

明 細 書

発明の名称： 基地局装置、端末装置および通信方法

技術分野

[0001] 本発明は、基地局装置、端末装置および通信方法に関する。

本願は、2017年12月27日に日本に出願された特願2017-251430号について優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 2020年頃の商業サービス開始を目指し、第5世代移動無線通信システム（5Gシステム）に関する研究・開発活動が盛んに行なわれている。最近、国際標準化機関である国際電気通信連合 無線通信部門（International Telecommunication Union Radio communications Sector：ITU-R）より、5Gシステムの標準方式（International mobile telecommunication - 2020 and beyond：IMT-2020）に関するビジョン勧告が報告された（非特許文献1参照）。

[0003] 通信システムがデータトラフィックの急増に対処していく上で、周波数資源の確保は重要な課題である。そこで5Gでは、LTE（Long term evolution）で用いられた周波数バンド（周波数帯域）よりも高周波数帯を用いて大容量通信を実現することがターゲットの1つとなっている。

[0004] しかしながら、高周波数帯を用いる無線通信では、パスロスが問題となる。パスロスを補償するために、多数のアンテナによるビームフォーミングが有望な技術となっている（非特許文献2参照）。また、独立なビームフォーミングが設定された複数のアンテナ（アンテナパネル）を備え、該アンテナを適切に切り替えることにより、パスロスを補償することも考えられている。

[0005] また、下りリンク（基地局装置→端末装置）と上りリンク（端末装置→基地局装置）の伝搬路特性の双対性を活用することが期待されている。例えば、端末装置は下りリンクの信号受信に用いたビームフォーミングを用いて、

上りリンクの信号送信を行なうことで、効率的にビームフォーミングによるパスロス補償を行なうことができる。

- [0006] また、高速伝送を実現する上で、周波数帯域幅の拡大もまた必須である。LTEでは、複数のコンポーネントキャリアを束ねて通信を行なうキャリアアグリゲーションによって、広帯域化を実現し、伝送速度を増加させており、5Gでも、活用が期待されている。

先行技術文献

非特許文献

- [0007] 非特許文献1：“IMT Vision – Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond,” Recommendation ITU-R M.2083-0, Sept.2015.

非特許文献2：E. G. Larsson, O. Edfors, F. Tufvesson, and T. L. Marzetta, “Massive MIMO for next generation wireless system,” IEEE Communications Magazine, vol.52, no. 2, pp. 186-195, Feb. 2014.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0008] しかしながら、5Gにおいては、キャリアアグリゲーションによって束ねるキャリアコンポーネントは多岐にわたることが予想されている。基地局装置は端末装置を制御する上で、コンポーネントキャリア毎に制御することが基本となるが、ビームフォーミングを初めとして基地局装置が端末装置に設定すべき項目は多岐にわたり、キャリアアグリゲーションを実現する上で、オーバーヘッドの増大もまた、問題となる。
- [0009] 本発明の一態様はこのような事情を鑑みてなされたものであり、その目的は、複数のコンポーネントキャリアを束ねた広帯域伝送を実現する上で、オーバーヘッドの増大を抑えつつ、高効率なビームフォーミングを実現し、通信品質を安定させ、ひいては、周波数利用効率又はスループットを向上することが可能な基地局装置、端末装置及び通信方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0010] 上述した課題を解決するために本発明の一態様に係る基地局装置、端末装置及び通信方法の構成は、次の通りである。
- [0011] (1) すなわち、本発明の一態様に係る基地局装置は、端末装置と通信する基地局装置であって、第1のコンポーネントキャリアと第2のコンポーネントキャリアを用いて、下りリンク信号を送信する送信部と、少なくとも前記第2のコンポーネントキャリアで前記端末装置より送信される上りリンク信号を受信する受信部と、を備え、前記送信部は、前記上りリンク信号における空間関連情報を送信し、前記空間関連情報は、前記上りリンク信号を送信するための空間領域送信フィルタを示す情報であり、前記第2のコンポーネントキャリアにおける前記空間関連情報は、前記第1のコンポーネントキャリアを示す情報を含む。
- [0012] (2) また、本発明の一態様に係る基地局装置は、上記(1)に記載され、前記第2のコンポーネントキャリアにおける前記空間関連情報は、前記第1のコンポーネントキャリアで送信される同期信号又はチャネル状態情報参照信号又はサウンディング参照信号を示す情報を含む。
- [0013] (3) また、本発明の一態様に係る基地局装置は、上記(2)に記載され、前記上りリンク信号は、前記第2のコンポーネントキャリアで送信されるサウンディング参照信号である。
- [0014] (4) また、本発明の一態様に係る基地局装置は、上記(2)に記載され、前記上りリンク信号は、前記第2のコンポーネントキャリアで送信される上りリンク制御信号である。
- [0015] (5) また、本発明の一態様に係る基地局装置は、上記(1)に記載され、前記第2のコンポーネントキャリアにおける前記空間関連情報は、前記第1のコンポーネントキャリアのスロット設定を示す第1のスロット設定と、前記第2のコンポーネントキャリアのスロット設定を示す第2のスロット設定と、に関連付けられている。
- [0016] (6) また、本発明の一態様に係る基地局装置は、上記(5)に記載され

、前記第１のスロット設定と、前記第２のスロット設定が異なる設定である場合、前記第２のコンポーネントキャリアにおける前記空間関連情報は、前記第１のコンポーネントキャリアで送信される所定の信号を含む。

[0017] （７）また、本発明の一態様に係る端末装置は、基地局装置と通信する端末装置であって、第１のコンポーネントキャリアと第２のコンポーネントキャリアを用いて、下りリンク信号を受信する受信部と、前記第１のコンポーネントキャリアと前記第２のコンポーネントキャリアを用いて、上りリンク信号を送信する送信部と、を備え、前記受信部は、前記第２のコンポーネントキャリアにおける上りリンク信号に関連付けられた空間関連情報を受信し、前記空間関連情報は、前記第１のコンポーネントキャリアを示す情報を含み、前記送信部は、前記空間関連情報に基づいて、前記受信部が前記第１のコンポーネントキャリアに含まれる所定の信号を受信する際に設定した空間領域受信フィルタを用いて、前記第２のコンポーネントキャリアで送信する前記上りリンク信号に設定する空間領域送信フィルタを設定する。

[0018] （８）また、本発明の一態様に係る通信方法は、端末装置と通信する基地局装置の通信方法であって、第１のコンポーネントキャリアと第２のコンポーネントキャリアを用いて、下りリンク信号を送信するステップと、少なくとも前記第２のコンポーネントキャリアで前記端末装置より送信される上りリンク信号を受信するステップと、前記上りリンク信号における空間関連情報を送信するステップと、を備え、前記空間関連情報は、前記上りリンク信号を送信するための空間領域送信フィルタを示す情報であり、前記第２のコンポーネントキャリアにおける前記空間関連情報は、前記第１のコンポーネントキャリアを示す情報を含む。

発明の効果

[0019] 本発明の一態様によれば、オーバーヘッドの増大を抑えつつ、高効率なビームフォーミングを実現し、通信品質を安定させ、周波数利用効率又はスループットを向上することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]本実施形態に係る通信システムの例を示す図である。

[図2]本実施形態に係る基地局装置の構成例を示すブロック図である。

[図3]本実施形態に係る端末装置の構成例を示すブロック図である。

[図4]本実施形態に係る通信システムの例を示す図である。

[図5]本実施形態に係る通信システムの例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0021] 本実施形態における通信システムは、基地局装置（送信装置、セル、送信点、送信アンテナ群、送信アンテナポート群、コンポーネントキャリア、e Node B、送信ポイント、送受信ポイント、送信パネル、アクセスポイント）および端末装置（端末、移動端末、受信点、受信端末、受信装置、受信アンテナ群、受信アンテナポート群、UE、受信ポイント、受信パネル、ステーション）を備える。また端末装置と接続している（無線リンクを確立している）基地局装置をサービングセルと呼ぶ。

[0022] 本実施形態における基地局装置及び端末装置は、免許が必要な周波数帯域（ライセンスバンド）及び／又は免許不要の周波数帯域（アンライセンスバンド）で通信することができる。

[0023] 本実施形態において、“X／Y”は、“XまたはY”の意味を含む。本実施形態において、“X／Y”は、“XおよびY”の意味を含む。本実施形態において、“X／Y”は、“Xおよび／またはY”の意味を含む。

[0024] 図1は、本実施形態に係る通信システムの例を示す図である。図1に示すように、本実施形態における通信システムは、基地局装置1A、端末装置2Aを備える。また、カバレッジ1-1は、基地局装置1Aが端末装置と接続可能な範囲（通信エリア）である。また基地局装置1Aを単に基地局装置と呼ぶ。また端末装置2Aを単に端末装置とも呼ぶ。

[0025] 図1において、端末装置2Aから基地局装置1Aへの上りリンクの無線通信では、以下の上りリンク物理チャネルが用いられる。上りリンク物理チャネルは、上位層から出力された情報を送信するために使用される。

・PUCCH (Physical Uplink Control Channel)

- ・ P U S C H (Physical Uplink Shared Channel)
- ・ P R A C H (Physical Random Access Channel)

[0026] P U C C Hは、上りリンク制御情報 (Uplink Control Information: UCI) を送信するために用いられる。ここで、上りリンク制御情報は、下りリンクデータ (下りリンクトランスポートブロック、Downlink-Shared Channel: DL-SCH) に対する A C K (a positive acknowledgement) または N A C K (a negative acknowledgement) (A C K / N A C K) を含む。下りリンクデータに対する A C K / N A C K を、H A R Q - A C K、H A R Q フィードバックとも称する。

[0027] また、上りリンク制御情報は、下りリンクに対するチャネル状態情報 (Channel State Information: CSI) を含む。また、上りリンク制御情報は、上りリンク共用チャネル (Uplink-Shared Channel: UL-SCH) のリソースを要求するために用いられるスケジューリング要求 (Scheduling Request: SR) を含む。前記チャネル状態情報は、好適な空間多重数を指定するランク指標 R I (Rank Indicator)、好適なプレコードを指定するプレコーディング行列指標 P M I (Precoding Matrix Indicator)、好適な伝送レートを指定するチャネル品質指標 C Q I (Channel Quality Indicator)、好適な C S I - R S リソースを示す C S I - R S (Reference Signal、参照信号、チャネル状態情報参照信号) リソース指標 C R I (CSI-RS Resource Indicator) などが該当する。

[0028] 前記チャネル品質指標 C Q I は (以下、C Q I 値)、所定の帯域 (詳細は後述) における好適な変調方式 (例えば、Q P S K、1 6 Q A M、6 4 Q A M、2 5 6 Q A M など)、符号化率 (coding rate) とすることができる。C Q I 値は、前記変更方式や符号化率により定められたインデックス (CQI Index) とすることができる。前記 C Q I 値は、予め当該システムで定めたものを行うことができる。

[0029] 前記 C R I は、複数の C S I - R S リソースから受信電力 / 受信品質が好適な C S I - R S リソースを示す。

- [0030] なお、前記ランク指標、前記プレコーディング品質指標は、予めシステムで定めたものとしてすることができる。前記ランク指標や前記プレコーディング行列指標は、空間多重数やプレコーディング行列情報により定められたインデックスとすることができる。なお、前記CQI値、PMI値、RI値及びCRI値の一部又は全部をCSI値とも総称する。
- [0031] PUSCHは、上りリンクデータ（上りリンクトランスポートブロック、UL-SCH）を送信するために用いられる。また、PUSCHは、上りリンクデータと共に、ACK/NACKおよび／またはチャネル状態情報を送信するために用いられても良い。また、PUSCHは、上りリンク制御情報のみを送信するために用いられても良い。
- [0032] また、PUSCHは、RRCメッセージを送信するために用いられる。RRCメッセージは、無線リソース制御（Radio Resource Control: RRC）層において処理される情報／信号である。また、PUSCHは、MAC CE（Control Element）を送信するために用いられる。ここで、MAC CEは、媒体アクセス制御（MAC: Medium Access Control）層において処理（送信）される情報／信号である。
- [0033] 例えば、パワーヘッドルームは、MAC CEに含まれ、PUSCHを経由して報告されても良い。すなわち、MAC CEのフィールドが、パワーヘッドルームのレベルを示すために用いられても良い。
- [0034] PRACHは、ランダムアクセスプリアンプルを送信するために用いられる。
- [0035] また、上りリンクの無線通信では、上りリンク物理信号として上りリンク参照信号（Uplink Reference Signal: UL RS）が用いられる。上りリンク物理信号は、上位層から出力された情報を送信するためには使用されないが、物理層によって使用される。ここで、上りリンク参照信号には、DMRS（Demodulation Reference Signal）、SRS（Sounding Reference Signal）、PT-RS（Phase-Tracking reference signal）が含まれる。
- [0036] DMRSは、PUSCHまたはPUCCHの送信に関連する。例えば、基

地局装置 1 A は、PUSCH または PUCCH の伝搬路補正を行なうために DMRS を使用する。例えば、基地局装置 1 A は、上りリンクのチャネル状態を測定するために SRS を使用する。また SRS は上りリンクの観測（サウンディング）に用いられる。また PTRS は位相雑音を補償するために用いられる。なお、上りリンクの DMRS を上りリンク DMRS とも呼ぶ。

[0037] 図 1 において、基地局装置 1 A から端末装置 2 A への下りリンクの無線通信では、以下の下りリンク物理チャネルが用いられる。下りリンク物理チャネルは、上位層から出力された情報を送信するために使用される。

- ・ PBCH (Physical Broadcast Channel ; 報知チャネル)
- ・ PCFICH (Physical Control Format Indicator Channel ; 制御フォーマット指示チャネル)
- ・ PHICH (Physical Hybrid automatic repeat request Indicator Channel ; HARQ 指示チャネル)
- ・ PDCCH (Physical Downlink Control Channel ; 下りリンク制御チャネル)
- ・ EPDCCH (Enhanced Physical Downlink Control Channel ; 拡張下りリンク制御チャネル)
- ・ PDSCH (Physical Downlink Shared Channel ; 下りリンク共有チャネル)

[0038] PBCH は、端末装置で共通に用いられるマスターインフォメーションブロック (Master Information Block: MIB, Broadcast Channel: BCH) を報知するために用いられる。PCFICH は、PDCCH の送信に用いられる領域（例えば、OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing; 直交周波数分割多重) シンボルの数）を指示する情報を送信するために用いられる。なお、MIB は最小システムインフォメーションとも呼ぶ。

[0039] PHICH は、基地局装置 1 A が受信した上りリンクデータ（トランスポートブロック、コードワード）に対する ACK/NACK を送信するために用いられる。すなわち、PHICH は、上りリンクデータに対する ACK/

NACKを示すHARQインディケータ（HARQフィードバック）を送信するために用いられる。また、ACK/NACKは、HARQ-ACKとも呼称する。端末装置2Aは、受信したACK/NACKを上位レイヤに通知する。ACK/NACKは、正しく受信されたことを示すACK、正しく受信しなかったことを示すNACK、対応するデータがなかったことを示すDTXである。また、上りリンクデータに対するPICHが存在しない場合、端末装置2AはACKを上位レイヤに通知する。

[0040] PDCCHおよびEPDCCHは、下りリンク制御情報（Downlink Control Information: DCI）を送信するために用いられる。ここで、下りリンク制御情報の送信に対して、複数のDCIフォーマットが定義される。すなわち、下りリンク制御情報に対するフィールドがDCIフォーマットに定義され、情報ビットへマップされる。

[0041] 例えば、下りリンクに対するDCIフォーマットとして、1つのセルにおける1つのPDSCH（1つの下りリンクトランスポートブロックの送信）のスケジューリングに使用されるDCIフォーマット1Aが定義される。

[0042] 例えば、下りリンクに対するDCIフォーマットには、PDSCHのリソース割り当てに関する情報、PDSCHに対するMCS（Modulation and Coding Scheme）に関する情報、PUCCHに対するTPCコマンドなどの下りリンク制御情報が含まれる。ここで、下りリンクに対するDCIフォーマットを、下りリンクグラント（または、下りリンクアサインメント）とも称する。

[0043] また、例えば、上りリンクに対するDCIフォーマットとして、1つのセルにおける1つのPUSCH（1つの上りリンクトランスポートブロックの送信）のスケジューリングに使用されるDCIフォーマット0が定義される。

[0044] 例えば、上りリンクに対するDCIフォーマットには、PUSCHのリソース割り当てに関する情報、PUSCHに対するMCSに関する情報、PUSCHに対するTPCコマンドなど上りリンク制御情報が含まれる。上りリ

リンクに対するDCIフォーマットを、上りリンクグラント（または、上りリンクアサインメント）とも称する。

- [0045] また、上りリンクに対するDCIフォーマットは、下りリンクのチャネル状態情報（CSI；Channel State Information。受信品質情報とも称する。）を要求（CSI request）するために用いることができる。
- [0046] また、上りリンクに対するDCIフォーマットは、端末装置が基地局装置にフィードバックするチャネル状態情報報告（CSI feedback report）をマップする上りリンクリソースを示す設定のために用いることができる。例えば、チャネル状態情報報告は、定期的にチャネル状態情報（Periodic CSI）を報告する上りリンクリソースを示す設定のために用いることができる。チャネル状態情報報告は、定期的にチャネル状態情報を報告するモード設定（CSI report mode）のために用いることができる。
- [0047] 例えば、チャネル状態情報報告は、不定期なチャネル状態情報（Aperiodic CSI）を報告する上りリンクリソースを示す設定のために用いることができる。チャネル状態情報報告は、不定期的にチャネル状態情報を報告するモード設定（CSI report mode）のために用いることができる。
- [0048] 例えば、チャネル状態情報報告は、半永続的なチャネル状態情報（semi-persistent CSI）を報告する上りリンクリソースを示す設定のために用いることができる。チャネル状態情報報告は、半永続的にチャネル状態情報を報告するモード設定（CSI report mode）のために用いることができる。
- [0049] また、上りリンクに対するDCIフォーマットは、端末装置が基地局装置にフィードバックするチャネル状態情報報告の種類を示す設定のために用いることができる。チャネル状態情報報告の種類は、広帯域CSI（例えばWideband CQI）と狭帯域CSI（例えば、Subband CQI）などがある。
- [0050] 端末装置は、下りリンクアサインメントを用いてPDSCHのリソースがスケジュールされた場合、スケジュールされたPDSCHで下りリンクデータを受信する。また、端末装置は、上りリンクグラントを用いてPUSCHのリソースがスケジュールされた場合、スケジュールされたPUSCHで上

リリンクデータおよび／または上リリンク制御情報を送信する。

[0051] P D S C Hは、下リリンクデータ（下リリンクトランスポートブロック、D L-SCH）を送信するために用いられる。また、P D S C Hは、システムインフォメーションブロックタイプ1メッセージを送信するために用いられる。システムインフォメーションブロックタイプ1メッセージは、セルスペシフィック（セル固有）な情報である。

[0052] また、P D S C Hは、システムインフォメーションメッセージを送信するために用いられる。システムインフォメーションメッセージは、システムインフォメーションブロックタイプ1以外のシステムインフォメーションブロックXを含む。システムインフォメーションメッセージは、セルスペシフィック（セル固有）な情報である。

[0053] また、P D S C Hは、R R Cメッセージを送信するために用いられる。ここで、基地局装置から送信されるR R Cメッセージは、セル内における複数の端末装置に対して共通であっても良い。また、基地局装置1 Aから送信されるR R Cメッセージは、ある端末装置2 Aに対して専用のメッセージ（dedicated signalingとも称する）であっても良い。すなわち、ユーザ装置スペシフィック（ユーザ装置固有）な情報は、ある端末装置に対して専用のメッセージを使用して送信される。また、P D S C Hは、M A C C Eを送信するために用いられる。

[0054] ここで、R R Cメッセージおよび／またはM A C C Eを、上位層の信号（higher layer signaling）とも称する。

[0055] また、P D S C Hは、下リリンクのチャネル状態情報を要求するために用いることができる。また、P D S C Hは、端末装置が基地局装置にフィードバックするチャネル状態情報報告（CSI feedback report）をマップする上リリンクリソースを送信するために用いることができる。例えば、チャネル状態情報報告は、定期的にチャネル状態情報（Periodic CSI）を報告する上リリンクリソースを示す設定のために用いることができる。チャネル状態情報報告は、定期的にチャネル状態情報を報告するモード設定（CSI report mode）

のために用いることができる。

[0056] 下りリンクのチャネル状態情報報告の種類は広帯域CSI（例えばWideband CSI）と狭帯域CSI（例えば、Subband CSI）がある。広帯域CSIは、セルのシステム帯域に対して1つのチャネル状態情報を算出する。狭帯域CSIは、システム帯域を所定の単位に区分し、その区分に対して1つのチャネル状態情報を算出する。

[0057] また、下りリンクの無線通信では、下りリンク物理信号として同期信号（Synchronization signal: SS）、下りリンク参照信号（Downlink Reference Signal: DL RS）が用いられる。下りリンク物理信号は、上位層から出力された情報を送信するためには使用されないが、物理層によって使用される。なお、同期信号には、プライマリ同期信号（Primary Synchronization Signal: PSS）とセカンダリ同期信号（Secondary Synchronization Signal: SSS）がある。

[0058] 同期信号は、端末装置が、下りリンクの周波数領域および時間領域の同期を取るために用いられる。また、同期信号は受信電力、受信品質又は信号対干渉雑音電力比（Signal-to-Interference and Noise power Ratio: SINR）を測定するために用いられる。なお、同期信号で測定した受信電力をSS-RSRP（Synchronization Signal - Reference Signal Received Power）、同期信号で測定した受信品質をSS-RSRQ（Reference Signal Received Quality）、同期信号で測定したSINRをSS-SINRとも呼ぶ。なお、SS-RSRQはSS-RSRPとRSSIの比である。RSSI（Received Signal Strength Indicator）はある観測期間におけるトータルの平均受信電力である。また、同期信号／下りリンク参照信号は、端末装置が、下りリンク物理チャネルの伝搬路補正を行なうために用いられる。例えば、同期信号／下りリンク参照信号は、端末装置が、下りリンクのチャネル状態情報を算出するために用いられる。

[0059] ここで、下りリンク参照信号には、CRS（Cell-specific Reference Signal;セル固有参照信号）、DMRS（Demodulation Reference Signal;復調

参照信号)、NZP CSI-RS (Non-Zero Power Channel State Information - Reference Signal)、ZP CSI-RS (Zero Power Channel State Information - Reference Signal)、PT-RS、TRS (Tracking Reference Signal) が含まれる。なお、下りリンクのDMRSを下りリンクDMRSとも呼ぶ。なお、以降の実施形態で、単にCSI-RSといった場合、NZP CSI-RS及び／又はZP CSI-RSを含む。

[0060] CRSは、サブフレームの全帯域で送信され、PBCH/PDCCH/PCH/PCFICH/PDSCHの復調を行なうために用いられる。DMRSは、DMRSが関連するPDSCH/PBCH/PDCCH/EPDCCHの送信に用いられるサブフレームおよび帯域で送信され、DMRSが関連するPDSCH/PBCH/PDCCH/EPDCCHの復調を行なうために用いられる。

[0061] NZP CSI-RSのリソースは、基地局装置1Aによって設定される。例えば、端末装置2Aは、NZP CSI-RSを用いて信号の測定（チャネルの測定）を行なう。またNZP CSI-RSは、好適なビーム方向を探索するビーム走査やビーム方向の受信電力／受信品質が劣化した際にリカバリするビームリカバリ等に用いられる。ZP CSI-RSのリソースは、基地局装置1Aによって設定される。基地局装置1Aは、ZP CSI-RSをゼロ出力で送信する。例えば、端末装置2Aは、ZP CSI-RSが対応するリソースにおいて干渉の測定を行なう。

[0062] またCSI-RSは、受信電力、受信品質、又はSINRの測定に用いられる。CSI-RSで測定した受信電力をCSI-RSRP、CSI-RSで測定した受信品質をCSI-RSRQ、CSI-RSで測定したSINRをCSI-SINRとも呼ぶ。なお、CSI-RSRQは、CSI-RSRPとRSSIとの比である。

[0063] MBSFN (Multimedia Broadcast multicast service Single Frequency Network) RSは、PMCHの送信に用いられるサブフレームの全帯域で送信される。MBSFN RSは、PMCHの復調を行なうために用いられ

る。PMCHは、MBSFN RSの送信に用いられるアンテナポートで送信される。

[0064] ここで、下りリンク物理チャネルおよび下りリンク物理信号を総称して、下りリンク信号とも称する。また、上りリンク物理チャネルおよび上りリンク物理信号を総称して、上りリンク信号とも称する。また、下りリンク物理チャネルおよび上りリンク物理チャネルを総称して、物理チャネルとも称する。また、下りリンク物理信号および上りリンク物理信号を総称して、物理信号とも称する。

[0065] また、BCH、UL-SCHおよびDL-SCHは、トランスポートチャネルである。MAC層で用いられるチャネルを、トランスポートチャネルと称する。また、MAC層で用いられるトランスポートチャネルの単位を、トランスポートブロック (Transport Block: TB)、または、MAC PDU (Protocol Data Unit) とも称する。トランスポートブロックは、MAC層が物理層に渡す (deliverする) データの単位である。物理層において、トランスポートブロックはコードワードにマップされ、コードワード毎に符号化処理などが行なわれる。

[0066] また、キャリアアグリゲーション (CA; Carrier Aggregation) をサポートしている端末装置に対して、基地局装置は、より広帯域伝送のため複数のコンポーネントキャリア (CC; Component Carrier) を統合して通信することができる。キャリアアグリゲーションでは、1つのプライマリセル (PCell; Primary Cell) 及び1または複数のセカンダリセル (SCell; Secondary Cell) がサービングセルの集合として設定される。

[0067] また、デュアルコネクティビティ (DC; Dual Connectivity) では、サービングセルのグループとして、マスターセルグループ (MCG; Master Cell Group) とセカンダリセルグループ (SCG; Secondary Cell Group) が設定される。MCGはPCellとオプションで1又は複数のSCellから構成される。またSCGはプライマリSCell (PSCell) とオプションで1又は複数のSCellから構成される。

- [0068] 基地局装置は無線フレームを用いて通信することができる。無線フレームは複数のサブフレーム（サブ区間）から構成される。フレーム長を時間で表現する場合、例えば、無線フレーム長は10ミリ秒（ms）、サブフレーム長は1msとすることができる。この例では無線フレームは10個のサブフレームで構成される。
- [0069] またスロットは、14個のOFDMシンボルで構成される。OFDMシンボル長はサブキャリア間隔によって変わり得るため、サブキャリア間隔でスロット長も代わり得る。またミニスロットは、スロットよりも少ないOFDMシンボルで構成される。スロット／ミニスロットは、スケジューリング単位になることができる。なお端末装置は、スロットベーススケジューリング／ミニスロットベーススケジューリングは、最初の下りリンクDMRSの位置（配置）によって知ることができる。スロットベーススケジューリングでは、スロットの3番目又は4番目のシンボルに最初の下りリンクDMRSが配置される。またミニスロットベーススケジューリングでは、スケジューリングされたデータ（リソース、PDSCH）の最初のシンボルに最初の下りリンクDMRSが配置される。
- [0070] またリソースブロックは、12個の連続するサブキャリアで定義される。またリソースエレメントは、周波数領域のインデックス（例えばサブキャリアインデックス）と時間領域のインデックス（例えばOFDMシンボルインデックス）で定義される。リソースエレメントは、上りリンクリソースエレメント、下りリンクエレメント、フレキシブルリソースエレメント、予約されたリソースエレメントとして分類される。予約されたリソースエレメントでは、端末装置は、上りリンク信号を送信しないし、下りリンク信号を受信しない。
- [0071] また複数のサブキャリア間隔（Subcarrier spacing: SCS）がサポートされる。例えばSCSは、15／30／60／120／240／480 kHzである。
- [0072] 基地局装置／端末装置はライセンスバンド又はアンライセンスバンドで通

信することができる。基地局装置／端末装置は、ライセンスバンドがP C e l lとなり、アンライセンスバンドで動作する少なくとも1つのS C e l lとキャリアアグリゲーションで通信することができる。また、基地局装置／端末装置は、マスターセルグループがライセンスバンドで通信し、セカンダリセルグループがアンライセンスバンドで通信する、デュアルコネクティビティで通信することができる。また、基地局装置／端末装置は、アンライセンスバンドにおいて、P C e l lのみで通信することができる。また、基地局装置／端末装置は、アンライセンスバンドのみでC A又はD Cで通信することができる。なお、ライセンスバンドがP C e l lとなり、アンライセンスバンドのセル（S C e l l、P S C e l l）を、例えばC A、D Cなどでアシストして通信することを、L A A（Licensed-Assisted Access）とも呼ぶ。また、基地局装置／端末装置がアンライセンスバンドのみで通信することを、アンライセンススタンドアロンアクセス（U L S A ; Unlicensed-standalone access）とも呼ぶ。また、基地局装置／端末装置がライセンスバンドのみで通信することを、ライセンスアクセス（L A ; Licensed Access）とも呼ぶ。

[0073] 図2は、本実施形態における基地局装置の構成を示す概略ブロック図である。図2に示すように、基地局装置は、上位層処理部（上位層処理ステップ）101、制御部（制御ステップ）102、送信部（送信ステップ）103、受信部（受信ステップ）104と送受信アンテナ105、測定部（測定ステップ）106を含んで構成される。また、上位層処理部101は、無線リソース制御部（無線リソース制御ステップ）1011、スケジューリング部（スケジューリングステップ）1012を含んで構成される。また、送信部103は、符号化部（符号化ステップ）1031、変調部（変調ステップ）1032、下りリンク参照信号生成部（下りリンク参照信号生成ステップ）1033、多重部（多重ステップ）1034、無線送信部（無線送信ステップ）1035を含んで構成される。また、受信部104は、無線受信部（無線受信ステップ）1041、多重分離部（多重分離ステップ）1042、復

調部（復調ステップ）１０４３、復号部（復号ステップ）１０４４を含んで構成される。

- [0074] 上位層処理部１０１は、媒体アクセス制御（Medium Access Control: MAC）層、パケットデータ統合プロトコル（Packet Data Convergence Protocol: PDCP）層、無線リンク制御（Radio Link Control: RLC）層、無線リソース制御（Radio Resource Control: RRC）層の処理を行なう。また、上位層処理部１０１は、送信部１０３および受信部１０４の制御を行なうために必要な情報を生成し、制御部１０２に出力する。
- [0075] 上位層処理部１０１は、端末装置の機能（UE capability）等、端末装置に関する情報を端末装置から受信する。言い換えると、端末装置は、自身の機能を基地局装置に上位層の信号で送信する。
- [0076] なお、以下の説明において、端末装置に関する情報は、その端末装置が所定の機能をサポートするかどうかを示す情報、または、その端末装置が所定の機能に対する導入およびテストの完了を示す情報を含む。なお、以下の説明において、所定の機能をサポートするかどうかは、所定の機能に対する導入およびテストを完了しているかどうかを含む。
- [0077] 例えば、端末装置が所定の機能をサポートする場合、その端末装置はその所定の機能をサポートするかどうかを示す情報（パラメータ）を送信する。端末装置が所定の機能をサポートしない場合、その端末装置はその所定の機能をサポートするかどうかを示す情報（パラメータ）を送信しない。すなわち、その所定の機能をサポートするかどうかは、その所定の機能をサポートするかどうかを示す情報（パラメータ）を送信するかどうかによって通知される。なお、所定の機能をサポートするかどうかを示す情報（パラメータ）は、１または０の１ビットを用いて通知してもよい。
- [0078] 無線リソース制御部１０１１は、下りリンクのPD SCHに配置される下りリンクデータ（トランスポートブロック）、システムインフォメーション、RRCメッセージ、MAC CEなどを生成、又は上位ノードから取得する。無線リソース制御部１０１１は、下りリンクデータを送信部１０３に出

かし、他の情報を制御部 102 に出力する。また、無線リソース制御部 1011 は、端末装置の各種設定情報の管理をする。

[0079] スケジューリング部 1012 は、物理チャネル (PDSCH および PUSCH) を割り当てる周波数およびサブフレーム、物理チャネル (PDSCH および PUSCH) の符号化率および変調方式 (あるいは MCS) および送信電力などを決定する。スケジューリング部 1012 は、決定した情報を制御部 102 に出力する。

[0080] スケジューリング部 1012 は、スケジューリング結果に基づき、物理チャネル (PDSCH および PUSCH) のスケジューリングに用いられる情報を生成する。スケジューリング部 1012 は、生成した情報を制御部 102 に出力する。

[0081] 制御部 102 は、上位層処理部 101 から入力された情報に基づいて、送信部 103 および受信部 104 の制御を行なう制御信号を生成する。制御部 102 は、上位層処理部 101 から入力された情報に基づいて、下りリンク制御情報を生成し、送信部 103 に出力する。

[0082] 送信部 103 は、制御部 102 から入力された制御信号に従って、下りリンク参照信号を生成し、上位層処理部 101 から入力された HARQ インデキータ、下りリンク制御情報、および、下りリンクデータを、符号化および変調し、PHICH、PDCCH、EPDCCH、PDSCH、および下りリンク参照信号を多重して、送受信アンテナ 105 を介して端末装置 2A に信号を送信する。

[0083] 符号化部 1031 は、上位層処理部 101 から入力された HARQ インデキータ、下りリンク制御情報、および下りリンクデータを、ブロック符号化、畳み込み符号化、ターボ符号化、LDPC (低密度パリティチェック: Low density parity check) 符号化、Polar 符号化等の予め定められた符号化方式を用いて符号化を行なう、または無線リソース制御部 1011 が決定した符号化方式を用いて符号化を行なう。変調部 1032 は、符号化部 1031 から入力された符号化ビットを BPSK (Binary Phase Shift Keying)、

Q P S K (quadrature Phase Shift Keying)、1 6 Q A M (quadrature amplitude modulation)、6 4 Q A M、2 5 6 Q A M等の予め定められた、または無線リソース制御部 1 0 1 1 が決定した変調方式で変調する。

[0084] 下りリンク参照信号生成部 1 0 3 3 は、基地局装置 1 A を識別するための物理セル識別子 (P C I、セル I D) などを基に予め定められた規則で求める、端末装置 2 A が既知の系列を下りリンク参照信号として生成する。

[0085] 多重部 1 0 3 4 は、変調された各チャネルの変調シンボルと生成された下りリンク参照信号と下りリンク制御情報とを多重する。つまり、多重部 1 0 3 4 は、変調された各チャネルの変調シンボルと生成された下りリンク参照信号と下りリンク制御情報とをリソースエレメントに配置する。

[0086] 無線送信部 1 0 3 5 は、多重された変調シンボルなどを逆高速フーリエ変換 (Inverse Fast Fourier Transform: IFFT) して O F D M シンボルを生成し、O F D M シンボルにサイクリックプレフィックス (cyclic prefix: CP) を付加してベースバンドのデジタル信号を生成し、ベースバンドのデジタル信号をアナログ信号に変換し、フィルタリングにより余分な周波数成分を除去し、搬送周波数にアップコンバートし、電力増幅し、送受信アンテナ 1 0 5 に出力して送信する。

[0087] 受信部 1 0 4 は、制御部 1 0 2 から入力された制御信号に従って、送受信アンテナ 1 0 5 を介して端末装置 2 A から受信した受信信号を分離、復調、復号し、復号した情報を上位層処理部 1 0 1 に出力する。

[0088] 無線受信部 1 0 4 1 は、送受信アンテナ 1 0 5 を介して受信された上りリンクの信号を、ダウンコンバートによりベースバンド信号に変換し、不要な周波数成分を除去し、信号レベルが適切に維持されるように増幅レベルを制御し、受信された信号の同相成分および直交成分に基づいて、直交復調し、直交復調されたアナログ信号をデジタル信号に変換する。

[0089] 無線受信部 1 0 4 1 は、変換したデジタル信号から C P に相当する部分を除去する。無線受信部 1 0 4 1 は、C P を除去した信号に対して高速フーリエ変換 (Fast Fourier Transform: FFT) を行い、周波数領域の信号を抽出

し多重分離部1042に出力する。

[0090] 多重分離部1042は、無線受信部1041から入力された信号をPUCCH、PUSCH、上りリンク参照信号などの信号に分離する。なお、この分離は、予め基地局装置1Aが無線リソース制御部1011で決定し、各端末装置2Aに通知した上りリンクグラントに含まれる無線リソースの割り当て情報に基づいて行なわれる。

[0091] また、多重分離部1042は、PUCCHとPUSCHの伝搬路の補償を行なう。また、多重分離部1042は、上りリンク参照信号を分離する。

[0092] 復調部1043は、PUSCHを逆離散フーリエ変換 (Inverse Discrete Fourier Transform: IDFT) し、変調シンボルを取得し、PUCCHとPUSCHの変調シンボルそれぞれに対して、BPSK、QPSK、16QAM、64QAM、256QAM等の予め定められた、または自装置が端末装置2Aに上りリンクグラントで予め通知した変調方式を用いて受信信号の復調を行なう。

[0093] 復号部1044は、復調されたPUCCHとPUSCHの符号化ビットを、予め定められた符号化方式の、予め定められた、又は自装置が端末装置2Aに上りリンクグラントで予め通知した符号化率で復号を行ない、復号した上りリンクデータと、上りリンク制御情報を上位層処理部101へ出力する。PUSCHが再送信の場合は、復号部1044は、上位層処理部101から入力されるHARQバッファに保持している符号化ビットと、復調された符号化ビットを用いて復号を行なう。

[0094] 測定部106は、受信信号を観測し、RSRP/RSRQ/RSSIなどの様々な測定値を求める。また測定部106は、端末装置から送信されたSRSから受信電力、受信品質、好適なSRSリソースインデックスを求める。

[0095] 図3は、本実施形態における端末装置の構成を示す概略ブロック図である。図3に示すように、端末装置は、上位層処理部（上位層処理ステップ）201、制御部（制御ステップ）202、送信部（送信ステップ）203、受

信部（受信ステップ）２０４、測定部（測定ステップ）２０５と送受信アンテナ２０６を含んで構成される。また、上位層処理部２０１は、無線リソース制御部（無線リソース制御ステップ）２０１１、スケジューリング情報解釈部（スケジューリング情報解釈ステップ）２０１２を含んで構成される。また、送信部２０３は、符号化部（符号化ステップ）２０３１、変調部（変調ステップ）２０３２、上りリンク参照信号生成部（上りリンク参照信号生成ステップ）２０３３、多重部（多重ステップ）２０３４、無線送信部（無線送信ステップ）２０３５を含んで構成される。また、受信部２０４は、無線受信部（無線受信ステップ）２０４１、多重分離部（多重分離ステップ）２０４２、信号検出部（信号検出ステップ）２０４３を含んで構成される。

[0096] 上位層処理部２０１は、ユーザの操作等によって生成された上りリンクデータ（トランスポートブロック）を、送信部２０３に出力する。また、上位層処理部２０１は、媒体アクセス制御（Medium Access Control: MAC）層、パケットデータ統合プロトコル（Packet Data Convergence Protocol: PDCP）層、無線リンク制御（Radio Link Control: RLC）層、無線リソース制御（Radio Resource Control: RRC）層の処理を行なう。

[0097] 上位層処理部２０１は、自端末装置がサポートしている端末装置の機能を示す情報を、送信部２０３に出力する。

[0098] 無線リソース制御部２０１１は、自端末装置の各種設定情報の管理をする。また、無線リソース制御部２０１１は、上りリンクの各チャネルに配置される情報を生成し、送信部２０３に出力する。

[0099] 無線リソース制御部２０１１は、基地局装置から送信された設定情報を取得し、制御部２０２に出力する。

[0100] スケジューリング情報解釈部２０１２は、受信部２０４を介して受信した下りリンク制御情報を解釈し、スケジューリング情報を判定する。また、スケジューリング情報解釈部２０１２は、スケジューリング情報に基づき、受信部２０４、および送信部２０３の制御を行なうために制御情報を生成し、制御部２０２に出力する。

- [0101] 制御部202は、上位層処理部201から入力された情報に基づいて、受信部204、測定部205および送信部203の制御を行なう制御信号を生成する。制御部202は、生成した制御信号を受信部204、測定部205および送信部203に出力して受信部204、および送信部203の制御を行なう。
- [0102] 制御部202は、測定部205が生成したCSI/RSRP/RSRQ/RSSIを基地局装置に送信するように送信部203を制御する。
- [0103] 受信部204は、制御部202から入力された制御信号に従って、送受信アンテナ206を介して基地局装置から受信した受信信号を、分離、復調、復号し、復号した情報を上位層処理部201に出力する。
- [0104] 無線受信部2041は、送受信アンテナ206を介して受信した下りリンクの信号を、ダウンコンバートによりベースバンド信号に変換し、不要な周波数成分を除去し、信号レベルが適切に維持されるように増幅レベルを制御し、受信した信号の同相成分および直交成分に基づいて、直交復調し、直交復調されたアナログ信号をデジタル信号に変換する。
- [0105] また、無線受信部2041は、変換したデジタル信号からCPに相当する部分を除去し、CPを除去した信号に対して高速フーリエ変換を行い、周波数領域の信号を抽出する。
- [0106] 多重分離部2042は、抽出した信号をPHICH、PDCCH、EPDCCH、PDSCH、および下りリンク参照信号に、それぞれ分離する。また、多重分離部2042は、チャネル測定から得られた所望信号のチャネルの推定値に基づいて、PHICH、PDCCH、およびEPDCCHのチャネルの補償を行ない、下りリンク制御情報を検出し、制御部202に出力する。また、制御部202は、PDSCHおよび所望信号のチャネル推定値を信号検出部2043に出力する。
- [0107] 信号検出部2043は、PDSCH、チャネル推定値を用いて、信号検出し、上位層処理部201に出力する。
- [0108] 測定部205は、CSI測定、RRM (Radio Resource Management) 測定

、RLM (Radio Link Monitoring) 測定などの各種測定を行い、CSI/RSP/RSRQ/RSSIなどを求める。

- [0109] 送信部203は、制御部202から入力された制御信号に従って、上りリンク参照信号を生成し、上位層処理部201から入力された上りリンクデータ(トランスポートブロック)を符号化および変調し、PUCCH、PUSCH、および生成した上りリンク参照信号を多重し、送受信アンテナ206を介して基地局装置に送信する。
- [0110] 符号化部2031は、上位層処理部201から入力された上りリンク制御情報又は上りリンクデータを畳み込み符号化、ブロック符号化、ターボ符号化、LDPC符号化、Polar符号化等の符号化を行う。
- [0111] 変調部2032は、符号化部2031から入力された符号化ビットをBPSK、QPSK、16QAM、64QAM等の下りリンク制御情報で通知された変調方式または、チャネル毎に予め定められた変調方式で変調する。
- [0112] 上りリンク参照信号生成部2033は、基地局装置を識別するための物理セル識別子(physical cell identity: PCI、Cell IDなどと称される)、上りリンク参照信号を配置する帯域幅、上りリンクグラントで通知されたサイクリックシフト、DMRSシーケンスの生成に対するパラメータの値などを基に、予め定められた規則(式)で求まる系列を生成する。
- [0113] 多重部2034は、PUCCHとPUSCHの信号と生成した上りリンク参照信号を送信アンテナポート毎に多重する。つまり、多重部2034は、PUCCHとPUSCHの信号と生成した上りリンク参照信号を送信アンテナポート毎にリソースエレメントに配置する。
- [0114] 無線送信部2035は、多重された信号を逆高速フーリエ変換(Inverse Fast Fourier Transform: IFFT)して、OFDM方式の変調を行い、OFDMAシンボルを生成し、生成されたOFDMAシンボルにCPを付加し、ベースバンドのデジタル信号を生成し、ベースバンドのデジタル信号をアナログ信号に変換し、余分な周波数成分を除去し、アップコンバートにより搬送周波数に変換し、電力増幅し、送受信アンテナ206に出力して送信する。

。

[0115] なお、端末装置はOFDMA方式に限らず、SC-FDMA方式の変調を行うことができる。

[0116] 超高精細映像伝送など、超大容量通信が要求される場合、高周波数帯を活用した超広帯域伝送が望まれる。高周波数帯における伝送は、パスロスを補償することが必要であり、ビームフォーミングが重要となる。また、ある限定されたエリアに複数の端末装置が存在する環境において、各端末装置に対して超大容量通信が要求される場合、基地局装置を高密度に配置した超高密度ネットワーク (Ultra-dense network) が有効である。しかしながら、基地局装置を高密度に配置した場合、SNR (信号対雑音電力比 : Signal to noise power ratio) は大きく改善するものの、ビームフォーミングによる強い干渉が到来する可能性がある。従って、限定エリア内のあらゆる端末装置に対して、超大容量通信を実現するためには、ビームフォーミングを考慮した干渉制御 (回避、抑圧、除去)、及び／又は、複数の基地局の協調通信が必要となる。

[0117] 図4は、本実施形態に係る下りリンクの通信システムの例を示す。図4に示す通信システムは基地局装置3A、基地局装置5A、端末装置4Aを備える。端末装置4Aは、基地局装置3A及び／又は基地局装置5Aをサービングセルとすることができる。また基地局装置3A又は基地局装置5Aが多数のアンテナを備えている場合、多数のアンテナを複数のサブアレー (パネル、サブパネル) に分けることができ、サブアレー毎に送信／受信ビームフォーミングを適用できる。この場合、各サブアレーは通信装置を備えることができ、通信装置の構成は特に断りがない限り、図2で示した基地局装置構成と同様である。また端末装置4Aが複数のアンテナを備えている場合、端末装置4Aはビームフォーミングにより送信又は受信することができる。また、端末装置4Aが多数のアンテナを備えている場合、多数のアンテナを複数のサブアレー (パネル、サブパネル) に分けることができ、サブアレー毎に異なる送信／受信ビームフォーミングを適用できる。各サブアレーは通信装

置を備えることができ、通信装置の構成は特に断りがない限り、図3で示した端末装置構成と同様である。なお、基地局装置3A、基地局装置5Aを単に基地局装置とも呼ぶ。なお、端末装置4Aを単に端末装置とも呼ぶ。

- [0118] 基地局装置の好適な送信ビーム、端末装置の好適な受信ビームを決定するために、同期信号が用いられる。基地局装置は、PSS、PBCH、SSSで構成される同期信号ブロックを送信する。なお、基地局装置が設定する同期信号ブロックバーストセット周期内で、同期信号ブロックは、時間領域に1又は複数個送信され、各々の同期信号ブロックには、時間インデックスが設定される。端末装置は、同期信号ブロックバーストセット周期内で同じ時間インデックスの同期信号ブロックは、遅延スプレッド、ドップラースプレッド、ドップラースhift、平均利得、平均遅延、空間的な受信パラメータ、及び／又は空間的な送信パラメータが同じとみなせるような、ある程度同じ位置 (quasi co-located: QCL) から送信されたと見なしてよい。なお、空間的な受信パラメータは、例えば、チャネルの空間相関、到来角 (Angle of Arrival) などである。また空間的な送信パラメータは、例えば、チャネルの空間相関、送信角 (Angle of Departure) などである。つまり端末装置は、同期信号ブロックバーストセット周期内で同じ時間インデックスの同期信号ブロックは同じ送信ビームで送信され、異なる時間インデックスの同期信号ブロックは異なるビームで送信されたと想定することができる。従って、端末装置が同期信号ブロックバーストセット周期内の好適な同期信号ブロックの時間インデックスを示す情報を基地局装置に報告すれば、基地局装置は端末装置に好適な送信ビームを知ることができる。また、端末装置は、異なる同期信号ブロックバーストセット周期で同じ時間インデックスの同期信号ブロックを用いて端末装置に好適な受信ビームを求めることができる。このため、端末装置は、同期信号ブロックの時間インデックスと受信ビーム方向及び／又はサブアレーを関連付けることができる。なお、端末装置は、複数のサブアレーを備えている場合、異なるセルと接続するときは、異なるサブアレーを用いるとしてもよい。

- [0119] また、好適な基地局装置の送信ビームと好適な端末装置の受信ビームを決定するために、CSI-RSを用いることができる。基地局装置は、上位層の信号で設定情報を設定することができる。例えば、設定情報は、リソース設定、報告設定の一部又は全部を含む。
- [0120] リソース設定は、リソース設定ID、リソース設定タイプ、及び／又は、1又は複数のCSI-RSリソースセット設定を含む。リソース設定IDは、リソース設定を特定するために用いられる。リソース設定タイプは、リソース設定の時間領域の動作を示す。具体的には、リソース設定が非周期的 (aperiodic) にCSI-RSを送信する設定、周期的 (periodic) にCSI-RSを送信する設定、又は半永続的 (semi-persistent) にCSI-RSを送信する設定であることを示す。CSI-RSリソースセット設定は、CSI-RSリソースセット設定ID、及び／又は、1又は複数のCSI-RSリソース設定を含む。CSI-RSリソースセット設定IDは、CSI-RSリソースセット設定を特定するために用いられる。CSI-RSリソース設定は、CSI-RSリソース設定ID、リソース設定タイプ、アンテナポート数、CSI-RSリソースマッピング、CSI-RSとPDSCHの電力オフセットの一部又は全部を含む。CSI-RSリソース設定IDは、CSI-RSリソース設定を特定するために用いられ、CSI-RSリソース設定IDでCSI-RSリソースが関連付けられる。CSI-RSリソースマッピングは、スロット内のCSI-RSが配置されるリソースエレメント (OFDMシンボル、サブキャリア) を示す。
- [0121] リソース設定は、CSI測定又はRRM測定に用いられる。端末装置は、設定されたリソースでCSI-RSを受信し、CSI-RSからCSIを算出し、基地局装置に報告する。また、CSI-RSリソースセット設定が複数のCSI-RSリソース設定を含む場合、端末装置は、各々のCSI-RSリソースで同じ受信ビームでCSI-RSを受信し、CRIを計算する。例えば、CSI-RSリソースセット設定がK (Kは2以上の整数) 個のCSI-RSリソース設定を含む場合、CRIはK個のCSI-RSリソース

から好適なN個のCSI-RSリソースを示す。ただし、NはK未満の正の整数である。またCRIが複数のCSI-RSリソースを示す場合、どのCSI-RSリソースの品質が良いかを示すために、端末装置は各CSI-RSリソースで測定したCSI-RSRPを基地局装置に報告することができる。基地局装置は、複数設定したCSI-RSリソースで各々異なるビーム方向でCSI-RSをビームフォーミング（プリコーディング）して送信すれば、端末装置から報告されたCRIにより端末装置に好適な基地局装置の送信ビーム方向を知ることができる。一方、好適な端末装置の受信ビーム方向は、基地局装置の送信ビームが固定されたCSI-RSリソースを用いて決定できる。例えば、基地局装置は、あるCSI-RSリソースに対して、基地局装置の送信ビームが固定されているか否かを示す情報、及び／又は、送信ビームが固定されている期間を送信する。端末装置は、送信ビームが固定されているCSI-RSリソースにおいて、各々異なる受信ビーム方向で受信したCSI-RSから好適な受信ビーム方向を求めることができる。なお、端末装置は、好適な受信ビーム方向を決定した後、CSI-RSRPを報告してもよい。なお、端末装置が複数のサブアレーを備えている場合、端末装置は、好適な受信ビーム方向を求める際に、好適なサブアレーを選択することができる。なお、端末装置の好適な受信ビーム方向は、CRIと関連付けられても良い。また端末装置が複数のCRIを報告した場合、基地局装置は、各CRIと関連付けられたCSI-RSリソースで送信ビームを固定することができる。このとき、端末装置は、CRI毎に、好適な受信ビーム方向を決定することができる。例えば、基地局装置は下りリンク信号／チャネルとCRIを関連付けて送信することができる。このとき、端末装置は、CRIと関連付けられた受信ビームで受信しなければならない。また、設定された複数のCSI-RSリソースにおいて、異なる基地局装置がCSI-RSを送信することができる。この場合、CRIによりどの基地局装置からの通信品質が良いかをネットワーク側が知ることができる。また、端末装置が複数のサブアレーを備えている場合、同じタイミングで複数のサブアレー

で受信することができる。従って、基地局装置が下りリンク制御情報などで複数レイヤ（コードワード、トランスポートブロック）の各々にCRIを関連付けて送信すれば、端末装置は、各CRIに対応するサブアレー、受信ビームを用いて、複数レイヤを受信することができる。ただし、アナログビームを用いる場合、1つのサブアレーで同じタイミングで用いられる受信ビーム方向が1つであるとき、端末装置の1つのサブアレーに対応する2つのCRIが同時に設定された場合に、端末装置は複数の受信ビームで受信することができない可能性がある。この問題を回避するために、例えば、基地局装置は設定した複数のCSI-RSリソースをグループ分けし、グループ内は、同じサブアレーを用いてCRIを求める。またグループ間で異なるサブアレーを用いれば、基地局装置は同じタイミングで設定することができる複数のCRIを知ることができる。なお、CSI-RSリソースのグループは、CSI-RSリソースセットでもよい。なお、同じタイミングで設定できるCRIをQCLであるとしてもよい。このとき、端末装置は、QCL情報と関連付けてCRIを送信することができる。例えば、端末装置は、QCLであるCRIとQCLではないCRIを区別して報告すれば、基地局装置はQCLであるCRIは同じタイミングに設定せず、QCLではないCRIは同じタイミングに設定する、ことができる。また、基地局装置は、端末装置のサブアレー毎にCSIを要求してもよい。この場合、端末装置は、サブアレー毎にCSIを報告する。なお、端末装置は複数のCRIを基地局装置に報告する場合、QCLでないCRIのみを報告しても良い。

[0122] 報告設定は、CSI報告に関する設定であり、報告設定ID、報告設定タイプ、及び／又は報告値（量）を含む。報告設定IDは、報告設定を特定するために用いられる。報告値（量）は報告するCSI値（量）である。報告設定タイプは、報告設定が、非周期的（aperiodic）にCSI値（量）を報告する設定、周期的（periodic）にCSI値（量）を報告する設定、又は半永続的（semi-persistent）にCSI値（量）を報告する設定である。

[0123] また、好適な基地局装置の送信ビームを決定するために、所定のプリコー

ディング（ビームフォーミング）行列（ベクトル）の候補が規定されたコードブックが用いられる。基地局装置はCSI-RSを送信し、端末装置はコードブックの中から好適なプリコーディング（ビームフォーミング）行列を求め、PMIとして基地局装置に報告する。これにより、基地局装置は、端末装置にとって好適な送信ビーム方向を知ることができる。なお、コードブックにはアンテナポートを合成するプリコーディング（ビームフォーミング）行列と、アンテナポートを選択するプリコーディング（ビームフォーミング）行列がある。アンテナポートを選択するコードブックを用いる場合、基地局装置はアンテナポート毎に異なる送信ビーム方向を用いることができる。従って、端末装置がPMIとして好適なアンテナポートを報告すれば、基地局装置は好適な送信ビーム方向を知ることができる。なお、端末装置の好適な受信ビームは、CRIに関連付けられた受信ビーム方向でもよいし、再度好適な受信ビーム方向を決定しても良い。アンテナポートを選択するコードブックを用いる場合に、端末装置の好適な受信ビーム方向がCRIに関連付けられた受信ビーム方向とする場合、CSI-RSを受信する受信ビーム方向はCRIに関連付けられた受信ビーム方向で受信することが望ましい。なお、端末装置は、CRIに関連付けられた受信ビーム方向を用いる場合でも、PMIと受信ビーム方向を関連付けることができる。また、アンテナポートを選択するコードブックを用いる場合、各々のアンテナポートは異なる基地局装置（セル）から送信されても良い。この場合、端末装置がPMIを報告すれば、基地局装置はどの基地局装置（セル）との通信品質が好適かを知ることができる。なお、この場合、異なる基地局装置（セル）のアンテナポートはQCLではないとすることができる。

- [0124] 端末装置4Aは、サービングセルに加え、隣接セルからの干渉信号（隣接セル干渉）を受信する可能性がある。干渉信号は、隣接セルのPDSCH、PDCCH、又は参照信号である。この場合、端末装置における干渉信号の除去又は抑圧が有効である。干渉信号を除去又は抑圧する方式として、干渉信号のチャネルを推定して線形ウェイトにより抑圧するE-MMSE（Enhanced

ced - Minimum Mean Square Error)、干渉信号のレプリカを生成して除去する干渉キャンセラ、所望信号と干渉信号の送信信号候補を全探索して所望信号を検出するMLD (Maximum Likelihood Detection)、送信信号候補を削減してMLDよりも低演算量にしたR-MLD (Reduced complexity - MLD) などが適用できる。これらの方式を適用するためには、干渉信号のチャネル推定、干渉信号の復調、又は干渉信号の復号が必要となる。そのため、効率的に干渉信号を除去又は抑圧するために、端末装置は干渉信号(隣接セル)のパラメータを知る必要がある。そこで、基地局装置は、端末装置による干渉信号の除去又は抑圧を支援するために、干渉信号(隣接セル)のパラメータを含むアシスト情報を端末装置に送信(設定)することができる。アシスト情報は1又は複数設定される。アシスト情報は、例えば、物理セルID、仮想セルID、参照信号とPDSCHの電力比(電力オフセット)、参照信号のスクランブリングアイデンティティ、QCL情報(quasi co-location information)、CSI-RSリソース設定、CSI-RSアンテナポート数、サブキャリア間隔、リソース割当て粒度、リソース割当て情報、DMRS設定、DMRSアンテナポート番号、レイヤ数、TDD DL/UL構成、PMI、RI、変調方式、MCS (Modulation and coding scheme)の一部又は全部を含む。なお、仮想セルIDはセルに仮想的に割当てられたIDであり、物理セルIDは同じで仮想セルIDは異なるセルがあり得る。QCL情報は、所定のアンテナポート、所定の信号、又は所定のチャネルに対するQCLに関する情報である。2つのアンテナポートにおいて、一方のアンテナポート上のシンボルが搬送されるチャネルの長区間特性が、もう一方のアンテナポート上のシンボルが搬送されるチャネルから推測できる場合、それらのアンテナポートはQCLであると呼称される。長区間特性は、遅延スプレッド、ドップラースプレッド、ドップラースhift、平均利得、平均遅延、空間的な受信パラメータ、及び/又は空間的な送信パラメータを含む。すなわち、2つのアンテナポートがQCLである場合、端末装置はそれらのアンテナポートにおける長区間特性が同じであると見なすことができる。サブ

キャリア間隔は、干渉信号のサブキャリア間隔、又はそのバンドで使用する可能性のあるサブキャリア間隔の候補を示す。なお、アシスト情報に含まれるサブキャリア間隔とサービングセルとの通信で用いるサブキャリア間隔が異なる場合は、端末装置は干渉信号を除去又は抑圧しなくてもよい。そのバンドで使用する可能性のあるサブキャリア間隔の候補は、通常用いられるサブキャリア間隔を示しても良い。例えば、通常用いられるサブキャリア間隔には、高信頼・低遅延通信（緊急通信）に用いられるような低頻度のサブキャリア間隔は含まなくても良い。リソース割当て粒度は、プリコーディング（ビームフォーミング）が変わらないリソースブロック数を示す。DMRS設定は、PDSCHマッピングタイプ、DMRSの追加配置を示す。PDSCHマッピングタイプによってDMRSリソース割当ては変わる。例えば、PDSCHマッピングタイプAは、スロットの第3シンボルにDMRSはマッピングされる。また、例えば、PDSCHマッピングタイプBは割当てられたPDSCHリソースの最初のOFDMシンボルにマッピングされる。DMRSの追加配置は、追加のDMRS配置があるか否か、又は追加される配置を示す。なお、アシスト情報に含まれる一部又は全部のパラメータは上位層の信号で送信（設定）される。また、アシスト情報に含まれる一部又は全部のパラメータは下りリンク制御情報で送信される。また、アシスト情報に含まれる各々のパラメータが複数の候補を示す場合、端末装置は候補の中から好適なものをブラインド検出する。また、アシスト情報に含まれないパラメータは、端末装置がブラインド検出する。

- [0125] 端末装置は複数の受信ビーム方向を用いて通信する場合、受信ビーム方向によって、周囲の干渉状況は大きく変化する。例えば、ある受信ビーム方向では強かった干渉信号が別の受信ビーム方向では弱くなることもあり得る。強い干渉になる可能性が低いセルのアシスト情報は、意味がないだけではなく、強い干渉信号を受信しているか否かを判断する際に無駄な計算をしてしまう可能性がある。従って、上記アシスト情報は受信ビーム方向ごとに設定されることが望ましい。ただし、基地局装置は端末装置の受信方向を必ずし

も知らないため、受信ビーム方向に関連する情報とアシスト情報を関連付ければよい。例えば、端末装置は、C R I と受信ビーム方向を関連付けることができるため、基地局装置はC R I 毎に 1 又は複数のアシスト情報を送信（設定）することができる。また、端末装置は同期信号ブロックの時間インデックスと受信ビーム方向を関連付けることができるため、基地局装置は、同期信号ブロックの時間インデックスごとに 1 又は複数のアシスト情報を送信（設定）することができる。また、端末装置は、P M I （アンテナポート番号）と受信ビーム方向を関連付けることができるため、基地局装置はP M I （アンテナポート番号）毎に 1 又は複数のアシスト情報を送信（設定）することができる。また、端末装置が複数のサブアレーを備える場合、サブアレー毎に受信ビーム方向が変わる可能性が高いため、基地局装置は端末装置のサブアレーと関連するインデックス毎に 1 又は複数のアシスト情報を送信（設定）することができる。また、複数の基地局装置（送受信ポイント）と端末装置が通信する場合、端末装置は各々の基地局装置（送受信ポイント）と異なる受信ビーム方向で通信する可能性が高い。そのため、基地局装置は、基地局装置（送受信ポイント）を示す情報ごとに 1 又は複数のアシスト情報を送信（設定）する。基地局装置（送受信ポイント）を示す情報は、物理セル I D 又は仮想セル I D としてもよい。また、基地局装置（送受信ポイント）で異なる D M R S アンテナポート番号を用いる場合、D M R S アンテナポート番号や D M R S アンテナグループを示す情報が基地局装置（送受信ポイント）を示す情報となる。

[0126] なお、基地局装置がC R I 毎に設定するアシスト情報の数は、共通とすることができる。ここで、アシスト情報の数は、アシスト情報の種類や、各アシスト情報の要素数（例えば、セル I D の候補数）等を指す。また、基地局装置がC R I 毎に設定するアシスト情報の数は、最大値が設定され、基地局装置は該最大値の範囲内で該アシスト情報を各C R I に設定することができる。

[0127] なお、端末装置の受信ビーム方向が変わる場合、送信アンテナはQ C L で

はない可能性が高い。従って、上記アシスト情報はQCL情報と関連付けることができる。例えば、基地局装置が複数セルのアシスト情報を送信（設定）した場合、QCLであるセル（又はQCLでないセル）を端末装置に指示することができる。

[0128] なお、端末装置はサービングセルとの通信に用いるCRIと関連付けられているアシスト情報を用いて、干渉信号を除去又は抑圧する。

[0129] また基地局装置は、受信ビーム方向（CRI／同期信号ブロックの時間インデックス／PMI／アンテナポート番号／サブアレー）に関連付けられたアシスト情報と、受信ビーム方向（CRI／同期信号ブロックの時間インデックス／PMI／アンテナポート番号／サブアレー）に関連付けられないアシスト情報を設定しても良い。また、受信ビーム方向に関連付けられたアシスト情報と、受信ビーム方向に関連付けられないアシスト情報は、端末装置のケーパビリティやカテゴリで選択的に用いられても良い。端末装置のケーパビリティやカテゴリは、端末装置が受信ビームフォーミングをサポートしているか否かを示しても良い。また、受信ビーム方向に関連付けられたアシスト情報と、受信ビーム方向に関連付けられないアシスト情報は、周波数バンドで選択的に用いられても良い。例えば、基地局装置は、6GHzよりも低い周波数では、受信ビーム方向に関連付けられたアシスト情報を設定しない。また、例えば、基地局装置は、6GHzよりも高い周波数でのみ受信ビーム方向に関連付けられたアシスト情報を設定する。

[0130] なお、CRIはCSIリソースセット設定IDと関連付けられても良い。基地局装置は、CRIを端末装置に指示する場合、CSIリソースセット設定IDと共にCRIを指示してもよい。なお、CSIリソースセット設定IDが1つのCRI又は1つの受信ビーム方向と関連付けられる場合、基地局装置はCSIリソースセット設定ID毎にアシスト情報を設定してもよい。

[0131] 基地局装置は、端末装置の受信ビーム方向に関連する隣接セルを知るために、端末装置に隣接セル測定を要求する。隣接セル測定要求は、端末装置の受信ビーム方向に関連する情報とセルIDを含む。端末装置は、隣接セル測

定要求を受信した場合、隣接セルの $RSRP/RSRQ/RSSI$ を測定し、端末装置の受信ビーム方向に関連する情報と共に基地局装置に報告する。なお、端末装置の受信ビーム方向に関連する情報は、 $CR I$ 、同期信号ブロックの時間インデックス、端末装置のサブアレー、又は基地局装置（送受信ポイント）を示す情報である。

- [0132] また、端末装置が移動する場合、周囲の環境は時々刻々と変わる可能性がある。従って、端末装置は、所定のタイミングで周囲のチャネル状況、干渉状況などを観測し、基地局装置に報告することが望ましい。報告結果は、定期的な報告かイベントによる報告で報告される。定期的な報告の場合、端末装置は、定期的に同期信号又は $CSI-RS$ による $RSRP/RSRQ$ を測定して報告する。イベントによる報告の場合、イベントIDと報告に係る条件が関連付けられる。イベントIDは、例えば、次のようなものがあり、条件の計算に必要な閾値（必要な場合は、閾値1、閾値2）やオフセット値も設定される。イベントA1：サービングセルの測定結果が設定された閾値よりも良くなった場合。イベントA2：サービングセルの測定結果が設定された閾値よりも悪くなった場合。イベントA3：隣接セルの測定結果が $PCell/PSCell$ の測定結果よりも設定されたオフセット値以上に良くなった場合。イベントA4：隣接セルの測定結果が設定された閾値よりも良くなった場合。イベントA5： $PCell/PSCell$ の測定結果が設定された閾値1よりも悪くなり、隣接セルの測定結果が設定された閾値2よりも良くなった場合。イベントA6：隣接セルの測定結果が $SCell$ の測定結果よりも設定されたオフセット値以上に良くなった場合。イベントC1： $CSI-RS$ リソースでの測定結果が、設定された閾値よりも良くなった場合。イベントC2： $CSI-RS$ リソースでの測定結果が、設定された参照 $CSI-RS$ リソースでの測定結果よりもオフセット量以上に良くなった場合。イベントD1： $CR I$ とは異なる $CSI-RS$ リソースの測定結果が設定された閾値よりも良くなった場合。イベントD2： $CR I$ と関連する $CSI-RS$ リソースの測定結果が設定された閾値よりも悪くなった場合。イベン

ト D 3 : C R I と関連していない受信ビーム方向の測定結果が設定された閾値よりも良くなった場合。イベント D 4 : 同期に用いている S S ブロックインデックスの測定結果が設定された閾値よりも悪くなった場合。イベント D 5 : 同期に用いていない S S ブロックインデックスの測定結果が設定された閾値よりも悪くなった場合。イベント E 1 : 基地局装置がビームを決定してから経過した時間が、閾値を超えた場合。イベント E 2 : 端末装置がビームを決定してから経過した時間が、閾値を超えた場合。

[0133] 端末装置は、報告設定に基づいて報告する場合、測定結果として、S S - R S R P / S S - R S R Q / C S I - R S R P / C S I - R S R Q / R S S I を報告する。

[0134] 図 5 は、本実施形態に係る上りリンクの通信システムの例を示す。図 5 に示す通信システムは、基地局装置 7 A、基地局装置 9 A、端末装置 6 A を備える。端末装置 6 A は、基地局装置 7 A 及び／又は基地局装置 9 A をサービングセルとすることができる。また基地局装置 7 A 又は基地局装置 9 A が多数のアンテナを備えている場合、多数のアンテナを複数のサブアレー（パネル、サブパネル）に分けることができ、サブアレー毎に送信／受信ビームフォーミングを適用できる。この場合、各サブアレーは通信装置を備えることができ、通信装置の構成は特に断りがない限り、図 2 で示した基地局装置構成と同様である。また端末装置 6 A が複数のアンテナを備えている場合、端末装置 6 A はビームフォーミングにより送信又は受信することができる。また、端末装置 6 A が多数のアンテナを備えている場合、多数のアンテナを複数のサブアレー（パネル、サブパネル）に分けることができ、サブアレー毎に異なる送信／受信ビームフォーミングを適用できる。各サブアレーは通信装置を備えることができ、通信装置の構成は特に断りがない限り、図 3 で示した端末装置構成と同様である。なお、基地局装置 7 A、基地局装置 9 A を単に基地局装置とも呼ぶ。なお、端末装置 6 A を単に端末装置とも呼ぶ。

[0135] 上りリンクにおいて、端末装置の好適な送信ビームと基地局装置の好適な受信ビームを決定するために、S R S が用いられる。基地局装置は上位層の

信号でSRSに関する設定情報を送信（設定）することができる。設定情報は、1又は複数のSRSリソースセット設定を含む。SRSリソースセット設定は、SRSリソースセット設定ID、及び／又は、1又は複数のSRSリソース設定、を含む。SRSリソースセット設定IDは、SRSリソースセット設定を特定するために用いられる。SRSリソース設定は、SRSリソース設定ID、SRSアンテナポート数、SRS送信コーム（Comb）、SRSリソースマッピング、SRS周波数ホッピング、SRSリソース設定タイプ、を含む。SRSリソース設定IDは、SRSリソース設定を特定するために用いられる。SRS送信コームは、櫛の歯状スペクトルの周波数間隔及び周波数間隔内の位置（オフセット）を示す。SRSリソースマッピングは、スロット内でSRSが配置されるOFDMシンボル位置及びOFDMシンボル数を示す。SRS周波数ホッピングは、SRSの周波数ホッピングを示す情報である。SRSリソース設定タイプは、SRSリソース設定の時間領域での動作を示す。具体的には、SRSリソース設定が非周期的（aperiodic）にSRSを送信する設定、周期的（periodic）にSRSを送信する設定、又は半永続的（semi-persistent）にSRSを送信する設定であることを示す。

[0136] 端末装置は、複数のSRSリソースが設定された場合、各々のSRSリソースで異なる送信ビーム方向で送信すれば、基地局装置は好適なSRSリソースを判定できる。基地局装置は、そのSRSリソースを示す情報であるSRSリソース指標（SRS Resource Indicator: SRI）を端末装置に送信（指示）すれば、端末装置はそのSRSリソースで送信した送信ビーム方向が好適であると知ることができる。なお、基地局装置は、基地局装置の好適な受信ビームを求めるために、所定の期間同じ送信ビームで送信することを端末装置に要求することができる。端末装置は、基地局装置からの要求に従い、指示された期間、指示されたSRSリソースで、指示されたSRIで送信したものと同一送信ビーム方向で送信する。

[0137] 端末装置は、複数のサブアレーを備えている場合、複数の基地局装置（送

受信ポイント）と通信することができる。図5の例では、端末装置6 Aは、基地局装置7 A及び基地局装置9 Aをサービングセルとすることができる。この場合、端末装置6 Aにとって、基地局装置7 Aとの通信に好適な送信ビーム方向と基地局装置9 Aとの通信に好適な送信ビーム方向は異なる可能性が高い。従って、端末装置6 Aは異なるサブアレーで各々異なる送信ビーム方向で送信すれば、同じタイミングで基地局装置7 Aと基地局装置9 Aと通信することができる。

[0138] 端末装置は、あるSRSリソースにおいて、複数アンテナポートでSRSを送信する場合、各々のアンテナポートで異なる送信ビーム方向を用いることができる。この場合、基地局装置は好適なアンテナポート番号での送信を端末装置に指示すれば、端末装置は好適な送信ビーム方向を知ることができる。なお、基地局装置は、アンテナポートを選択するコードブックを用いて、端末装置に送信PMI（TPMI）を指示することもできる。基地局装置は、どのコードブックを参照するかを端末装置に指示することができる。端末装置は、指示されたコードブックを参照して、TPMIで示されたアンテナポート番号に対応する送信ビーム方向を用いることができる。

[0139] 端末装置は、複数のサブアレーを備える場合で、複数のサブアレーで同じタイミングで送信できる場合、サブアレー間で異なるアンテナポート番号を付けることができる。このとき、端末装置がサブアレーの異なるアンテナポートから送信ビームを用いてSRSを送信し、基地局装置からTPMIを受信すれば、端末装置は好適なサブアレー及び送信ビーム方向を知ることができる。従って、端末装置は、TPMIとサブアレー及び送信ビーム方向を関連付けることができる。

[0140] なお、端末装置が複数の基地局装置（送受信ポイント）と通信する場合、各々の基地局装置（送受信ポイント）に対して同じ信号（データ）を送信することができるし、異なる信号（データ）を送信することができる。端末装置が同じ信号（データ）を用いて複数の基地局装置（送受信ポイント）と通信する場合、複数の基地局装置（送受信ポイント）で受信した信号は、合成

することで受信品質を向上させることができるため、複数の基地局装置（送受信ポイント）で協調して受信処理をすることが望ましい。

[0141] 基地局装置はPUSCHのスケジューリングのためにDCIを用いることができる。端末装置が複数の基地局装置と通信する場合、各基地局装置がPUSCHのスケジューリングのためのDCIを送信することができる。DCIは、SRI及び／又はTPMIを含み、端末装置はその基地局装置にとって好適な送信ビームを知ることができる。また、端末装置が複数の基地局装置と通信する場合、1つの基地局装置からのDCIで複数の基地局装置にPUSCHを送信することができる。例えば、DCIは複数レイヤ（コードワード、トランスポートブロック）に対する制御情報が含まれていて、各レイヤに対してSRI及び／又はTPMIが指示（設定）されている場合、各レイヤは各基地局装置に好適な送信ビームで送信される。これにより、端末装置は、1つのDCIを受信した場合に、複数の基地局装置に対して、異なる信号（データ）を送信することができる。また、DCIは1レイヤの制御情報が含まれていて、1レイヤに対して複数のSRI及び／又はTPMIが指示（設定）されている場合、端末装置は異なる送信ビームを用いて1レイヤ（同じデータ）を送信する。これにより、端末装置は、1つのDCIを受信した場合に、複数の基地局装置に対して、同じ信号（データ）を送信することができる。

[0142] 端末装置が複数の基地局装置に対して、同じタイミングで送信する場合、各基地局装置は端末装置との間の通信品質を同じタイミングで知ることが望ましい。このため、基地局装置は、1つのDCIで複数のSRI及び各々のSRIに対応するSRSリソースを指示（トリガ）することができる。つまり、端末装置は、同じタイミングで各々のSRIに対応する送信ビーム方向でSRSを送信すれば、各基地局装置は同じタイミングで端末装置との間の通信品質を知ることができる。

[0143] 端末装置が備えるサブアレーが、同じタイミングで1つの送信ビーム方向のみを用いられる場合、複数の基地局装置に対して異なるサブアレーで同じ

タイミングで送信する。このとき、基地局装置から1つのDCIで2つのSRIが指示（設定）されたとき、2つのSRIが同じサブアレーに関連付けられている場合、端末装置は同じタイミングで2つのSRIに対応する送信が実行できない可能性がある。この問題を回避するために、例えば、基地局装置は複数のSRSリソースをグループ分けして設定し、グループ内は、同じサブアレーを用いてSRSを送信するように端末装置に要求することができる。またグループ間で異なるサブアレーを用いれば、基地局装置は同じタイミングで設定することができる複数のSRIを知ることができる。なお、SRSリソースのグループは、SRSリソースセットでもよい。なお、同じタイミングで設定できるSRS（SRSリソース）はQCLではないとしてもよい。このとき、端末装置は、QCL情報と関連付けてSRSを送信することができる。例えば、端末装置は、QCLであるSRSとQCLではないSRSを区別して送信すれば、基地局装置はQCLであるSRIは同じタイミングに設定せず、QCLではないSRIは同じタイミングに設定する、ことができる。また、基地局装置は、端末装置のサブアレー毎にSRSを要求してもよい。この場合、端末装置は、サブアレー毎にSRSを送信する。

[0144] なお、端末装置は、基地局装置より同じタイミングで送信することが出来ない2つのSRIが指示された場合、端末装置は、基地局装置に対して、再び送信ビーム選択を行なうビームリカバリの手続きを要求することができる。該ビームリカバリ手続きは、端末装置が基地局装置との間で送受信ビームのトラッキングが外れてしまい、通信品質が著しく低下した場合に行われる手続きであり、端末装置は、予め新たな接続先（基地局装置の送信ビーム）を取得している必要がある。本実施形態に係る端末装置は、送信ビーム自体は確保している状態であるが、同じタイミングで送信することが出来ない2つのSRIが設定されている状態を解消するために、ビームリカバリの手続きを用いることができる。

[0145] 本実施形態に係る端末装置は、独立なビームフォーミングが設定された複数のアンテナ（アンテナパネル）を備えることができる。本実施形態に係る

端末装置は、複数のアンテナパネルを用いることができる。当然、端末装置は、該複数のアンテナパネルを切り替えて用いることができるが、アンテナパネルの選択を適切に行わない場合、特に高周波伝送においては、伝送品質が著しく低下してしまう。そこで、端末装置は該アンテナに設定されるビームフォーミングを選択するために、基地局装置との間でビーム走査（探査）を行なうことができる。本実施形態に係る端末装置は、該ビーム走査を行なうために、SRSを送信することができる。

[0146] 本実施形態に係る基地局装置は、端末装置に対して、下りリンクと上りリンクの伝搬（チャネル）特性に関する双対性（関係性、相反性）を示す情報を通知することができる。伝搬特性に関する情報として、基地局装置はビーム対応（Beam Correspondence、空間関連（Spatial relation）、空間関連情報（Spatial relation information）、受信パラメータ）を示す情報を端末装置に通知することができる。ここで、ビーム対応は、端末装置が下りリンク信号を受信する際に用いる受信ビームフォーミング（空間領域受信フィルタ、受信重み、受信パラメータ、受信空間パラメータ）と、上りリンク信号を送信する際に用いる送信ビームフォーミング（空間領域送信フィルタ、送信重み、送信パラメータ、送信空間パラメータ）との間の関連性を示す情報を含む。

[0147] 基地局装置はビーム対応を端末装置が送信する信号毎に設定することができる。例えば、基地局装置は、端末装置が送信するSRSに対するビーム対応を示す情報を、端末装置に通知することができる。基地局装置は、端末装置に対してSRS空間関連情報（SRS-Spatial Relation Info）を通知することができる。該SRS空間関連情報が所定の信号（値、状態）を示す場合、端末装置は該所定の信号に関連付けられたビームフォーミングを用いて、SRSの送信を行なうことができる。例えば、SRS空間関連情報が同期信号（SSBおよびPBCH）を指定している場合、端末装置は、該同期信号を受信する際に用いた受信ビームフォーミングを用いてSRSを送信することができる。同様に、基地局装置は、端末装置が送信

する他の信号（例えば、PUCCH/PUSCH/RS/RACH等）や端末装置が受信する他の信号（例えば、PDCCH/PDSCH/RS）に関する空間関連情報を通知できる。すなわち、基地局装置は、第1の信号と第2の信号の空間関連情報を端末装置に通知できる。端末装置は第1の信号と第2の信号の空間関連情報を受信し、該空間関連情報が第1の信号と第2の信号との間で空間関連が保証されていることを認識した場合、第1の信号を受信した受信パラメータ（もしくは第1の信号を送信した送信パラメータ）を用いて、第2の信号を送信する（もしくは第2の信号を受信する）ことが可能となる。

[0148] 本実施形態に係る基地局装置は空間関連情報を、周波数間で設定することができる。例えば、基地局装置が端末装置に対して、Pcell（第1のコンポーネントキャリア）とScell（第2のコンポーネントキャリア）を設定している場合、基地局装置はPcellの信号と、Scellの信号との間の空間関連を設定することができる。基地局装置は、端末装置がScellで送信するSRSに対して、Pcellで受信した信号に対して空間関連が保証されているか否かを示す情報を端末装置に通知することができる。例えば、基地局装置は端末装置に対してScellのSRS空間関連情報として“Pcell SSB/PBCH”を設定することができる。この場合、端末装置はPcellで同期信号を受信した際に用いたビームフォーミングを、Scellで送信するSRSに対して、設定することができる。例えば、基地局装置は端末装置に対して、ScellのPUCCH/PUSCH空間関連情報として、“Pcell CSI-RS”を設定することができる。この場合、端末装置はPcellでCSI-RSを受信した際に用いたビームフォーミング（もしくは、PcellでフィードバックしたCRIを算出する際に設定したビームフォーミング）を、ScellのPUCCH/PUSCHの送信に対して、設定することができる。

[0149] なお、基地局装置がScellの空間関連情報を指定する方法は、上記の表現に限定されない。基地局装置は、Scellに対して設定する空間関連

情報で指定する信号（例えば、同期信号（SSB/PBCH）、CSI-RS、SRS）が送信されたコンポーネントキャリア（もしくはBandwidth part（BWP））を端末装置が識別可能な方法で、S cellの空間関連情報を指定することができる。そのため、基地局装置はS cellの空間関連情報を指定する際に、信号を指定する一方で、該信号に関連付けられた情報（例えば、BWP configuration、CC_Info等）も指定することができる。

[0150] なお、基地局装置がPUSCH/PUCCHが設定されていないコンポーネントキャリアにおいて、端末装置にSRSの送信を指示することは、端末装置は想定しない。しかし、端末装置がSRSの送信を想定していないS cellに対しても、本実施形態に係る基地局装置は、S cellにおけるビーム対応に関連付けられた情報を、端末装置に通知することができる。この指示により、端末装置は、PUSCH/PUCCHが指示されていないS cellにおいても、例えば、P cellの信号を指定したビーム対応に関連付けられた情報を取得することによって、S cellの受信ビームを設定することが可能となる。

[0151] 基地局装置は、P cellとS cellとの間の空間関連を端末装置に設定する場合に、先に説明したように、信号それぞれに対して個別に設定することができる一方で、包括的に設定することもできる。例えば、基地局装置は、端末装置に対して、P cellとS cellとの間の空間関連を設定することができる。例えば、基地局装置はS cellに関する空間関連情報として、P cellに対して空間関連が保証されていることを示す情報を端末装置に通知することができる。基地局装置は、S cell空間関連情報を定義し、S cell空間関連情報として“P cell”又はP cellのセルIDと設定することで、端末装置は、S cellの信号に対する空間関連として、P cellで設定されている空間関連と同じ想定を行なうことが可能となる。

[0152] また、基地局装置は、端末装置に対して、S cellにおける空間関連は、P cellにおける空間関連と同じであることを示す情報を、通知するこ

とができる。例えば、基地局装置はP c e l lにおいて、端末装置に対して、S R S空間関連がC S I－R Sに対して保証されていることを示している場合、基地局装置はS c e l lにおいても、端末装置のS R S空間関連がC S I－R Sに対して保証されていることを通知するために、端末装置に対して、S c e l lの空間関連の設定はP c e l lの空間関連と同じであると想定してよいことを示す情報を、端末装置に通知することができる。

[0153] また、基地局装置は、複数のS c e l l (Scell(s)) を端末装置に設定する場合、複数のS c e l lに対するビーム対応を、端末装置に設定することができる。例えば、基地局装置は、端末装置に対して、複数のS c e l lのそれぞれに対して、ビーム対応を設定する代わりに、端末装置が各S c e l lにおいて想定するビーム対応は、全てP c e l lにおいて想定するビーム対応と同じであることを、端末装置に通知することができる。当然、基地局装置は、P c e l lにおいて想定するビーム対応と同じ想定をおいてよいS c e l lを示す情報を、端末装置に通知することができる。

[0154] また、基地局装置は、P c e l lとS c e l lのビーム対応の関連付けにおいて、デフォルト設定 (Default configuration) 又はデフォルト状態を端末装置に設定することができる。基地局装置は、デフォルト設定として、S c e l lのビーム対応は、P c e l lと同じであることを端末装置に設定することができる。この場合、端末装置は、基地局装置から、何か別の設定が行われない場合、S c e l lのビーム対応は、P c e l lに設定されたビーム対応と同じと想定してS c e l lにおける通信を行なうことができる。

[0155] 本実施形態に係る基地局装置は空間関連情報をB a n d w i d t h p a r t (BWP) に対して設定することができる。本実施形態に係る基地局装置は、1つのコンポーネントキャリア内に、1ないし複数のBWPを設定することができる。基地局装置は、端末装置に対して、第1のBWPにおける所定の信号と、第2のBWPにおける所定の信号との間の空間関連を示す情報を通知することができる。例えば、基地局装置は、端末装置に対して、1つのコンポーネントキャリア内におけるBWP間には同じ空間関連が想定可能で

あることを通知することができる。この場合、端末装置は、通信を行なうBWPが変更されたり、またBWPの帯域幅が変更された場合でも、該BWPが属するコンポーネントキャリアに対して設定された空間関連を想定して、通信を行なうことが可能となる。

[0156] 基地局装置がP cellとS cellを設定しているコンポーネントキャリアにおける複信方式がTDD（時間分割複信）であった場合、基地局装置がP cellとS cellの各スロットに対する“下りリンク（D）”と“上りリンク（U）”と“Flexible（X）”の設定は、P cellとS cellのそれぞれに対して設定することができる。

[0157] 本実施形態に係る基地局装置は、各スロットにおける設定と、空間関連情報とを関連付けることができる。基地局装置は、P cellとS cellとの中のスロットの設定と空間関連情報とを関連付けることができる。例えば、基地局装置はP cellとS cellのスロットが所定の関係である場合における空間関連情報を設定することができる。基地局装置はP cellのスロット設定（第1のスロット設定）が‘D’であり、S cellのスロット設定（第2のスロット設定）が‘S’である場合に、S cellとP cellとの空間関連が同じであることを端末装置に設定することができる。この場合、端末装置は、同じビームフォーミングを用いて、P cellの下りリンク信号の受信と、S cellの上りリンク信号の送信を行なうことができる。言い換えると、本実施形態に係る端末装置は、P cellとS cellとの間で同じ空間関連が設定できない場合、P cellとS cellとで異なるスロットの設定がされないことも示唆している。端末装置は、P cellとS cellとで異なるスロットが設定されている場合、P cellとS cellとで、同じ空間関連が設定できることを想定して送信および受信処理を行なうことができる。

[0158] また、基地局装置は、P cellとS cellのスロットの設定が一致している場合に、端末装置に対して、P cellとS cellとで同じ空間関連が設定できる。端末装置は、P cellとS cellとでスロットの設定

が一致している場合、同じ空間関連が設定できることを想定して送信および受信処理を行なうことができる。当然、P c e l l と S c e l l とで全ての信号に対する空間関連が同じであると想定することもできるが、基地局装置は、個別の信号に対して、それぞれ空間関連を設定することができる。

[0159] なお、以上説明してきた空間関連を示す情報を基地局装置が端末装置に通知する方法は何かに限定されるものではない。例えば、基地局装置は上位レイヤのシグナリング（R R Cシグナリング）を用いて準静的に端末装置に空間関連を設定することができるし、D C Iを用いて動的に端末装置に空間関連を設定することができる。

[0160] 本発明の一態様に関わる装置で動作するプログラムは、本発明の一態様に関わる実施形態の機能を実現するように、C e n t r a l P r o c e s s i n g U n i t (C P U) 等を制御してコンピュータを機能させるプログラムであっても良い。プログラムあるいはプログラムによって取り扱われる情報は、一時的にR a n d o m A c c e s s M e m o r y (R A M) などの揮発性メモリあるいはフラッシュメモリなどの不揮発性メモリやH a r d D i s k D r i v e (H D D) 、あるいはその他の記憶装置システムに格納される。

[0161] 尚、本発明の一態様に関わる実施形態の機能を実現するためのプログラムをコンピュータが読み取り可能な記録媒体に記録しても良い。この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することによって実現しても良い。ここでいう「コンピュータシステム」とは、装置に内蔵されたコンピュータシステムであって、オペレーティングシステムや周辺機器等のハードウェアを含むものとする。また、「コンピュータが読み取り可能な記録媒体」とは、半導体記録媒体、光記録媒体、磁気記録媒体、短時間動的にプログラムを保持する媒体、あるいはコンピュータが読み取り可能なその他の記録媒体であっても良い。

[0162] また、上述した実施形態に用いた装置の各機能ブロック、または諸特徴は、電気回路、たとえば、集積回路あるいは複数の集積回路で実装または実行

され得る。本明細書で述べられた機能を実行するように設計された電気回路は、汎用用途プロセッサ、デジタルシグナルプロセッサ（DSP）、特定用途向け集積回路（ASIC）、フィールドプログラマブルゲートアレイ（FPGA）、またはその他のプログラマブル論理デバイス、ディスクリートゲートまたはトランジスタロジック、ディスクリートハードウェア部品、またはこれらを組み合わせたものを含んでよい。汎用用途プロセッサは、マイクロプロセッサであってもよいし、従来型のプロセッサ、コントローラ、マイクロコントローラ、またはステートマシンであっても良い。前述した電気回路は、デジタル回路で構成されていてもよいし、アナログ回路で構成されていてもよい。また、半導体技術の進歩により現在の集積回路に代替する集積回路化の技術が出現した場合、本発明の一又は複数の態様は当該技術による新たな集積回路を用いることも可能である。

[0163] なお、本願発明は上述の実施形態に限定されるものではない。実施形態では、装置の一例を記載したが、本願発明は、これに限定されるものではなく、屋内外に設置される据え置き型、または非可動型の電子機器、たとえば、AV機器、キッチン機器、掃除・洗濯機器、空調機器、オフィス機器、自動販売機、その他生活機器などの端末装置もしくは通信装置に適用出来る。

[0164] 以上、この発明の実施形態に関して図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。また、本発明の一態様は、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。また、上記各実施形態に記載された要素であり、同様の効果を奏する要素同士を置換した構成も含まれる。

産業上の利用可能性

[0165] 本発明の一態様は、基地局装置、端末装置および通信方法に用いて好適である。本発明の一態様は、例えば、通信システム、通信機器（例えば、携帯電話装置、基地局装置、無線LAN装置、或いはセンサーデバイス）、集積

回路（例えば、通信チップ）、又はプログラム等において、利用することができる。

符号の説明

[0166] 1 A、3 A、5 A、7 A、9 A 基地局装置

2 A、4 A、6 A 端末装置

1 0 1 上位層処理部

1 0 2 制御部

1 0 3 送信部

1 0 4 受信部

1 0 5 送受信アンテナ

1 0 6 測定部

1 0 1 1 無線リソース制御部

1 0 1 2 スケジューリング部

1 0 3 1 符号化部

1 0 3 2 変調部

1 0 3 3 下りリンク参照信号生成部

1 0 3 4 多重部

1 0 3 5 無線送信部

1 0 4 1 無線受信部

1 0 4 2 多重分離部

1 0 4 3 復調部

1 0 4 4 復号部

2 0 1 上位層処理部

2 0 2 制御部

2 0 3 送信部

2 0 4 受信部

2 0 5 測定部

2 0 6 送受信アンテナ

- 2 0 1 1 無線リソース制御部
- 2 0 1 2 スケジューリング情報解釈部
- 2 0 3 1 符号化部
- 2 0 3 2 変調部
- 2 0 3 3 上りリンク参照信号生成部
- 2 0 3 4 多重部
- 2 0 3 5 無線送信部
- 2 0 4 1 無線受信部
- 2 0 4 2 多重分離部
- 2 0 4 3 信号検出部