

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5451937号
(P5451937)

(45) 発行日 平成26年3月26日(2014.3.26)

(24) 登録日 平成26年1月10日(2014.1.10)

(51) Int.Cl. F I
 HO4W 16/02 (2009.01) HO4W 16/02
 HO4W 72/04 (2009.01) HO4W 72/04 131

請求項の数 2 (全 23 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2013-209347 (P2013-209347) (22) 出願日 平成25年10月4日(2013.10.4) (62) 分割の表示 特願2013-141642 (P2013-141642) の分割 原出願日 平成23年4月15日(2011.4.15) (65) 公開番号 特開2014-27685 (P2014-27685A) (43) 公開日 平成26年2月6日(2014.2.6) 審査請求日 平成25年10月30日(2013.10.30) (31) 優先権主張番号 特願2010-253279 (P2010-253279) (32) 優先日 平成22年11月11日(2010.11.11) (33) 優先権主張国 日本国(JP) (31) 優先権主張番号 特願2010-95548 (P2010-95548) (32) 優先日 平成22年4月16日(2010.4.16) (33) 優先権主張国 日本国(JP)</p> <p>早期審査対象出願</p>	<p>(73) 特許権者 000006633 京セラ株式会社 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 (72) 発明者 中山 琢 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 京セラ株式会社内 (72) 発明者 沖野 健太 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 京セラ株式会社内</p> <p>審査官 石井 則之</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基地局及びプロセッサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

他の基地局が、下りリンクに使用する複数のサブフレームについて、通常サブフレームと、前記通常サブフレームに比べて送信電力が低くなるように制限される特定サブフレームと、の比を定める設定パターンを設定するために、前記他の基地局に対して、自局の負荷に関する情報を送信する送信部を備える、ことを特徴とする基地局。

【請求項2】

基地局に備えられるプロセッサであって、
 前記プロセッサは、他の基地局が、下りリンクに使用する複数のサブフレームについて、通常サブフレームと、前記通常サブフレームに比べて送信電力が低くなるように制限される特定サブフレームと、の比を定める設定パターンを設定するために、前記他の基地局に対して、前記基地局の負荷に関する情報を送信する処理を行うプロセッサ。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ヘテロジーニアスネットワークが適用される無線通信システムにおける基地局及びプロセッサに関する。

【背景技術】

【0002】

20

現在運用されている第3世代及び第3.5世代セルラ無線通信システムよりも高速・大容量の通信を実現する次世代システムとして、標準化団体である3GPP (3rd Generation Partnership Project) で標準化されているLTE (Long Term Evolution)、及びLTEを高度化したLTE Advancedがある。

【0003】

LTEシステム (LTE Advancedを含む) の下りリンクでは、無線基地局は、PDSCH (Physical Downlink Shared Channel) と称されるデータ伝送用チャネルを使用して、無線端末へのユーザデータを送信する。なお、下りリンクとは、無線基地局から無線端末へ向かう方向の通信であり、上りリンクとは、無線端末から無線基地局へ向かう方向の通信である。

10

【0004】

また、LTE Advancedにおいては、高電力基地局 (いわゆる、マクロセル基地局) の通信エリアに低電力基地局 (いわゆる、ピコセル基地局や、フェムトセル基地局、リレーノード) が配置されるネットワークであるヘテロジニアスネットワークの提供が検討されている。ヘテロジニアスネットワークは、高電力基地局の負荷を低電力基地局に分散させることが可能である。

【0005】

しかしながら、無線端末は複数の無線基地局のうち無線信号の受信電力が最も高いものに接続することが一般的であることから、ヘテロジニアスネットワークにおいては、送信電力の低い低電力基地局に無線端末が接続する機会が少なくなる可能性がある。

20

【0006】

このような事情に鑑みて、低電力基地局からの受信電力が最も高い状態でなくても無線端末を当該低電力基地局に接続するように制御することで、低電力基地局のカバレッジ (通信エリア範囲) を拡大する手法が提案されている (例えば、非特許文献1参照)。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0007】

【非特許文献1】3GPP R1-093433 “Importance of Serving Cell Selection in Heterogeneous Networks” February, 2010.

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

ところで、隣接する無線基地局間でデータ伝送用チャネルとして使用される無線リソースが重複する場合、一方の無線基地局のデータ伝送用チャネルが、他方の無線基地局のデータ伝送用チャネルからの干渉を受け、当該一方の無線基地局のデータ伝送用チャネルを介してユーザデータを正常に受信できなくなる可能性がある。

【0009】

特に、ヘテロジニアスネットワークにおいて低電力基地局のカバレッジを拡大する手法では、低電力基地局のデータ伝送用チャネルが高電力基地局のデータ伝送用チャネルから大きな干渉を受ける可能性が高いため、上記の問題がより一層深刻になる。

40

【0010】

そこで、本発明は、ヘテロジニアスネットワークにおける基地局間干渉を低減し、システム全体のスループットを改善できる基地局及びプロセッサ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】

【0011】

上述した課題を解決するために、本発明は以下のような特徴を有している。まず、本発明に係る無線通信システムの特徴は、高電力基地局 (例えばマクロセル基地局MeNB) と、前記高電力基地局の通信エリアに配置され、前記高電力基地局よりも送信電力が低い低電力基地局 (例えばピコセル基地局PeNB) とを有する無線通信システム (無線通信

50

システム１)であって、前記高電力基地局が特定の下りリンクチャネル(例えばP D S C H)として使用するべき無線リソースについて、第１の無線リソース(例えば使用可能P D S C Hリソース又は通常電力P D S C Hリソース)と、前記第１の無線リソースよりも送信電力が低くなるように制限される第２の無線リソース(例えば使用不能P D S C Hリソース又は低電力P D S C Hリソース)との比であるリソース分割比を決定する分割比決定部(分割比決定部１２３又は分割比決定部２２５)を備え、前記分割比決定部は、前記低電力基地局のトラフィック負荷に基づいて前記リソース分割比を決定することを要旨とする。ここで、特定の下りリンクチャネルとは、例えば下りリンクのデータ伝送用チャネル(L T EシステムではP D S C H)であるが、このようなデータ伝送用チャネルに限らず、下りリンクの制御情報伝送用チャネル(L T EシステムではP D C C H)等であってもよい。また、低電力基地局とは、例えばピコセル基地局又はフェムトセル基地局であるが、ピコセル基地局又はフェムトセル基地局に限らずリレーノード等であってもよい。

10

【 0 0 1 2 】

上記の特徴に係る無線通信システムによれば、高電力基地局が特定の下りリンクチャネルとして使用するべき無線リソースについて、第１の無線リソースと、当該第１の無線リソースよりも送信電力が低くなるように制限される第２の無線リソースとを設けている。高電力基地局の第２の無線リソースに対応する低電力基地局の無線リソースは、高電力基地局からの干渉が低減されるため、低電力基地局のスループットを改善できる。また、低電力基地局のトラフィック負荷に基づいてリソース分割比を決定することで、高電力基地局における第２の無線リソースと第１の無線リソースとの比を適切に設定でき、第２の無線リソースが過剰になることを防止できる。これにより、低電力基地局のスループットを改善することに加え、高電力基地局のスループット低下も抑制できるため、システム全体のスループットを改善できる。

20

【 0 0 1 3 】

本発明に係る無線通信システムの他の特徴は、上記の特徴に係る無線通信システムにおいて、前記高電力基地局に接続する無線端末に無線リソースを割り当てるリソース割り当て部(リソース割り当て部１２４)をさらに備え、前記第１の無線リソースは、前記高電力基地局が使用可能な無線リソース(例えば使用可能P D S C Hリソース)であり、前記第２の無線リソースは、前記高電力基地局が使用不能な無線リソース(例えば使用不能P D S C Hリソース)であり、前記リソース割り当て部は、前記分割比決定部により決定された前記リソース分割比に従って定められる前記第１の無線リソースの中から、前記高電力基地局に接続する無線端末に無線リソースを割り当てることを要旨とする。

30

【 0 0 1 4 】

本発明に係る無線通信システムの他の特徴は、上記の特徴に係る無線通信システムにおいて、前記高電力基地局に接続する無線端末に無線リソースを割り当てるリソース割り当て部(リソース割り当て部１２４)をさらに備え、前記第１の無線リソースは、前記高電力基地局の送信電力が制限されない無線リソース(例えば通常電力P D S C Hリソース)であり、前記第２の無線リソースは、前記高電力基地局の送信電力が制限される無線リソース(例えば低電力P D S C Hリソース)であり、前記リソース割り当て部は、前記分割比決定部により決定された前記リソース分割比に従って定められる前記第１の無線リソース及び前記第２の無線リソースの中から、前記高電力基地局に接続する無線端末に無線リソースを割り当てることを要旨とする。

40

【 0 0 1 5 】

本発明に係る無線通信システムの他の特徴は、上記の特徴に係る無線通信システムにおいて、前記分割比決定部は、前記高電力基地局の通信エリア内に前記低電力基地局が複数配置される場合に、各低電力基地局のトラフィック負荷の平均に基づいて前記リソース分割比を決定することを要旨とする。

【 0 0 1 6 】

本発明に係る無線通信システムの他の特徴は、上記の特徴に係る無線通信システムにおいて、前記分割比決定部は、前記低電力基地局のトラフィック負荷と前記高電力基地局の

50

トラフィック負荷とに基づいて、前記リソース分割比を決定することを要旨とする。

【0017】

本発明に係る無線通信システムの他の特徴は、上記の特徴に係る無線通信システムにおいて、前記分割比決定部は、前記第2の無線リソースと前記第1の無線リソースとの比が、前記低電力基地局のトラフィック負荷と前記高電力基地局のトラフィック負荷との比に等しくなるように、前記リソース分割比を決定することを要旨とする。

【0018】

本発明に係る無線通信システムの他の特徴は、上記の特徴に係る無線通信システムにおいて、前記分割比決定部は、前記高電力基地局のトラフィック負荷を一定とした場合に、前記低電力基地局のトラフィック負荷が高くなるほど、前記第2の無線リソースが多く、
10 且つ前記第1の無線リソースが少なくなるように、前記リソース分割比を決定することを要旨とする。

【0019】

本発明に係る無線通信システムの他の特徴は、上記の特徴に係る無線通信システムにおいて、前記分割比決定部は、前記低電力基地局のトラフィック負荷を一定とした場合に、前記高電力基地局のトラフィック負荷が高くなるほど、前記第2の無線リソースが少なく、
且つ前記第1の無線リソースが多くなるように、前記リソース分割比を決定することを要旨とする。

【0020】

本発明に係る無線通信システムの他の特徴は、上記の特徴に係る無線通信システムにおいて、前記特定の下りリンクチャネルは、無線端末へのユーザデータを伝送するデータ伝送用チャネルであることを要旨とする。
20

【0021】

本発明に係る無線通信システムの他の特徴は、上記の特徴に係る無線通信システムにおいて、前記第2の無線リソースは、下りリンクの総周波数帯域のうち少なくとも一部の周波数帯域であり、前記第1の無線リソースは、前記下りリンクの総周波数帯域のうち前記一部の周波数帯域を除いた残りの周波数帯域であることを要旨とする。

【0022】

本発明に係る無線通信システムの他の特徴は、上記の特徴に係る無線通信システムにおいて、前記一部の周波数帯域及び前記残りの周波数帯域のそれぞれは、無線端末が受信品質を測定する周波数単位（例えばサブバンド）の整数倍であることを要旨とする。
30

【0023】

本発明に係る無線通信システムの他の特徴は、上記の特徴に係る無線通信システムにおいて、前記第2の無線リソースは、下りリンクの通信時間枠（例えばサブフレーム）において無線端末へのユーザデータを伝送するためのデータ領域のうち少なくとも一部の時間範囲であり、前記第1の無線リソースは、前記データ領域のうち前記一部の時間範囲を除いた残りの時間範囲であることを要旨とする。

【0024】

本発明に係る無線通信システムの他の特徴は、上記の特徴に係る無線通信システムにおいて、前記トラフィック負荷は、通信実行中の状態（例えばアクティブ状態）にある無線
40 端末の数であることを要旨とする。

【0025】

本発明に係る高電力基地局の特徴は、自局の通信エリアに配置された、自局よりも送信電力が低い低電力基地局のトラフィック負荷を示す情報を受信する受信部（X2インタフェース通信部140）と、前記受信部が受信した前記トラフィック負荷を示す情報に基づいて、自局が特定の下りリンクチャネルとして使用すべき無線リソースについて、第1の無線リソースと、前記第1の無線リソースよりも送信電力が低くなるように制限される第2の無線リソースとの比であるリソース分割比を決定する分割比決定部（分割比決定部123）とを備えることを要旨とする。

【0026】

10

20

30

40

50

本発明に係る低電力基地局の特徴は、高電力基地局の通信エリアに配置され、前記高電力基地局よりも送信電力が低い低電力基地局であって、自局のトラフィック負荷に基づいて、前記高電力基地局が特定の下りリンクチャネルとして使用すべき無線リソースについて、第1の無線リソースと、前記第1の無線リソースよりも送信電力が低くなるように制限される第2の無線リソースとの比であるリソース分割比を決定する分割比決定部（分割比決定部225）と、前記分割比決定部により決定された前記リソース分割比を示す情報を前記高電力基地局に送信する送信部（X2インタフェース通信部240）とを備えることを要旨とする。

【0027】

本発明に係る低電力基地局の他の特徴は、上記の特徴に係る低電力基地局において、前記高電力基地局のトラフィック負荷を示す情報を受信する受信部をさらに備え、前記分割比決定部は、前記受信部が受信した前記高電力基地局のトラフィック負荷と自局のトラフィック負荷とに基づいて、前記リソース分割比を決定することを要旨とする。

10

【0028】

本発明に係る通信制御方法の特徴は、高電力基地局の通信エリアに配置された低電力基地局のトラフィック負荷に基づいて、前記高電力基地局が特定の下りリンクチャネルとして使用すべき無線リソースについて、第1の無線リソースと、前記第1の無線リソースよりも送信電力が低くなるように制限される第2の無線リソースとの比であるリソース分割比を決定するステップを有することを要旨とする。

【0029】

20

本発明によれば、ヘテロジーニアスネットワークにおける基地局間干渉を低減し、システム全体のスループットを改善できる無線通信システム、高電力基地局、低電力基地局、及び通信制御方法を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0030】

【図1】第1実施形態及び第2実施形態に係るLTEシステムの概要を説明するための図である。

【図2】LTEシステムの通信フレーム構成を説明するための図である。

【図3】第1実施形態に係る無線通信システムの概略構成図である。

【図4】第1実施形態に係るICICを説明するための図である。

30

【図5】第1実施形態に係るマクロセル基地局の構成を示すブロック図である。

【図6】第1実施形態に係るピコセル基地局の構成を示すブロック図である。

【図7】第1実施形態に係る無線通信システムの動作を示す動作シーケンス図である。

【図8】第2実施形態に係るマクロセル基地局の構成を示すブロック図である。

【図9】第2実施形態に係るピコセル基地局の構成を示すブロック図である。

【図10】第2実施形態に係る無線通信システムの動作を示す動作シーケンス図である。

【図11】第3実施形態に係るICICを説明するための図である。

【図12】PDSCHリソースを時間分割するケースを説明するための図である。

【図13】PDSCHリソースを時間分割する他のケースを説明するための図である。

【図14】bias値による接続基地局端末比率を示す図である。

40

【図15】ピコセル基地局の低トラフィック時のシミュレーション結果を示す図である。

【図16】ピコセル基地局の高トラフィック時のシミュレーション結果を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0031】

本発明の第1実施形態～第3実施形態、及びその他の実施形態を説明する。以下の各実施形態における図面において、同一又は類似の部分には同一又は類似の符号を付す。

【0032】

[LTEシステムの概要]

第1実施形態～第3実施形態の説明の前に、LTEシステムの概要について、本発明に関連する内容を説明する。

50

【 0 0 3 3 】

図 1 は、L T E システムの概要を説明するための図である。図 1 に示すように、複数の無線基地局 e N B は E - U T R A N (Evolved-UMTS Terrestrial Radio Access Network) を構成する。複数の無線基地局 e N B のそれぞれは、無線端末 U E にサービスを提供すべき通信エリアであるセルを形成する。

【 0 0 3 4 】

無線端末 U E は、ユーザが所持する無線通信装置であり、ユーザ装置とも称される。無線端末 U E は、複数の無線基地局 e N B のうち参照信号の受信電力 (R S R P : Reference Signal Received Power) が最も高いものに接続する。ただし、R S R P に限らず、S N R (Signal to Noise ratio) 等の他の受信品質指標を使用してもよい。

10

【 0 0 3 5 】

各無線基地局 e N B は、基地局間通信を提供する論理的な通信路である X 2 インターフェースを介して互いに通信可能である。複数の無線基地局 e N B それぞれは、S 1 インターフェースを介して、E P C (Evolved Packet Core)、具体的には、M M E (Mobility Management Entity) / S - G W (Serving Gateway) と通信可能である。

【 0 0 3 6 】

無線基地局 e N B と無線端末 U E との無線通信においては、下りリンクの多重方式として O F D M A (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 方式が、上りリンクの多重方式として S C - F D M A (Single-Carrier Frequency Division Multiple Access) 方式がそれぞれ適用される。また、複信方式として F D D (Frequency Division Duplex) 方式又は T D D (Time Division Duplex) 方式が適用される。

20

【 0 0 3 7 】

図 2 (a) は、F D D 方式が使用される場合の下り無線フレーム構成を示すフレーム構成図である。図 2 (b) は、下りサブフレームの構成を示すフレーム構成図である。

【 0 0 3 8 】

図 2 (a) に示すように、下り無線フレームは、1 0 個の下りサブフレームで構成され、各下りサブフレームは 2 個の下りスロットで構成される。各下りサブフレームの長さは 1 m s であり、各下りスロットの長さは 0 . 5 m s である。また、各下りスロットは、時間軸方向 (time domain) で 7 個の O F D M シンボルを含み、図 2 (b) に示すように、周波数軸方向 (frequency domain) で複数のリソースブロック (R B) を含む。各 R B は 1 2 個のサブキャリアを含む。

30

【 0 0 3 9 】

図 2 (b) に示すように、下りサブフレームは 2 個の連続的な下りスロットを含む。下りサブフレーム内の一番目の下りスロットの先頭から最大 3 O F D M シンボルの区間は、制御情報を伝送するための P D C C H (Physical Downlink Control Channel) として使用される無線リソースを構成する制御領域である。制御情報は、上りリンク及び下りリンクのスケジューリング情報 (すなわち、割り当て無線リソースの情報) などに相当する。下りサブフレームの残り O F D M シンボル区間は、ユーザデータを伝送するための P D S C H (Physical Downlink Shared Channel) として使用される無線リソースを構成するデータ領域である。無線端末 U E は、P D C C H により伝送される制御情報をデコードすることで、P D S C H により伝送されるユーザデータを特定できる。

40

【 0 0 4 0 】

[第 1 実施形態]

次に、本発明の第 1 実施形態を説明する。第 1 実施形態においては、高電力基地局としてのマクロセル基地局 M e N B の通信エリア (マクロセル) に、低電力基地局としてのピコセル基地局 P e N B が配置される形態のヘテロジニアスネットワーク配置を例に説明する。

【 0 0 4 1 】

以下の第 1 実施形態においては、(1) 無線通信システムの構成、(2) リソース分割による干渉制御、(3) マクロセル基地局の構成、(4) ピコセル基地局の構成、(5)

50

無線通信システムの動作、(6)第1実施形態の効果の順に説明する。

【0042】

(1)無線通信システムの構成

図3は、第1実施形態に係る無線通信システム1の概略構成図である。

【0043】

図3に示すように、無線通信システム1は、マクロセル基地局MeNB(高電力基地局あるいは大出力基地局)と、マクロセル基地局MeNBに接続する無線端末UEと、マクロセル基地局MeNBが形成するマクロセルMCに配置され、マクロセル基地局MeNBに隣接するピコセル基地局PeNB1~3(低電力基地局あるいは小出力基地局)と、ピコセル基地局PeNB1~3が形成するピコセルPC内でピコセル基地局PeNBに接続する無線端末UEとを有する。以下において、ピコセル基地局PeNB1~3を特に区別しないときは単にピコセル基地局PeNBと称する。マクロセル基地局MeNB及びピコセル基地局PeNBは共通の周波数帯域を使用する。なお、ピコセル基地局PeNBが形成するピコセルPCは、以下において「ホットゾーン」と称する。

10

【0044】

ピコセル基地局PeNB(ホットゾーンノードとも称される)は、マクロセル基地局MeNBよりも送信電力が低い低電力基地局である。このため、ヘテロジーニアネットワークにおいては、RSRPが最も高い無線基地局eNBを選択して無線端末UEが接続する接続先選択基準である受信電力最大基準(以下、RP基準)を採用すると、ピコセル基地局PeNBのカバレッジが狭くなる可能性がある。特に、ピコセル基地局PeNBの位置がマクロセル基地局MeNBに近い状況下では、ピコセル基地局PeNBのカバレッジが非常に狭くなり、ピコセル基地局PeNBを有効活用できない。

20

【0045】

ピコセル基地局PeNBの送信電力を上昇させずにピコセル基地局PeNBのカバレッジを拡大可能な方法としては、主に以下の2つの方法が使用できる。

【0046】

第1に、RSRPが最も大きい無線信号を送信する無線基地局eNBを当該無線端末UEの接続先として選択するRP基準ではなく、無線端末UEとの間の伝搬損失(パスロス)が最も小さい無線基地局eNBを無線端末UEの接続先として選択する方法がある。これにより、例えば無線端末UEに最も近いような無線基地局eNBが接続先として選択されるため、ピコセル基地局PeNBのカバレッジを拡大できる。このような接続先選択基準は、パスロス最小基準(以下、PL基準)と称される。

30

【0047】

第2に、無線端末UEがマクロセル基地局MeNB及びピコセル基地局PeNBのそれぞれから無線信号を受信可能な場合において、ピコセル基地局PeNBに対応するRSRPとマクロセル基地局MeNBに対応するRSRPとを比較する際に、ピコセル基地局PeNBに対応するRSRPにバイアス値(bias)を加える方法がある。ピコセル基地局PeNBに対応するRSRPにバイアスを与えることで、オフセット後の当該RSRPが、マクロセル基地局MeNBに対応するRSRPを上回る可能性が高まる。よって、ピコセル基地局PeNBが優先的に接続先として選択されるため、ピコセル基地局PeNBのカバレッジを拡大できる。このような接続先選択基準は、Range Expansion基準(以下、RE基準)と称される。なお、RE基準は、biasの値をマクロセル基地局MeNB及びピコセル基地局PeNBの送信電力の差(例えば16dB)とすることで、PL基準と同等の接続先選択基準となる。

40

【0048】

第1実施形態では、RE基準によって、ピコセル基地局PeNBのカバレッジが拡大された状態であるとする。なお、無線端末UEの接続先を選択する主体は、例えば、無線端末UEが待ち受け中(アイドル状態)であれば無線端末UEであり、無線端末UEが通信実行中(アクティブ状態)であれば接続先の無線基地局eNBである。アクティブ状態においては、定期的にRSRPの測定値が無線端末UEから接続先の無線基地局eNBに報

50

告されるため、当該接続先の無線基地局 eNB は、無線端末 UE の次の接続先を選択し、無線端末 UE を次の接続先にハンドオーバーさせることができる。

【0049】

マクロセル基地局 $MeNB$ は、 $PDSCH$ を使用して、無線端末 MUE へのユーザデータを送信する。ピコセル基地局 $PeNB$ は、 $PDSCH$ を使用して、無線端末 PUe へのユーザデータを送信する。これらの $PDSCH$ の周波数帯域が重複する場合、マクロセル基地局 $MeNB$ 及びピコセル基地局 $PeNB$ の各 $PDSCH$ は互いに干渉を与え合う。

【0050】

ピコセル基地局 $PeNB$ のカバレッジが拡大された状態においては、ピコセル基地局 $PeNB$ に接続する無線端末 PUe は、ピコセル基地局 $PeNB$ からの受信電力よりも、マクロセル基地局 $MeNB$ からの受信電力の方が高いことがある。この場合、ピコセル基地局 $PeNB$ の $PDSCH$ は、マクロセル基地局 $MeNB$ の $PDSCH$ から大きな干渉を受け、無線端末 PUe がユーザデータを受信（復号）不可能になる。

【0051】

(2) リソース分割による干渉制御

ヘテロジニアスネットワークの下りリンクにおいて、 RE 基準で $bias$ を加えることで RP 基準によって作られるホットゾーンよりもカバレッジを拡大しようとする、マクロセル基地局 $MeNB$ 及びピコセル基地局 $PeNB$ の送信電力の違いから、所望信号の電力よりも干渉電力が大きくなってしまう。よって、 $SINR$ として最適ではない無線端末 UE がホットゾーンに収容されることになる。そのような無線端末 UE は基本的に送信電力の大きいマクロセル基地局 $MeNB$ から非常に強い干渉を受けるため、 $SINR$ が非常に低くなってしまふ。そこで、第1実施形態では、以下のような $ICIC$ ($ICIC$: Inter-Cell Interference Coordination) によって干渉制御を行う。

【0052】

図4は、第1実施形態に係る $ICIC$ を説明するための図である。

【0053】

図4(a)に示すように、マクロセル基地局 $MeNB$ の $PDSCH$ リソース(図2(b)で示したデータ領域に相当)を周波数分割し、一部を使用しないことで、未使用部分をホットゾーンの低 $SINR$ の無線端末 PUe が使用できるようにする。マクロセル基地局 $MeNB$ が使用不能な $PDSCH$ リソースを「使用不能 $PDSCH$ リソース」と称し、マクロセル基地局 $MeNB$ が使用可能な $PDSCH$ リソースを「使用可能 $PDSCH$ リソース」と称する。第1実施形態において、使用不能 $PDSCH$ リソースは、下りリンクの総リソースブロックのうち少なくとも一部のリソースブロックであり、使用可能 $PDSCH$ リソースは、下りリンクの総リソースブロックのうち上記一部のリソースブロックを除いた残りのリソースブロックである。また、第1実施形態において、使用可能 $PDSCH$ リソースは第1の無線リソースに相当し、使用不能 $PDSCH$ リソースは第2の無線リソースに相当する。

【0054】

図4(b)に示すように、使用不能 $PDSCH$ リソースに対応する無線リソースはマクロセル基地局 $MeNB$ からの干渉を受けないため、ピコセル基地局 $PeNB$ は、そのような無干渉 $PDSCH$ リソースを低 $SINR$ の無線端末 PUe に割り当てる。無線端末 PUe は定期的に受信品質の測定結果をチャネル品質情報 (CQI) としてピコセル基地局 $PeNB$ にフィードバックしており、ピコセル基地局 $PeNB$ は、無干渉 $PDSCH$ リソースに対応する CQI が良好であることに応じて、無干渉 $PDSCH$ リソースを優先して無線端末 PUe に割り当てることができる。

【0055】

このような周波数分割による $ICIC$ は、ホットゾーンへの干渉を回避することができる代わりに、マクロセル基地局 $MeNB$ に接続される無線端末 MUE が使用できる使用可能 $PDSCH$ リソースが減ってしまう。このことから、ホットゾーンのカバレッジ拡大による特性改善のためには、負荷分散による特性改善効果が、周波数分割による使用可能リ

10

20

30

40

50

ソースの減少による損失を上回る必要がある。しかし、実際の環境を想定すると、トラフィック状況や基地局の設置状況は様々であり、ある環境で有効であったRE基準のbiasの値と周波数分割の特定の組み合わせが他の環境においても有効であることは考えにくい。これを回避するためには、その環境において試行錯誤的に有効な組み合わせを探す必要があるが、実運用上現実的ではない。

【0056】

そこで、ピコセル基地局PeNBのトラフィック負荷とマクロセル基地局MeNBのトラフィック負荷とに基づいて、使用不能PDSCHリソースと使用可能PDSCHリソースとの比であるリソース分割比を決定する。第1実施形態では、トラフィック負荷とは、アクティブ状態の無線端末数である。よって、ピコセル基地局PeNBのトラフィック負荷はアクティブ状態の無線端末PUEの数であり、マクロセル基地局MeNBのトラフィック負荷はアクティブ状態の無線端末MUEの数である。図1の例のように同一マクロセル内にピコセル基地局PeNBが複数配置される場合、各ピコセル基地局PeNBのアクティブ状態の無線端末PUE数の平均をピコセル基地局PeNBのトラフィック負荷とする。

10

【0057】

リソース分割比は任意に設定できるが、LTEの仕様上、フィードバックされるCQIの分解能に合わせて分割する。すなわち、使用可能PDSCHリソース及び使用不能PDSCHリソースのそれぞれの周波数帯域は、無線端末UEが受信品質(チャネル品質)を測定する周波数単位の整数倍である。当該周波数単位はサブバンド(Subband)と称される。

20

【0058】

図4(a)及び図4(c)に示すように、使用不能PDSCHリソースの周波数帯域mと使用可能PDSCHリソースの周波数帯域nとの比(m:n)は、無線端末PUEの数NPUEと無線端末MUEの数NMUEとの比(NPUE:NMUE)に等しい。第1実施形態では、無線端末PUEの数NMUEは、ピコセル基地局PeNB1~3のそれぞれの無線端末PUE数の平均である。使用不能PDSCHリソースの周波数帯域mと使用可能PDSCHリソースの周波数帯域nとの比から、使用不能PDSCHリソースのリソースブロック数RBは、式(1)のようになる。

30

【0059】

【数1】

$$RB = SubbandSize \cdot \left[N_{RB} \cdot \frac{m}{(m+n)} \cdot \frac{1}{SubbandSize} \right] \quad (1)$$

【0060】

ここで、SubbandSizeはフィードバックされるCQIのサイズ(分解能)を、NRBは下りリンク周波数帯域の総RB数をそれぞれ意味する。

40

【0061】

(3) マクロセル基地局の構成

次に、マクロセル基地局MeNBの構成を説明する。図5は、第1実施形態に係るマクロセル基地局MeNBの構成を示すブロック図である。

【0062】

図5に示すように、マクロセル基地局MeNBは、アンテナ部101、無線通信部110、制御部120、記憶部130、及びX2インタフェース通信部140を有する。

【0063】

無線通信部110は、例えば無線周波数(RF)回路やベースバンド(BB)回路等を用いて構成され、アンテナ部101を介して無線端末MUEと無線信号の送受信を行う。

50

また、無線通信部 110 は、送信信号の変調と受信信号の復調とを行う。

【0064】

制御部 120 は、例えば CPU を用いて構成され、マクロセル基地局 MeNB が備える各種の機能を制御する。記憶部 130 は、例えばメモリを用いて構成され、マクロセル基地局 MeNB の制御等に用いられる各種の情報を記憶する。X2 インタフェース通信部 140 は、X2 インタフェースを使用して他の無線基地局との基地局間通信を行う。

【0065】

制御部 120 は、接続先選択部 121、トラフィック負荷情報収集部 122、分割比決定部 123、及びリソース割り当て部 124 を有する。

【0066】

接続先選択部 121 は、無線端末 MUE から報告される RSRP の情報（すなわち、メジャメントレポート）に基づいて、無線端末 MUE の次の接続先の無線基地局を選択する。無線端末 MUE がマクロセル基地局 MeNB 及びピコセル基地局 PeNB それぞれの参照信号を受信する場合、接続先選択部 121 は、マクロセル基地局 MeNB に対応する RSRP MeNB とピコセル基地局 PeNB に対応する RSRP PeNB とを比較する際に、RSRP PeNB に bias を与える。bias の与えられた RSRP PeNB が RSRP MeNB よりも高い場合には、接続先選択部 121 は、無線端末 MUE の接続先をピコセル基地局 PeNB に切り替えるようにハンドオーバー制御を行う。

【0067】

トラフィック負荷情報収集部 122 は、マクロセル基地局 MeNB 及びピコセル基地局 PeNB それぞれのトラフィック負荷の情報を定期的に収集する。

【0068】

分割比決定部 123 は、トラフィック負荷情報収集部 122 が収集したマクロセル基地局 MeNB 及びピコセル基地局 PeNB それぞれのトラフィック負荷の情報に基づいてリソース分割比を決定する。具体的には、分割比決定部 123 は、使用不能 PDSCH リソースの周波数帯域 m と使用可能 PDSCH リソースの周波数帯域 n との比が、アクティブ状態の無線端末 PUE の数 NMUE とアクティブ状態の無線端末 MUE の数 NPUE との比に等しくなるようにリソース分割比を決定する。すなわち、分割比決定部 123 は、マクロセル基地局 MeNB のトラフィック負荷を一定とした場合に、ピコセル基地局 PeNB のトラフィック負荷が高くなるほど、使用可能 PDSCH リソースが少なくなり、且つ使用不能 PDSCH リソースが多くなるように、リソース分割比を決定する。また、分割比決定部 123 は、ピコセル基地局 PeNB のトラフィック負荷を一定とした場合に、マクロセル基地局 MeNB のトラフィック負荷が高くなるほど、使用可能 PDSCH リソースが多く、且つ使用不能 PDSCH リソースが少なくなるように、リソース分割比を決定する。分割比決定部 123 は、通信状況の変化に対応するために、リソース分割比を定期的に更新することが望ましい。

【0069】

リソース割り当て部 124 は、分割比決定部 123 により決定されたリソース分割比に従って定められる使用可能 PDSCH リソースの中から無線端末 MUE に無線リソース（リソースブロック）を割り当てる。例えば、リソース割り当て部 124 は、無線端末 MUE からフィードバックされる CQI に基づき、プロポーショナルフェアネス（PF）等のスケジューリングアルゴリズムを用いて、使用可能 PDSCH リソースの中から無線端末 MUE に無線リソース（リソースブロック）を割り当てる。

【0070】

（４）ピコセル基地局の構成

次に、ピコセル基地局 PeNB の構成を説明する。図 6 は、第 1 実施形態に係るピコセル基地局 PeNB の構成を示すブロック図である。

【0071】

図 6 に示すように、ピコセル基地局 PeNB は、アンテナ部 201、無線通信部 210、制御部 220、記憶部 230、及び X2 インタフェース通信部 240 を有する。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 2 】

無線通信部 1 1 0 は、例えば無線周波数 (R F) 回路やベースバンド (B B) 回路等を用いて構成され、アンテナ部 2 0 1 を介して無線端末 P U E と無線信号の送受信を行う。また、無線通信部 2 1 0 は、送信信号の変調と受信信号の復調とを行う。

【 0 0 7 3 】

制御部 2 2 0 は、例えば C P U を用いて構成され、ピコセル基地局 P e N B が備える各種の機能を制御する。記憶部 2 3 0 は、例えばメモリを用いて構成され、ピコセル基地局 P e N B の制御等に用いられる各種の情報を記憶する。X 2 インタフェース通信部 2 4 0 は、X 2 インタフェースを使用して他の無線基地局との基地局間通信を行う。

【 0 0 7 4 】

制御部 2 2 0 は、接続先選択部 2 2 1、トラフィック負荷情報生成部 2 2 2、及びリソース割り当て部 2 2 3 を有する。

【 0 0 7 5 】

接続先選択部 2 2 1 は、自局に接続する無線端末 P U E から報告される R S R P に基づいて、無線端末 P U E の次の接続先の無線基地局を選択する。無線端末 P U E がマクロセル基地局 M e N B 及びピコセル基地局 P e N B それぞれの参照信号を受信する場合、接続先選択部 2 2 1 は、マクロセル基地局 M e N B に対応する R S R P M e N B とピコセル基地局 P e N B に対応する R S R P P e N B とを比較する際に、R S R P P e N B に b i a s を与える。b i a s の与えられた R S R P P e N B が R S R P M e N B よりも低い場合には、接続先選択部 2 2 1 は、無線端末 P U E の接続先をマクロセル基地局 M e N B に切り替えるようにハンドオーバー制御を行う。

【 0 0 7 6 】

トラフィック負荷情報生成部 2 2 2 は、自局に接続する無線端末 P U E のうちアクティブ状態の無線端末 P U E の数をトラフィック負荷として示すトラフィック負荷情報を生成する。

【 0 0 7 7 】

リソース割り当て部 2 2 3 は、無線端末 P U E に無線リソース (リソースブロック) を割り当てる。例えば、リソース割り当て部 2 2 3 は、無線端末 P U E からフィードバックされる C Q I に基づき、プロポーショナルフェアネス (P F) 等のスケジューリングアルゴリズムを用いて、P D S C H リソースの中から無線端末 M U E に無線リソース (リソースブロック) を割り当てる。

【 0 0 7 8 】

(5) 無線通信システムの動作

図 7 は、第 1 実施形態に係る無線通信システム 1 の動作を示す動作シーケンス図である。図 7 に示す動作シーケンスは定期的に行われる。

【 0 0 7 9 】

ステップ S 1 1 a において、ピコセル基地局 P e N B 1 のトラフィック負荷情報生成部 2 2 2 は、ピコセル基地局 P e N B 1 に接続する無線端末 P U E のうちアクティブ状態の無線端末 P U E 数を示すトラフィック負荷情報を生成する。ステップ S 1 2 a において、ピコセル基地局 P e N B 1 の X 2 インタフェース通信部 2 4 0 は、当該トラフィック負荷情報をマクロセル基地局 M e N B に送信する。マクロセル基地局 M e N B の X 2 インタフェース通信部 1 4 0 は、当該トラフィック負荷情報を受信する。

【 0 0 8 0 】

ステップ S 1 1 b において、ピコセル基地局 P e N B 2 のトラフィック負荷情報生成部 2 2 2 は、ピコセル基地局 P e N B 2 に接続する無線端末 P U E のうちアクティブ状態の無線端末 P U E 数を示すトラフィック負荷情報を生成する。ステップ S 1 2 b において、ピコセル基地局 P e N B 2 の X 2 インタフェース通信部 2 4 0 は、当該トラフィック負荷情報をマクロセル基地局 M e N B に送信する。マクロセル基地局 M e N B の X 2 インタフェース通信部 1 4 0 は、当該トラフィック負荷情報を受信する。

【 0 0 8 1 】

10

20

30

40

50

ステップS 1 1 cにおいて、ピコセル基地局P e N B 3のトラフィック負荷情報生成部2 2 2は、ピコセル基地局P e N B 3に接続する無線端末P U Eのうちアクティブ状態の無線端末P U E数を示すトラフィック負荷情報を生成する。ステップS 1 2 cにおいて、ピコセル基地局P e N B 3のX 2インタフェース通信部2 4 0は、当該トラフィック負荷情報をマクロセル基地局M e N Bに送信する。マクロセル基地局M e N BのX 2インタフェース通信部1 4 0は、当該トラフィック負荷情報を受信する。

【0 0 8 2】

このように、マクロセル基地局M e N BのX 2インタフェース通信部1 4 0は、トラフィック負荷情報を受信する受信部に相当する。

【0 0 8 3】

ステップS 1 3において、マクロセル基地局M e N Bのトラフィック負荷情報収集部1 2 2は、ピコセル基地局P e N B 1 ~ 3のそれぞれのトラフィック負荷情報と、マクロセル基地局M e N Bのトラフィック負荷情報(マクロセル基地局M e N Bに接続する無線端末M U Eのうちアクティブ状態の無線端末M U E数の情報)とを収集する。

【0 0 8 4】

ステップS 1 4において、マクロセル基地局M e N Bの分割比決定部1 2 3は、ピコセル基地局P e N B 1 ~ 3のそれぞれのトラフィック負荷情報と、マクロセル基地局M e N Bのトラフィック負荷情報とに基づいてリソース分割比を決定する。その後、マクロセル基地局M e N Bのリソース割り当て部1 2 4は、分割比決定部1 2 3により決定されたリソース分割比に従って定められる使用可能P D S C Hリソースの中から、無線端末M U Eに無線リソース(リソースブロック)を割り当てる。

【0 0 8 5】

(6) 第 1 実施形態の効果

以上説明したように、無線通信システム1は、P D S C Hとして使用可能な無線リソースについて、マクロセル基地局M e N Bが使用不能P D S C Hリソースを設けている。当該使用不能P D S C Hリソースに対応する無線リソースをピコセル基地局P e N BがP D S C Hとして使用することでマクロセル基地局M e N Bからの干渉を回避できるため、ピコセル基地局P e N Bのスループットを改善できる。

【0 0 8 6】

また、ピコセル基地局P e N Bのトラフィック負荷に基づいてリソース分割比を決定することで、マクロセル基地局M e N Bの使用不能P D S C Hリソースと使用可能P D S C Hリソースとの比を適切に設定でき、使用不能P D S C Hリソースが過多になることを防止できる。これにより、ピコセル基地局P e N Bのスループットを改善しつつ、マクロセル基地局M e N Bのスループット低下も防止できるため、システム全体のスループットを改善できる。

【0 0 8 7】

第1実施形態では、分割比決定部1 2 3は、複数のピコセル基地局P e N Bそれぞれのトラフィック負荷の平均に基づいてリソース分割比を決定するため、マクロセル基地局M e N Bの通信エリア内にピコセル基地局P e N Bが複数配置されるケースでも、使用不能P D S C Hリソースと使用可能P D S C Hリソースとの比を適切に設定できる。

【0 0 8 8】

第1実施形態では、ピコセル基地局P e N Bのトラフィック負荷とマクロセル基地局M e N Bのトラフィック負荷とに基づいてリソース分割比を決定することでピコセル基地局P e N Bのトラフィック負荷だけでなく、マクロセル基地局M e N Bのトラフィック負荷も考慮してリソース分割比を決定することができ、リソース分割比をより適切に設定できる。

【0 0 8 9】

[第 2 実施形態]

第1実施形態では、マクロセル基地局M e N Bがリソース分割比を決定していたが、第2実施形態では、ピコセル基地局P e N Bがリソース分割比を決定する。以下においては

10

20

30

40

50

、第1実施形態と異なる点を説明し、重複する説明を省略する。

【0090】

図8は、第2実施形態に係るマクロセル基地局MeNBの構成を示すブロック図である。

【0091】

図8に示すように、第2実施形態に係るマクロセル基地局MeNBは、トラフィック負荷情報生成部125を有しており、第1実施形態で説明したトラフィック負荷情報収集部122及び分割比決定部123を有していない。トラフィック負荷情報生成部125は、トラフィック負荷情報(マクロセル基地局MeNBに接続する無線端末MUEのうちアクティブ状態の無線端末MUE数の情報)を生成する。

10

【0092】

図9は、第2実施形態に係るピコセル基地局PeNBの構成を示すブロック図である。

【0093】

図9に示すように、第2実施形態に係るピコセル基地局PeNBは、トラフィック負荷情報収集部224及び分割比決定部225を有する。トラフィック負荷情報収集部224は、マクロセル基地局MeNB及びピコセル基地局PeNBそれぞれのトラフィック負荷情報を定期的に収集する。分割比決定部225は、トラフィック負荷情報収集部224が収集したマクロセル基地局MeNB及びピコセル基地局PeNBそれぞれのトラフィック負荷情報に基づいて、第1実施形態と同様の方法でリソース分割比を決定する。

【0094】

20

図10は、第2実施形態に係る無線通信システム1の動作を示す動作シーケンス図である。図10に示す動作シーケンスは定期的に行われる。

【0095】

ステップS21aにおいて、マクロセル基地局MeNBのトラフィック負荷情報生成部125は、マクロセル基地局MeNBに接続する無線端末MUEのうちアクティブ状態の無線端末MUE数を示すトラフィック負荷情報を生成する。ステップS22aにおいて、マクロセル基地局MeNBのX2インタフェース通信部140は、当該トラフィック負荷情報をピコセル基地局PeNB1に送信する。ピコセル基地局PeNB1のX2インタフェース通信部240は、当該トラフィック負荷情報を受信する。

【0096】

30

ステップS21bにおいて、ピコセル基地局PeNB2のトラフィック負荷情報生成部222は、ピコセル基地局PeNB2に接続する無線端末PUEのうちアクティブ状態の無線端末PUE数を示すトラフィック負荷情報を生成する。ステップS22bにおいて、ピコセル基地局PeNB2のX2インタフェース通信部240は、当該トラフィック負荷情報をピコセル基地局PeNB1に送信する。ピコセル基地局PeNB1のX2インタフェース通信部240は、当該トラフィック負荷情報を受信する。

【0097】

ステップS21cにおいて、ピコセル基地局PeNB3のトラフィック負荷情報生成部222は、ピコセル基地局PeNB3に接続する無線端末PUEのうちアクティブ状態の無線端末PUE数を示すトラフィック負荷情報を生成する。ステップS22cにおいて、ピコセル基地局PeNB3のX2インタフェース通信部240は、当該トラフィック負荷情報をピコセル基地局PeNB1に送信する。ピコセル基地局PeNB1のX2インタフェース通信部240は、当該トラフィック負荷情報を受信する。

40

【0098】

ステップS23において、ピコセル基地局PeNB1のトラフィック負荷情報収集部224は、マクロセル基地局MeNBのトラフィック負荷情報と、ピコセル基地局PeNB1~3のそれぞれのトラフィック負荷情報とを収集する。

【0099】

ステップS24において、ピコセル基地局PeNB1の分割比決定部225は、マクロセル基地局MeNBのトラフィック負荷情報と、ピコセル基地局PeNB1~3のそれぞ

50

れのトラフィック負荷情報とに基づいてリソース分割比を決定する。

【 0 1 0 0 】

ステップ S 2 5 において、ピコセル基地局 P e N B 1 の X 2 インタフェース通信部 2 4 0 は、分割比決定部 2 2 5 によって決定されたリソース分割比を示す情報をマクロセル基地局 M e N B に送信する。マクロセル基地局 M e N B の X 2 インタフェース通信部 1 4 0 は、リソース分割比を示す情報を受信する。このように、第 2 実施形態において X 2 インタフェース通信部 2 4 0 は、リソース分割比を示す情報を送信する送信部に相当する。

【 0 1 0 1 】

その後、マクロセル基地局 M e N B のリソース割り当て部 1 2 4 は、X 2 インタフェース通信部 1 4 0 が受信したリソース分割比を示す情報に従って定められる使用可能 P D S C H リソースの中から、無線端末 M U E に無線リソース(リソースブロック)を割り当てる。

10

【 0 1 0 2 】

以上のように、第 2 実施形態によれば、第 1 実施形態と同様の効果を得ることができる。

【 0 1 0 3 】

[第 3 実施形態]

第 1 実施形態及び第 2 実施形態では、マクロセル基地局 M e N B の P D S C H リソースを、マクロセル基地局 M e N B が使用不能な使用不能 P D S C H リソースと、マクロセル基地局 M e N B が使用可能な使用可能 P D S C H リソースとに周波数分割していた。

20

【 0 1 0 4 】

第 3 実施形態では、マクロセル基地局 M e N B の P D S C H リソースを、低電力 P D S C H リソースと通常電力 P D S C H リソースとに周波数分割する。低電力 P D S C H リソースは、マクロセル基地局 M e N B が使用可能であるものの、通常電力 P D S C H リソースよりも送信電力が低くなるように制限される。第 3 実施形態において、通常電力 P D S C H リソースは第 1 の無線リソースに相当し、低電力 P D S C H リソースは第 2 の無線リソースに相当する。

【 0 1 0 5 】

図 1 1 は、第 3 実施形態に係る I C I C を説明するための図である。ここでは、第 1 実施形態との相違点を主として説明する。

30

【 0 1 0 6 】

図 1 1 に示すように、第 3 実施形態において、低電力 P D S C H リソースは、下りリンクの総リソースブロックのうち少なくとも一部のリソースブロックであり、通常電力 P D S C H リソースは、下りリンクの総リソースブロックのうち上記一部のリソースブロックを除いた残りのリソースブロックである。

【 0 1 0 7 】

マクロセル基地局 M e N B の低電力 P D S C H リソースに対応するピコセル基地局 P e N B の無線リソースは、マクロセル基地局 M e N B からの干渉レベルが低いため、ピコセル基地局 P e N B は、そのような低干渉 P D S C H リソースを低 S I N R の無線端末 P U E に割り当てる。無線端末 P U E は定期的に受信品質の測定結果をチャネル品質情報(C Q I)としてピコセル基地局 P e N B にフィードバックしており、ピコセル基地局 P e N B は、低干渉 P D S C H リソースに対応する C Q I が良好であることに応じて、低干渉 P D S C H リソースを優先して無線端末 P U E に割り当てることができる。

40

【 0 1 0 8 】

また、マクロセル基地局 M e N B は、マクロセル基地局 M e N B の近傍の無線端末 M U E に対して低電力 P D S C H リソースを割り当てるのが好ましい。具体的には、マクロセル基地局 M e N B のリソース割り当て部 1 2 4 は、低電力 P D S C H リソースに対応する C Q I が良好な無線端末 M U E や、マクロセル基地局 M e N B との間のパスロスが小さい無線端末 M U E に対して、低電力 P D S C H リソースの中からリソース(R B)を割り当てる。リソース割り当て部 1 2 4 は、低電力 P D S C H リソースに対応する C Q I が劣

50

悪な無線端末MUEや、マクロセル基地局MeNBとの間のパスロスが大きい無線端末MUEに対して、通常電力PDSCHリソースの中からリソース(RB)を割り当てる。

【0109】

第3実施形態では、第1実施形態と同様に、ピコセル基地局PeNBのトラフィック負荷とマクロセル基地局MeNBのトラフィック負荷とに基づいて、低電力PDSCHリソースと通常電力PDSCHリソースとの比であるリソース分割比を決定する。第3実施形態においても、トラフィック負荷としてアクティブ状態の無線端末数を使用する。また、第1実施形態と同様に、リソース分割比は、フィードバックされるCQIの分解能に合わせる。

【0110】

低電力PDSCHリソースの周波数帯域mと通常電力PDSCHリソースの周波数帯域nとの比(m:n)は、無線端末PUEの数NPUEと無線端末MUEの数NMUEとの比(NPUE:NMUE)に等しい。無線端末PUEの数NMUEは、ピコセル基地局PeNB1~3のそれぞれの無線端末PUE数の平均である。低電力PDSCHリソースの周波数帯域mと通常電力PDSCHリソースの周波数帯域nとの比から、低電力PDSCHリソースのリソースブロック数RBは、第1実施形態と同様に式(1)のようになる。

【0111】

以上説明したように、第3実施形態によれば、第1実施形態よりもピコセル基地局PeNBの干渉低減効果は小さくなるものの、マクロセル基地局MeNBが使用可能なPDSCHリソースは第1実施形態よりも多くなるため、マクロセル基地局MeNBのスループットを向上させることができる。

【0112】

[その他の実施形態]

上記のように、本発明は各実施形態によって記載したが、この開示の一部をなす論述及び図面はこの発明を限定するものであると理解すべきではない。この開示から当業者には様々な代替実施形態、実施例及び運用技術が明らかとなる。

【0113】

上述した各実施形態においては、PDSCHリソースを周波数分割するケースについて説明したが、PDSCHリソースを時間分割してもよい。図12は、PDSCHリソースを時間分割するケースを説明するための図である。図12に示すように、下りリンクサブフレームのデータ領域を時間分割し、使用不能PDSCHリソース(又は低電力PDSCHリソース)の時間範囲mと、使用可能PDSCHリソース(又は通常電力PDSCHリソース)の時間範囲nとの比は、無線端末MUEの数NPUEと無線端末PUEの数NMUEとの比に等しい。ここで、無線端末PUEの数NMUEは、同一マクロセル内のピコセル基地局PeNB1~3のそれぞれの無線端末PUEの平均である。時間分割の割合は任意に設定できるが、LTEの仕様上、OFDMシンボル単位で分割する。

【0114】

あるいは、サブフレーム内をOFDMシンボル単位で時間分割するのではなく、図2に示した無線フレームをサブフレーム単位で時間分割してもよい。図13は、無線フレームをサブフレーム単位で時間分割するケースを説明するための図である。図13に示すように、1つの無線フレームにおいて、使用不能PDSCHリソース(又は低電力PDSCHリソース)の時間範囲mと、使用可能PDSCHリソース(又は通常電力PDSCHリソース)の時間範囲nとの比は、無線端末MUEの数NPUEと無線端末PUEの数NMUEとの比に等しい。ここで、無線端末PUEの数NMUEは、同一マクロセル内のピコセル基地局PeNB1~3のそれぞれの無線端末PUEの平均である。

【0115】

上述した各実施形態においては、PDSCHに係るリソース分割(すなわち、データ領域の分割)を説明したが、PDSCHに限らず、PDCCHに係るリソース分割(すなわち、制御領域の分割)に応用してもよい。PDCCHに係るリソース分割についても、周波数分割又は時間分割の何れを採用してもよい。

10

20

30

40

50

【 0 1 1 6 】

上述した各実施形態においては、ピコセル基地局 P e N B のカバレッジが拡大されるケースについて説明したが、そのようなケースに限らず、本発明は、ピコセル基地局 P e N B のカバレッジが拡大されないケースであってもヘテロジーニアスネットワークにおける基地局間干渉の低減に有効である。

【 0 1 1 7 】

上述した各実施形態においては、トラフィック負荷はアクティブ状態の無線端末数であったが、そのようなトラフィック負荷指標に限らず、例えば無線リソースの使用率や送受信するパケット量等をトラフィック負荷としてもよい。

【 0 1 1 8 】

なお、L T E A d v a n c e d においては、バックホールを無線により構成する無線基地局であるリレーノードの採用が予定され、且つリレーノードにも X 2 インタフェースが採用される予定であるため、当該リレーノードを本発明に係る低電力基地局としてもよい。

【 0 1 1 9 】

さらに、上述した各実施形態では、L T E システムについて説明したが、W i M A X (I E E E 8 0 2 . 1 6) に基づく無線通信システム等、他の無線通信システムに対して本発明を適用してもよい。

【 0 1 2 0 】

〔 シミュレーション結果 〕

最後に、シミュレーション結果を用いて、上述した各実施形態により得られる効果を説明する。

【 0 1 2 1 】

本シミュレーションで想定する環境は、マクロセル基地局 M e N B で構成されるセル内に、複数の無線端末 U E が集中して存在する半径 40 m のピコセル基地局 P e N B が複数存在する環境を想定したシナリオである。さらに、トラフィックの違いによるカバレッジ拡大の影響を検証するため、2 つのシナリオを想定し評価を行う。いずれのシナリオもマクロセル当たり平均 30 U E が存在し、一つ目のシナリオはマクロセル内に 2 つホットゾーンが存在し、ピコセル基地局 P e N B 一つ当りに少なくとも 2 U E が分布し、それ以外の 26 U E はピコセル基地局 P e N B を含むマクロセルエリア内に一様に分布する、比較的ピコセル基地局 P e N B が低トラフィックのシナリオである。もう一つのシナリオは、マクロセル内に 2 つのホットゾーンが存在し、ピコセル基地局 P e N B 一つ当たり 10 U E が一様に分布し、それ以外の 10 U E はピコセル基地局 P e N B を含むマクロセルエリア内に一様に分布する、ピコセル基地局 P e N B に U E が集中する高トラフィックのシナリオである。また、P D C C H および他の制御信号は理想的に取得できるものとする。

【 0 1 2 2 】

(1) 低トラフィック時

低トラフィック時のシミュレーション結果を説明する。図 1 4 (a) に R E の b i a s 値による接続基地局端末比率を示し、下りリンクユーザスループット (5 % w o r s t / M e d i a n / A v e r a g e) をマクロセルのみの場合の値で正規化したもの、およびそれらの平均値をプロットしたものを表 1 及び図 1 5 (a) に示し、I C I C 無しと I C I C 有り (1 : 3) のホットゾーンの受信 S I N R の C D F (累積密度関数) を図 1 5 (b) に示す。

【 0 1 2 3 】

10

20

30

40

【表 1】

Normalized Throughput		RE bias [dB]																	
		0 (RP)			4			8			12			16(PL)			20		
		Ave	5%	Med	Ave	5%	Med	Ave	5%	Med	Ave	5%	Med	Ave	5%	Med	Ave	5%	Med
ICIC	wo	2.0	1.1	1.2	2.0	1.2	1.5	1.9	1.4	1.7	1.8	0.7	1.7	1.9	0.0	1.7	1.9	0.0	1.4
	1:3	2.1	0.7	0.9	2.1	0.8	1.1	2.0	1.0	1.5	1.9	1.2	1.6	1.9	0.9	1.7	1.9	0.6	1.5
	1:2	2.2	0.6	0.8	2.2	0.7	1.0	2.1	0.8	1.3	2.0	1.0	1.5	1.9	1.1	1.7	1.9	0.8	1.6
	1:1	2.2	0.4	0.6	2.2	0.5	0.8	2.2	0.6	1.1	2.0	0.8	1.4	1.9	1.1	1.6	1.9	1.0	1.6
	Adapt	2.0	1.0	1.2	2.0	1.2	1.4	1.9	1.2	1.6	1.9	1.2	1.7	1.9	0.9	1.7	1.9	0.8	1.7

10

【 0 1 2 4 】

図 1 4 (a) より、RE 基準で bias を大きくすることでカバレッジが拡大し、ピコセル基地局 PeNB へ接続される UE 比率が上昇しており、負荷分散が実現されていることが分る。しかし、1 3 (a) より、ICIC を行わない場合には、下りリンクユーザスループットは RE の bias 値が 8 dB のとき最大となり、それ以上の bias 値では劣化することが分る。図 1 5 (b) から、この条件ではホットゾーンにおいて低 SINR の UE の増加が原因であると考えられる。一方、周波数分割による ICIC を組み合わせる場合、RE 基準の bias 値が 0 の場合、つまり、RP 基準の場合には ICIC 無しと比べて特性が劣化し、5% worst、Median TP に関してはマクロセルのみと比べても劣化している。これは、ホットゾーンのカバレッジの拡大が不十分で負荷分散が行えず、無線端末 MUE の高スループットが望めない状況で、さらに周波数分割によって、マクロセル基地局 MeNB のリソースが制限される為である。RE の bias 値を上げることでマクロセル基地局 MeNB からホットゾーンへの負荷分散により特性は改善し始める。この時、図 1 5 (b) から、ICIC の効果によって ICIC 無しよりも SINR の劣化を抑えつつ RE のカバレッジ拡大が実現可能となっていることがわかる。この RE による負荷分散と周波数分割による ICIC の関係について検証すると、無線端末 MUE 数とホットゾーンあたりの UE 数の比と、周波数分割の比に相関が見られ、両者が近い場合にピークが現れていることが分る。適応的に周波数分割比を変化させる ICIC を適用すると、多くの bias 値において、その時最も良い静的な ICIC に近い特性を示している。

20

30

【 0 1 2 5 】

(2) 高トラフィック時

高トラフィック時のシミュレーション結果を説明する。図 1 4 (b) に RE の bias 値による接続基地局比を示し、下りリンクユーザスループット (5% worst / Median / Average) をマクロセルのみの場合の値で正規化したもの、およびそれらの平均をプロットしたものを表 2 及び図 1 6 (a) に、ICIC 無しと ICIC 有り (1:3) のホットゾーンの受信 SINR の CDF を図 1 6 (b) に示す。

40

【 0 1 2 6 】

【表 2】

Normalized Throughput		RE bias [dB]																	
		0 (RP)			4			8			12			16(PL)			20		
		Ave	5%	Med	Ave	5%	Med	Ave	5%	Med	Ave	5%	Med	Ave	5%	Med	Ave	5%	Med
ICIC	wo	2.5	1.5	1.8	2.4	1.8	2.1	2.3	1.6	2.2	2.3	0.8	2.0	2.3	0.3	1.6	2.3	0.0	1.3
	1:3	2.8	1.0	1.4	2.7	1.3	2.0	2.6	1.7	2.3	2.5	1.5	2.4	2.5	1.1	2.2	2.4	0.8	1.8
	1:2	2.9	0.8	1.2	2.8	1.1	1.8	2.7	1.5	2.2	2.6	1.7	2.5	2.6	1.5	2.5	2.5	1.1	2.2
	1:1	3.1	0.6	1.0	3.0	0.9	1.6	2.9	1.2	2.1	2.8	1.7	2.5	2.7	1.7	2.6	2.6	1.4	2.5
	Adapt	2.6	1.2	1.7	2.6	1.4	2.0	2.6	1.7	2.2	2.7	1.8	2.5	2.7	1.8	2.7	2.7	1.7	2.8

10

【 0 1 2 7 】

低トラフィック時と比べて、全体的にヘテロジーニアスネットワークによる利得が大きく現れている。また、図 1 6 (a) から、低トラフィック時よりも低い bias 値で特性のピークが現れている。これらの特徴はホットゾーンの周囲に高い密度で UE が存在する為、図 1 4 (b) に示されるように少ない bias 値でもピコセル基地局 P e N B に接続される UE の比率が高くなる傾向があることに起因していると考えられる。つまり、高負荷領域である半径 40 m のホットゾーンをカバーすれば負荷分散の効果が十分得られる。これは置局設計時に高トラフィック領域にホットゾーンを配置することによって、比較的容易にヘテロジーニアスネットワークの特性改善が得られることを意味している。適応的に周波数分割比を変化させる ICIC を適用すると、多くの bias 値において、その時最も良い静的な ICIC と同等以上の特性を示している。

20

【 0 1 2 8 】

なお、日本国特許出願第 2 0 1 0 - 9 5 5 4 8 号 (2 0 1 0 年 4 月 1 6 日出願) 及び第 2 0 1 0 - 2 5 3 2 7 9 号 (2 0 1 0 年 1 1 月 1 1 日出願) の全内容が、参照により、本願明細書に組み込まれている。

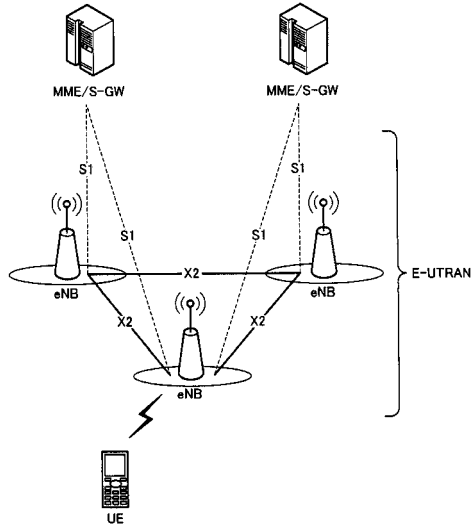
30

【産業上の利用可能性】

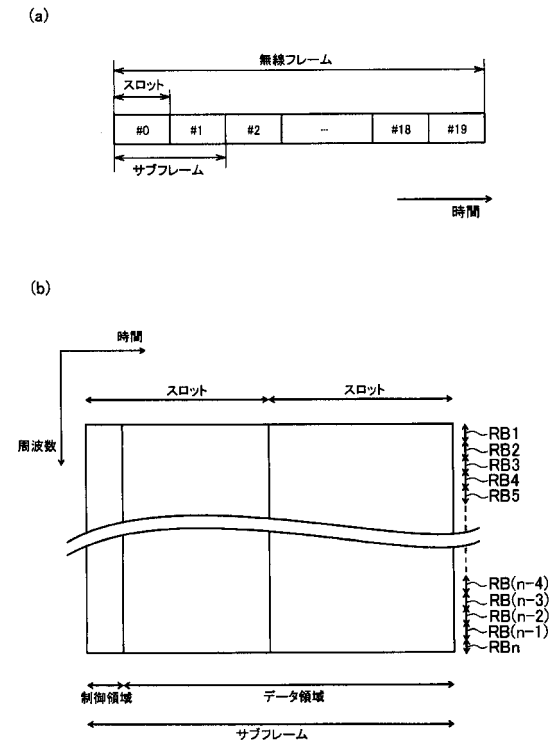
【 0 1 2 9 】

以上のように、本発明に係る無線通信システム、高電力基地局、低電力基地局、及び通信制御方法は、ヘテロジーニアスネットワークにおける基地局間干渉を低減し、システム全体のスループットを改善できるため、移動体通信などの無線通信において有用である。

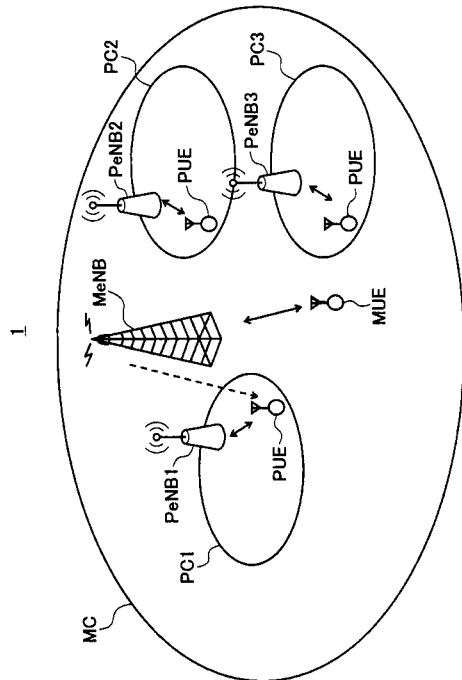
【図1】



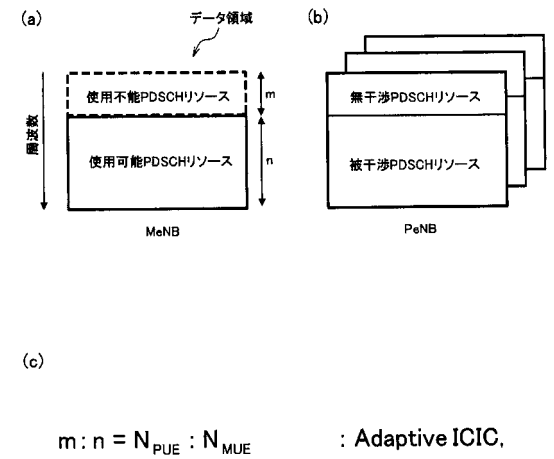
【図2】



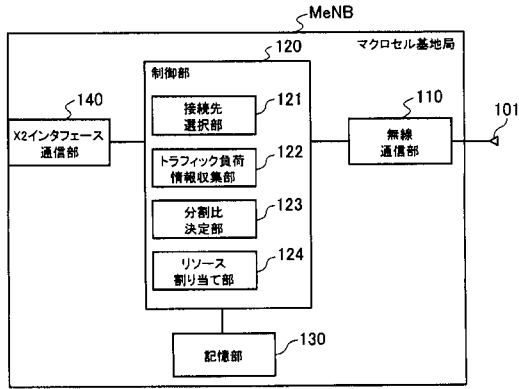
【図3】



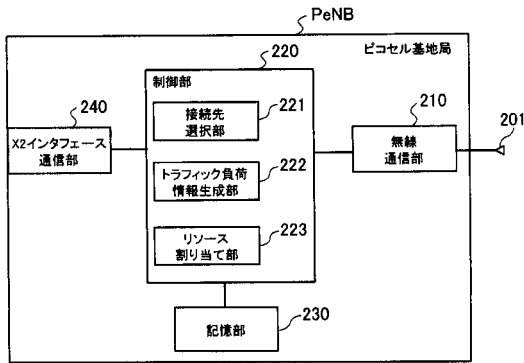
【図4】



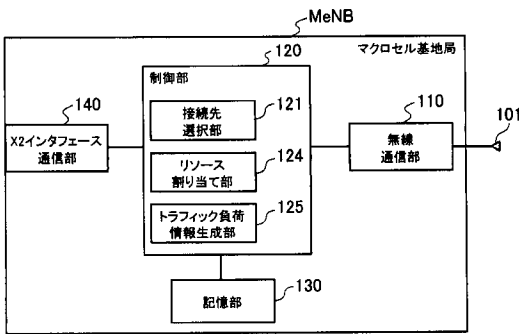
【図5】



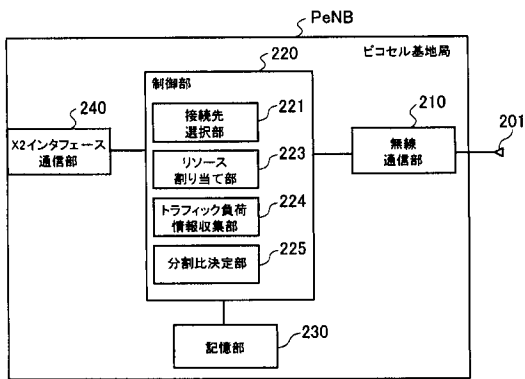
【図6】



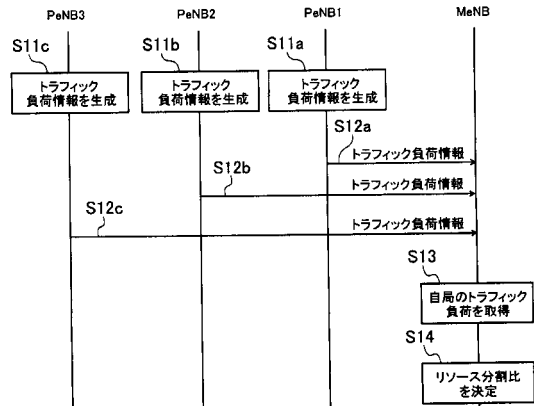
【図8】



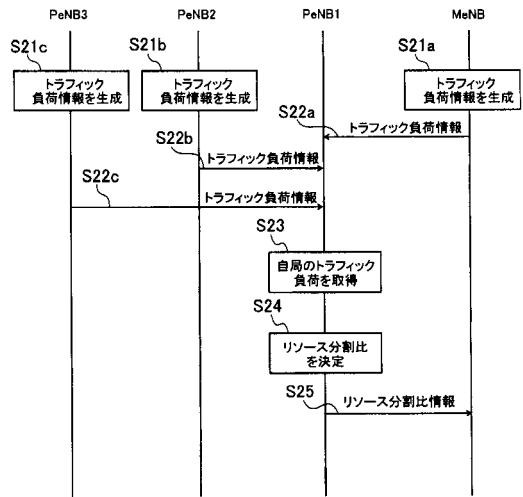
【図9】



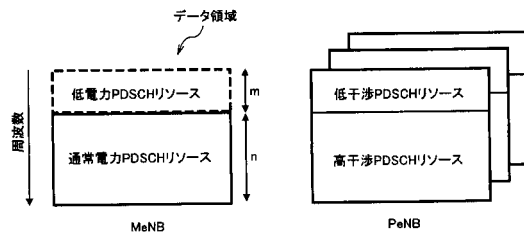
【図7】



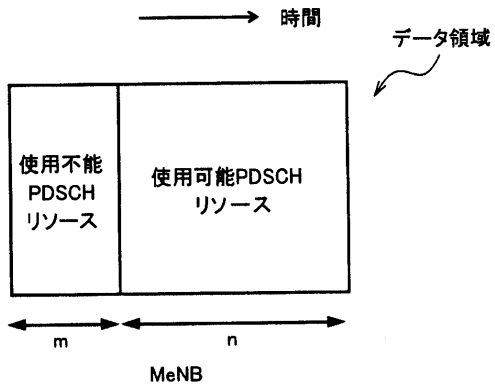
【図10】



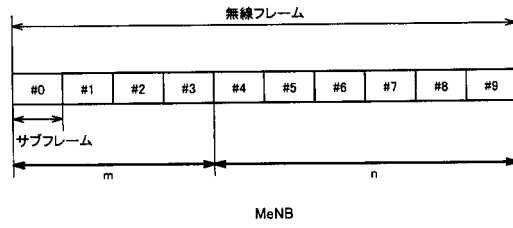
【図11】



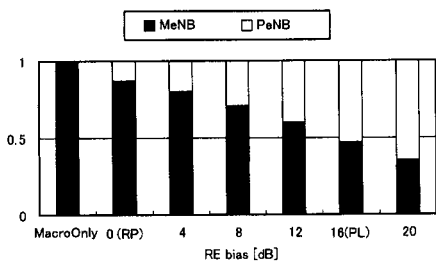
【図 1 2】



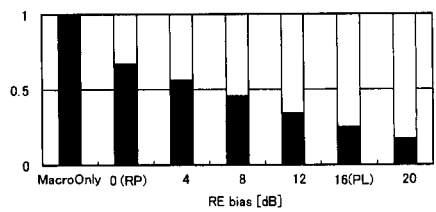
【図 1 3】



【図 1 4】

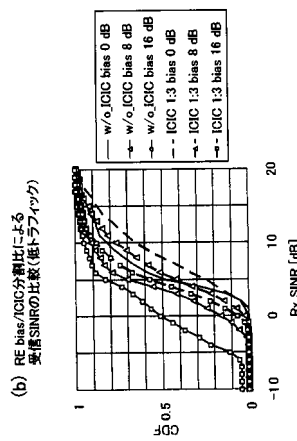


(a) 低トラフィック時

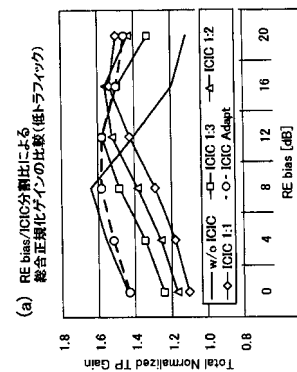


(b) 高トラフィック時

【図 1 5】

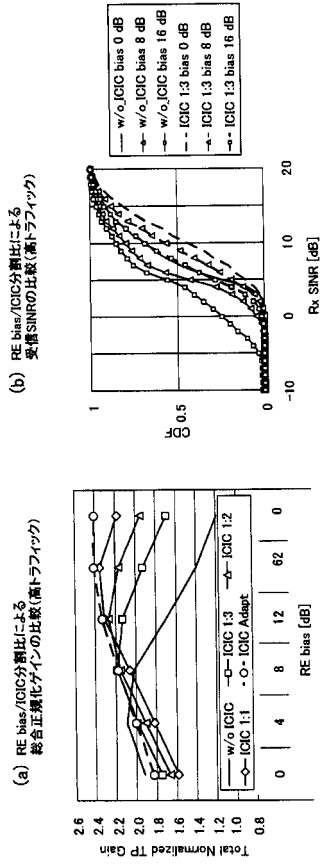


(b) RE bias/ICIC分割比による 受信SINRの比較 (低トラフィック)



(a) RE bias/ICIC分割比による 総合正規化ゲインの比較 (低トラフィック)

【 図 16 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 Kyocera , Range Expansion Performance and Interference Management for Control Channels in Outdoor Hotzone Scen , 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #60bis R1-102363 , 2 0 1 0 年 4 月 1 2 日 , U R L , http://ftp.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_60b/Docs/R1-102363.zip
NTT DOCOMO , Performance Evaluations of Heterogeneous Networks , 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #60 R1-101226 , 2 0 1 0 年 2 月 2 2 日 , U R L , http://ftp.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_60/Docs/R1-101226.zip

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 4 B 7 / 2 4 - 2 6
H 0 4 W 4 / 0 0 - 9 9 / 0 0