

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-137085

(P2020-137085A)

(43) 公開日 令和2年8月31日(2020.8.31)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 4 W 24/10 (2009.01)	HO 4 W 24/10	5 K O 6 7
HO 4 W 16/28 (2009.01)	HO 4 W 16/28	
HO 4 L 27/26 (2006.01)	HO 4 L 27/26 1 1 3	
	HO 4 L 27/26 1 1 4	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 44 頁)

(21) 出願番号 特願2019-32632 (P2019-32632)
(22) 出願日 平成31年2月26日 (2019.2.26)

(71) 出願人 000005049
シャープ株式会社
大阪府堺市堺区匠町 1 番地

最終頁に続く

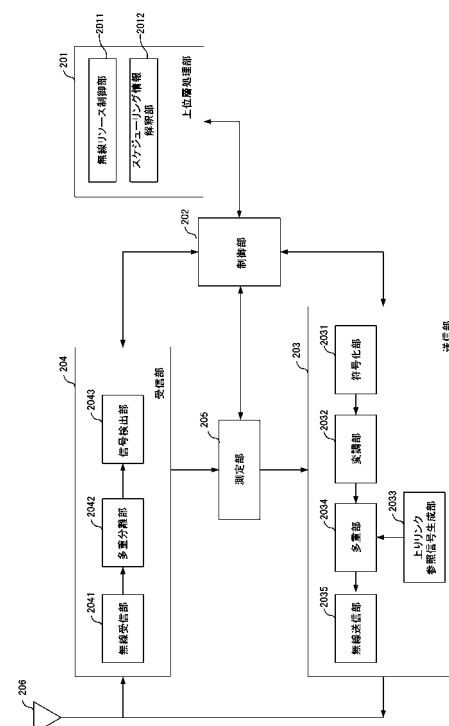
(54) 【発明の名称】 基地局装置、端末装置および通信方法

(57) 【要約】

【課題】 基地局装置が高精度な C S I を取得する際の端末装置からのフィードバックに係るオーバーヘッドを抑圧することにより、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。

【解決手段】 本発明の一態様に係る端末装置は、少なくとも1つのNZP C S I-RSを受信する受信部と、少なくとも1つのC S Iを含む信号を送信する送信部と、を備え、前記C S Iは少なくともR IとP M Iを含み、前記C S Iは更に前記P M Iを所定の次元に並べた行列に適用する基底を示す情報を含み、前記受信部は、前記基底の数を設定する第1の値を取得し、前記第1の値が所定の値を上回る場合、前記R Iの値を所定の値以下とする。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基地局装置と通信する端末装置であって、
少なくとも 1 つの N Z P C S I - R S を受信する受信部と、
少なくとも 1 つの C S I を含む信号を送信する送信部と、を備え、
前記 C S I は少なくとも R I と P M I を含み、
前記 C S I は更に前記 P M I を所定の次元に並べた行列に適用する基底を示す情報を含み、
前記受信部は、前記基底の数を設定する第 1 の値を取得し、
前記第 1 の値が所定の値を上回る場合、前記 R I の値を所定の値以下とする、端末装置 10

【請求項 2】

前記 R I の値が所定の値を上回る場合、前記第 1 の値以下の値となる第 2 の値によって、
前記基底の数を設定する、請求項 1 に記載の端末装置。

【請求項 3】

前記受信部は、前記所定の次元に並べる前記 P M I の数を示す第 3 の値を取得し、
前記第 3 の値が所定の値を上回る場合、前記 R I の値を所定の値以下とする、請求項 1
に記載の端末装置。

【請求項 4】

前記 R I の値が所定の値を上回る場合、前記第 3 の値以下の値となる第 4 の値によって 20
、前記所定の次元に並べる前記 P M I の数を設定する、請求項 3 に記載の端末装置。

【請求項 5】

端末装置と通信する基地局装置であって、
少なくとも 1 つの N Z P C S I - R S を送信する送信部と、
少なくとも 1 つの C S I を含む信号を送信する受信部と、を備え、
前記 C S I は少なくとも R I と P M I を含み、
前記 C S I は更に前記 P M I を所定の次元に並べた行列に適用する基底を示す情報を含み、
前記送信部は、前記基底の数を設定する第 1 の値を含む信号を送信し、
前記第 1 の値が所定の値を上回る場合、前記 R I の値を所定の値以下と想定する、基地 30
局装置。

【請求項 6】

基地局装置と通信する端末装置の通信方法であって、
少なくとも 1 つの N Z P C S I - R S を受信するステップと、
少なくとも 1 つの C S I を含む信号を送信するステップと、を備え、
前記 C S I は少なくとも R I と P M I を含み、
前記 C S I は更に前記 P M I を所定の次元に並べた行列に適用する基底を示す情報を含み、
更に、前記基底の数を設定する第 1 の値を取得するステップと、
前記第 1 の値が所定の値を上回る場合、前記 R I の値を所定の値以下とするステップと 40
、を備える通信方法。

【発明の詳細な説明】

【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。

【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 communic 50

ations Sector: ITU-R) より、5 G 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 5 G 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超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】

スループットを改善する上で、空間リソースを活用することが重要である。5 G システムにおいても、複数のアンテナを送信および受信に用いる多入力多出力 (Multiple-input Multiple-output: MIMO) 技術の活用が期待されている (非特許文献 2 参照)。また、基地局装置が、端末装置との間の伝搬路状態情報 (Channel state information: CSI) を把握することができれば、MIMO 技術の効率は、より一層高まる。

【0005】

基地局装置が CSI を取得する方法として、端末装置が測定した CSI を基地局装置にフィードバックすることが考えられる。例えば、基地局装置と端末装置とが、予め、伝搬路の状態を示すベクトルを複数備えたコードブックを共有し、端末装置が測定した CSI に最も近いベクトルを該コードブックから選択し、基地局装置にフィードバックすることで、基地局装置は伝搬路の状態を把握することが可能である。この場合、基地局装置が把握できる CSI の精度は、該コードブックの精度に依存し、簡単に考えると、該コードブックに記載されるベクトルの数に比例して、CSI の精度は増加する。

【0006】

また、高速伝送を実現する上では、送信信号の広帯域化が不可欠であるが、送信信号の広帯域化は、送信信号の時間長 (シンボル長) が短くすることに他ならない。そのため、遅延波に起因するシンボル間干渉が無視できなくなる。このことは、送信信号は周波数選択性を有する伝搬路を伝搬することを意味している。そのため、基地局装置が把握すべき CSI は、空間の情報に加えて、周波数変動を考慮した情報が必要となることを意味している。

【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】3GPP RP-181453, “Enhancement on MIMO for NR,” June 2018.

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

以上説明してきたように、基地局装置が取得できる CSI の精度は、端末装置が参照するコードブックの精度に大きく依存する。また、基地局装置は伝搬路の周波数選択性が考慮された CSI を取得することが、広帯域伝送の高効率化に不可欠である。しかしながら、このことは、高精度な CSI を基地局装置が取得するためには、端末装置からのフィードバックに係るオーバーヘッドが増加してしまうことを意味している。また、端末装置の移動や、周辺環境の変化に伴い、伝搬環境は時々刻々と変化してしまうが、フィードバックに係る遅延が増大してしまうと、基地局装置が取得する CSI が、伝搬環境の変化に追従できない問題がある。

【0009】

本発明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、基地局装置が高精度な CSI を取得する際の端末装置からのフィードバックに係るオーバーヘッドを抑圧す

ることにより、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の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端末装置は、基地局装置と通信する端末装置であって、少なくとも1つのNZP CSI-RSを受信する受信部と、少なくとも1つのCSIを含む信号を送信する送信部と、を備え、前記CSIは少なくともRIとPMIを含み、前記CSIは更に前記PMIを所定の次元に並べた行列に適用する基底を示す情報を含み、前記受信部は、前記基底の数を設定する第1の値を取得し、前記第1の値が所定の値を上回る場合、前記RIの値を所定の値以下とする。

10

【0012】

(2) また、本発明の一態様に係る端末装置は、上記(1)に記載され、前記RIの値が所定の値を上回る場合、前記第1の値以下の値となる第2の値によって、前記基底の数を設定する。

【0013】

(3) また、本発明の一態様に係る端末装置は、上記(1)に記載され、前記受信部は、前記所定の次元に並べる前記PMIの数を示す第3の値を取得し、前記第3の値が所定の値を上回る場合、前記RIの値を所定の値以下とする。

20

【0014】

(4) また、本発明の一態様に係る端末装置は、上記(3)に記載され、前記RIの値が所定の値を上回る場合、前記第3の値以下の値となる第4の値によって、前記所定の次元に並べる前記PMIの数を設定する。

【0015】

(5) また、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、少なくとも1つのNZP CSI-RSを送信する送信部と、少なくとも1つのCSIを含む信号を送信する受信部と、を備え、前記CSIは少なくともRIとPMIを含み、前記CSIは更に前記PMIを所定の次元に並べた行列に適用する基底を示す情報を含み、前記送信部は、前記基底の数を設定する第1の値を含む信号を送信し、前記第1の値が所定の値を上回る場合、前記RIの値を所定の値以下と想定する。

30

【0016】

(6) また、本発明の一態様に係る通信方法は、基地局装置と通信する端末装置の通信方法であって、少なくとも1つのNZP CSI-RSを受信するステップと、少なくとも1つのCSIを含む信号を送信するステップと、を備え、前記CSIは少なくともRIとPMIを含み、前記CSIは更に前記PMIを所定の次元に並べた行列に適用する基底を示す情報を含み、更に、前記基底の数を設定する第1の値を取得するステップと、前記第1の値が所定の値を上回る場合、前記RIの値を所定の値以下とするステップと、を備える。

40

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、基地局装置が高精度なCSIを取得する際の端末装置からのフィードバックに係るオーバーヘッドを抑圧することができるから、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】

【0018】

【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

50

【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】

【0019】

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、eNodeB、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。

10

【0020】

本実施形態における基地局装置及び端末装置を、総じて通信装置とも呼称する。本実施形態において基地局装置が実施する通信方法の少なくとも一部は、端末装置も実施することができる。同様に、本実施形態において端末装置が実施する通信方法の少なくとも一部は、基地局装置も実施することができる。

【0021】

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。

【0022】

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。

20

【0023】

[1. 第1の実施形態]

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、カバレージ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も呼ぶ。また端末装置2Aを単に端末装置とも呼ぶ。

【0024】

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。

30

- ・PUCCH (Physical Uplink Control Channel)
- ・PUSCH (Physical Uplink Shared Channel)
- ・PRACH (Physical Random Access Channel)

【0025】

PUCCH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ACK (a positive acknowledgement) またはNACK (a negative acknowledgement) (ACK/NACK) を含む。下りリンクデータに対するACK/NACKを、HARQ-ACK、HARQフィードバックとも称する。

40

【0026】

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RI (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PMI (Precoding Matrix Indicator)、好適な伝送レートを指定するチ

50

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) リソース指標 C R I (CSI-RS Resource Indicator)、C S I - R S 又は S S (Synchronization Signal; 同期信号) により測定された R S R P (Reference Signal Received Power) などが該当する。

【0027】

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用いることができる。

10

【0028】

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。

【0029】

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 C Q I 値、P M I 値、R I 値及び C R I 値の一部又は全部を C S I 値とも総称する。

【0030】

P U S C H 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、P U S C H は、上りリンクデータと共に、A C K / N A C K 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、P U S C H 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。

20

【0031】

また、P U 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。R R C 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、P U S C H は、M A C C E (Control Element) を送信するために用いられる。ここで、M A C C E 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。

【0032】

例えば、パワーヘッドルームは、M A C C E に含まれ、P U S C H を経由して報告されても良い。すなわち、M A C C E 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。

30

【0033】

P R A C H 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。

【0034】

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、D M R S (Demodulation Reference Signal)、S R S (Sounding Reference Signal)、P T - R S (Phase-Tracking reference signal) が含まれる。

40

【0035】

D M R S は、P U S C H または P U C C H の送信に関連する。例えば、基地局装置 1 A は、P U S C H または P U C C H の伝搬路補正を行なうために D M R S 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 S R S を使用する。また S R S は上りリンクの観測 (サウンディング) に用いられる。また P T - R S 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 D M R S を上りリンク D M R S とも呼ぶ。

【0036】

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

50

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。

- ・ P B C H (Physical Broadcast Channel; 報知チャネル)
- ・ P C F I C H (Physical Control Format Indicator Channel; 制御フォーマット指示チャネル)
- ・ P H I C H (Physical Hybrid automatic repeat request Indicator Channel; HARQ指示チャネル)
- ・ P D C C H (Physical Downlink Control Channel; 下りリンク制御チャネル)
- ・ E P D C C H (Enhanced Physical Downlink Control Channel; 拡張下りリンク制御チャネル)
- ・ P D S C H (Physical Downlink Shared Channel; 下りリンク共有チャネル)

10

【0037】

P B C H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。

P C F I C Hは、P D C C Hの送信に用いられる領域 (例えば、O F D M (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、M I Bは最小システムインフォメーションとも呼ぶ。

【0038】

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

20

【0039】

P D C C HおよびE P D C C H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D C I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D C Iフォーマットに定義され、情報ビットへマップされる。

30

【0040】

例えば、下りリンクに対するD C Iフォーマットとして、1つのセルにおける1つのP D S C H (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D C Iフォーマット1 Aが定義される。

【0041】

例えば、下りリンクに対するD C Iフォーマットには、P D S C Hのリソース割り当てに関する情報、P D S C Hに対するM C S (Modulation and Coding Scheme) に関する情報、P U C C Hに対するT P C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D C I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。

40

【0042】

また、例えば、上りリンクに対するD C Iフォーマットとして、1つのセルにおける1つのP U S C H (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D C Iフォーマット0が定義される。

【0043】

例えば、上りリンクに対するD C Iフォーマットには、P U S C Hのリソース割り当てに関する情報、P U S C Hに対するM C Sに関する情報、P U S C Hに対するT P Cコマ

50

ンドなど上りリンク制御情報が含まれる。上りリンクに対する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。

【0044】

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。

【0045】

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。

10

【0046】

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。

【0047】

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。なお、半永続的なCSI報告は、上位層の信号又は下りリンク制御情報でアクティベーションされてからデアクティベーションされる期間に、周期的にCSI報告ことである。

20

【0048】

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。

30

【0049】

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で上りリンクデータおよび／または上りリンク制御情報を送信する。

【0050】

PDSCH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、DL-SCH）を送信するために用いられる。また、PDSCH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。

40

【0051】

また、PDSCH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。

【0052】

また、PDSCHは、RRC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RRC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1Aから送信されるRRCメッセージは、ある端末装置

50

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、PDSCHは、MAC CEを送信するために用いられる。

【0053】

ここで、RRCメッセージおよび／またはMAC CEを、上位層の信号 (higher layer signaling) とも称する。

【0054】

また、PDSCHは、下り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、PDSCH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。

【0055】

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。

【0056】

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。

【0057】

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。

【0058】

ここで、下りリンク参照信号には、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。

【0059】

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/

P B C H / P D C C H / E P D C C H の復調を行なうために用いられる。

【0060】

N Z P C S I - R S のリソースは、基地局装置 1 A によって設定される。例えば、端末装置 2 A は、N Z P C S I - R S を用いて信号の測定（チャネルの測定）又は干渉の測定を行なう。また N Z P C S I - R S 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。Z P C S I - R S のリソースは、基地局装置 1 A によって設定される。基地局装置 1 A は、Z P C S I - R S をゼロ出力で送信する。例えば、端末装置 2 A は、Z P C S I - R S が対応するリソースにおいて干渉の測定を行なう。なお、Z P C S I - R S が対応する干渉測定するためのリソースを C S I - I M (Interference Measurement) リソースとも呼ぶ。

10

【0061】

基地局装置 1 A は、N Z P C S I - R S のリソースのために N Z P C S I - R S リソース設定を送信（設定）する。N Z P C S I - R S リソース設定は、1 又は複数の N Z P C S I - R S リソースマッピング、各々の N Z P C S I - R S リソースの C S I - R S リソース設定 I D、アンテナポート数の一部又は全部を含む。C S I - R S リソースマッピングは、C S I - R S リソースが配置されるスロット内の O F D M シンボル、サブキャリアを示す情報（例えばリソースエレメント）である。C S I - R S リソース設定 I D は、N Z P C S I - R S リソースを特定するために用いられる。

20

【0062】

基地局装置 1 A は、C S I - I M リソース設定を送信（設定）する。C S I - I M リソース設定は、1 又は複数の C S I - I M リソースマッピング、各々の C S I - I M リソースに対する C S I - I M リソース設定 I D を含む。C S I - I M リソースマッピングは、C S I - I M リソースが配置されるスロット内の O F D M シンボル、サブキャリアを示す情報（例えばリソースエレメント）である。C S I - I M リソース設定 I D は、C S I - I M 設定リソースを特定するために用いられる。

【0063】

また C S I - R S は、受信電力、受信品質、又は S I N R の測定に用いられる。C S I - R S で測定した受信電力を C S I - R S R P、C S I - R S で測定した受信品質を C S I - R S R Q、C S I - R S で測定した S I N R を C S I - S I N R と呼ぶ。なお、C S I - R S R Q は、C S I - R S R P と R S S I との比である。

30

【0064】

また C S I - R S は、定期的／非定期的／半永続的に送信される。

【0065】

C S I に関して、端末装置は上位層で設定される。例えば、C S I レポートの設定であるレポート設定、C S I を測定するためのリソースの設定であるリソース設定、C S I 測定のためにレポート設定とリソース設定をリンクさせる測定リンク設定がある。また、レポート設定、リソース設定及び測定リンク設定は、1 又は複数設定される。

【0066】

レポート設定は、レポート設定 I D、レポート設定タイプ、コードブック設定、C S I レポート量、C Q I テーブル、グループベースドビームレポーティング、レポート毎の C Q I 数、低ランクにおけるレポート毎の C Q I 数の一部又は全部を含む。レポート設定 I D はレポート設定を特定するために用いられる。レポート設定タイプは、定期的／非定期的／半永続的な C S I レポートを示す。C S I レポート量は、報告する量（値、タイプ）を示し、例えば C R I、R I、P M I、C Q I、又は R S R P の一部又は全部である。C Q I テーブルは、C Q I を計算するときの C Q I テーブルを指示する。グループベースドビームレポーティングは、O N / O F F（有効／無効）が設定される。レポート毎の C Q I 数は C S I レポート毎の C S I の最大数を示す。R I が 4 以下の場合におけるレポート毎の C Q I 数の最大数を示す。なお、低ランクにおけるレポート毎の C Q I 数は、レポート毎の C Q I 数が 2 のときに適用されてもよい。コードブック設定は、コードブックタイ

40

50

プ及びそのコードブックの設定を含む。コードブックタイプはタイプ1コードブック又はタイプ2コードブックを示す。また、コードブック設定は、タイプ1コードブック又はタイプ2コードブックの設定を含む。

【0067】

リソース設定は、リソース設定ID、同期信号ブロックリソース測定リスト、リソース設定タイプ、1又は複数のリソースセット設定の一部又は全部を含む。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。同期信号ブロックリソース設定リストは、同期信号を用いた測定が行われるリソースのリストである。リソース設定タイプは、CSI-RSが定期的、非定期的又は半永続的に送信されるかを示す。なお、半永続的にCSI-RSを送信する設定の場合、上位層の信号又は下りリンク制御情報でアクティベーションされてからデアクティベーションされるまでの期間に、周期的にCSI-RSが送信される。

10

【0068】

リソースセット設定は、リソースセット設定ID、リソース繰返し、1又は複数のCSI-RSリソースを示す情報の一部又は全部を含む。リソースセット設定IDは、リソースセット設定を特定するために用いられる。リソース繰返しは、リソースセット内で、リソース繰返しのON/OFFを示す。リソース繰返しがONの場合、基地局装置はリソースセット内の複数のCSI-RSリソースの各々で固定(同一)の送信ビームを用いることを意味する。言い換えると、リソース繰返しがONの場合、端末装置は基地局装置がリソースセット内の複数のCSI-RSリソースの各々で固定(同一)の送信ビームを用いていることを想定する。リソース繰返しがOFFの場合、基地局装置はリソースセット内の複数のCSI-RSリソースの各々で固定(同一)の送信ビームを用いないことを意味する。言い換えると、リソース繰返しがOFFの場合、端末装置は基地局装置がリソースセット内の複数のCSI-RSリソースの各々で固定(同一)の送信ビームを用いていないことを想定する。CSI-RSリソースを示す情報は、1又は複数のCSI-RSリソース設定ID、1又は複数のCSI-IMリソース設定IDを含む。

20

【0069】

測定リンク設定は、測定リンク設定ID、レポート設定ID、リソース設定IDの一部又は全部を含み、レポート設定とリソース設定がリンクされる。測定リンク設定IDは測定リンク設定を特定するために用いられる。

30

【0070】

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。

【0071】

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。

40

【0072】

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。

【0073】

50

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 (P C e l l ; Primary Cell) 及び1または複数のセカンダリセル (S C e l l ; Secondary Cell) がサービングセルの集合として設定される。

【0074】

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。M C G は P C e l l とオプションで1又は複数の S C e l l から構成される。また S C G はプライマリ S C e l l (P S C e l l) とオプションで1又は複数の S C e l l から構成される。

10

【0075】

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。

【0076】

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。

20

【0077】

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。

30

【0078】

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。

【0079】

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 などアシストして通信することを、L A A (Licensed-Assisted Access) と呼ぶ。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

40

50

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。

【0080】

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。

10

【0081】

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。

20

【0082】

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。

【0083】

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。

30

【0084】

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。

【0085】

無線リソース制御部1011は、下りリンクのPDSCH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に出力し、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。

40

【0086】

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。

【0087】

50

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。

【0088】

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。

【0089】

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 インディケータ、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。

【0090】

符号化部 1031 は、上位層処理部 101 から入力された HARQ インディケータ、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）、QPSK（quadrature Phase Shift Keying）、16QAM（quadrature amplitude modulation）、64QAM、256QAM 等の予め定められた、または無線リソース制御部 1011 が決定した変調方式で変調する。

【0091】

下りリンク参照信号生成部 1033 は、基地局装置 1A を識別するための物理セル識別子（PCI、セルID）などを基に予め定められた規則で求まる、端末装置 2A が既知の系列を下りリンク参照信号として生成する。

【0092】

多重部 1034 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 1034 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。

【0093】

無線送信部 1035 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 OFDM シンボルを生成し、OFDM 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 105 に出力して送信する。この時の送信電力は制御部 102 経由で設定された情報に基づく。

【0094】

受信部 104 は、制御部 102 から入力された制御信号に従って、送受信アンテナ 105 を介して端末装置 2A 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 101 に出力する。なお、受信部 104 はキャリアセンスを実施する機能（ステップ）も備える。

【0095】

無線受信部 1041 は、送受信アンテナ 105 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

10

20

30

40

50

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ィジタル信号に変換する。

【0096】

無線受信部1041は、変換したディジタル信号からCPに相当する部分を除去する。無線受信部1041は、CP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。

【0097】

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。

10

【0098】

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。

【0099】

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。

20

【0100】

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。

【0101】

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。

30

【0102】

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。

40

【0103】

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。

50

【0104】

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。

【0105】

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。

【0106】

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。

【0107】

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。

【0108】

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。

【0109】

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。

【0110】

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。なお、受信部204はキャリアセンスを実施する機能（ステップ）も備える。

【0111】

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。

【0112】

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。

【0113】

多重分離部2042は、抽出した信号をPHICH、PDSCH、EPDSCH、PD SCH、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、PDSCH、およびEPDSCH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、PD SCH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。

【0114】

信号検出部2043は、PD SCH、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。

【0115】

測定部205は、CSI測定、RRM（Radio Resource Management）測定、RLM（R

10

20

30

40

50

adio Link Monitoring) 測定などの各種測定を行い、CSI/RSRP/RSRQ/RS-SIなどを求める。

【0116】

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。

【0117】

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。 10

【0118】

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。

【0119】

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。 20

【0120】

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。

【0121】

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。 30

【0122】

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。

【0123】

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。 40

【0124】

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 50

局装置 3 A 及び／又は基地局装置 5 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 3 A 又は基地局装置 5 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 4 A が複数のアンテナを備えている場合、端末装置 4 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 4 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 3 A、基地局装置 5 A を単に基地局装置とも呼ぶ。なお、端末装置 4 A を単に端末装置とも呼ぶ。

10

【0125】

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（SS block、SSB）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、チャンネルの空間相関、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、チャンネルの空間相関、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。

20

30

【0126】

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。

【0127】

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

40

50

と P D S C H の電力オフセットの一部又は全部を含む。C S I - R S リソース設定 I D は、C S I - R S リソース設定を特定するために用いられ、C S I - R S リソース設定 I D で C S I - R S リソースが関連付けられる。C S I - R S リソースマッピングは、スロット内の C S I - R S が配置されるリソースエレメント (O F D M シンボル、サブキャリア) を示す。

【 0 1 2 8 】

リソース設定は、C S I 測定又は R R M 測定に用いられる。端末装置は、設定されたリソースで C S I - R S を受信し、C S I - R S から C S I を算出し、基地局装置に報告する。また、C S I - R S リソースセット設定が複数の C S I - R S リソース設定を含む場合、端末装置は、各々の C S I - R S リソースで同じ受信ビームで C S I - R S を受信し、C R I を計算する。例えば、C S I - R S リソースセット設定が K (K は 2 以上の整数) 個の C S I - R S リソース設定を含む場合、C R I は K 個の C S I - R S リソースから好適な N 個の C S I - R S 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 C R I が複数の C S I - R S リソースを示す場合、どの C S I - R S リソースの品質が良いかを示すために、端末装置は各 C S I - R S リソースで測定した C S I - R S R P 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 C S I - R S リソースで各々異なるビーム方向で C S I - R S 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 C R I 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 C S I - R S リソースを用いて決定できる。例えば、基地局装置は、ある C S I - R S 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 C S I - R S 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 C S I - R S 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、C S I - R S R P 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、C R I と関連付けられても良い。また端末装置が複数の C R I を報告した場合、基地局装置は、各 C R I と関連付けられた C S I - R S 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、C R I 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／チャンネルと C R I 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、C R I 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 C S I - R S リソースにおいて、異なる基地局装置が C S I - R S を送信することができる。この場合、C R I 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 C R I を関連付けて送信すれば、端末装置は、各 C R I 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 C R I 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 C S I - R S 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 C R I 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 C R I を知ることができる。なお、C S I - R S リソースのグループは、C S I - R S 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 C R I を Q C L であるとしてもよい。このとき、端末装置は、Q C L 情報と関連付けて C R I を送信することができる。例えば、端末装置は、Q C L である C R I と Q C L ではない C R I を区別して報告すれば、基地局装置は Q C L である C R I は同じタイミングに設定せず、Q C L で

10

20

30

40

50

はないC R I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C S Iを要求してもよい。この場合、端末装置は、サブアレー毎にC S Iを報告する。なお、端末装置は複数のC R Iを基地局装置に報告する場合、Q C LでないC R Iのみを報告しても良い。

【0129】

報告設定は、C S I報告に関する設定であり、報告設定I D、報告設定タイプ、及び／又は報告値（量）を含む。報告設定I D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C S I値（量）である。報告設定タイプは、報告設定が、非周期的（aperiodic）にC S I値（量）を報告する設定、周期的（periodic）にC S I値（量）を報告する設定、又は半永続的（semi-persistent）にC S I値（量）を報告する設定である。

10

【0130】

非周期的もしくは半永続的にC S Iを報告する場合、基地局装置は端末装置に対して、当該C S Iの報告を開始させるトリガ（トリガ情報）を送信する。該トリガは、D C Iであることが出来るし、上位レイヤのシグナリングであることができる。

【0131】

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C S I－R S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、P M I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P M I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、C R I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C R Iに関連付けられた受信ビーム方向とする場合、C S I－R Sを受信する受信ビーム方向はC R I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、C R Iに関連付けられた受信ビーム方向を用いる場合でも、P M Iと受信ビーム方向に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P M I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Q C Lではないとすることができる。

20

30

【0132】

P U S C HでC S Iが報告される場合、又はP U C C HでサブバンドC S Iが報告される場合、C S Iは2つのパートに分割されて報告される。また、C S I報告は、タイプ1 C S I報告とタイプ2 C S I報告がある。タイプ1 C S I報告では、タイプ1コードブックに基づくC S I（タイプ1 C S Iとも呼ぶ）が報告される。タイプ2 C S I報告では、タイプ2コードブックに基づくC S I（タイプ2 C S Iとも呼ぶ）が報告される。また、2つのパートを第1のパート（パート1、C S Iパート1）、第2のパート（パート2、C S Iパート2）とも呼ぶ。なお、第1のパートは第2のパートよりもC S I報告の優先度は高い。例えば、R Iが4以下の場合、第1のパートは第1のR Iと第2のR Iの合計（又は第2のR I）、第2のC R I、第1のC R I及び第2のC R Iに基づくC Q I（又は第2のC Q I）の一部又は全部を含む。第2のパートは第1のC R I、第1のR I、第1のC Q I、第1のP M I、第2のP M Iの一部又は全部を含む。R Iが4よりも大きい場合、第1のパートは、第1のR Iと第2のR Iの合計（又は第2のR I）、第2のC R

40

50

I、第2のCQIの一部又は全部を含む。第2のパートは、第1のCRI、第1のRI、第1のCQI、第1のPMI、第2のPMIの一部又は全部を含む。なお、CSIを3つに分割しても良い。3つ目のパートを第3のパート（パート3、CSIパート3）とも呼ぶ。第3のパートは第2のパートよりも優先度は低い。このとき、第1のパートは第1のRIと第2のRIの合計（又は第2のRI）、第2のCRI、第1のCRI及び第2のCRIに基づくCQI（又は第2のCQI）の一部又は全部を含む。第2のパートは第1のCRI、第1のRI、第1のCQIの一部又は全部を含む。第3のパートは、第1のPMI、第2のPMIの一部又は全部を含む。

【0133】

なお、端末装置は、第1のCRIに基づくCSIと第2のCRIに基づくCSIの各々で2つのパートに分割して報告しても良い。なお、第1のCRIに基づくCSIの2つのパートを第1のパート1、第1のパート2とも呼ぶ。また、第2のCRIに基づくCSIの2つのパートを第2のパート1、第2のパート2とも呼ぶ。なお、第1のパート1は、第1のCRI、第1のRI、第1のCQIの一部又は全部を含む。また、第1のパート2は、第1のPMIを含む。また、第2のパート1は、第2のCRI、第2のRI、第2のCQIの一部又は全部を含む。また、第2のパート2は、第2のPMIを含む。なお、CSIの優先度は、第2のパート1、第1のパート1、第2のパート2、第1のパート2の順に高く設定することができる。このとき、端末装置は第2のCRI及び第1のCRIで長周期（変化の少ない）なCSIを報告することになり、基地局装置及び端末装置は第1のCRI及び第2のCRIに関する最低限のパラメータを用いて通信することができる。また、CSIの優先度は、第2のパート1、第2のパート2、第1のパート1、第1のパート2の順に高く設定することができる。このとき、端末装置は第2のCRIにおける完全なCSIを優先的に報告することで、基地局装置及び端末装置は第2のCRIに関する詳細なパラメータを用いて通信することができる。

【0134】

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PD SCH、PDC CH、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 - 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PD SCH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、ドップラーシフト、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を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、PD SCHマッピングタイプ、DMRSの追加配置を示す。PD SCH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、PD SCH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、PD SCHマッピングタイプBは割当てられたPD SCH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。

【0135】

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があり得る。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、CRI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CRI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、PMI（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PMI（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ID又は仮想セルIDとしてもよい。また、基地局装置（送受信ポイント）で異なるDMRSアンテナポート番号を用いる場合、DMRSアンテナポート番号やDMRS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。

【0136】

なお、基地局装置がCRI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IDの候補数）等を指す。また、基地局装置がCRI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。

【0137】

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Q C L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、Q C Lであるセル（又はQ C Lでないセル）を端末装置に指示することができる。

【0138】

なお、端末装置はサービングセルとの通信に用いるC R I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。

10

【0139】

また基地局装置は、受信ビーム方向（C R I／同期信号ブロックの時間インデックス／P M I／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（C R I／同期信号ブロックの時間インデックス／P M I／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、6 G H z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、6 G H z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。

20

【0140】

なお、C R IはC S Iリソースセット設定I Dと関連付けられても良い。基地局装置は、C R Iを端末装置に指示する場合、C S Iリソースセット設定I Dと共にC R Iを指示してもよい。なお、C S Iリソースセット設定I Dが1つのC R I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C S Iリソースセット設定I D毎にアシスト情報を設定してもよい。

【0141】

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I D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R S R P／R S R Q／R S S I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、C R 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。

30

【0142】

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C S I－R SによるR S R P／R S R Q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I Dと報告に係る条件が関連付けられる。イベントI D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。

40

イベントA 1：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A 2：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A 3：隣接セルの測定結果がP C e l l／P S C e l l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A 4：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。

50

イベント A 5 : P C e l l / P S C e l l 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 A 6 : 隣接セルの測定結果が S C e l l 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 C 1 : C S I - R S 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 C 2 : C S I - R S リソースでの測定結果が、設定された参照 C S I - R S 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 D 1 : C R I とは異なる C S I - R S 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 D 2 : C R I と関連する C S I - R S 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。

【0143】

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。

【0144】

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。

【0145】

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 S R S 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 S R S リソースセット設定を含む。S R S リソースセット設定は、S R S リソースセット設定 I D、及び／又は、1 又は複数の S R S リソース設定、を含む。S R S リソースセット設定 I D は、S R S リソースセット設定を特定するために用いられる。S R S リソース設定は、S R S リソース設定 I D、S R S アンテナポート数、S R S 送信コーム（Comb）、S R S リソースマッピング、S R S 周波数ホッピング、S R S リソース設定タイプ、を含む。S R S リソース設定 I D は、S R S リソース設定を特定するために用いられる。S R S 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。S R S リソースマッピングは、スロット内で S R S が配置される O F D M シンボル位置及び O F D

10

20

30

40

50

M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かを示す。

【0146】

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。

10

【0147】

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6Aは、基地局装置7A及び基地局装置9A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6Aにとって、基地局装置7Aとの通信に好適な送信ビーム方向と基地局装置9A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6A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7Aと基地局装置9Aと通信することができる。

20

【0148】

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。

30

【0149】

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。

【0150】

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。

40

【0151】

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

50

、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。

10

【0152】

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。

【0153】

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。

20

30

【0154】

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。

40

【0155】

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

50

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。

【0156】

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（チャンネル）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。

【0157】

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、PUSCH/RACH等）や端末装置が受信する他の信号（例えば、PDSCH/RACH等）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。

【0158】

QCLは少なくとも以下の4つのタイプを含み、それぞれ同じとみなせるパラメータが異なる。基地局装置および端末装置は、アンテナポート間（もしくはアンテナポートに関連付けられる信号）に対して、以下の何れか1つのQCLタイプを設定することができるし、複数のQCLタイプを同時に設定することもできる。

QCL type A: Doppler shift, Doppler spread, average delay, delay spread
QCL type B: Doppler shift, Doppler spread
QCL type C: Doppler shift, average delay
QCL type D: Spatial Rx

【0159】

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、該PDSCHを受信するための受信ビームフォーミングを設定することができる。このとき、端末装置は該下りリンクアサインメントが記載されているDCIから該受信ビームフォーミングに関連付けられた情報を取得することができる。例えば、端末装置は送信設定指示（transmission configuration indication (TCI)）を該DCIより取得することができる。TCIはPDSCHが送信されたアンテナポートに係るQCLに関連付けられた情報を示す。端末装置は、TCIを読み取ることで、PDSCH（もしくはPDSCHに関連付けられたDMRS）を受信するための受信ビームフォーミングを設定することができる。例えば、TCIにSSBとPDSCHに関連付けられたDMRSが受

信パラメータに関してQCLと設定されている場合、端末装置は基地局装置にフィードバックしたインデックスのSSBを受信する際に用いた受信ビームを、PDSCCHの受信に用いることができる。なお、端末装置がPDSCCHの受信を開始する前に（PDSCCHを含むフレームが端末装置に受信される前に）DCIの取得が間に合わない場合（スケジューリング情報とPDSCCHとの時間差を示すスケジューリングオフセットの値が所定の値未満であった場合）、端末装置はデフォルト設定であるTCI defaultに従って、PDSCCHを受信することができる。なお、TCI defaultは、8個設定されるTCIの1つである。また、端末装置は、PDSCCHを受信する場合はTCI defaultの設定に基づいて、受信ビームフォーミングを設定することができる。

【0160】

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と受信ビーム方向に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。

【0161】

本実施形態に係る端末装置は、基地局装置に対して、複数のPMIを通知する。本実施形態に係る端末装置は第1のPMIであるPMI1と、第2のPMIであるPMI2を基地局装置に通知することができる。

【0162】

PMI1は、更に第11のPMIであるPMI11と、第12のPMIであるPMI12と、第13のPMIであるPMI13と、第14のPMIであるPMI14であることができる。

【0163】

PMI11は、更に第1の次元に関する要素であるq1（第111のPMI、PMI111）と第2の次元に関する要素であるq2（第112のPMI、PMI112）で構成されることができる。q1は第1の次元のベクトルであるvが参照する直交行列を示すことができる。vが参照する直交行列は、基地局装置が備える第1の次元のCSI-RSポートの数N1で与えられるDFT行列となるが、基地局装置は該DFT行列に対して、第1の次元に対するオーバーサンプリング数O1だけオーバーサンプリングを行なうことができる。このことは、vが参照する直交行列はO1個だけ存在することになるから、q1は、O1個の直交行列のうち、vが参照する直交行列を示す指標である。一方で、q2は、第2の次元のベクトルであるuが参照する直交行列に関する指標である。基地局装置は、第2の次元のCSI-RSポートの数N2で与えられるDFT行列に対して、第2の次

元に対するオーバーサンプリング数 O_2 だけオーバーサンプリングを行なうことができる。 q_2 は、 O_2 個の直交行列のうち、 v が参照する直交行列を示す指標である。なお、端末装置が複数のレイヤを想定したフィードバックを行なう場合、 PMI_{11} が示す直交行列はレイヤ間で共通とすることができる。なお、本実施形態に係る端末装置は、レイヤ毎に PMI_{11} を通知することも可能である。

【0164】

PMI_{12} は、 PMI_{11} によって選択される行列が備える複数のベクトルの少なくとも1つを示す指標であることができる。端末装置は、第1の次元のベクトルである v と第2の次元のベクトルである u とのクロネッカ積で与えられるベクトルを基地局装置に通知することができる。 u および v は、それぞれサイズ N_1 およびサイズ N_2 の DFT 行列から選択されるベクトルであるから、 v と u のクロネッカ積で与えられるベクトルの候補は $N_1 \times N_2$ だけ存在する。更に、本実施形態に係る端末装置は、 v と u のクロネッカ積で与えられるベクトルを複数個、基地局装置にフィードバックすることが可能である。端末装置がフィードバックできるベクトルの個数は第1のベクトル数を示す L_1 (L_1 、第1の値) によって基地局装置によって設定される。 L_1 は上位レイヤのシグナリングによって端末装置に通知されることができる。よって、端末装置が基地局装置にフィードバックするベクトルの組み合わせの候補は、 $C(x, y)$ を母集団 x から y 個だけ選択する際の組み合わせ数を示すコンビネーション関数とした場合に、 $C(N_1 N_1, L_1)$ だけ存在することにある。 PMI_{12} は、 $C(N_1 N_1, L_1)$ だけ存在するベクトルの組み合わせの候補の何れか1つを示す指標であることができる。なお、本実施形態に係る基地局装置は偏波アンテナを備えることができるが、 PMI_{12} で選択されるベクトルは共通とすることができる。また、 PMI_{11} と同様に、 PMI_{12} についても、端末装置はレイヤ間で共通とすることができる。また、端末装置は PMI_{12} をレイヤ間でそれぞれ通知することもできる。

【0165】

基地局装置は L_1 の値を、 $CSI-RS$ のポート数に基づいて設定することができる。後述するが、基地局装置は L_1 の値を $CSI-RS$ のポート数以外の情報に基づいて設定することもできる。

【0166】

PMI_{13} は、 PMI_{12} によって通知されている L_1 個のベクトルのうち、端末装置にとって、最も強いベクトルを示す指標であることができる。また、基地局装置が偏波アンテナを備えている場合、偏波間も含めて、 $2 \times L_1$ 個のベクトルのうち、最も強いベクトルを示す指標である。端末装置は、 PMI_{13} をレイヤ毎に基地局装置に通知することができる。本実施形態に係る端末装置は、1つのレイヤを選択して、当該レイヤで最も強いベクトルを通知することもできる。この場合、端末装置は選択したレイヤも基地局装置に通知することができる。また、端末装置は常にレイヤ1において、最も強いベクトルを通知することもできる。

【0167】

PMI_{14} は、 PMI_{12} によって指定された L_1 個のベクトルに対して、乗算することのできる振幅係数を示す指標である。なお、 PMI_{14} は、偏波毎に振幅係数を算出することもできるから、この場合、 PMI_{14} は $(2 \times L_1)$ 個のベクトルに対して、乗算される振幅係数を示す指標となる。

【0168】

振幅係数は0から1の間を所定の粒度の分割した値とされることができる。例えば、本実施形態に係る端末装置は3ビットの情報を用いて、 0 、 $64^{-1/2}$ 、 $32^{-1/2}$ 、 $16^{-1/2}$ 、 $8^{-1/2}$ 、 $4^{-1/2}$ 、 $2^{-1/2}$ 、1の何れかを、 PMI_{12} が示す $(2 \times L_1)$ 個のベクトルに関する振幅係数として、基地局装置に通知することができる。端末装置は PMI_{14} をレイヤ毎に、それぞれ通知することができる。また、本実施形態に係る端末装置は、 PMI_{14} をレイヤ間で共通の値として通知することができる。 PMI_{14} は、 PMI_{12} が示す各ベクトルの振幅係数を示す $(2L_1)$ 個の要素 (k

$k^{(1)}_0$ (第14(0)のPMI、PMI14(0))、 $k^{(1)}_1$ (第14(1)のPMI、PMI14(1))、 $\dots$ 、 $k^{(1)}_{2L-1}$ (第14(2L-1)のPMI、PMI14(2L-1))で構成されることができる。また、各要素はレイヤ毎に定義されることができる。

【0169】

PMI21は、PMI12が示す $(2 \times L1)$ 個のベクトルに対する位相係数を示すことができる。位相係数は 360° の角度を所定の粒度に分割して得られる角度とされることができる。例えば、 360° を4分割した場合、 0° 、 90° 、 180° 、 270° の4つの角度を示す位相係数の何れか1つを端末装置は位相係数として基地局装置に通知することができる。基地局装置は位相係数の粒度を示す値としてNPSKを端末装置に通知することができる。基地局装置はNPSKとして2、4および8の何れか1つを通知することができる。端末装置はPMI21をレイヤ毎に基地局装置に通知することができる。また、端末装置はPMI21をレイヤ間で共通の値を基地局装置に通知することができる。

10

【0170】

PMI22は、PMI12が示す $(2 \times L1)$ 個のベクトルに対する振幅係数を表すことができる。PMI14も振幅係数を示すことができるが、PMI22では、サブバンド毎に振幅係数を示すことができる。よって、端末装置は基地局装置からサブバンド毎のCSIのフィードバックが要求された場合に、PMI22をフィードバックすることができる。端末装置はPMI22をレイヤ毎に基地局装置に通知することができる。また、端末装置はPMI22をレイヤ間で共通の値を基地局装置に通知することができる。PMI22は、PMI12が示す各ベクトルの位相係数を示す $(2L-1)$ 個の要素 $k^{(2)}_0$ (第22(0)のPMI、PMI22(0))、 $k^{(2)}_1$ (第22(1)のPMI、PMI22(1))、 $\dots$ 、 $k^{(2)}_{2L-1}$ (第22(2L-1)のPMI、PMI22(2L-1))で構成されることができる。PMI22を構成する各要素はレイヤ毎に定義されることができる。

20

【0171】

本実施形態に係る端末装置は、CSIとして、自装置にとって望ましいレイヤ数を示すランク指標(RI)を基地局装置に通知することができる。本実施形態に係る端末装置は基地局装置に通知するRIの値に基づいて、PMIのフィードバックを変更することができる。

30

【0172】

端末装置は、NZP-CSI-RS等の参照信号に基づいて、自装置にとって好適なRI/CQI/PMIを通知する。端末装置が $RI > 1$ となるRIを基地局装置にフィードバックする場合、端末装置はRIの数に応じたPMIを基地局装置にフィードバックすることになる。なお、PMIをフィードバックしない設定の場合は、 $RI > 1$ の場合でもPMIはフィードバックしなくてよい。端末装置が $RI > 1$ となるRIを基地局装置にフィードバックすることは、伝搬環境が高スループットを期待できる環境であることを示唆しているが、同時にPMIやCQIのフィードバックに係るオーバーヘッドが増加してしまう可能性があることを意味している。

40

【0173】

端末装置は、前述したPMIおよびCQIをサブバンド毎にフィードバックすることができる。端末装置がサブバンド毎にPMIおよびCQIをフィードバックすることにより、基地局装置は、周波数選択性を有する伝搬路環境下においても、精度の高い伝搬路状態情報を取得することが可能である。しかし、サブバンド数をN3とした場合に、端末装置がフィードバックする情報量は単純にN3倍になることを意味している。特にPMIは前述したようにフィードバックされる情報量が大きく、サブバンド毎のフィードバックを行なうことによるフィードバック情報量の増加は無視できない。

【0174】

そのため、本実施形態に係る端末装置は、周波数選択を有するチャネルは、ある程度の

50

周波数相関を有することを活用し、PMIを周波数領域において圧縮してフィードバックすることが可能である。端末装置は、周波数領域で推定した伝搬路応答に対して、逆離散フーリエ変換を施すことで、伝搬路応答は、伝搬路のインパルス応答に変換される。伝搬路のインパルス応答は、遅延波の最大遅延時間未満に収まることから、周波数領域で推定した伝搬路応答をそのままフィードバックするより、当該のインパルス応答をフィードバックすることで、フィードバック情報量を圧縮することができる。以下では、伝搬路の周波数応答に対して、所定の変換を施して、情報量を圧縮することを、周波数領域圧縮 (Frequency domain compression : FD圧縮) とともに記載する。

【0175】

前述したPMIに対して、FD圧縮を行なう方法としては、以下の例が考えられる。端末装置は、 N 3個のサブバンド毎に算出したPMIに対して、サイズ N 3の直交基底を乗算する。ここで想定する直交基底は、何かに限定されるものではないが、以下では離散フーリエ変換行列 (DFT) 行列 W_f を用いる場合を例として説明する。当然ながら、基地局装置と端末装置との間で取り決められた情報で構成された行列であれば、本実施形態が想定する W_f とすることができる。例えば、DCT行列やWalsh行列を用いることができる。

【0176】

なお、以下では、周波数領域での圧縮を想定して説明を行なうが、PMIを並べる次元は周波数方向に限定されない。本実施形態に係る端末装置はPMIを例えば時間方向や空間方向の次元に並べることで生成される行列に対して、直交基底を適用することでも、本実施形態の方法は成立する。

【0177】

今、端末装置が W_1 および W_2 によって算出した W は、ランク数を1とすると、 $2N_1N_2$ 行1列のベクトルである。端末装置は W を基地局装置にフィードバックするために、前述したPMI 1とPMI 2をフィードバックしている。端末装置が N 3個のサブバンドに対して W を算出し、それを列方向に並べた場合、当然 $2N_1N_2$ 行 N 3列の行列 W_a となる。ここで、端末装置は、 W_a に W_f を乗算する。すると、当然 W_aW_f は $2N_1N_2$ 行 N 3列の行列となる。しかし、端末装置が W_aW_f を単純にフィードバックするだけでは、フィードバック情報量は圧縮されない。しかし、前述したように、伝搬路の周波数応答は、ある程度の周波数相関を有している。また、周波数相関は伝搬路の遅延プロファイルによって決まるから、アンテナポート間で共通である。このことは、 W_aW_f の電力は、 W_aW_f の応答全体に広がってはならず、一部に電力が集中していることを意味している。そのため、端末装置は W_aW_f の応答のうち、 M ($< N$ 3) 個だけの応答を基地局装置にフィードバックすることで、フィードバック情報量を圧縮しつつ、 W_a に含まれる情報を効率的にフィードバックすることができる。端末装置はフィードバックする M 個の応答に対応する W_f の基底 (すなわち、 M 個のベクトル) を通知することで、基地局装置は、フィードバックされた W_aW_f から W_a を取得することが可能である。

【0178】

しかし、端末装置がフィードバックするCSIのランク数 R_I が増加した場合、たとえ、FD圧縮をしたとしても、フィードバック情報量は増加してしまう。そこで、本実施形態に係る基地局装置および端末装置は、端末装置がフィードバックする R_I に基づいて、フィードバックに係る情報を制御することができる。

【0179】

基地局装置が把握できるCSIの精度は M のサイズに依存する。当然、 M のサイズが大きければ、基地局装置は高精度にCSIを把握することができるが、フィードバック情報量が増加してしまう。そこで、本実施形態に係る基地局装置および端末装置は、 M のサイズ (FD unitサイズとも呼ぶ) によって、 R_I を制御する。

【0180】

基地局装置は、 M のサイズを端末装置に対して、上位レイヤのシグナリング (例えば、RRCシグナリング) や下りリンクの制御情報 (例えば、DCIや、非周期的CSIトリ

10

20

30

40

50

ガ)によって、通知することができる。このように、基地局装置より設定されるFD unitサイズをM1とも呼ぶ。端末装置は取得したM1のサイズが所定の値を超えていた場合、もしくは予め定められた所定の値に一致していた場合、フィードバックするRIを所定の値以下、もしくは予め定められた値にすることができる。

【0181】

また、本実施形態に係る端末装置は、基地局装置より設定されたM1の値があったとしても、端末装置がフィードバックするRIによって、Mの値を変更することができる。例えば、基地局装置は、先に示したように、M1とFD unitサイズとして端末装置に設定することができるが、端末装置は、フィードバックするRIが所定の値を超えた場合に、準静的もしくは動的に設定されたM1ではなく、予め基地局装置との間で固定的に取り決めている値M0を用いることができる。ただし、端末装置はランク数が所定の値を超える場合、Mの値を小さくすることが好適であるから、予め設定された値M0より、基地局装置より準静的もしくは動的に設定されたM1が小さい場合、端末装置は、M0ではなく、M1をFD unitサイズとして用いることができる。このように制御することで、端末装置が高ランクのCSIフィードバックを行なう場合に、フィードバック情報量が増加してしまうことを防ぐことが可能である。

【0182】

本実施形態に係る基地局装置は、端末装置に対して、端末装置がフィードバックする際に考慮するランク数を制限することができる。基地局装置は上位レイヤのシグナリング（例えばtypeII-RI Restriction（以降RI制限、RI制限情報とも呼ぶ））によって、端末装置が考慮するランク数を制限することができる。一方で、基地局装置はL1をRRC等の上位レイヤのシグナリングによって端末装置に通知できる。

【0183】

そこで、本実施形態に係る基地局装置は、コードブック設定がタイプ2コードブックを示す場合に、端末装置が考慮するランク数の上限によって、L1の値を設定することができる。つまり、端末装置が考慮するランク数が所定の値を超えるか否かで、基地局装置が通知できるL1の値の上限が変化する。例えば、基地局装置が上位レイヤのシグナリング（例えばコードブック設定）によって、端末装置が考慮するランク数の上限を2に設定した場合、基地局装置はL1の値の上限を4に設定することが出来る。基地局装置が上位レイヤのシグナリング（コードブック設定）によって、端末装置が考慮するランク数の上限を4に設定した場合、基地局装置はL1の値の上限を2に設定することが出来る。

【0184】

また、端末装置は、基地局装置から上位レイヤのシグナリングによって、L1の値を取得（判断）することができる。本実施形態に係る端末装置は、フィードバックするRIの値に応じて、L1の値を読み替えることができる。すなわち、端末装置はフィードバックするRIの値が所定の値を超えるか否かに基づいて、考慮するL1の値を、基地局装置より通知された値そのものを使うか、基地局装置より通知された値より小さい値（第2のLの値、第2の値）を使うかを決定することができる。例えば、端末装置が基地局装置より、L1の値として4が設定されている場合を考える。そして該所定の値が2であった場合、端末装置はRIとしてRI<3となる値をフィードバックする場合は、L1の値を参照して他のフィードバックの値を計算するが、端末装置はRIとしてRI>2となる値をフィードバックする場合は、第2のLの値（すなわち基地局装置より通知されたL1の値より小さい値）として、他のフィードバックの値を計算することができる。

【0185】

上記RIの値によって、Lの値を制限する手法は、RIの最大値もしくはL1の値の最大値によって設定するか否かが選択されることができる。以下、本実施形態において説明される手法の何れに対しても同様とすることができる。

【0186】

端末装置はPMI11をフィードバックすることによって、基地局装置に対して、端末装置が参照している情報を通知することができる。例えば、PMI11は、複数のベクト

ルで構成されている行列を基地局装置に通知することができる。基地局装置は、上位レイヤのシグナリングによってPMI 11が参照する情報を制限することができる。例えば、PMI 11を構成するPMI 111の候補（すなわち行列の候補）が4パターンあった場合に、基地局装置は端末装置に対して、当該の4パターンのうち、考慮しなくてもよい候補をビットマップによって通知することができる。

【0187】

本実施形態に係る基地局装置は、更にPMI 11が通知している情報そのものを制限することができる。例えば、PMI 11が、複数のベクトルで構成されている行列を示している場合に、基地局装置は、上位レイヤのシグナリング（もしくはDCI等の制御信号）によって、行列を構成している複数のベクトルのうち、端末装置が考慮しなくてもよい候補をビットマップによって通知することができる。例えば、PMI 11が示す情報が4つのベクトルを示す場合、基地局装置は端末装置に対して、当該の4つのベクトルのうち、考慮しなくてもよいベクトルの候補をビットマップによって通知することができる。なお、端末装置が考慮しなくてもよいベクトルが発生した場合、それに基づいて、端末装置がフィードバックする情報量が少なくなることが可能であることは言うまでもない。

【0188】

なお、上述してきたPMI 11の情報量の制限に係る手法は、端末装置がフィードバックするRIの値、もしくは基地局装置が端末装置に通知するフィードバック可能なRIの上限の値によって、設定するか否かが決定されてもよいし、RI毎に設定されてもよい。例えば、端末装置は、PMI 11に係る上記制限が基地局装置より設定された場合、端末装置が通知するRIの値が所定の値（例えば2）を上回る場合に、上記情報量の制限を考慮してPMI 11をフィードバックすることができる。また、基地局装置がRI制限を設定している場合、該RI制限によって設定されるRIの最大値が所定の値を上回る場合に、上記情報量の制限を考慮してPMI 11をフィードバックすることができる。

【0189】

また、基地局装置は、やはり上位レイヤのシグナリングによって、PMI 14の候補を制限することができる。PMI 14は、PMI 12によって選択された各ベクトルに設定する係数（振幅係数、振幅重み）を示すことができるが、基地局装置は上位レイヤのシグナリングによって、当該係数の最大値を設定することができる。

【0190】

本実施形態に係る端末装置は、通知するRIの値によって、当該係数の最大値を変更することができる。例えば、基地局装置から上位レイヤのシグナリングによって、当該係数の最大値が1と設定されている場合、端末装置は、通知するRIの値が所定の値を上回る場合、当該係数の最大値を1より小さい値（例えば $2^{-1/2}$ ）として、PMI 14を計算することができるし、また基地局装置にフィードバックすることができる。

【0191】

また、基地局装置は、振幅係数の最大値を制限するのではなく、端末装置がフィードバック可能な振幅係数の候補値を制限することができる。例えば、端末装置がフィードバック可能な振幅係数の候補が8個設定されていた場合、基地局装置は8ビットのビットマップによって、端末装置が考慮する振幅係数の候補値を制限することができる。

【0192】

端末装置がPMI 21でフィードバックされる位相係数の候補は、基地局装置が通知する N_{PSK} によって決定される。基地局装置は N_{PSK} の候補として、{2、4、8}を考慮することができる。 N_{PSK} の値によって、端末装置がフィードバックする位相係数の候補値同士の位相差（角度差）は変化し、 $360^\circ / N_{PSK}$ が位相差となる。

【0193】

基地局装置は、PMI 21で考慮する位相係数について、その候補を制限することができる。本実施形態に係る基地局装置は、RI制限によって、端末装置が考慮するRIの値の上限が所定の値を上回る場合、 N_{PSK} の値を制限することができる。例えば、基地局装置はRI制限が2を上回る値であった場合、 N_{PSK} の値を4以下に設定することがで

きる。また、端末装置は、フィードバックする $R I$ の値が所定の値を上回る場合、考慮する $N_{P S K}$ の値を変更することができる。例えば、基地局装置より $R R C$ で通知されている $N_{P S K}$ の値が 8 であった場合、端末装置がフィードバックする $R I$ の値が所定の値（例えば 2）を上回る値（例えば 3）であった場合、 $N_{P S K}$ の値を 4（すなわち $R R C$ で通知されている値より小さい値）として、 $P M I 2 1$ を計算およびフィードバックすることができる。

【0194】

また、基地局装置は $P M I 2 1$ で考慮する位相係数について、ビットマップによって候補を制限することもできる。例えば、基地局装置が $N_{P S K} = 8$ としている場合、8 ビットのビットマップによって、端末装置が $P M I 2 1$ で考慮する位相係数を制限することも

10

【0195】

また、位相係数をフィードバックするサブバンドが制限されてもよい。例えば、基地局装置は上位レイヤのシグナリング（例えばコードブック設定）で、位相係数をフィードバックする周波数密度を設定することができる。例えば、周波数密度は 1、2、3 である。周波数密度が 1 の場合、端末装置は、すべてのサブバンドで位相係数をフィードバックする。周波数密度が 2 の場合、2 サブバンドに 1 つの割合で位相係数をフィードバックする。周波数密度が 3 の場合、3 サブバンドに 1 つの割合で位相係数をフィードバックする。このため、周波数密度によってフィードバックするサブバンドが減少すれば、フィードバック情報量は低減する。

20

【0196】

端末装置は $P M I 2 2$ によって、サブバンド毎の振幅係数（サブバンド振幅係数とも呼ぶ）を通知することができる。ただし、サブバンド毎のフィードバックになるため、当該のフィードバックに係るオーバーヘッドは極めて大きい。そこで、本実施形態に係る基地局装置は、端末装置が通知する $R I$ の値によって、サブバンド毎のフィードバックを許可するか否かを設定することができる。すなわち、基地局装置は端末装置が通知する $R I$ の値が所定の値以下であった場合のみ、端末装置に対して、サブバンド毎の振幅係数の通知を許可することができる。

【0197】

また、サブバンド振幅係数をフィードバックするサブバンドが制限されてもよい。例えば、基地局装置は上位レイヤのシグナリング（例えばコードブック設定）で、サブバンド振幅係数をフィードバックする周波数密度を設定することができる。例えば、周波数密度は 1、2、3 である。周波数密度が 1 の場合、端末装置は、すべてのサブバンドで振幅係数をフィードバックする。周波数密度が 2 の場合、2 サブバンドに 1 つの割合で振幅係数をフィードバックする。周波数密度が 3 の場合、3 サブバンドに 1 つの割合で振幅係数をフィードバックする。このため、周波数密度によってフィードバックするサブバンドが減少すれば、フィードバック情報量は低減する。なお、上述の位相係数とサブバンド振幅係数の周波数密度は同じでも良いし、異なっても良い。また、サブバンド振幅係数の周波数密度は、上位レイヤのシグナリング（例えばコードブック設定）で、サブバンド振幅係数が $O N$ の場合に用いられる。サブバンド振幅係数が $O F F$ の場合、すべてのサブバンドで振幅係数は考慮されない。

30

40

【0198】

また、情報量削減のために、振幅係数（ワイドバンドの振幅係数、又はサブバンド振幅係数）は空間レイヤ間で共通でもよい。例えば、基地局装置が、上位レイヤのシグナリング（例えばコードブック設定）で、振幅係数を空間レイヤ間で共通とする情報を設定した場合、端末装置は、1 回の $C S I$ レポート（但し $C S I$ パート 1、 $C S I$ パート 2 は含む）で 1 つの振幅係数を報告する。

【0199】

なお、前述してきた情報量削減手法は、基本的には基地局装置が上位レイヤのシグナリングによって準静的に設定する、もしくは、予め端末装置との間で取り決めておく、すな

50

わち、固定的に設定することができる。本実施形態に係る基地局装置は情報量削減手法に係る情報を動的に端末装置に通知するも可能である。

【0200】

本実施形態に係る基地局装置はCSIのフィードバックを端末装置に要求するトリガに、情報量削減手法に係る情報を記載することができる。すなわち、CSIフィードバックを要求するトリガとなるDCIに情報量削減手法に係る情報を記載することができる。また、基地局装置は、端末装置に対して、予め複数の情報量削減手法を設定しておき、CSIフィードバックを要求するトリガとなるDCIに対して、予め設定された複数の情報量削減手法のうち、何れに関連するCSIフィードバックで考慮するかを示す情報を記載することができる。

10

【0201】

本実施形態に係る基地局装置は、CSIフィードバックに要求する要素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、第1のPMIおよび第2のPMIを構成する各PMIのうち、何れをCSIフィードバックに含めるかを示す情報を端末装置にDCIもしくは上位レイヤのシグナリングによって通知することができる。

【0202】

なお、前述してきた情報量削減手法について、基地局装置は端末装置に対して、レイヤ間で共通として設定することができるし、レイヤ毎に設定することもできる。すなわち、端末装置がRI=3としてCSIフィードバックを行なう場合に、レイヤ1およびレイヤ2に対応するPMIについては情報量削減手法を行わず、レイヤ3に対応するPMIについては情報量削減手法を行なうといった設定が可能である。基地局装置は端末装置に対して、レイヤ毎に情報量削減手法を設定するか否かを設定することができるし、情報量削減手法の考慮を開始する最大のレイヤ数を端末装置に通知することができる。情報量削減手法の考慮を開始する最大のレイヤ数が例えば3と設定された場合、端末装置はレイヤ1およびレイヤ2に対応するPMIについて、情報量削減手法は行わず、レイヤ3に対応するPMIについては情報量削減手法を行なうといった設定が可能である。

20

【0203】

基地局装置は端末装置に対してL1を通知することができる。L1の値が大きいことは合成可能なベクトル数が増加することを意味しているため、精度の高いCSIのフィードバックが可能となるが、当然、CSIのフィードバックに係るオーバーヘッドも増加してしまう。そのため、本実施形態に係る基地局装置はL1の値について、他のCSIフィードバックに関連付けられた値に関連付けて設定することができる。例えば、基地局装置は、PMI111(PMI112)で考慮する O_1 (O_2)の値やPMI12で考慮する N_1 および N_2 の値に応じて、L1の値を設定することができる。例えば、基地局装置は N_1 および N_2 の何れか、もしくは両方が所定の値を上回るか否かに基づいて、設定可能なL1の最大値を決定することができる。

30

【0204】

なお、PMI12で選択可能なベクトルの候補数は N_1 と N_2 の積で与えられることになるから、L1の値は、 N_1 と N_2 の積の値以下であることができる。また、本実施形態に係る基地局装置は、L1の値として、 N_1 と N_2 の積の値を上回る値とすることもできる。このことは、端末装置はPMI12によって同じベクトルを選択可能であることを意味している。このように設定されることで、端末装置はPMI14でフィードバックする振幅係数の候補値が少ない場合でも、柔軟にPMI12で選択するベクトルに設定可能な振幅係数を変更することができる(単純に考えて、同じベクトルを選択し、単純加算することは、当該ベクトルに振幅係数2を乗算することに対応する)。よって、PMI14の係るフィードバック量の削減(例えばビットマップによる候補値の削減)を行なったとしても、フィードバック精度の低下を最小限とすることが可能となる。

40

【0205】

また、端末装置がPMIを算出するサブバンドサイズ(サブバンド数)は、端末装置がCQIを算出するサブバンドサイズ(サブバンド数)と異なる値とすることができる。基

50

地局装置は、端末装置がCQIを算出するサブバンド数をN4とした場合に、端末装置がPMIを算出するサブバンド数N3を $N3 = N4 / R$ と設定することができ、基地局装置は端末装置にRを通知することができる。基地局装置は $R = 2$ と端末装置に設定することができ、この場合、端末装置がPMIを算出する周波数の粒度を小さくすることができる。一方で、端末装置がPMIを算出する周波数の粒度に応じて、端末装置が考慮するMの値も変更されることができる。例えば、基地局装置はMの値を、Rに比例して大きくすることができる。

【0206】

一方で、Mの値を大きくした場合、端末装置がフィードバックする情報量は増加してしまうことは既に述べた通りである。特に、RIが大きい場合、その影響はさらに大きくなる。そのため、本実施形態に係る端末装置は、Rが所定の値（例えば $R = 1$ ）より大きい値（例えば $R = 2$ ）に設定されていた場合、所定の値より大きいRI（例えば $RI > 2$ ）となるCSIフィードバックを行なわないように設定されることができる。これは、端末装置が高ランクのCSIフィードバックを行なう場合に、フィードバック情報量を抑えるためには、Mを小さく設定することが好適である。Mを小さくした場合、PMIの周波数粒度が小さくなったとしても、周波数領域圧縮の効率は改善しないため、端末装置はRに所定の値より大きな値が設定されている場合には、高ランクのCSIフィードバックは行わないことが好適である。基地局装置は、端末装置に所定の値より大きいR（例えば $R = 2$ ）を設定した場合に、端末装置がフィードバックできる最大のRI（例えば $RI = 2$ ）を予め設定することができる。

【0207】

また、端末装置は、基地局装置より所定の値R0がRとして設定されている場合において、所定の値より大きい値のRIをフィードバックする場合に、基地局装置より設定されているR0とは異なる値R1をRに設定して、CSIフィードバックを算出することができる。ここで基地局装置より設定されているR0は、基地局装置が上位レイヤのシグナリング、もしくは物理レイヤのシグナリングによって端末装置に設定される値を指す。端末装置が設定するR1はR0より小さい値であることが好適である。例えば、基地局装置より設定されるR0が2であった場合に、端末装置が所定の値より大きいRIをフィードバックする場合に、端末装置はR0より小さいR1（例えば $R1 = 1$ ）をRに設定してCSIを算出することができる。基地局装置は、予め端末装置に対して、端末装置がR1を用いてCSIを算出するRIの値を設定することができる。

【0208】

また、端末装置は、 $R = C \times 1 / RI$ としてRを設定することができる。ここでCは定数であり、予め定められていても良いし、基地局装置から設定されてもよい。このように設定されることで、端末装置は大きいRIをフィードバックする際に、小さいRを設定することができる。なお、上式を設定するのは所定の値より大きいRIを通知する場合に限定することができる。すなわち、端末装置が所定の値より大きいRIをフィードバックする場合は、上式を設定し、所定の値以下のRIをフィードバックする場合には、基地局装置より設定されたR0を用いてCSIを算出することができる。

【0209】

また、基地局装置は端末装置に対して、所定の値より大きいRIをフィードバックする場合、PMIを算出するサブバンド数は、CQIを算出するサブバンド数を同じ値のみを想定するように設定することができる。

【0210】

また、端末装置は、所定の数以上のRIを想定する場合に、基地局装置からのシグナリングの有無にかかわらず、FD圧縮を想定することができる。この場合、FD圧縮に係るパラメータ（例えばMの値）は、予め基地局装置との間で共有されていることが可能である。また、端末装置は、所定の信号処理を想定する場合に、基地局装置からのシグナリングの有無にかかわらず、FD圧縮を想定することができる。例えば、端末装置が基地局装置に対して、所定の信号処理（例えば、modulo演算を考慮する信号復調や、圧縮セ

ンシングやターボ等化を考慮する信号復調)をサポートすることを通知した場合、端末装置は、C S Iのフィードバックに際し、F D圧縮を考慮することができる。

【0211】

また、端末装置は、C S Iのフィードバックに際し、所定の信号処理を所定する場合に、F D圧縮を想定することができる。例えば、端末装置は、他の端末装置との空間多重を想定したC S Iのフィードバック(例えば、ユーザ間干渉を考慮したC Q IおよびP M Iをフィードバックする場合)に際し、F D圧縮を想定することができる。

【0212】

また、本実施形態に係る基地局装置および端末装置は、端末装置が所定の値より大きいR Iをフィードバックする際に、所定の辺りより小さいR Iをフィードバックする場合と同等(もしくは同値以下)のフィードバック情報量を実現する為に、Mの値によって、第1のP M Iおよび第2のP M Iのフィードバックを制限することができる。

10

【0213】

基地局装置は端末装置に対して、端末装置が所定の値より大きいR Iをフィードバックする際の、Mの値を設定するとともに、Lの値を設定することができる。このとき、基地局装置が端末装置に対して設定するLの値は、端末装置が所定の値以下のR Iをフィードバックする際に設定するLの値以下であることが好適である。

【0214】

また、端末装置は、基地局装置より、予めMの値に応じたLの値を設定されることができる。このとき、端末装置は、所定の値より大きいR Iをフィードバックする際に、基地局装置より設定されたMの値に応じたLとは異なる値(をLとして設定することができる。このとき、端末装置が設定する値は、基地局装置より設定されたLより小さい値をLとして設定することが好適である。

20

【0215】

基地局装置および端末装置は、所定の値より大きいMが設定された場合および、端末装置が所定の値より大きいR Iをフィードバックする場合、第2のP M Iとして考慮する候補数を制限することができる。例えば、端末装置がP M I 21でフィードバックされる位相係数の候補は、基地局装置が通知する N_{PSK} によって決定される。基地局装置は N_{PSK} の候補として、{2、4、8}を考慮することができる。 N_{PSK} の値によって、端末装置がフィードバックする位相係数の候補値同士の位相差(角度差)は変化し、 $360^\circ / N_{PSK}$ が位相差となる。基地局装置は、 N_{PSK} の値を、端末装置に設定することができるが、基地局装置は、端末装置に所定の値より大きいMを設定する場合に、 N_{PSK} の値を所定の値より小さくすることができる。同様に、端末装置は、所定の値より大きいMが設定された場合、 N_{PSK} の値を、基地局装置より設定された値より小さい値を N_{PSK} として設定することができる。

30

【0216】

基地局装置は、少なくともMとRとR Iの関係を示すテーブルを定義することができる。すなわち、端末装置は当該のテーブルを参照することで、基地局装置より通知されたMもしくはRによって、端末装置がフィードバック可能なR Iを取得することができる。また、端末装置は、フィードバックするR Iに応じて、C S Iを算出する際に設定するMおよびRを取得することができる。基地局装置は、MとRの関係を示すテーブルをR I(ランク数、レイヤー数)毎に定義することができる。基地局装置は、少なくともMとRとR Iの関係を示すテーブルを複数定義することができる。端末装置は、参照するテーブルを基地局装置より設定されることができる。端末装置は、基地局装置より通知される上位レイヤのシグナリングや、物理レイヤのシグナリング(D C IやC S Iトリガ)や、下りリンクの制御信号を復調する際に用いるスクランブルI Dによって、参照するテーブルを識別することができる。

40

【0217】

また、端末装置は、基地局装置から想定する基底を示す情報を通知されることができる。この場合、端末装置は、通知された基底に基づいてW 1およびW 2を算出することがで

50

きる。特に、基地局装置から他の端末装置からのユーザ間干渉を考慮したC S Iのフィードバックを要求された場合に、端末装置は、設定された基底に基づいて、C S Iのフィードバックを行なうことができる。端末装置は、ユーザ間干渉を考慮するか否かに基づいて、予め設定された基底を用いるか、C S I-R Sに基づいて推定したチャンネル推定値に基づいて規定を設定するか、を選択することができる。

【0218】

なお、端末装置が、F D圧縮に際し、予め設定された基底を用いてC S Iのフィードバックを行なう場合、端末装置は当該の基底を示す情報を基地局装置に通知しても良い。また、端末装置は、予め定められた符丁を用いて、基地局装置に当該の基底を通知してもよい。ここで定められた符丁とは、例えば、制御情報の所定のビットフィールドに対して、所定のビット列を記載する等である。

10

【0219】

なお、基地局装置は、F D圧縮について、所定のランク数でのみ想定す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、F D圧縮を行なうC S Iのフィードバックに際し、通常、R Iを示すビットフィールドに対して、別の情報を記載することができる。ここで別の情報とは、端末装置が想定している規定を示す情報とすることができる。また、端末装置は、R Iを示すビットフィールドに対して、所定のビット系列を記載することによって、端末装置がF D圧縮を想定していることを、基地局装置に通知することもできる。

【0220】

20

基地局装置は、端末装置に対して、C S Iを算出する際に考慮する基底ベクトルの組み合わせを予め設定することができる。端末装置は、第1のP M Iおよび第2のP M Iを算出する際に、候補となるベクトルおよび係数から、C S Iフィードバックとして適した組み合わせを探索し、基地局装置にそのインデックスをフィードバックする。そのため、候補となるベクトルや係数が多ければ多いほど、フィードバックできるC S Iの精度は向上するが、端末装置に要求される演算量は膨大なものになってしまう。そのため、本実施形態に係る基地局装置は、予め端末装置に対して、C S Iを算出する際に考慮するベクトル（第1のP M I）、係数（第2のP M I）、および基底の組み合わせの、何れか、もしくはその複数の組み合わせ（サブセット）を予め設定することができる。端末装置は、予め設定された組み合わせのうち、端末装置と基地局装置との間の伝搬路情報を最も精度よく通知できる組み合わせを示すインデックスを基地局装置に通知することができる。このように設定されることで、端末装置は、C S Iの算出に起因する演算量の増加を回避することが可能である。またサブセットの数をK 0とした場合に、K 0を制御することにより、フィードバックに係る情報量も制御することができる。

30

【0221】

本実施形態に係る端末装置は、基地局装置より設定されるK 0の値に応じて、フィードバックするR Iの値が制限されることができる。例えば、基地局装置より設定されたK 0の値が所定の値より大きい場合、端末装置は、所定の値以下のR Iをフィードバックすることができる。また、端末装置は、フィードバックするR Iが所定の値より大きい場合、基地局装置より通知されたK 0とは異なる値をK 0に設定することができる。すなわち、端末装置は、フィードバックするR Iが所定の値より大きい場合に考慮するサブセットの数は、フィードバックするR Iが所定の値以下であった場合よりも小さいということである。

40

【0222】

また、本実施形態に係る基地局装置は、R I毎にフィードバック可能なK 0を設定することができる。すなわち、R IとK 0の関係を示すテーブルが定義されることができる。端末装置は基地局装置より通知されたK 0と当該のテーブルを参照することで、端末装置がフィードバック可能なR Iを認識することができる。また、端末装置はフィードバックするR Iに基づいて、当該のテーブルからK 0を取得することができる。

【0223】

50

また、本実施形態に係る端末装置は、1つのサブセットの組み合わせが設定されることができる。つまり、端末装置は、複数のベクトルの組み合わせで設定されるサブセットがK0個設定され、端末装置はK0個のサブセットのうち、適切なサブセットを選択することになる。ここで、基地局装置は、サブセット自体を構成する複数のベクトルのうち、端末装置が考慮しなくてもよいベクトルを予め通知することができる。同様に、基地局装置は、K0個のサブセットのうち、端末装置が考慮しなくてもよいサブセットを予め通知することができる。基地局装置は、サブセット自体を構成する複数のベクトルの制限、およびサブセット自体の制限と、端末装置のRIとを関連付けることができる。すなわち、基地局装置は、端末装置に対して、端末装置が所定の値より大きいRIをフィードバックする場合に、端末装置が考慮しなくてもよいサブセットを構成するベクトル、もしくはサブセット自体を端末装置に通知することができる。

10

【0224】

端末装置は、所定の値より大きいRIをフィードバックする場合に、レイヤー毎に、サブセットの何れか1つをフィードバックすることができる。また、端末装置は、レイヤー毎にサブセットの選択するのではなく、1つのサブセットを基地局装置にフィードバックし、基地局装置は、当該のサブセットが、全てのレイヤーで共通に適用可能と認識して、プリコーディングを行なうことができる。端末装置は、所定の値より大きいRIをフィードバックする場合に、所定の値以上のレイヤーに対しては、サブセットを示すインデックスをフィードバックしなくてもよい。

【0225】

20

なお、端末装置が、所定の値より大きいRIをフィードバックする場合、端末装置は、FD圧縮の際に選択した基底のベクトルを示すインデックスではなく、考慮した基底のベクトルの数だけをフィードバックすることができる。この場合、基地局装置と端末装置は、予めN3個の基底のベクトルのうち、端末装置が考慮するベクトルの順番を決めておくことができる。そのため、端末装置は基地局装置に対して、考慮したベクトルの数だけをフィードバックすることで、基地局装置はFD圧縮された情報を、正しく復調することができる。

【0226】

また、端末装置は、所定の値より大きいRIをフィードバックする場合に、所定の値以上のレイヤーに関しては、他のレイヤーを示す情報を、サブセットを示すインデックスとしてフィードバックすることができる。この場合、基地局装置は、所定の値以上のレイヤーに対するプリコーディングは、他のレイヤーを示す情報が示すレイヤーに対してフィードバックされたサブセットの情報に基づいて、プリコーディングを行なうことができる。

30

【0227】

また、基地局装置は、端末装置に対して、第1のPMIおよび第2のPMIの候補のうち、考慮しなくてもよいベクトルや係数を予め設定することができる。基地局装置が、端末装置に対して設定するサブセットを構成するベクトルや係数のうち、基地局装置が予め制限していた第1のPMIおよび第2のPMIの候補が含まれていた場合、端末装置は、基地局装置より通知されたサブセットにおいても、当該のベクトルや係数を考慮せずに、CSIを算出することができる。一方で、端末装置は、予め制限されたベクトルや係数が、基地局装置より通知されたサブセットに含まれていた場合は、当該の制限されたベクトルや係数を考慮して、CSIを算出することができる。

40

【0228】

端末装置は、第1のPMIおよび第2のPMIの候補のうち、考慮しなくてもよいベクトルや係数を予め設定するCodebookSubsetRestriction(第1の制限)と、FD圧縮のためのSubsetSelection(第2の制限)が同時に設定されることを考慮しない。端末装置は、第1の制限と第2の制限が同時に設定された場合、いずれか1つを優先し、1つを設定することができる。

【0229】

また、異なる送信ポイントから端末装置に信号が送信されることを想定した場合、FD

50

unit数や、サブセットの数およびその組み合わせを、レイヤー間で共通とすることは望ましくない。送信ポイントが異なることは、伝搬路の遅延プロファイルが異なることを意味しているためである。よって、FD unitサイズやサブセットの数およびその組み合わせをレイヤー間で共通とすることができるのは、当該のCSIを算出する際に参照するCSI-RS同士が、少なくとも受信パラメータに対してQCLが保証される場合となる。

【0230】

基地局装置は、QCLが保証されないCSI-RSを送信する可能性がある場合、CSI-RSの設定情報に、少なくとも、FD unitサイズや、サブセットの数およびその組み合わせの何れか1つを含めることができる。このように制御することで、端末装置は、CSIを算出する際に参照するCSI-RSが伝搬してきたチャネルに対するCSIを正しく推定することができる。

【0231】

以上説明してきた方法によれば、端末装置が所定の値より大きいRIをフィードバックする場合に発生するフィードバック情報量の増加を回避することが可能となり、周波数利用効率の改善が実現される。

[2. 全実施形態共通]

【0232】

本発明に関わる装置で動作するプログラムは、本発明に関わる実施形態の機能を実現するように、Central Processing Unit (CPU)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Random Access Memory (RAM)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Hard Disk Drive (HDD)、あるいはその他の記憶装置システムに格納される。

【0233】

尚、本発明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。

【0234】

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。

【0235】

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。

【0236】

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】

10

【0237】

本発明は、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。

【符号の説明】

【0238】

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

101 上位層処理部

102 制御部

103 送信部

104 受信部

20

105 送受信アンテナ

106 測定部

1011 無線リソース制御部

1012 スケジューリング部

1031 符号化部

1032 変調部

1033 下りリンク参照信号生成部

1034 多重部

1035 無線送信部

30

1041 無線受信部

1042 多重分離部

1043 復調部

1044 復号部

201 上位層処理部

202 制御部

203 送信部

204 受信部

205 測定部

206 送受信アンテナ

40

2011 無線リソース制御部

2012 スケジューリング情報解釈部

2031 符号化部

2032 変調部

2033 上りリンク参照信号生成部

2034 多重部

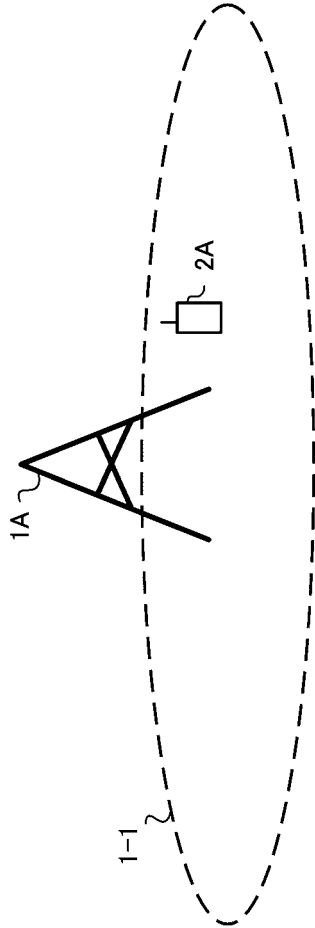
2035 無線送信部

2041 無線受信部

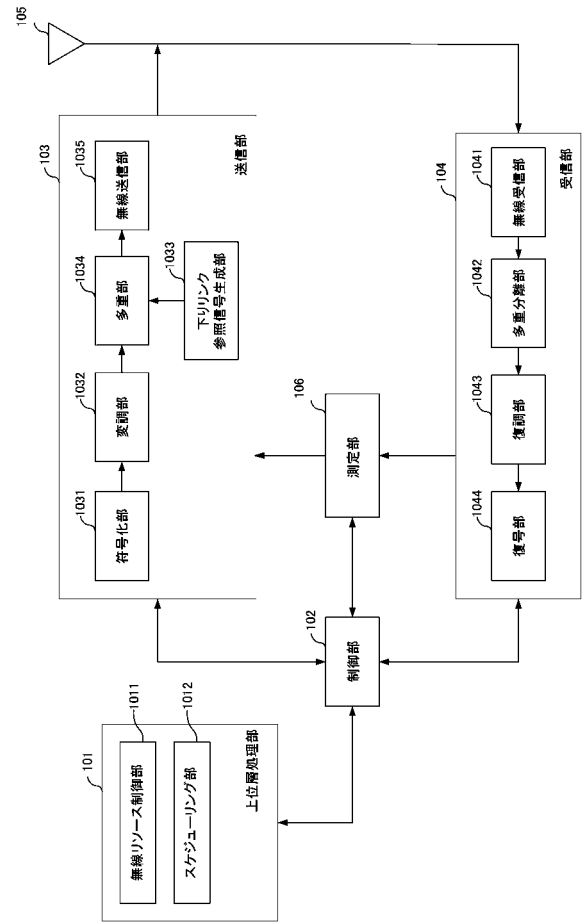
2042 多重分離部

2043 信号検出部

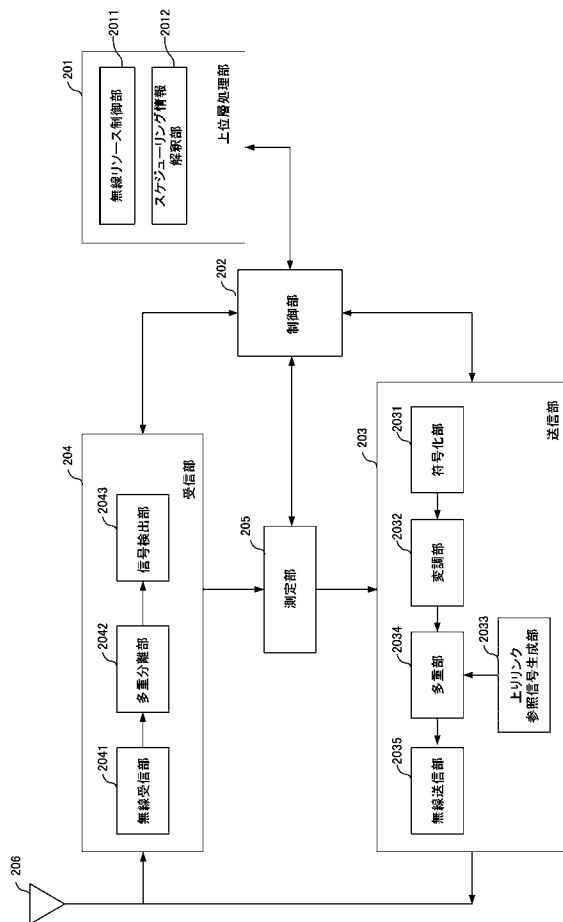
【図 1】



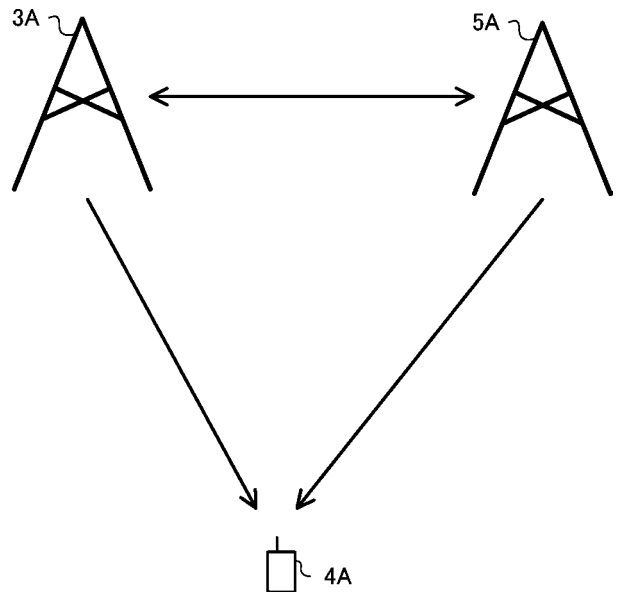
【図 2】



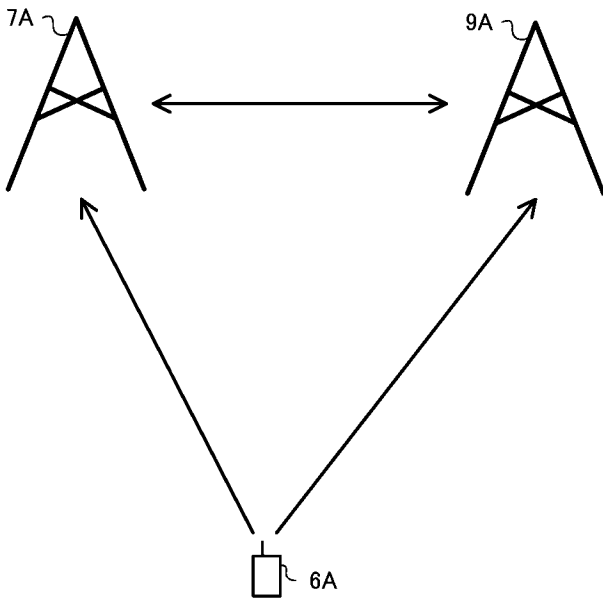
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(71)出願人 518446879

鴻穎創新有限公司

FG INNOVATION COMPANY LIMITED

中華人民共和國香港新界屯門海榮路22號屯門中央廣場26樓2623室

Flat 2623, 26/F Tuen Mun Central Square, 22 Ho
i Wing Road, Tuen Mun, New Territories, The Hon
g Kong Special Administrative Region of the
People's Republic of China

(74)代理人 100160783

弁理士 堅田 裕之

(72)発明者 留場 宏道

大阪府堺市堺区匠町1番地 シャープ株式会社内

(72)発明者 浜口 泰弘

大阪府堺市堺区匠町1番地 シャープ株式会社内

Fターム(参考) 5K067 AA11 DD43 EE08