

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] 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。

[0003] 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、NB-IoT (Narrow Band-Internet of Things) 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4を参照）、端末の低コスト化、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検討が進められている。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の確保がサービス提供の上で絶対的に必要な条件となる。そのため、ビルの地下などの既存のセルラネットワーク（例えば、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」は重要な検討課題である。

- [0004] 既存のLTEのリソースブロックが12サブキャリアで構成されるのに対し、NB-IoTの上りリンクでは、端末（以下、NB-IoT端末と呼ぶこともある）の消費電力を削減しつつ通信エリアを拡大するために、12未満のサブキャリア数（例えば、1, 3, 及び6サブキャリア）での送信をサポートする。端末が少ないサブキャリア数で送信（つまり帯域を狭めて送信）することで、電力スペクトル密度が高くなるので、受信感度を改善でき、カバレッジを拡大できる。
- [0005] 端末が12サブキャリア未満のサブキャリア数で送信する場合、既存のLTEのリソースブロックの時間単位である1サブフレーム毎に端末へリソースが割り当てられると、1度に端末へ割り当てることができるリソースエレメント（RE: Resource Element）数が少なくなる。例えば、図1に示すような既存LTEのPUSCHを想定すると、端末が12サブキャリアで送信する場合、12（SC-FDMシンボル）×12（サブキャリア）=144REをデータ伝送用に割り当てることができる。一方、端末が1サブキャリアで送信する場合、12（SC-FDMAシンボル）×1（サブキャリア）=12REがデータ伝送用に割り当てられる。同じトランスポートブロックサイズのデータが送信される場合、RE数が少ないほど符号化率が高くなる。また、同一の符号化率を維持するためには、トランスポートブロックサイズを小さくする必要があるが、データサイズに対するヘッダ情報又はCRC（Cyclic Redundancy Check）等のオーバーヘッドが大きくなる。
- [0006] NB-IoTでは、1度に端末へ割り当てることができるRE数を既存のLTEと同程度に維持するために、送信サブキャリア数に応じて割当可能なサブフレーム数を増加させる。例えば、端末が1サブキャリアで送信する場合には8サブフレーム、端末が3サブキャリアで送信する場合には4サブフレーム、端末が6サブキャリアで送信する場合には2サブフレーム、を1度に割り当てるリソースの単位（以降、スケジューリングユニット又はリソースユニットと呼ぶ）とする。
- [0007] NB-IoTでは、LTEの通信エリアと比較して最大で20dB程度のカバレッジ拡張が要求されている。上述したような12サブキャリアよりも少ないサブキャリアによる送信において、例えば、端末がMサブキャリアで送信する場合、理

論的に、12サブキャリアで送信する場合と比較して $10\log_{10}(12/M)$ dBのカバレッジ改善を期待できる。例えば、1サブキャリア送信の場合、LTEの12サブキャリア送信と比較して、最大で11dB程度カバレッジを改善できる。しかし、NB-IoTで要求される20dBのカバレッジ改善を実現するためには、1サブキャリア送信に加えて、更なるカバレッジ向上技術の適用が必須である。

[0008] そこで、カバレッジ拡張のために、送信側で同一信号を複数回に渡って繰り返し送信し、受信側でそれらを合成することにより、受信感度を向上させ、カバレッジを拡張させるレピティション技術の導入が検討されている。

[0009] 更に、カバレッジ拡張の必要なNB-IoT端末はほとんど移動がなく、チャネルの時間変動のない環境を想定していることに着目して、チャネル推定精度を向上させる技術を用いることも考えられている。

[0010] チャネル推定精度を向上させる技術の一例として、「複数サブフレームチャネル推定及びシンボルレベル合成」がある（例えば、非特許文献5を参照）。複数サブフレームチャネル推定及びシンボルレベル合成では、図4に示すように、複数サブフレーム（Rサブフレーム）に渡ってレピティション送信される信号に対して、基地局は、レピティション回数と同一の数のサブフレーム、又は、レピティション回数より少ない数のサブフレーム（Xサブフレーム）に渡ってシンボル単位で同相合成を行う。その後、基地局は、同相合成後のDMRSを用いてチャネル推定を行い、得られた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。

[0011] 複数サブフレームチャネル推定及びシンボルレベル合成が行われる単位であるサブフレーム数（X）が、レピティション回数（R）よりも小さい場合、基地局は、復調及び復号後の（R/X）シンボルを合成する。

[0012] 複数サブフレームチャネル推定及びシンボルレベル合成を用いることにより、サブフレーム単位でチャネル推定及びSC-FDMAデータシンボルの復調・復号を行う単純なレピティションと比較して、PUSCHの伝送品質を改善できる（例えば、非特許文献5を参照）。

先行技術文献

非特許文献

- [0013] 非特許文献1 : 3GPP TS 36.211 V13.0.0, “Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical channels and modulation (Release 13),” December 2015.
- 非特許文献2 : 3GPP TS 36.212 V13.0.0, “Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Multiplexing and channel coding (Release 13),” December 2015.
- 非特許文献3 : 3GPP TS 36.213 V13.0.0, “Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical layer procedures (Release 13),” December 2015.
- 非特許文献4 : RP-151621, Qualcomm, “New Work Item: NarrowBand IOT (NB-IOT)”
- 非特許文献5 : R1-150312, Panasonic, “Discussion and performance evaluation on PUSCH coverage enhancement”
- 非特許文献6 : R1-151587, Samsung, “Considerations of legacy SRS impact on uplink transmission from low-cost UE,” April 2015
- 非特許文献7 : R1-152703, LG Electronics, “Discussion on PUSCH transmission for MTC,” May 2015

発明の概要

- [0014] NB-IoT端末をサポートするセルでは、NB-IoT端末と既存のLTE端末とを共存させることが必要であり、既存のLTEシステムへの影響を最小限に抑えて、NB-IoT端末に対する伝送品質を改善することが望まれている。
- [0015] 本開示の一態様は、既存のLTEシステムへの影響を最小限に抑えつつ、NB-IoT端末に対する伝送品質を改善することができる端末及び送信方法を提供する。
- [0016] 本開示の一態様に係る端末は、データ信号及び復調用参照信号（DMRS）に対し、複数のサブフレームに渡ってシンボル単位で繰り返しマッピングするためのレピティションを行うレピティション部と、前記複数のサブフレーム

において、前記レピティションされたDMRSを、上りリンクの受信品質の測定に用いられるサウンディング参照信号（SRS）がマッピングされるリソースの候補であるSRSリソース候補に対応するシンボル以外のシンボルにマッピングする信号割当部と、前記複数のサブフレームで、前記DMRS及び前記データ信号を含む上りリンク信号を送信する送信部と、を具備する構成を採る。

[0017] 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。

[0018] 本開示の一態様によれば、既存のLTEシステムへの影響を最小限に抑えつつ、NB-IoT端末に対する伝送品質を改善することができる。

[0019] 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

[0020] [図1]PUSCHのサブフレーム構成の一例を示す図

[図2]srs-SubframeConfigの定義の一例を示す図

[図3]SRS送信候補サブフレーム及びSRSリソースの設定例を示す図

[図4]複数サブフレームチャネル推定及びシンボルレベル合成の動作例を示す図

[図5]リソースユニット単位のレピティションの動作例を示す図

[図6]サブフレーム単位のレピティションの動作例を示す図

[図7]シンボル単位のレピティションの動作例を示す図

[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PUSCHレピティション送信の動作例を示す図

[図12]実施の形態2に係るPUSCHレピティション送信の動作例を示す図

[図13]実施の形態3に係るPUSCHレピティション送信の動作例を示す図

発明を実施するための形態

[0021] [LTEにおけるSRSリソース候補]

まず、LTEにおけるリソース候補について説明する。

[0022] 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)。

[0023] 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) における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。

[0024] また、LTEの上りリンクでは、基地局と端末との間の受信品質を測定するため、SRS (Sounding Reference Signal) が用いられる (例えば、非特許文

献1、3を参照)。SRSは、SRSリソースにマッピングされ、端末から基地局に送信される。ここで、基地局は、セル固有の上位レイヤ通知によって、対象セル内に存在する全端末に共通するSRSリソース候補を含むSRSリソース候補グループを設定する。その後、端末単位の上位レイヤ通知によって、SRSリソース候補グループのサブセットとなるSRSリソースが、当該SRSリソースが

割り当てられる対象である端末に対して、それぞれ割り当てられる。端末は、割り当てられたSRSリソースにSRSをマッピングし、基地局へ送信する。なお、各SRSリソース候補は、SRSの送信候補となるサブフレーム（SRS送信候補サブフレーム）における最終シンボルである。また、SRSリソース候補となるシンボルでは、SRSリソース候補グループが設定されたセル内の全端末がデータ送信を行わないことにより、SRSとデータ信号（PUSCH信号）との衝突が防止される。

[0025] LTEにおいて、SRSリソース候補グループを設定するセル固有の上位レイヤ通知として、`srs-SubframeConfig`等が定義されている（例えば、非特許文献1を参照）。図2は、`srs-SubframeConfig`の定義の一例を示す。図2に示す`srs-SubframeConfig`番号（0～15）のいずれかが基地局から端末へ送信される。これにより、SRSを送信する送信間隔（ T_{SFC} ）及びSRSの送信を開始するサブフレームを指示するためのオフセット量（ Δ_{SFC} ）が、基地局から端末に対して指示される。例えば、図2において、`srs-SubframeConfig`番号が4（Binary=0100）である場合、送信間隔 $T_{SFC}=5$ 、オフセット量 $\Delta_{SFC}=1$ である。この場合、2（ $=1+\Delta_{SFC}$ ）番目、7（ $=1+\Delta_{SFC}+(T_{SFC}\times 1)$ ）番目、12（ $=1+\Delta_{SFC}+(T_{SFC}\times 2)$ ）番目、...、（ $1+\Delta_{SFC}+(T_{SFC}\times n)$ ）番目のサブフレームが、SRS送信候補サブフレームとなる（例えば、図3を参照）。

[0026] [本開示に至る経緯]

次に、本開示に至る経緯について説明する。

[0027] 上述したように、NB-IoTでは、端末は、12サブキャリア未満のサブキャリア数及び1サブフレームより多いサブフレーム数を1つのリソース割当単位（リソースユニット）として送信する。さらに、カバレッジを改善するために、同一の信号を複数回に渡って繰り返し送信するレピティションが適用される。つまり、時間領域では、リソースユニットあたりのサブフレーム数を X とし、レピティション回数を R とすると、（ $X\times R$ ）サブフレームが送信に用いられる。

[0028] リソースユニットを複数回レピティションする方法として、以下に示す3

つの方法が考えられる。

- [0029] 1つ目は、リソースユニット単位のレピティションである。図5は、リソースユニット単位でのレピティションの例 ($X=8$ 及び $R=4$ の場合) を示す。
- [0030] 2つ目は、サブフレーム単位のレピティションである。サブフレーム単位のレピティションでは、端末は、リソースユニット内の同一の信号を含むサブフレームの信号を連続するサブフレームで送信する。図6は、サブフレーム単位のレピティションの例 ($X=8$ 及び $R=4$ の場合) を示す。サブフレーム単位のレピティションでは、同一の信号を含むサブフレームの信号が連続したサブフレームで送信されるので、リソースユニット単位のレピティションと比較して、周波数誤差による影響を受けにくく、上述したシンボルレベル合成を適用しやすい。
- [0031] 3つ目は、シンボル単位のレピティションである。シンボル単位のレピティションでは、端末は、リソースユニット内の同一の信号を含むSC-FDMA (Single Carrier-Frequency Division Multiple Access) シンボルを連続するシンボルで送信する。図7は、シンボル単位のレピティションの例 ($X=1$ 及び $R=4$ の場合) を示す。なお、図7及び以下の説明では、説明を簡略にするため、1リソースユニットあたりのサブフレーム数 $X=1$ の場合を一例として示す。シンボル単位のレピティションでは、同一の信号を含むシンボルが連続して送信されるので、サブフレーム単位のレピティションと比較して、さらに周波数誤差による影響を受けにくく、シンボルレベル合成によるカバレッジ改善効果が大きくなる。
- [0032] ところで、NB-IoTには、3つの動作モードが規定されており、GSM（登録商標）（Global System for Mobile communications）の周波数帯を用いる「Standaloneモード」、LTEにおいて隣接周波数帯域を利用する別システムとの干渉を防ぐために設けられる未使用の周波数帯域を用いる「Guard-bandモード」、及び、既存のLTEの周波数帯域の一部を用いる「In-bandモード」がある。
- [0033] In-bandモードでは、NB-IoT端末をサポートするセルでは、既存のLTE端末

とNB-IoT端末とを共存させることが必要であり、既存のLTEシステムへの影響を最小限に抑えるようにNB-IoT端末をサポートすることが望ましい。そのため、NB-IoT端末の上りリンク送信において、既存のLTE端末がシステム帯域全体に渡って送信する可能性のあるSRSとの衝突を防止する必要がある。

[0034] LTEシステムのPUSCH送信では、LTE端末がSRS送信候補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。1つ目の方法は、図1に示すように他のサブフレームと同様に、DMRSを除いた12SC-FDMAシンボルにデータをマッピングした後、最終シンボルをパンクチャする方法である（例えば、非特許文献6を参照）。2つ目の方法は、SRS送信候補サブフレームでデータを送信するフォーマットとして、他のサブフレームとはデータに対する符号化率を変えて、最終シンボルを除いた11SC-FDMAシンボルにデータをマッピングする方法（Rate matching）である（例えば、非特許文献7を参照）。

[0035] 上述した2つの方法は、何れも図1に示すような既存LTEのPUSCHサブフレーム構成、つまり、14シンボルからなる1サブフレームの最終シンボルが必ずデータシンボルになることを前提としている。

[0036] 上述したレピティション方法のうち、リソースユニット単位のレピティション（図5参照）及びサブフレーム単位のレピティション（図6参照）については、既存のLTEのPUSCHサブフレーム構成を維持することができるため、1サブフレームの最終シンボルのパンクチャリング又はRate matchingにより、既存のLTEのSRSとの衝突を避けることができる。しかしながら、リソースユニット単位のレピティション及びサブフレーム単位のレピティションでは、シンボルレベル合成の効果を十分に得られない。

[0037] 一方、シンボルレベル合成の効果を十分に得られるシンボル単位のレピティション（図7参照）については、14シンボルからなる1サブフレームの最終シンボルが必ずしもデータシンボルになるとは限らない。例えば、図7に示す例では、第1番目及び第3番目のサブフレームの最終シンボルはDMRSとなる。よって、これらのサブフレームがSRS送信候補サブフレームである場

合には、NB-IoT端末は、既存LTEと同様に最終シンボルにマッピングされたDMRSをパンクチャリングしなければならない。なお、DMRSは、データのように符号化されていないため、DMRSに対してRate matchingの適用はできない。

[0038] しかし、特に、カバレッジ拡張が必要な環境では、チャネル推定精度の向上が必要不可欠であり、DMRSをパンクチャすることは避けることが望ましい。一方で、基地局側においてNB-IoT端末が最終シンボルでDMRSを送信するサブフレームを避けるようにSRSサブフレームを設定することも考えられるが、この設定は既存LTEの動作を制限してしまう。

[0039] そこで、本開示の一態様では、LTE端末とNB-IoT端末とが共存する環境において、シンボル単位のレピティション送信を行うNB-IoT端末の上りリンク送信と、既存のLTE端末のSRS送信との衝突の影響（SRS送信候補サブフレームでDMRSがパンクチャリングされること）を最小限にする。これにより、基地局が、NB-IoT端末からの信号の復調において、十分な数のDMRSシンボルを用いてチャネル推定及びシンボルレベル合成を行うことにより、チャネル推定精度及び受信品質を向上させることができる。

[0040] 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。

[0041] [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、基地局100及び端末200を備える。端末200は、例えば、NB-IoT端末である。また、通信システムでは、NB-IoT端末（端末200）と既存のLTE端末とが共存している環境を想定する。

[0042] 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、レピティション部212は、データ信号及び復調用参照信号（DMRS）を複数のサブフレームに渡ってシンボル単位でレピティションし、信号割当部213は、複数のサブフレームにおいて、レピティションされたDMRSを、上りリンクの受信品質の測定に用いられるサウンディング参照信号（SRS）がマッピングされるリソースの候補であるSRSリソース候補に対応するシンボル以外のシンボルにマッピングし、送

信部 216 は、複数のサブフレームで、DMRS 及びデータ信号を含む上りリンク信号 (PUSCH) を送信する。

[0043] (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、符号化部 103 と、変調部 104 と、信号割当部 105 と、IFFT (Inverse Fast Fourier Transform) 部 106 と、CP (Cyclic Prefix) 付加部 107 と、送信部 108 と、アンテナ 109 と、受信部 110 と、CP 除去部 111 と、FFT (Fast Fourier Transform) 部 112 と、合成部 113 と、デマッピング部 114 と、チャネル推定部 115 と、等化部 116 と、復調部 117 と、復号部 118 と、判定部 119 と、を有する。

[0044] 制御部 101 は、基地局 100 がカバーするセルに存在する複数の端末 (既存の LTE 端末) の各々に必要な SRS リソースの量を考慮して、セルにおける SRS リソース候補グループを決定し、決定した SRS リソース候補グループを示す情報を制御信号生成部 102 及び合成部 113 へ出力する。SRS リソース候補グループは、例えば、図 2 に示すテーブルから選択される。

[0045] また、制御部 101 は、NB-IoT 端末 (端末 200) がレピティション送信する際の DMRS 及びデータの SC-FDMA シンボルへのマッピングに関する情報を合成部 113 およびデマッピング部 114 へ出力する。

[0046] また、制御部 101 は、NB-IoT 端末に対して PUSCH の割当を決定する。このとき、制御部 101 は、NB-IoT 端末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。

[0047] また、制御部 101 は、制御信号に対する符号化レベルを決定し、決定した符号化レベルを符号化部 103 に出力する。また、制御部 101 は、制御信号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 105 に出力する。

- [0048] また、制御部 101 は、NB-IoT 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 送信に必要なレピティション回数を、制御信号生成部 102 に出力する。また、制御部 101 は、NB-IoT 端末が PUSCH 送信に用いるサブキャリア数に関する情報を生成し、生成した情報を制御信号生成部 102 に出力する。
- [0049] 制御信号生成部 102 は、NB-IoT 端末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、又は、PUSCH の割当を指示する上りリンクグラントが含まれる。
- [0050] 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、及び、NB-IoT 端末が PUSCH 送信に用いるサブキャリア数に関する情報が含まれてもよい。
- [0051] 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）を符号化部 103 へ出力する。なお、制御情報が複数の NB-IoT 端末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 NB-IoT 端末向けの制御情報に、各 NB-IoT 端末の端末 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。
- [0052] また、SRS リソース候補グループの情報は、セル固有の上位レイヤ信号により、NB-IoT 端末（後述する制御部 206）へ通知される。周波数割当リソース、変調・符号化方式を指示する情報、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、及び、NB-IoT 端末が PUSCH 送信に用いるサブキャリア数に関する情報は、端末固有の上位レイヤのシグナリングにより NB-IoT 端末へ通知されてもよく、上述したように PUSCH の割当を指示する上りリンクグラントを用いて通知されてもよい。

- [0053] 符号化部 103 は、制御部 101 から指示された符号化レベルに従って、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変調部 104 へ出力する。
- [0054] 変調部 104 は、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 105 へ出力する。
- [0055] 信号割当部 105 は、変調部 104 から受け取る制御信号（シンボル列）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、NB-IoT用の下りリンク制御チャネルである。信号割当部 105 は、制御信号がマッピングされたNB-IoT用の下りリンク制御チャネルを含む下りリンクサブフレームの信号をIFFT部 106 に出力する。
- [0056] IFFT部 106 は、信号割当部 105 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 106 は、時間領域信号をCP付加部 107 へ出力する。
- [0057] CP付加部 107 は、IFFT部 106 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 108 へ出力する。
- [0058] 送信部 108 は、CP付加部 107 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 109 を介してNB-IoT端末（端末 200）に無線信号を送信する。
- [0059] 受信部 110 は、アンテナ 109 を介して受信された端末 200 からの上りリンク信号（PUSCH）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 111 に出力する。端末 200 から送信される上りリンク信号（PUSCH）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。
- [0060] CP除去部 111 は、受信部 110 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 112 へ出力する。
- [0061] FFT部 112 は、CP除去部 111 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のサブフレームに対応する信号を抽出し、抽出したPUSCH信号を合成部113へ出力する。

[0062] 合成部113は、制御部101から入力される、SRSリソース候補グループに関する情報、及び、NB-IoT端末のPUSCHレピティション送信に関する情報（レピティション回数およびNB-IoT端末がレピティション送信する際のDMRS及びデータのSC-FDMAシンボルへのマッピングに関する情報）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に対して、シンボルレベル合成を用いて、データ信号及びDMRSに相当する部分の信号を同相合成する。合成部113は、合成後の信号をデマッピング部114へ出力する。

[0063] デマッピング部114は、合成部113から受け取る信号から、PUSCHのサブフレーム部分の信号を抽出する。そして、デマッピング部114は、制御部101から入力される、NB-IoT端末のPUSCHレピティション送信に関する情報を用いて、抽出したPUSCHのサブフレーム部分の信号を、SC-FDMAデータシンボルとDMRSとに分解し、DMRSをチャネル推定部115に出力し、SC-FDMAデータシンボルを等化部116に出力する。

[0064] チャネル推定部115は、デマッピング部114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115は、得られたチャネル推定値を等化部116に出力する。

[0065] 等化部116は、チャネル推定部115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114から入力されるSC-FDMAデータシンボルの等化を行う。等化部116は、等化後のSC-FDMAデータシンボルを復調部117へ出力する。

[0066] 復調部117は、等化部116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（Inverse Discrete Fourier Transform）を適用し、時間領域信号へ変換した後、データ復調を行う。具体的には、復調部117は、NB-IoT端末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118へ出力する。

[0067] 復号部118は、復調部117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 119 へ出力する。

[0068] 判定部 119 は、復号部 118 から入力されるビット系列に対して誤り検出を行う。判定部 119 は、ビット系列に付加された CRC ビットを用いて誤り検出を行う。判定部 119 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、制御部 101 に ACK を通知する。一方、判定部 119 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。

[0069] [端末の構成]

図 10 は、本開示の実施の形態 1 に係る端末 200 の構成を示すブロック図である。図 10 において、端末 200 は、アンテナ 201 と、受信部 202 と、CP 除去部 203 と、FFT 部 204 と、制御信号抽出部 205 と、制御部 206 と、符号化部 207 と、変調部 208 と、DMRS 生成部 209 と、多重部 210 と、DFT 部 211 と、レピティション部 212 と、信号割当部 213 と、IFFT 部 214 と、CP 付加部 215 と、送信部 216 と、を有する。

[0070] 受信部 202 は、基地局 100 から送信された制御信号（NB-IoT 用の下りリンク制御チャネル）をアンテナ 201 を介して受信し、無線受信信号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 202 は、OFDM 信号を CP 除去部 203 へ出力する。

[0071] CP 除去部 203 は、受信部 202 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 204 へ出力する。

[0072] FFT 部 204 は、CP 除去部 203 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 204 は、周波数領域信号を制御信号抽出部 205 へ出力する。

[0073] 制御信号抽出部 205 は、FFT 部 204 から受け取る周波数領域信号（NB-IoT 用の下りリンク制御チャネル）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、NB-IoT 端末の端末 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、制御信号抽出部 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206へ出力する。

- [0074] 制御部206は、制御信号抽出部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。
- [0075] 具体的には、制御部206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213に指示する。
- [0076] また、制御部206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符号化部207及び変調部208にそれぞれ指示する。また、制御部206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が制御信号に含まれる場合、その情報に基づいて、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212に指示する。また、制御部206は、NB-IoT端末がPUSCH送信に用いるサブキャリア数に関する情報が制御信号に含まれる場合、その情報に基づいて、PUSCH送信時のサブキャリア数及び1リソースユニットあたりのサブフレーム数Xを信号割当部213に指示する。
- [0077] また、制御部206は、カバレッジ拡張レベルに関する情報、PUSCH送信に必要なレピティション回数に関する情報、又は、符号化方式及び変調方式に関する情報が上位レイヤで基地局100から通知される場合、通知された情報に基づいてPUSCHレピティション送信時のレピティション回数、又は符号化方式及び変調方式を決定し、決定した情報をレピティション部212、又は符号化部207及び変調部208に指示する。同様に、制御部206は、NB-IoT端末がPUSCH送信に用いるサブキャリア数に関する情報が上位レイヤで基地局100から通知される場合、通知された情報に基づいて、PUSCH送信時のサブキャリア数及び1リソースユニットあたりのサブフレーム数Xを信号割当部213に指示する。
- [0078] また、制御部206は、セル固有の上位レイヤで基地局100から通知されたSRSリソース候補グループに関する情報を信号割当部213へ出力する。
- [0079] また、制御部206は、NB-IoT端末がレピティション送信する際のDMRS及

びデータのSC-FDMAシンボルへのマッピングに関する情報を、多重部210、レピティション部212及び及び信号割当部213へ出力する。

[0080] 符号化部207は、入力された送信データに対して、端末IDでマスクングされたCRCビットを付加し、制御部206から指示される符号化方式で誤り訂正符号化を行い、符号化後のビット系列を変調部208へ出力する。

[0081] 変調部208は、制御部206から指示される変調方式に基づいて、符号化部207から受け取るビット系列を変調して、変調後のデータシンボル系列を多重部210へ出力する。

[0082] DMRS生成部209は、DMRSを生成し、生成したDMRSを多重部210へ出力する。

[0083] 多重部210は、制御部206から入力される、DMRS及びデータのSC-FDMAシンボルへのマッピングに関する情報に基づいて、変調部208から受け取るデータシンボル系列とDMRS生成部209から受け取るDMRSとを多重し、多重後の信号をDFT部211へ出力する。

[0084] DFT部211は、多重部210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212へ出力する。

[0085] レピティション部212は、自端末がカバレッジ拡張モードの場合、制御部206から指示されたレピティション回数に基づいて、DFT部211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212は、レピティション信号を信号割当部213へ出力する。

[0086] 信号割当部213は、レピティション部212から受け取る信号を、制御部206からの指示に従って割り当てられたPUSCHの時間・周波数リソースにマッピングする。また、信号割当部213は、制御部206から受け取るSRSリソース候補グループに関する情報に基づいて、SRS送信候補サブフレームのSRSリソース候補に対応するシンボルにマッピングされた信号をパンクチャする。信号割当部213は、信号がマッピングされたPUSCHの信号をIFFT部214へ出力する。

- [0087] IFFT部214は、信号割当部213から入力される周波数領域のPUSCH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214は、生成した信号をCP付加部215へ出力する。
- [0088] CP付加部215は、IFFT部214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216へ出力する。
- [0089] 送信部216は、CP付加部215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。
- [0090] [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。
- [0091] 基地局100は、SRSリソース候補グループを設定するセル固有の上位レイヤ通知として、srs-SubframeConfigを端末200に通知する。また、基地局100は、NB-IoT用の帯域内のリソースユニットをNB-IoT端末である端末200に対して割り当てることにより通信を行う。
- [0092] また、基地局100は、NB-IoT端末に対するPUSCHの割当を決定する。PUSCHの割当情報には、NB-IoT端末に指示する周波数割当リソース情報、符号化方式及び変調方式に関する情報などが含まれる。PUSCHの割当情報は、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、NB-IoT用の下りリンク制御チャネルを用いて通知されてもよい。
- [0093] また、基地局100は、PUSCHの送受信よりも前に、レピティション回数(R)をNB-IoT端末に予め通知する。レピティション回数(R)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、NB-IoT用の下りリンク制御チャネルを用いて通知されてもよい。
- [0094] また、基地局100は、PUSCHの送受信よりも前に、NB-IoT端末がPUSCH送信に用いる送信サブキャリア数（例えば、1, 3, 6, 12サブキャリア）をNB-IoT端末に予め通知する。送信サブキャリア数は、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、NB-IoT用の下り

リンク制御チャネルを用いて通知されてもよい。

- [0095] 端末200は、通知されるサブキャリア数に基づいて、リソースユニットあたりのサブフレーム数 X を決定する。例えば、送信サブキャリア数が1, 3, 6, 12の場合、端末200は、リソースユニットあたりのサブフレーム数 $X=8, 4, 2, 1$ にそれぞれ決定する。
- [0096] また、端末200は、基地局100から通知されたレピティション回数(R)分だけ、PUSCHをレピティション送信する。したがって、端末200は、($X \times R$) サブフレームに渡ってPUSCHを送信する。例えば、1サブフレームあたりのSC-FDMAシンボル数を既存のLTEシステムと同一の14シンボルとすると、($X \times R$) サブフレーム中には、($14 \times X \times R$) 個のSC-FDMAシンボルが含まれる。
- [0097] また、端末200は、シンボル単位のレピティションを用いてPUSCHを送信する。この際、端末200は、レピティション信号(PUSCH信号)に含まれる全てのDMRSを、PUSCHレピティションを行う複数のサブフレームの先頭シンボルから連続してマッピングする。具体的には、端末200は、PUSCHレピティションを行うサブフレームの先頭から $2R$ シンボルに渡って連続してDMRSをマッピングする。
- [0098] 図11は、 $X=1$ サブフレーム、及び、 $R=4$ サブフレームの場合のPUSCHレピティションの様子を示す。
- [0099] 図11に示すように、1サブフレームには2つのDMRSが含まれ、端末200がレピティション送信を行う4($=X \times R$)サブフレームには、8個($=2R$)のDMRSが含まれる。そこで、図11では、端末200は、PUSCHレピティション(4シンボルレピティション)を行うサブフレームの先頭から8SC-FDMAシンボル($=2R$)に渡って連続してDMRSをマッピングする(以下、DMRSレピティションと呼ぶこともある)。
- [0100] なお、端末200は、 $X>1$ の場合(図示せず)には、 $2R$ シンボルのDMRSレピティションを、 R サブフレーム周期で行えばよい。
- [0101] ここで、 $2R<14$ (1サブフレームあたりのSC-FDMAシンボル数)未満の場合

、つまり、レピティション回数 R が $(14/2) = 7$ 回未満の場合、端末200においてDMRSが1サブフレームの最終シンボル（先頭から14シンボル目）にマッピングされることはない。すなわち、端末200は、既存のLTE端末がSRSを送信する可能性のある1サブフレーム（SRS送信候補サブフレーム）の最終シンボル以外のSC-FDMAシンボルにDMRSをマッピングする。

[0102] また、端末200は、基地局100から通知されたsrs-SubframeConfigに基づいて、SRS送信候補サブフレームを特定する。そして、端末200は、SRS送信候補サブフレームでは、14SC-FDMAシンボルの最終シンボルをパンクチャする。上述したように、1サブフレームの最終シンボルには、DMRSはマッピングされない。すなわち、SRS送信候補サブフレームの最終シンボルには、必ずデータシンボルがマッピングされる。よって、端末200において、SRS送信候補サブフレームの最終シンボルでは、DMRSではなく、データシンボルがパンクチャされる。

[0103] このようにして、NB-IoT端末である端末200は、シンボル単位のPUSCHレピティションを行う場合に、LTE端末がSRSを送信する可能性があるSRSリソース候補に対応するSC-FDMAシンボル（SRS送信候補サブフレームの最終シンボル）以外のSC-FDMAシンボルにDMRSをマッピングする。

[0104] 一方、基地局100は、端末200から送信されるPUSCHに含まれるDMRSを用いてデータ信号を復調する。上述したように、NB-IoT端末によるPUSCHレピティションが行われるサブフレームの中にSRS送信候補サブフレームが含まれる場合でも、NB-IoT端末においてDMRSはパンクチャされない。よって、基地局100は、受信したPUSCHについて十分な数のDMRSシンボルを用いて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。

[0105] また、図11では、全てのDMRSシンボルはPUSCHレピティションが行われる複数のサブフレームの先頭シンボルから連続してマッピングされるので、既存LTEシステムのデータ信号及びDMRSのマッピングを単純に拡張した場合（図7）と比較して、基地局100は、2倍のDMRSを用いてシンボルレベル合成を行うことができる。よって、本実施の形態によれば、基地局100はチャ

ネル推定精度を向上することができる。

[0106] また、PUSCHレピティションが行われたサブフレームの先頭に、既知信号であるDMRSが連続してマッピングされているので、基地局100は、周波数誤差推定又はタイミング検出を精度良く行うことができる。

[0107] また、上述したように、NB-IoT端末においてDMRSのマッピングを制御することにより、DMRSをパンクチャすることを回避している。すなわち、本実施の形態によれば、基地局100において、既存のLTEシステムに対してSRSサブフレームの設定を変更する必要はない。

[0108] 以上により、本実施の形態では、既存のLTEシステムへの影響を最小限に抑えつつ、NB-IoT端末に対する伝送品質を改善することができる。

[0109] (実施の形態2)

実施の形態1では、レピティション回数 $R < 7$ の場合に既存LTE端末のSRS送信とNB-IoT端末のDMRS送信との衝突を回避する方法について説明した。これに対して、本実施の形態では、レピティション回数 $R \geq 7$ の場合でも既存LTE端末のSRS送信とNB-IoT端末のDMRS送信との衝突を回避する方法について説明する。すなわち、本実施の形態では、レピティション回数 R が何れの値であってもDMRSが1サブフレームの最終シンボルにマッピングされないようにする方法について説明する。

[0110] なお、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。

[0111] 基地局100は、SRSリソース候補グループを設定するセル固有の上位レイヤ通知として、srs-SubframeConfigを端末200に通知する。また、基地局100は、NB-IoT用の帯域内のリソースユニットをNB-IoT端末である端末200に対して割り当てることにより通信を行う。

[0112] また、基地局100は、NB-IoT端末に対するPUSCHの割当を決定する。PUSCHの割当情報には、NB-IoT端末に指示する周波数割当リソース情報、符号化方式及び変調方式に関する情報などが含まれる。PUSCHの割当情報は、基地局1

00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、NB-IoT用の下りリンク制御チャネルを用いて通知されてもよい。

[0113] また、基地局100は、PUSCHの送受信よりも前に、レピティション回数(R)をNB-IoT端末に予め通知する。レピティション回数(R)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、NB-IoT用の下りリンク制御チャネルを用いて通知されてもよい。

[0114] また、基地局100は、PUSCHの送受信よりも前に、NB-IoT端末がPUSCH送信に用いる送信サブキャリア数（例えば、1, 3, 6, 12サブキャリア）をNB-IoT端末に予め通知する。送信サブキャリア数は、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、NB-IoT用の下りリンク制御チャネルを用いて通知されてもよい。

[0115] また、基地局100は、NB-IoT端末に対するDMRSの分割数(N)又は連続して送信するDMRSシンボル数を表すシンボルレピティション数(R')を決定する。DMRSの分割数(N)又はシンボルレピティション数(R')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、NB-IoT用の下りリンク制御チャネルを用いて通知されてもよい。また、DMRSの分割数(N)又はシンボルレピティション数(R')は、規格上でpredefinedに決まったパラメータであってもよい。

[0116] 端末200は、通知されるサブキャリア数に基づいて、リソースユニットあたりのサブフレーム数Xを決定する。例えば、送信サブキャリア数が1, 3, 6, 12の場合、端末200は、リソースユニットあたりのサブフレーム数X=8, 4, 2, 1にそれぞれ決定する。

[0117] また、端末200は、基地局100から通知されたレピティション回数(R)分だけ、PUSCHをレピティション送信する。したがって、端末200は、(X×R)サブフレームに渡ってPUSCHを送信する。例えば、1サブフレームあたりのSC-FDMAシンボル数を既存のLTEシステムと同一の14シンボルとすると、(X×R)サブフレーム中には、(14×X×R)個のSC-FDMAシンボルが含まれる。

- [0118] また、端末200は、シンボル単位のレピティションを用いてPUSCHを送信する。この際、端末200は、レピティション信号（PUSCH信号）に含まれる複数のDMRSを、所定数（ R' ）の連続するシンボル毎に分散して（ N 個のグループに分けて）マッピングする。具体的には、端末200は、 $(2R/N)$ シンボルの連続したDMRSのマッピング（DMRSレピティション）を、PUSCHレピティションを行う複数のサブフレームの先頭から R/N サブフレーム周期で行う。
- [0119] 例えば、端末200は、PUSCHレピティションを行う複数のサブフレームの先頭シンボルから $(2R/N)$ シンボルに渡って連続してDMRSをマッピングし、以降、 (R/N) サブフレーム周期で $(2R/N)$ シンボルに渡るDMRSのマッピングを行う。換言すると、端末200は、PUSCHレピティションのサブフレーム先頭の R' シンボルに渡って連続してDMRSをマッピングし、以降、 $(R'/2)$ サブフレーム周期で、 R' シンボルに渡るDMRSのマッピングを行う。
- [0120] 図12は、 $X=1$ サブフレーム、 $R=4$ サブフレーム、 $N=2$ （又は $R'=4$ ）の場合のPUSCHレピティションの様子を示す。
- [0121] 図12に示すように、1サブフレームには2つのDMRSが含まれ、端末200がレピティション送信を行う4（ $=X \times R$ ）サブフレームには、8個（ $=2R$ ）のDMRSが含まれる。
- [0122] 図12では、端末200は、PUSCHレピティション（4シンボルレピティション）を行うサブフレームの先頭から4シンボル（ $=2R/N$ 又は $=R'$ ）に渡って連続してDMRSをマッピングする。更に、端末200は、PUSCHレピティションを行う先頭のサブフレームから2サブフレーム後（ $=R/N$ 又は $R'/2$ ）の3番目のサブフレームの先頭から4シンボルに渡って連続してDMRSをマッピングする。
- [0123] ここで、 $N > R/7$ 又は $R' < 14$ の場合、端末200においてDMRSが1サブフレームの最終シンボルにマッピングされることはない。すなわち、端末200は、既存のLTE端末がSRSを送信する可能性のある1サブフレーム（SRS送信候補サブフレーム）の最終シンボル以外のSC-FDMAシンボルにDMRSをマッピングする。

- [0124] また、端末 200 は、基地局 100 から通知された srs-SubframeConfig に基づいて、SRS 送信候補サブフレームを特定する。そして、端末 200 は、SRS 送信候補サブフレームでは、14SC-FDMA シンボルの最終シンボルをパンクチャする。上述したように、1 サブフレームの最終シンボルには、DMRS はマッピングされない。すなわち、SRS 送信候補サブフレームの最終シンボルには、必ずデータシンボルがマッピングされる。よって、端末 200 において、SRS 送信候補サブフレームの最終シンボルでは、DMRS ではなく、データシンボルがパンクチャされる。
- [0125] このようにして、NB-IoT 端末である端末 200 は、シンボル単位の PUSCH レピティションを行う場合に、実施の形態 1 と同様、LTE 端末が SRS を送信する可能性がある SRS リソース候補に対応する SC-FDMA シンボル（SRS 送信候補サブフレームの最終シンボル）以外の SC-FDMA シンボルに DMRS をマッピングする。
- [0126] 一方、基地局 100 は、端末 200 から送信される PUSCH に含まれる DMRS を用いてデータ信号を復調する。上述したように、NB-IoT 端末による PUSCH レピティションが行われるサブフレームの中に SRS 送信候補サブフレームが含まれる場合でも、NB-IoT 端末において DMRS はパンクチャされない。よって、基地局 100 は、受信した PUSCH について十分な数の DMRS シンボルを用いて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。
- [0127] また、図 12 では、所定数 (R' 個) の DMRS シンボルは連続してマッピングされるので、分割数 N 又はレピティション数 R' を適切に設定することで、シンボルレベル合成による DMRS の受信信号電力の改善効果が得られる。
- [0128] また、本実施の形態では、図 12 に示すように、DMRS が時間領域において分散的に配置されるので、チャネル変動への追従及び周波数誤差の補償が可能となる。よって、本実施の形態によれば、チャネル推定精度を向上することができる。
- [0129] また、図 12 では、PUSCH レピティションが行われた信号の先頭に、既知信号である DMRS が連続してマッピングされているので、基地局 100 は、周波数誤差推定又はタイミング検出を精度良く行うことができる。

- [0130] また、上述したように、NB-IoT端末においてDMRSのマッピングを制御することにより、DMRSをパンクチャすることを回避している。すなわち、本実施の形態によれば、基地局100において、既存のLTEシステムに対してSRSサブフレームの設定を変更する必要はない。
- [0131] 以上により、本実施の形態では、既存のLTEシステムへの影響を最小限に抑えつつ、NB-IoT端末に対する伝送品質を改善することができる。
- [0132] なお、本実施の形態では、一例として、DMRSレピティションをPUSCHレピティションの先頭から開始する場合について説明したが、DMRSレピティションの開始位置はPUSCHレピティションの先頭に限定されない。例えば、端末200は、DMRSレピティションの開始位置に、サブフレーム単位又はスロット単位のオフセットを加えてもよい。
- [0133] DMRSレピティションの開始位置にサブフレーム単位のオフセットを加える場合でも、 $N > R/7$ 又は $R' < 14$ の場合には、図12と同様、DMRSが1サブフレームの最終シンボルにマッピングされることはない。
- [0134] また、DMRSレピティションの開始位置にスロット単位のオフセット（オフセット値を Δ とする）を加える場合には、 $N > 2R/(14-\Delta)$ 又は $R' < 14-\Delta$ の場合には、DMRSが1サブフレームの最終シンボルにマッピングされることはない。
- [0135] （実施の形態3）
- 実施の形態1及び2では、NB-IoT端末がSRS送信候補サブフレームにおいて、14SC-FDMAシンボルの最終シンボルをパンクチャする場合を想定した。この場合、1リソースユニットあたりのサブフレーム数 X 及びレピティション回数 R とすると、NB-IoT端末は、PUSCHの送信区間中のSRS送信候補サブフレームの有無又はSRS送信候補サブフレームの数に依らず、 $(X \times R)$ サブフレームに渡ってPUSCHを送信する。
- [0136] つまり、PUSCHレピティションに必要な送信時間は一定である。しかし、実施の形態1及び2では、DMRSシンボルのパンクチャは回避されるものの、データシンボルはパンクチャされる。よって、特にレピティション回数が少な

い場合にはデータシンボルの欠落による特性の劣化が発生する可能性がある。

- [0137] そこで、本実施の形態では、PUSCHの送信区間中のSRS送信候補サブフレームの有無又はSRS送信候補サブフレームの数に依って、PUSCHレピティションに必要な送信時間が異なることを許容することにより、SRS送信候補サブフレームにおいて、DMRSシンボル及びデータシンボルがパンクチャされることを防ぐ方法について説明する。
- [0138] 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。
- [0139] 基地局100は、SRSリソース候補グループを設定するセル固有の上位レイヤ通知として、srs-SubframeConfigを端末200に通知する。また、基地局100は、NB-IoT用の帯域内のリソースユニットをNB-IoT端末である端末200に対して割り当てることにより通信を行う。
- [0140] また、基地局100は、NB-IoT端末に対するPUSCHの割当を決定する。PUSCHの割当情報には、NB-IoT端末に指示する周波数割当リソース情報、符号化方式及び変調方式に関する情報などが含まれる。PUSCHの割当情報は、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、NB-IoT用の下りリンク制御チャネルを用いて通知されてもよい。
- [0141] また、基地局100は、PUSCHの送受信よりも前に、レピティション回数(R)をNB-IoT端末に予め通知する。レピティション回数(R)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、NB-IoT用の下りリンク制御チャネルを用いて通知されてもよい。
- [0142] また、基地局100は、PUSCHの送受信よりも前に、NB-IoT端末がPUSCH送信に用いる送信サブキャリア数（例えば、1, 3, 6, 12サブキャリア）をNB-IoT端末に予め通知する。送信サブキャリア数は、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、NB-IoT用の下りリンク制御チャネルを用いて通知されてもよい。

- [0143] 端末200は、通知されるサブキャリア数に基づいて、リソースユニットあたりのサブフレーム数 X を決定する。例えば、送信サブキャリア数が1, 3, 6, 12の場合、端末200は、リソースユニットあたりのサブフレーム数 $X=8, 4, 2, 1$ にそれぞれ決定する。
- [0144] また、端末200は、基地局100から通知されたsrs-SubframeConfigに基づいて、SRS送信候補サブフレームを特定する。
- [0145] また、端末200は、基地局100から通知されたレピティション回数(R)分だけ、PUSCHをレピティション送信する。この際、端末200は、シンボル単位のレピティションを用いてPUSCHを送信する。PUSCHレピティション送信の際、端末200は、SRS送信候補サブフレーム内の14SC-FDMAシンボルのうち、SRSリソース候補に対応する最終シンボルにDMRS及びデータシンボルをマッピングしない。つまり、端末200は、SRS送信候補サブフレーム内の14SC-FDMAシンボルの最終シンボル以外のシンボルにDMRS及びデータシンボルをマッピングする。
- [0146] 換言すると、端末200は、SRS送信候補サブフレームの最終シンボルの分（PUSCH信号がマッピングされない分）、当該最終シンボル以降のPUSCH信号の送信を遅延させる。
- [0147] このように、端末200は、SRS送信候補サブフレームの最終シンボルでは信号（DMRS及びデータ）の送信を行わない。換言すると、端末200は、DMRSシンボル及びデータシンボルの何れもパンクチャしない。
- [0148] 図13は、 $X=1$ サブフレーム、 $R=4$ サブフレームの場合のPUSCHレピティションの様子を示す。また、図13では、srs-SubframeConfig=0、つまり、SRS送信候補サブフレームが1ms周期で存在する（図2を参照）。
- [0149] 図13に示すように、端末200は、1リソースユニット（ $X=1$ ）に含まれる各SC-FDMAシンボル単位でレピティションする。つまり、端末200は、図7と同様、同一の信号（DMRSシンボル又はデータシンボル）を含むSC-FDMAシンボルを連続してマッピングする。
- [0150] ただし、端末200は、SRS送信候補サブフレーム内の最終シンボル（SRS

リソース候補に対応するシンボル)では信号の送信を行わずに、当該SC-FDMAシンボル以降に送信されるSC-FDMAシンボルを1シンボル分遅延させる。

- [0151] これにより、図13に示すように、端末200においてDMRS及びデータシンボルが1サブフレームの最終シンボルにマッピングされることはない。すなわち、端末200は、既存のLTE端末がSRSを送信する可能性のある1サブフレーム(SRS送信候補サブフレーム)の最終シンボルでDMRS及びデータシンボルを送信しない。換言すると、端末200は、SRS送信候補サブフレームでDMRS及びデータシンボルをパンクチャすることがない。
- [0152] なお、PUSCHレピティション中のSRS送信候補サブフレームの数を N_{SRS} とすると、端末200は、 $(14 \times X \times R + N_{\text{SRS}})$ 個のSC-FDMAシンボルを用いてPUSCHレピティション送信を行う。つまり、端末200は、 $\text{ceiling}((14 \times X \times R + N_{\text{SRS}})/14)$ サブフレームを用いてPUSCHレピティション送信を行う。ここで、関数 $\text{ceiling}(x)$ は x に対して x 以上の最小の整数を返す天井関数を表す。例えば、図13では、 $X=1$ 、 $R=4$ 、 $N_{\text{SRS}}=4$ であるので、PUSCHレピティション送信において、4SC-FDMAシンボル分の遅延が発生し、5サブフレームが用いられる。
- [0153] このようにして、NB-IoT端末である端末200は、シンボル単位のPUSCHレピティションを行う場合に、実施の形態1と同様、LTE端末がSRSを送信する可能性があるSRSリソース候補に対応するSC-FDMAシンボル(SRS送信候補サブフレームの最終シンボル)以外のSC-FDMAシンボルにDMRS及びデータ信号をマッピングする。
- [0154] 一方、基地局100は、端末200から送信されるPUSCHに含まれるDMRSを用いてデータ信号を復調する。上述したように、NB-IoT端末によるPUSCHレピティションが行われるサブフレームの中にSRS送信候補サブフレームが含まれる場合、基地局100は、SRS送信候補サブフレームの最終シンボルにはNB-IoT端末からの信号がマッピングされず、1シンボル遅延して送信されていると判断する。
- [0155] これにより、DMRSのみでなく、データシンボルについても、端末200でのパンクチャによる欠落を回避することができる。よって、本実施の形態で

は、基地局 100 は、受信したPUSCHについてチャネル推定及び受信品質を向上することができる。よって、本実施の形態では、既存のLTEシステムへの影響を最小限に抑えつつ、NB-IoT端末に対する伝送品質を改善することができる。

[0156] なお、本実施の形態では、データ及びDMRSのSC-FDMAシンボルへのマッピング方法は任意である。また、本実施の形態では、実施の形態 1 又は 2 と異なり、データシンボルについてもパンクチャされないので、基地局 100 での受信品質がSRS送信候補サブフレームの数に依存しない。

[0157] 以上、本開示の各実施の形態について説明した。

[0158] なお、上記実施の形態において用いた、レピティション回数、パラメータXの値、分割数(N)、シンボルレピティション数(R')、srs-SubframeConfigで定義されるパラメータの値は一例であって、これらに限定されるものではない。

[0159] また、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。

[0160] 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。

[0161] 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。

[0162] 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。

- [0163] 本開示の端末は、データ信号及び復調用参照信号（DMRS）に対し、複数のサブフレームに渡ってシンボル単位で繰り返しマッピングするためのレピティションを行うレピティション部と、複数のサブフレームにおいて、レピティションされたDMRSを、上りリンクの受信品質の測定に用いられるサウンディング参照信号（SRS）がマッピングされるリソースの候補であるSRSリソース候補に対応するシンボル以外のシンボルにマッピングする信号割当部と、複数のサブフレームで、DMRS及びデータ信号を含む上りリンク信号を送信する送信部と、を具備する構成を採る。
- [0164] 本開示の端末において、信号割当部は、上りリンク信号に含まれる全てのDMRSを、複数のサブフレームの先頭シンボルから連続してマッピングし、SRSリソース候補に対応するシンボルにマッピングしたデータ信号をパンクチャする。
- [0165] 本開示の端末において信号割当部は、上りリンク信号に含まれる複数のDMRSを、所定数の連続するシンボル毎に分散してマッピングし、SRSリソース候補に対応するシンボルにマッピングしたデータ信号をパンクチャする。
- [0166] 本開示の端末において、信号割当部は、複数のサブフレームのうち、SRSリソース候補に対応するシンボル以外のシンボルにDMRS及びデータ信号をマッピングし、SRSリソース候補に対応するシンボルに上りリンク信号をマッピングしない。
- [0167] 本開示の送信方法は、データ信号及び復調用参照信号（DMRS）に対し、複数のサブフレームに渡ってシンボル単位で繰り返しマッピングするためのレピティションを行い、複数のサブフレームにおいて、レピティションされたDMRSを、上りリンクの受信品質の測定に用いられるサウンディング参照信号（SRS）がマッピングされるリソースの候補であるSRSリソース候補に対応するシンボル以外のシンボルにマッピングし、複数のサブフレームで、DMRS及びデータ信号を含む上りリンク信号を送信する。

[0168] 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

[0169] 100 基地局
200 端末
101, 206 制御部
102 制御信号生成部
103, 207 符号化部
104, 208 変調部
105, 213 信号割当部
106, 214 IFFT部
107, 215 CP付加部
108, 216 送信部
109, 201 アンテナ
110, 202 受信部
111, 203 CP除去部
112, 204 FFT部
113 合成部
114 デマッピング部
115 チャネル推定部
116 等化部
117 復調部
118 復号部
119 判定部
205 制御信号抽出部
209 DMRS生成部
210 多重部
211 DFT部
212 レピティション部