

明 細 書

発明の名称：

無線基地局、無線基地局の通信制御方法及びコンピュータプログラム

技術分野

[0001] 本開示は、無線基地局、無線基地局の通信制御方法及びコンピュータプログラムに関する。

背景技術

[0002] UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) 方式やLTE (Long Term Evolution) 方式などのデータ通信端末の普及により、データ通信トラフィックは急増している。特に大きな割合を占める、屋内におけるデータ通信のトラフィック対策が急務となっている。

[0003] 屋内用小電力基地局（フェムトセル）は、ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)、FTTH (Fiber To The Home)、CATVなどのブロードバンド回線（以下BB回線）を介してインターネットやオペレータのコア・ネットワークに接続するものである。フェムトセルは、コア・ネットワークを介さずにデータ通信端末とインターネット間を接続できるため、上述した急増するトラフィック対策として期待される。

[0004] またフェムトセルはユーザによって自宅やオフィス内に設置され、使用可能なユーザ（端末）を限定する事ができ、比較的小さいサービスエリア（カバレッジ）内でデータ通信端末と近距離で通信を行う。従って、フェムトセルは、良好な通信品質と高スループットの通信環境を提供する。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2011-45118号公報

非特許文献

[0006] 非特許文献1：3 G P P T R 2 5 . 9 6 7

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] フェムトセルのサービスエリアはマクロセルのサービスエリアとオーバーラップしている。またフェムトセルは使用可能なユーザ（端末）を限定する仕組みを持つため干渉は重要な問題であり、特に同一周波数で運用されたフェムトセルとマクロセル間では干渉回避は必須となる。

[0008] 従来は、マクロセルあるいはマクロセル端末への干渉を軽減しようとする干渉調整方法は存在している。その一方で、例えば、マクロセルから離れたマクロセル端末がフェムトセル近傍にあり、このマクロセル端末にフェムトセルへのアクセス権が無い場合、このマクロセル端末は遠いマクロセルにアップリンクの送信波を到達させるために大きなアップリンク送信電力を出す必要があり、このマクロセル端末のアップリンク送信波は近くのフェムトセルのアップリンクの受信に過大な干渉を与え、フェムトセル端末のアップリンクのスループットの低下や通信の中断などを生じ得る。このようなデータ通信のアップリンクにおけるフェムトセルやフェムトセル端末への干渉を軽減する有効な手段が従来は無かった。

[0009] 例えば、特許文献1には、基地局間のアップリンク干渉の対策技術に関する開示がある。特許文献1で開示された技術は、アップリンクの干渉を受けた基地局が干渉のある無線リソースの情報を近接する基地局に送信し、この無線リソースを使用している基地局が無線リソースの割り当てを変更するという方法であるが、これをフェムトセルとマクロセル間の干渉回避方法として実現するためには、干渉に関する情報をフェムトセルとマクロセル間で伝達する必要があり、マクロセルのエリアに何千というフェムトセルが配置される場合にはこの干渉情報のメッセージが多くのトラヒックを必要とし、全体の通信容量を圧迫する問題がある。

[0010] また例えば、非特許文献1には、UMTS携帯電話方式のマクロセル端末からフェムトセルへのアップリンク干渉の対策に関しては、アップリンクの

許容ノイズレベルのコントロールの方法の提案がある。例えば、フェムトセルのアップリンク受信に許容されるノイズレベルを大きくすれば、フェムトセルにサービスされる端末のアップリンクの送信電力は大きく制御されるため、他の端末からのアップリンクの干渉に対する影響が相対的に小さくできる。しかし、フェムトセル端末の送信電力を上げる対策は、フェムトセル端末のアップリンクがマクロセルへの干渉を生じさせる可能性があり、またマクロセル端末もフェムトセル端末もその端末の最大電力に到達するまでお互いに送信電力を上げ続ける場合があり、お互いに干渉を与え、システム全体の通信容量を低下させる可能性があるという問題がある。

[0011] そこで、本開示は、上記問題に鑑みてなされたものであり、本開示の目的とするところは、フェムトセル近傍にこのフェムトセル以外の基地局からサービスされている端末があり、この端末にフェムトセルへのアクセス権が無い場合、この端末のアップリンク送信波がフェムトセルのアップリンクの受信に過大な干渉を与えるのを防止し、フェムトセル端末のアップリンクのスループットの低下や通信の中断などを生じるのを簡単に防止することが可能な、新規かつ改良された無線基地局、無線基地局の通信制御方法及びコンピュータプログラムを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0012] 本開示によれば、他の基地局がサービスする第1の端末のアップリンク信号を検出する端末検出部と、無線リソースの割り当て優先度を所定期間記憶する記憶部と、前記記憶部が記憶する無線リソースの割り当て優先度を用いて、自局がサービスする第2の端末へ無線リソースを割り当てるリソース割当部と、を備え、前記リソース割当部は、前記端末検出部が前記第1の端末のアップリンク信号を検出した際に、該第1の端末が次にアップリンクに使用すると推定される無線リソースの割り当て優先度を下げて前記第2の端末には割り当て優先度の高いアップリンクの無線リソースを優先的に割り当てる、無線基地局が提供される。

[0013] また、本開示によれば、他の基地局がサービスする第1の端末のアップリ

ンク信号を検出する端末検出部と、無線リソースの割り当て優先度を所定期間記憶する記憶部と、前記記憶部が記憶する無線リソースの割り当て優先度を用いて、自局がサービスする第2の端末へ無線リソースを割り当てるリソース割当部と、を備え、前記リソース割当部は、前記端末検出部が前記第1の端末のアップリンク信号を検出した際に、該第1の端末が次にダウンリンクに使用すると推定される無線リソースの割り当て優先度を下げて前記第2の端末には割り当て優先度の高いダウンリンクの無線リソースを優先的に割り当てる、無線基地局が提供される。

[0014] また、本開示によれば、他の基地局がサービスする第1の端末のアップリンク信号を検出することと、無線リソースの割り当て優先度を所定期間記憶することと、前記記憶される無線リソースの割り当て優先度を用いて、自局がサービスする第2の端末へ無線リソースを割り当てることと、を備え、前記無線リソースを割り当てることは、前記第1の端末のアップリンク信号が検出された際に、該第1の端末が次にアップリンクに使用すると推定される無線リソースの割り当て優先度を下げて前記第2の端末には割り当て優先度の高いアップリンクの無線リソースを優先的に割り当てる、無線基地局の通信制御方法が提供される。

[0015] また、本開示によれば、他の基地局がサービスする第1の端末のアップリンク信号を検出することと、無線リソースの割り当て優先度を所定期間記憶することと、前記記憶される無線リソースの割り当て優先度を用いて、自局がサービスする第2の端末へ無線リソースを割り当てることと、を備え、前記無線リソースを割り当てることは、前記第1の端末のアップリンク信号が検出された際に、該第1の端末が次にダウンリンクに使用すると推定される無線リソースの割り当て優先度を下げて前記第2の端末には割り当て優先度の高いダウンリンクの無線リソースを優先的に割り当てる、無線基地局の通信制御方法が提供される。

[0016] また、本開示によれば、コンピュータに、他の基地局がサービスする第1の端末のアップリンク信号を検出することと、無線リソースの割り当て優先

度を所定期間記憶することと、前記記憶される無線リソースの割り当て優先度を用いて、自局がサービスする第2の端末へ無線リソースを割り当てることと、を実行させ、前記無線リソースを割り当てることは、前記第1の端末のアップリンク信号が検出された際に、該第1の端末が次にアップリンクに使用すると推定される無線リソースの割り当て優先度を下げて前記第2の端末には割り当て優先度の高いアップリンクの無線リソースを優先的に割り当てる、コンピュータプログラムが提供される。

[0017] また、本開示によれば、コンピュータに、他の基地局がサービスする第1の端末のアップリンク信号を検出することと、無線リソースの割り当て優先度を所定期間記憶することと、前記記憶される無線リソースの割り当て優先度を用いて、自局がサービスする第2の端末へ無線リソースを割り当てることと、を実行させ、前記無線リソースを割り当てることは、前記第1の端末のアップリンク信号が検出された際に、該第1の端末が次にダウンリンクに使用すると推定される無線リソースの割り当て優先度を下げて前記第2の端末には割り当て優先度の高いダウンリンクの無線リソースを優先的に割り当てる、コンピュータプログラムが提供される。

発明の効果

[0018] 以上説明したように本開示によれば、フェムトセル近傍にこのフェムトセル以外の基地局からサービスされている端末があり、この端末にフェムトセルへのアクセス権が無い場合、この端末のアップリンク送信波がフェムトセルのアップリンクの受信に過大な干渉を与えるのを防止し、フェムトセル端末のアップリンクのスループットの低下や通信の中断などを生じるのを簡単に防止することが可能な、新規かつ改良された無線基地局、無線基地局の通信制御方法及びコンピュータプログラムを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]一般的な通信システムの構成例を示す説明図である。

[図2]周波数多重（FDD）のLTE方式におけるダウンリンク信号のフレームフォーマットの例を示す説明図である。

[図3]周波数多重（FDD）のLTE方式におけるアップリンク信号のフレームフォーマットの例を示す説明図である。

[図4]マクロセル端末からフェムトセルへのアップリンク干渉が発生する状態を示す説明図である。

[図5]ハイブリッドARQ確認応答のタイミング例を示す説明図である。

[図6]周波数多重（FDD）のLTE方式における、マクロセルとフェムトセルのアップリンク干渉の例を示す説明図である。

[図7]本開示の一実施形態に係るデータ通信システムの全体構成を示す説明図である。

[図8]本開示の一実施形態に係るフェムトセル20に含まれる制御部22の構成を示す説明図である。

[図9]本開示の一実施形態にかかるフェムトセル20のアップリンクのリソース割り当て方法の例を示す説明図である

[図10]ハイブリッドARQ確認応答のタイミング例を示す説明図である。

[図11]周波数多重（FDD）のLTE方式における、マクロセルとフェムトセルのダウンリンク干渉の例を示す説明図である。

[図12]フェムトセル20のダウンリンクのリソース割り当て方法の例を示す説明図である。

[図13]マクロセル35とフェムトセル20との間の制御チャネルのタイミングシフトの例を示す説明図である。

[図14]PDCCHの制御情報の処理例を示す説明図である。

[図15]フェムトセル20における無線通信部24の構成例を示す説明図である。

[図16]フェムトセル20のマクロセル端末検出処理を示す流れ図である。

[図17]フェムトセル20のダウンリンクスケジューリング処理を示す流れ図である。

[図18]フェムトセル20のアップリンクスケジューリング処理を示す流れ図である。

発明を実施するための形態

[0020] 以下に添付図面を参照しながら、本開示の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

[0021] なお、説明は以下の順序で行うものとする。

< 1. 従来技術及びその問題点 >

< 2. 本開示の一実施形態 >

[データ通信システムの全体構成]

[データ通信システムの動作]

< 3. まとめ >

[0022] < 1. 従来技術及びその問題点 >

まず、本開示の好適な実施の形態について詳細に説明するにあたり、従来技術及びその問題点について説明する。

[0023] 図 1 は、一般的な通信システムの構成例を示す説明図である。イスターネットと、コア・ネットワーク A とが相互に接続されており、コア・ネットワーク A にはマクロセルが、イスターネットにはフェムトセルが、それぞれ接続されている。そして図 1 には、コア・ネットワーク A のマクロセルと通信するマクロセル端末 (Macro UE) 及びフェムトセルと通信するフェムトセル端末 (Femto UE) が図示されている。

[0024] 図 2 は周波数多重 (FDD) の LTE 方式におけるダウンリンク信号のフレーム構造の例を示す説明図である。

[0025] LTE 方式の基地局が端末へ送信するダウンリンクの物理チャネルおよび信号には、個別ユーザ向けデータを伝送する物理下り共用チャネル (PDSCH)、ダウンリンクの制御情報を伝送する物理下り制御チャネル (PDCCH)、端末がネットワークにアクセスするために必要なシステム情報を伝送する物理報知チャネル (PBCH)、端末に対しトランスポートブロックを再送すべきか否かを示すための確認応答を伝送する物理ハイブリッド AR

Q通知チャネル（P H I C H）、P D C C H復号に必要な情報を伝送する物理制御フォーマット通知チャネル（P C F I C H）、端末が変動する下り物理チャネルにおいて同期検波を行うためダウンリンクのチャネル推定に使用されるダウンリンク基準信号（R e f e r e n c e S i g n a l）、端末のセルサーチを助けセルの物理レイヤセルID（P C I）を検出できるようにする第1同期信号（P S S）および第2同期信号（S S S）などがあり、物理ハイブリッドA R Q通知チャネル（P H I C H）と物理制御フォーマット通知チャネル（P C F I C H）は各サブフレームの最初のO F D Mシンボルに割り当てられ、制御エリア（各サブフレームの最初の3つのO F D Mシンボル）の残りのリソース・エレメントに物理下り制御チャネル（P D C C H）が割り当てられる。

[0026] 端末は、個々の基地局に割り振られる物理レイヤセルID（P C I）に対応した信号系列を使用した第1同期信号（P S S）および第2同期信号（S S S）を検出することによって、P C Iとフレームタイミングとを検出する。またP S SとS S Sの無線フレーム内の配置は、周波数多重方式（F D D）と時間多重方式（T D D）とでは異なるため、端末はP S SおよびS S Sの検出と同時に、サーチしているセルがF D DシステムとT D Dシステムのどちらを使用しているかをも判定できる。基地局のシステム帯域幅が未知であっても簡易にセルサーチを可能にするために同期信号はサービス帯域幅によらず常に中央の6リソースブロックの帯域に配置している。

[0027] システム情報は物理報知チャネル（P B C H）と物理下り共用チャネル（P D S C H）にマッピングされている。P B C Hにはダウンリンクのセル帯域幅、送信アンテナ数、制御情報の構造などのマスター情報ブロック（M I B）がマッピングされ、P D S C Hには端末がこのセルに在圏できるかどうかの情報、アップリンクの帯域幅、ランダム・アクセス・チャネルのパラメータ、アップリンク送信電力制御に関するパラメータ、セル再選択に関する情報、隣接セルに関する情報などのシステム情報ブロック（S I B）がマッピングされている。フレームタイミングを検出した端末はP B C Hにマッピ

ングされたM I Bを復号し、M I Bからダウンリンクのセル帯域幅を知り、P D C C Hを受信してS I Bが割り当てられるP D S C Hのリソースブロックの位置を知り、対応するP D S C HからS I B情報を復号する。

[0028] 図2では、セル固有基準信号(C R S)は、周波数領域では6サブキャリア間隔で、スロット内の第1番目と最後から3番目のO F D Mシンボルに挿入される例を示しているが、スタートのサブキャリアの位置は物理レイヤセルI D(P C I)によって異なる。またダウンリンク複数アンテナ送信の場合に、アンテナごとの基準信号が重ならないようにアンテナポートごとにO F D Mシンボルとサブキャリアにオフセットが付加される。

[0029] 端末は、既に検出したP C Iと送信アンテナ数から、検出すべきセル固有基準信号(C R S)の挿入されたリソース・エレメントの位置を知り、その受信強度を測定して、この測定値を定期的に基地局に報告することが可能となる。

[0030] L T E方式では、端末の使用する無線リソースはダウンリンクもアップリンクもリソースブロック単位で基地局から割り当てられる。

[0031] 各端末へのダウンリンクのリソース割り当て(スケジューリング情報)は、割り当てられるリソースと同じサブフレームのP D C C Hで通知される。スケジューリング情報には割り当てられるリソースブロックの位置に加え、変調および符号化方式、ハイブリッドA R Q処理情報などが含まれる。基地局はサービスする各端末を識別するため、端末毎に端末I Dを割り振る。スケジューリング情報はこの端末I Dを使用して巡回冗長検査(C R C)演算を行っており、端末は自分の端末I Dを使ってC R Cチェックが通る情報のみ復号することで、他の端末に宛てたスケジューリング情報を復号せずに、自分に必要なスケジューリング情報のみ復号することが可能となる。

[0032] 図3は周波数多重(F D D)のL T E方式におけるアップリンク信号のフレームフォーマットの例を示す説明図である。

[0033] L T E方式の端末が基地局へ送信するアップリンクの物理チャネルおよび信号には、個別ユーザデータを伝送する物理上り共用チャネル(P U S C H

(、ダウンリンク・トランスポートブロックを再送すべきか否かを示すためのハイブリッドARQ確認応答の送信、アップリンクデータ送信のためのリソース要求、ダウンリンクのチャネル状態報告などのために使用される物理上り制御チャネル (PUSCH)、ランダムアクセスに使用される物理ランダム・アクセス・チャネル (PRACH)、基地局が同期検波を行うために使用されるアップリンク基準信号 (DRS) などがある。

[0034] 各端末へのアップリンクのリソース割り当て (スケジューリング情報) は、割り当てられるリソースの4つ前のサブフレームの物理下り制御チャネル (PDCCH) で通知される。スケジューリング情報には割り当てられるリソースブロックの位置に加え、アップリンクの周波数ホッピング情報、変調および符号化方式、初期送信によるバックリニアに使用する新データ表示、物理上り共用チャネル (PUSCH) 用送信電力制御ビットなどが含まれる。スケジューリング情報は端末IDを使用して巡回冗長検査 (CRC) 演算を行っており、端末は自分の端末IDを使ってCRCチェックが通る情報のみ復号することで、他の端末に宛てたスケジューリング情報を復号せずに、自分に必要なスケジューリング情報のみ復号することが可能となる。

[0035] PUSCHの伝送では、セルごとに異なる基準信号系列と端末毎に異なる位相回転が与えられた基準信号 (DRS) が、各スロットの第4シンボルを使って送信される。

[0036] フェムトセルのサービスエリアはマクロセルのサービスエリアとオーバーラップしている。またフェムトセルは使用可能なユーザ (端末) を限定する仕組みを持つため干渉は重要な問題であり、特に同一周波数で運用されたフェムトセルとマクロセル間では干渉回避は必須となる。

[0037] 例えば、フェムトセルにアクセスが許されていないマクロセルからサービスされている端末 (マクロセル端末) がフェムトセルの近傍にいる場合に、マクロセルからのダウンリンク信号よりフェムトセルからのダウンリンク信号が大きくなってもマクロセル端末はフェムトセルへのアクセスが許されず、フェムトセルが送信するダウンリンク信号がマクロセル端末にとっては干

渉雑音となるため、マクロセル端末の受信スループットが低下するなど、通信品質が悪化し通信が中断することもあり得る。一方、フェムトセルからサービスされている端末（フェムトセル端末）にとっては、マクロセルから送信されるダウンリンク信号が干渉雑音となる。図4は、マクロセル端末からフェムトセルへのアップリンク干渉が発生する状態を示す説明図である。

[0038] フェムトセルとマクロセル間の干渉を軽減する方法として、例えばLTE方式の干渉調整方法が3GPP TR 36.921に提案されている。ダウンリンクの制御チャネルの干渉調整方法としては制御チャネルのシンボルレベルのタイミングシフトが提案されている。ダウンリンクのデータチャネルの干渉調整方法としてはfrequency reuseやフェムトセルの送信電力制御などの方法が提案されている。またアップリンクの制御チャネルの干渉調整方法としては周波数ドメインでの割り当て方法が提案されている。アップリンクのデータチャネルの干渉調整方法としてはフェムトセル端末の送信電力制御方法が提案されている。以上の干渉調整方法は全てマクロセルあるいはマクロセル端末への干渉を軽減しようとする方法となっている。

[0039] 上述したように、例えば、マクロセルから離れたマクロセル端末がフェムトセル近傍にあり、このマクロセル端末にフェムトセルへのアクセス権が無い場合、このマクロセル端末は遠いマクロセルにアップリンクの送信波を到達させるため大きなアップリンク送信電力を出す必要があり、このマクロセル端末のアップリンク送信波は近くのフェムトセルのアップリンクの受信に過大な干渉を与え、フェムトセル端末のアップリンクのスループットの低下や通信の中断などを生じ得る。このようなデータ通信のアップリンクにおけるフェムトセルやフェムトセル端末への干渉を軽減する有効な手段が従来は無かった。

[0040] 図5は、周波数多重（FDD）のLTE方式における、アップリンクのトランスポートブロックを載せた端末の送信データと、端末のトランスポートブロックを再送すべきか否かを基地局から端末にダウンリンクで通知するハ

イブリティットA R Q確認応答のタイミツク例を示す説明図である。

[0041] 図5に示すように、アツプリソクのアケジューリソク情報はダウソソクの制御情報を伝送する物理下リ制御チャネル(P D C C H)で n 番目のサブフレームを用いて端末に送られ、端末は同じサブフレーム n の中で伝搬遅延 T_p 後にそのデータを受信する。端末送信から基地局受信にも同様の伝搬遅延があるため端末の送信サブフレームと受信サブフレームには $2 * T_p$ のずれがある。

[0042] アツプリソクのトランスポートブロックを載せる物理上リ共用チャネル(P U S C H)は、スケジューリソク情報が送られたサブフレームの4つ後のサブフレームに許可される。端末はアツプリソクの $n+4$ 番目のサブフレームで、P U S C Hを用いてトランスポートブロックデータを基地局に送り、基地局は $n+4$ 番目のサブフレームで受信する。

[0043] 基地局は物理ハイブリティットA R Q通知チャネル(P H I C H)を用いて、ハイブリティットA R Q確認応答をダウソソクの $n+8$ 番目のサブフレームで端末に送信する。否定確認応答(N A K)が送られた場合には、その4つ後の $n+12$ 番目のサブフレームで再送が行われる。再送の際に利用されるリソースブロックは、P D C C Hから明示的な指定されない限り初回の送信と同じものが使用される。このようにアツプリソクでは再送を行うサブフレームが前もって分かっており、リソースブロックも同じものが使用される。

[0044] 図6は、周波数多重(F D D)のL T E方式における、アクロセルとフェムトセルのアツプリソク干渉の例を示す説明図である。アクロセルから離れたアクロセル端末がフェムトセル近傍にあり、このアクロセル端末にフェムトセルへのアクセス権が無い場合、このアクロセル端末は遠いアクロセルにアツプリソクの送信波を到達させるため大きなアツプリソク送信電力を出す必要がある、このアクロセル端末のアツプリソク送信波と同じリソースブロックを使用するフェムトセル端末のアツプリソクは過大な干渉を受ける。また逆に、フェムトセルのアツプリソクの通信品質が悪化することによりフェムトセル端末の送信電力を大きくする制御が生じ、アクロセルへのアツプリ

ンクへの干渉をも生じ得る。このような状態はマクロセル端末とフェムトセル端末にお互いに再送を生じさせることになり、マクロセル端末とフェムトセル端末の双方のスループットの低下が生じ得る。

[0045] そこで、以下で説明する本開示の好適な実施の形態では、フェムトセル近傍にこのフェムトセル以外の基地局からサービスされている端末があり、この端末にフェムトセルへのアクセス権が無い場合、この端末のアップリンク送信波がフェムトセルのアップリンクの受信に過大な干渉を与えるのを防止し、フェムトセル端末のアップリンクのスループットの低下や通信の中断などを生じるのを簡単に防止することが可能なフェムトセル基地局について説明する。

[0046] <2. 本開示の一実施形態>

[データ通信システムの全体構成]

図7は、本開示の一実施形態に係るデータ通信システムの全体構成を示す説明図である。以下、図7を用いて本開示の一実施形態に係るデータ通信システムの全体構成について説明する。

[0047] 図7に示したデータ通信システム1は、フェムトセルを含むデータ通信システムである。図7に示したように、本開示の一実施形態に係るデータ通信システム1は、データ通信端末10a、10b、10cと、フェムトセル（屋内小型基地局）20と、インターネット31と、フェムトセルゲートウェイ32と、コア・ネットワーク33と、BB回線モデム34と、マクロセル（屋外基地局）35と、ピコセル36と、加入者情報サーバ37と、フェムトセル管理サーバ40と、を含んで構成される。

[0048] マクロセル（屋外基地局）35は、セル半径が数百mから数十kmの比較的広い範囲をカバーする基地局である。フェムトセル（屋内小型基地局）20は、セル半径が数十m程度の送信電力の小さい基地局である。フェムトセル20は、マクロセルの電波が届きにくい屋内に設置して使用できる。フェムトセル20は例えば、BB回線モデム34、BB回線、インターネット31、フェムトセルゲートウェイ32を経由してコア・ネットワーク33と接

続する。フェムトセル20と、フェムトセルゲートウェイ32の間の通信インタフェースは、例えばLte-Uh (3GPP TS 25.467) という標準インタフェースで定義されている。

[0049] フェムトセル20は、データ通信端末10aと無線通信を行う無線通信部24と、フェムトセル管理サーバ40やフェムトセルゲートウェイ32と有線通信を行うIP通信部25と、周辺基地局のダウンリンク電波の測定のための無線通信部の周波数切替えの制御や、基準信号の測定制御などを行う制御部22と、フェムトセル管理サーバ40のアドレスやフェムトセルゲートウェイ32のアドレス、フェムトセル20にアクセス可能な端末のID (Allowed CSG List) などを記憶している記憶部26と、を含んで構成される。また記憶部26には、キャリア周波数や最大送信電力などのフェムトセル20の無線パラメータも記憶されている。

[0050] フェムトセル管理サーバ40は、一つの事業者が扱うフェムトセルの立ち上げ準備やメンテナンスなどを行うサーバであり、複数のフェムトセルとの間の通信などを行うIP通信部42と、記憶部41と、を含んで構成される。記憶部41には、フェムトセル管理サーバ40が管理するフェムトセルが使用している物理セルID、キャリア周波数、隣接セル情報、位置情報などが記憶されている。図7には、ある事業者（例えば事業者Aとする）が運用する1つのフェムトセル管理サーバ40のみを記載しているが、他の事業者も同様のサーバを運用している。なお、本開示においては、複数の事業者が管理するフェムトセルを1つのフェムトセル管理サーバで管理するようにしてもよい。

[0051] 事業者Aの運用するフェムトセル20はフェムトセルゲートウェイ32を介しコア・ネットワーク33に接続している。同様に、マクロセル35は事業者Aの運用するマクロセルであり、ピコセル36は事業者Aの運用するピコセルである。事業者Aはダウンリンクキャリア周波数Aを運用しており、マクロセル35、ピコセル36、フェムトセル20はダウンリンクにキャリア周波数Aを送信している。

- [0052] データ通信端末 10a、10b、10c は、いずれもコア・ネットワーク 33 を運用する事業者 A と契約した端末であり、データ通信端末 10a はフェムトセル 20 を利用可能な屋内にあり、データ通信端末 10b はピコセル 36 を介して通信しており、データ通信端末 10c はマクロセル 35 を介して通信している。
- [0053] マクロセル 35 が送信するダウンリンク信号は、データ通信端末 10b にとって干渉雑音である。従って、マクロセル 35 とピコセル 36 との間で干渉調整が行われ、マクロセル 35 が使用する ABS の情報がピコセル 36 に通知される。ピコセル 36 は、データ通信端末 10b への重要なダウンリンク信号を、マクロセル 35 で ABS に指定されたサブフレームの時間に相当するピコセル 36 のダウンリンクのサブフレームに割り当てて送信する。
- [0054] フェムトセル 20 の電源が投入されると、フェムトセル 20 はマクロセル 35 を含む周辺基地局の電波をサーチし受信電力を測定し、基地局の報知情報を受信して入手する。またフェムトセル 20 は、フェムトセル管理サーバ 40 に接続し、予め登録してある位置情報の周辺にあたる基地局の情報を入手し、フェムトセル 20 の測定結果と照合して位置を確認し、周辺基地局が使用する無線パラメータと重ならないような最適な無線パラメータを選択する。
- [0055] フェムトセル 20 が送信するダウンリンク信号はデータ通信端末 10c にとって干渉雑音であり、フェムトセルは定期的に周辺基地局の基準信号の強度の測定結果に従って干渉を最低限に抑えるようにフェムトセルの最大送信電力を決定する。
- [0056] 以上、図 7 を用いて本開示の一実施形態に係るデータ通信システムの全体構成について説明した。次に、本開示の一実施形態に係るフェムトセル 20 に含まれる制御部 22 の構成について説明する。
- [0057] 図 8 は、本開示の一実施形態に係るフェムトセル 20 に含まれる制御部 22 の構成を示す説明図である。以下、図 8 を用いて本開示の一実施形態に係るフェムトセル 20 に含まれる制御部 22 の構成について説明する。

[0058] 図8に示したように、制御部22は、端末検出部51と、リソース割当部52と、を含んで構成される。端末検出部51は、他の基地局であるマクロセル35がサービスするデータ通信端末10cのアップリンク信号を検出する。リソース割当部52は、記憶部26が記憶する無線リソースの割り当て優先度を用いて、フェムトセル20がサービスするデータ通信端末10aへ無線リソースを割り当てる。リソース割当部52は、端末検出部51がデータ通信端末10cのアップリンク信号を検出した際に、データ通信端末10cが次にアップリンク、またはダウンリンクに使用すると推定される無線リソースの割り当て優先度を下げて、データ通信端末10aには割り当て優先度の高いアップリンク、またはダウンリンクの無線リソースを優先的に割り当てる。

[0059] 以上、図8を用いて本開示の一実施形態に係るフェムトセル20に含まれる制御部22の構成について説明した。なお、制御部22は、例えば、制御部22が、記憶部26に格納されているコンピュータプログラムを読みだして実行することで、図8に示したような機能構成を有することができる。

[0060] 次に、本開示の一実施形態に係るフェムトセル20を含んだデータ通信システムの動作について説明する。

[0061] [データ通信システムの動作]

例えばLTE方式では、PUSCHの第4シンボルに配置されるアップリンクの復調用基準信号(DRS)にセルごとに異なる基準信号系列が使用され、端末毎に異なる位相回転が与えられて、各端末が識別される。フェムトセル20は、フェムトセル20が使用している基準信号系列以外の基準信号系列を使用したDRSを含んだアップリンク信号の強度を検出することで、マクロセル端末であるデータ通信端末10cを検出することが可能となる。フェムトセル20が、例えば予め定めた閾値よりも大きなアップリンク信号を受信し、且つアップリンク信号に含まれるDRSがマクロセル35で使用されているものである場合に、以下のようにフェムトセル端末であるデータ通信端末10aのアップリンクリソース割り当てを行うようにする。

- [0062] 一例として、例えばLTE方式のフェムトセル20が、マクロセル端末であるデータ通信端末10cのアップリンクを検出した場合に、検出したサブフレームの8つ後のサブフレームにおける、フェムトセル端末であるデータ通信端末10aのアップリンクリソースの割り当ての優先度を下げるようにする方法で、データ通信端末10aのアップリンクリソース割り当てを行う。
- [0063] 図9は、本開示の一実施形態にかかるフェムトセル20のアップリンクのリソース割り当て方法の例を示す説明図である。マクロセル端末であるデータ通信端末10cは、 n 番目のサブフレームでアップリンクの割り当て許可をマクロセル35から得て、 $n+4$ 番目のサブフレームでトランスポートブロックを送信している。このデータ通信端末10cは、マクロセル35から遠く、フェムトセル20に近くなれば、電波干渉が悪く、マクロセル35からデータの再送を要求される頻度が高いことが予想される。
- [0064] マクロセル35から、ハイブリッドARQの確認応答で否定確認応答（NACK）が+8番目のサブフレームでデータ通信端末10cに送られ、データ通信端末10cは、再送データをアップリンクの $n+12$ 番目のサブフレームで送っている。
- [0065] フェムトセル20は、フェムトセル端末であるデータ通信端末10aからアップリンク送信の要求があると、 $n+5$ 番目のサブフレームでアップリンクのリソースの割り当て許可を出し、データ通信端末10aは $n+9$ 番目のサブフレームで送信している。これは、 $n+1$ 番目のサブフレームでデータ通信端末10aのアップリンクをフェムトセル20が検出しなかったため、割り当ての優先度が低くなかったためである。
- [0066] $n+4$ 番目のサブフレームでフェムトセル20はマクロセル端末であるデータ通信端末10cのアップリンクを検出すると、 $n+12$ 番目のサブフレームでフェムトセル端末であるデータ通信端末10aにアップリンクを割り当てないように、フェムトセル20は $n+8$ 番目のサブフレームで、データ通信端末10aにアップリンクの割り当て許可を出さないように割り当て優

先度を下げる。

- [0067] つまりフェムトセル20が、フェムトセル端末であるデータ通信端末10aのアップリンクリソースを割り当てる際に、4つ前のサブフレームでマクロセル端末であるデータ通信端末10cのアップリンクを検出していないサブフレームのリソースを優先して割り当てる。
- [0068] マクロセル端末であるデータ通信端末10cによるアップリンク送信が複数のサブフレームで連続して送信され、フェムトセル20で優先して割り当てられるサブフレームが無い場合には、フェムトセル20は、サブフレーム中の複数のリソースブロックのうちマクロセルのアップリンク送信で使用されたリソースブロック以外のリソースブロックを優先して割り当ててもよい。
- [0069] マクロセル端末であるデータ通信端末10cのアップリンクでは、初回送信と同じリソースブロックを使用して再送を行う確率が高いので、フェムトセル20は、データ通信端末10cのアップリンク送信を検出したリソースブロックと同一のリソースブロックへの割り当て優先度をさらに下げるという方法でも干渉を確率的に低減し得る。
- [0070] このようにして、マクロセル35が再送データを送信すると予想されるサブフレームに、フェムトセル端末であるデータ通信端末10aのアップリンクのリソースを割り当てないようにリソース割り当ての優先度を下げ、マクロセル端末であるデータ通信端末10cとフェムトセル端末であるデータ通信端末10aがお互いに干渉を与え続けることが無いようにすることが可能になる。
- [0071] ダウンリンクにおいても、アップリンクと同様の干渉のメカニズムによってマクロセル35およびフェムトセル20のスループットの低下が起こり得る。
- [0072] 図10は、周波数多重(FDD)のLTE方式における、ダウンリンクのトランスポートブロックを載せた基地局の送信データと、基地局のトランスポートブロックを再送すべきか否かを基地局にアップリンクで通知するハイ

ブリッドARQ確認応答のタイミング例を示す説明図である。

- [0073] フェムトセル20やマクロセル35からのダウンリンクのスケジューリング情報は、ダウンリンクの制御情報を伝送する物理下り制御チャネル（PDCCH）で n 番目のサブフレームを用いてフェムトセル端末であるデータ通信端末10aやマクロセル端末であるデータ通信端末10cに送られ、各データ通信端末10a、10cは、同じ n 番目のサブフレームの中で伝搬遅延 T_p 後にそのデータを受信する。
- [0074] 各データ通信端末10a、10cの送信から、フェムトセル20やマクロセル35での受信にも同様の伝搬遅延があるため、各データ通信端末10a、10cの送信サブフレームと受信サブフレームには $2 * T_p$ のずれがある。ダウンリンクのトランスポートブロックを載せる物理下り共用チャネル（PDSCH）はスケジューリング情報が送られた同じサブフレームで端末に送信され、各データ通信端末10a、10cは n 番目のサブフレームで受信する。
- [0075] 各データ通信端末10a、10cはハイブリッドARQ確認応答を物理上り共用チャネル（PUSCH）または物理上り制御チャネル（PUCCH）を用いてアップリンクの $n+4$ 番目のサブフレームでフェムトセル20やマクロセル35に送信する。フェムトセル20やマクロセル35はハイブリッドARQ確認応答を受信すると、必要であれば $n+8$ 番目のサブフレームで下りリンクデータを再送することが可能となる。再送データは、原則的には最初の送信と類似して再送がスケジュールされるが、再送データも初回データと同様にスケジューリング情報によって周波数軸上の配置、送信形式を変えることができる。
- [0076] 図11は、周波数多重（FDD）のLTE方式における、マクロセル35とフェムトセル20のダウンリンク干渉の例を示す説明図である。マクロセル35から離れたマクロセル端末であるデータ通信端末10cがフェムトセル20の近傍にあり、このデータ通信端末10cにフェムトセル20へのアクセス権が無い場合、このデータ通信端末10cにおけるマクロセル35の

ダウンリンク信号の受信レベルに比べてフェムトセル20のダウンリンク信号の受信レベルが大きいことが予想される。

[0077] フェムトセル20が、フェムトセル端末であるデータ通信端末10aのダウンリンクに割り当てたサブフレームとリソースブロックが重なると、フェムトセル20のダウンリンクはマクロセル35のダウンリンクに過大な干渉を与え、マクロセル35のダウンリンクデータの再送を生じさせ得る。

[0078] またダウンリンクが送信された4つ後のサブフレームでは、マクロセル端末であるデータ通信端末10cが送信するハイブリッドARQ確認応答とデータ通信端末10aが送信するハイブリッドARQ確認応答が同じサブフレームで送信されることになり、データ通信端末10cのアップリンクはその送信電力が大きいことからフェムトセル20のアップリンクに過大な干渉を与え、フェムトセル20がデータ通信端末10aの送信するハイブリッドARQ確認応答を受信するのをデータ通信端末10cが妨害し、フェムトセル20のダウンリンクデータの再送を生じさせ得る。

[0079] このような状態はマクロセル35とフェムトセル20にお互いに再送を生じさせることになり、データ通信端末10aとデータ通信端末10cの双方のスループットの低下が生じ得る。このような場合が発生しないような、フェムトセル20による干渉調整方法について説明する。

[0080] 例えばLTE方式のフェムトセル20が、マクロセル端末であるデータ通信端末10cのアップリンクを検出し、このアップリンクがハイブリッドARQ確認応答だった場合には、フェムトセル20は、検出したサブフレームの4個後のサブフレームにおけるフェムトセル端末ダウンリンクリソースの割り当ての優先度を下げようとする。

[0081] 図12は、フェムトセル20のダウンリンクのリソース割り当て方法の例を示す説明図である。マクロセル35は、n番目のサブフレームでダウンリンクのトランスポートブロックを、マクロセル端末であるデータ通信端末10cに送信しているとする。

[0082] このデータ通信端末10cは、マクロセル35から遠くフェムトセル20

に近いため、電波干渉が悪くデータの再送を要求する頻度が高いことが予想される。データ通信端末 10c からハイブリッド ARQ の確認応答で否定確認応答 (NAK) が $n+4$ 番目のサブフレームでマクロセル 35 に送られ、マクロセル 35 は再送データをダウンリンクの $n+8$ 番目のサブフレームで送っている。

[0083] フェムトセル 20 は、 $n+6$ 番目のサブフレームでトランスポートブロックをフェムトセル端末であるデータ通信端末 10a に送信している。これは、 $n+2$ 番目のサブフレームで、マクロセル端末であるデータ通信端末 10c のアップリンクをフェムトセル 20 が検出しなかったため、割り当ての優先度が低くなかったためである。フェムトセル 20 は、 $n+4$ 番目のサブフレームで、データ通信端末 10c のアップリンクを検出し、このアップリンクがハイブリッド ARQ 確認応答であることを検出すると、 $n+8$ 番目のサブフレームでダウンリンクを割り当てないようにその割り当て優先度を下げる。

[0084] つまり、フェムトセル 20 が、フェムトセル端末であるデータ通信端末 10a のダウンリンクリソースを割り当てる際に、4 つ前のサブフレームでマクロセル端末であるデータ通信端末 10c のアップリンクを検出していないサブフレームのリソースを優先して割り当てる。さらに、フェムトセル 20 は、このアップリンク信号を復号し、このアップリンク信号がハイブリッド ARQ 確認応答であるか否かを判定して割り当て優先度を決めても良い。

[0085] このようにして、フェムトセル 20 は、マクロセル 35 が再送データを送信すると予想されるサブフレームに、フェムトセル 20 のダウンリンクのリソースを割り当てないようにリソース割り当ての優先度を下げることで、マクロセル 35 とフェムトセル 20 とがお互いに干渉を与え続けることが無いようにすることが可能になる。

[0086] フェムトセル 20 は、マクロセル 35 の制御情報 (PDCCH, PHICH) の検出により、干渉調整を調整しても良い。例えば、図 9 に示したアップリンク干渉調整方法において、フェムトセル 20 は、マクロセル 35 の P

D C C H上の、マクロセル端末であるデータ通信端末10cへのアップリンクのスケジューリング情報や、マクロセル35のP H I C H上の、データ通信端末10cへのハイブリッドA R Q確認応答を検出することによって、であるデータ通信端末10cのアップリンクに使用するサブフレームおよびリソースブロックを確実に知ることが可能となる。

[0087] また同様に、図12に示したダウンリンク干渉調整方法において、フェムトセル20は、マクロセル35のP D C C H上の、マクロセル端末であるデータ通信端末10cへのダウンリンクのスケジューリング情報を検出すれば、データ通信端末10cのダウンリンクに使用するサブフレームおよびリソースブロックを確実に知ることが可能となる。

[0088] フェムトセル20が、マクロセル35のP D C C H上のデータ通信端末10cへのアップリンクおよびダウンリンクのスケジューリング情報、P H I C H上のデータ通信端末10cへのハイブリッドA R Q確認応答などの検出は、例えば従来技術であるマクロセルとフェムトセルの制御チャネルのタイミングシフト、マクロセル制御領域でのフェムトセルのダウンリンク送信の一時停止と、マクロセル端末IDの検出方法の使用によって可能となる。

[0089] 図13は、マクロセル35とフェムトセル20との間の制御チャネルのタイミングシフトの例を示す説明図である。マクロセル35とフェムトセル20のP D C C H、P H I C H、P C F I C H、P B C Hなどのダウンリンク制御チャネルの干渉回避のため、3 G P P T R 36.921には、図13に示す制御チャネルのシンボルレベルのタイミングシフトと、マクロセル制御領域（P D C C Hの領域）でのフェムトセルのダウンリンク送信の一時停止が提案されている。

[0090] また、フェムトセル20は、マクロセル端末IDの検出方法を、以下のようにして実行することができる。マクロセル制御領域（P D C C Hの領域）でフェムトセル20のダウンリンク送信を一時停止することにより、フェムトセル20は、マクロセル35のP D C C H、P H I C Hを受信することが可能になる。

[0091] 例えばLTE方式のフェムトセル20が、マクロセル35から受信した4サブフレーム分のPDCCH情報を記憶する機能を持ち、フェムトセル20はマクロセル端末であるデータ通信端末10cのアップリンクのPUSCHを検出したとき、この4サブフレーム前のPDCCH情報から、検出したPUSCHのリソースブロックに対応するリソーススケジューリング情報を抽出し、この割り当て情報に付加されている端末IDを検出することが可能となる。

[0092] 図14はPDCCHの制御情報の処理例を示す説明図である。例えば端末へのアップリンクのリソース割り当て（スケジューリング情報）は、割り当てられるリソースの4つ前のサブフレームの物理下り制御チャネル（PDCCH）で通知される。割り当てられるリソースブロックの位置、アップリンクの周波数ホッピング情報、変調および符号化方式、初期送信によるバッファクリアに使用する新データ表示、物理上り共用チャネル（PUSCH）用送信電力制御ビットなどを含む制御情報が与えられる。

[0093] 制御情報には巡回冗長検査（CRC）が付加される（ステップS101a、101b、101c）が、このCRC演算には端末IDを含めて演算が行われる。これにより、端末は自分の端末IDを使ってCRCチェックが通る情報のみ復号することで、他の端末に宛てたスケジューリング情報を復号せずに、自分に必要なスケジューリング情報のみ復号することが可能となる。CRCの付加後、畳み込み符号で符号化され（ステップS102a、102b、102c）、PDCCH送信のリソース量に合わせて速度が調整（レートマッチング）され（ステップS103a、103b、103c）、複数の制御情報が多重され（ステップS104）、セルおよびサブフレーム固有のスクランブルシーケンスによりスクランブルされ（ステップS105）、QPSK変調と（ステップS106）、リソース・エレメントへのマッピング（ステップS107）が行われる。

[0094] マクロセル端末のPUSCH送信に使用されたリソースブロックの位置から、これに対応するスケジューリング情報を4つ前のサブフレームのPDC

CHから抽出し、このスケジューリング情報のCRCチェックが通る端末IDを逆検出することで端末IDを検出することが可能になる。

[0095] フェムトセルは近隣にいるクロセル端末の端末IDの検出に一度成功すれば、その後クロセルからの端末に通知されるアップリンクおよびダウンリンクのスケジューリング情報は、フェムトセルが検出した端末IDを使用してクロセルのPDCCHから効率的に復号することが可能になり、フェムトセル端末へのアップリンクおよびダウンリンクに割り当てるリソースプロックをクロセル端末に割り当てられたリソースプロックと重ならないようにすることが可能となる。

[0096] 次に、本開示の一実施形態に係るフェムトセル20における、無線通信部24の構成例について説明する。図15は、本開示の一実施形態にかかるフェムトセル20における無線通信部24の構成例を示す説明図である。図15に示したように、例えば周波数多重(FDD)のLTE方式におけるフェムトセル20の無線通信部24は、アンテナ101と、デュプレクサ102と、ダウンリンク受信用アンテナ103と、ダウンリンク受信RFフィルタ104と、受信処理部110と、送信処理部120と、ベースバンド処理部130と、ダウンリンク受信部140と、水晶発振器150と、周波数シンセサイザ160と、を含んで構成される。

[0097] 受信処理部110は、受信増幅器111と、受信RFフィルタ112と、直交復調器113と、を含んで構成される。また送信処理部120は、直交変調器121と、送信可変利得増幅器122と、送信RFフィルタ123と、送信電力増幅器124と、アンプレータ125と、を含んで構成される。ダウンリンク受信部140は、受信増幅器141と、ダウンリンク受信RFフィルタ142と、直交復調器143と、を含んで構成される。

[0098] アンテナ101で受信された信号はデュプレクサ102を経由して受信処理部110に送られる。受信処理部110は、デュプレクサ102から送られてきた信号を、受信増幅器111で増幅し、受信RFフィルタ112で所定のフィルタリングを実行し、直交復調器113で復調する。復調された信

号はベースバンド処理部 130 に送られる。

[0099] また、ベースバンド処理部 130 から送信処理部 120 に送られてきた信号は、直交変調器 121 で変調され、送信可変利得増幅器 122 で増幅され、送信 RF フィルタ 123 で所定のフィルタリングが行われ、送信電力増幅器 124 で増幅され、信号の逆流を防ぐアイソレータ 125 を介してデュプレクサ 102 に送られる。そして、デュプレクサ 102 に送られた信号はアンテナ 101 から送信される。

[0100] ダウンリンクを受信するダウンリンク受信部 140 は、フェムトセル 20 とエリアが重なるマクロセル 35 のダウンリンク信号強度を測定し、フェムトセル 20 のダウンリンク送信波がマクロセル 35 のダウンリンクに過大な干渉を与えないように、フェムトセル 20 のダウンリンク送信電力を適切に設定するために使用される。またダウンリンク受信部 140 は、マクロセル 35 のダウンリンクのシンボルタイミングを検出し、マクロセルのシステム情報を受信して、図 13 のようにマクロセル 35 とフェムトセル 20 の制御チャネルを適切なシンボルレベルのシフトを行うよう使用される。

[0101] フェムトセル 20 と同じ周波数帯域を使用するマクロセル端末であるデータ通信端末 10c のアップリンク送信波は、フェムトセル端末であるデータ通信端末 10a のアップリンク送信波と同様に、図 15 の受信処理部 110 で受信される。マクロセル 35 から遠くフェムトセル 20 に近いデータ通信端末 10c は、アップリンク送信電力を大きくする必要があるので、フェムトセル 20 は容易にデータ通信端末 10c のアップリンク送信波を検出することができる。

[0102] 図 16 は、フェムトセル 20 のマクロセル端末検出処理を示す流れ図である。フェムトセル 20 の記憶部 26 には、近隣のマクロセルや近隣のフェムトセルのセル ID が記憶されている。フェムトセル 20 は、マクロセル 35 の PUSCH 送信波を検出すると、そのスロットの第 4 シンボルの基準信号に含まれる基準信号系列からサービスされている基地局が近隣のマクロセルか否かを確認できる。従って、フェムトセル 20 は n 番目のサブフレームを

受信すると（ステップS 2 0 1）、マクロセル端末の送信を検出したかどうか判断する（ステップS 2 0 2）。マクロセル端末の送信を検出しなければ、フェムトセル 2 0 は次のサブフレームを受信する。

[0103] 一方、マクロセル端末の送信を検出すると、フェムトセル 2 0 は、検出した P U S C H 信号がハイブリッド A R Q 確認応答であるか否かを判定することができる（ステップS 2 0 3）。ここでハイブリッド A R Q 確認応答であった場合には、フェムトセル 2 0 は、4 つ後のサブフレームのダウンリンクのスケジューリングの割り当て優先度を下げ（ステップS 2 0 4）、ハイブリッド A R Q 確認応答で無かった場合には、4 つ後のサブフレームのアップリンクのスケジューリングの割り当て優先度を下げる（ステップS 2 0 5）。このようにして、フェムトセル 2 0 は、現在から 4 サブフレーム分のアップリンクとダウンリンクのサブフレームに対する割り当て優先度を記憶している。

[0104] 図 1 7 は、フェムトセル 2 0 のダウンリンクスケジューリング処理を示す流れ図である。フェムトセル 2 0 は、フェムトセル端末であるデータ通信端末 1 0 a へのダウンリンクデータが生じたかどうかを判断し（ステップS 3 0 1）、データ通信端末 1 0 a へのダウンリンクデータが生じた場合には、次のサブフレーム以降の 4 つのサブフレームの割り当て優先度を確認し、次のサブフレームの割り当て優先度が低くなければこのサブフレームを割り当て、割り当て優先度が低ければ他のサブフレームを割り当てるようにする（ステップS 3 0 2）。

[0105] 図 1 8 は、フェムトセル 2 0 のアップリンクスケジューリング処理を示す流れ図である。フェムトセル 2 0 は、フェムトセル端末であるデータ通信端末 1 0 a からアップリンクのリソース要求がフェムトセル 2 0 に送られたかどうかを判断し（ステップS 4 0 1）、データ通信端末 1 0 a からアップリンクのリソース要求がフェムトセル 2 0 に送られた場合に、最初に割り当てる事ができるサブフレーム以降の 4 つのサブフレームの割り当て優先度を確認し、最初のサブフレームの割り当て優先度が低くなければこのサブフレー

ムを割り当て、割り当て優先度が低ければ他のサブフレームを割り当てるようにする（ステップS402）。

[0106] このようにして、ダウンリンクスケジューリング処理およびアップリンクスケジューリング処理を実行することで、フェムトセル20は、フェムトセル端末のスループットの低下を防止することができる。

[0107] <3. まとめ>

以上説明したように本開示の一実施形態にかかるフェムトセル20は、フェムトセル20以外の基地局からサービスされている端末（マクロセル端末であるデータ通信端末10c）があり、この端末にフェムトセル20へのアクセス権が無い場合、この端末のアップリンク送信波がフェムトセルのアップリンクの受信に過大な干渉を与えるのを防止し、フェムトセル端末のアップリンクのスループットの低下や通信の中断などが生じるのを簡単に防止することができる。

[0108] 具体的には、本開示の一実施形態にかかるフェムトセル20は、データ通信端末10cの存在を検出し、データ通信端末10cのアップリンク送信が使用する無線リソースと、フェムトセル端末であるデータ通信端末10aのアップリンク送信が使用する無線リソースとが重ならないように、データ通信端末10aへアップリンク送信が使用する無線リソースを割り当てるようにする。このように無線リソースを割り当てることで、本開示の一実施形態にかかるフェムトセル20は、フェムトセル端末のスループットの低下を防止することができる。

[0109] また、本開示の一実施形態にかかるフェムトセル20は、フェムトセル20の近傍にこのフェムトセル20以外の基地局（マクロセル35）からサービスされている端末（マクロセル端末であるデータ通信端末10c）があり、この端末にフェムトセル20へのアクセス権が無い場合、フェムトセル20のダウンリンク送信波がこの端末のダウンリンク受信に過大な干渉を与えるのを防止し、他の基地局の端末のダウンリンクのスループットの低下や通信の中断などを生じるのを防止することができる。

[0110] また、本開示の一実施形態にかかるフェムトセル２０は、フェムトセル２０近傍のマクロセル端末のアップリンク送信から端末識別子（端末ＩＤ）を検出し、マクロセル３５からマクロセル端末に割り当てられる無線リソースを検出し、フェムトセル端末が使用する無線リソースが重ならないように、フェムトセル端末への無線リソースを割り当てることで、フェムトセル２０とマクロセル３５との間の干渉を低減することができる。

[0111] 上述した本開示の一実施形態にかかるフェムトセル２０の動作は、ハードウェアによって行われるようにしてもよく、ソフトウェアによって行われるようにしてもよい。ソフトウェアによって行われるようにする場合には、例えば、フェムトセル２０の内部にコンピュータプログラムを格納しておき、フェムトセル２０の内部に設けられるＣＰＵその他の制御装置が該コンピュータプログラムを読み出して実行するようにしてもよい。

[0112] 以上、添付図面を参照しながら本開示の好適な実施形態について詳細に説明したが、本開示はかかる例に限定されない。本開示の属する技術の分野における通常の知識を有する者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、これらについても、当然に本開示の技術的範囲に属するものと了解される。

[0113] 例えば、フェムトセル２０の端末検出部５１が複数のアップリンク信号を検出した場合は、リソース割当部５２は、最も強いアップリンク信号を送信した端末が使用している無線リソースについて、割り当て優先度を下げるなど、アップリンク信号の強度に応じて割り当て優先度を変えるようにしても良い。最も強いアップリンク信号を送信した端末は、フェムトセル２０の近傍に位置していると考えられるので、その無線リソースをなるべく割り当てない方が衝突を回避できることになるからである。また、フェムトセル２０の端末検出部５１が、同一の端末からの複数回のアップリンク信号の送信を検出した場合は、リソース割当部５２は、その端末が使用している無線リソースについて、割り当て優先度を下げるようにするなど、端末ごとのアップ

リンク信号検出回数に応じて割り得て優先度を変えるようにしても良い。

[0114] なお、本技術は以下のような構成も取ることができる。

(1)

他の基地局がサービスする第1の端末のアップリンク信号を検出する端末検出部と、

無線リソースの割り当て優先度を所定期間記憶する記憶部と、

前記記憶部が記憶する無線リソースの割り当て優先度を用いて、自局がサービスする第2の端末へ無線リソースを割り当てるリソース割当部と、
を備え、

前記リソース割当部は、前記端末検出部が前記第1の端末のアップリンク信号を検出した際に、該第1の端末が次にアップリンクに使用すると推定される無線リソースの優先度を下げて前記第2の端末には優先度の高いアップリンクの無線リソースを優先的に割り当てる、無線基地局。

(2)

前記リソース割当部は、前記第1の端末が送信したアップリンクデータの再送データの送信に使用すると推定される無線リソースの優先度を下げる、前記(1)に記載の無線基地局。

(3)

前記リソース割当部は、前記端末検出部が複数の前記第1の端末からのアップリンク信号を検出した場合に、アップリンク信号の強度に応じて割り当て優先度を変える、前記(1)または(2)に記載の無線基地局。

(4)

前記リソース割当部は、前記端末検出部が複数の前記第1の端末からのアップリンク信号を検出した場合に、最も強いアップリンク信号を送信した前記第1の端末が使用している無線リソースについて割り当て優先度を下げる、前記(3)に記載の無線基地局。

(5)

前記リソース割当部は、前記第1の端末からのアップリンク信号を複数回

検出した場合に、端末ごとのアップリンク信号検出回数に応じて割り得て優先度を変える、前記（１）から（４）のいずれかに記載の無線基地局。

（６）

前記リソース割当部は、前記第１の端末からのアップリンク信号を複数回検出した場合に、該第１の端末が次にアップリンクに使用すると推定される無線リソースの割り当て優先度を下げる、前記（５）に記載の無線基地局。

（７）

前記他の基地局からのダウンリンク信号を受信するダウンリンク受信部を更に備え、

前記記憶部は、前記ダウンリンク受信部が受信した前記他の基地局の無線リソースの割り当て情報を受信して所定期間記憶し、

前記リソース割当部は、前記端末検出部が前記第１の端末のアップリンク信号を検出した際に、前記記憶部が記憶している、前記ダウンリンク受信部が受信した無線リソースの割り当て情報から前記第１の端末の識別子を判定する、前記（１）から（６）のいずれかに記載の無線基地局。

（８）

前記リソース割当部は、前記第１の端末の識別子と、前記他の基地局の無線リソースの割り当て情報とから、前記第１の端末に割り当てられたアップリンク及びダウンリンクの無線リソースを検出し、前記第１の端末に割り当てられた無線リソースの優先度を下げ、自局がサービスする前記第２の端末に優先度の高い無線リソースを優先的に割り当てる、前記（７）に記載の無線基地局。

（９）

他の基地局がサービスする第１の端末のアップリンク信号を検出する端末検出部と、

無線リソースの割り当て優先度を所定期間記憶する記憶部と、

前記記憶部が記憶する無線リソースの割り当て優先度を用いて、自局がサービスする第２の端末へ無線リソースを割り当てるリソース割当部と、

を備え、

前記リソース割当部は、前記端末検出部が前記第 1 の端末のアップリンク信号を検出した際に、該第 1 の端末が次にダウンリンクに使用すると推定される無線リソースの優先度を下げて前記第 2 の端末には優先度の高いダウンリンクの無線リソースを優先的に割り当てる、無線基地局。

(10)

前記リソース割当部は、前記第 1 の端末から前記他の基地局への再送要求に対する、該他の基地局から前記第 1 の端末への再送データの送信に使用すると推定される無線リソースの優先度を下げる、前記 (9) に記載の無線基地局。

(11)

前記リソース割当部は、前記端末検出部が前記第 1 の端末のアップリンク信号を検出した際に、前記アップリンク信号が再送要求信号か否かを判別し、前記アップリンク信号が再送要求信号であった場合に、前記第 1 の端末が次にダウンリンクに使用すると推定される無線リソースの優先度を下げる、前記 (9) または (10) に記載の無線基地局。

(12)

他の基地局がサービスする第 1 の端末のアップリンク信号を検出する端末検出ステップと、

無線リソースの割り当て優先度を所定期間記憶する記憶ステップと、

前記記憶ステップで記憶される無線リソースの割り当て優先度を用いて、自局がサービスする第 2 の端末へ無線リソースを割り当てるリソース割当ステップと、

を備え、

前記リソース割当ステップは、前記端末検出ステップが前記第 1 の端末のアップリンク信号を検出した際に、該第 1 の端末が次にアップリンクに使用すると推定される無線リソースの優先度を下げて前記第 2 の端末には優先度の高いアップリンクの無線リソースを優先的に割り当てる、無線基地局の通

信制御方法。

(1 3)

他の基地局がサービスする第 1 の端末のアップリンク信号を検出する端末検出ステップと、

無線リソースの割り当て優先度を所定期間記憶する記憶ステップと、

前記記憶ステップで記憶される無線リソースの割り当て優先度を用いて、自局がサービスする第 2 の端末へ無線リソースを割り当てるリソース割当ステップと、

を備え、

前記リソース割当ステップは、前記端末検出ステップが前記第 1 の端末のアップリンク信号を検出した際に、該第 1 の端末が次にダウンリンクに使用すると推定される無線リソースの優先度を下げて前記第 2 の端末には優先度の高いダウンリンクの無線リソースを優先的に割り当てる、無線基地局の通信制御方法。

(1 4)

コンピュータに、

他の基地局がサービスする第 1 の端末のアップリンク信号を検出する端末検出ステップと、

無線リソースの割り当て優先度を所定期間記憶する記憶ステップと、

前記記憶ステップで記憶される無線リソースの割り当て優先度を用いて、自局がサービスする第 2 の端末へ無線リソースを割り当てるリソース割当ステップと、

を実行させ、

前記リソース割当ステップは、前記端末検出ステップが前記第 1 の端末のアップリンク信号を検出した際に、該第 1 の端末が次にアップリンクに使用すると推定される無線リソースの優先度を下げて前記第 2 の端末には優先度の高いアップリンクの無線リソースを優先的に割り当てる、コンピュータプログラム。

(15)

コンピュータに、

他の基地局がサービスする第1の端末のアップリンク信号を検出する端末検出ステップと、

無線リソースの割り当て優先度を所定期間記憶する記憶ステップと、

前記記憶ステップで記憶される無線リソースの割り当て優先度を用いて、自局がサービスする第2の端末へ無線リソースを割り当てるリソース割当ステップと、

を実行させ、

前記リソース割当ステップは、前記端末検出ステップが前記第1の端末のアップリンク信号を検出した際に、該第1の端末が次にダウンリンクに使用すると推定される無線リソースの優先度を下げて前記第2の端末には優先度の高いダウンリンクの無線リソースを優先的に割り当てる、コンピュータプログラム。

符号の説明

- [0115] 1 データ通信システム
- 10a、10b、10c データ通信端末
- 20 フェムトセル
- 22 制御部
- 24 無線通信部
- 25 IP通信部
- 26 記憶部
- 31 インターネット
- 32 フェムトセルゲートウェイ
- 33 コア・ネットワーク
- 34 BB回線モデム
- 35 マクロセル
- 40 フェムトセル管理サーバ

- 4 1 記憶部
- 4 2 I P 通信部
- 5 1 端末検出部
- 5 2 リソース割当部
- 1 0 1 アンテナ
- 1 0 2 デュプレクサ
- 1 0 3 ダウンリンク受信用アンテナ
- 1 1 0 受信処理部
- 1 1 1 受信増幅器
- 1 1 2 受信 R F フィルタ
- 1 1 3 直交復調器
- 1 2 0 送信処理部
- 1 2 1 直交変調器
- 1 2 2 送信可変利得増幅器
- 1 2 3 送信 R F フィルタ
- 1 2 4 送信電力増幅器
- 1 2 5 アイソレータ
- 1 3 0 ベースバンド処理部
- 1 4 0 ダウンリンク受信部
- 1 4 1 受信増幅器
- 1 4 2 ダウンリンク受信 R F フィルタ
- 1 4 3 直交復調器
- 1 5 0 水晶発振器
- 1 6 0 周波数シンセサイザ

請求の範囲

- [請求項1] 他の基地局がサービスする第1の端末のアップリンク信号を検出する端末検出部と、
- 無線リソースの割り当て優先度を所定期間記憶する記憶部と、
- 前記記憶部が記憶する無線リソースの割り当て優先度を用いて、自局がサービスする第2の端末へ無線リソースを割り当ててるリソース割当部と、
- を備え、
- 前記リソース割当部は、前記端末検出部が前記第1の端末のアップリンク信号を検出した際に、該第1の端末が次にアップリンクに使用すると推定される無線リソースの割り当て優先度を下げて前記第2の端末には割り当て優先度の高いアップリンクの無線リソースを優先的に割り当ててる、無線基地局。
- [請求項2] 前記リソース割当部は、前記第1の端末が送信したアップリンクデータの再送データの送信に使用すると推定される無線リソースの割り当て優先度を下げる、請求項1に記載の無線基地局。
- [請求項3] 前記リソース割当部は、前記端末検出部が複数の前記第1の端末からのアップリンク信号を検出した場合に、アップリンク信号の強度に応じて割り当て優先度を変える、請求項1に記載の無線基地局。
- [請求項4] 前記リソース割当部は、前記端末検出部が複数の前記第1の端末からのアップリンク信号を検出した場合に、最も強いアップリンク信号を送信した前記第1の端末が使用している無線リソースについて割り当て優先度を下げる、請求項3に記載の無線基地局。
- [請求項5] 前記リソース割当部は、前記第1の端末からのアップリンク信号を複数回検出した場合に、端末ごとのアップリンク信号検出回数に応じて割り得て優先度を変える、請求項1に記載の無線基地局。
- [請求項6] 前記リソース割当部は、前記第1の端末からのアップリンク信号を複数回検出した場合に、該第1の端末が次にアップリンクに使用する

と推定される無線リソースの割り当て優先度を下げる、請求項 5 に記載の無線基地局。

[請求項7] 前記他の基地局からのダウンリンク信号を受信するダウンリンク受信部を更に備え、

前記記憶部は、前記ダウンリンク受信部が受信した前記他の基地局の無線リソースの割り当て情報を受信して所定期間記憶し、

前記リソース割当部は、前記端末検出部が前記第 1 の端末のアップリンク信号を検出した際に、前記記憶部が記憶している、前記ダウンリンク受信部が受信した無線リソースの割り当て情報から前記第 1 の端末の識別子を判定する、請求項 1 に記載の無線基地局。

[請求項8] 前記リソース割当部は、前記第 1 の端末の識別子と、前記他の基地局の無線リソースの割り当て情報とから、前記第 1 の端末に割り当てられたアップリンク及びダウンリンクの無線リソースを検出し、前記第 1 の端末に割り当てられた無線リソースの割り当て優先度を下げ、自局がサービスする前記第 2 の端末に割り当て優先度の高い無線リソースを優先的に割り当てる、請求項 7 に記載の無線基地局。

[請求項9] 他の基地局がサービスする第 1 の端末のアップリンク信号を検出する端末検出部と、

無線リソースの割り当て優先度を所定期間記憶する記憶部と、

前記記憶部が記憶する無線リソースの割り当て優先度を用いて、自局がサービスする第 2 の端末へ無線リソースを割り当てるリソース割当部と、

を備え、

前記リソース割当部は、前記端末検出部が前記第 1 の端末のアップリンク信号を検出した際に、該第 1 の端末が次にダウンリンクに使用すると推定される無線リソースの割り当て優先度を下げて前記第 2 の端末には割り当て優先度の高いダウンリンクの無線リソースを優先的に割り当てる、無線基地局。

- [請求項10] 前記リソース割当部は、前記第1の端末から前記他の基地局への再送要求に対する、該他の基地局から前記第1の端末への再送データの送信に使用すると推定される無線リソースの割り当て優先度を下げる、請求項9に記載の無線基地局。
- [請求項11] 前記リソース割当部は、前記端末検出部が前記第1の端末のアップリンク信号を検出した際に、前記アップリンク信号が再送要求信号か否かを判別し、前記アップリンク信号が再送要求信号であった場合に、前記第1の端末が次にダウンリンクに使用すると推定される無線リソースの割り当て優先度を下げる、請求項9に記載の無線基地局。
- [請求項12] 他の基地局がサービスする第1の端末のアップリンク信号を検出することと、
無線リソースの割り当て優先度を所定期間記憶することと、
前記記憶される無線リソースの割り当て優先度を用いて、自局がサービスする第2の端末へ無線リソースを割り当てることと、
を備え、
前記無線リソースを割り当てることは、前記第1の端末のアップリンク信号が検出された際に、該第1の端末が次にアップリンクに使用すると推定される無線リソースの割り当て優先度を下げて前記第2の端末には割り当て優先度の高いアップリンクの無線リソースを優先的に割り当てる、無線基地局の通信制御方法。
- [請求項13] 他の基地局がサービスする第1の端末のアップリンク信号を検出することと、
無線リソースの割り当て優先度を所定期間記憶することと、
前記記憶される無線リソースの割り当て優先度を用いて、自局がサービスする第2の端末へ無線リソースを割り当てることと、
を備え、
前記無線リソースを割り当てることは、前記第1の端末のアップリンク信号が検出された際に、該第1の端末が次にダウンリンクに使用

すると推定される無線リソースの割り当て優先度を下げて前記第2の端末には割り当て優先度の高いダウンリンクの無線リソースを優先的に割り当てる、無線基地局の通信制御方法。

[請求項14]

コンピュータに、

他の基地局がサービスする第1の端末のアップリンク信号を検出することと、

無線リソースの割り当て優先度を所定期間記憶することと、

前記記憶される無線リソースの割り当て優先度を用いて、自局がサービスする第2の端末へ無線リソースを割り当てることと、
を実行させ、

前記無線リソースを割り当てることは、前記第1の端末のアップリンク信号が検出された際に、該第1の端末が次にアップリンクに使用すると推定される無線リソースの割り当て優先度を下げて前記第2の端末には割り当て優先度の高いアップリンクの無線リソースを優先的に割り当てる、コンピュータプログラム。

[請求項15]

コンピュータに、

他の基地局がサービスする第1の端末のアップリンク信号を検出することと、

無線リソースの割り当て優先度を所定期間記憶することと、

前記記憶される無線リソースの割り当て優先度を用いて、自局がサービスする第2の端末へ無線リソースを割り当てることと、
を実行させ、

前記無線リソースを割り当てることは、前記第1の端末のアップリンク信号が検出された際に、該第1の端末が次にダウンリンクに使用すると推定される無線リソースの割り当て優先度を下げて前記第2の端末には割り当て優先度の高いダウンリンクの無線リソースを優先的に割り当てる、コンピュータプログラム。