以上のように、本実施の形態では、上りリンクのレピティション送信時に周波数ホッピングが適用される場合、端末200は、Retuningサブフレームにおいて、後尾又は先頭の2 SC-FDMAシンボルをパンクチャして信号を送信する。この際、端末200は、PUCCHにおいてACK/NACK信号を拡散する直交符号系列を、部分直交する2つの直交符号系列に制限する。こうすることで、パンクチャによる直交性の崩れを生じさせることなく、端末200がレピティション信号の送信に使用する1.4MHzの周波数帯域を変更するためのRetuning timeを確保できる。よって、本実施の形態によれば、上りリンク信号（PUSCH

又はPUCCH)の伝送特性の劣化を抑えつつ、Retuning timeを確保することができる。

[0111] (実施の形態2)

本実施の形態に係る基地局及び端末は、実施の形態1に係る基地局100及び端末200と基本構成が共通するので、図9及び図10を援用して説明する。

[0112] 本実施の形態では、上述したRetuning timeを確保する方法1～4のうち、方法3(図6)を用いる。つまり、端末200(制御部209)は、周波数ホッピングによって使用する狭帯域を切り替える場合、Retuning直前の1サブフレームの後尾1SC-FDMAデータシンボルと、Retuning直後の1サブフレームの先頭1SC-FDMAデータシンボルとを捨てて(パンクチャして)Retuning timeとする。

[0113] 基地局100は、PUSCH又はPUCCHの送受信よりも前に、PUSCHのレピティション回数(N_{PUSCH})又はPUCCHのレピティション回数(N_{PUCCH})を端末200に予め通知する。レピティション回数 N_{PUSCH} 、 N_{PUCCH} は、基地局100から端末200に対して端末固有の上位レイヤを介して通知されてもよく、MTC用のPDCCHを用いて通知されてもよい。

[0114] また、基地局100は、PUSCH又はPUCCHの送受信よりも前に、周波数ホッピングの方法(周波数ホッピングの0n/0ff、周波数ホッピング周期Y)を端末200に予め通知する。周波数ホッピング周期Yは、セル固有のパラメータとして基地局100が端末200に対してセル固有の上位レイヤを介して通知されてもよく、端末固有のパラメータとして基地局100が端末200に対して端末固有の上位レイヤを介して通知されてもよい。また、周波数ホッピング周期Yは、規格上、予め決定された(predefined)パラメータであってもよい。

[0115] 端末200は、基地局100から通知されたレピティション回数(N_{PUSCH} 又は N_{PUCCH})分だけ、PUSCH又はPUCCHをレピティション送信する。

[0116] また、端末200は、周波数ホッピングが0nの場合、レピティション回数(

N_{PUSCH} 又は N_{PUCCH})が Y よりも大きい場合には、同一リソースを用いて Y サブフレーム連続でレピティション信号を送信した後、端末200がレピティション信号の送信に使用する1.4MHzの周波数帯域を変更し(周波数ホッピングし)、再び、同一リソースを用いて Y サブフレーム連続でレピティション信号を送信する。なお、端末200は、周波数ホッピングする際には方法3(図6)に従ってRetuning直前の1サブフレーム及びはRetuning直後の1サブフレームにおいて2SC-FDMAデータシンボル分のRetuning timeを確保する。

[0117] <PUSCHレピティションの場合>

PUSCHレピティションの際、端末200は、Retuningサブフレーム(Retuning直前の1サブフレーム及びRetuning直後の1サブフレーム)において、DMRSを除く12SC-FDMAデータシンボル(例えば、図1を参照)にデータをマッピングした後、Retuning timeのための2SC-FDMAデータシンボル(各Retuningサブフレームにおいて1SC-FDMAデータシンボルずつ)をパンクチャする。

[0118] または、端末200は、各Retuningサブフレームにおいて、DMRS及びRetuning timeのための1SC-FDMAデータシンボルを除く11SC-FDMAデータシンボルにデータをマッピングする(Rate matching)。

[0119] <PUCCHレピティションの場合>

PUCCHレピティションの際、端末200は、前半のRetuningサブフレーム(Retuning直前の1サブフレーム)において、Rel.12で規定されているShortened PUCCH formatを用いて、ACK/NACK信号を拡散し、マッピングした後、Retuning timeのための後尾1SC-FDMAシンボルをパンクチャする。

[0120] 一方、端末200は、後半のRetuningサブフレーム(Retuning直後の1サブフレーム)において、Rel.12で規定されているShortened PUCCH formatを用いて、ACK/NACK信号を拡散した後、Retuning timeのための先頭1SC-FDMAシンボル及びDMRSを除いた7SC-FDMAシンボルに拡散後のACK/NACK信号をマッピングする。

[0121] つまり、端末200(拡散部215)は、前半及び後半のRetuningサブフレームにマッピングされるACK/NACK信号をShortened PUCCH formatを用いて

拡散する。そして、端末200（送信部220）は、前半のRetuningサブフレームにおいてShortened PUCCH formatに従ってマッピングされたACK/NACK信号を送信し、後半のRetuningサブフレームにおいて、ACK/NACK信号を、先頭の1シンボル以外のシンボルで送信する。

- [0122] 図12は、方法3及びY=4の場合のPUCCHレピティションにおける周波数ホッピングの様子を示す。図12に示すように、端末200は、Y=4サブフレーム連続でレピティション信号を送信すると、周波数ホッピングにより周波数帯域を変更し、再び4サブフレーム連続でレピティション信号を送信する。この際、端末200は、Retuning直前の1サブフレームの後尾の1SC-FDMAシンボルとRetuning直後の1サブフレームの先頭の1SC-FDMAデータシンボルとをパンクチャする。
- [0123] また、図12に示すように、前半のRetuningサブフレームでは、ACK/NACK信号はShortened PUCCH formatを用いて拡散され、マッピングされる。なお、Shortened PUCCH formatでは、サブフレームの前半スロットにおいて、Normal PUCCH formatと同じ系列長4のWalsh系列でACK/NACK信号が拡散され、サブフレームの後半スロットにおいて、系列長3のDFT系列を用いてACK/NACK信号が拡散される。よって、1サブフレーム（14シンボル）内では、拡散後のACK/NACK信号（7シンボル）及びDMRS（6シンボル）の合計のシンボル数は13シンボルとなる。すなわち、Shortened PUCCH formatを用いることで、1サブフレームの後尾1シンボルが使用されず、Retuning timeのための1シンボルとして確保することができる。
- [0124] 一方、図12に示すように、後半のRetuningサブフレームでは、Shortened PUCCH formatと同様にして系列長4のWalsh系列及び系列長3のDFT系列を用いてACK/NACK信号が拡散される。端末200は、Retuning timeのための先頭1SC-FDMAシンボル及びDMRS（6シンボル）を除く7SC-FDMAシンボルに拡散後のACK/NACK信号をマッピングする。この際、端末200は、後半のRetuningサブフレームにおける拡散後のACK/NACK信号のマッピングを端末間で同一にする。こうすることで、基地局100は、後半のRetuningサブフレームにお

いて、直交符号系列（Walsh系列及びDFT系列）によって符号多重された複数の応答信号を分離することができる。

[0125] 次に、後半のRetuningサブフレームにおける拡散後のACK/NACK信号のマッピング方法について説明する。

[0126] 図13は、ACK/NACK信号のマッピング例1～3を示す。

[0127] マッピング例1では、端末200は、Shortened PUCCH formatを用いて拡散した後のACK/NACK信号の順序を入れ替えて（反転させて）、先頭1 SC-FDMAシンボル及びDMRSを除いた7 SC-FDMAシンボルにマッピングしている。

[0128] マッピング例2では、端末200は、Shortened PUCCH formatを用いて拡散した後のACK/NACK信号の順序をそのままにして、先頭1 SC-FDMAシンボル及びDMRSを除いた7 SC-FDMAシンボルにマッピングしている。つまり、Shortened PUCCH formatのマッピングと比較して、拡散後のACK/NACK信号のシンボルが1シンボル分シフトされている。

[0129] マッピング例3では、端末200は、Shortened PUCCH formatを用いて拡散した後のACK/NACK信号の前半スロットと後半スロットとを入れ替えた後、前半スロットの拡散後のACK/NACK信号（ S'_0 、 S'_1 、 S'_2 ）の順序を入れ替えて（反転させて）、先頭1 SC-FDMAシンボル及びDMRSを除いた3 SC-FDMAシンボルにマッピングしている。

[0130] 以上、後半のRetuningサブフレームにおける拡散後のACK/NACK信号のマッピング方法について説明した。なお、後半のRetuningサブフレームにおける拡散後のACK/NACK信号のマッピング方法については、上述したマッピング例1～3に限定されない。後半のRetuningサブフレームのACK/NACK信号のマッピングが符号多重される端末200の間で同一であればよい。

[0131] このように、本実施の形態では、前半のRetuningサブフレームでは、Shortened PUCCH formatにおいてACK/NACK信号及びDMRSのマッピングに使用されないシンボルがRetuning timeのために使用されるので、直交符号系列間の直交性の崩れは生じない。また、後半のRetuningサブフレームでは、Shortened PUCCH formatと同様にしてACK/NACK信号が拡散され、先頭SC-FDMAデータシン

ボル及びDMRS以外のシンボルにマッピングされるので、直交符号系列間の直交性の崩れは生じない。よって、各Retuningサブフレームでは直交符号系列間の直交性の崩れは生じない。

[0132] また、本実施の形態では、直交符号系列（OCC系列）の使用に関する制限が無いので、直交符号系列により多重できる端末数の最大値は、既存LTE端末と同数の3（つまり、式（2）の $c=3$ ）に維持できる。

[0133] （実施の形態3）

本実施の形態に係る基地局及び端末は、実施の形態1に係る基地局100及び端末200と基本構成が共通するので、図9及び図10を援用して説明する。

[0134] 本実施の形態では、上述したRetuning timeを確保する方法1～4のうち、方法3（図6）を用いる。つまり、端末200（制御部209）は、周波数ホッピングによって使用する狭帯域を切り替える場合、Retuning直前の1サブフレームの後尾1 SC-FDMAデータシンボルと、Retuning直後の1サブフレームの先頭1 SC-FDMAデータシンボルとを捨てて（パンクチャして）Retuning timeとする。

[0135] 本実施の形態では、Retuning直後の1サブフレーム（後半のRetuningサブフレーム）におけるACK/NACK信号に対する処理のみが実施の形態2と異なる。よって、ここでは、PUSCH又はPUCCHの送受信よりも前の動作、及び、PUSCHレピティションの際の動作の説明は省略する。

[0136] 本実施の形態において、PUCCHレピティションの際、端末200は、前半のRetuningサブフレーム（Retuning直前の1サブフレーム）において、Rel.12で規定されているShortened PUCCH formatを用いて、ACK/NACK信号を拡散し、マッピングした後、Retuning timeのための後尾1 SC-FDMAシンボルをパンクチャする。

[0137] 一方、端末200は、後半のRetuningサブフレーム（Retuning直後の1サブフレーム）において、Rel.12で規定されているShortened PUCCH formatを用いて、ACK/NACK信号を拡散した後、後尾1 SC-FDMAシンボルをパンクチャす

る。また、本実施の形態では、端末200は、後半のRetuningサブフレームの送信タイミングに、1シンボル分のタイミングオフセットを加える。

[0138] 図14は、方法3及びY=4の場合のPUCCHレピティションにおける周波数ホッピングの様子を示す。図14に示すように、端末200は、Y=4サブフレーム連続でレピティション信号を送信すると、周波数ホッピングにより周波数帯域を変更し、再び4サブフレーム連続でレピティション信号を送信する。この際、端末200は、Retuning直前の1サブフレームの後尾の1SC-FDMAシンボルとRetuning直後の1サブフレームの先頭の1SC-FDMAデータシンボルとをパンクチャする。

[0139] また、図14に示すように、前半のRetuningサブフレームでは、実施の形態2と同様、ACK/NACK信号はShortened PUCCH formatを用いてマッピングされる。よって、図14に示すように、前半のRetuningサブフレームでは、Shortened PUCCH formatにおいて信号がマッピングされない後尾1SC-FDMAシンボルをRetuning timeのために確保できる。

[0140] 一方、図14に示すように、後半のRetuningサブフレームでは、Shortened PUCCH formatと同様にして系列長4のWalsh系列及び系列長3のDFT系列を用いてACK/NACK信号が拡散される。また、端末200は、後半のRetuningサブフレームの送信タイミングに、1SC-FDMAシンボル分のタイミングオフセットを加える。この結果、図14に示すように、後半のRetuningサブフレームでは、Shortened PUCCH formatの信号は、2シンボル目から送信されることになる。これにより、後半のRetuningサブフレームの先頭1SC-FDMAシンボルをRetuning timeのために確保できる。また、図14に示す後半のRetuningサブフレームでは、Shortened PUCCH formatがそのまま適用されるので、新たなPUCCH formatが規定される必要もなく、ACK/NACK信号のマッピング方法を変更する必要もない。

[0141] このように、本実施の形態では、前半のRetuningサブフレームでは、Shortened PUCCH formatにおいてACK/NACK信号及びDMRSのマッピングに使用されないシンボルがRetuning timeのために使用されるので、直交符号系列間の直交

性の崩れは生じない。また、後半のRetuningサブフレームでは、Shortened PUCCH formatと同様にしてACK/NACK信号が拡散され、1 SC-FDMAシンボル分のタイミングオフセットを加えて信号が送信される。これにより、Retuningのためのシンボルが確保されても、Shortened PUCCH formatの信号がそのまま維持されるので、直交符号系列間の直交性の崩れは生じない。よって、各Retuningサブフレームでは直交符号系列間の直交性の崩れは生じない。

[0142] また、本実施の形態では、直交符号系列（OCC系列）の使用に関する制限が無いので、直交符号系列により多重できる端末数の最大値は、既存LTE端末と同数の3（つまり、式（2）の $c=3$ ）に維持できる。

[0143] [実施の形態2又は実施の形態3の変形例]

実施の形態2及び実施の形態3では、RetuningサブフレームでACK/NACK信号を送信するフォーマットとして、Shortened PUCCH format又はShortened PUCCH formatのマッピングを一部変更したフォーマットを用いる場合について説明した。これに対して、本変形例では、上りリンク送信において周波数ホッピングが適用される場合、端末200は、Retuningサブフレームに限らず、レピティションが適用される全てのサブフレームにおいて、Shortened PUCCH format又はShortened PUCCH formatのマッピングを一部変更したフォーマットを用いてPUCCHレピティション送信を行う。

[0144] 図15は、 $Y=4$ の場合のPUCCHレピティションにおける周波数ホッピングの様子を示す。

[0145] 図15に示すように、端末200は、 $Y=4$ サブフレーム連続でレピティション信号を送信すると、周波数ホッピングにより周波数帯域を変更し、再び4サブフレーム連続でレピティション信号を送信する。この際、Retuning前の全ての4サブフレームでは、Shortened PUCCH formatが用いられ、Retuning後の全ての4サブフレームでは、Shortened PUCCH formatのマッピングを一部変更したフォーマットが用いられる。

[0146] こうすることで、Retuningサブフレームと他のサブフレームとで、ACK/NACK信号に対して同一のOCC系列が乗算されるため、基地局100では Y サブフレ

ームを用いた複数サブフレームのチャネル推定及びシンボルレベル合成を行うことができる。換言すると、Retuningサブフレームと他のサブフレームとで、ACK/NACK信号に対して異なるOCC系列（具体的には、RetuningサブフレームにはDFT系列、他のサブフレームにはWalsh系列）が乗算されてしまい、基地局100側で逆拡散をする前の信号を同相合成することができずに復調の処理が複雑化することを防ぐことができる。

[0147] （実施の形態4）

端末がPUCCHとPUSCHとを連続するサブフレームでそれぞれ送信し、かつ、PUCCH送信のための1.4MHz周波数帯域（狭帯域）と、PUSCH送信のための1.4MHz周波数帯域（狭帯域）とが異なる場合、PUCCH送信及びPUSCH送信の間でもRetuningが必要となる。

[0148] 実施の形態1～3では、PUSCH又はPUCCHをレピティション送信する場合の周波数ホッピングにおけるRetuningについて説明した。これに対して、本実施の形態では、PUSCH送信後のPUCCH送信、又は、PUCCH送信後のPUSCH送信におけるRetuningについて説明する。

[0149] 本実施の形態に係る基地局及び端末は、実施の形態1に係る基地局100及び端末200と基本構成が共通するので、図9及び図10を援用して説明する。

[0150] 本実施の形態では、上述したRetuning timeを確保する方法1～4のうち、方法1（図4）及び方法2（図5）を用いる。つまり、端末200は、周波数ホッピングによって使用する狭帯域を切り替える場合、Retuning直前の1サブフレームの後尾2SC-FDMAデータシンボルを捨ててRetuning timeとする場合、又は、Retuning直後の1サブフレームの先頭2SC-FDMAデータシンボルを捨ててRetuning timeとする場合がある。

[0151] なお、本実施の形態では、PUSCH送信とPUCCH送信とが連続するサブフレームで行われる場合には、実施の形態1（例えば、図11）と同様にして、Retuningサブフレームを設定することで直交符号系列の直交性の崩れを生じさせることなく、端末200が送信する1.4MHzの周波数帯域を変更するRetuning

を確保すればよい。

- [0152] 本実施の形態において、基地局 100 は、PUSCH 又は PUCCH の送受信よりも前に、PUSCH のレピティション回数 (N_{PUSCH}) 又は PUCCH のレピティション回数 (N_{PUCCH}) を端末 200 に予め通知する。レピティション回数 N_{PUSCH} 、 N_{PUCCH} は、基地局 100 から端末 200 に対して端末固有の上位レイヤを介して通知されてもよく、MTC 用の PDCCH を用いて通知されてもよい。
- [0153] 端末 200 は、基地局 100 から通知されたレピティション回数 (N_{PUSCH} 又は N_{PUCCH}) 分だけ、PUSCH 又は PUCCH をレピティション送信する。
- [0154] また、端末 200 は、PUSCH レピティション送信が終了したサブフレームの次のサブフレームから PUCCH レピティション送信を行う場合、かつ、PUSCH 送信のための 1.4MHz 周波数帯域と PUCCH 送信のための 1.4MHz 周波数帯域とが異なる場合、図 16 に示すように、方法 1 (図 4 を参照) に従って、Retuning 直前の PUSCH サブフレームの後尾 2SC-FDMA シンボルをパンクチャして、Retuning time として確保する。
- [0155] 一方、端末 200 は、PUCCH レピティション送信が終了したサブフレームの次のサブフレームから PUSCH レピティション送信を行う場合、かつ、PUSCH 送信のための 1.4MHz 周波数帯域と PUCCH 送信のための 1.4MHz 周波数帯域とが異なる場合、図 17 に示すように、方法 2 (図 5 を参照) に従って、Retuning 直後の PUSCH サブフレームの先頭 2SC-FDMA シンボルをパンクチャして、Retuning time として確保する。
- [0156] すなわち、端末 200 は、PUCCH レピティション送信の直前に Retuning が必要な場合には、PUCCH レピティションが開始される直前の 1 サブフレームの後尾 2SC-FDMA シンボルを捨てて、Retuning time とする。また、端末 200 は、PUCCH レピティション送信の直後に Retuning が必要な場合には、PUCCH レピティションが終了した直後の 1 サブフレームの先頭 2SC-FDMA シンボルを捨てて、Retuning time とする。
- [0157] 換言すると、PUSCH レピティション送信と PUCCH レピティション送信とが連続するサブフレームで行われ、かつ、PUSCH 送信と PUCCH 送信とで 1.4MHz 周波

数帯域が異なる場合には、端末 200 は、PUSCHが送信されるサブフレーム内の 1.4MHz 周波数帯域（狭帯域）が切り替わる直前（図 16）又は直後（図 17）の 2 SC-FDMA シンボルをパンクチャして Retuning time を確保する。

[0158] このように、PUSCH 送信と PUCCH 送信とが連続する場合に、Retuning サブフレームを PUSCH 側に設定することで、以下の問題を解決することができる。

[0159] まず、図 16 に示す PUSCH 送信から PUCCH 送信への Retuning について説明する。

[0160] このとき、基地局 100 は、PUSCH が送受信されるよりも前に、端末 200 に対して PUSCH の割当を指示する上りリンクグラントを MTC 用の下りリンク制御チャネルを介して送信している。

[0161] 端末 200 は、上りリンクグラントを正しく復号できた場合には PUSCH を送信できる。この場合に、端末 200 は、PUSCH 送信後に PUCCH 送信が連続するサブフレームで行われる場合、Retuning を実施して PUCCH 送信を開始するので、PUSCH 送信と PUCCH 送信との間に Retuning time が必要になる。

[0162] 一方、端末 200 は、上りリンクグラントを正しく復号できなかった場合、PUSCH を送信しない。この場合、PUCCH 送信の直前の PUSCH 送信が行われないので、端末 200 は、PUCCH 送信の直前に Retuning を行う必要がない。このような場合に、仮に、Retuning サブフレームが PUCCH 側に設定されていると、基地局 100 は、PUCCH レピティションの先頭サブフレームが Retuning サブフレームであると想定しているのに対して、端末 200 は、実際には、PUCCH レピティションの先頭のサブフレームを通常のサブフレームと同様に設定して ACK/NACK 信号を送信することになる。このため、PUCCH レピティションの先頭サブフレームにおいて、基地局 100 が想定している PUCCH と端末 200 が実際に送信する PUCCH との間にミスマッチが生じてしまう。

[0163] これに対して、本実施の形態では、PUSCH 送信の後に PUCCH 送信が連続するサブフレームで行われる場合に Retuning サブフレームが PUSCH 側のみに設定される。こうすることで、上りリンクグラントの復号の成否に依存せずに、PUCCH レピティションの先頭サブフレームを常に通常のサブフレームとして用い

ることができる。このため、基地局100と端末200との間でPUCCHに関するミスマッチが生じない。また、RetuningサブフレームがPUSCH側のみに設定されるので、Retuning timeの設定がPUCCHでのOCC系列の直交性に影響を与えない。

[0164] 次に、図17に示すPUCCH送信からPUSCH送信へのRetuningについて説明する。

[0165] PUCCH送信からPUSCH送信へのRetuningに関しても、PUSCH送信からPUCCH送信へのRetuningと同様に考えることができる。すなわち、基地局100は、PUSCHが送受信されるよりも前に、端末200に対してPUSCHの割当を指示する上りリンクグラントをMTC用の下りリンク制御チャネルを介して送信している。

[0166] 端末200は、上りリンクグラントを正しく復号できた場合にはPUSCHを送信できる。この場合に、端末200は、PUCCH送信後にPUSCH送信が連続するサブフレームで行われる場合、Retuningを実施してPUSCH送信を開始するので、PUCCH送信とPUSCH送信との間にRetuning timeが必要になる。

[0167] 一方、端末200は、上りリンクグラントを正しく復号できなかった場合、PUSCHを送信しない。この場合、PUCCH送信の直後のPUSCH送信が行われないので、端末200は、PUCCH送信の直後にRetuningを行う必要がない。このような場合に、仮に、RetuningサブフレームがPUCCH側に設定されていると、基地局100は、PUCCHレピティションの後尾のサブフレームがRetuningサブフレームであると想定しているのに対して、端末200は、実際には、PUCCHレピティションの後尾のサブフレームを通常のサブフレームと同様に設定してACK/NACK信号を送信することになる。このため、PUCCHレピティションの後尾のサブフレームにおいて、基地局100が想定しているPUCCHと端末200が実際に送信するPUCCHとの間にミスマッチが生じてしまう。

[0168] これに対して、本実施の形態では、PUCCH送信の後にPUSCH送信が連続するサブフレームで行われる場合にRetuningサブフレームがPUSCH側のみに設定される。こうすることで、上りリンクグラントの復号の成否に依存せずに、PUC

CHレピティションの後尾サブフレームを常に通常のサブフレームとして用いることができる。このため、基地局100と端末200との間でPUCCHに関するミスマッチが生じない。また、RetuningサブフレームがPUSCH側のみに設定されるので、Retuning timeの設定がPUCCHのOCCの直交性に影響を与えることもない。

[0169] (実施の形態5)

本実施の形態に係る基地局及び端末は、実施の形態1に係る基地局100及び端末200と基本構成が共通するので、図9及び図10を援用して説明する。

[0170] 実施の形態1～4で説明した方法1～3の何れかに基づくRetuning timeを確保する方法では、Retuningのためにガードサブフレーム（1サブフレーム）を設ける方法4と比較して端末200におけるリソース利用効率を向上できる。周波数ホッピング周期がYサブフレームの場合、方法4のリソース利用効率は、 $(Y-1)/Y$ である。一方、方法1～3のリソース利用効率は、 $(Y-1+(12/14))/Y$ である。例えば、Y=4の場合、方法1～3によれば、方法4と比較して、リソース利用効率を28%向上できる。

[0171] 一方で、PUCCHの場合、直交符号系列（OCC系列）によって、同一の時間・周波数リソース内に複数の端末200を多重させることができる。このため、端末200におけるリソース利用効率に加えて、ネットワークにおけるリソース利用効率も重要な指標となる。

[0172] ネットワークにおけるPUCCHのリソース利用効率は、端末200におけるリソース利用効率に、直交符号系列によって多重可能な端末数（例えば、式（2）のc）を乗算することで得られる。すなわち、ネットワークにおけるPUCCHのリソース利用効率は、実施の形態1及び4（方法1又は方法2。c=2）では、 $2 \times (Y-1+(12/14))/Y$ となり、実施の形態2及び3（方法3。c=3）では、 $3 \times (Y-1+(12/14))/Y$ となる。一方、方法4、つまり、Retuningのためにガードサブフレーム（1サブフレーム）を設ける場合のネットワークにおけるPUCCHのリソース利用効率は、 $3 \times (Y-1)/Y$ である。

- [0173] 以上より、ネットワークにおけるPUCCHのリソース利用効率は、実施の形態2及び3が最も大きいと言える。一方、実施の形態1又は4は、OCCにより多重できる端末数が3から2に制限されるので、ネットワークにおけるPUCCHのリソース利用効率が低下してしまう。
- [0174] 具体的には、上述したように、実施の形態1の方法のネットワークにおけるPUCCHのリソース利用効率は $2 \times (Y-1 + (12/14)) / Y$ であり、方法4（Retuningのためにガードサブフレームを設ける方法）のネットワークにおけるPUCCHのリソース利用効率は $3 \times (Y-1) / Y$ である。よって、双方のリソース利用効率を比較すると、 $Y > 2.72$ 、つまり、周波数ホッピング周期 Y が3以上の場合には、実施の形態1の方法よりも、方法4の方がネットワークにおけるPUCCHのリソース利用効率が大きくなる。
- [0175] そこで、本実施の形態では、ネットワークにおけるPUCCHのリソース利用効率を考慮して、実施の形態1の方法と、方法4（Retuningのためにガードサブフレームを設ける方法）とを併用する場合について説明する。具体的には、端末200は、周波数ホッピング周期に応じて、実施の形態1の方法と、方法4（Retuningのためにガードサブフレームを設ける方法）とを切り替える。
- [0176] 図18は、 $Y=2$ （ < 3 ）の場合のPUCCHレピティションにおける周波数ホッピングの様子を示し、図19は、 $Y=4$ （ ≥ 3 ）の場合のPUCCHレピティションにおける周波数ホッピングの様子を示す。
- [0177] 図18に示すように、周波数ホッピング周期が3未満の場合には、端末200は、実施の形態1の方法、すなわち、Retuning直前のサブフレームの後尾2 SC-FDMAシンボルをパンクチャして、Retuning timeを確保する。一方、図19に示すように、周波数ホッピング周期が3以上の場合には、端末200は、上記2 SC-FDMAシンボルのパンクチャを行わずに、方法4、すなわち、Retuning前後のサブフレーム間にガードサブフレームを設けて、Retuning timeを確保する。
- [0178] このようにして、端末200は、周波数ホッピング周期に応じてRetuning

timeを確保する方法を切り替えることで、ネットワークにおけるPUCCHのリソース利用効率の最適化を図ることができる。また、方法4では、Retuningサブフレームにおいて、サブフレーム全体を捨てることになるため、PUCCHの直交性の崩れを引き起こすこともない。

[0179] なお、端末200が周波数ホッピング周期に基づいて何れの方法（実施の形態1の方法又は方法4）を用いるかを決定する場合に限定されない。例えば、基地局100が端末200に対して、何れの方法（実施の形態1の方法又は方法4）を用いるかをセル固有の上位レイヤを介して通知してもよく、端末200に対して端末固有の上位レイヤを介して通知してもよい。

[0180] また、端末200が何れの方法（実施の形態1の方法又は方法4）を用いるかを決定する動作は、規格上、predefinedに決定された動作であってもよい。例えば、端末200がカバレッジ拡張モードA（No/small repetition）の場合（つまり、レピティションされるサブフレーム数が短い場合）には、周波数ホッピング周期も短いことが想定されるので、実施の形態1の方法を用いて、端末200がカバレッジ拡張モードB（Large repetition）の場合（つまり、レピティションされるサブフレーム数が長い場合）には、周波数ホッピング周期が長いことが想定されるので、方法4を用いることもできる。

[0181] また、Retuning timeを確保する方法を切り替える閾値 Y_{th} をパラメータとしてもよい。 Y_{th} は、セル固有のパラメータとして、基地局100が端末200に対してセル固有の上位レイヤを介して通知してもよく、端末固有のパラメータとして、基地局100が端末200に対して端末固有の上位レイヤを介して通知してもよい。また、 Y_{th} は、規格上、predefinedに決定されたパラメータであってもよい。

[0182] （実施の形態6）

PUCCHでは、ACK/NACK信号の送信のみでなく、上りリンクで周期的に送信されるCSIのフィードバックの送信も行われる。CSIフィードバックの送信、又は、CSIフィードバックの送信とACK/NACK信号の送信とが重複した場合、PUCCH

H format 2/2a/2bが用いられる。図20は、PUCCH format 2/2a/2bのサブフレーム構成例を示す。図20に示すように、各スロットには2つのDMRSと、5つのSC-FDMAデータシンボル(CSIフィードバック情報)とが時間多重される。

[0183] そこで、本実施の形態では、PUCCH format 2/2a/2bに対するRetuningの動作について説明する。

[0184] なお、PUCCH format 2/2a/2bのレピティション送信は想定されていない。以下では、PUCCH format 1/1a/1bを用いたレピティション送信又はPUSCHのレピティション送信と、PUCCH format 2/2a/2bを用いた送信とが連続したサブフレームで発生する場合の動作を一例として説明する。

[0185] PUCCH format 2/2a/2bを用いたサブフレームがRetuningサブフレームである場合に、方法1(図4)又は方法2(図5)のように、Retuning直前の1サブフレームの後尾又はRetuning直後の1サブフレームの先頭の2 SC-FDMAシンボルをパンクチャすると、DMRSがパンクチャされることになる。この場合、基地局100ではDMRSが使用できないので復調が困難になる。

[0186] そこで、本実施の形態では、端末200は、PUCCH format 2/2a/2bを用いた送信の前後でRetuningが必要になる場合、Retuning前後の何れか一方のチャンネルの1サブフレームをドロップする。

[0187] Retuning前後の何れのチャンネルを優先するか(又はドロップするか)は優先度の規範による。例えば、現在の規格では、一般的に優先度はACK/NACK信号>PUSCH>周期的なCSIの順である。この場合、Retuning直前又は直後のPUCCH format 2/2a/2bは優先度が低いのでドロップされる。

[0188] このように、優先度に応じて何れか一方のチャンネルをドロップすることで、Retuningにおいて優先度の高いチャンネルへの影響を防ぐことができる。例えば、ACK/NACK信号の優先度を高めた場合、ドロップによるPUCCH format 1/1a/1bへの影響を防ぐことができるため、PUCCHの直交性の崩れを引き起こすこともない。また、逆に、ACK/NACK信号の優先度を低くした場合でも、ACK/NACK信号のサブフレーム全体を捨てることになるため、PUCCHの直交性には

影響しない。

- [0189] なお、PUCCH format 2/2a/2bを用いた送信の前後でRetuningが必要になる場合に、方法3（図6）を適用してもよい。すなわち、端末200は、Retuning直前の1サブフレームの後尾1シンボルとRetuning直後の1サブフレームの先頭1シンボルとをパンクチャしてもよい。この場合、PUCCH format 2/2a/2bを用いたサブフレームがRetuningサブフレームとなっても、DMRSがパンクチャされることはない。よって、パンクチャが基地局100での復調に影響を与えることがない。
- [0190] 以上、本開示の各実施の形態について説明した。
- [0191] なお、上記実施の形態では、本開示の一態様をハードウェアで構成する場合を例にとって説明したが、本開示はハードウェアとの連携においてソフトウェアで実現することも可能である。
- [0192] また、上記実施の形態の説明に用いた各機能ブロックは、典型的には集積回路であるLSIとして実現される。集積回路は、上記実施の形態の説明に用いた各機能ブロックを制御し、入力と出力を備えてもよい。これらは個別に1チップ化されてもよいし、一部または全てを含むように1チップ化されてもよい。ここでは、LSIとしたが、集積度の違いにより、IC、システムLSI、スーパーLSI、ウルトラLSIと呼称されることもある。
- [0193] また、集積回路化の手法はLSIに限るものではなく、専用回路または汎用プロセッサで実現してもよい。LSI製造後に、プログラムすることが可能なFPGA（Field Programmable Gate Array）や、LSI内部の回路セルの接続や設定を再構成可能なりコンフィギュラブル・プロセッサを利用してもよい。
- [0194] さらに、半導体技術の進歩または派生する別技術によりLSIに置き換わる集積回路化の技術が登場すれば、当然、その技術を用いて機能ブロックの集積化を行ってもよい。バイオ技術の適用等が可能性としてありえる。
- [0195] 本開示の端末は、上りデータを送信するサブフレームで用いる狭帯域について、第1サブフレームで用いる第1狭帯域から、第1サブフレームに連続

する第2サブフレームに対し第1狭帯域と異なる第2狭帯域に切り替えた場合、第1サブフレームの最後の1シンボルと、第2サブフレームの最初の1シンボルをパンクチャしてRetuning timeとして設定する制御部と、第1狭帯域および第2狭帯域で上りデータを送信する送信部と、を具備する。

[0196] 本開示の端末は、下りデータに対するACK/NACKを送信する第1サブフレームで用いる第1狭帯域から、第1サブフレームに連続し、上りデータを送信する第2サブフレームに対して第1狭帯域と異なる第2狭帯域に切り替えた場合、第2サブフレームの最初の2シンボルをRetuning timeとして設定する制御部と、第1狭帯域でACK/NACKを送信し、第2狭帯域で上りデータを送信する送信部と、を具備する。

[0197] 本開示の端末において、上りデータを送信する第1サブフレームで用いる第1狭帯域から、第1サブフレームに連続し、下りデータに対するACK/NACKを送信する第2サブフレームに対し前記第1狭帯域と異なる第2狭帯域に切り替えた場合、第1サブフレームの最後の2シンボルをRetuning timeとして設定する制御部と、第1狭帯域で上りデータを送信し、第2狭帯域で前記ACK/NACKを送信する送信部と、を具備する。

[0198] 本開示の端末において、PUCCH (Physical Uplink Control Channel) format 2a/2b を用いてCSI (Channel State Information) のフィードバック送信するサブフレームで用いる際の狭帯域について、第1サブフレームで用いる第1狭帯域から、第1サブフレームに連続する第2サブフレームに対し第1狭帯域と異なる第2狭帯域に切り替えた場合、第1サブフレームの最後の1シンボルと、第2サブフレームの最初の1シンボルをパンクチャしてRetuning timeとして設定する制御部と、第1狭帯域および第2狭帯域で前記CSI信号を送信する送信部と、を具備する。

[0199] 本開示の端末において、制御部は、周波数ホッピングにより、第1狭帯域から第2狭帯域に切り替える。

[0200] 本開示の端末において、第1狭帯域および前記第2狭帯域は、MTC (Machine Type Communication) 端末向けに設定される。

- [0201] 本開示の送信方法は、上りデータを送信するサブフレームで用いる狭帯域について、第1サブフレームで用いる第1狭帯域から、第1サブフレームに連続する第2サブフレームに対し第1狭帯域と異なる第2狭帯域に切り替えた場合、第1サブフレームの最後の1シンボルと、第2サブフレームの最初の1シンボルをパンクチャしてRetuning timeとして設定し、第1狭帯域および第2狭帯域で上りデータを送信する。
- [0202] 本開示の送信方法は、下りデータに対するACK/NACKを送信する第1サブフレームで用いる第1狭帯域から、第1サブフレームに連続し、上りデータを送信する第2サブフレームに対して第1狭帯域と異なる第2狭帯域に切り替えた場合、第2サブフレームの最初の2シンボルをRetuning timeとして設定し、第1狭帯域でACK/NACKを送信し、第2狭帯域で上りデータを送信する。
- [0203] 本開示の送信方法は、上りデータを送信する第1サブフレームで用いる第1狭帯域から、第1サブフレームに連続し、下りデータに対するACK/NACKを送信する第2サブフレームに対し第1狭帯域と異なる第2狭帯域に切り替えた場合、第1サブフレームの最後の2シンボルをRetuning timeとして設定し、第1狭帯域で上りデータを送信し、第2狭帯域でACK/NACKを送信する。
- [0204] 本開示の送信方法は、PUCCH format 2a/2b を用いてCSIのフィードバックを送信するサブフレームで用いる際の狭帯域について、第1サブフレームで用いる第1狭帯域から、第1サブフレームに連続する第2サブフレームに対し第1狭帯域と異なる第2狭帯域に切り替えた場合、第1サブフレームの最後の1シンボルと、第2サブフレームの最初の1シンボルをパンクチャしてRetuning timeとして設定し、第1狭帯域および第2狭帯域でCSI信号を送信する。

産業上の利用可能性

- [0205] 本開示の一態様は、移動通信システムに有用である。

符号の説明

- [0206] 100 基地局
200 端末

1 0 1, 2 0 9 制御部
1 0 2 制御信号生成部
1 0 3 制御信号符号化部
1 0 4 制御信号変調部
1 0 5, 2 1 0 データ符号化部
1 0 6 再送制御部
1 0 7 データ変調部
1 0 8, 2 1 7 信号割当部
1 0 9, 2 1 8 IFFT部
1 1 0, 2 1 9 CP付加部
1 1 1, 2 2 0 送信部
1 1 2, 2 0 1 アンテナ
1 1 3, 2 0 2 受信部
1 1 4, 2 0 3 CP除去部
1 1 5, 2 0 4 FFT部
1 1 6, 2 0 5 抽出部
1 1 7 デマッピング部
1 1 8 チャネル推定部
1 1 9 等化部
1 2 0 復調部
1 2 1 復号部
1 2 2, 1 2 5 判定部
1 2 3 逆拡散部
1 2 4 相関処理部
2 0 6 データ復調部
2 0 7 データ復号部
2 0 8 CRC部
2 1 1 CSI信号生成部

- 2 1 2 応答信号生成部
- 2 1 3 変調部
- 2 1 4 DFT部
- 2 1 5 拡散部
- 2 1 6 レピティション部

請求の範囲

- [請求項1] 上りデータを送信するサブフレームで用いる狭帯域について、
第1サブフレームで用いる第1狭帯域から、前記第1サブフレームに連続する第2サブフレームに対し前記第1狭帯域と異なる第2狭帯域に切り替えた場合、
前記第1サブフレームの最後の1シンボルと、前記第2サブフレームの最初の1シンボルをパンクチャしてRetuning timeとして設定する制御部と、
前記第1狭帯域および前記第2狭帯域で前記上りデータを送信する送信部と、
を具備する、
端末。
- [請求項2] 下りデータに対するACK/NACKを送信する第1サブフレームで用いる第1狭帯域から、前記第1サブフレームに連続し、上りデータを送信する第2サブフレームに対して前記第1狭帯域と異なる第2狭帯域に切り替えた場合、
前記第2サブフレームの最初の2シンボルをRetuning timeとして設定する制御部と、
前記第1狭帯域でACK/NACKを送信し、前記第2狭帯域で前記上りデータを送信する送信部と、
を具備する、
端末。
- [請求項3] 上りデータを送信する第1サブフレームで用いる第1狭帯域から、前記第1サブフレームに連続し、下りデータに対するACK/NACKを送信する第2サブフレームに対し前記第1狭帯域と異なる第2狭帯域に切り替えた場合、
前記第1サブフレームの最後の2シンボルをRetuning timeとして設定する制御部と、

前記第1狭帯域で上りデータを送信し、前記第2狭帯域で前記ACK/NA
CKを送信する送信部と、
を具備する、
端末。

[請求項4] PUCCH (Physical Uplink Control Channel) format 2a/2b を用い
てCSI (Channel State Information) のフィードバック送信するサブ
フレームで用いる際の狭帯域について、
第1サブフレームで用いる第1狭帯域から、前記第1サブフレームに
連続する第2サブフレームに対し前記第1狭帯域と異なる第2狭帯域
に切り替えた場合、
前記第1サブフレームの最後の1シンボルと、前記第2サブフレーム
の最初の1シンボルをパンクチャしてRetuning timeとして設定する
制御部と、
前記第1狭帯域および前記第2狭帯域で前記CSI信号を送信する送信
部と、
を具備する、
端末。

[請求項5] 前記制御部は、周波数ホッピングにより、前記第1狭帯域から前記
第2狭帯域に切り替える、
請求項1ないし4のいずれかに記載の端末。

[請求項6] 前記第1狭帯域および前記第2狭帯域は、MTC (Machine Type Comm
unication) 端末向けに設定される、
請求項1ないし4のいずれかに記載の端末。

[請求項7] 上りデータを送信するサブフレームで用いる狭帯域について、
第1サブフレームで用いる第1狭帯域から、前記第1サブフレームに
連続する第2サブフレームに対し前記第1狭帯域と異なる第2狭帯域
に切り替えた場合、
前記第1サブフレームの最後の1シンボルと、前記第2サブフレーム

の最初の1シンボルをパンクチャしてRetuning timeとして設定し、
前記第1狭帯域および前記第2狭帯域で前記上りデータを送信する、
送信方法。

- [請求項8] 下りデータに対するACK/NACKを送信する第1サブフレームで用いる
第1狭帯域から、前記第1サブフレームに連続し、上りデータを送信
する第2サブフレームに対して前記第1狭帯域と異なる第2狭帯域に
切り替えた場合、
前記第2サブフレームの最初の2シンボルをRetuning timeとして設
定し、
前記第1狭帯域でACK/NACKを送信し、前記第2狭帯域で前記上りデ
ータを送信する、
送信方法。

- [請求項9] 上りデータを送信する第1サブフレームで用いる第1狭帯域から、
前記第1サブフレームに連続し、下りデータに対するACK/NACKを送信
する第2サブフレームに対し前記第1狭帯域と異なる第2狭帯域に切
り替えた場合、
前記第1サブフレームの最後の2シンボルをRetuning timeとして設
定し、
前記第1狭帯域で上りデータを送信し、前記第2狭帯域で前記ACK/NA
CKを送信する、
送信方法。

- [請求項10] PUCCH format 2a/2b を用いてCSIのフィードバック送信するサブフ
レームで用いる際の狭帯域について、
第1サブフレームで用いる第1狭帯域から、前記第1サブフレームに
連続する第2サブフレームに対し前記第1狭帯域と異なる第2狭帯域
に切り替えた場合、
前記第1サブフレームの最後の1シンボルと、前記第2サブフレーム
の最初の1シンボルをパンクチャしてRetuning timeとして設定し、

前記第 1 狭帯域および前記第 2 狭帯域で前記 CSI 信号を送信する、
送信方法。