

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6364159号
(P6364159)

(45) 発行日 平成30年7月25日(2018.7.25)

(24) 登録日 平成30年7月6日(2018.7.6)

(51) Int.Cl. F I
HO4B 7/0452 (2017.01) HO4B 7/0452 110
HO4J 99/00 (2009.01) HO4J 99/00 100

請求項の数 6 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2013-135757 (P2013-135757)	(73) 特許権者	392026693
(22) 出願日	平成25年6月28日 (2013.6.28)		株式会社NTTドコモ
(65) 公開番号	特開2015-12411 (P2015-12411A)		東京都千代田区永田町二丁目11番1号
(43) 公開日	平成27年1月19日 (2015.1.19)	(74) 代理人	100121083
審査請求日	平成28年6月23日 (2016.6.23)		弁理士 青木 宏義
		(74) 代理人	100138391
			弁理士 天田 昌行
		(74) 代理人	100150304
			弁理士 溝口 勉
		(74) 代理人	100158528
			弁理士 守屋 芳隆
		(72) 発明者	ベンジャブール アナス
			東京都千代田区永田町二丁目11番1号
			株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線基地局、ユーザ端末、無線通信方法、及び無線通信システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数のユーザ端末に対して重畳して送信された下り信号と、前記複数のユーザ端末に対して同じビット数で通知されるS I C (Successive Interference Cancellation) の適用の有無に関する情報と、を受信する受信部と、

前記S I Cの適用の有無に関する情報に基づいて、前記下り信号から自端末宛ての信号を復号する干渉除去部と、を具備し、

前記干渉除去部は、D M R S (Demodulation Reference Signal) ポートによって各ユーザ端末を判断することを特徴とするユーザ端末。

【請求項2】

前記干渉除去部は、前記S I Cの適用の有無に関する情報及び前記D M R S ポートに基づいて、前記下り信号から自端末宛ての信号を復号することを特徴とする請求項1記載のユーザ端末。

【請求項3】

前記送信部は、前記S I Cの適用の有無に関する情報を、P D C C H (Physical Down link Control Channel) 又はE P D C C H (Enhanced PDCCH) を用いて送信することを特徴とする請求項1又は請求項2に記載のユーザ端末。

【請求項4】

複数のユーザ端末に対して重畳して送信された下り信号を送信する送信部と、

各ユーザ端末に異なるD M R S (Demodulation Reference Signal) ポートを割り当

てるスケジューリング部と、を具備し、

前記送信部は、前記下り信号から自端末宛ての信号を復号するための S I C (Successive Interference Cancellation) の適用の有無に関する情報を各ユーザ端末に対して同じビット数で通知することを特徴とする無線基地局。

【請求項 5】

複数のユーザ端末に対して重畳して送信された下り信号と、前記複数のユーザ端末に対して同じビット数で通知される S I C (Successive Interference Cancellation) の適用の有無に関する情報と、を受信するステップと、

前記 S I C の適用 の有無に関する情報に基づいて、前記下り信号から自端末宛ての信号を復号するステップと、

D M R S (Demodulation Reference Signal) ポートによって各ユーザ端末を判断するステップと、を有することを特徴とする無線通信方法。

【請求項 6】

ユーザ端末を有する無線通信システムであって、

前記ユーザ端末は、複数のユーザ端末に対して重畳して送信された下り信号と、前記複数のユーザ端末に対して同じビット数で通知される S I C (Successive Interference Cancellation) の適用の有無に関する情報と、を受信する受信部と、

前記 S I C の適用 の有無に関する情報に基づいて、前記下り信号から自端末宛ての信号を復号する干渉除去部と、を具備し、

前記干渉除去部は、D M R S (Demodulation Reference Signal) ポートによって各ユーザ端末を判断することを特徴とする無線通信システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

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

【背景技術】

【0002】

従来、無線通信システムでは、様々な無線通信方式が用いられている。例えば、W - C D M A (Wideband Code Division Multiple Access) と呼ばれる U M T S (Universal Mobile Telecommunications System) では、符号分割多元接続 (C D M A : Code Division Multiple Access) が用いられる。また、L T E (Long Term Evolution) では、直交周波数分割多元接続 (O F D M A : Orthogonal Frequency Division Multiple Access) が用いられる (例えば、非特許文献 1)。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0003】

【非特許文献 1】 3GPP TR 25.913 “Requirements for Evolved UTRA and Evolved UTRAN ”

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、図 1 に示すように、W - C D M A や L T E の後継として F R A (Future Radio Access) 等と呼ばれる無線通信方式が検討されている。F R A では、下りリンクの無線リソースの割当方式として、O F D M A に加えて受信側での干渉除去 (Interference Cancellation) を前提とする非直交多元接続 (N O M A : Non-Orthogonal Multiple Access) を用いることが想定される。

【0005】

F R A においては、O F D M A によって割り当てられる同一の無線リソースに対して、複数のユーザ端末に対する下り信号が重畳 (superpose) され、各ユーザ端末のチャンネル

10

20

30

40

50

ゲインに応じて異なる送信電力で送信される。受信側では、他のユーザ端末に対する下り信号を逐次干渉キャンセラ（S I C : Successive Interference Cancellation）等でキャンセルすることで、自端末に対する下り信号が適切に抽出される。

【 0 0 0 6 】

また、各無線通信方式におけるリンクアダプテーションとして、W - C D M A では送信電力制御（F a s t T P C）、L T E では変調方式と符号化率とを適応的に調整する適応変調符号化（A M C : Adaptive Modulation and Coding）が用いられている。F R A では多ユーザに対する送信電力割当と適応変調符号化（M U P A : Multi-User Power Allocation / A M C）を用いることが検討されている。

【 0 0 0 7 】

N O M A を用いる場合には、ユーザ端末は自端末宛ての情報を適切に取得するために、各ユーザ端末の電力割り当て情報に基づいて、受信信号の復号順や S I C の適用の有無を判断することができる。しかしながら、同一の無線リソースに対して非直交多重されるユーザ端末数が増加すると、無線基地局からユーザ端末への電力割り当て情報の通知にかかる通信オーバーヘッドが増加するため、スループットが低下する。このため、スループットの低下を抑制しつつ非直交多重を実現するための方法が求められている。

【 0 0 0 8 】

本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、スループットの低下を抑制しつつ非直交多元接続を実現することができる無線基地局、ユーザ端末、無線通信方法、及び無線通信システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

本発明の一態様にかかるユーザ端末は、複数のユーザ端末に対して重畳して送信された下り信号と、前記複数のユーザ端末に対して同じビット数で通知される S I C (Successive Interference Cancellation) の適用の有無に関する情報と、を受信する受信部と、前記 S I C の適用の有無に関する情報に基づいて、前記下り信号から自端末宛ての信号を復号する干渉除去部と、を具備し、前記干渉除去部は、D M R S (Demodulation Reference Signal) ポートによって各ユーザ端末を判断することを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 1 0 】

本発明によれば、スループットの低下を抑制しつつ非直交多元接続を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 1 】

【図 1】様々な無線通信システムで用いられる無線アクセス方式の説明図である。

【図 2】下りリンクにおける N O M A (非直交多元接続) 及び S I C (逐次干渉キャンセラ) の説明図である。

【図 3】N O M A の送信処理のフローチャートを示す図である。

【図 4】第 1 の態様に係る処理のフローチャートを示す図である。

【図 5】第 1 の態様に係る非直交多重される最大ユーザ端末数が 2 の場合の共通の復号パターンを示す図である。

【図 6】第 1 の態様に係る非直交多重される最大ユーザ端末数が 3 の場合の共通の復号パターンを示す図である。

【図 7】第 2 の態様に係る処理のフローチャートを示す図である。

【図 8】第 2 の態様に係る非直交多重される最大ユーザ端末数が 2 の場合の個別の復号パターンを示す図である。

【図 9】第 2 の態様に係る非直交多重される最大ユーザ端末数が 3 の場合の個別の復号パターンを示す図である。

【図 1 0】実施の形態に係る無線通信システムの概略構成図である。

10

20

30

40

50

【図 1 1】実施の形態に係る無線基地局の構成例を示すブロック図である。

【図 1 2】実施の形態に係るユーザ端末の構成例を示すブロック図である。

【図 1 3】実施の形態に係る無線基地局及びユーザ端末が有するベースバンド信号処理部の構成例を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

図 2 は、下りリンクにおける NOMA 及び SIC の説明図である。図 2 には、無線基地局 BS のカバレッジエリア内で、無線基地局 BS の近辺にユーザ端末 UE 1 が位置し、無線基地局 BS の遠方にユーザ端末 UE 2 が位置する場合が示されている。無線基地局 BS から各ユーザ端末 UE への下り信号のパスロスは、無線基地局 BS から離れると共に増加する。このため、無線基地局 BS から遠いユーザ端末 UE 2 の受信 SINR (Signal to Interference plus Noise Ratio) は、無線基地局 BS の近くのユーザ端末 UE 1 の受信 SINR よりも低くなる。

10

【0013】

NOMA では、チャンネルゲイン (例えば、受信 SINR、RSRP (Reference Signal Received Power) 等) やパスロス等に応じて送信電力を異ならせることで、同一の無線リソースに対して複数のユーザ端末 UE が非直交多重される。例えば、図 2 では、ユーザ端末 UE 1、UE 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 が高いユーザ端末 UE 1 に対する下り信号には相対的に小さい送信電力が割り当てられ、受信 SINR が低いユーザ端末 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。

20

【0014】

また、NOMA では、逐次干渉キャンセラ型の信号分離法である SIC 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。自端末に対する下り信号にとっては、同一無線リソースに非直交多重された自端末よりも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、自端末よりも送信電力の大きな他端末に対する下り信号を SIC によって受信信号から除去することで、自端末に対する下り信号が抽出される。

【0015】

例えば、図 2 において、ユーザ端末 UE 2 の受信 SINR は、ユーザ端末 UE 1 の受信 SINR よりも低いので、ユーザ端末 UE 2 に対する下り信号は、ユーザ端末 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、無線基地局 BS に近いユーザ端末 UE 1 は、自端末に対する下り信号だけでなく、同一の無線リソースに非直交多重されたユーザ端末 UE 2 に対する下り信号を干渉信号として受信する。ユーザ端末 UE 1 は、ユーザ端末 UE 2 に対する下り信号を SIC 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。

30

【0016】

一方で、ユーザ端末 UE 1 の受信 SINR は、ユーザ端末 UE 2 の受信 SINR よりも高いので、ユーザ端末 UE 1 に対する下り信号は、ユーザ端末 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、無線基地局 BS から遠いユーザ端末 UE 2 は、同一無線リソースに非直交多重されたユーザ端末 UE 1 に対する下り信号による干渉を無視できるため、SIC 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。

40

【0017】

このように、下りリンクにおいて NOMA を適用する場合、同一の無線リソースに対して、チャンネルゲインが異なる複数のユーザ端末 UE 1 及び UE 2 を多重できるので、周波数利用効率を向上させることができる。

【0018】

ここで、NOMA の送信処理について説明する。図 3 は、NOMA の送信処理を説明するためのフローチャートである。まず、各ユーザ端末 (UE) は、無線基地局 (BS) が

50

ら参照信号を受信して、この参照信号に基づいてチャネルゲインを推定する。そして、各ユーザ端末は、チャネルゲインを無線基地局にフィードバックする（ステップ S T 0 1）。なお、参照信号としては、C S I - R S (Channel State Information Reference Signal)、D M - R S (DeModulation Reference Signal)、C R S (Cell-Specific Reference Signal) 等を用いてもよい。

【 0 0 1 9 】

次に、無線基地局は、サブバンド毎にカバレッジエリア内に属する全ユーザ端末から 1 組の候補ユーザセット (candidate user set) を選択する (ステップ S T 0 2)。候補ユーザセットとは、サブバンドに非直交多重されるユーザ端末の候補の組み合わせを示している。サブバンド毎の候補ユーザセットの総数は、カバレッジエリア内に属するユーザ端末の総数を M、非直交多重されるユーザ端末数を N として、下記式 (1) で表わされる。なお、以下の一連の演算処理 (ステップ S T 0 3 - S T 0 6) は、全ての候補ユーザセットに対して実施される (全探索 (Exhaustive search))。

【数 1】

式 (1)

$$\begin{pmatrix} M \\ N \end{pmatrix}$$

【 0 0 2 0 】

次に、無線基地局は、各ユーザ端末からフィードバックされたチャネルゲインに基づいて、候補ユーザセットの各ユーザ端末に割り当てるサブバンドの送信電力を算出する (ステップ S T 0 3)。次に、無線基地局は、算出された送信電力に基づいて、非直交多重の適用下で想定される各ユーザ端末におけるサブバンドの S I N R (スケジューリング用の S I N R) を算出する (ステップ S T 0 4)。次に、無線基地局は、算出された S I N R から M C S (Modulation and Coding Scheme) セットのブロック誤り率 (B L E R : Block Error Rate) を求め、各ユーザ端末におけるサブバンドのスケジューリング用のスループットを算出する (ステップ S T 0 5)。

【 0 0 2 1 】

次に、無線基地局は、各ユーザ端末の瞬時スループットと平均スループットとから、候補ユーザセットのスケジューリングメトリックを算出する (ステップ S T 0 6)。スケジューリングメトリックとしては、例えば、P F (Proportional Fairness) スケジューリングメトリックを算出する。P F スケジューリングメトリック $M_{S_j, b}$ は、平均スループットを T_k 、瞬時スループットを $R_{k, b}$ として、下記式 (2) で表わされる。なお、P F スケジューリングメトリック $M_{S_j, b}$ は、b 番目のサブバンドにおける j 番目の候補ユーザセットの P F スケジューリングメトリックであることを示している。また、k は、候補ユーザセット内の k 番目のユーザ端末を示している。

【数 2】

式 (2)

$$M_{S_j, b} = \sum_{k \in S_j} \frac{R_{k, b}(t)}{T_k(t)}$$

【 0 0 2 2 】

無線基地局は、ステップ S T 0 3 - S T 0 6 を全ての候補ユーザセットについて行い、

サブバンドにおいてスケジューリングメトリックを最大化するユーザセットを選択する（ステップS T 0 7）。そして、無線基地局は、ステップS T 0 2 - S T 0 7をサブバンド毎に行い、各サブバンドについてスケジューリングメトリックを最大化するユーザセットを選択する。

【 0 0 2 3 】

次に、無線基地局は、割り当てられたサブバンドの平均S I N Rを算出して（ステップS T 0 8）、割り当てられたサブバンドの各ユーザ端末に対して共通M C Sを選択する（ステップS T 0 9）。次に、無線基地局は、ユーザセットを構成する各ユーザ端末に対する下り信号を同一のサブバンドに割り当て、各ユーザ端末に対してサブバンド毎に異なる送信電力で下り信号を非直交多重して送信する（ステップS T 1 0）。

10

【 0 0 2 4 】

次に、無線基地局にユーザセットとして選択された各ユーザ端末は、自端末に対する下り信号だけでなく、同一の無線リソースに非直交多重された他端末に対する下り信号を受信する（ステップS T 1 1）。そして、各ユーザ端末は、自端末よりもチャネルゲインが低く、送信電力が大きな他端末に対する下り信号をS I Cで除去し、自端末に対する信号を抽出（分離）する。この場合、自端末よりもチャネルゲインが高く、送信電力の小さな他端末に対する下り信号については、干渉信号にならないため無視される。

【 0 0 2 5 】

ところで、N O M Aでは、各ユーザ端末は、受信信号に含まれる参照信号からチャネルゲインや信号電力を測定し、これらに基づいて受信信号の復号パターン（復号順及び／又はS I Cの適用の有無）を判断することができる。しかしながら、測定に基づく判断では、測定に失敗すると誤った復号パターンを用いてしまい、受信性能が劣化する恐れがある。また、復号パターンの判断は、各ユーザ端末宛ての信号の電力割り当て情報（例えば、ステップS T 0 3で算出された送信電力）を無線基地局がユーザ端末に通知して、当該電力割り当て情報に基づいて行うことができる。例えば、送信電力の大小により各ユーザ端末向けの信号をS I Cで除去するか否かを決定することができる。しかしながら、同一の無線リソースに対して非直交多重されるユーザ端末数が増加すると、電力割り当て情報の通知にかかる通信オーバーヘッドが増加するため、スループットが低下するという問題が生じる。

20

【 0 0 2 6 】

N O M Aを用いた通信において、無線基地局から電力割り当て情報を通知する場合に通信オーバーヘッドが大きくなるという上述の課題に対し、本発明者らは、各ユーザ端末に対して復号パターンを示す情報を通知する構成であれば、スループットの低下を抑制しつつ非直交多元接続を実現することができるのではないかと考え、本発明を完成させた。すなわち、本発明は、非直交多元接続信号の復号順及び／又はS I C（Successive Interference Cancellation）の適用の有無に関する情報が規定された複数の復号パターンを予め用意しておき、各ユーザ端末の通信環境に応じて適した復号パターンを選択して、各ユーザ端末に送信する。

30

【 0 0 2 7 】

（第1の態様）

以下、本実施の形態の第1の態様について説明する。第1の態様では、無線基地局は、同一の無線リソースに信号が非直交多重される各ユーザ端末に対して、共通の復号パターンを示す情報を送信する。また、第1の態様においては、複数の復号パターンは、各ユーザ端末の復号順が一意に特定されるように構成されている。さらに、各ユーザ端末は、同一の無線リソースに信号が非直交多重されるユーザ端末を判断することができるように構成されている。

40

【 0 0 2 8 】

図4は、第1の態様に係る動作のフローチャートを示す図である。まず、無線基地局は、各ユーザ端末のチャネル状態情報に基づいて各ユーザ端末に共通の復号パターンを選択する（ステップS T 2 1）。復号パターンとしては、非直交多元接続信号の復号順及び／

50

又はS I Cの適用の有無に関する情報が少なくとも規定されている。例えば、ユーザ端末をU E 1、U E 2とした際に、復号順として1番目の復号にU E 1が、2番目の復号にU E 2が指定されている場合には、U E 1向けの信号を復号した後U E 2向けの信号を復号する。なお、復号パターンは、チャンネル状態情報自体ではなく、チャンネル状態情報やチャンネルゲインを用いて求められた情報に基づいて選択しても良い。例えば、復号パターンは各ユーザ端末宛ての信号の送信電力等に基づいて選択することができる。

【0029】

図5は、非直交多重される最大ユーザ端末数が2の場合の復号パターンを示す図である。図5には、4個の復号パターン(パターン1-4)が示されている。復号順に「NON E」が示されている場合は、何も復号しないことを示し、例えばパターン1では、U E 1の復号のみを行う。パターン3では、U E 2の復号を行った後でU E 1の復号を行う。なお、図5は復号パターンの構成の一例であり、異なる復号パターンの構成であっても良い。

10

【0030】

復号パターンには、復号順又はS I Cの適用の有無に関する情報を明示的に含まず、当該情報を復号パターンの情報及び/又は復号パターン以外の情報からユーザ端末が判断する構成とすることができる。本実施の形態では、復号パターンには、非直交多元接続信号の復号順が示されており、S I Cの適用の有無は復号順から判断する。具体的には、復号パターンが示す復号順に自端末のみが含まれる場合(例えば、図5のパターン1、2)には、ユーザ端末はS I Cを適用せず、復号順に自端末でない他端末が含まれる場合(例えば、図5のパターン3、4)には、他端末の信号の復号後にS I Cを適用する。

20

【0031】

一方で、復号パターンにはユーザ端末がS I Cの適用の有無に関する情報のみを含むとし、復号順をユーザ端末が判断する構成としても良い。例えば、U E 1が図5のパターン3に基づいて受信信号の干渉除去及び復号を行っている際に、無線基地局がS I Cの適用を無しとする情報をU E 1に送信した場合には、U E 1は自端末に対する信号のみを復号すれば良いので、パターン1を使用するように判断することができる。

【0032】

なお、本実施の形態では、無線基地局と各ユーザ端末は、同じ復号パターンを参照できるように構成されている。具体的には、無線基地局及びユーザ端末それぞれの記憶領域に、同じ複数の復号パターンに関する情報が予め保持されていても良い。また、無線基地局及びユーザ端末は、復号パターンを変更し、変更した復号パターンに関する情報を互いに通知することにより、適宜同じ復号パターンを参照できるようにしても良い。

30

【0033】

次に、各ユーザ端末に対して、選択した共通の復号パターンを示す情報を送信する(ステップS T 2 2)。上述の図2の場合には、図5のパターン3を示す情報を各ユーザ端末に共通して送信する。当該情報は、ビット列として送信しても良い。例えば、図5に示す4つの復号パターンが規定されている場合は、選択した復号パターンを示す情報を2 b i tのビット列で表すことができ、当該ビット列のいずれかを送信することができる。また、情報の送信は、例えば、P D C C H (Physical Downlink Control CHannel)、E P D C C H (Enhanced P D C C H、拡張P D C C H)の制御情報によるシグナリング、及び上位レイヤシグナリング(R R Cシグナリング等)を用いて行うことができる。特に、P D C C H又はE P D C C Hの制御情報によるシグナリングは、サブバンド毎、ユーザ端末毎の通知が容易であり、この通知に適している。なお、ステップS T 2 2の情報送信に付随して、各ユーザ端末への送信電力に関する情報(例えば、送信電力比等)を送信しても良い。

40

【0034】

最後に、各ユーザ端末は、無線基地局から送信された、特定の復号パターンを示す情報を受信する(ステップS T 2 3)。各ユーザ端末は、当該情報を用いて、無線基地局が選択した復号パターンにより示された復号順及びS I Cの適用の有無に応じて受信信号の干

50

渉除去及び復号を行う。

【 0 0 3 5 】

第 1 の態様においては、図 4 に示すフローチャートによる処理は、図 3 のステップ S T 0 1 で各ユーザ端末のチャネル状態の関係が変化した（特定端末のチャネル状態が改善した等）場合に実施する。ただし、これに限られるものではなく、例えば同一の無線リソースで非直交多重されるユーザ端末数が増減した場合や、ユーザ端末に対する送信電力を変更した場合や、復号パターンをユーザ端末に送信してから所定の時間経過後に当該処理を行うことができる。

【 0 0 3 6 】

なお、本実施の形態では、各ユーザ端末は、無線基地局が各ユーザ端末に割り当てる D M - R S ポートによってユーザ端末を判断する。D M - R S (DeModulation Reference Signal) は、ユーザ端末が復調のために必要な伝送路推定を行うことができるように、無線基地局が P D S C H での送信の際に挿入する信号である。特に、複数アンテナを用いた M I M O (Multi Input Multi Output) 伝送においては、ユーザ端末毎に異なる D M - R S ポートを用いて D M - R S が送信されることが考えられる。例えば、D M - R S ポートとして D M - R S ポート 1 及びポート 2 の 2 つが利用可能である場合、D M - R S ポート 1 を使用する端末は U E 1 であり、D M - R S ポート 2 を使用する端末は U E 2 であると判断しても良い。ただし、ユーザ端末の判断はこれに限定されない。例えば、無線基地局からの各ユーザ端末への送信電力に関する情報（送信電力比等）を上位レイヤシグナリング（例えば、R R C シグナリング）を用いて通知し、該情報に基づいて判断しても
20

【 0 0 3 7 】

図 2 の場合を例に、第 1 の態様の動作を説明する。図 2 の場合、各ユーザ端末に対して図 5 に示されるパターン 3 が選択される（ステップ S T 2 1）。そして、パターン 3 を示す情報が各 U E に共通して通知され（ステップ S T 2 2）、各 U E は当該情報を受信する（ステップ S T 2 3）。この場合、U E 1 は、1 番目の復号として U E 2 が示されているため、まず U E 2 宛ての信号を復号する。次に、U E 2 は自端末ではないため、U E 2 宛ての信号を S I C により除去する。最後に、S I C を適用した信号から U E 1 宛ての信号を復号する。一方 U E 2 は、1 番目の復号が U E 2（自端末）であるため、U E 2 宛ての
30

【 0 0 3 8 】

図 6 は、非直交多重される最大ユーザ端末数が 3 の場合の復号パターンを示す図である。図 6 には、15 個の復号パターン（パターン 1 - 15）が示されており、復号パターンを示す情報は 4 b i t のビット列で表すことができる。なお、図 5 及び図 6 では、複数の復号パターンを示す情報はそれぞれ同じビット数からなる例を示したが、異なるビット列から構成されても良い。例えば、図 6 において、パターン 1 - 3 を 2 b i t のビット列で表し、パターン 4 - 15 を 4 b i t のビット列でそれぞれ表すと、パターン 1 - 3 を通知
40

【 0 0 3 9 】

以上のように、本実施の形態の第 1 の態様に係る無線基地局によれば、各ユーザ端末に共通の復号パターンを示す通信量の小さい情報に基づいて信号の復号順及び S I C の有無を判断できるので、スループットの低下を抑制しつつ非直交多元接続を実現することができる。

【 0 0 4 0 】

（第 2 の態様）

以下、本実施の形態の第 2 の態様について説明する。第 2 の態様では、無線基地局は、同一の無線リソースに信号が非直交多重される各ユーザ端末に対して、ユーザ端末毎に個
50

別に規定された復号パターンを示す情報を送信する。上述の第1の態様では、復号パターンにおいて各ユーザ端末の復号順が一意に特定されていたが、第2の態様では、複数の復号パターンは、少なくとも復号パターンを受信したユーザ端末の復号順が特定されるように構成されている。以下、第2の態様について第1の態様との相違点に関して主に説明する。

【0041】

図7は、第2の態様に係る動作のフローチャートを示す図である。まず、無線基地局は、各ユーザ端末のチャンネル状態情報に基づいて各ユーザ端末の復号パターンを個別に選択する(ステップST31)。第2の態様においては、複数の復号パターンは、ユーザ端末毎に個別に規定されるように構成される。

10

【0042】

図8は、非直交多重される最大ユーザ端末数が2の場合の復号パターンを示す図であり、2個の復号パターン(パターン1、2)が示されている。ここで、UEdは最終的に受信信号を適切に復号したい所望のユーザ端末(UE-desired)のことであり、つまり当該復号パターンを受信したユーザ端末自身を示している。一方、UEnは非所望のユーザ端末(UE-non-desired)のことであり、つまり同一の無線リソースに信号が非直交多重されるユーザ端末のうち、当該復号パターンを受信したユーザ端末以外のユーザ端末を示している。なお、図8の復号パターンを示す情報は、1bitで表すことができる。

【0043】

次に、各ユーザ端末に対して、選択した個別の復号パターンを示す情報を送信する(ステップST32)。最後に、各ユーザ端末は、無線基地局から送信された、特定の復号パターンを示す情報を受信する(ステップST33)。

20

【0044】

図2の場合を例に、第2の態様の動作を説明する。図2の場合、UE1に対して図8のパターン2が選択され、UE2に対して図8のパターン1が選択される(ステップST31)。そして、パターン2を示す情報がUE1に、パターン1を示す情報がUE2に通知され(ステップST32)、各UEは各々に対する情報を受信する(ステップST33)。パターン2が通知されたUE1においては、1番目の復号がUEnであり、UE1にとってUEnはUE2であるため、UE2宛ての信号がまず復号され、SICにより除去される。その後、2番目の復号は自端末であるUEdであるため、SICを適用した信号からUE1宛ての信号を復号する。一方、パターン1が通知されたUE2においては、1番目の復号が自端末であるUEdであるため、UE2を復号する。2番目の復号としてはNONEとなっているため、処理は行わない。

30

【0045】

図9は、非直交多重される最大ユーザ端末数が3の場合の復号パターンを示す図である。図9には、5個の復号パターン(パターン1-5)が示されており、復号パターンを示す情報は3bitのビット列で表すことができる。ここで、UEn1及びUEn2は、それぞれ非所望のユーザ端末を示している。このように非所望のユーザ端末が複数存在する場合、各UEnの判別は、例えば基地局が割り当てたDM-RSポートによって行っても良い。また、個別の参照信号の強度を測定し、最も弱い信号をUEd宛てとし、残りの信号を強い順にUEn1宛て、UEn2宛て、...と判断しても良い。図5及び図8、並びに図6及び図9を比較して分かるように、第2の態様では、第1の態様に比べて、同じ最大ユーザ端末数の場合に復号パターンを示す情報の情報量を削減することができる。

40

【0046】

以上のように、本実施の形態の第2の態様に係る無線基地局によれば、さらに少ない通知情報を利用できるため、スループットの低下をより好適に抑制しつつ非直交多元接続を実現することができる。

【0047】

(無線通信システムの構成例)

50

以下、本実施の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、上述した非直交多元接続用の復号パターンの通知方法が適用される。

【0048】

図10は、本実施の形態に係る無線通信システムの概略構成図である。なお、図10に示す無線通信システムは、例えば、LTEシステム又はLTE-A(LTEアドバンスド(LTE-Advanced))システムが包含されるシステムである。この無線通信システムは、IMT-Advancedと呼ばれても良いし、4G、又はFRA(Future Radio Access)と呼ばれても良い。

【0049】

図10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、この上位局装置30は、コアネットワーク40に接続される。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。なお、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)等が含まれるが、これに限定されるものではない。

【0050】

なお、無線基地局10は、マクロセルを形成するeNodeB(eNB)であってもよいし、スモールセルを形成するRRH(Remote Radio Head)、フェムト基地局、ピコ基地局等のいずれであってもよい。また、無線基地局10は、送受信ポイント等と呼ばれていてもよい。各ユーザ端末20は、LTE、LTE-A等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よい。

【0051】

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OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access)及びNOMA(Non-Orthogonal Multiple Access)が適用され、上りリンクについてはSC-FDMA(Single Carrier Frequency Division Multiple Access)が適用される。OFDMAは、送信帯域をサブバンドに分割してユーザ端末20を直交多重するマルチキャリア伝送方式であり、NOMAはサブバンド毎にユーザ端末20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る。SC-FDMAは、周波数方向の連続した無線リソースにユーザ端末20を割り当てるシングルキャリア伝送方式である。

【0052】

また、無線通信システム1では、下りリンクの通信チャネルとして、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))、下りL1/L2制御チャネル(PDCCH(Physical Downlink Control Channel))、PCFICH(Physical Control Format Indicator Channel)、PHICH(Physical Hybrid-ARQ Indicator Channel)、EPDCCH(Enhanced Physical Downlink Control Channel)、報知チャネル(PBCH(Physical Broadcast Channel))等が用いられる。PDSCHにより、ユーザデータ及び上位制御情報が伝送される。PDCCH、EPDCCHにより、PDSCH及びPUSCHのスケジューリング情報が伝送される。PCFICHにより、PDCCHに用いるOFDMシンボル数が伝送される。PHICHにより、PUSCHに対するHARQのACK/NACKが伝送される。

【0053】

また、無線通信システム1では、上りリンクの通信チャネルとして、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))等が用いられる。PUSCHにより、ユーザデータや上位制御情報が伝送される。PUCCH又はPUSCHにより、下りリンクのチャネル状態情報(CSI:Channel State Information)、A

10

20

30

40

50

CK/NACK等が伝送される。

【0054】

図11は、本実施の形態に係る無線基地局の構成例を示すブロック図である。無線基地局10は、送受信アンテナ101と、アンプ部102と、送受信部(送信部)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。

【0055】

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。

【0056】

ベースバンド信号処理部104は、入力されたユーザデータに対して、PDCP(Packet Data Convergence Protocol)レイヤの処理、ユーザデータの分割・結合、RLC(Radio Link Control)再送制御の送信処理等のRLCレイヤの送信処理、MAC(Medium Access Control)再送制御(例えば、HARQの送信処理)、スケジューリング、伝送フォーマット選択、チャンネル符号化、IFFT(Inverse Fast Fourier Transform)処理、プリコーディング処理を行い、各送受信部103に転送する。また、下りリンクの制御データに対して、チャンネル符号化や逆高速フーリエ変換等の送信処理を行い、各送受信部103に転送する。

【0057】

各送受信部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出力されたベースバンド信号を無線周波数帯に変換する。アンプ部102は、周波数変換された無線周波数信号を増幅して送受信アンテナ101により送信する。

【0058】

一方、上りリンクによりユーザ端末20から無線基地局10に送信されるデータについては、各送受信アンテナ101で受信されてアンプ部102に入力される。アンプ部102は、各送受信アンテナ101から入力される無線周波数信号を増幅して各送受信部103に送る。増幅された無線周波数信号は、各送受信部103で周波数変換されてベースバンド信号に変換され、ベースバンド信号処理部104に入力される。

【0059】

ベースバンド信号処理部104は、入力されたベースバンド信号に含まれるユーザデータに対して、FFT(Fast Fourier Transform)処理、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、PDCPレイヤの受信処理を行い、伝送路インターフェース106を介して上位局装置30に転送する。呼処理部105は、通信チャンネルの設定や解放等の呼処理や、無線基地局10の状態管理や、無線リソースの管理等を行う。

【0060】

図12は、本実施の形態に係るユーザ端末の構成例を示すブロック図である。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(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。

【0061】

下りリンクのデータは、複数の送受信アンテナ201で受信されてアンプ部202に入力される。アンプ部202は、各送受信アンテナ201から入力される無線周波数信号を増幅して各送受信部203に送る。無線周波数信号は、各送受信部203でベースバンド信号に変換され、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、ベースバンド信号に対して、FFT処理、誤り訂正復号、再送制御の受信処理等が行われる。下りリンクのデータに含まれるユーザデータは、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等を行う。また、下りリンクのデータの内、報知情報もアプリケーション部205に転送される。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 2 】

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 2 0 5 からベースバンド信号処理部 2 0 4 に入力される。ベースバンド信号処理部 2 0 4 は、入力されたユーザデータに対して、再送制御 (H - A R Q (H y b r i d A R Q)) の送信処理、チャンネル符号化、プリコーディング、D F T 処理、I F F T 処理等を行い、各送受信部 2 0 3 に転送する。各送受信部 2 0 3 は、ベースバンド信号処理部 2 0 4 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する。その後、アンプ部 2 0 2 は、周波数変換された無線周波数信号を増幅して送受信アンテナ 2 0 1 により送信する。

【 0 0 6 3 】

図 1 3 は、本実施の形態に係る無線基地局及びユーザ端末が有するベースバンド信号処理部の構成例を示すブロック図である。なお、図 1 3 では、一部の構成のみを示しているが、無線基地局 1 0 及びユーザ端末 2 0 は、必要な構成を不足なく備えているものとする。

10

【 0 0 6 4 】

図 1 3 に示すように、無線基地局 1 0 は、スケジューリング部 (選択部) 3 0 1、下り制御情報生成部 3 0 2、下り制御情報符号化・変調部 3 0 3、下り送信データ生成部 3 0 4、下り送信データ符号化・変調部 3 0 5、下り参照信号生成部 3 0 6、下りチャンネル多重部 3 0 7 を備えている。

【 0 0 6 5 】

スケジューリング部 3 0 1 は、各ユーザ端末 2 0 のチャンネルゲインに応じて、任意の無線リソースに非直交多重されるユーザセットを決定する。ユーザセットとしては、例えば、各サブバンドにおいて P F (Proportional Fairness) スケジューリングメトリックを最大化するユーザセットが選択される。ユーザ端末 2 0 からフィードバックされたチャンネル状態情報は送受信部 1 0 3 (図 1 1 参照) で受信され、スケジューリング部 3 0 1 で利用される。なお、チャンネル状態情報に含まれるチャンネルゲインは、チャンネルの受信品質を示すものであればよく、C Q I、受信 S I N R、R S R P でもよく、また瞬時値でもよいし、長期平均値でもよい。また、チャンネルゲインは、ユーザ端末からフィードバックされた情報に限られない。例えば、他の無線基地局にフィードバックされたチャンネルゲインを取得して用いてもよいし、当該ユーザ端末の近傍のユーザ端末からフィードバックされたチャンネルゲインから求められてもよい。そして、スケジューリング部 3 0 1 は、無線リ

20

30

【 0 0 6 6 】

また、スケジューリング部 3 0 1 は、同一のユーザセットとして選択された各ユーザ端末 2 0 に対して、チャンネル状態情報に基づいて各ユーザ端末 2 0 に適した復号パターンを選択する。第 1 の態様においては、各ユーザ端末 2 0 の復号順が一意に特定されるように構成された複数の復号パターンから、各ユーザ端末 2 0 に共通の復号パターンを選択する。D M - R S ポートを各ユーザ端末 2 0 の位置又はチャンネルゲインに応じて固定的に割り当てるようスケジューリングすることにより、各ユーザ端末 2 0 を特定してもよい。また、第 2 の態様においては、少なくとも復号パターンを受信したユーザ端末 2 0 の復号順が特定されるように構成された複数の復号パターンから、各ユーザ端末 2 0 に個別の復号パターンを選択する。

40

【 0 0 6 7 】

下り制御情報生成部 3 0 2 は、P D C C H 又は E P D C C H で伝送されるユーザ端末固有の下り制御情報 (D C I) を生成する。下り制御情報は、下り制御情報符号化・変調部 3 0 3 へと出力される。下り制御情報符号化・変調部 3 0 3 は、下り制御情報をチャンネル符号化して変調する。変調後の下り制御情報は、下りチャンネル多重部 3 0 7 へと出力される。

【 0 0 6 8 】

50

ユーザ端末固有の下り制御情報には、PDSCHの割り当て情報であるDLアサイメント(DL assignment)や、PUSCHの割り当て情報であるULグラント(UL grant)等が含まれる。また、下り制御情報には、各ユーザ端末20に対してCSIのフィードバックを要求する制御情報や、非直交多重された信号の受信処理に必要な情報等が含まれる。例えば、下り制御情報に各ユーザ端末20に共通又は個別の復号パターンに関する情報が含まれてもよいし、各ユーザ端末20への送信電力に関する情報(送信電力比等)が含まれていても良い。ただし、復号パターンや送信電力に関する情報は、ハイヤレイヤシグナリング(RRCシグナリング等)で通知される上位制御情報に含まれてもよい。

【0069】

下り送信データ生成部304は、ユーザ端末20毎に下りユーザデータを生成する。下り送信データ生成部304で生成された下りユーザデータは、上位制御情報と共に、PDSCHで伝送される下り送信データとして下り送信データ符号化・変調部305へ出力される。下り送信データ符号化・変調部305は、各ユーザ端末20に対する下り送信データをチャンネル符号化して変調する。下り送信データは、下りチャンネル多重部307へと出力される。

【0070】

下り参照信号生成部306は、下り参照信号(CRS、CSI-RS、DM-RS等)を生成する。下り参照信号は、下りチャンネル多重部307へと出力される。

【0071】

下りチャンネル多重部307は、下り制御情報、下り参照信号、下り送信データ(上位制御情報を含む)を合成して下りリンク信号を生成する。具体的には、下りチャンネル多重部307は、スケジューリング部301から通知されるスケジューリング情報に従い、スケジューリング部301で選択された複数のユーザ端末20宛ての下りリンク信号が、所定の送信電力で送信されるように非直交多重する。下りチャンネル多重部307で生成された下りリンク信号は、各種送信処理を経てユーザ端末20に向けて送信される。

【0072】

一方、ユーザ端末20は、下り制御情報受信部401、チャンネル推定部402、フィードバック部403、干渉除去部404、下り送信データ受信部405を備えている。無線基地局10から送信された下りリンク信号は、各種受信処理を経て下り制御情報、下り送信データ(上位制御情報を含む)、下り参照信号に分離される。下り制御情報は下り制御情報受信部401に入力され、下り送信データは干渉除去部404を介して下り送信データ受信部405に入力され、下り参照信号はチャンネル推定部402に入力される。下り制御情報受信部401は、下り制御情報を復調してチャンネル推定部402、フィードバック部403、干渉除去部404等へ出力する。

【0073】

チャンネル推定部402は、下り参照信号に基づいてチャンネル推定してチャンネルゲインを取得する。チャンネル推定で得られたチャンネルゲインは、チャンネル状態情報に含まれてフィードバック部403を通じて無線基地局10にフィードバックされる。上記したように、無線基地局10においてチャンネル状態情報に基づいて各ユーザ端末20に適した復号パターンが選択される。第1の態様においては、各ユーザ端末20の復号順が一意に特定されるように構成された複数の復号パターンから、各ユーザ端末20に共通の復号パターンを選択する。また、干渉除去部404で利用される復号パターン中のUEの特定は、DM-RSポートの割り当てから判断しても良い。

【0074】

干渉除去部404は、無線基地局から送信された復号パターンを示す情報に基づいて、信号の復号順及びSICの有無を判断し、SICを行う場合は選択された復号順にしたがって他端末に割り当てられた下り信号による干渉を除去する。また、各ユーザ端末20に対する無線基地局10の送信電力及び/又は送信電力比に関する情報を受信した場合には、当該情報を干渉除去に利用することができる。

【0075】

10

20

30

40

50

以上のように、本実施の形態に係る無線通信システム 1 によれば、各ユーザ端末に対して復号パターンを示す情報を通知する構成であれば、スループットの低下を抑制しつつ非直交多元接続を実現することができる。

【 0 0 7 6 】

本発明は上記実施の形態に限定されず、様々変更して実施することが可能である。例えば、本発明の範囲を逸脱しない限りにおいて、上記説明におけるキャリア数、キャリアの帯域幅、シグナリング方法、処理部の数、処理手順については適宜変更して実施することが可能である。その他、本発明の範囲を逸脱しないで適宜変更して実施することが可能である。

【 符号の説明 】

10

【 0 0 7 7 】

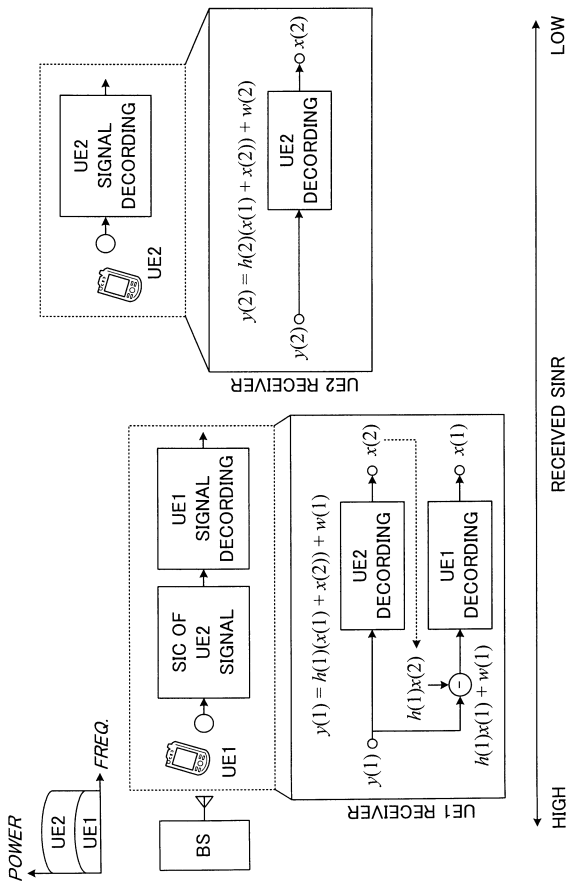
- 1 無線通信システム
- 1 0 無線基地局
- 2 0 ユーザ端末
- 1 0 3 送受信部 (送信部)
- 1 0 4 ベースバンド信号処理部
- 2 0 3 送受信部 (受信部)
- 2 0 4 ベースバンド信号処理部
- 3 0 1 スケジューリング部 (選択部)
- 3 0 2 下り制御情報生成部
- 3 0 3 下り制御情報符号化・変調部
- 3 0 4 下り送信データ生成部
- 3 0 5 下り送信データ符号化・変調部
- 3 0 6 下り参照信号生成部
- 4 0 1 下り制御情報受信部
- 4 0 2 チャネル推定部
- 4 0 3 フィードバック部
- 4 0 4 干渉除去部
- 4 0 5 下り送信データ受信部

20

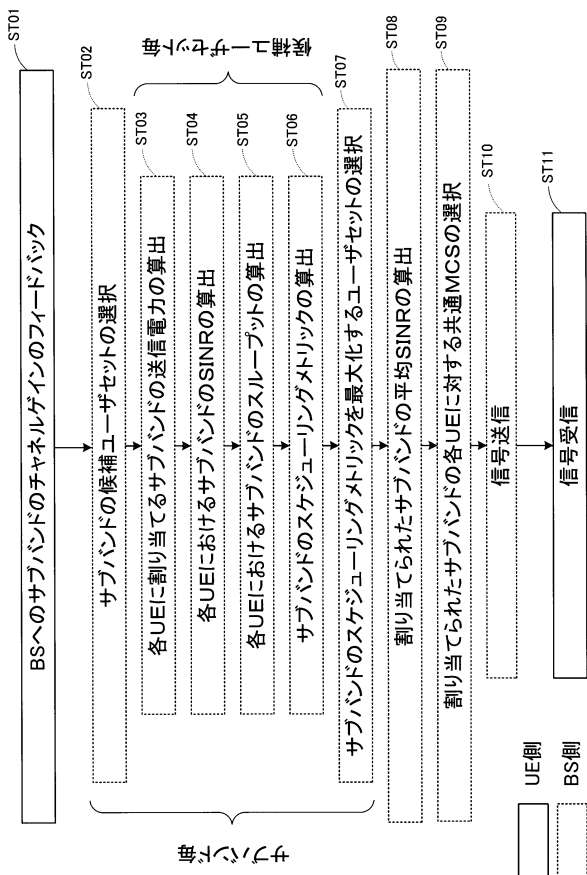
【図1】

	W-CDMA	LTE	FRA
RADIO RESOURCE ALLOCATION	NON-ORTHOGONAL (CDMA)	ORTHOGONAL (OFDMA)	ORTHOGONAL (OFDMA) + SUPERPOSITION/CANCELLATION (NOMA)
LINK ADAPTATION	FAST TPC (TPC, TRANSMISSION POWER CONTROL)	AMC (AMC, ADAPTIVE MODULATION & CODING)	MUPA/AMC (MUPA, MULTI-USER POWER ALLOCATION)
MULTIPLE ACCESS IMAGE	NON-ORTHOGONAL ASSISTED BY POWER CONTROL	ORTHOGONAL BETWEEN USERS	SUPERPOSITION & INTERFERENCE CANCELLATION

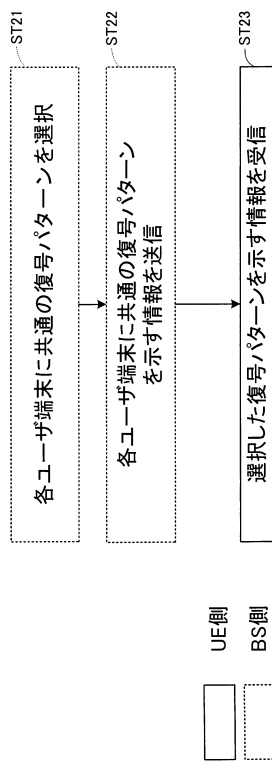
【図2】



【図3】



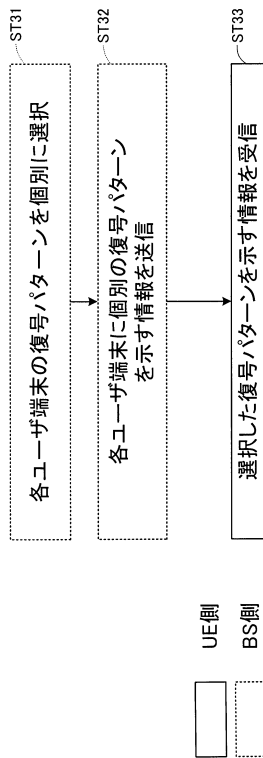
【図4】



【 図 5 】

	パターン1	パターン2	パターン3	パターン4
1番目の復号	UE1	UE2	UE2	UE1
2番目の復号	NONE	NONE	UE1	UE2

【 図 7 】



【 図 6 】

	パターン1	パターン2	パターン3	パターン4	パターン5	パターン6	パターン7	パターン8	パターン9
1番目の復号	UE1	UE2	UE3	UE2	UE3	UE1	UE3	UE1	UE2
2番目の復号	NONE	NONE	NONE	UE1	UE1	UE2	UE2	UE3	UE3
3番目の復号	NONE	NONE	NONE	NONE	NONE	NONE	NONE	NONE	NONE

パターン10	パターン11	パターン12	パターン13	パターン14	パターン15
UE3	UE2	UE3	UE1	UE2	UE1
UE2	UE3	UE1	UE3	UE1	UE2
UE1	UE1	UE2	UE2	UE3	UE3

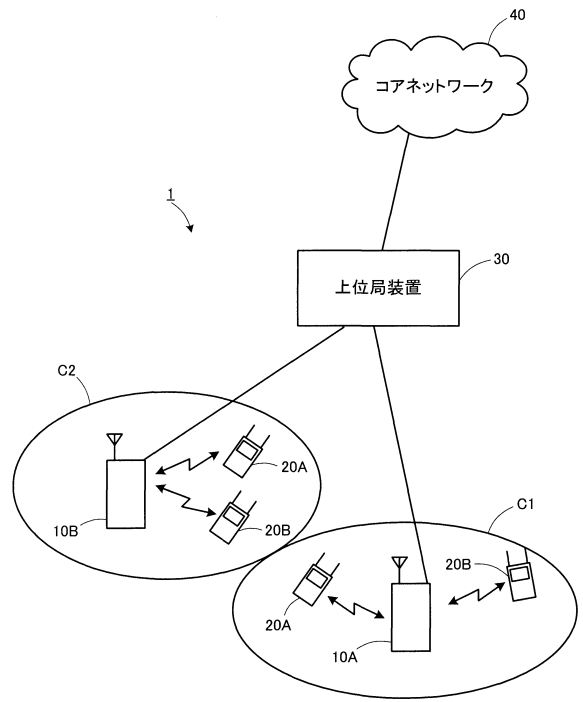
【 図 8 】

	パターン1	パターン2
1番目の復号	UEd	UEn
2番目の復号	NONE	UEd

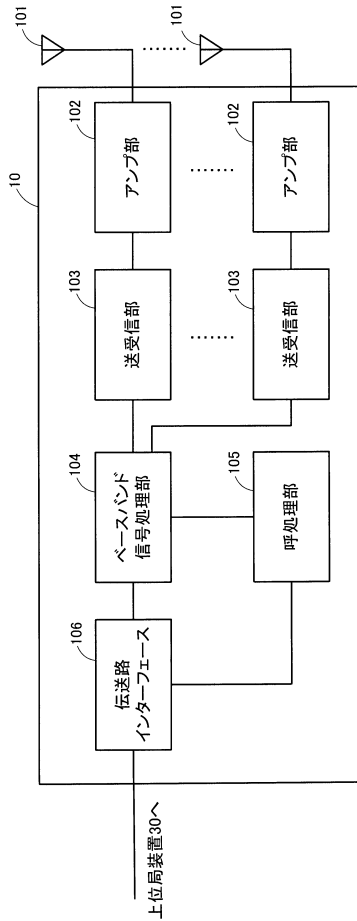
【図9】

	パターン1	パターン2	パターン3	パターン4	パターン5
1番目の復号	UEd	UEn1	UEn2	UEn2	UEn1
2番目の復号	NONE	UEd	UEd	UEn1	UEn2
3番目の復号	NONE	NONE	NONE	UEd	UEd

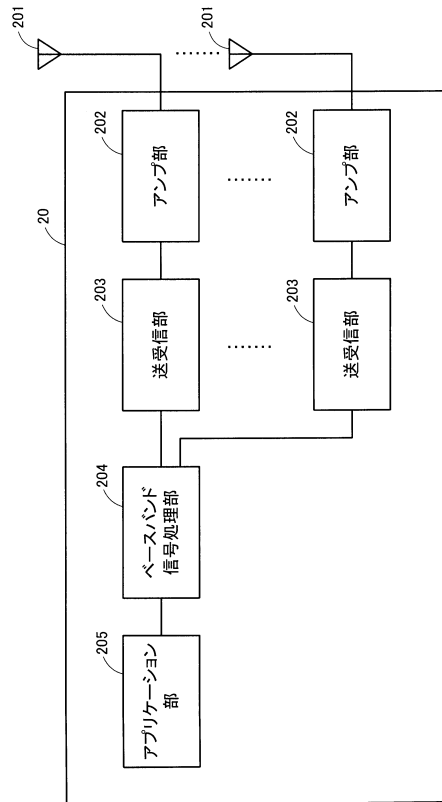
【図10】



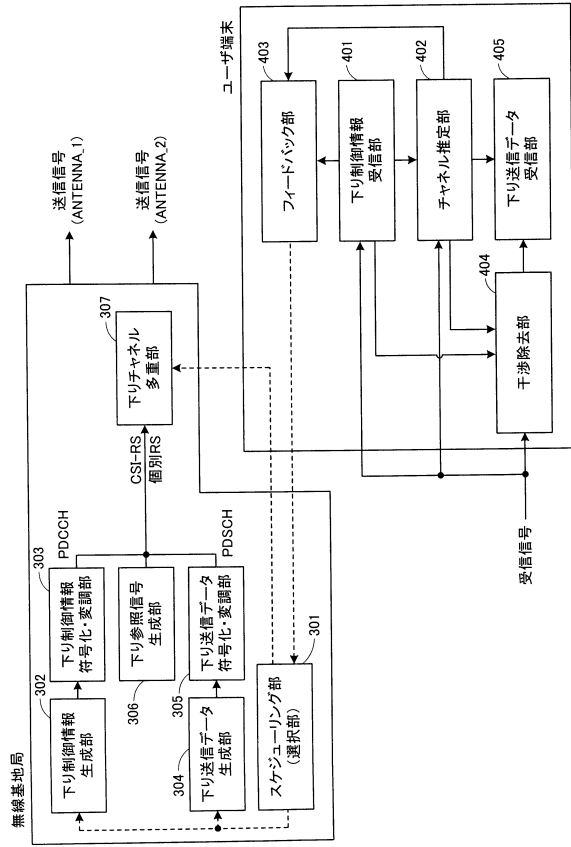
【図11】



【図12】



【図 13】



フロントページの続き

(72)発明者 岸山 祥久

東京都千代田区永田町二丁目11番1号 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ内

審査官 太田 龍一

(56)参考文献 国際公開第2012/161081(WO, A1)

国際公開第2012/161080(WO, A1)

岸山 祥久 Yoshihisa Kishiyama, 将来無線アクセスに向けた非直交マルチアクセスを用いる無線インターフェースについての初期検討 Initial Views on Non-orthogonal Multiple Access Based Radio Interface for Future Radio Access, 電子情報通信学会技術研究報告 Vol. 111 No. 145 IEICE Technical Report, 日本, 社団法人電子情報通信学会 The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, 2011年 7月22日 NTT DOCOMO, Transparent / Non-transparent MU-MIMO in LTE-Advanced[online], 3GPP TSG-RAN WG1#61b R1-104020, インターネット <URL: http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSR1_61b/Docs/R1-104020.zip>, 2010年 7月 2日

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B 7/02 - 7/12

H04J 99/00

H04L 27/26

H04W 72/12