

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6096142号
(P6096142)

(45) 発行日 平成29年3月15日 (2017.3.15)

(24) 登録日 平成29年2月24日 (2017.2.24)

(51) Int. Cl.	F I
HO 4W 16/32 (2009.01)	HO 4W 16/32
HO 4W 52/02 (2009.01)	HO 4W 52/02
HO 4W 24/10 (2009.01)	HO 4W 24/10
HO 4W 48/08 (2009.01)	HO 4W 48/08

請求項の数 3 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2014-58178 (P2014-58178)	(73) 特許権者	392026693
(22) 出願日	平成26年3月20日 (2014.3.20)		株式会社 N T T ドコモ
(65) 公開番号	特開2015-53667 (P2015-53667A)		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3月19日 (2015.3.19)	(74) 代理人	100121083
審査請求日	平成28年7月8日 (2016.7.8)		弁理士 青木 宏義
(31) 優先権主張番号	特願2013-165507 (P2013-165507)	(74) 代理人	100138391
(32) 優先日	平成25年8月8日 (2013.8.8)		弁理士 天田 昌行
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100158528
			弁理士 守屋 芳隆
早期審査対象出願		(72) 発明者	武田 和晃
			東京都千代田区永田町二丁目11番1号
			株式会社 N T T ドコモ内
		(72) 発明者	原田 浩樹
			東京都千代田区永田町二丁目11番1号
			株式会社 N T T ドコモ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ユーザ端末、基地局及び無線通信方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ネットワークによりセルのオン/オフが制御される第1のセルから送信されるディスカバリ (Discovery) 信号と、第2のセルから送信されるディスカバリ信号に関する情報とを受信する受信部と、

前記ディスカバリ信号に関する情報に基づいて、前記ディスカバリ信号の受信電力 (RSRP) と、前記ディスカバリ信号が送信されるサブフレームにおける下り信号の総受信電力 (RSSI) と、を測定する測定部と、

測定結果に関する情報を前記ネットワークに送信する送信部と、を有し、

前記ディスカバリ信号が前記サブフレームの一部のシンボルを用いて送信される場合、前記測定部は、前記ディスカバリ信号が送信されるサブフレームにおける下り信号の全 OFDM シンボルで RSSI を測定することを特徴とするユーザ端末。

10

【請求項 2】

所定セルでディスカバリ (Discovery) 信号をサブフレームの一部のシンボルを用いてユーザ端末に送信する送信部と、

前記ユーザ端末がディスカバリ信号に関する情報に基づいて測定した前記ディスカバリ信号の受信電力 (RSRP) と、前記ディスカバリ信号が送信されるサブフレームにおける下り信号の全 OFDM シンボルで測定された総受信電力 (RSSI) との測定結果に関する情報を受信する受信部と、

前記受信部で受信した情報に基づいて前記所定セルのオン/オフを決定する決定部と、

20

を有することを特徴とする基地局。

【請求項 3】

ユーザ端末の無線通信方法であって、

ネットワークによりセルのオン/オフが制御される第 1 のセルから送信されるディスカバリ (Discovery) 信号と、第 2 のセルから送信されるディスカバリ信号に関する情報とを受信する工程と、

前記ディスカバリ信号に関する情報に基づいて、前記ディスカバリ信号の受信電力 (RSRP) と、前記ディスカバリ信号が送信されるサブフレームにおける下り信号の総受信電力 (RSSI) と、を測定する工程と、

測定結果に関する情報を前記ネットワークに送信する工程と、を有し、

前記ディスカバリ信号が前記サブフレームの一部のシンボルを用いて送信される場合、前記ディスカバリ信号が送信されるサブフレームにおける下り信号の全 OFDM シンボルで RSSI を測定することを特徴とする無線通信方法。

【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基地局、ユーザ端末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)。LTE ではマルチアクセス方式として、下り回線 (下りリンク) に OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) をベースとした方式を用い、上り回線 (上りリンク) に SC-FDMA (Single Carrier Frequency Division Multiple Access) をベースとした方式を用いている。

【0003】

また、LTE からのさらなる広帯域化及び高速化を目的として、LTE の後継システムも検討されてきた (例えば、LTE アドバンスド又は LTE エンハンスメントと呼ぶこともある (以下、「LTE-A」という))。LTE-A システムでは、半径数キロメートル程度の広範囲のカバレッジエリアを有するマクロセル内に、半径数十メートル程度の局所的なカバレッジエリアを有するスモールセル (例えば、ピコセル、フェムトセルなど) が形成される HetNet (Heterogeneous Network) が検討されている (例えば、非特許文献 2)。また、HetNet では、マクロセル (マクロ基地局) とスモールセル (スモール基地局) 間で同一周波数帯だけでなく、異なる周波数帯のキャリアを用いることも検討されている。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0004】

【非特許文献 1】3GPP TS 36.300 “Evolved UTRA and Evolved UTRAN Overall description”

【非特許文献 2】3GPP TR 36.814 “E-UTRA Further advancements for E-UTRA physical layer aspects”

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上述の HetNet では、マクロセル内に多数のスモールセルを配置することが想定される。この場合、トラフィックの大きい場所にスモールセルを局所的に配置し、セル間でのオフロード効果を図ることが想定される。また、ネットワークの省電力化や隣接セルへ

10

20

30

40

50

の干渉抑制の観点からは、複数のスモールセルの中でトラフィックロードが低いスモールセル（スモール基地局）からの信号送信を停止して、オフ状態（又はD T X状態）とすることが望ましい。

【0006】

スモールセル（スモール基地局）のオン／オフを切り替えて制御する場合、オン状態からオフ状態（又はD T X）への移行は、ネットワーク側で当該スモールセルのトラフィックを観測して判断することが考えられる。一方で、オフ状態からオン状態への移行は、オフ状態のスモールセルのエリアでトラフィックが生じていることを適切に判断して制御する必要がある。しかし、オフ状態のスモール基地局からはオン状態の際に通常送信されるD L信号（参照信号やデータ信号等）が送信されないため、オフ状態のスモールセルをオン状態に移行する際にどのように制御するかが問題となる。

10

【0007】

本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、スモールセルとマクロセルが重複して配置される構成において、スモールセル（スモール基地局）のオン／オフを適切に制御することができる無線通信方法、ユーザ端末及び基地局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】

【0008】

本発明のユーザ端末の一態様は、ネットワークによりセルのオン／オフが制御される第1のセルから送信されるディスカバリ（Discovery）信号と、第2のセルから送信されるディスカバリ信号に関する情報とを受信する受信部と、前記ディスカバリ信号に関する情報に基づいて、前記ディスカバリ信号の受信電力（RSRP）と、前記ディスカバリ信号が送信されるサブフレームにおける下り信号の総受信電力（RSSI）と、を測定する測定部と、測定結果に関する情報を前記ネットワークに送信する送信部と、を有し、前記ディスカバリ信号が前記サブフレームの一部のシンボルを用いて送信される場合、前記測定部は、前記ディスカバリ信号が送信されるサブフレームにおける下り信号の全OFDMシンボルでRSSIを測定することを特徴とする。

20

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、スモールセルとマクロセルが重複して配置される構成において、スモールセル（スモール基地局）のオン／オフを適切に制御することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】HetNetの概念図である。

【図2】複数のスモールセルの一部をオフ状態とする場合の一例を説明する図である。

【図3】スモールセルのオン／オフ制御の動作手順の一例を示す図である。

【図4】スモールセルから送信されるD L信号の一例を説明する図である。

【図5】複数のスモールセルから各サブフレームに送信されるD L信号の一例を示す図である。

【図6】本実施の形態に係る無線通信システムの一例を示す概略図である。

【図7】本実施の形態に係る無線基地局の全体構成の説明図である。

40

【図8】本実施の形態に係るマクロ基地局の機能構成の説明図である。

【図9】本実施の形態に係るユーザ端末の全体構成の説明図である。

【図10】本実施の形態に係るユーザ端末の機能構成の説明図である。

【図11】所定のサブフレームにおいて複数のスモールセルから送信されるD L信号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、Rel. 12以降で想定されるHetNetの概念図である。図1に示すように、HetNetは、マクロセル（Macro cell）とスモールセル（Small cell）との少なくとも一部が地理的に重複して配置される無線通信システムである

50

。H e t N e t は、マクロセルを形成する無線基地局（以下、マクロ基地局という）と、スモールセルを形成する無線基地局（以下、スモール基地局という）と、マクロ基地局とスモール基地局と通信するユーザ端末とを含んで構成される。

【 0 0 1 2 】

図 1 に示すように、マクロセル M では、例えば、8 0 0 M H z や 2 G H z など、相対的に低い周波数帯のキャリア（以下、低周波数帯キャリアという）F 1 が用いられる。一方、複数のスモールセル S では、例えば、3 . 5 G H z など、相対的に高い周波数帯のキャリア（以下、高周波数帯キャリアという）F 2 が用いられる。なお、8 0 0 M H z や 2 G H z 、3 . 5 G H z はあくまでも一例である。マクロセル M のキャリアとして、3 . 5 G H z が用いられてもよいし、スモールセル S のキャリアとして、8 0 0 M H z や 2 G H z 、8 0 0 M H z や 2 G H z 、1 . 7 G H z 等が用いられてもよい。

10

【 0 0 1 3 】

このように、L T E - A (R e l . 1 2 以降) の無線通信システムとして、スモールセル S とマクロセル M が異なる周波数を適用するシナリオ (Separate frequency) が検討されている。この場合、異なる周波数を用いるマクロセル M とスモールセル S を、C A (キャリアアグリゲーション) により同時に使用することも想定される。

【 0 0 1 4 】

ところで、一般にユーザ分布やトラフィックは均一でなく、時間的、あるいは、場所的に変動する。そのため、マクロセル内に多数のスモールセルを配置する場合、上記図 1 に示すように、場所に応じて密度や環境の異なる形態 (Sparse and Dense) で、スモールセルが配置されることが想定される。

20

【 0 0 1 5 】

例えば、ユーザ端末が多く集まる駅やショッピングモール等では、スモールセルの配置密度を高くし (Dense small cell) 、ユーザ端末が集まらない場所では、スモールセルの配置密度を低くする (Sparse small cell) ことが考えられる。図 1 に示すように、トラフィックの大きい場所にスモールセルを密に、かつ局所的に (クラスタ状に) 配置することにより、セル間でのオフロード効果を得ることが可能となる。一方で、スモールセルの配置密度が高い場合、隣接セルから送信される D L 信号によってセル間の干渉の影響も大きくなる。

【 0 0 1 6 】

30

また、マクロセル内に複数のスモールセル (スモール基地局) が配置される構成において、スモールセルのトラフィックロードに応じて各スモールセルのオン / オフを切り替えて制御することが検討されている。例えば、図 2 に示すように、トラフィックロードが少ないスモールセルをオフ状態 (D T X 状態も含む) とすることが考えられる。

【 0 0 1 7 】

オフ状態に移行したスモール基地局は、D L 信号 (例えば、セル固有参照信号 (C R S)) 等の送信を行わないため、隣接スモールセルへおおよす干渉を低減することができる。また、トラフィックロードが低い (例えば、トラフィックのない) スモール基地局をオフ状態とすることにより、低消費電力化 (エナジーセイビング) を図ることができる。

【 0 0 1 8 】

40

さらに、エナジーセイビングや他セルへの干渉低減効果を最大化するために、スモールセルのオン / オフをダイナミック (動的) に制御することが検討されている。例えば、所定の送信時間間隔 (例えば、サブフレーム) 単位でスモールセル (スモール基地局) のオン / オフを制御することにより、より効果的に干渉低減やエナジーセイビングを図ることが可能となる。

【 0 0 1 9 】

スモールセル (スモール基地局) のオン / オフを切り替えて制御する場合、オン状態からオフ状態 (D T X 状態も含む) への移行は、ネットワーク側でトラフィックを観測して判断することが考えられる。一方で、オフ状態からオン状態への移行は、オフ状態のスモールセルにおいてトラフィックが生じていることを認識して行う必要がある。しかし、オ

50

フ状態のスマートフォンからオン状態の際に通常送信されるDL信号（参照信号やデータ信号等）が送信されないため、オフ状態のスマートフォンをオン状態に移行する際にどのように制御するかが問題となる。

【0020】

オフ状態からオン状態への移行を実現する方法として、本発明者等は、オフ状態（DTX状態を含む）のスマートフォンが特定のDL信号（検出／測定用信号、Discovery信号とも呼ぶ）を送信し、ユーザ端末における当該DL信号の検出／測定結果に基づいて判断する方法を検討している。具体的には、スマートフォンからの検出／測定用信号（Discovery信号）を受信したユーザ端末が当該検出／測定用信号の受信状態を測定してネットワーク（例えば、マクロ基地局）に報告する。そして、マクロ基地局が、当該測定結果（メジャメント結果）に基づいて当該スマートフォンをオン状態に移行させるか判断する。

10

【0021】

図3A～3Cは、オフ状態（又は、DTX状態）における無線通信システムの動作の一例を示している。なお、以下の説明において、スマートフォン（スマートフォン）がオフ状態とは、ユーザ端末からのUL信号の受信が可能であると共に、Measurement用の検出／測定用信号を長周期で送信する状態を指す。つまり、オフ状態には、DTX状態が含まれる。また、スマートフォンがオン状態とは、既存の基地局（Legacy Carrier）と同様に通信を行う状態を指す。つまり、オン状態のスマートフォンは、サブフレーム毎にセル固有参照信号（CRS）等の下り参照信号、データ信号、制御信号等のDL信号を送信する。一方で、DTX状態のスマートフォンは、サブフレーム毎でなく、所定周期（例えば、Lms）毎に所定期間（例えば、Nms）に限りDL信号の送信を行う（図3D参照）。

20

【0022】

まず、複数のスマートフォンの中で、トラフィックが存在せず、オフにしてもカバレッジホールが生じない（マクロセル等によりカバレッジが確保されている）スマートフォンを、オフ状態（DTX状態）に移行する（図3A、3B参照）。例えば、トラフィックのないスマートフォンをネットワーク（例えば、マクロ基地局）の判断でオフ状態（DTX状態）とする。マクロ基地局とスマートフォン間には、バックホールリンク（光ファイバやX2シグナリング等）を介して情報の送受信を行うことができる。

30

【0023】

オン状態のスマートフォンはトラフィックがない場合であっても、セル固有参照信号（CRS）等を送信するため、隣接セルの干渉源となる。そのため、トラフィックがなくDL送信が不要なスマートフォンをオフ状態（DTX状態）とすることにより、隣接セルにおよぼす干渉を抑制すると共に、低消費電力化を図ることができる。

【0024】

図3Aから図3Bでは、スマートフォンB、Dをオフ状態（DTX状態）に移行する場合を示している。この場合、スマートフォンB、Dからサブフレーム毎に送信される参照信号（CRS）等が停止するため、スマートフォンA、Cに対する干渉を低減することができる。なお、オフ状態（DTX状態）に移行したスマートフォンは、長周期で検出／測定用信号（Discovery信号）を送信する（図3B参照）。ユーザ端末は、検出／測定用信号を検出した場合には、当該信号に対する受信状態を測定し、測定結果（measurement結果）をメジャメントレポート（MR：Measurement Report）としてネットワーク（例えば、マクロ基地局）に送信する。

40

【0025】

図3Bでは、DTX状態のスマートフォンB、Dから、検出／測定用信号が送信される。例えば、図3Dに示すように、所定周期（例えば、Lms）毎に所定期間（例えば、Nms）の間、スマートフォンB、Dから検出／測定用信号が送信される。複数のスマートフォンから検出／測定用信号を同期して送信することにより、ユーザ端末は効率的に検出／測定を行うことが可能となる。

50

【0026】

マクロ基地局は、ユーザ端末から報告されたMRに基づいて、DTX状態のsmall基地局をオン状態に移行するか否かを判断する(図3C参照)。図3Cでは、small基地局BをDTX状態からオン状態に移行する場合を示している。

【0027】

なお、small基地局におけるDTX動作として、(1)エネルギーセービング効果を高めるために送信周期が長く、一回の送信時間が短いこと、(2)ユーザ端末が検出/測定動作を効果的に行うために、検出/測定用信号のタイミング等をユーザ端末に通知すること、(3)ユーザ端末が周辺の複数のsmallセルをまとめて検出・測定できるように、各small基地局から検出/測定用信号を同期送信すること、が望ましい。

10

【0028】

上記要求を満たす検出/測定用信号として、各smallセルが送信する検出/測定用信号間の直交性が高く、送信周期が長く、一回の送信時間が短く、リソース密度を十分高くする(図4A参照)。検出/測定用信号のリソース密度が高いと、一回の送信時間の間にユーザ端末が検出・測定を高い精度で行うことができる。なお、リソース密度が十分に高いとは、広帯域に割当てられ、フェージングの影響を抑制可能な信号が挙げられる。

【0029】

図4Aに示すように、検出/測定用信号は、所定のサブフレームでDTX状態のsmall基地局から送信される。一方で、図4Bは、オン状態のsmall基地局から送信されるDL信号(図4Bでは、セル固有参照信号(CRS)と同期信号(SS))の配置パターンの一例を示している。なお、DTX状態のsmall基地局から検出/測定用信号が送信される場合には、オン状態のsmallセルから送信されるCRS等を停止することが望ましい。

20

【0030】

ユーザ端末は、DTX状態のsmallセルから送信される検出/測定用信号(Discovey信号)を検出/測定することで、DTX状態のsmallセルの認識、受信品質測定、測定結果の報告を行う。ネットワーク(例えば、マクロ基地局)は、ユーザ端末からの報告結果(MR)が良好である場合、DTX状態のsmallセルをオン状態に移行させると共に、当該small基地局にユーザ端末を接続させる。

【0031】

30

ところで、ユーザ端末からマクロ基地局への測定結果の報告(MR)として、受信電力(RSRP)及び/又は受信品質(RSRQ)を用いることが考えられる。RSRPとは、測定対象セル(例えば、特定のsmallセル)の参照信号の受信電力に相当する。RSRQとは、RSRPと、あるサブフレームにおけるユーザ端末の総受信電力(RSSI)と、の比(割合)に相当する。測定対象セルの受信電力が高いほどRSRP及びRSRQが高くなる。また、全受信電力が低い(当該帯域が混雑していない)ほどRSRQが高くなる。このようにしてユーザ端末が求めるRSRQは、理論上式(1)で表されることになる。なお、式(1)は、1アンテナポートのCRSを仮定し、1RBを基準として考慮した場合(1RBで正規化した場合)を示している。なお、式(1)は一例であり、本実施の形態はこれに限られない。

40

【0032】

【数 1】

式 (1)

$$RSRQ = \frac{S}{2 \times S + 10 \times load_S \times S_{Data_subframe} + 2 \times I + 10 \times load_I \times I + 12 \times N}$$

S : 対象セルのCRS信号に対応する受信電力 (RSRP)

load_S : 対象セルにおけるトラフィックロードS_{Data_Subframe} : 対象セルのデータ信号に対応する受信電力

I : 周辺セルからの干渉成分

load_I : 周辺セルのトラフィックロード

N : ノイズ

10

【0033】

上述したように、既存のシステムにおいて、受信品質 (RSRQ) は、RSRPとRSSIの比 (RSRQ = RSRP / RSSI) で求めることができる。既存のシステム (Rel. 8 - 11) では、セル固有参照信号 (CRS) を含むサブフレームにおいて、RSRPとRSRQ (RSSI) の測定を行うことが規定されている。したがって、検出 / 測定用信号 (Discovery 信号) の検出 / 測定について、CRSの代わりに検出 / 測定用信号を含むサブフレームを利用して、既存のシステムと同様にRSRPとRSRQ (RSSI) を求めることが考えられる。

20

【0034】

しかし、検出 / 測定用信号が送信されるサブフレームにおいてRSSIを測定した場合、当該サブフレームでは検出 / 測定用信号のみが同期送信されているため、各スモールセルからの検出 / 測定用信号の合計受信電力がRSSIとなる。その結果、RSSIに他のスモール基地局 (例えば、オン状態のスモール基地局) から送信されるDL信号が考慮されなくなる。そのため、RSRQを当該RSSIとRSRPの割合で算出する場合、RSRQにはトラヒックの混雑度合いが正確に反映されなくなる。

【0035】

一方で、検出 / 測定用信号が送信されないサブフレームにおいてRSSIを測定した場合、ユーザ端末の周辺セルの多くがオフ、あるいはDTX状態のスモールセルであると、RSSIの値がゼロに近くなる。その結果、RSRQを当該RSSIとRSRPの割合で算出すると、RSRQの値が発散してしまい、正確な受信品質を算出することが困難となる。

30

【0036】

本発明者等は、検出 / 測定用信号が送信されるサブフレームにおける受信電力 (RSRP) と、検出 / 測定用信号が送信されないサブフレームにおける総受信電力 (RSSI) の双方を考慮して、受信品質 (RSRQ) を正確に算出することを着想した。また、本発明者等は、検出 / 測定用信号に対する受信SINRをユーザ端末からマクロ基地局に報告し、マクロ基地局側で当該SINRとバッファ量に基づいてスモールセルのオン / オフを制御することを着想した。これにより、オフ状態 (DTX状態) のスモールセルエリアにおけるトラフィックを考慮して、スモールセル (スモール基地局) のオン / オフを適切に制御することができる。

40

【0037】

以下に本実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0038】

(第1の態様)

第1の態様では、検出 / 測定用信号 (Discovery 信号) が送信される期間と、検出 / 測定用信号が送信されない期間の双方を考慮して受信品質 (RSRQ) を決定する場合について説明する。なお、以下の説明では、検出 / 測定用信号が送信される期間及び送信されない期間の一例として、サブフレーム単位で考慮する場合を示す。

50

【 0 0 3 9 】

図 5 は、各サブフレームにおいてオフ状態（D T X 状態）のスマートフォン（C e l l # 1）と、オン状態のスマートフォン（C e l l # 2）からそれぞれ送信される D L 信号の一例を示す図である。具体的に、図 5 ではサブフレーム 0（S F # 0）において、C e l l # 1 及び C e l l # 2 からそれぞれ検出 / 測定用信号が送信され、サブフレーム 1 ~ 3（S F # 1 ~ # 3）において、C e l l # 2 からデータ信号と参照信号（C R S）等が送信される場合を示している。つまり、サブフレーム 1 ~ 3（S F # 1 ~ # 3）において、C e l l # 1 からは D L 信号の送信が行われない。

【 0 0 4 0 】

以下に、ユーザ端末が対象セルの R S R P と R S R Q（R S S I）を測定する場合について説明する。なお、以下の説明では、図 5 における C e l l # 1（D T X 状態のスマートフォンセル）を対象セルとする場合について説明する。

10

【 0 0 4 1 】

まず、ユーザ端末は、検出 / 測定用信号を用いて、受信電力（R S R P）を測定する。ここでは、サブフレーム 0（S F # 0）においてスマートフォンセル（C e l l # 1）から送信される検出 / 測定用信号の受信電力を測定する。なお、サブフレーム 0 においては、周辺セル 2（C e l l # 2）から参照信号（C R S）やデータ信号は送信されない場合を想定する。

【 0 0 4 2 】

次に、ユーザ端末は、検出 / 測定用信号が送信されないサブフレームにおいて、総受信電力（R S S I）を測定する。ここでは、サブフレーム 1（S F # 1）において、各スマートフォンセル（C e l l # 1、C e l l # 2）から送信される D L 信号の総受信電力を測定する。なお、サブフレーム 1（S F # 1）では、周辺セル 2（C e l l # 2）から参照信号（C R S）やデータ信号等が送信されるが、D T X 状態のスマートフォンセル（例えば、C e l l # 1）からは信号の送信が行われない。

20

【 0 0 4 3 】

図 5 では、ユーザ端末がサブフレーム 1（S F # 1）における総受信電力（R S S I）を測定する場合を示したが、R S S I を測定するサブフレームはこれに限られない。ユーザ端末は、検出 / 測定用信号が送信されない他のサブフレーム（例えば、S F # 2、S F # 3）において R S S I を測定してもよい。

30

【 0 0 4 4 】

S F # 0 における R S R P と、S F # 1 における R S S I を測定したユーザ端末は、当該 R S R P と R S S I を用いて受信品質（R S R Q）を求める。本実施の形態では、既存の C R S を利用した R S R Q と同様の形となるように R S R P と R S S I を利用して R S R Q を算出し、ネットワーク（例えば、マクロ基地局）に報告する。

【 0 0 4 5 】

具体的に、ユーザ端末は、検出 / 測定用信号が送信されるサブフレームの受信電力（R S R P_{D S}）と、検出 / 測定用信号が送信されないサブフレームの総受信電力（R S S I）に対して当該 R S R P_{D S} を加えた値と、の割合（比）に基づいて R S R Q を算出する。つまり、ユーザ端末は、 $R S R Q = R S R P_{D S} / (R S R P_{D S} + R S S I)$ として求めることができる。

40

【 0 0 4 6 】

このようにしてユーザ端末が求める R S R Q は、理論上式（2）で表されることになる。なお、式（2）は、1 アンテナポートの C R S を仮定し、1 R B を基準として考慮した場合（1 R B で正規化した場合）を示している。なお、式（2）は一例であり、本実施の形態はこれに限られない。

【 0 0 4 7 】

【数 2】

式 (2)

$$RSRQ = \frac{S_{DS_subframe}}{2 \times S_{DS_subframe} + 10 \times load_S \times S_{Data_subframe} + 2 \times I + 10 \times load_I \times I + 12 \times N}$$

$S_{DS_Subframe}$: 対象セルの Discovery 信号に対応する受信電力 (RSRP)

$load_S$: 対象セルにおけるトラフィックロード

$S_{Data_Subframe}$: 対象セルのデータ信号に対応する受信電力

I : 周辺セルからの干渉成分

$load_I$: 周辺セルのトラフィックロード

N : ノイズ

10

【0048】

なお、式 (2) の分母における「 $10 \times load_S \times S_{Data_subframe} + 2 \times I + 10 \times Load_I \times I + 12 \times N$ 」は、図 5 のサブフレーム 1 (SF # 1) でユーザ端末が実際に測定した RSSI の理論式に相当する。また、「 $2 \times S_{DS_subframe}$ 」は、仮に SF # 1 において Cell # 1 から CRS が想定された場合の受信電力 (RSRP) に相当する。つまり、上記式 (2) では、SF # 1 において DTX 状態の対象セルから CRS (1RB 中 2 リソースエレメントの CRS) が送信される場合を仮定して、SF # 1 で実際に測定される RSSI に対して、当該検出 / 測定用信号の受信電力を加えている。

20

【0049】

上記理論式 (1) と (2) から分かるように、 $RSRQ = RSRP_{DS} / (RSRP_{DS} + RSSI)$ より、検出 / 測定用信号に対する RSRQ を、CRS が送信されているサブフレームで算出される RSRQ (既存システム) と同様の形で算出することができる。その結果、セル選択等に RSRQ を利用する際に、CRS を用いて算出された RSRQ と、検出 / 測定用信号を用いて算出された RSRQ とを相対的に比較することが出来るため、マクロセルとスモールセル間のセル選択を適切に行うことが可能となる。

【0050】

上述したように、検出 / 測定用信号が送信されないサブフレームで RSSI を測定する場合に、当該 RSSI に検出 / 測定用信号の受信電力 ($RSRP_{DS}$) を加えた値と、当該受信電力 ($RSRP_{DS}$) との割合を考慮する。これにより、帯域の混雑度合いを適切に反映すると共に、ユーザ端末の周辺セルの多くが DTX 状態のスモールセルである場合であっても、RSRQ の値を適切に求めることができる。その結果、マクロ基地局は、ユーザ端末から報告された RSRQ 等に基づいて、DTX 状態のスモール基地局をオン状態に移行するか否かを適切に判断することができる。

30

【0051】

< 変形例 1 >

なお、上記説明では、ユーザ端末は、検出 / 測定用信号が送信されるサブフレームの受信電力 (RSRP) と、検出 / 測定用信号が送信されないサブフレームの総受信電力 (RSSI) とを用いて受信品質 (RSRQ) を求め、マクロ基地局に報告する場合を示した。しかし、本実施の形態はこれに限られず、ユーザ端末から総受信電力 (RSSI) に関する情報そのものを MR としてマクロ基地局に報告してもよい。

40

【0052】

例えば、ユーザ端末は、上記図 5 におけるサブフレーム 0 (SF # 0) で測定した RSRP と、サブフレーム 1 ~ 3 (SF # 1 ~ # 3) のいずれかで測定した RSSI に関する情報をマクロ基地局に報告する。マクロ基地局は、ユーザ端末から報告された RSRP と RSSI を用いて、オン / オフの制御 (オフ状態 (DTX 状態) からオン状態への移行) を行う。

【0053】

この際、マクロ基地局は、ユーザ端末から取得した RSRP と RSSI とを用いて柔軟

50

にメトリックを生成し、当該メトリックを用いてスモールセルのオン/オフを制御することができる。例えば、上記式(2)に示したようなRSRQをマクロ基地局側で求めることができる。

【0054】

あるいは、マクロ基地局において新しいメトリック(下記式(3)参照)を生成し、DTX状態のスモール基地局をオン状態とするか否か判断することができる。式(3)では、スモールセルのオン状態又はオフ状態に対して、それぞれ異なる方法を用いてRSRQの算出を行う。下記式(3)を用いることにより、オン/オフに応じたより正確なRSRQを把握することができる。

【0055】

【数3】

式(3)

$$RSRQ_i = \begin{cases} \frac{RSRP_i}{RSRP_i + RSSI} & \text{if cell } i \text{ is off} \\ \frac{RSRP_i}{RSSI} & \text{else if cell } i \text{ is on} \end{cases}$$

RSRP_i:iセルに対するRSRP

RSRQ_i:iセルに対するRSRQ

【0056】

マクロ基地局で上記式(3)を用いることにより、SINRを用いたセル選択が可能となる。

【0057】

<変形例2>

また、上記説明では、スモールセル(スモール基地局)のオン/オフを切り替えて制御する場合を示した。しかし、本実施の形態はこれに限られず、スモールセルが常にオンであってもよい。この場合、スモールセルでは、毎サブフレームでCRSが送信されることから、RSSIにはCRSの影響が考慮されており、RSRQ = RSRP / RSSIとしても、RSRQの値が発散する事態の発生が低減される。

【0058】

ネットワーク(例えば、マクロ基地局、スモール基地局など)は、上位レイヤ信号又は報知信号により、複数の測定(メジャメント)を切り替えるための情報(測定切り替え情報)をユーザ端末に通知してもよい。

【0059】

例えば、測定切り替え情報として、RSRQの算出式(例えば、RSRQ = RSRP / RSSIとRSRQ = RSRP_{DS} / (RSRP_{DS} + RSSI))を切り替えるための情報を通知してもよい。また、ネットワークは、RSRQの算出式の分母にRSRPを含めるか否かに関する情報を、ユーザ端末に通知してもよい。なお、測定切り替え情報は、測定方法を直接示す情報であってもよいし、ユーザ端末が複数の測定方法を予め記憶している場合には、測定方法を間接的に示す情報(測定方法に対応する数値)であってもよい。

【0060】

ユーザ端末は、測定切り替え情報に基づいて測定を切り替えることにより、CRSなどの参照信号の影響を考慮して、適切にRSRQを求めることができる。例えば、ユーザ端末は、測定切り替え情報に基づいて、RSRQの算出式の分母にRSRPを含めてRSRQを算出することができる。

【0061】

(第2の態様)

10

20

30

40

50

第2の態様では、ユーザ端末が検出／測定用信号を用いてS I N R (Signal to Interference plus Noise power Ratio)を求め、当該S I N RをMRとしてネットワーク(例えば、マクロ基地局)に報告する場合について説明する。

【0062】

ユーザ端末は、検出／測定用信号が送信されるサブフレームにおいて、当該検出／測定用信号の受信S I N Rを測定する。例えば、上記図5のサブフレーム0(SF#0)においてスモールセル(Cell#1)から送信される検出／測定用信号の受信S I N Rを測定する。検出／測定用信号を用いることにより精度の高いS I N Rを求めることができる。また、ユーザ端末は、測定したS I N RをMRとしてネットワーク(マクロ基地局)に報告する。

10

【0063】

マクロ基地局は、ユーザ端末から通知されたS I N Rを考慮してDTX状態のスモール基地局のオン／オフの制御を行う。この際、マクロ基地局は、バックホールで接続されたスモールセルに残存するデータ量(以下「バッファ量」とも記す)を考慮する。バッファ量はユーザ端末に送信するデータ量であり、当該バッファ量を用いてトラフィックを適切に考慮することができる。

【0064】

例えば、マクロ基地局は、トラフィック状況が混雑してきて、スモールセルをオンにすることを判断する。当該マクロ基地局は、検出／測定用信号に対するS I N Rを報告してきたユーザ端末に対し、所定値以上のS I N Rを有し、バッファ量が少ないスモール基地局を選択し、オン状態に移行させる。

20

【0065】

このように、マクロ基地局が、ユーザ端末から通知される検出／測定信号の受信S I N Rと、スモールセルのバッファ量を用いることにより、オフ状態(DTX状態)のスモールセルエリアにおけるトラフィックを適切に考慮して、スモール基地局のオン／オフを適切に制御することができる。

【0066】

(第3の態様)

上述の第1の態様及び第2の態様においては、ユーザ端末がサブフレーム単位でRSRP、RSSI、S I N Rなどを測定する例を示したが、これに限られない。具体的には、スモールセルがサブフレームの一部で検出／測定用信号を送信する場合、ユーザ端末がOFDMシンボル単位でRSRP、RSSI、S I N Rなどを測定してもよい。第3の態様では、ユーザ端末がOFDMシンボル単位で測定を行う場合を説明する。

30

【0067】

ユーザ端末は、検出／測定用信号が送信されるサブフレームのうち、測定対象セルに対応した検出／測定用信号を用いてRSRPを測定する。この場合、ユーザ端末は、検出／測定用信号が送信されるサブフレームのうち、いずれの検出／測定用信号をも含まないOFDMシンボルでRSSIを測定してもよいし、検出／測定用信号が送信されないサブフレームにおいて、RSSIを測定してもよい。

【0068】

40

例えば、検出／測定用信号の受信電力を $RSRP_{DS}$ とすると、ユーザ端末が求めるRSRQの算出式は、いずれの検出／測定用信号をも含まないOFDMシンボルでRSSIを測定する場合、 $RSRQ = RSRP_{DS} / (RSRP_{DS} + RSSI)$ で表すことができる。一方、検出／測定用信号が送信されないサブフレームにおいて、RSSIを測定する場合、ユーザ端末が求めるRSRQの算出式は $RSRQ = RSRP_{DS} / (RSRP_{DS} + RSSI)$ で表すことができる。いずれの算出式を用いた場合も、RSRQの理論式は、理論式(4)で表すことができる。このようにRSRQを算出することで、スモールセルがサブフレームの一部で検出／測定用信号を送信する場合であっても、帯域の混雑合いを適切に反映することができる。また、ユーザ端末の周辺セルの多くがDTX状態のスモールセルである場合でも理論式(4)の分母がゼロに非常に近くなることが抑制され

50

、RSRQの値を適切に求めることができる。なお、理論式(4)は一例であり、RSRQの算出式はこれに限られない。

【0069】

【数4】

式(4)

$$RSRQ = \frac{S_{DS_symbol}}{2 \times S_{DS_symbol} + 10 \times load_S \times S_{Data_symbol} + 2 \times I + 10 \times load_I \times I + 12 \times N}$$

S_{DS_symbol} : 対象セルのDiscovery信号を含むOFDMシンボルに対応する受信電力(RSRP)

$load_S$: 対象セルにおけるトラフィックロード

S_{Data_symbol} : 対象セルのデータ信号を含むOFDMシンボルに対応する受信電力

I : 周辺セルからの干渉成分

$load_I$: 周辺セルのトラフィックロード

N : ノイズ

10

【0070】

図11は、所定のサブフレームにおいて複数のスモールセルから送信されるDL信号の一例を示す図である。図11には、周波数スケジューリングを行う無線リソースの最小単位である1RB(リソースブロック)が示されている。図11では、参照信号(例えば、CRS)が、第0、4、7及び11番目のシンボルの第0、3、6及び9番目のサブキャリアに配置されている。また、同期信号(例えば、PSS)が、第6番目のシンボルに配置されている。また、非測定対象セルの検出/測定用信号(DS)が、第7及び8番目のシンボルの第11番目のサブキャリアに配置されている。また、測定対象セルの検出/測定用信号(DS)が、第9及び10番目のシンボルの第11番目のサブキャリアに配置されている。

20

【0071】

図11においては、ユーザ端末は、測定対象セルのDSを用いてRSRPを測定する。また、ユーザ端末は、測定対象セル及び非測定対象セルのいずれのDSをも含まないシンボル(第0-5、11-13番目のシンボル)でRSSIを測定することができる。なお、同期信号を含む第6番目のシンボルをRSSI測定に含めて、第0-6、11-13番目のシンボルでRSSIを測定してもよい。

30

【0072】

なお、ユーザ端末は、検出/測定用信号が送信されるサブフレームのうち、測定対象セルに対応した検出/測定用信号でRSRPを測定する一方、検出/測定用信号が送信されるサブフレームの全OFDMシンボルでRSSIを求めてもよい。

【0073】

本発明の第3の態様に係る構成によれば、サブフレームの一部で検出/測定用信号が送信される場合において、1サブフレーム内でRSRP、RSSI、SINRなどの測定が可能となり、RSRQの値を適切に求めることができる。

40

【0074】

なお、第3の態様においても、上記変形例2のように、ネットワーク(例えば、マクロ基地局、スモール基地局など)は、上位レイヤ信号又は報知信号により、測定を切り替えるための情報(測定切り替え情報)をユーザ端末に通知してもよい。例えば、RSRQの算出式を切り替えるための情報を通知してもよい。また、ユーザ端末は、測定切り替え情報に基づいて、検出/測定用信号を用いた測定をサブフレーム単位で行うかシンボル単位で行うかを判断する構成としてもよい。

【0075】

また、上記理論式(1)、(2)、(4)の分母に含まれる各定数の整数値は、アンテナポート数に依存している。例えば、1RB(12サブキャリア)において1シンボルに

50

割り当てられる参照信号（例えば、CRS）のサブキャリア数を a とした式を利用してもよい。このような場合、RSRQの算出式を、例えば、 $RSRQ = RSRP_{DS} / (a \cdot RSRP_{DS} + (12 - a) \cdot RSSI)$ とすることができる。

【0076】

（無線通信システムの構成）

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、上記第1の態様、第2の態様、第3の態様に係る無線通信方法が適用される。なお、上記第1の態様、第2の態様、第3の態様に係る無線通信方法は、それぞれ単独で適用してもよいし、組み合わせて適用してもよい。

【0077】

10

図6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。図6に示すように、無線通信システム1は、マクロセルC1を形成するマクロ基地局11と、マクロセルC1内に配置され、マクロセルC1よりも狭いスモールセルC2を形成するスモール基地局12a及び12bとを備えている。ユーザ端末20は、マクロ基地局11、スモール基地局12a及び12b（以下、総称してスモール基地局12という）の少なくとも一つと無線通信可能に構成されている。なお、マクロ基地局11、スモール基地局12の数は、図6に示す数に限られない。

【0078】

マクロセルC1及びスモールセルC2では、同一の周波数帯が用いられてもよいし、異なる周波数帯が用いられてもよい。また、マクロ基地局11及び各スモール基地局12は、基地局間インタフェース（例えば、光ファイバ、X2インタフェース）を介して互いに接続される。マクロ基地局11及び各スモール基地局12は、それぞれ上位局装置30に接続され、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。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。

20

【0079】

なお、マクロ基地局11は、相対的に広いカバレッジを有する無線基地局であり、eNodeB（eNB）、無線基地局、送信ポイント（transmission point）などと呼ばれる。スモール基地局12は、局所的なカバレッジを有する無線基地局であり、RRH（Remote Radio Head）、ピコ基地局、フェムト基地局、HeNB（Home eNodeB）、送信ポイント、eNodeB（eNB）などと呼ばれる。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よい。

30

【0080】

また、無線通信システム1では、無線アクセス方式として、下りリンクについてはOFDMA（直交周波数分割多元接続）が適用され、上りリンクについてはSC-FDMA（シングルキャリア - 周波数分割多元接続）が適用される。

【0081】

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チャネル（PDSCH：Physical Downlink Shared Channel）と、下り制御チャネル（PDCCH：Physical Downlink Control Channel、EPDCCH：Enhanced Physical Downlink Control Channel）、PCFICH、PHICH、報知チャネル（PBCH）などが用いられる。PDSCH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。PDCCH、EPDCCHにより、下り制御情報（DCI）が伝送される。

40

【0082】

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）と、上り制御チャネル（PUCCH：Physical Uplink Control Channel）などが用いら

50

れる。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、PUSCHにより、下りリンクの無線品質情報（CQI：Channel Quality Indicator）や、送達確認情報（ACK/NACK）等が伝送される。

【0083】

以下、マクロ基地局11及びスモール基地局12を区別しない場合、無線基地局10と総称する。

【0084】

図7は、本実施の形態に係る無線基地局10の全体構成図である。無線基地局10は、MIMO伝送のための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、インタフェース部106とを備えている。

10

【0085】

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からインタフェース部106を介してベースバンド信号処理部104に入力される。

【0086】

ベースバンド信号処理部104では、PDCP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などの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、逆高速フーリエ変換（IFFT：Inverse Fast Fourier Transform）処理、プリコーディング処理が行われて各送受信部103に転送される。また、下り制御信号に関しても、チャンネル符号化や逆高速フーリエ変換等の送信処理が行われて、各送受信部103に転送される。

20

【0087】

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下り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。

【0088】

一方、上り信号については、各送受信アンテナ101で受信された無線周波数信号がそれぞれアンプ部102で増幅され、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。

30

【0089】

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、FFT処理、IDFT処理、誤り訂正復号、MAC再送制御の受信処理、RLCレイヤ、PDCPレイヤの受信処理がなされ、インタフェース部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を行う。

【0090】

インタフェース部106は、基地局間インタフェース（例えば、光ファイバ、X2インタフェース）を介して隣接基地局と信号を送受信（バックホールシグナリング）する。例えば、マクロ基地局11とスモール基地局12間のデータの送受信をインタフェース部106を介して行う。あるいは、インタフェース部106は、所定のインタフェースを介して、上位局装置30と信号を送受信する。

40

【0091】

図8は、本実施の形態に係るマクロ基地局11の機能構成図である。なお、以下の機能構成は、マクロ基地局11が有するベースバンド信号処理部104などによって構成される。

【0092】

図8に示すように、マクロ基地局11は、UE受信状態取得部301、受信品質算出部302、オン/オフ決定部303、スケジューラ304、DL信号生成部305を具備す

50

る。

【 0 0 9 3 】

UE 受信状態取得部 3 0 1 は、検出 / 測定用信号 (D i s c o v e r y 信号) に対するユーザ端末 2 0 の受信状態に関する情報 (M R) を取得する。なお、M R は、スモール基地局 1 2 から送信される検出 / 測定用信号 (D i s c o v e r y 信号) を受信したユーザ端末 2 0 から報告される。例えば、UE 受信状態取得部 3 0 1 は、ユーザ端末 2 0 で検出 / 測定された検出 / 測定用信号の受信電力 (R S R P)、受信品質 (R S R P) に関する情報をユーザ端末 2 0 から取得する (上記第 1 の態様) 。

【 0 0 9 4 】

また、検出 / 測定用信号が送信されないサブフレームの総受信電力 (R S S I) に関する情報をユーザ端末 2 0 がフィードバックする場合 (上記第 1 の態様の變形例)、UE 受信状態取得部 3 0 1 は、当該 R S S I と検出 / 測定用信号の受信電力 (R S R P) を取得する。また、ユーザ端末 2 0 が検出 / 測定用信号の受信 S I N R を報告する場合 (上記第 2 の態様)、UE 受信状態取得部 3 0 1 は、各ユーザ端末 2 0 から S I N R を受信する。

【 0 0 9 5 】

受信品質算出部 3 0 2 は、UE 受信状態取得部 3 0 1 で取得した情報に基づいて、検出 / 測定用信号に対する各ユーザ端末 2 0 の受信品質を算出する。例えば、ユーザ端末 2 0 から、検出 / 測定用信号の受信電力 (R S R P) と、検出 / 測定用信号が送信されないサブフレームの総受信電力 (R S S I) に関する情報が報告される場合 (上記第 1 の態様の變形例 1)、受信品質算出部 3 0 2 は、当該 R S R P と R S S I を用いて受信品質 (R S R Q) を算出する。

【 0 0 9 6 】

具体的には、受信品質算出部 3 0 2 は、受信電力 (R S R P) と、総受信電力 (R S S I) に当該受信電力 (R S R P) を加えた値と、の割合 (比) に基づいて受信品質 (R S R Q) を算出する。この際、受信品質算出部 3 0 2 で算出される R S R Q は、上記式 (2) で表すことができる。また、受信品質算出部 3 0 2 は、ユーザ端末 2 0 から受信した R S R P と R S S I とを用いて新たなメトリックを生成してもよい。例えば、受信品質算出部 3 0 2 は、上記式 (3) を利用することができる。受信品質算出部 3 0 2 で算出された結果は、オン / オフ決定部 3 0 3 に出力される。なお、ユーザ端末から受信品質 (R S R Q) に関する情報が直接報告される場合には (上記第 1 の態様)、受信品質算出部 3 0 2 における処理を省略することができる。

【 0 0 9 7 】

オン / オフ決定部 3 0 3 は、UE 受信状態取得部 3 0 1 及び / 又は受信品質算出部 3 0 2 から出力された情報に基づいて、スモール基地局のオン / オフを制御する。例えば、オン / オフ決定部 3 0 3 は、オフ状態 (D T X 状態) のスモール基地局をオン状態に移行することを決定し、インタフェース部 1 0 6 を介して当該スモール基地局に通知する。

【 0 0 9 8 】

具体的に、オン / オフ決定部 3 0 3 は、検出 / 測定用信号の受信品質 (R S R Q) が所定値以上となるユーザ端末 2 0 が複数存在する場合に、当該検出 / 測定用信号を送信したスモール基地局をオン状態に移行する。あるいは、オン / オフ決定部 3 0 3 は、検出 / 測定用信号に対する S I N R を報告してきたユーザ端末に対し、所定値以上の S I N R を有し、バッファ量が少ないスモール基地局を選択してオン状態に移行する。

【 0 0 9 9 】

スケジューラ 3 0 4 は、ユーザ端末 2 0 に送信する D L 信号用の無線リソースの割当て (スケジューリング) を行う。例えば、スケジューラ 3 0 4 は、ユーザ端末に対して、D T X 状態のスモール基地局から送信される検出 / 測定用信号に関する D S 情報 (検出 / 測定用信号の信号構成や送信タイミング (送信周期、送信期間) 等) の生成を D L 信号生成部 3 0 5 に指示する。

【 0 1 0 0 】

D L 信号生成部 3 0 5 は、スケジューラ 3 0 4 からの指示に基づいて D L 信号を生成す

10

20

30

40

50

る。例えば、DL信号生成部305は、制御信号、データ信号、参照信号等を生成する。また、DL信号生成部305は、DTX状態のsmall基地局から送信される検出/測定用信号に関する情報(DS情報)を上位レイヤ信号又は報知信号として生成する。DL信号生成部305で生成された信号は、送受信部103を介してユーザ端末20に送信される。

【0101】

また、マクロ基地局11のUE受信状態取得部301は、セル固有参照信号(CRS)が送信されるサブフレームにおいて測定された受信電力及び総受信電力を用いて算出された受信品質(RSRQ)をユーザ端末から取得することができる。この場合、検出/測定用信号を用いて算出された受信品質と、セル固有参照信号を用いて算出された受信品質とを比較して、ユーザ端末が接続するセル(マクロセル又はsmallセル)を選択する選択部をマクロ基地局11にさらに設けてもよい。

10

【0102】

図9は、本実施の形態に係るユーザ端末20の全体構成図である。ユーザ端末20は、MIMO伝送のための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。

【0103】

下りリンクのデータについては、複数の送受信アンテナ201で受信された無線周波数信号がそれぞれアンプ部202で増幅され、送受信部203で周波数変換されてベースバンド信号に変換される。このベースバンド信号は、ベースバンド信号処理部204でFFT処理や、誤り訂正復号、再送制御の受信処理等がなされる。この下りリンクのデータの内、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。

20

【0104】

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(H-ARQ (Hybrid ARQ))の送信処理や、チャネル符号化、プリコーディング、DFT処理、IFFT処理等が行われて各送受信部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する。その後、アンプ部202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201により送信する。

30

【0105】

図10は、ユーザ端末20が有するベースバンド信号処理部204の主な機能構成図である。図10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、検出/測定部401、DS情報取得部402、受信品質算出部403、UL信号生成部404を少なくとも有している。

【0106】

検出/測定部401は、マクロ基地局11及び/又はsmall基地局12から送信されるDL信号の検出/測定を行う。例えば、検出/測定部401は、所定サブフレームにDTX状態のsmall基地局から送信される検出/測定用信号の受信電力(RSRP)と、検出/測定用信号が送信されないサブフレームにおけるDL信号の総受信電力(RSSI)とを測定する。なお、検出/測定部401は、DS情報取得部402から供給される情報を用いて検出/測定用信号を検出することにより、効率的に検出動作を行うことができる。

40

【0107】

また、検出/測定部401は、検出/測定用信号が送信されるサブフレームにおいて、当該検出/測定用信号の受信SINRを測定してもよい(上記第2の態様)。

【0108】

50

D S 情報取得部 4 0 2 は、D T X 状態のスマートフォン基地局から送信される検出 / 測定用信号に関する D S 情報（検出 / 測定用信号の信号構成や送信タイミング（送信周期、送信期間）等）をマクロ基地局 1 1 から取得する。D S 情報取得部 4 0 2 は、マクロ基地局 1 1 から受信した D S 情報に基づいて、検出 / 測定用信号の送信タイミング等を特定して、検出 / 測定部 4 0 1 に出力する。

【 0 1 0 9 】

受信品質算出部 4 0 3 は、検出 / 測定部 4 0 1 で測定した検出 / 測定用信号の受信電力（R S R Q）と、検出 / 測定用信号が送信されないサブフレームの総受信電力（R S S I）を用いて受信品質（R S R Q）を算出する。具体的に、受信品質算出部 4 0 3 は、受信電力（R S R Q）と、総受信電力（R S S I）に受信電力（R S R Q）を加えた値と、の割合に基づいて受信品質（R S R Q）を算出する。この際、受信品質算出部 4 0 3 で算出される R S R Q は、上記式（2）で表されることとなる。

10

【 0 1 1 0 】

なお、ユーザ端末 2 0 からマクロ基地局 1 1 に対して、総受信電力（R S S I）そのものに関する情報を送信する場合（上記第 1 の態様の変形例 1）や、検出 / 測定用信号に対する S I N R に関する情報を送信する場合（上記第 2 の態様）、受信品質算出部 4 0 3 における処理を省略することができる。

【 0 1 1 1 】

U L 信号生成部 4 0 4 は、受信品質算出部 4 0 3 で算出された受信品質（R S R Q）や検出 / 測定部 4 0 1 で測定された受信電力（R S R P）に関する情報（メジャメントレポート）を上り信号として生成する。また、U L 信号生成部 4 0 4 は、総受信電力（R S S I）そのものを送信する場合（上記第 1 の態様の変形例 1）や、検出 / 測定用信号の受信 S I N R を送信する場合（上記第 2 の態様）、R S S I、S I N R に関する情報を上り信号として生成する。また、U L 信号生成部 4 0 4 は、送達確認信号等の上り制御信号や上りデータ信号の生成も行う。

20

【 0 1 1 2 】

以上、上述の実施形態を用いて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。従って、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。また、各実施の態様は適宜組み合わせることで適用することが可能である。

30

【 符号の説明 】

【 0 1 1 3 】

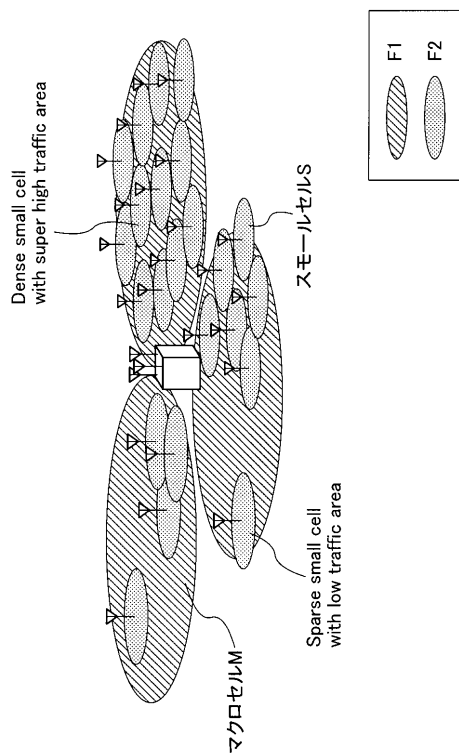
- 1 ... 無線通信システム
- 1 0 ... 無線基地局
- 1 1 ... マクロ基地局
- 1 2、1 2 a、1 2 b ... スマートフォン基地局
- 2 0 ... ユーザ端末
- 3 0 ... 上位局装置
- 4 0 ... コアネットワーク
- 1 0 1 ... 送受信アンテナ
- 1 0 2 ... アンプ部
- 1 0 3 ... 送受信部
- 1 0 4 ... ベースバンド信号処理部
- 1 0 5 ... 呼処理部
- 1 0 6 ... インタフェース部
- 2 0 1 ... 送受信アンテナ
- 2 0 2 ... アンプ部
- 2 0 3 ... 送受信部

40

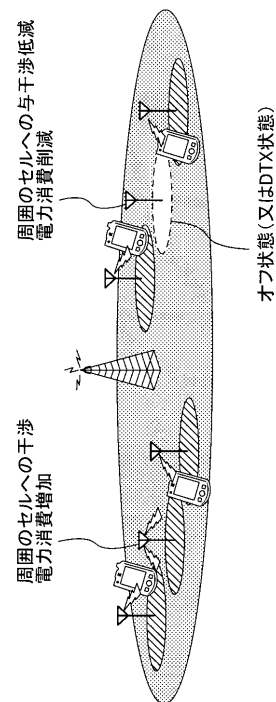
50

- 204 ... ベースバンド信号処理部
- 205 ... アプリケーション部
- 301 ... UE 受信状態取得部
- 302 ... 受信品質算出部
- 303 ... オン/オフ決定部
- 304 ... スケジューラ
- 305 ... DL 信号生成部
- 401 ... 検出/測定部
- 402 ... DS 情報取得部
- 403 ... 受信品質算出部
- 404 ... UL 信号生成部

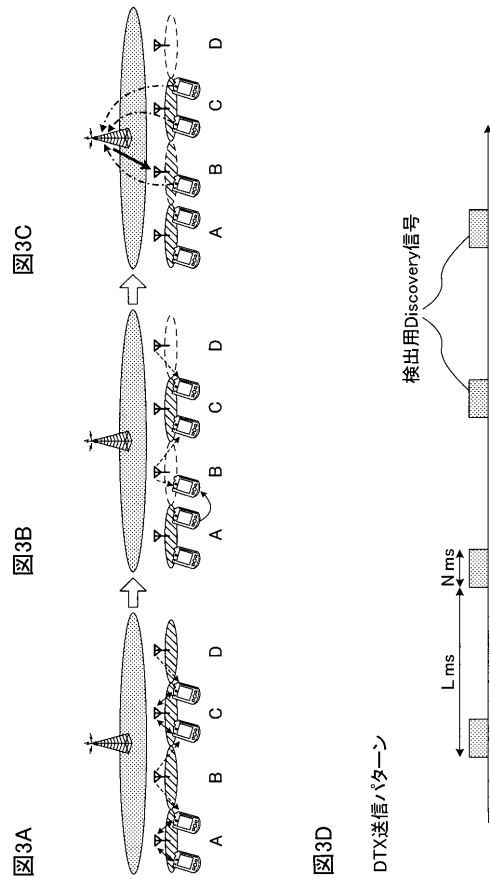
【図1】



【図2】



【 図 3 】



【 図 4 】

図4A

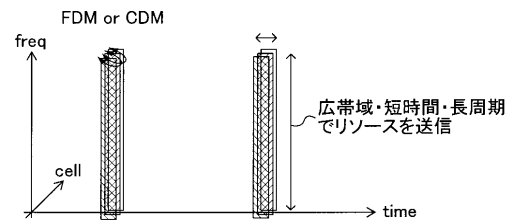
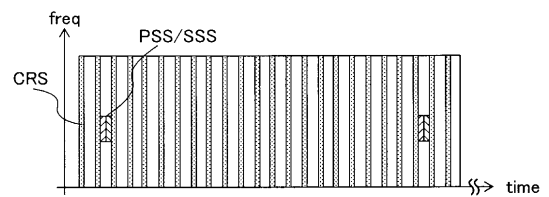
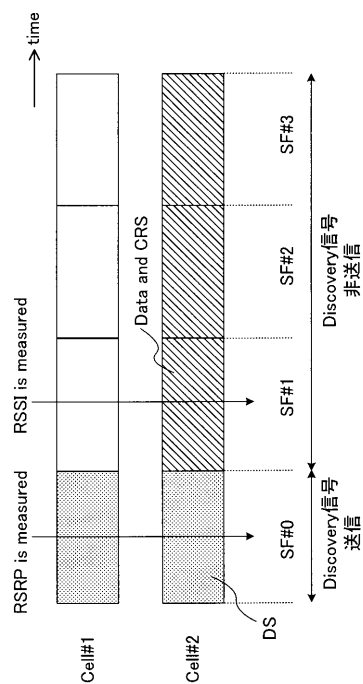


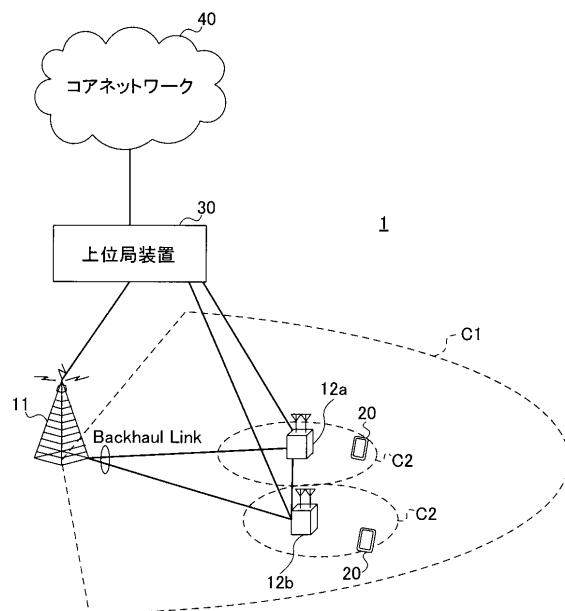
図4B



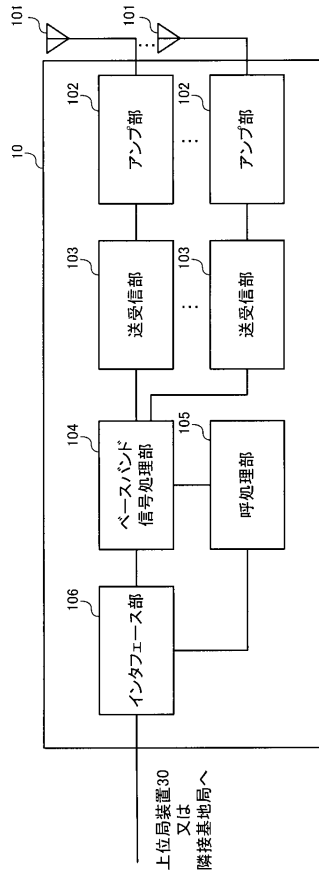
【 図 5 】



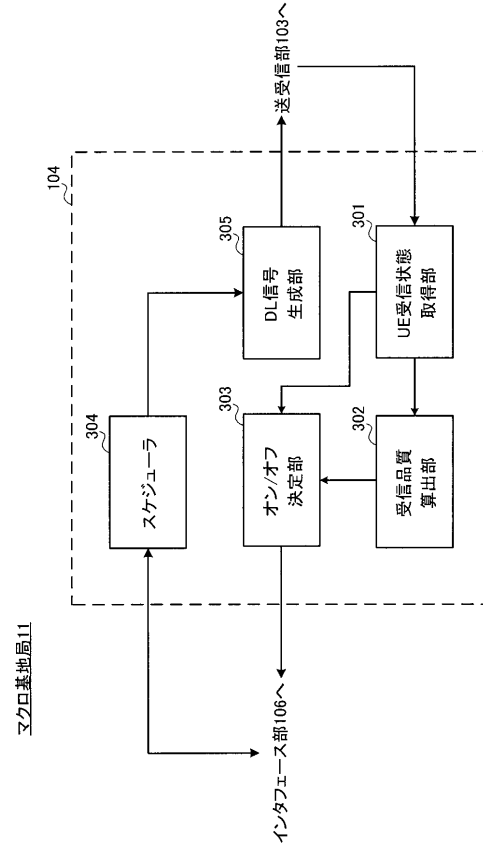
【 図 6 】



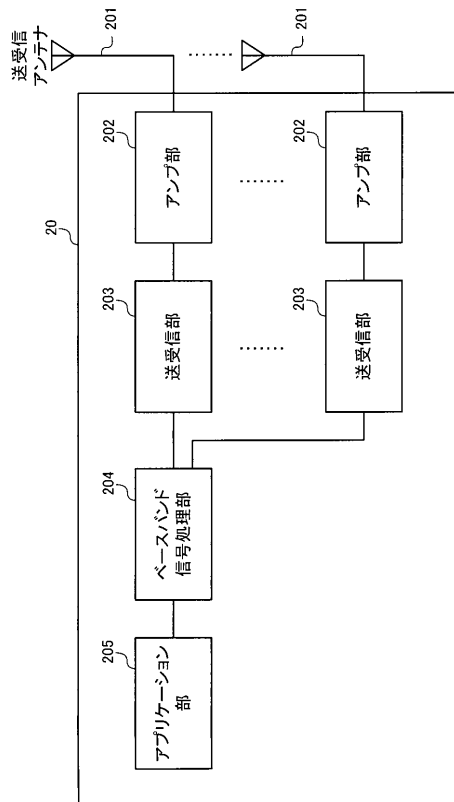
【図 7】



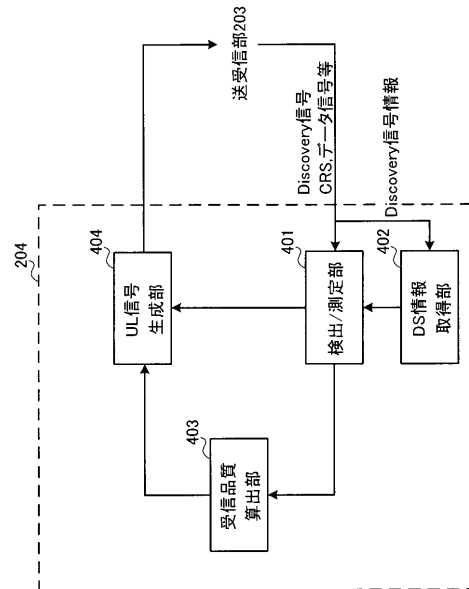
【図 8】



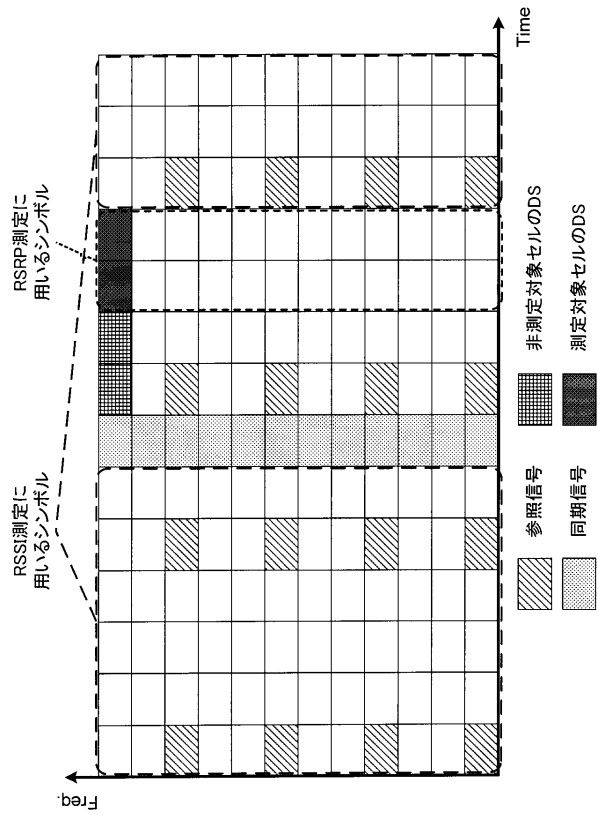
【図 9】



【図 10】



【図 11】



 フロントページの続き

(72)発明者 石井 啓之

 アメリカ合衆国、94304、カリフォルニア州、パロアルト、ヒルビューアベニュー 3240
 ドコモイノベーションズ内

審査官 田部井 和彦

(56)参考文献 特表2013-516884(JP, A)

 NSN, Nokia, On small cell discovery and measurements [online], 3GPP TSG-RAN WG1 Meeting #76 R1-140558, 2014年 2月 1日, [retrieved on 2017.01.05], Retrieved from the Internet: <URL: http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_76/Docs/R1-140558.zip>

 Fujitsu, Discussion on discovery and measurement for small cell on/off [online], 3GPP TSG-RAN WG1 Meeting #76 R1-140191, 2012年 2月 1日, [retrieved on 2017.01.05], Retrieved from the Internet: <URL: http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_76/Docs/R1-140191.zip>

 Sony, Considerations on RRM measurement for small cell on/off [online], 3GPP TSG-RAN WG1 Meeting #76 R1-140587, 2014年 2月 1日, [retrieved on 2017.01.05], Retrieved from the Internet: <URL: http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_76/Docs/R1-140587.zip>

 InterDigital, RSSI measurements in Small cell On/Off operation [online], 3GPP TSG-RAN WG1 Meeting #76bis R1-141555, 2014年 3月22日, [retrieved on 2017.01.05], Retrieved from the Internet: <URL: http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_76b/Docs/R1-141555.zip>

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B 7/24 - 7/26

H04W 4/00 - 99/00

3GPP TSG RAN WG1 - 4

SA WG1 - 4

CT WG1、4