

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016 年 12 月 15 日(15.12.2016)



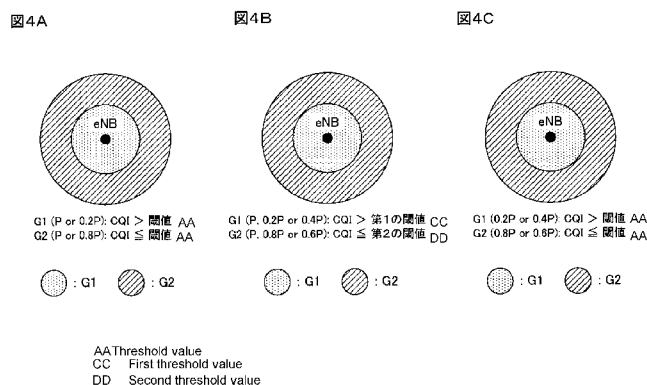
(10) 国際公開番号
WO 2016/199768 A1

- (51) 国際特許分類:
H04W 24/10 (2009.01) *H04W 52/24* (2009.01)
H04J 99/00 (2009.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/066934
- (22) 国際出願日: 2016 年 6 月 7 日(07.06.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-119634 2015 年 6 月 12 日(12.06.2015) JP
- (71) 出願人: 株式会社 N T T ドコモ (NTT DOCOMO, INC.) [JP/JP]; 〒1006150 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: ベンジャブール アナス (BENJEBBOUR, Anass); 〒1006150 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 山王パークタワー 株式会社 N T T ドコモ 知的財産部内 Tokyo (JP). 岸山 祥久 (KISHIYAMA, Yoshihisa); 〒1006150 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 山王パークタワー 株式会社 N T T ドコモ 知的財産部内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 青木 宏義, 外 (AOKI, Hiroyoshi et al.); 〒1020076 東京都千代田区五番町 5 番地 1 J S 市ヶ谷ビル 5 F Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: USER TERMINAL, WIRELESS BASE STATION, AND WIRELESS COMMUNICATION METHOD

(54) 発明の名称: ユーザ端末、無線基地局及び無線通信方法



(57) Abstract: The present invention minimizes any reduction in throughput even when downlink transmission power is controlled. A user terminal according to one aspect of the present embodiment has a reception unit for receiving information that pertains to a candidate for downlink transmission power, a generation unit for selecting a plurality of downlink-transmission-power candidates and generating channel state information (CSI) that pertains to the plurality of downlink-transmission-power candidates, and a transmission unit for transmitting the CSI that pertains to the plurality of downlink-transmission-power candidates.

(57) 要約: 下り送信電力が制御される場合であっても、スループットの低下を抑制すること。本実施の一態様に係るユーザ端末は、下り送信電力の候補に関する情報を受信する受信部と、複数の下り送信電力の候補を選択し、当該複数の下り送信電力の候補に関する CSI (Channel State Information) を生成する生成部と、前記複数の下り送信電力の候補に関する CSI を送信する送信部と、を有する。

WO 2016/199768 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：ユーザ端末、無線基地局及び無線通信方法

技術分野

[0001] 本発明は、次世代移動通信システムにおけるユーザ端末、無線基地局及び無線通信方法に関する。

背景技術

[0002] UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) ネットワークにおいて、さらなる高速データレート、低遅延などを目的としてロングタームエボリューション (LTE: Long Term Evolution) が仕様化された (非特許文献1)。また、LTEからの更なる広帯域化及び高速化を目的として、LTEの後継システム (例えば、LTE-A (LTE-Advanced)、FRA (Future Radio Access)、4G、5Gなどともいう) も検討されている。

[0003] LTE/LTE-Aでは、下りリンクの無線アクセス方式として、直交周波数分割多元接続 (OFDMA: Orthogonal Frequency Division Multiple Access) が用いられる。一方、将来の無線通信システム (LTE Rel. 13以降) では、さらに通信容量を向上させることを目的として、OFDMAにおいて、同一の無線リソースに複数のユーザ端末向けの信号を多重して送信する技術 (MUST: Multiuser Superposition Transmission) が検討されている。

先行技術文献

非特許文献

[0004] 非特許文献1: 3GPP TS 36.300 “Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) and Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN); Overall description; Stage 2”

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] MUSTを実現する下りリンクの無線アクセス方式としては、受信側での

干渉除去 (interference cancellation) を前提とする非直交多元接続 (NOMA: Non-Orthogonal Multiple Access) が考えられる。NOMAの一形態では、複数のユーザ端末に対する下り信号が同一の無線リソース (例えば、時間及び／又は周波数リソース) に重畳 (superpose) され、電力領域で非直交多重 (電力多重) して送信される。

[0006] NOMAでは、各ユーザ端末に対する下り送信電力の割り当て (送信電力の候補) が制御される。ここで、各ユーザ端末への下り送信電力の割り当てに応じて、適切な送信パラメータ (プリコーディング行列など) が変動することが想定される。このため、ユーザ端末の下り信号に最大送信電力が割り当てられることを前提とした既存システムのフィードバックを用いると、適切な情報をフィードバックすることができず、NOMAのゲインが劣化する場合がある。この結果、MUSTによるシステムスループット向上効果が好適に達成されなくなるおそれがある。

[0007] 本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、下り送信電力が制御される場合であっても、スループットの低下を抑制することができるユーザ端末、無線基地局及び無線通信方法を提供することを目的の一つとする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の一態様に係るユーザ端末は、下り送信電力の候補に関する情報を受信する受信部と、複数の下り送信電力の候補を選択し、当該複数の下り送信電力の候補に関するCSI (Channel State Information) を生成する生成部と、前記複数の下り送信電力の候補に関するCSIを送信する送信部と、を有する。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、下り送信電力が制御される場合であっても、スループットの低下を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1] 図1Aは、従来の無線アクセス方式における下り信号の多重の一例を示す図であり、図1Bは、NOMAにおける下り信号の多重の一例を示す図で

あり、図 1 C は、非直交多重を用いて下り信号が送信される一例を示す図である。

[図2] NOMA における無線基地局（送信機）の構成の一例を示す図である。

[図3] 図 3 A は、干渉除去を行うセル中央部の UE # 1 の構成の一例を示す図であり、図 3 B は、干渉除去を行わないセル端部の UE # 2 の構成の一例を示す図である。

[図4] 図 4 A は、CQI が所定の閾値より大きいかな否かで、2つの探索範囲グループを切り替える一例を示す図であり、図 4 B は、CQI を2つの閾値（第1の閾値、第2の閾値）と比較することで、2つの探索範囲グループを切り替える一例を示す図であり、図 4 C は、CQI が所定の閾値より大きいかな否かで、2つの探索範囲グループを切り替える別の一例を示す図である。

[図5] 第1の態様に係る複数の送信電力の候補に関する CSI の送信の一例を示す図である。

[図6] 第4の態様に係る CSI 要求フィールドの一例を示す図である。

[図7] 本実施形態に係る無線通信システムの概略構成の一例を示す図である。

[図8] 本実施形態に係る無線基地局の全体構成の一例を示す図である。

[図9] 本実施形態に係る無線基地局の機能構成の一例を示す図である。

[図10] 本実施形態に係るユーザ端末の全体構成の一例を示す図である。

[図11] 本実施形態に係るユーザ端末の機能構成の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] 図 1 は、NOMA の概略説明図である。従来の無線アクセス方式では、図 1 A に示すように、複数のユーザ端末に対する下り信号が、周波数領域（ f ）、時間領域（ t ）及び符号領域（ $code$ ）の少なくとも一つにより直交多重される。一方、NOMA では、図 1 B に示すように、複数のユーザ端末に対する下り信号が、同一の無線リソース（周波数、時間及び符号の少なくとも一つ）に重畳され、電力領域で非直交多重（電力多重）される。

[0012] 図 1 C は、無線基地局（eNB : eNodeB）から複数のユーザ端末（UE : User Equipment）# 1 及び # 2 に対して、非直交多重を用いて下り信号が送

信される場合を示している。図1Cでは、eNBによって形成されるセルの中央部（以下、セル中央部）にUE#1が位置し、当該セルの端部（以下、セル端部）にUE#2が位置する場合が示されている。なお、同一の無線リソースに非直交多重される複数のユーザ端末（UE#1及びUE#2）は、ペアリング端末と呼ばれてもよい。

[0013] eNBから送信される下り信号のパスロス、無線基地局からの距離と共に増加する。このため、eNBから相対的に遠いUE#2の受信SINR (Signal to Interference plus Noise Ratio) は、eNBに相対的に近いUE#1の受信SINRよりも低くなる。

[0014] NOMAでは、チャネルゲイン（例えば、受信SINR、RSRP (Reference Signal Received Power)）、パスロス、伝搬環境などに応じて送信電力を異ならせることで、同一の（又は重複する）無線リソースに対して複数のユーザ端末の下り信号が非直交多重される。例えば、図1Cでは、UE#1及び#2に対する下り信号が、異なる送信電力で同一の無線リソースに多重される。受信SINRが高いUE#1に対する下り信号には相対的に小さな送信電力が割り当てられ、受信SINRが低いUE#2に対する下り信号には相対的に大きな送信電力が割り当てられる。

[0015] また、NOMAでは、干渉キャンセラにより受信信号から干渉信号を除去することで、自端末に対する下り信号が抽出される。この場合、同一の無線リソースに非直交多重された下り信号のうち、自端末より送信電力が大きな他端末に対する下り信号が干渉信号になる。このため、自端末より送信電力の大きな他端末に対する下り信号を干渉キャンセラにより受信信号から除去することで、自端末に対する下り信号を抽出する。

[0016] 例えば、UE#2に対する下り信号は、UE#1に対する下り信号より大きな送信電力で送信される。このため、セル中央部に位置するUE#1は、自端末に対する下り信号に加えて、同一の無線リソースに非直交多重されたUE#2に対する下り信号を干渉信号として受信する。UE#1は、UE#2に対する下り信号を干渉キャンセラにより除去することで、自端末に対す

る下り信号を抽出して適切に復号することができる。

[0017] 一方で、UE # 1 に対する下り信号は、UE # 2 に対する下り信号よりも小さな送信電力で送信される。このため、セル端部のUE # 2 においては、同一無線リソースに非直交多重されたUE # 1 に対する下り信号による干渉の影響が相対的に小さくなることから、干渉キャンセラによる干渉除去を行うことなく、自端末に対する下り信号を抽出して適切に復号することができる。

[0018] 各UE への下り信号の送信電力の組み合わせは、電力セットと呼ばれてもよい。電力セットとは、より具体的には、同一の及び／又は重複する無線リソースに多重される複数のユーザ端末への下り信号の送信電力の組み合わせを表す。eNB は、複数の電力セットを選択可能に構成されていてもよい。

[0019] 例えば、第1の電力セットは {UE # 1、UE # 2} = {0.8P、0.2P}、第2の電力セットは {UE # 1、UE # 2} = {0.6P、0.4P}、というように、各電力セットでUE # 1 に割り当てる電力及びUE # 2 に割り当てる電力の組み合わせを異ならせることができる。ここで、P は割り当て可能な総電力である。

[0020] なお、電力セットを構成する送信電力の候補は、これらに限られない。また、電力セットは、各UE への信号の送信電力比で表されてもよいし、各UE への信号の送信電力の値で表されてもよい。また、各電力セットにおいて、各UE に割り当てる電力は、それぞれP（割り当て可能な総電力）、0.8P、0.6P、0.4P 及び0.2P のいずれかである構成としてもよい。

[0021] また、以下では、「送信電力の候補」は、ネットワーク側（例えば、無線基地局）が、あるUE に対して下りリンク（下り信号）の送信に用いる送信電力の候補を意味し、UE が無線基地局に対して上りリンクの送信を行う際に用いる送信電力の候補は意味しないものとする。

[0022] なお、あるUE に対する下り送信電力としてP が設定される場合、当該UE の下り信号は、NOMA を用いず、直交多元接続（OMA : Orthogonal M

ultiple Access) を用いて送信されてもよい。OMAを用いる場合、シングルユーザMIMO (Multi Input Multi Output) で送信されてもよい。

[0023] セル中央部のUE # 1 で用いられる干渉キャンセラとしては、例えば、CWC (Code Word level Interference Canceller)、R-ML (Reduced complexity-Maximum Likelihood detector) が考えられる。CWCは、逐次干渉キャンセラ (SIC: Successive Interference Cancellation) 型であり、ターボSICなどとも呼ばれる。

[0024] CWCを用いる場合、UE # 1 は、UE # 2 に対する下り信号 (干渉信号) に対して、ターボ復号までの処理を行う。UE # 1 は、ターボ復号結果とチャネル推定結果とに基づいて干渉のレプリカ信号を生成し、生成したレプリカ信号を受信信号から減算して、UE # 1 に対する下り信号を抽出する。一方、R-MLを用いる場合、UE # 1 は、UE # 2 に対する下り信号 (干渉信号) をターボ復号せずに、UE # 1 及び# 2 の双方に対する下り信号を同時に最尤検出する。

[0025] また、CWCは、UE # 1 及び# 2 の下り信号に対してそれぞれ異なるプリコーディング行列 (PM: Precoding Matrix) を乗算する場合にも、適用可能である。一方、R-MLは、UE # 1 及び# 2 の下り信号に対してそれぞれ異なるプリコーディング行列が適用される場合、ユーザ端末における空間自由度が不足することから、特性が劣化する場合がある。なお、プリコーディング行列は、プリコーディングウェイト、プリコーディングベクトル、プリコーダなどと呼ばれてもよい。

[0026] 図2及び3を参照し、図1Cに示されるeNB、UE # 1 及び# 2 の構成の一例を説明する。本例では、セル固有参照信号 (CRS: Cell-specific Reference Signal) を用いてユーザ端末がチャネル推定を行う例を示すが、ユーザ端末は他の信号に基づいてチャネル推定を行ってもよい。

[0027] 図2は、無線基地局 (送信機) の構成の一例を示す図である。なお、図2では、 2×2 のMIMO (Multiple-Input Multiple-Output) の構成を示すが、これに限られない。無線基地局 (送信機) の構成は、例えば、 4×4 の

MIMOの構成であってもよいし、MIMO以外の構成であってもよい。また、図2は、送信処理に係る無線基地局の構成を記載したものであり、無線基地局は他にも必要な構成を備えるものとする。

[0028] 図2に示すように、無線基地局は、UE # 1 及び # 2 のそれぞれについて、ストリーム # 1 及び # 2 (レイヤ # 1 及び # 2) に対するデータを符号化 (ターボ符号化) し、変調したのち、プリコーディング行列を乗算する。そして、無線基地局は、UE # 1 及び # 2 に対する電力調整後の変調信号を非直交多重し、制御信号やCRSなどと多重する。この多重した信号を複数のアンテナ # 1 及び # 2 を介して下り信号として送信する。

[0029] 図3は、NOMAにおけるユーザ端末 (受信機) の構成の一例を示す図である。図3のユーザ端末は、図2に示した無線基地局からの下り信号を受信する。図3Aは、干渉除去を行うセル中央部のUE # 1 の構成の一例を示し、図3Bは、干渉除去を行わないセル端部のUE # 2 の構成の一例を示す。なお、図3A及び3Bは、受信処理に係るUEの構成を記載したものであり、UEはこれ以外にも必要な構成を備えるものとする。

[0030] また、図3Aでは、CWCなどのSIC型の干渉キャンセラを用いた構成を示すが、これに限られず、干渉キャンセラとしてRMLを用いた構成であってもよい。図3Aに示すように、干渉除去を行うUE # 1 における受信信号には、UE # 1 (所望UE) に対する下り信号と、他のUE # 2 (干渉UE) に対する下り信号と、が非直交多重されている。

[0031] UE # 1 は、UE # 2 に対する下り信号を推定して除去することで、自端末に対する下り信号を抽出する。具体的には、図3Aに示すように、チャンネル推定部において、受信信号に多重されたCRSを用いてチャンネル推定を行う。そして、MMSE (Minimum Mean Square Error) 部において、チャンネル推定の結果 (チャンネル行列) と受信信号とに基づいて、最小二乗法によりUE # 2 に対する下り信号を求める。さらに、UE # 2 に対する下り信号を復調・復号 (ターボ復号) し、レプリカ信号 (干渉レプリカ) を生成する。

- [0032] UE # 1 は、UE # 2 のレプリカ信号を用いて、自端末 (UE # 1) に対する下り信号を求める。具体的には、干渉除去部において、受信信号から UE # 2 のレプリカ信号を減算し、MMSE 部に出力する。そして、MMSE 部において、上述したチャネル推定の結果 (チャネル行列) と干渉除去部からの出力信号とに基づいて、最小二乗法により UE # 1 の下り信号を推定する。UE # 1 は、推定された信号を復調・復号することで、UE # 1 向けのデータ (受信データ) を取得する。
- [0033] 一方、図 3 B に示すように、セル端部の UE # 2 は、干渉除去を行わずに、自端末 (UE # 2) に対する下り信号を求める。具体的には、チャネル推定部において、受信信号に多重された CRS を用いてチャネル推定を行う。そして、MMSE 部で、チャネル推定の結果 (チャネル行列) と受信信号とに基づいて、最小二乗法により UE # 2 に対する下り信号を推定する。UE # 2 は、推定された変調信号を、復調・復号することで、UE # 2 のデータ (受信データ) を取得する。
- [0034] なお、図 3 A 及び 3 B は、セル中央部及びセル端部の UE の構成を機能的に示したものであり、UE の構成はこれに限られない。例えば、1 つの UE は、図 3 A 及び 3 B に示す双方の構成を具備してもよい。また、干渉除去は、セル中央部に限られず、セル端部で行われてもよい。
- [0035] 以上述べたように、複数の UE に対する下り信号を非直交多重して送信する場合には、無線基地局は、各 UE からのフィードバック情報に基づいて、各下り信号に適用するプリコーディング行列や、変調及び符号化方式 (MCS : Modulation and Coding Scheme) を制御することが想定される。ユーザ端末のフィードバックに基づくこのような制御は、閉ループ (closed loop) 制御とも呼ばれる。
- [0036] 閉ループ制御では、UE は、チャネル状態情報 (CSI : Channel State Information) を無線基地局にフィードバックする。CSI は、プリコーディング行列を識別するプリコーディング行列識別子 (PMI : Precoding Matrix Indicator)、ランク (レイヤ数) を識別するランク識別子 (RI : Ra

nk Indicator)、チャネル品質を識別するチャネル品質識別子(CQI: Channel Quality Indicator)の少なくとも一つに関する情報を含む。

[0037] 具体的には、UEは、最適なプリコーディング行列を示すPMI、当該PMIを想定した場合に最適なランクを示すRI、当該PMI及びRIを想定した場合のチャネル品質を示すCQIをフィードバックする。なお、各UEは、PMIとプリコーディング行列とを関連付けるコードブックから、最適なプリコーディング行列を示すPMIを選択してもよい。また、最適なPMIは、伝搬環境などに基づいて決定されてもよい。

[0038] 無線基地局は、フィードバックされたCQIに関連付けられるMCSにより、各UEに対する下り信号の変調・符号化を行う。また、無線基地局は、フィードバックされたPMIが示すプリコーディング行列を、各UEに対する下り信号に乗算する。また、無線基地局は、フィードバックされたRIが示すランク(レイヤ数)で、各UEに対する下り信号を送信する。

[0039] ところで、従来の無線通信システムでは、CSIの導出において、自端末への下り信号が最大送信電力で送信されるものと仮定していた。しかしながら、MUST、特にNOMAを利用する場合、UEへの下り信号は必ずしも最大送信電力で送信されるとは限られない。また、NOMAの適用により割り当て電力が変わり、適切なランク及びPMIも変わる場合がある。

[0040] このため、eNBは、UEからのCSIに含まれるパラメータ(PMIなど)をそのまま用いてスケジューリングを行うと、当該UEに実際に適用する送信電力に対して不適切なプリコーディング、変調などを行ってしまうおそれがある。この結果、NOMAのゲインを効率的に得られなくなるという問題がある。

[0041] また、スケジューラによっては、ユーザの組み合わせに応じて、ペアリング端末のプリコードを強制的に同一にする場合がある。この際、UEがeNBに報告したCSIで示されるプリコードと異なるプリコードを適用することとなるため、UEは適切に受信処理を行うことができないおそれがある。

[0042] そこで、本発明者らは、NOMAのように、複数のユーザ端末に対する下

り信号の送信電力の組み合わせ（電力セット）が制御される場合において、ユーザ端末が複数の送信電力の候補を想定してC S Iを算出することを着想した。具体的には、本発明者らは、所定の情報（例えば、無線基地局から通知される情報）に基づいて、報告すべき複数のC S Iを特定し、適切なタイミングでフィードバックすることを見出した。

[0043] 本発明の一実施形態によれば、ユーザ端末が測定したC Q Iなどに基づいて下り信号に適用すべき送信電力を決定し、当該送信電力に基づいて他のパラメータ（P M I、R Iなど）を決定することができるため、下り信号に係るパラメータをユーザ端末が主体的に決定することができる。

[0044] 以下、本発明の一実施形態を詳細に説明する。本実施形態では、一例として、ユーザ端末は、N O M A方式を用いた下り信号を受信するものとするが、これに限られない。ユーザ端末が受信する下り信号は、他のユーザ端末に対する下り信号と同一の無線リソースに多重（例えば、電力多重）される下り信号であれば、どのような信号であってもよい。例えば、本発明は、M U S Tとして規定される他の方式を用いた下り信号に適用することができる。

[0045] また、以下では、N O M A方式を用いた下り信号とは、O F D M A信号が電力領域で非直交多重された信号であるものとするが、これに限られない。N O M A方式により非直交多重される下り信号は、O F D M A信号に限られず、周波数領域（f）、時間領域（t）及び符号領域（c o d e）の少なくとも一つで多重されるどのような信号であってもよい。

[0046] また、以下では、C R Sを用いてデータ復調を行う送信モード（T M : Transmission Mode）（例えば、送信モード2－6）を想定するが、これに限定されるものではない。本実施形態は、復調用参照信号（D M R S : DeModulation Reference Signal）を用いてデータ復調を行う送信モード（例えば、送信モード7－9）や、セル間協調（C o M P : Coordinated MultiPoint）により複数の無線基地局（セル）から下り信号を受信する送信モード（例えば、送信モード10）、その他の送信モードなどにも適用可能である。

[0047] また、以下では、ユーザ端末における干渉測定（チャネル状態、伝搬環境

の測定など)は、C R Sに基づいて行うものとするが、これに限定されるものではない。干渉測定は、チャネル状態情報参照信号(C S I-R S : Channel State Information-Reference Signal)に基づいて行われてもよいし、他の信号に基づいて行われてもよい。なお、C R Sを用いる場合、送信モード10のようなC S I-R Sを用いる場合と比較して、測定すべきリソース(C S I-R S / C S I-I M (Interference Measurement))を示す情報を上位レイヤシグナリングにより予め通知する必要がない点で有利である。

[0048] また、本実施形態では、受信処理負荷軽減の観点から、干渉キャンセラとしてR-M Lを用いることが好適である。ただし、これに限られず、C W I CなどのS I C型の干渉キャンセラを適用することも可能である。また、本実施形態では、同一の無線リソースに非直交多重される複数のユーザ端末(ペアリング端末)は、2つであるものとするが、これに限られず、3つ以上のユーザ端末がグループ化されて、同一の無線リソースに非直交多重されてもよい。

[0049] (無線通信方法)

本実施形態に係る無線通信方法では、ユーザ端末は、複数の下りリンク送信電力の候補に関して、それぞれのC S I (P M I、C Q I、R I)を計算してe N Bにフィードバックする。

[0050] フィードバック対象となる複数の送信電力の候補は、ユーザ端末によって決定されてもよいし、ユーザ端末に通知されてもよいし、ユーザ端末に予め設定されていてもよい。例えば、ユーザ端末は、設定された(例えば、上位レイヤシグナリングで通知された)全ての送信電力の候補に関して、C S Iを計算してフィードバックするように構成されてもよい。

[0051] ここで、ユーザ端末は、所定の情報に基づいて、フィードバック対象を限定(制限)する構成としてもよい。例えば、ユーザ端末は、測定結果から取得した受信信号の品質(例えば、R S R P、R S R Q、C Q I)を、無線基地局から通知された所定の閾値と比較することで、探索範囲となる(又はC

S I フィードバック対象となる) 候補電力を絞ってもよい。つまり、無線基地局は、ユーザ端末に所定の閾値を通知することで、利用可能な送信電力の候補の構成ごとにユーザ端末をグループ化して、ユーザ端末からフィードバックされる情報量を削減することができる。

[0052] あるグループ(探索範囲グループ、ユーザグループなどと呼ばれてもよい)に属するユーザ端末は、測定したCQIが所定の範囲の値に含まれるユーザ端末であるものとするが、これに限られず、別の指標によりグループが規定されてもよい。例えば、ユーザ端末は、CQIの代わりに及び／又はCQIとともに、チャネルゲイン(受信SINR、RSRP(Reference Signal Received Power)、RSRQ(Reference Signal Received Quality)など)、パスロス、伝搬環境などを用いて、グループを判断してもよい。

[0053] また、ユーザ端末は、CQIやチャネルゲインなどの代わりに及び／又はこれらとともに、自端末の位置(例えば、接続する無線基地局からの相対位置)に基づいて、自端末が属するグループを判断し、探索範囲の送信電力の候補を制限してもよい。例えば、ユーザ端末は、GPS(Global Positioning System)、ジャイロセンサ、コンパス、測域センサ(レーザスキャンセンサ)、無線ビーム(レーダー)、サーモグラフィなどにより取得した地理的な位置情報やカメラから取得された画像情報を用いて、自端末の位置や、無線基地局の位置を判断してもよい。

[0054] ここで、比較対象となる閾値や範囲は、1つであってもよいし、複数であってもよい。また、所定のグループに含まれる電力候補(所定のグループで探索される送信電力の候補)は、1つであってもよいし、複数であってもよい。

[0055] また、閾値に関する情報及び／又はグループに関する情報(例えば、あるグループに属するUEが探索する送信電力の候補に関する情報)は、例えば、上位レイヤシグナリング(例えば、RRCシグナリング、MACシグナリング、報知情報)、下り制御信号(DCI: Downlink Control Information)又はこれらの組み合わせなどによって、ユーザ端末に通知されてもよい。

なお、これらの情報は、ユーザ端末に予め設定されていてもよい。

[0056] 図4は、本実施の形態において探索範囲となる送信電力の候補を限定する一例を示す図である。ここでは、送信電力の候補として、 P 、 $0.8P$ 、 $0.6P$ 、 $0.4P$ 及び $0.2P$ を想定するが、これに限られない。また、比較するCQIは、下り信号にOMAが適用されることを想定した場合（又は下り送信電力として P を想定した場合）のCQIとするが、これに限られない。例えば、設定された複数の電力候補のうち、 P 以外の最大の下り送信電力を想定した場合のCQIを、比較対象として用いてもよい。

[0057] 図4Aは、CQIが所定の閾値（threshold）より大きいか否かで、2つの探索範囲グループを切り替える一例を示す図である。グループG1は、CQIが所定の閾値より大きい場合に用いられるグループであって、探索範囲は P 及び $0.2P$ である。G1に属するUEは、 P 及び $0.2P$ が送信電力の候補となり、それぞれの送信電力の候補に対してCSIを算出し、フィードバックする。

[0058] 一方、グループG2は、CQIが所定の閾値以下の場合に用いられるグループであって、探索範囲は P 及び $0.8P$ である。G2に属するUEは、 P 及び $0.8P$ が送信電力の候補となり、それぞれの送信電力の候補に対してCSIを算出し、フィードバックする。

[0059] 図4Bは、CQIを2つの閾値（第1の閾値、第2の閾値）と比較することで、2つの探索範囲グループを切り替える一例を示す図である。グループG1は、CQIが第1の閾値より大きい場合に用いられるグループであって、探索範囲は P 、 $0.2P$ 及び $0.4P$ である。G1に属するUEは、 P 、 $0.2P$ 及び $0.4P$ が送信電力の候補となり、それぞれの送信電力の候補に対してCSIを算出し、フィードバックする。

[0060] 一方、グループG2は、CQIが第2の閾値以下の場合に用いられるグループであって、探索範囲は P 、 $0.8P$ 及び $0.6P$ である。G2に属するUEは、 P 、 $0.8P$ 及び $0.6P$ が送信電力の候補となり、それぞれの送信電力の候補に対してCSIを算出し、フィードバックする。

- [0061] なお、図4Bにおいて、算出及び／又はフィードバックされるCSIは、3つの電力候補の全てに関するCSIであってもよいし、3つの電力候補の一部に関するCSIであってもよい。また、第2の閾値は、第1の閾値と異なる値であってもよいし、同じ値であってもよい。例えば、第2の閾値として第1の閾値と同じ／異なる値を通知することにより、図4A及び図4Bのグループ構成を切り替えてもよい。
- [0062] 図4Cは、CQIが所定の閾値より大きいか否かで、2つの探索範囲グループを切り替える別の一例を示す図である。図4Cは、図4Aの例と比べて、各グループの電力候補が異なる。具体的には、各電力候補がPを含まない構成となっている。
- [0063] この場合、下り信号に適用される多重方式に関する情報をユーザ端末に通知することにより、ユーザ端末において、グループに含まれる電力候補を切り替えて用いる構成としてもよい。例えば、多重方式に関する情報として、下り信号にOMA又はNOMAが適用されることを1ビットで通知されることにより、ユーザ端末は図4A及び図4Cのグループ構成を切り替えてもよい。多重方式に関する情報は、上位レイヤシグナリング、DCIなどによりユーザ端末に通知されてもよい。
- [0064] なお、図4において、ユーザ端末は、自端末の位置（例えば、受信品質（CQI、RSRP、パスロス値など）により判断）に基づいて、G1及びG2のいずれに属するかを判断してもよい。例えば、ユーザ端末は、自端末がセル中央部に位置する（例えば、受信品質が所定の閾値以上となる）場合、G1に属すると判断することができ、自端末がセル端部に位置する（例えば、受信品質が所定の閾値以下となる）場合、G2に属すると判断することができる。この場合、無線基地局は、グループに関する情報として、所定のグループと端末の位置（例えば、受信品質が所定の閾値以下であるか否か）との対応関係に関する情報を、ユーザ端末に上位レイヤシグナリング、DCIなどで通知してもよい。
- [0065] また、ユーザ端末は、各電力候補に関しては、最良の（ベストな）CSI

をフィードバックしてもよいし、複数のC S Iをフィードバックしてもよい。例えば、複数のC S Iとして、最良のC S Iと、2番目に良いC S Iと、を通知してもよい。なお、最良、2番目に良いなどのC S Iは、例えば、ユーザ端末の伝搬環境によって決定される。また、これに限られず、複数のC S Iとして、最良のC S Iから n ($n \geq 2$) 番目までのC S Iを通知してもよい。ここで、上記 n や、通知すべきC S I (例えば、 x 番目に良いC S I) を示す情報は、上位レイヤシグナリング、DCIなどによりユーザ端末に通知されてもよい。

[0066] また、ユーザ端末から、送信電力の候補のうち、どの送信電力の候補に対してC S Iをフィードバックしたかを、無線基地局に対して明示的 (Explicit) に報告してもよい。その場合、例えば、C S Iをフィードバックするとともに、当該C S Iが該当する送信電力候補に関する情報をフィードバックしてもよい。

[0067] C S Iとして送信する情報について、以下で説明する。以下では、所定の送信電力の候補に関するPMI、CQI及びRIの生成規則について説明するが、複数の送信電力の候補に関して同じ規則に従ってC S Iが生成されてもよいし、別々の規則に従ってC S Iが生成されてもよい。

[0068] 所定の送信電力の候補に関してフィードバックすべき複数のPMIは、上位レイヤシグナリングにより指示されてもよい。この場合、無線基地局は、ビットマップを用いて、複数のPMIをユーザ端末に指示してもよい。このビットマップは、コードブックに規定されるPMI数と等しいビットマップ (codeBookSubsetRestrictionとも呼ばれる) であってもよく、送信が指示されるPMIを示すビットに“1”が設定されてもよい。ユーザ端末は、ビットマップで指示されるPMIを無線基地局に送信することができる。

[0069] また、ユーザ端末は、上記複数のPMIに加えて、上記複数のPMIにそれぞれ対応する複数のCQIを送信してもよい。もちろん、当該複数のCQIは、最良のPMIに対応するCQIと2番目に良いPMIに対応するCQIとであってもよいし、最良の n ($n \geq 2$) 番目までのPMIにそれぞれ対

応するCQIであってもよい。この場合、 n は上位レイヤシグナリングにより指示されてもよい。また、当該複数のCQIは、上位レイヤシグナリングにより指示されたPMIに対応するCQIであってもよい。

[0070] また、ユーザ端末は、上記複数のPMIに加えて、上記複数のPMIにそれぞれ対応する複数のRIを送信してもよいし、上記複数のPMIに共通する単一のRIを送信してもよい。ユーザ端末は、当該複数のRIを送信せずに、上記複数のPMIだけを送信してもよいし、上記複数のPMIと上記複数のCQIとだけを送信してもよい。これは、RIのフィードバックは、一般的にPMIのフィードバックよりも長い周期となるよう上位レイヤより指示されることが想定されるため、この周期内では、RIを送信せずに、共通の値とすることができるためである。

[0071] なお、CSIの算出及びフィードバックは、ワイドバンド単位で行われてもよいし、サブバンド単位で行われてもよい。また、フィードバックされる情報は、ジョイント符号化されてもよい。例えば、1つの送信電力の候補に関するCSI（PMI、CQI、RIなど）がジョイント符号化されてもよいし、複数の送信電力の候補に関するCSIがジョイント符号化されてもよい。また、ジョイント符号化は、サブバンド毎に行われてもよいし、全サブバンドまとめて（ワイドバンドで）行われてもよい。

[0072] 一方、eNBは、UEから報告された複数の送信電力の候補に関するCSIに基づいて、当該UEの下り信号に適用する送信電力、ランク（RI）、PMIの少なくとも1つのパラメータを決定し、当該UEに対して通知する。

[0073] eNBは、所定の規則に従って、ペアリング端末に適用するパラメータを決定する。これらのパラメータは、ユーザスループットの最大化を目指す規範で決定されることが好ましく、例えばスケジューリングメトリックが最大となるように決定されてもよい。ここで、eNBは、各UEがフィードバック報告に利用した送信電力の候補以外の送信電力を、下り信号に用いないように制御してもよい。

- [0074] また、eNBは、ペアリングされる複数のUEからそれぞれCSIを受信した場合、各UEからのCSIに基づいてパラメータを決定してもよいし、一方のUEからのCSIのみに基づいてパラメータを決定してもよい。
- [0075] eNBは、UEから受信したCSIに対応する送信電力の候補のいずれかを当該UEに適用することが好ましいが、それ以外の送信電力の候補（フィードバック報告に利用していない送信電力）を当該UEに適用するように制御してもよい。例えば、システム全体を考慮してより性能が向上するなどの利点がある場合には、このような制御を行ってもよい。
- [0076] なお、UEに通知する情報としては、他のUE（他のペアリング端末）の下り信号に適用するパラメータ（電力セット、電力候補、RI、PMIなど）を含めてもよい。
- [0077] また、パラメータを通知する代わりに、別の情報を通知して、ユーザ端末は当該情報に基づいて下り信号に適用される電力セット、RI、PMIなどを判断する構成としてもよい。例えば、下り信号に適用される多重方式（例えば、OMA又はNOMA）に関する情報を通知することにより、ユーザ端末は自分が報告したパラメータが下り信号に適用されるか否かを判断してもよい。
- [0078] また、情報が何も通知されないことにより、ユーザ端末は自分が報告したパラメータが下り信号に適用されるか否かを判断してもよい。例えば、情報が通知されない場合、ユーザ端末はフィードバックしたパラメータが下り信号に適用されると判断し、当該パラメータを用いて受信処理、測定処理などを行ってもよい。
- [0079] また、ユーザ端末は、受信したDMRSの電力に基づいて、自端末及び／又は多重ペアとなる他ユーザ端末に適用される電力セットを判断してもよい。また、無線基地局は、CRSベースのMIMOを用いている場合には、上位レイヤシグナリング、DCIなどにより、自端末及び／又は多重ペアとなる他ユーザ端末への下り信号に適用される電力セットに関する情報を、ユーザ端末に通知してもよい。

[0080] 本実施形態によれば、UEがCQIなどの測定結果に基づいて、NOMAの適用を考慮した下り送信電力及びPMIなどのパラメータを主体的に決定し、無線基地局に適切なCSIをフィードバックすることができる。これにより、無線基地局は、UEから通知された複数の電力候補それぞれに関するCSIを用いて、異なる送信電力の場合の送信パラメータ（PMIなど）の計算を容易に行うことができるため、好適な制御（ユーザペアリング、スケジューリングなど）を行うことができ、NOMAによるシステムレベル性能の向上効果が低減することを抑制することができる。

[0081] （CSIのフィードバック態様）

次に、本実施形態に係る無線通信方法における複数の下りリンク送信電力の候補に関するCSIの送信態様について詳しく説明する。以下の態様で送信される複数の送信電力の候補に関するCSIとは、複数のPMIであってもよいし、複数のPMI及び複数のCQIであってもよいし、複数のPMI、複数のCQI及び複数／単一のRIであってもよく、これらを総称するものとする。

[0082] <第1の態様>

第1の態様では、ユーザ端末は、所定の周期でCSIを報告する周期的CSI報告（periodic CSI report）により、複数の送信電力の候補に関するCSIを送信する。ユーザ端末は、複数の送信電力の候補に関するCSIを、1つのサブフレームでまとめてフィードバックしてもよいし、複数のサブフレームに分けてフィードバックしてもよい。例えば、ユーザ端末は、複数の送信電力の候補に関するCSIを、送信電力の候補ごとに別々のサブフレームでフィードバックしてもよい。

[0083] 図5は、第1の態様に係る複数の送信電力の候補に関するCSIの送信の一例を示す図である。図5では、ユーザ端末が、3つの電力候補（P、P1、P2）に関するCSIを別々のサブフレームで送信する例を示すが、これに限られない。ここで、P、P1及びP2は、それぞれOMAを前提とした送信電力の候補、NOMAのセル中央部ユーザを前提とした送信電力の候補

及びNOMAのセル端部ユーザを前提とした送信電力の候補を示すものとするが、これに限られない。

[0084] 図5に示すように、ユーザ端末は、複数の送信電力の候補に関するCSIをそれぞれ異なるサブフレームの上り制御チャネル(PUCCH: Physical Uplink Control Channel)を割り当てて送信する。なお、これらのCSIの送信には、PUCCHフォーマット2/2A/2Bなどを用いることができる。また、各CSIの送信サブフレームにおいて上り共有チャネル(PUSCH: Physical Uplink Shared Channel)の割り当てがある場合、CSIは、PUSCHを用いて送信されてもよい。

[0085] CSIの送信周期は、送信電力の候補ごとに異なってもよい。図5においては、Pに関するCSIのフィードバック周期がN、P1に関するCSIのフィードバック周期がM(>N)及びP2に関するCSIのフィードバック周期が2Mとする例を示している。なお、各フィードバック周期は異なってもよいし、同じであってもよい。

[0086] 各送信電力の候補に関するCSIをフィードバックするタイミングに関する情報(例えば、周期、サブフレームインデックス、サブフレームオフセットなど)は、上位レイヤシグナリング、DCIなどによりユーザ端末に通知されてもよいし、予め設定されていてもよい。例えば、各CSIの送信サブフレームは、無線基地局から上位レイヤシグナリングによりユーザ端末に通知される送信周期と、無線フレームの先頭に対するオフセットと、によって特定されてもよい。

[0087] <第2の態様>

第2の態様では、ユーザ端末は、無線基地局から上位レイヤシグナリング(例えば、RRCシグナリング)により指示される複数の送信電力の候補に関するCSIを送信する。例えば、報告対象として指示された複数の送信電力の候補がP、P1、P2の3つある場合、ユーザ端末は、送信電力の候補P、P1、P2それぞれに関するCSIを無線基地局にフィードバックする。

[0088] 上述のように、無線基地局は、各送信電力の候補について、ビットマップを用いて複数のPMIを指示してもよい。このビットマップは、コードブックに規定されるPMI数と等しいビットマップ（codeBookSubsetRestrictionとも呼ばれる）であってもよい。ユーザ端末は、ビットマップで指示されるPMIを無線基地局に送信する。また、ユーザ端末は、当該PMIに加えて、当該PMIに対応するCQI及び当該PMIに対応するRIの少なくとも一つを送信してもよい。

[0089] なお、無線基地局は、所定の送信電力の候補について、単一のPMIの送信を指示することもできる。また、第2の態様は、第1の態様と組み合わせることが可能であり、ユーザ端末は、無線基地局から指示される複数の送信電力の候補に関するCSIをそれぞれ異なるサブフレームで周期的に送信してもよい。また、CSI報告対象となる複数の送信電力の候補を特定するための情報は、上位レイヤシグナリングに限られず、他の方法（例えば、DCIなど）で通知されてもよい。

[0090] <第3の態様>

第3の態様では、ユーザ端末は、非周期CSI報告（aperiodic CSI report）により、複数の送信電力の候補に関するCSIを送信する。非周期CSI報告では、ユーザ端末は、CSI要求フィールド（CSI request field）を含む下り制御情報（DCI）を、PDCCHを介して受信する。ユーザ端末は、CSI要求フィールドの値が送信指示を示す（例えば、“1”である）場合、DCIによって割り当てられるPUSCHを用いて、複数の送信電力の候補に関するCSI（又は複数の送信電力の候補に関するCSIの少なくとも一部）を送信する。

[0091] なお、上記CSI要求フィールドの値が送信指示を示す場合、ユーザ端末は、複数の送信電力の候補に関するCSIとして、複数のPMIを送信してもよいし、当該複数のPMIに加えて、複数のCQIを送信してもよいし、複数のCQI及び複数／単一のRIを送信してもよい。

[0092] また、第3の態様は、第2の態様と組み合わせることが可能であり、上記

C S I 要求フィールドの値が送信指示を示す場合、ユーザ端末は、上位レイヤシグナリングにより指示される複数の送信電力の候補に関するC S Iを送信してもよい。

[0093] なお、第3の態様では、上記C S I 要求フィールドによりC S Iを送信するか否かが指示されればよいので、上記C S I 要求フィールドは、1ビットであってもよい。しかしながら、これに限られるものではなく、上記C S I 要求フィールドは、2ビットであってもよいし、3ビット以上であってもよい。

[0094] <第4の態様>

第4の態様では、ユーザ端末は、上述の非周期C S I 報告により送信されるC S Iを、動的に制御する。具体的には、ユーザ端末は、C S I 要求フィールドの値と報告すべきC S Iの送信電力の候補との対応関係に関する情報（指示情報）を、上位レイヤシグナリングにより受信する。

[0095] ユーザ端末は、C S I 要求フィールドを含むD C IをP D C C Hで受信し、当該D C Iにより指示されるP U S C Hを用いて、C S I 要求フィールドの値と上記対応関係に基づいて決定されるC S I（複数の送信電力の候補に関するC S Iの少なくとも一部）を送信する。なお、上記対応関係は、非周期C S I 報告のトリガーに用いられるテーブル（トリガーテーブル）と呼ばれてもよい。

[0096] なお、ユーザ端末は、C S I 要求フィールドをトリガーとして、指示された送信電力の候補に対応するC S Iを、所定のタイミングで（例えば、4サブフレーム後に）1回だけフィードバックしてもよいし、所定の期間に渡ってフィードバックしてもよい。また、ユーザ端末は、C S I 要求フィールドを含むD C Iを受信すると、所定のリセット情報を通知されるまでの間、指示された送信電力の候補に対応するC S Iをフィードバックしてもよい。ここで、複数回フィードバックを行う場合には、周期的、非周期的いずれのフィードバックを行ってもよく、フィードバック方法に関する情報（周期、送信タイミングなど）は上位レイヤシグナリング、D C Iなどにより通知され

てもよい。

[0097] 図6は、第4の態様に係るCS要求フィールドの一例を示す図である。

例えば、図6では、CS要求フィールドの値が“00”である場合、CSの送信無しが指示され、当該値が“01”、“10”、“11”である場合、それぞれ、上位レイヤシグナリングで通知される第1の送信電力の候補（第1候補）、第2の送信電力の候補（第2候補）及び第3の送信電力の候補（第3候補）の送信が指示される。

[0098] なお、図6の例では、CS要求フィールドの値に対応してユーザ端末が1つの送信電力の候補に関するCSを報告することを示しているが、これに限られない。例えば、CS要求フィールドの値に対応して複数の送信電力の候補の送信が指示されてもよい。また、指示情報としては、codeBookSubsetRestrictionなどのビットマップが用いられてもよい。このビットマップでは、送信が指示されるCS（PMI）を示すビットに“1”が設定されてもよい。

[0099] 第4の態様では、CS要求フィールドの値を変更することで、ユーザ端末から送信されるCSを動的に制御できる。また、ユーザ端末は、eNBから通知された（又は現在設定されている）1つの送信電力の候補に関するCSを、通常時にフィードバックする一方で、複数の送信電力の候補に関するCSを、トリガーに従ってフィードバックすることができる。これにより、通信オーバーヘッドの増大を抑制しつつ、必要な情報をフィードバックすることができる。

[0100] なお、図6では、指示情報として、CS要求フィールドの値に対応する所定の送信電力の候補に関する情報が上位レイヤシグナリングされるものとしたが、これに限られない。CS要求フィールドの値によりどの送信電力の候補のCSの送信が指示されるかは、固定的に定められてもよい。例えば、図6において、CS要求フィールドの値“01”により送信電力の候補PのCSが指示され、値“10”により送信電力の候補P1のCSが指示され、値“11”により送信電力の候補P2のCSが指示されるよう

に構成されてもよい。

[0101] また、上位レイヤシグナリング（例えば、RRCシグナリング）、DCIなどにより、既存のトリガータブル及び図6に示したような送信電力の候補に関連したトリガータブルのいずれを用いて非周期CSI報告を行うかに関する情報が通知されてもよい。ユーザ端末は、当該情報に基づいて、非周期CSI報告に用いるトリガータブルを切り替えることができる。

[0102] また、上記の例ではCSI要求フィールドがDCIに含まれ、動的にCSI構成が制御される場合を示したが、これに限られない。例えば、CSI要求フィールドが上位レイヤシグナリング（RRCシグナリングなど）で通知され、準静的にCSI構成が制御される構成としてもよい。

[0103] （無線通信システム）

以下、本発明の一実施形態に係る無線通信システムの構成について説明する。この無線通信システムでは、本発明に係る無線通信方法が適用される。なお、上記実施形態の無線通信方法は、それぞれ単独で適用されてもよいし、組み合わせて適用されてもよい。なお、同一の構成要素には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。

[0104] 図7は、本発明の一実施形態に係る無線通信システムの概略構成の一例を示す図である。なお、無線通信システム1は、SUPER 3G、LTE-A（LTE-Advanced）、IMT-Advanced、4G、5G、FRA（Future Radio Access）などと呼ばれてもよい。

[0105] 図7に示す無線通信システム1は、無線基地局10（10A、10B）と、この無線基地局10と通信する複数のユーザ端末20（20A、20B）とを含んでいる。無線基地局10は、上位局装置30と接続され、上位局装置30を介してコアネットワーク40に接続される。

[0106] 無線基地局10は、マクロセルを形成するマクロ基地局、集約ノード、eNodeB（eNB）、送受信ポイントなどであってもよいし、スモールセルを形成するスモール基地局、マイクロ基地局、ピコ基地局、フェムト基地局、Home eNodeB（HeNB）、RRH（Remote Radio Head）

、送受信ポイントなどであってもよい。また、無線基地局 10 間は、有線接続（光ファイバ、X2 インタフェースなど）又は無線接続されていてもよい。

[0107] 各ユーザ端末 20 は、セル C1、C2 において無線基地局 10 と通信を行うことができる。各ユーザ端末 20 は、LTE、LTE-A などの各種通信方式に対応した端末であり、移動通信端末だけでなく固定通信端末を含んでもよい。

[0108] 上位局装置 30 には、例えば、アクセスゲートウェイ装置、無線ネットワークコントローラ（RNC）、モビリティマネジメントエンティティ（MME）などが含まれるが、これに限定されるものではない。

[0109] 無線通信システム 1 においては、無線アクセス方式として、下りリンクについては NOMA（Non-Orthogonal Multiple Access）（非直交多元接続）が適用され、上りリンクについては SC-FDMA（Single Carrier Frequency Division Multiple Access）（シングルキャリア周波数分割多元接続）が適用される。また、下りリンクには OFDMA（Orthogonal Frequency Division Multiple Access）（直交周波数分割多元接続）が適用されてもよい。

[0110] また、下りリンクでは、NOMA と OFDMA とが組み合わせられてもよい。なお、上り及び下りの無線アクセス方式は、これらの組み合わせに限られない。例えば、同一の無線リソースに複数のユーザ端末向けの信号を多重して送信する技術（MUST: Multiuser Superposition Transmission）であって、NOMA 以外の技術が下りリンクに適用されてもよい。

[0111] NOMA は周波数帯域を複数の狭い周波数帯域（サブキャリア、サブバンドなど）に分割し、サブバンド毎にユーザ端末 20 の信号を異なる送信電力で非直交多重するマルチキャリア伝送方式であり、OFDMA は、周波数帯域を複数のサブバンドに分割し、各サブバンドにユーザ端末 20 の信号を直交多重して通信を行うマルチキャリア伝送方式である。SC-FDMA は、システム帯域幅を端末毎に 1 つ又は連続したリソースブロックからなる帯域

に分割し、複数のユーザ端末20が互いに異なる帯域を用いることで、ユーザ端末間の干渉を低減するシングルキャリア伝送方式である。なお、NOMA及び／又はOFDMAは、ワイドバンドで用いられてもよいし、サブバンドごとに用いられてもよい。

[0112] ここで、無線通信システム1で用いられる通信チャネルについて説明する。下りリンクの通信チャネルは、各ユーザ端末20で共有される下り共有データチャネル(PDSCH: Physical Downlink Shared Channel)、報知チャネル(PBCH: Physical Broadcast Channel)、下りL1/L2制御チャネル(PDCCH、EPDCCH、PCFICH、PHICHなど)、などを有する。PDSCHにより、ユーザデータや上位レイヤ制御情報、SIB(System Information Block)などが伝送される。また、PBCHにより、MIB(Master Information Block)が伝送される。

[0113] PDCCH(Physical Downlink Control Channel)により、PDSCH及びPUSCHのスケジューリング情報を含む下り制御情報(DCI: Downlink Control Information)などが伝送される。EPDCCHは、PDSCH(下り共有データチャネル)と周波数分割多重され、PDCCHと同様にDCIなどの伝送に用いられる。PCFICH(Physical Control Format Indicator Channel)により、PDCCHに用いるOFDMシンボル数が伝送される。PHICH(Physical Hybrid-ARQ Indicator Channel)により、PUSCHに対するHARQ(Hybrid ARQ)の送達確認信号(例えば、ACK/NACK)が伝送される。

[0114] また、上りリンクの通信チャネルは、各ユーザ端末20で共有される上り共有チャネル(PUSCH: Physical Uplink Shared Channel)、上り制御チャネル(PUCCH: Physical Uplink Control Channel)、ランダムアクセスチャネル(PRACH: Physical Random Access Channel)などを有する。PUSCHにより、ユーザデータや上位レイヤ制御情報が伝送される。また、PUCCHにより、下りリンクの無線品質情報(CQI: Channel Quality Indicator)、送達確認信号などが伝送される。PRACH

により、セルとの接続確立のためのランダムアクセスプリアンブルが伝送される。

- [0115] 無線通信システム 1 では、下り参照信号として、セル固有参照信号 (C R S : Cell-specific Reference Signal)、チャネル状態情報参照信号 (C S I - R S : Channel State Information-Reference Signal)、復調用参照信号 (D M R S : DeModulation Reference Signal) などが伝送される。また、無線通信システム 1 では、上り参照信号として、測定用参照信号 (S R S : Sounding Reference Signal)、復調用参照信号 (D M R S : DeModulation Reference Signal) などが伝送される。なお、D M R S はユーザ端末固有参照信号 (UE-specific Reference Signal) と呼ばれてもよい。また、伝送される参照信号は、これらに限られない。

- [0116] (無線基地局)

図 8 は、本発明の一実施形態に係る無線基地局の全体構成の一例を示す図である。無線基地局 10 は、複数の送受信アンテナ 101 と、アンプ部 102 と、送受信部 103 と、ベースバンド信号処理部 104 と、呼処理部 105 と、伝送路インターフェース 106 とを備えている。なお、送受信アンテナ 101、アンプ部 102、送受信部 103 は、それぞれ 1 つ以上を含むように構成されればよい。

- [0117] 下りリンクにより無線基地局 10 からユーザ端末 20 に送信されるユーザデータは、上位局装置 30 から伝送路インターフェース 106 を介してベースバンド信号処理部 104 に入力される。

- [0118] ベースバンド信号処理部 104 では、ユーザデータに関して、P D C P (Packet Data Convergence Protocol) レイヤの処理、ユーザデータの分割・結合、R L C (Radio Link Control) 再送制御などの R L C レイヤの送信処理、M A C (Medium Access Control) 再送制御 (例えば、H A R Q (Hybrid Automatic Repeat reQuest) の送信処理)、スケジューリング、伝送フォーマット選択、チャネル符号化、逆高速フーリエ変換 (I F F T : Inverse Fast Fourier Transform) 処理、プリコーディング処理などの送

信処理が行われて送受信部１０３に転送される。また、下り制御信号に関しても、チャネル符号化や逆高速フーリエ変換などの送信処理が行われて、送受信部１０３に転送される。

[0119] 送受信部１０３は、ベースバンド信号処理部１０４からアンテナ毎にプリコーディングして（プリコーディング行列を乗算して）出力されたベースバンド信号を無線周波数帯に変換して送信する。送受信部１０３で周波数変換された無線周波数信号は、アンプ部１０２により増幅され、送受信アンテナ１０１から送信される。送受信部１０３は、本発明に係る技術分野での共通認識に基づいて説明されるトランスミッター／レシーバー、送受信回路又は送受信装置から構成することができる。なお、送受信部１０３は、一体の送受信部として構成されてもよいし、送信部及び受信部から構成されてもよい。

[0120] 一方、上り信号については、送受信アンテナ１０１で受信された無線周波数信号がアンプ部１０２で増幅される。送受信部１０３はアンプ部１０２で増幅された上り信号を受信する。送受信部１０３は、受信信号をベースバンド信号に周波数変換して、ベースバンド信号処理部１０４に出力する。

[0121] ベースバンド信号処理部１０４では、入力された上り信号に含まれるユーザデータに対して、高速フーリエ変換（ＦＦＴ：Fast Fourier Transform）処理、逆離散フーリエ変換（ＩＤＦＴ：Inverse Discrete Fourier Transform）処理、誤り訂正復号、ＭＡＣ再送制御の受信処理、ＲＬＣレイヤ及びＰＤＣＰレイヤの受信処理がなされ、伝送路インターフェース１０６を介して上位局装置３０に転送される。呼処理部１０５は、通信チャネルの設定や解放などの呼処理や、無線基地局１０の状態管理や、無線リソースの管理を行う。

[0122] 伝送路インターフェース１０６は、所定のインターフェースを介して、上位局装置３０と信号を送受信する。また、伝送路インターフェース１０６は、基地局間インターフェース（例えば、ＣＰＲＩ（Common Public Radio Interface）に準拠した光ファイバ、Ｘ２インターフェース）を介して隣接無

線基地局 10 と信号を送受信（バックホールシグナリング）してもよい。

[0123] 送受信部 103 は、ユーザ端末 20 から、複数の送信電力の候補に関する CSI を受信する。また、送受信部 103 は、ユーザ端末 20 に上位レイヤシグナリングされる上位レイヤ制御情報を送信してもよい。上位レイヤ制御情報には、ユーザ端末 20 から送信すべき複数の CSI を指示する指示情報が含まれてもよい。また、上位レイヤ制御情報には、CSI 要求フィールドの値によりどの送信電力の候補の CSI が要求されるかを指示する指示情報が含まれてもよい。また、送受信部 103 は、CSI 要求フィールドを含む DCI を PDCCH により送信してもよい。

[0124] 図 9 は、本発明の一実施形態に係る無線基地局の機能構成の一例を示す図である。なお、図 9 では、本発明の一実施形態に係る特徴部分の機能ブロックを主に示しており、無線基地局 10 は、無線通信に必要な他の機能ブロックも有しているものとする。図 9 に示すように、ベースバンド信号処理部 104 は、制御部（スケジューラ）301 と、送信信号生成部 302 と、マッピング部 303 と、受信信号処理部 304 と、測定部 305 と、を備えている。

[0125] 制御部（スケジューラ）301 は、無線基地局 10 全体の制御を実施する。制御部 301 は、本発明に係る技術分野での共通認識に基づいて説明されるコントローラ、制御回路又は制御装置から構成することができる。

[0126] 制御部 301 は、例えば、送信信号生成部 302 による信号の生成や、マッピング部 303 による信号の割り当てを制御する。また、制御部 301 は、受信信号処理部 304 による信号の受信処理や、測定部 305 による信号の測定を制御する。

[0127] 制御部 301 は、システム情報、PDSCH で送信される下りデータ信号、PDCCH 及び／又は EPDCCH で伝送される下り制御信号のスケジューリング（例えば、リソース割り当て）を制御する。また、同期信号や、CRS、CSI-RS、DMRS などの下り参照信号のスケジューリングの制御を行う。

- [0128] また、制御部301は、PUSCHで送信される上りデータ信号、PUSCH及び／又はPUSCHで送信される上り制御信号（例えば、送達確認信号（HARQ-ACK））、PRACHで送信されるランダムアクセスプリアンブルや、上り参照信号などのスケジューリングを制御する。
- [0129] 制御部301は、各ユーザ端末20からフィードバックされる複数の送信電力の候補に関するCSIに基づいて、下り信号が非直交多重される複数のユーザ端末（ペアリング端末）を決定する。また、制御部301は、所定のユーザ端末20及び／又は他のユーザ端末20からそれぞれフィードバックされる複数の送信電力の候補に関するCSIに基づいて、当該所定のユーザ端末20に対する下り信号の送信処理（プリコーディング、変調など）を制御する。
- [0130] 例えば、制御部301は、特定の送信電力の候補について共通するPMIをフィードバックした複数のユーザ端末を非直交多重することを決定してもよい。また、制御部301は、上記複数のユーザ端末（ペアリング端末）に対する下り信号に、同一の又は異なるプリコーディング行列を乗算するように、送信信号生成部302を制御する。具体的には、制御部301は、上記ペアリング端末に対する下り信号に、ペアリング端末間で共通するPMIが示すプリコーディング行列を乗算するように、送信信号生成部302を制御してもよい。また、制御部301は、不図示のコードブックを参照し、PMIが示すプリコーディング行列を検知してもよい。
- [0131] また、制御部301は、上記複数のユーザ端末（ペアリング端末）に対する下り信号が適切に非直交多重（電力多重）されるように、当該下り信号の電力制御を行う。
- [0132] また、制御部301は、各ユーザ端末20からフィードバックされるCQIに基づいて、各ユーザ端末20に対する下り信号に適用されるMCSを制御する。また、制御部301は、各ユーザ端末20からフィードバックされるRIに基づいて、各ユーザ端末20に対する下り信号に適用されるランク（レイヤ数）を制御する。

- [0133] 送信信号生成部302は、制御部301からの指示に基づいて、下り信号を生成して、マッピング部303に出力する。送信信号生成部302は、本発明に係る技術分野での共通認識に基づいて説明される信号生成器、信号生成回路又は信号生成装置から構成することができる。また、送信信号生成部302は、図2のデータバッファ部、ターボ符号化部、データ変調部、乗算部、電力調整部、非直交多重部などを実現することができる。
- [0134] 送信信号生成部302は、制御部301によって決定されたMCSで、各ユーザ端末20に対する下り信号を変調・符号化する。また、送信信号生成部302は、ペアリング端末に対する下り信号に対して、制御部301によって決定されたプリコーディング行列を乗算する。
- [0135] マッピング部303は、制御部301からの指示に基づいて、送信信号生成部302で生成された下り信号を、所定の無線リソースにマッピングして、送受信部103に出力する。また、マッピング部303は、制御部301によって決定されたペアリング端末に対する下り信号を非直交多重（電力多重）して、送受信部103に出力する。マッピング部303は、本発明に係る技術分野での共通認識に基づいて説明されるマッパー、マッピング回路又はマッピング装置から構成することができる。マッピング部303は、図3の多重部を実現することができる。
- [0136] 受信信号処理部304は、送受信部103から入力された受信信号に対して、受信処理（例えば、デマッピング、復調、復号など）を行う。ここで、受信信号は、例えば、ユーザ端末20から送信される上り信号（上り制御信号、上りデータ信号、上り参照信号など）である。受信信号処理部304は、本発明に係る技術分野での共通認識に基づいて説明される信号処理器、信号処理回路又は信号処理装置から構成することができる。
- [0137] 受信信号処理部304は、受信処理により復号された情報を制御部301に出力する。また、受信信号処理部304は、受信信号や、受信処理後の信号を、測定部305に出力する。
- [0138] 測定部305は、受信した信号に関する測定を実施する。測定部305は

、本発明に係る技術分野での共通認識に基づいて説明される測定器、測定回路又は測定装置から構成することができる。

[0139] 測定部305は、例えば、受信した信号の受信電力（例えば、RSRP（Reference Signal Received Power））、受信品質（例えば、RSRQ（Reference Signal Received Quality））やチャネル状態などについて測定してもよい。測定結果は、制御部301に出力されてもよい。

[0140] （ユーザ端末）

図10は、本実施形態に係るユーザ端末の全体構成の一例を示す図である。ユーザ端末20は、複数の送受信アンテナ201と、アンプ部202と、送受信部203と、ベースバンド信号処理部204と、アプリケーション部205と、を備えている。なお、送受信アンテナ201、アンプ部202、送受信部203は、それぞれ1つ以上を含むように構成されればよい。

[0141] 送受信アンテナ201で受信された無線周波数信号は、アンプ部202で増幅される。送受信部203は、アンプ部202で増幅された下り信号を受信する。送受信部203は、受信信号をベースバンド信号に周波数変換して、ベースバンド信号処理部204に出力する。送受信部203は、本発明に係る技術分野での共通認識に基づいて説明されるトランスミッター／レシーバー、送受信回路又は送受信装置から構成することができる。なお、送受信部203は、一体の送受信部として構成されてもよいし、送信部及び受信部から構成されてもよい。

[0142] 送受信部203は、無線基地局10から、下り送信電力の候補に関する情報を受信する。例えば、送受信部203は、ユーザ端末20に設定され得る全ての送信電力の候補を示す情報を受信してもよいし、フィードバック対象となる複数の送信電力の候補を特定する情報を受信してもよいし、あるグループに属するユーザ端末20が探索する送信電力の候補に関する情報を受信してもよい。

[0143] 送受信部203は、複数の送信電力の候補に関するCSIに基づいて決定された下り信号を、無線基地局10から受信する。当該下り信号は、例えば

、他のユーザ端末20に対する下り信号と非直交多重されるとともに、他のユーザ端末20に対する下り信号と同一及び／又は異なるプリコーディング行列が乗算される。また、送受信部203は、自端末への下り信号に適用される送信電力に関する情報を、無線基地局10から受信してもよい。

[0144] 送受信部203は、PDCCHによりDCIを受信する。DCIには、CSI要求フィールドが含まれてもよい。また、送受信部203は、上位レイヤ制御情報を受信する。上述のように、上位レイヤ制御情報には、ユーザ端末20から送信すべき複数の送信電力の候補に関するCSIを指示する指示情報や、CSI要求フィールドの値と所定の送信電力の候補に関するCSIとの対応関係に関する情報が含まれてもよい。

[0145] 送受信部203は、無線基地局10に対して、複数の送信電力の候補に関するCSIを送信する。送受信部203は、無線基地局10に対して、所定の送信電力の候補に関するCSIとして、複数のPMIを送信してもよい。また、送受信部203は、無線基地局10に対して、複数のPMIに加えて、当該複数のPMIにそれぞれ対応する複数のCQIを送信してもよい。さらに、送受信部203は、無線基地局10に対して、上記複数のPMIに加えて、上記複数のPMIに対応する複数又は単一のRIを送信してもよい。そして、送受信部203は、上記複数のPMI、上記複数のCQI、上記複数又は単一のRIを送信してもよい。

[0146] なお、送受信部203は、複数の送信電力の候補に関するCSIを、送信電力の候補ごとに別々のサブフレームで送信してもよいし、1つのサブフレームで送信してもよい。

[0147] ベースバンド信号処理部204は、入力されたベースバンド信号に対して、FFT処理や、誤り訂正復号、再送制御の受信処理などを行う。下りリンクのユーザデータは、アプリケーション部205に転送される。アプリケーション部205は、物理レイヤやMACレイヤより上位のレイヤに関する処理などを行う。また、下りリンクのデータのうち、報知情報もアプリケーション部205に転送される。

[0148] 一方、上りリンクのユーザデータについては、アプリケーション部205からベースバンド信号処理部204に入力される。ベースバンド信号処理部204では、再送制御の送信処理（例えば、HARQの送信処理）や、チャネル符号化、プリコーディング、離散フーリエ変換（DFT: Discrete Fourier Transform）処理、IFFT処理などが行われて送受信部203に転送される。送受信部203は、ベースバンド信号処理部204から出力されたベースバンド信号を無線周波数帯に変換して送信する。送受信部203で周波数変換された無線周波数信号は、アンプ部202により増幅され、送受信アンテナ201から送信される。

[0149] 図11は、本実施形態に係るユーザ端末の機能構成の一例を示す図である。なお、図11においては、本実施形態における特徴部分の機能ブロックを主に示しており、ユーザ端末20は、無線通信に必要な他の機能ブロックも有しているものとする。図11に示すように、ユーザ端末20が有するベースバンド信号処理部204は、制御部401と、送信信号生成部（生成部）402と、マッピング部403と、受信信号処理部404と、測定部405と、を備えている。

[0150] 制御部401は、ユーザ端末20全体の制御を実施する。制御部401は、本発明に係る技術分野での共通認識に基づいて説明されるコントローラ、制御回路又は制御装置から構成することができる。

[0151] 制御部401は、例えば、送信信号生成部402による信号の生成や、マッピング部403による信号の割り当てを制御する。また、制御部401は、受信信号処理部404による信号の受信処理や、測定部405による信号の測定を制御する。なお、制御部401は、本発明に係る生成部の一部を構成することができる。

[0152] 制御部401は、無線基地局10から送信された下り制御信号（PDCCH/E-PDCCHで送信された信号）及び下りデータ信号（PDSCHで送信された信号）を、受信信号処理部404から取得する。制御部401は、下り制御信号や、下りデータ信号に対する再送制御の要否を判定した結果な

どに基づいて、上り制御信号（例えば、送達確認信号（HARQ-ACK）など）や上りデータ信号の生成を制御する。

[0153] また、制御部401は、無線基地局10にフィードバックすべき複数の送信電力の候補に関するCSIを判断する。例えば、制御部401は、無線基地局10から通知された上位レイヤシグナリングに基づいて、全ての送信電力の候補についてCSIをフィードバックするように判断してもよい。

[0154] 制御部401は、所定の情報に基づいて、CSIフィードバック対象を限定（制限）することができる。具体的には、制御部401は、測定部405の測定結果から算出したCQIを、無線基地局10から通知された所定の閾値と比較することで、フィードバック対象となる送信電力の候補を制御してもよい。制御部401は、フィードバックするCSIの送信電力の候補について送信信号生成部402に通知し、所定の送信電力の候補に関するCSIを生成させるように制御することができる。

[0155] また、制御部401は、自端末の位置に基づいて、フィードバック対象となる送信電力の候補を制御してもよい。この場合、制御部401は、GPS（Global Positioning System）、ジャイロセンサ、コンパス、測域センサ（レーザスキャンセンサ）、無線ビーム（レーダー）、サーモグラフィなどの、位置情報を取得するためのシステム、回路、装置などを具備してもよい。

[0156] 制御部401は、フィードバックするCSIとして、測定部405により測定された伝搬環境に基づいて、送信電力の候補ごとに最良の（ベストな）CSIを選択してもよいし、送信電力の候補ごとに複数のCSIを選択してもよい。例えば、制御部401は、所定の送信電力の候補に関する複数のCSIとして、最良のCSIと、2番目に良いCSIと、を選択してもよい。また、これに限られず、所定の送信電力の候補に関する複数のCSIとして、最良のCSIから n （ $n \geq 2$ ）番目までのCSIを通知してもよい。

[0157] また、制御部401は、以上のように決定される複数のCSIをそれぞれ異なるサブフレームで周期的に送信するように、送信信号生成部402及び

マッピング部403を制御してもよい（第1の態様、図5）。

[0158] また、制御部401は、上位レイヤ制御情報に含まれるビットマップ（codeBookSubRestrictionとも呼ばれる）に基づいて、無線基地局10にフィードバックされる複数のCSI（PMI）を決定してもよい（第2の態様）。また、制御部401は、これらのPMIに対応するCQI及び／又はRIを決定してもよい。

[0159] また、制御部401は、CSI要求フィールドを含むDCIをPDCCHで受信した場合、当該DCIにより指示されるPUSCHを用いて、複数のCSIを送信するように、送信信号生成部402及びマッピング部403を制御してもよい（第3の態様）。

[0160] また、制御部401は、CSI要求フィールドの値により、どのCSIが要求されるかを指示する指示情報（上位レイヤ制御情報）と、DCIに含まれるCSI要求フィールドの値とに基づいて、無線基地局10にフィードバックするCSIを決定してもよい（第4の態様、図6）。制御部401は、決定したCSIを、上記DCIにより指示されるPUSCHを用いて送信するように、送信信号生成部402及びマッピング部403を制御してもよい。

[0161] なお、制御部401は、所定の送信電力の候補に関するCSIとして、複数のPMIに加えて、複数のPMIにそれぞれ対応する複数のCQI、複数のPMIにそれぞれ対応する複数／単一のRI、又は複数のCQI及び複数／単一のRIを送信するように制御されてもよい。

[0162] 送信信号生成部402は、制御部401からの指示に基づいて、上り信号を生成して、マッピング部403に出力する。送信信号生成部402は、本発明に係る技術分野での共通認識に基づいて説明される信号生成器、信号生成回路又は信号生成装置から構成することができる。

[0163] 送信信号生成部402は、例えば、制御部401からの指示に基づいて、送達確認信号（HARQ-ACK）やチャネル状態情報（CSI）に関する上り制御信号を生成する。送信信号生成部402は、所定の送信電力の候補

に関するCSIを生成するように制御部401から指示された場合、当該CSIを選択し、生成する。また、送信信号生成部402は、制御部401からの指示に基づいて上りデータ信号を生成する。例えば、送信信号生成部402は、無線基地局10から通知される下り制御信号にULグラントが含まれている場合に、制御部401から上りデータ信号の生成を指示される。

[0164] マッピング部403は、制御部401からの指示に基づいて、送信信号生成部402で生成された上り信号を無線リソースにマッピングして、送受信部203へ出力する。マッピング部403は、本発明に係る技術分野での共通認識に基づいて説明されるマッパー、マッピング回路又はマッピング装置から構成することができる。

[0165] 受信信号処理部404は、送受信部203から入力された受信信号に対して、受信処理（例えば、デマッピング、復調、復号など）を行う。ここで、受信信号は、例えば、無線基地局10から送信される下り信号（下り制御信号、下りデータ信号、下り参照信号など）である。受信信号処理部404は、本発明に係る技術分野での共通認識に基づいて説明される信号処理器、信号処理回路又は信号処理装置から構成することができる。また、受信信号処理部404は、本発明に係る受信部を構成することができる。

[0166] また、受信信号処理部404は、図3のMMSE部、復調・復号部、干渉レプリカ生成部、干渉除去部などを実現することができる。なお、図3では、CWCなどのSIC型の干渉キャンセラを用いる例が示されたが、これに限られない。受信信号処理部404は、干渉キャンセラとしてR-MLや、他の方式を用いた構成を実現することもできる。

[0167] 受信信号処理部404は、自端末への下り信号に適用される送信電力に関する情報を、無線基地局10から受信した場合、当該情報に基づいて干渉除去などの受信処理を行うことができる。

[0168] 受信信号処理部404は、受信処理により復号された情報を制御部401に出力する。受信信号処理部404は、例えば、報知情報、システム情報、上位レイヤ制御情報、DCIなどを、制御部401に出力する。また、受信

信号処理部404は、受信信号や、受信処理後の信号を、測定部405に出力する。

[0169] 測定部405は、受信した信号に関する測定を実施する。測定部405は、本発明に係る技術分野での共通認識に基づいて説明される測定器、測定回路又は測定装置から構成することができる。

[0170] 測定部405は、例えば、受信した信号の受信電力（例えば、RSRP (Reference Signal Received Power)）、受信品質（例えば、RSRQ (Reference Signal Received Quality)）やチャネル状態（伝搬環境）などを測定する。また、測定部405は、ワイドバンドごと及び／又はサブバンドごとのCQIを算出する。ここで、測定部405は、下り信号にOMAが適用されることを仮定した場合（又は下り送信電力として最大送信電力を仮定した場合）のCQIを算出してもよいし、設定された複数の送信電力の候補のうち、P以外の最大の下り送信電力を仮定した場合のCQIを算出してもよい。

[0171] 測定部405による測定結果は、制御部401に出力される。測定部405は、図3のチャネル推定部を実現することができる。なお、測定部405は、受信信号に多重されたCRS、CSI-RS、その他の信号のいずれか又はこれらの組み合わせを用いて上記測定を行ってもよい。

[0172] なお、上記実施形態では、一例として、ユーザ端末は、NOMA方式を用いた下り信号を受信するものとするが、これに限られない。ユーザ端末が受信する下り信号は、他のユーザ端末に対する下り信号と同一の無線リソースに多重される（例えば、電力多重）下り信号であれば、どのような信号であってもよい。

[0173] なお、上記実施形態の説明に用いたブロック図は、機能単位のブロックを示している。これらの機能ブロック（構成部）は、ハードウェア及びソフトウェアの任意の組み合わせによって実現される。また、各機能ブロックの実現手段は特に限定されない。すなわち、各機能ブロックは、物理的に結合した1つの装置により実現されてもよいし、物理的に分離した2つ以上の装置

を有線又は無線で接続し、これら複数の装置により実現されてもよい。

[0174] 例えば、無線基地局 10 やユーザ端末 20 の各機能の一部又は全ては、ASIC (Application Specific Integrated Circuit)、PLD (Programmable Logic Device)、FPGA (Field Programmable Gate Array) などのハードウェアを用いて実現されてもよい。また、無線基地局 10 やユーザ端末 20 は、プロセッサ (CPU: Central Processing Unit) と、ネットワーク接続用の通信インターフェースと、メモリと、プログラムを保持したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体と、を含むコンピュータ装置によって実現されてもよい。つまり、本発明の一実施形態に係る無線基地局、ユーザ端末などは、本発明に係る無線通信方法の処理を行うコンピュータとして機能してもよい。

[0175] ここで、プロセッサやメモリなどは情報を通信するためのバスで接続される。また、コンピュータ読み取り可能な記録媒体は、例えば、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM (Read Only Memory)、EPROM (Erasable Programmable ROM)、CD-ROM (Compact Disc-ROM)、RAM (Random Access Memory)、ハードディスクなどの記憶媒体である。また、プログラムは、電気通信回線を介してネットワークから送信されてもよい。また、無線基地局 10 やユーザ端末 20 は、入力キーなどの入力装置や、ディスプレイなどの出力装置を含んでいてもよい。

[0176] 無線基地局 10 及びユーザ端末 20 の機能構成は、上述のハードウェアによって実現されてもよいし、プロセッサによって実行されるソフトウェアモジュールによって実現されてもよいし、両者の組み合わせによって実現されてもよい。プロセッサは、オペレーティングシステムを動作させてユーザ端末の全体を制御する。また、プロセッサは、記憶媒体からプログラム、ソフトウェアモジュールやデータをメモリに読み出し、これらに従って各種の処理を実行する。

[0177] ここで、当該プログラムは、上記の各実施形態で説明した各動作を、コンピュータに実行させるプログラムであれば良い。例えば、ユーザ端末 20 の

制御部 401 は、メモリに格納され、プロセッサで動作する制御プログラムによって実現されてもよく、他の機能ブロックについても同様に実現されてもよい。

[0178] また、ソフトウェア、命令などは、伝送媒体を介して送受信されてもよい。例えば、ソフトウェアが、同軸ケーブル、光ファイバケーブル、ツイストペア及びデジタル加入者回線（DSL）などの有線技術及び／又は赤外線、無線及びマイクロ波などの無線技術を使用してウェブサイト、サーバ、又は他のリモートソースから送信される場合、これらの有線技術及び／又は無線技術は、伝送媒体の定義内に含まれる。

[0179] なお、本明細書で説明した用語及び／又は本明細書の理解に必要な用語については、同一の又は類似する意味を有する用語と置き換えてもよい。例えば、チャンネル及び／又はシンボルは信号（シグナリング）であってもよい。また、信号はメッセージであってもよい。また、コンポーネントキャリア（CC）は、キャリア周波数、セルなどと呼ばれてもよい。

[0180] また、本明細書で説明した情報、パラメータなどは、絶対値で表されてもよいし、所定の値からの相対値で表されてもよいし、対応する別の情報で表されてもよい。例えば、無線リソースはインデックスで指示されるものであってもよい。

[0181] 本明細書で説明した情報、信号などは、様々な異なる技術のいずれかを使用して表されてもよい。例えば、上記の説明全体に渡って言及され得るデータ、命令、コマンド、情報、信号、ビット、シンボル、チップなどは、電圧、電流、電磁波、磁界若しくは磁性粒子、光場若しくは光子、又はこれらの任意の組み合わせによって表されてもよい。

[0182] 本明細書で説明した各態様／実施形態は単独で用いてもよいし、組み合わせて用いてもよいし、実行に伴って切り替えて用いてもよい。また、所定の情報の通知（例えば、「Xであること」の通知）は、明示的に行うものに限られず、暗黙的に（例えば、当該所定の情報の通知を行わないことによって）行われてもよい。

[0183] 情報の通知は、本明細書で説明した態様／実施形態に限られず、他の方法で行われてもよい。例えば、情報の通知は、物理レイヤシグナリング（例えば、D C I (Downlink Control Information)、U C I (Uplink Control Information)）、上位レイヤシグナリング（例えば、R R C (Radio Resource Control) シグナリング、M A C (Medium Access Control) シグナリング、報知情報（M I B (Master Information Block)、S I B (System Information Block)））、その他の信号又はこれらの組み合わせによって実施されてもよい。また、R R Cシグナリングは、R R Cメッセージと呼ばれてもよく、例えば、R R C接続セットアップ（RRCConnectionSetup）メッセージ、R R C接続再構成（RRCConnectionReconfiguration）メッセージなどであってもよい。

[0184] 本明細書で説明した各態様／実施形態は、L T E (Long Term Evolution)、L T E - A (LTE-Advanced)、S U P E R 3 G、I M T - A d v a n c e d、4 G、5 G、F R A (Future Radio Access)、C D M A 2 0 0 0、U M B (Ultra Mobile Broadband)、I E E E 8 0 2 . 1 1 (W i - F i)、I E E E 8 0 2 . 1 6 (W i M A X)、I E E E 8 0 2 . 2 0、U W B (Ultra-WideBand)、B l u e t o o t h（登録商標）、その他の適切なシステムを利用するシステム及び／又はこれらに基づいて拡張された次世代システムに適用されてもよい。

[0185] 本明細書で説明した各態様／実施形態の処理手順、シーケンス、フローチャートなどは、矛盾の無い限り、順序を入れ替えてもよい。例えば、本明細書で説明した方法については、例示的な順序で様々なステップの要素を提示しており、提示した特定の順序に限定されない。

[0186] 以上、本発明について詳細に説明したが、当業者にとっては、本発明が本明細書中に説明した実施形態に限定されるものではないということは明らかである。本発明は、特許請求の範囲の記載により定まる本発明の趣旨及び範囲を逸脱することなく修正及び変更態様として実施することができる。したがって、本明細書の記載は、例示説明を目的とするものであり、本発明に対

して何ら制限的な意味を有するものではない。

[0187] 本出願は、2015年6月12日出願の特願2015-119634に基づく。この内容は、全てここに含めておく。

請求の範囲

- [請求項1] 下り送信電力の候補に関する情報を受信する受信部と、
 複数の下り送信電力の候補を選択し、当該複数の下り送信電力の候補に関するC S I (Channel State Information) を生成する生成部と、
 前記複数の下り送信電力の候補に関するC S I を送信する送信部と、
 、を有することを特徴とするユーザ端末。
- [請求項2] 前記生成部は、前記複数の下り送信電力の候補を、受信信号の品質及び／又は自端末の位置に基づいて選択することを特徴とする請求項1に記載のユーザ端末。
- [請求項3] 前記生成部は、前記複数の下り送信電力の候補を、受信信号の品質と、上位レイヤシグナリングで通知される所定の閾値と、に基づいて選択することを特徴とする請求項2に記載のユーザ端末。
- [請求項4] 前記生成部は、所定の下り送信電力の候補に関して、複数のC S I を生成することを特徴とする請求項1から請求項3のいずれかに記載のユーザ端末。
- [請求項5] 前記送信部は、前記複数の下り送信電力の候補に関するC S I を、下り送信電力の候補ごとに別々のサブフレームで送信することを特徴とする請求項1から請求項4のいずれかに記載のユーザ端末。
- [請求項6] 前記送信部は、C S I を送信する場合、当該C S I が該当する下り送信電力の候補に関する情報を当該C S I とともに送信することを特徴とする請求項1から請求項5のいずれかに記載のユーザ端末。
- [請求項7] 前記受信部は、C S I 要求フィールド (CSI request field) を含む下り制御情報 (D C I : Downlink Control Information) を、下り制御チャネルを用いて受信し、
 前記送信部は、前記D C I により指示される上り共有チャネルを用いて、前記複数の下り送信電力の候補に関するC S I の少なくとも一部を送信することを特徴とする請求項1から請求項6のいずれかに記

載のユーザ端末。

[請求項8] 前記受信部は、C S I 要求フィールドの値と報告すべきC S I の下り送信電力の候補との対応関係に関する情報を、上位レイヤシグナリングにより受信し、

前記送信部は、前記D C I により指示される上り共有チャネルを用いて、前記D C I に含まれるC S I 要求フィールドの値と前記対応関係とに基づいて決定された下り送信電力の候補に関するC S I を送信することを特徴とする請求項7に記載のユーザ端末。

[請求項9] 下り送信電力の候補に関する情報を、所定のユーザ端末に送信する送信部と、

複数の下り送信電力の候補に関するC S I (Channel State Information) を、前記所定のユーザ端末から受信する受信部と、

前記複数の下り送信電力の候補に関するC S I に基づいて、前記所定のユーザ端末に対する下り信号の送信処理を制御する制御部と、を有することを特徴とする無線基地局。

[請求項10] 下り送信電力の候補に関する情報を受信する工程と、

複数の下り送信電力の候補を選択し、当該複数の下り送信電力の候補に関するC S I (Channel State Information) を生成する工程と、

前記複数の下り送信電力の候補に関するC S I を送信する工程と、を有することを特徴とする無線通信方法。

[図1]

図1A

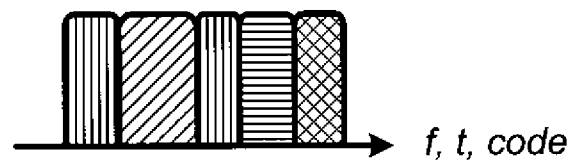


図1B

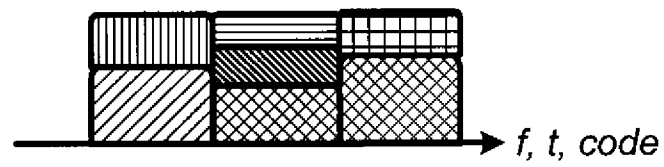
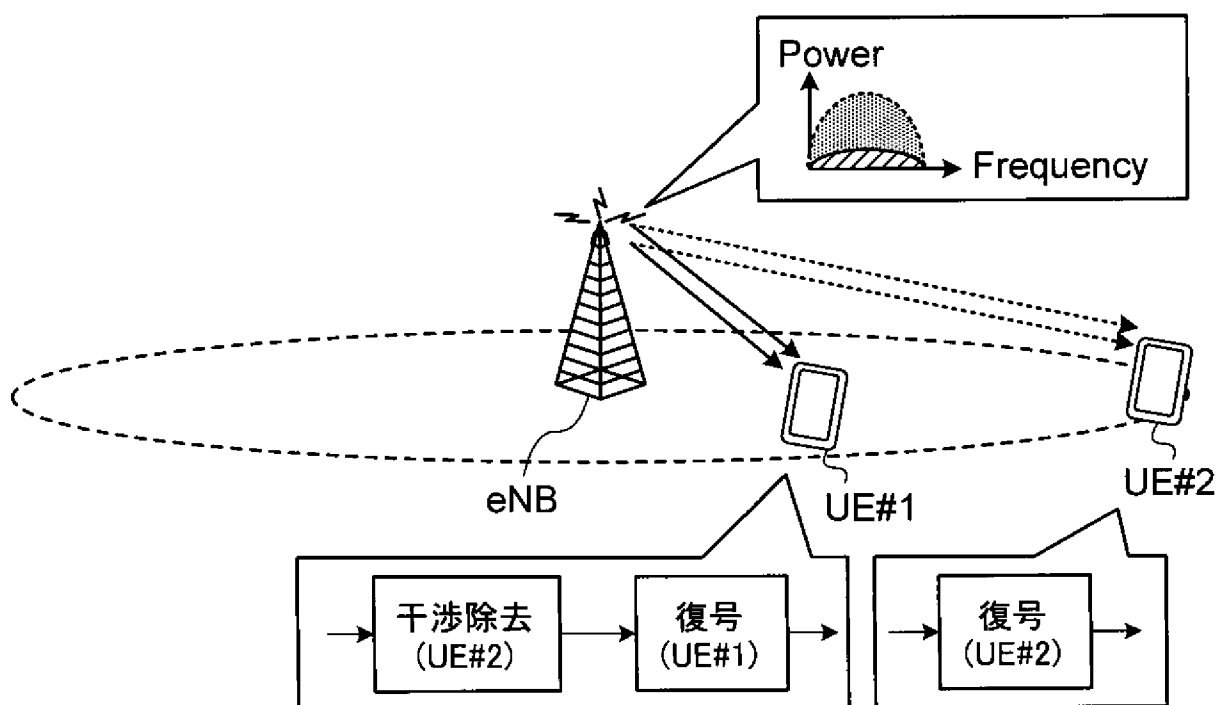
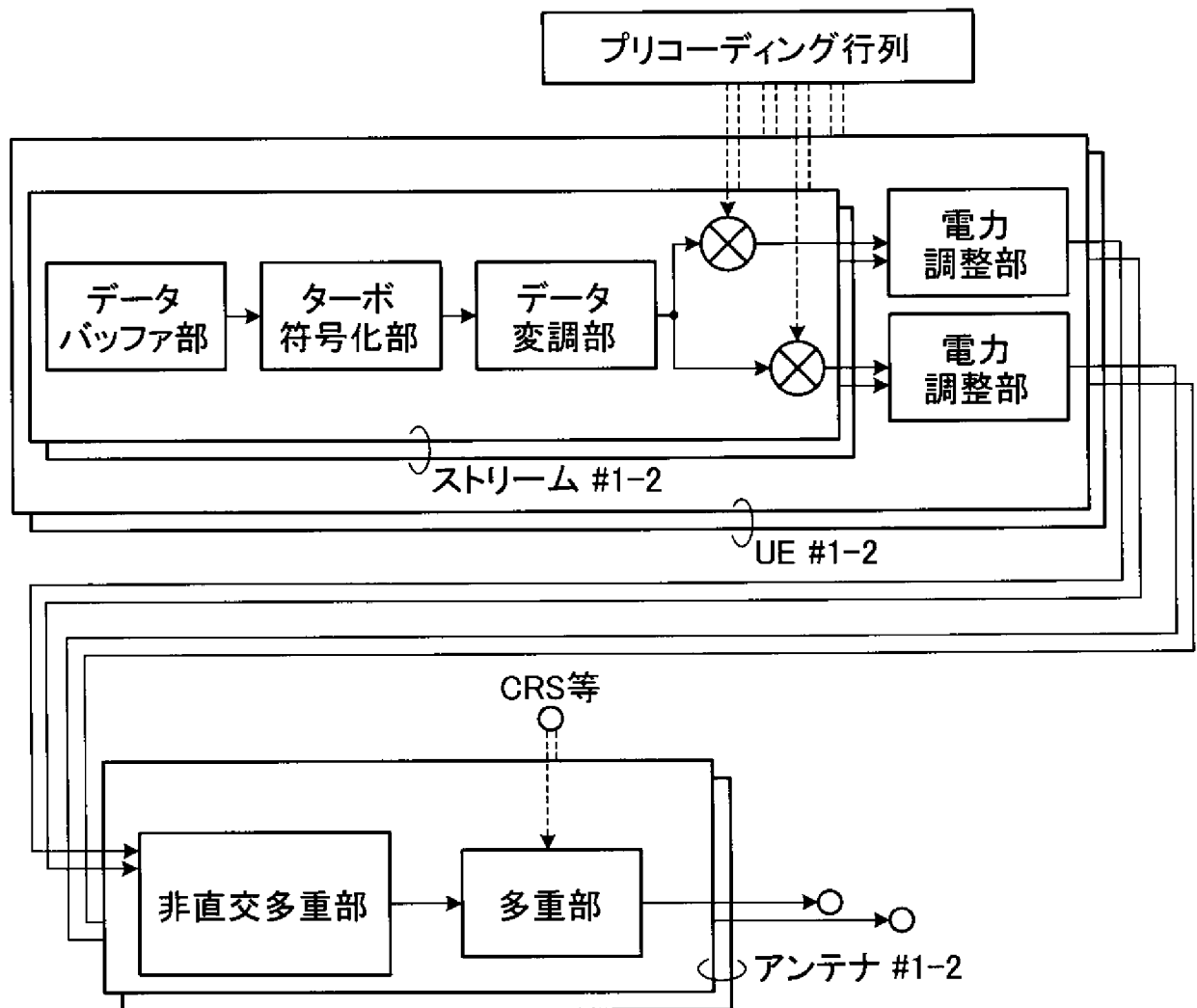


図1C



[図2]



[図3]

図3A

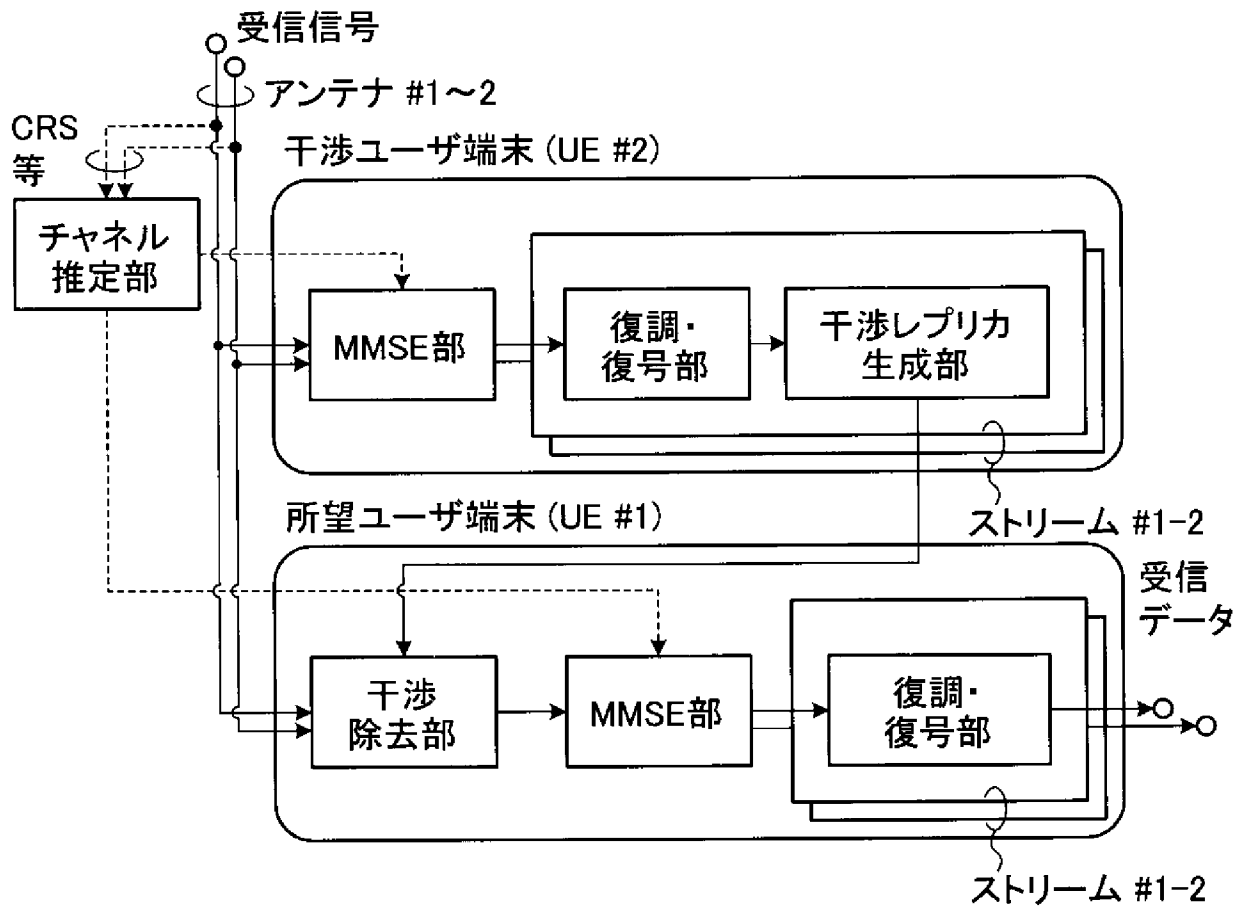
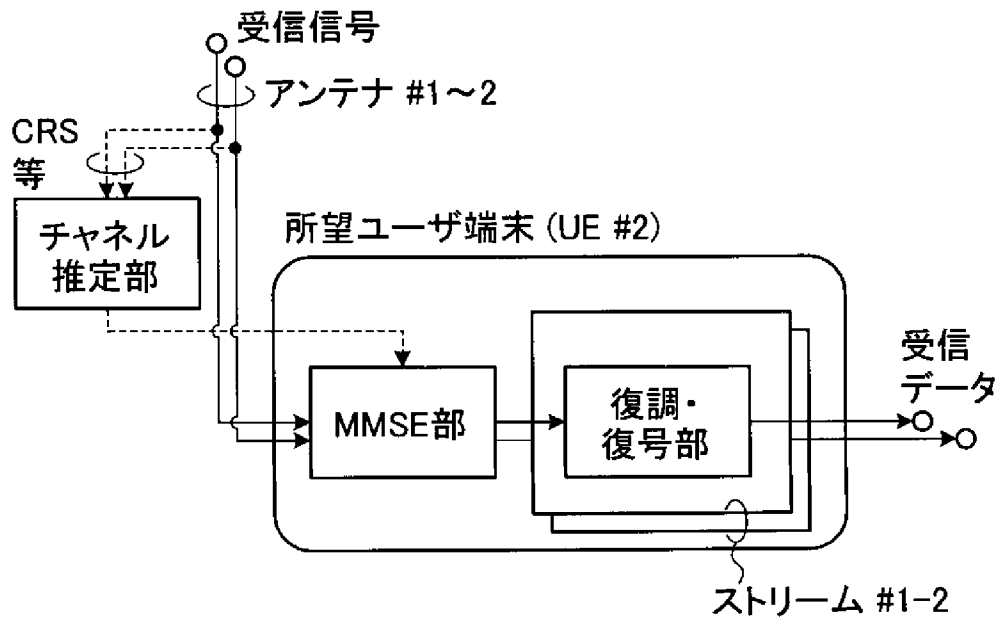
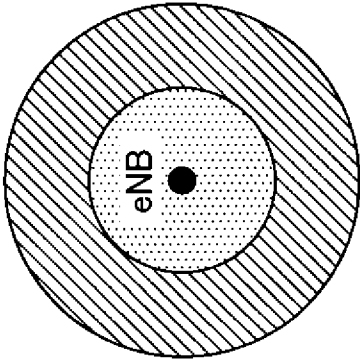


図3B



[図4]

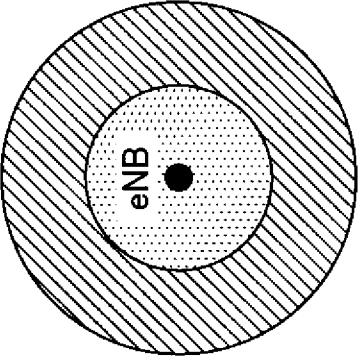
図4A



G1 (P or 0.2P): CQI > 閾値
G2 (P or 0.8P): CQI ≤ 閾値



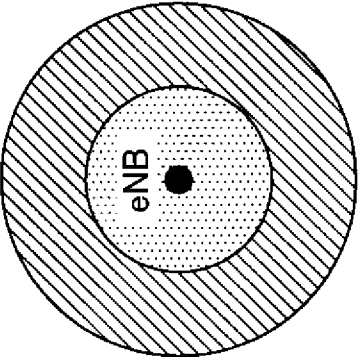
図4B



G1 (P, 0.2P or 0.4P): CQI > 第1の閾値
G2 (P, 0.8P or 0.6P): CQI ≤ 第2の閾値



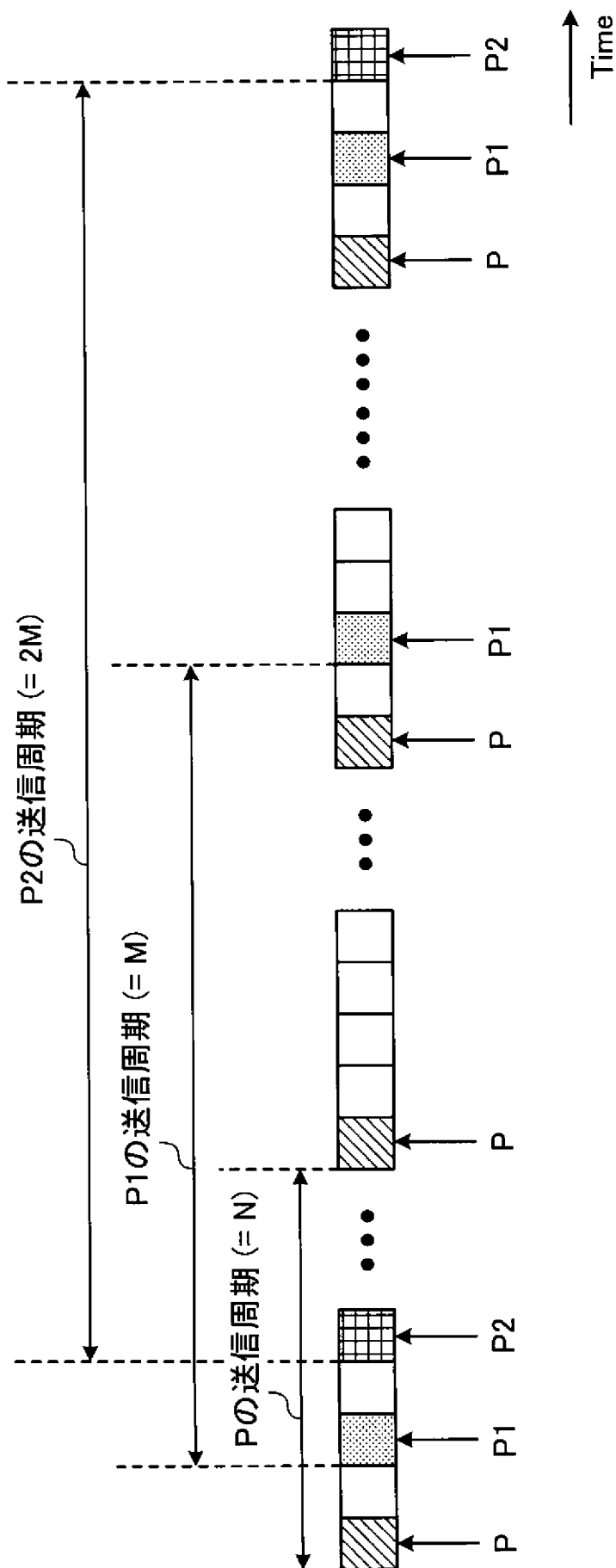
図4C



G1 (0.2P or 0.4P): CQI > 閾値
G2 (0.8P or 0.6P): CQI ≤ 閾値



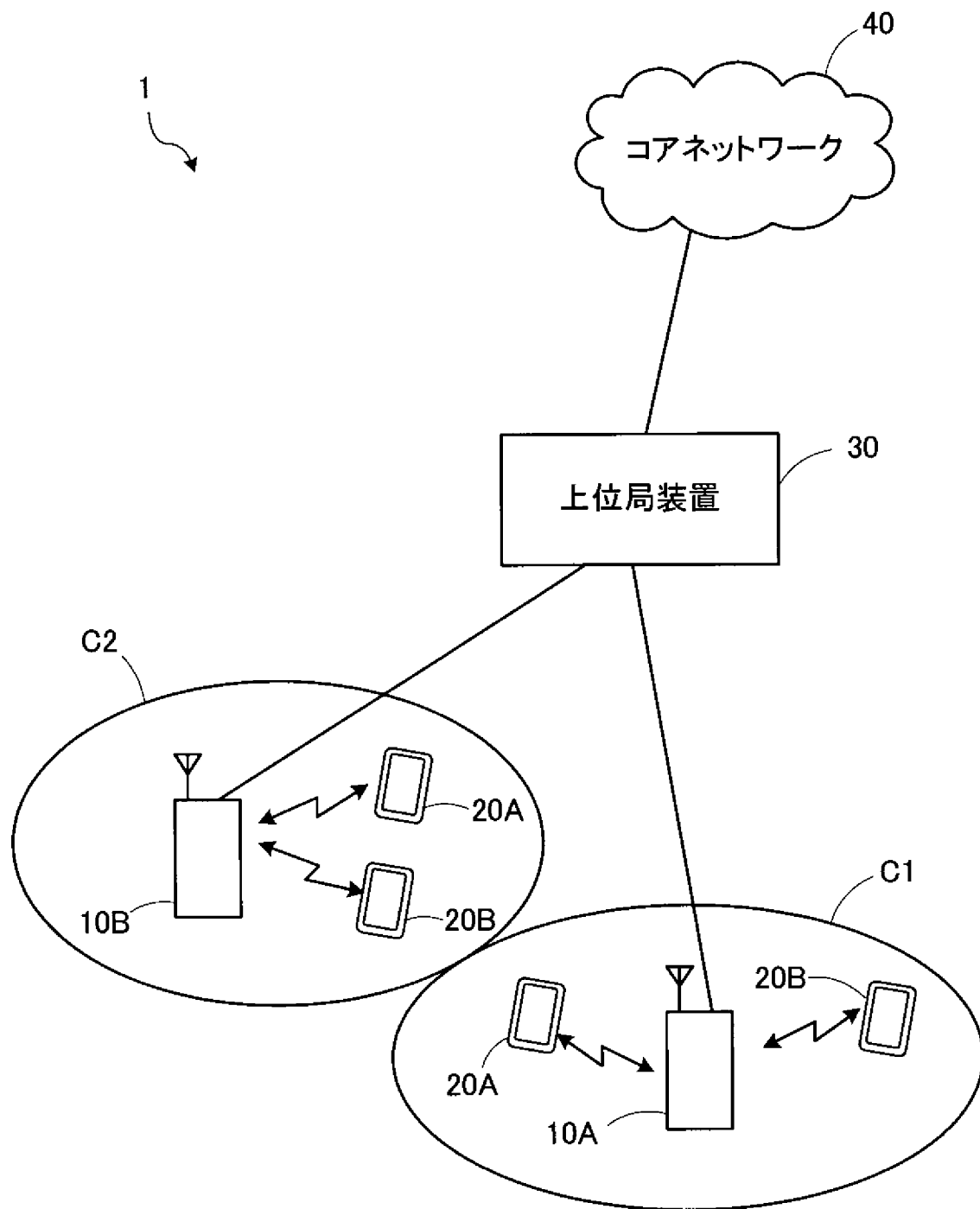
[図5]



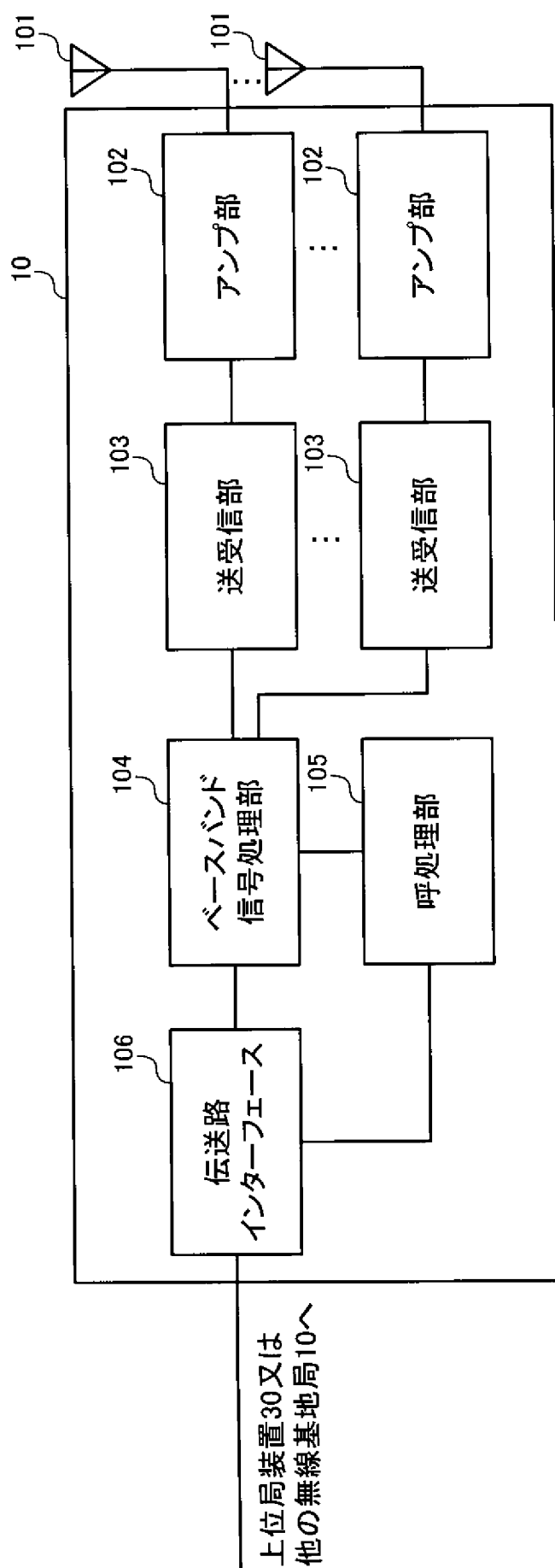
[図6]

Value of CSI request field	Description
'00'	No aperiodic CSI report is triggered
'01'	Aperiodic CSI report is triggered for a 1st candidate transmit power configured by higher layers
'10'	Aperiodic CSI report is triggered for a 2nd candidate transmit power configured by higher layers
'11'	Aperiodic CSI report is triggered for a 3rd candidate transmit power configured by higher layers

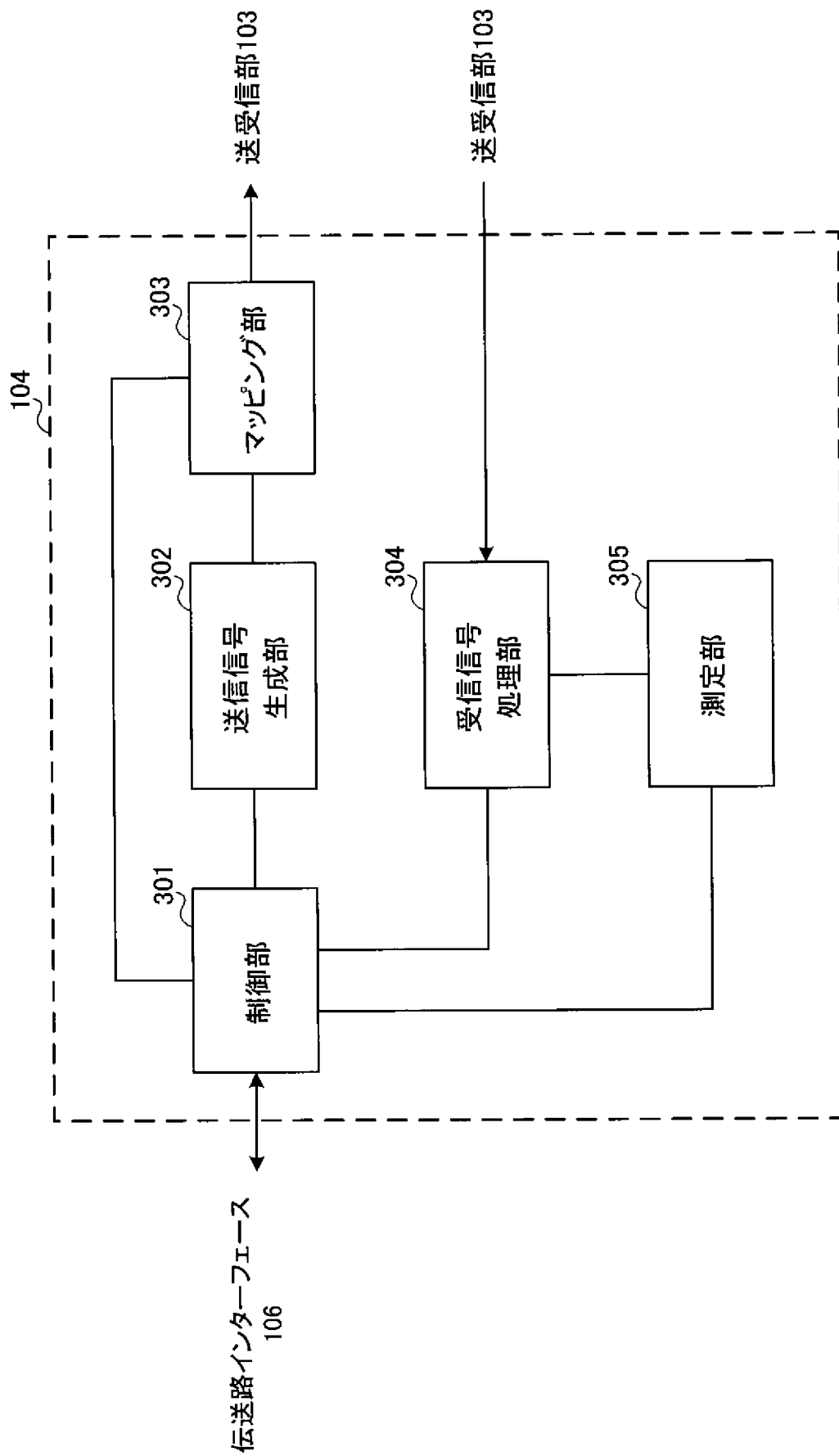
[図7]



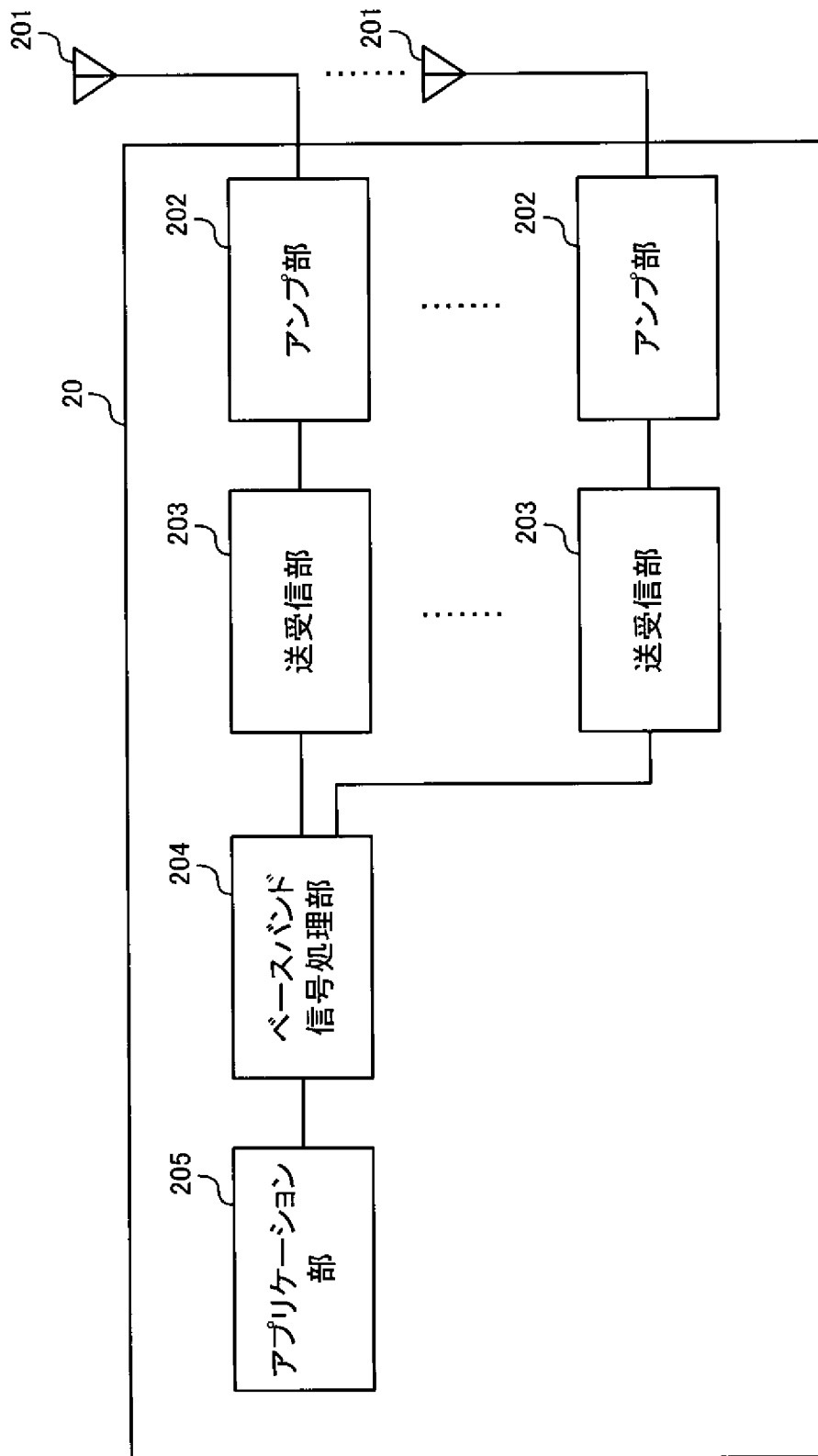
[図8]



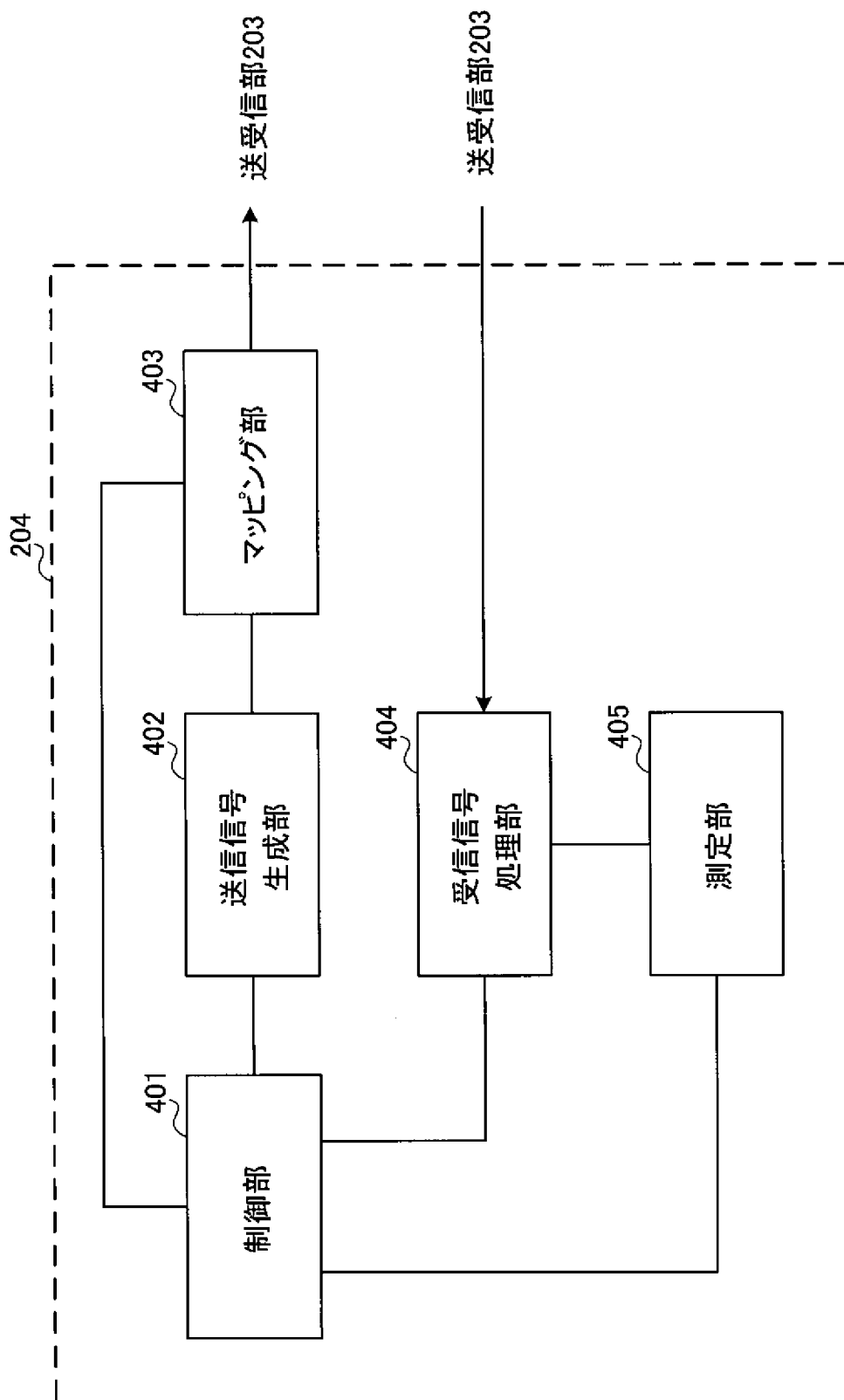
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/066934

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04W24/10(2009.01)i, H04J99/00(2009.01)i, H04W52/24(2009.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04W4/00-H04W99/00, H04B7/24-H04B7/26, H04J99/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	NTT DOCOMO, Evaluation methodologies for downlink multiuser superposition transmissions, 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #81 R1-153332, 3GPP, 2015.05.25	1-10
A	NTT DOCOMO, INC., Justification for NOMA in New Study on Enhanced Multi-User Transmission and Network Assisted Interference Cancellation for LTE, 3GPP TSG RAN meeting #66 RP-141936, 3GPP, 2014.12.08	1-10
A	Huawei et al., Motivation for a study on enhancements for multiuser transmission in R13, 3GPP TSG RAN Meeting #66 RP-141917, 3GPP, 2014.12.08	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
04 July 2016 (04.07.16)

Date of mailing of the international search report
12 July 2016 (12.07.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H04W24/10(2009.01)i, H04J99/00(2009.01)i, H04W52/24(2009.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H04W4/00-H04W99/00, H04B7/24-H04B7/26, H04J99/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 6 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 6 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 6 年

国際調査で利用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	NTT DOCOMO, Evaluation methodologies for downlink multiuser superposition transmissions, 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #81 R1-153332, 3GPP, 2015.05.25	1-10
A	NTT DOCOMO, INC., Justification for NOMA in New Study on Enhanced Multi-User Transmission and Network Assisted Interference Cancellation for LTE, 3GPP TSG RAN meeting #66 RP-141936, 3GPP, 2014.12.08	1-10

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 4 . 0 7 . 2 0 1 6

国際調査報告の発送日

1 2 . 0 7 . 2 0 1 6

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

望月 章俊

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 3 4

5 J

4 1 0 1

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	Huawei et al., Motivation for a study on enhancements for multiuser transmission in R13, 3GPP TSG RAN Meeting #66 RP-141917, 3GPP, 2014.12.08	1-10