

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5222793号
(P5222793)

(45) 発行日 平成25年6月26日 (2013. 6. 26)

(24) 登録日 平成25年3月15日 (2013. 3. 15)

(51) Int. Cl.

F I

H O 4 W 16/30 (2009. 01)

H O 4 W 16/30

H O 4 W 16/10 (2009. 01)

H O 4 W 16/10

請求項の数 15 (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2009-135688 (P2009-135688)
 (22) 出願日 平成21年6月5日 (2009. 6. 5)
 (65) 公開番号 特開2010-283632 (P2010-283632A)
 (43) 公開日 平成22年12月16日 (2010. 12. 16)
 審査請求日 平成24年3月2日 (2012. 3. 2)

(73) 特許権者 000005108
 株式会社日立製作所
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
 (74) 代理人 100100310
 弁理士 井上 学
 (74) 代理人 100098660
 弁理士 戸田 裕二
 (72) 発明者 片山 倫太郎
 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
 株式会社日立製作所中央研究所内
 (72) 発明者 玉木 諭
 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
 株式会社日立製作所中央研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線通信システム、基地局及び端末

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のサブキャリアにより構成される周波数リソースを用いて、第1の基地局装置によって、一以上の無線通信装置と、通信する無線通信方法であって、
 第一の領域と前記第一の領域よりも前記第一の基地局から遠い第二の領域とを含む、前記第一の基地局の通信範囲である第一のセル、と異なる通信範囲である、第二の基地局における第二のセルに関連するセル情報を取得し、

前記セル情報に基づいて、前記第一の領域に割り当てられる、第一のサブキャリアにより構成される第一のリソースを、前記第二の領域に割り当てられる第二のサブキャリアにより構成される第二のリソースに変更し、

前記第一のリソースと前記第二のリソースとに対して、それぞれ異なる送信電力の制約条件を対応づける、ことを特徴とする無線通信方法。

【請求項 2】

請求項1記載の無線通信方法であって、
 さらに、前記第二の領域に前記割り当てられた第二のリソースを監視し、前記監視結果に応じて、前記第1のリソースを前記第二の領域に割り当てに変更すべきか否かを判定する、ことを特徴とする無線通信方法。

【請求項 3】

請求項2記載の無線通信方法であって、
 前記監視結果、前記第二の領域に割り当てられた第二のリソースの量が、第一の値を超

えた場合、前記第1のリソースを前記第二の領域に割り当てに変更せず、前記第一の値を超えていない場合は、前記第1のリソースを前記第二の領域に割り当てを変更する、ことを特徴とする無線通信方法。

【請求項4】

請求項1ないし3記載の無線通信方法であって、
前記第二の領域に割り当てられている第二のリソースの量を監視し、
前記第一の値より小さい第二の値を前記第二のリソースの量を超えている場合は、前記第二のリソースを前記第一の領域を割り当て、
前記第二の値が、前記第二のリソースの量より小さい場合は、前記第二のリソースから前記第一の領域への割り当てを禁止する、ことを特徴とする無線通信方法。

10

【請求項5】

請求項1ないし4記載の無線通信方法であって、
第一のリソースを第二のリソースに変更する場合、
既に前記第二の領域に割り当てられている前記第二のリソースと隣接する第一のリソースを前記第二の領域に割り当てを変更する、ことを特徴とする無線通信方法。

【請求項6】

請求項1ないし5記載の無線通信方法であって、第一のリソース及び前記第二のリソースに対して異なる送信電力の制約を対応づける場合、前記第一のリソースに対応づけられる送信電力よりも高い送信電力を、第二のリソースに対応づける、ことを特徴とする無線通信方法。

20

【請求項7】

請求項1ないし6記載の無線通信方法であって、
前記セル情報は、Relative Narrowband Tx Power である、ことを特徴とする無線通信方法。

【請求項8】

請求項1ないし7記載の無線通信方法であって、
前記セル情報は、UL High Interference Indication である、ことを特徴とする無線通信方法。

【請求項9】

請求項1ないし8記載の無線通信方法であって、
前記第二の領域は、前記第一の領域より前記第二の基地局に近い領域である、ことを特徴とする無線通信方法。

30

【請求項10】

複数のサブキャリアにより構成される周波数リソースを用いて、一以上の無線通信装置と、第1の基地局装置によって、通信する無線通信方法であって、
第一の領域と前記第一の領域よりも前記第一の基地局から遠い第二の領域とを含む、前記第一の基地局の通信範囲である第一のセル、と異なる通信範囲である、第二の基地局における第二のセルに関連するセル情報を取得し、

前記サブキャリアの一以上により構成されるリソースを、前記第一の領域及び前記第二の領域に割り当て、

40

前記セル情報と前記第二の領域に含まれる前記無線通信装置の数とに基づいて、前記第一の領域に割り当てられているリソースを前記第二の領域への割り当てにすべきかを判定し、

前記判定結果に基づいて、前記リソースの割り当てを変更し、
前記第一のリソースと前記第二のリソースとに対して、それぞれ異なる送信電力を対応づけることを特徴とする無線通信方法。

【請求項11】

無線通信システムであって、
複数のサブキャリアにより構成される周波数リソースを用いて第3の通信局が通信するための第一のセルを提供する第一の通信局と、

50

複数のサブキャリアにより構成される周波数リソースを用いて第3の通信局が通信するための第二のセルを提供する第二の通信局と、を備え、

前記第一の通信局は、

前記第一のセルに含まれる、第一の領域と、前記第一の領域よりも前記第2の通信局に近い第二の領域とに対して、周波数リソースを割り当てるリソース割り当て部と、

前記第二の領域に属する第3の通信局を監視する監視部と、

前記監視結果に基づいて、前記第一の領域に属する第3の通信局を、前記第二の領域に属するように、変更するか否かを制御する変更制御部と、

前記第一の領域か前記第二の領域かに応じて、異なる送信電力制御を設定する電力設定部と、を有することを特徴とする無線通信システム。

10

【請求項12】

請求項11記載の無線通信システムであって、

前記監視部は、前記第二の領域に属する第3の通信局の数を監視し、

前記変更制御部は、前記監視結果、前記第3の通信局の数が所定の値を超えた場合は、前記第一の領域から前記第二の領域への変更を禁止する。

【請求項13】

請求項11または12記載の無線通信システムであって、

前記第一の領域から前記第二の領域への変更が、前記変更制御部により禁止される場合、前記監視部は、さらに、前記第二の領域に割り当てられたリソースの量を監視し、

前記変更制御部は、前記監視部による前記リソースの量の監視結果に基づいて、前記第一のセルの領域に割り当てられた周波数リソースの割り当てを、前記第一の領域から前記第二の領域に変更するか否かを制御する、無線通信システム。

20

【請求項14】

請求項11ないし13記載の無線通信システムであって、

前記変更制御部は、前記監視部により監視結果、前記リソースの量が所定の値を超えている場合は、前記第一の領域から前記第二の領域に変更を禁止し、

前記リソースの量が所定の値を超えていない場合は、前記第一の領域から前記第二の領域にリソースの割り当てを変更する、ことを特徴とする無線通信システム。

【請求項15】

請求項11ないし14記載の無線通信システムであって、

前記変更制御部は、既に前記第二の領域に割り当てられている前記第二のリソースと隣接する第一のリソースを前記第二の領域に割り当てを変更する、ことを特徴とする無線通信システム。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線通信システムに関し、例えば、OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access)を採用する通信方式であって、セルラ通信を実現する無線通信システム、基地局及び端末に関する。

【背景技術】

40

【0002】

無線通信におけるユーザ多重方式として、OFDMAが多く採用されている。OFDMAでは、OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)方式により用意される多数のサブキャリアを、いくつかずつ周波数リソースとして端末に割り当てることにより、複数の端末による同時アクセスを実現している。OFDMA方式では、データ送信を行う前に、データ通信に使用する周波数リソースの割り当てを行う必要がある。例えば、OFDMA方式を採用するセルラ無線システムにおいては、基地局が周波数リソースの割り当てを決定し、周波数リソース割り当て情報を専用の制御情報チャネルを通じて端末に通知する。

【0003】

50

例えば、基地局から端末に向かう下りリンクでのデータ送信においては、まず、基地局が各端末へ送信すべきデータ量などに応じて、各端末への周波数リソースの割当てを行う。周波数リソース割当て情報は、データ送信と同時に、あるいはそれに先んじて、制御情報チャンネルを通じて基地局から端末に通知しておく。基地局は、各端末に割当てた周波数リソースを使って、データを送信する。基地局からデータを受信する端末は、基地局が通知する周波数リソース割当て情報から、どの周波数リソースを使ってデータが送られてきたかを判別し、それに基づいてデータを受信する。

【 0 0 0 4 】

また、端末から基地局に向かう上りリンクでのデータ送信においては、まず、各端末がデータ送信要求や送信したいデータ量の情報を基地局に通知する。基地局は、端末からのデータ送信要求などの通知に基づき、各端末への周波数リソースの割当てを行う。周波数リソース割当て情報は、制御情報チャンネルを通じて基地局から端末に通知する。その後、各端末は、基地局が通知する周波数リソース割当て情報から、どの周波数リソースを使ってデータを送ればよいかを判別し、これに基づいてデータを送信する。基地局は、各端末に割当てた周波数リソースを使って、データを受信する。

【 0 0 0 5 】

このように、OFDMAでは、基地局が決定した各端末への周波数リソース割当ての情報を、基地局と端末の間で共有することにより、送信データ量などに応じて適応的に帯域割当てを行うデータ通信を実現している。

【 0 0 0 6 】

OFDMAを用いるセルラ無線システムにおいては、上記のような仕組みを用いて異なる周波数リソースを割当てるため、同一の基地局と通信する端末同士には、通常、セル内の干渉は問題とならない。むしろ、近接する複数の基地局とそれぞれ通信する端末同士が同一の周波数リソースを割当てられたときに発生する、セル間干渉が支配的である。このため、OFDMAシステムでは、セル間干渉を制御する仕組みが必要となる。

標準化団体3GPPでは、E-UTRA(Evolved Universal Terrestrial Radio Access)およびE-UTRAN(Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network)として、OFDMAおよびDFT-S(Discrete Fourier Transform-Spread)-OFDMAを用いた無線通信システムが規格化されており、非特許文献1および2では、周波数スケジューリングによるセル間干渉制御方式が検討されており、また非特許文献3では、セル間干渉制御をサポートするための基地局間インタフェースX2が規定されている。X2では、送信電力などに関する情報を基地局間で交換する。

【 0 0 0 7 】

上記のX2では、RB(Resource Block)と呼ばれる周波数リソース割当ての最小単位ごとに、RNTP(Relative Narrowband Transmit Power Indication)と呼ばれる、下りリンクの送信電力の情報が基地局間で交換される。各基地局は、隣接基地局から通知されるRNTPを利用して、どの周波数において隣接基地局の送信電力が大きいかを知る。隣接基地局の送信電力が大きい周波数においては、一般に、自局と通信する端末の受信干渉電力が大きい。また、セル中心に近い位置にある端末よりも、セル端に近い位置にある端末の方が、一般には隣接基地局から近いいため、下りリンクの受信干渉電力が大きくなる傾向にある。

【 0 0 0 8 】

また、X2では、上りリンクにおいて基地局が受ける干渉情報が、OI(Interference Overload Indication)として基地局間で交換される。OIは、各RBにおける基地局の受信干渉電力の情報を含んでいる。さらに、X2では、上りリンクの干渉に対する脆弱性の情報が、HII(High Interference Indication)として基地局間で交換される。HIIは、隣接セルでセル端端末用に使用されたくないRBの情報を含んでいる。一般に、ある基地局と隣接基地局

のそれぞれのセル端に位置する端末同士は、互いに大きな干渉源となりうる。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0009】

【非特許文献1】3GPP R1 - 075014

【非特許文献2】3GPP R1 - 081595

【非特許文献3】3GPP TS 36.423 V8.5.0, 8.3.1 Load Indication

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0010】

基地局が、干渉の影響を受けやすいセル端の端末には隣接基地局の送信電力が小さい周波数リソースを割当て、干渉の影響を受けにくいセル中心の端末には隣接基地局の送信電力が大きい周波数リソースを割当てることにより、端末の受信干渉電力を抑えることができる。また、HIIで通知される情報を利用して、ある基地局においてセル端の端末に割当てたサブキャリアを決定する際に、隣接基地局でセル端の端末に割当てたサブキャリアを避けて選択すれば、セル端の端末同士の干渉を抑制することができる。

【0011】

このようなセル間干渉制御を行うため、システム帯域は、例えば、セル端に位置する端末に割当ててを前提としたセル端帯域と、セル中心付近に位置する端末に割当ててを前提としたセル中心帯域に分割される。セル端帯域では高い送信電力を許容する一方、セル中心帯域ではセル端帯域に比べて低い送信電力に抑える。

20

【0012】

各セルで、セル端帯域とセル中心帯域への分割を行う際、セル端帯域の量を増加させていくと、送信電力の制限が少なくなるため自セルのスループットが増加することが期待される。しかしながら、周辺セルへの与干渉は増大し、周辺セルのスループットが低下してしまうおそれがある。

【0013】

また、各セルにおける接続端末を、セル端端末とセル中心端末に分類する際、セル端端末を増加させていくと、セル端帯域でセル端端末を収容しきれなくなる場合がある。この場合、セル端端末のスループットが低下してしまう。

30

【課題を解決するための手段】

【0014】

上記の少なくとも一の課題を解決するため、本発明の一態様は、セル端帯域量の制限を行う。さらに、各セルにおけるセル端帯域の量に上限を設け、上限に基づくセル端帯域量の制限を行う。

【0015】

また、上記の少なくとも一の課題を解決するため、別の態様は、セル端端末数の制限を行う。さらに、各セルにおけるセル端端末数に上限を設け、上限に基づくセル端端末数の制限を行う。

40

【発明の効果】

【0016】

本発明の態様によれば、周辺セルに与える干渉電力の増大を抑制することにより、セル間の公平性を考慮したセル間干渉制御を行うことができ、無線資源の利用効率の向上に供する。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】セルラ無線通信システムの構成図

【図2】下りリンクのデータ送信を行う手順を示すシーケンス図

【図3】上りリンクのデータ送信を行う手順を示すシーケンス図

50

【図４】帯域の分割例を示す図

【図５】各小帯域における送信電力制限の一例を示す図

【図６】セル端帯域およびセル中心帯域における送信電力制限の一例を示す図

【図７】基地局間インタフェースを通じた情報交換に基づいて帯域の分割を行うための構成例を示す図

【図８】下りリンクにおける帯域分割方法の一例を示す図

【図９】上りリンクにおける帯域分割方法の一例を示す図

【図１０】セル端帯域量の調整方法の一例を示す図

【図１１】セル端帯域の量の上限設定を説明するための図

【図１２】セル端帯域の上限量を決定する手順の例を示す図

10

【図１３】本発明における第１の実施例を説明するための図

【図１４】本発明における第２の実施例を説明するための図

【図１５】本発明における第３の実施例を説明するための図

【図１６】本発明における第４の実施例を説明するための図

【図１７】本発明における第５の実施例を説明するための図

【図１８】端末の位置と分類の関係の例を示す図

【図１９】端末の分類例を示す図

【図２０】各小帯域における送信電力制限と端末の分類の関係の一例を示す図

【図２１】セル端端末とセル中心端末の分類方法の一例を示す図

【図２２】セル端端末数の調整方法の一例を示す図

20

【図２３】セル端端末数の上限設定を説明するための図

【図２４】セル端端末数の上限値を決定する手順の例を示す図

【図２５】本発明における第６の実施例を説明するための図

【図２６】本発明における第７の実施例を説明するための図

【図２７】本発明における第７の実施例を説明するための図

【図２８】本発明における第８の実施例を説明するための図

【図２９】本発明における第８の実施例を説明するための図

【図３０】本発明における第９の実施例を説明するための図

【図３１】ＲＳＲＰを基準として端末を分類する例を示す図

【図３２】図６の送信電力制限の結果を示すテーブル

30

【図３３】図２０の端末の分類を示すテーブル

【図３４】本実施例を実現するための基地局の構成例を示す図

【発明を実施するための形態】

【００１８】

以下の実施の形態においては便宜上その必要があるときは、複数のセクションまたは実施の形態に分割して説明するが、特に明示した場合を除き、それらは互いに無関係なものではなく、一方は他方の一部または全部の変形例、詳細、補足説明等の関係にある。また、以下の実施の形態において、要素の数等（個数、数値、量、範囲等を含む）に言及する場合、特に明示した場合および原理的に明らかに特定の数に限定される場合等を除き、その特定の数に限定されるものではなく、特定の数以上でも以下でも良い。

40

【００１９】

さらに、以下の実施の形態において、その構成要素（要素ステップ等も含む）は、特に明示した場合および原理的に明らかに必須であると考えられる場合等を除き、必ずしも必須のものではないことは言うまでもない。同様に、以下の実施の形態において、構成要素等の形状、位置関係等に言及するときは、特に明示した場合および原理的に明らかにそうでないと考えられる場合等を除き、実質的にその形状等に近似または類似するもの等を含むものとする。このことは、上記数値および範囲についても同様である。

【００２０】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、実施の形態を説明するための全図において、同一の部材には原則として同一の符号を付し、その繰り返しの

50

説明は省略する。

【 0 0 2 1 】

本実施例を適用するセルラ通信システムについて、E - U T R AおよびE - U T R A Nを例として、図面を参照して詳細に説明する。

【 0 0 2 2 】

図 1 は、E - U T R AおよびE - U T R A Nを採用するセルラ無線通信システムの構成例を示している。セルラ無線通信システムは、図 1 に示すように、複数の基地局と複数の端末から構成される。基地局 1 0 1 は、有線回線によって基地局制御装置 1 0 3 と接続され、さらに基地局制御装置 1 0 3 は、有線回線によってネットワーク 1 0 4 に接続する。端末 1 0 2 は無線によって基地局 1 0 1 に接続し、基地局制御装置 1 0 3 を介しネットワーク 1 0 4 と通信できる仕組みになっている。

10

【 0 0 2 3 】

図 1 のシステムにおいて、基地局 1 0 1 が周波数リソースの割当てを行い、割当て情報を端末 1 0 2 に通知する。セル 1 0 5 は、基地局 1 0 1 と無線接続により端末 1 0 2 が通信可能な凡その範囲を示している。基地局間インタフェース X 2 は論理的なインタフェースであり、図 1 の例では、基地局同士は基地局制御装置 1 0 3 を介し、有線回線を通じて X 2 の情報のやり取りを行う。また、本実施例における、システム帯域のセル端帯域とセル中心帯域への分割、および、セル端端末とセル中心端末の分類は、基地局 1 0 1 において実施される。

【 0 0 2 4 】

20

図 3 4 は、本実施形態における基地局の構成例である。図 3 4 の例では、基地局は、端末との通信のため R F (R a d i o F r e q u e n c y) 信号の送受信を行う送受信アンテナ 3 4 0 1、ベースバンド信号と R F 信号の変換や信号電力の増幅などを行う無線送受信回路 3 4 0 2、ベースバンド送信信号の生成処理を行うベースバンド送信回路 3 4 0 3、ベースバンド受信信号の検出処理を行うベースバンド受信回路 3 4 0 4、周波数リソース割当てや電力制御といった無線インタフェースの制御を行う無線制御部 3 4 0 5、無線プロトコルの処理を行う無線プロトコル処理部 3 4 0 6、基地局間インタフェース X 2 の処理を行う X 2 プロトコル処理部 3 4 0 7、X 2 信号の送受信を行う X 2 送受信部 3 4 0 8、上位装置とのインタフェースの処理を行う基地局・上位装置インタフェースプロトコル処理部 3 4 0 9、基地局・上位装置間の信号の処理を行う基地局・上位装置インタフェース送受信部 3 4 1 0、メモリ 3 4 1 1 を含む。無線制御部 3 4 0 5 は、プロセッサであってもよい。メモリ 3 4 1 1 には、後述するテーブルやフローチャートに対応するプログラムが格納される。

30

【 0 0 2 5 】

下りリンクにおける、データ送信手順について、図 2 を用いて説明する。なお、図 2 の例では、端末のセル端端末またはセル中心端末への分類は、R S R P (R e f e r e n c e S i g n a l R e c e i v e d P o w e r) によって行うものとした。図 2 は、下りリンクのデータ送信手順の一例を示すシーケンス図である。基地局は、シーケンス 2 0 1 において R S (R e f e r e n c e S i g n a l) と呼ばれる参照信号を送信している。端末は R S の受信強度を測定しており、測定結果は、シーケンス 2 0 2 において R S R P として基地局に通知される。R S R P の通知は、上位レイヤのシグナリングを通じて行われる。基地局は、例えば、端末が報告する R S R P をもとに、セル端端末とセル中心端末の分類を行う。例えば、R S R P が一定の閾値に満たない端末は、基地局から離れた位置にあるとみなし、セル端端末とし、そうでない端末は、基地局近傍にあるとみなし、セル中心端末とすればよい。

40

【 0 0 2 6 】

基地局は、原則的に、端末の分類に対応する帯域において、周波数リソース割当てを行う。例えば、セル端端末には、セル端帯域の周波数リソースを割当てる。また、セル中心端末に対しては、送信電力は小さくてもよいから、セル中心帯域で周波数リソースを割当ててもよいし、セル端帯域で周波数リソースを割当ててもよい。

50

【0027】

基地局は、シーケンス203において、端末に割当てた周波数リソースを通知するとともに、端末にデータを送信する。E-UTRAでは、割当てた周波数リソースの通知、データ送信は、それぞれ制御チャネルPDCCH(Physical Downlink Control Channel)、データチャネルPDSCH(Physical Downlink Shared Channel)を通じて行われる。端末は、基地局から通知された周波数リソースにおいて、データを受信する。端末が受信したデータの復号に成功したか否かは、シーケンス204において、基地局に通知される。この復号結果の通知は、主にPUCCH(Physical Uplink Control Channel)と呼ばれる制御チャネルを通じて行われる。この復号結果の通知に基づき、基地局は必要に応じて再送などの処理を行う。

10

【0028】

上りリンクにおける、データ送信手順について、図3を用いて説明する。図3は、上りリンクのデータ送信手順の一例を示すシーケンス図である。なお、図3の例では、端末のセル端端末またはセル中心端末への分類は、RSRP(Reference Signal Received Power)によって行うものとした。シーケンス301のRS送信と、シーケンス302のRSRP報告は、図2のものと同様である。基地局は、端末が報告するRSRPをもとに、セル端端末とセル中心端末の分類を行う。上りリンクと下りリンクで、端末の分類は共通でもよく、あるいは異なってもよい。

20

【0029】

基地局は、端末の分類に対応する帯域において、周波数リソース割当てを行う。例えば、セル端端末には、セル端帯域の周波数リソースを割当てて。また、基地局から近い、セル中心端末の送信電力は、小さくてもよいから、セル中心帯域で周波数リソースを割当ててもよいし、セル端帯域で周波数リソースを割当ててもよい。

【0030】

基地局は、シーケンス303において、端末に割当てた周波数リソースを通知する。E-UTRAでは、割当てた周波数リソースの通知は、制御チャネルPDCCHを通じて行われる。端末は、基地局から通知された周波数リソースを使用して、シーケンス304においてデータを送信する。このデータ送信は、データチャネルPUSCH(Physical Uplink Shared Channel)を通じて行われる。基地局が受信したデータの復号に成功したか否かは、シーケンス305において、端末に通知される。この復号結果の通知は、PHICH(Physical Hybrid-ARQ Indicator Channel)と呼ばれる制御チャネルを通じて行われる。この復号結果の通知に基づき、必要に応じて再送などの処理が行われる。

30

【0031】

帯域の分割は、周波数リソース割当てに先んじて行う。図4は、帯域の分割例を示す図である。図4において、システム帯域は、いくつかの小帯域に分割される。また、各小帯域はセル端帯域またはセル中心帯域のいずれかに所属するものとする。

【0032】

図5は、各小帯域における送信電力制限の一例を示す図である。図5の例では、システム帯域は6つの小帯域に分割され、小帯域1と、小帯域2および小帯域3がセル端帯域を、小帯域4と、小帯域5および小帯域6がセル中心帯域を構成している。図5では簡単化のためセル端帯域および第2の小帯域群はそれぞれ連続する小帯域から成り立っているが、非連続の小帯域から成り立っていてもよい。図5において、各小帯域において許容される最大送信電力が設定される。各小帯域の許容送信電力は、セル端帯域に所属する任意の小帯域の許容送信電力が、セル中心帯域に所属する任意の小帯域の許容送信電力より大きくなるように設定される。

40

【0033】

図6は、各小帯域における送信電力制限の別の例を示す図である。図6では、セル端帯域およびセル中心帯域それぞれにおいて、所属する小帯域の許容送信電力が共通化されて

50

いる。例えば、送信電力または許容送信電力を端末に通知する必要がある場合、図 6 のように許容送信電力値の種類を少なくすることにより、端末への通知によるオーバーヘッドを削減することができる。

【 0 0 3 4 】

図 3 2 は、図 6 の送信電力制限の結果を示すテーブルである。図 3 2 のテーブルは、各小帯域 3 2 1 0 について、セル端帯域かセル中心帯域かの情報 3 2 2 0 や、許容送信電力値 3 2 3 0 の情報を含んでいる。基地局は図 3 2 のようなテーブルを、図 3 4 のメモリ 3 4 1 1 に保持し、図 3 4 の無線制御部 3 4 0 5 において端末への周波数リソース割当ておよび送信電力設定を行う際にこれを利用する。

【 0 0 3 5 】

帯域の分割は、周辺の基地局から取得する情報に基づいて行う。図 7 は、E - U T R A N における基地局間インタフェース X 2 の情報に基づいて、帯域の分割を行うための構成例を示す図である。基地局 A , B , C はそれぞれ X 2 受信部 7 0 2 , 7 0 3 を有する。なお、図 7 において、基地局と端末の間のインタフェースは、簡単化のため省略した。また、図 7 において、簡単化のため、基地局 B および基地局 C については、X 2 インタフェースを実現する処理ブロック以外を省略した。なお、既に説明したとおり、図 7 における X 2 インタフェースは論理的に構成されるものであり、例えば図 1 の構成例においては、基地局同士は基地局制御装置 1 0 3 を介し、有線回線を通じて X 2 パラメータのやり取りを行えばよい。

【 0 0 3 6 】

図 7 において、各基地局は、周辺の 1 つまたは複数の基地局との間の X 2 インタフェースを実現するため、R N T P や H I I , O I などといった基地局間で交換する X 2 パラメータを処理する X 2 パラメータ処理部 7 0 1 を有する。X 2 パラメータ処理部 7 0 1 は、X 2 パラメータを生成し、生成された X 2 パラメータを X 2 送信部 7 0 2 を介して周辺基地局に送信する。周辺基地局からの X 2 パラメータを、X 2 受信部 7 0 3 を介して X 2 パラメータ処理部 7 0 1 が取得する。。

【 0 0 3 7 】

基地局 A は、X 2 受信部や X 2 パラメータ処理部のほかに、帯域分割決定部 7 0 4 、電力設定部 7 0 5 、端末分類決定部 7 0 7 及び周波数リソース割り当て部 7 0 6 を有する。帯域分割決定部 7 0 4 は、X 2 パラメータ処理部 7 0 1 から得られる X 2 パラメータを用いて、帯域の分割を行う。電力設定部 7 0 5 は、帯域分割決定部 7 0 5 で分割した小帯域に対し、許容送信電力の設定を行うとともに、周波数リソース割当て部 7 0 6 が決定する端末への周波数リソース割当て情報などから決まる送信電力の情報を管理する。周波数リソース割当て部 7 0 6 は、帯域分割決定部 7 0 5 から得られる帯域分割情報や、電力設定部 7 0 5 から得られる各小帯域の許容送信電力情報などをもとに、端末に対して周波数リソースの割当てを行う。また、X 2 パラメータ処理部 7 0 1 は、周波数リソース割当て部 7 0 6 で決定するリソース割当て情報や、帯域分割決定部 7 0 5 で決定する帯域分割情報、端末分類決定部 7 0 7 で決定する端末の分類情報、電力設定部 7 0 4 で管理する送信電力情報などから、周辺基地局に送信する X 2 パラメータの決定を行う。なお、図 7 では、基地局と端末の間のインタフェースの記載は省略した。

【 0 0 3 8 】

帯域の分割は、下りリンクと上りリンクで共通でもよいし、異なってもよい。下りリンクでは、例えば、図 2 の 2 0 2 のように周辺の基地局から通知される R N T P に基づいて帯域の分割を行えばよい。上りリンクでは、例えば、図 3 の 3 0 2 のように、周辺の基地局から通知される O I や H I I に基づいて帯域の分割を行えばよい。

【 0 0 3 9 】

なお、図 3 4 の無線制御部 3 4 0 5 がメモリ 3 4 1 1 に格納される各プログラムを呼び出し、帯域分割決定部 7 0 4 、電力設定部 7 0 5 、周波数リソース割当て部 7 0 6 、端末分類決定部 7 0 7 に対応する処理を行ってもよい。

【 0 0 4 0 】

下りリンクにおける帯域分割方法の具体例を、図 8 を使用して説明する。図 8 は、周辺基地局から取得する下りリンク送信電力情報に基づく帯域分割の手順の一例を示すフローチャートである。図 8 の例では、下りリンク送信電力情報として E - U T R A N で規定される R N T P を使用する。また、図 8 の例では、周波数リソース割当ての最小単位である R B (R e s o u r c e B l o c k) ごとに、セル端帯域かセル中心帯域か判定することにより帯域の分割を実施する。以下、本実施例では、R B ごとにセル端帯域かセル中心帯域の判定を行うものとするが、いくつかの R B から構成される R B 群ごと、あるいは小帯域ごとにセル端帯域かセル中心帯域の判定を行う実施の形態でも適用可能である。基地局では、R B ごとに、周辺基地局から収集した R N T P の統計処理を行う (8 0 1)。R N T P の統計処理とは、例えば、R N T P フラグを立てている周辺基地局の数や、あるいは、周辺基地局からの R N T P に、自局と周辺基地局との間の距離の逆数で重み付けを行い足し合わせたものなど、R N T P 統計量を求める処理を意味する。ある R B における R N T P 統計量が予め定めた閾値を超過した場合 (8 0 2 の Y e s)、当該 R B における周辺セルでの送信電力は、平均的に高いとみなし、当該 R B をセル中心帯域と判定する (8 0 4)。そうでない場合 (8 0 2 の N o) は、当該 R B における周辺セルでの送信電力は、平均的に低いとみなし、当該 R B をセル端帯域と判定する (8 0 3)。

【 0 0 4 1 】

上りリンクにおける帯域分割方法の具体例を、図 9 を使用して説明する。図 9 は、周辺基地局から取得する上りリンクの受信干渉に対する脆弱性を表す干渉センシティビティ情報に基づく帯域分割の例を示すフローチャートである。図 9 の例では、上りリンク干渉センシティビティ情報として E - U T R A N で規定される H I I を使用する。また、図 9 の例では、周波数リソース割当ての最小単位である R B ごとに、セル端帯域かセル中心帯域か判定することにより帯域の分割を実施する。以下、本明細書では、R B ごとにセル端帯域かセル中心帯域の判定を行うものとするが、本発明はいくつかの R B から構成される R B 群ごと、あるいは小帯域ごとにセル端帯域かセル中心帯域の判定を行う場合でも適用可能である。基地局では、R B ごとに、周辺基地局から収集した H I I の統計処理を行う (9 0 1)。H I I の統計処理とは、例えば、H I I フラグを立てている周辺基地局の数や、あるいは、周辺基地局からの H I I に、自局と周辺基地局との間の距離の逆数で重み付けを行い足し合わせたものなど、H I I 統計量を求める処理を意味する。ある R B における H I I 統計量が予め定めた閾値を超過した場合 (9 0 2 の Y e s)、当該 R B における周辺基地局での受信干渉電力は、平均的に高いとみなし、当該 R B をセル中心帯域と判定する (9 0 4)。そうでない場合 (9 0 2 の N o) は、当該 R B における周辺基地局での受信干渉電力は、平均的に低いとみなし、当該 R B をセル端帯域と判定する (9 0 3)。

【 0 0 4 2 】

原則的に、セル端帯域ではセル端端末に、セル中心帯域ではセル中心端末に、周波数リソース割当てを行う。セル端端末が増加しセル端帯域の周波数リソースが不足する場合は、一時的にセル中心帯域の周波数リソースをセル端端末に割当ててもよい。しかしながら、上記の原則に則らない状況、すなわち、セル端端末に対してセル中心帯域で週数リソース割当てを行う場合、高い送信電力を必要とするセル端端末に対し、セル中心帯域の低い送信許容電力を適用することとなり、セル端端末のスループットが低下してしまうおそれがある。

【 0 0 4 3 】

上記のことから、セル端帯域の周波数リソースが不足する場合は、セル端帯域の周波数リソースを増加させることが望ましい。図 1 0 を用いて、セル端帯域量の調整方法を説明する。図 1 0 は、各セルにおける、セル端帯域の過不足に基づくセル端帯域増減手順の一例を示すフロー図である。図 1 0 において、基地局は、セル端端末に対しセル端帯域で周波数リソースを割当て、セル端端末を全てセル端帯域に収容できるか確認する (1 0 0 1)。セル端端末の全てをセル端帯域に収容できない場合 (1 0 0 1 の N o) は、基地局はセル端帯域が不足していると判断し、セル端帯域の量を増加させる (1 0 0 4)。セル端端末の全てをセル端帯域に収容できる場合 (1 0 0 1 の Y e s) は、基地局はセル端帯域

に余剰周波数リソースが存在するかを確認する(1002)。セル端帯域に余剰周波数リソースがある場合(1002のYes)は、基地局はセル端帯域の量が過大であると判断し、セル端帯域の量を減少させる(1003)。

【0044】

なお、帯域の分割を行う時間的周期は、周波数リソース割当ての時間的周期と同一でなくてもよく、周波数リソース割当ての時間的周期より長くてもよい。すなわち、前回の帯域分割以後の周波数リソース割当てにおいて発生したセル端帯域の不足および余剰の量を累積し、この累積値に基づいてセル端帯域の過不足を判断してもよい。周波数リソース割当ての際にセル端帯域が不足する場合は、次の帯域分割タイミングにおいてセル端帯域の量を増加させるまで、セル端端末にセル中心帯域の周波数リソースを割当ててもよい。また、図10のセル端帯域の過不足の判定タイミングと、セル端帯域量の変更タイミングは、同一の時間スロット内にあってもよいし、異なる時間スロットにあってもよい。これらが異なる時間スロットにある場合、セル端帯域が不足すると判定してから、セル端帯域が変更されるまでの間は、セル端帯域が不足するから、セル端端末に対してセル中心帯域で周波数リソース割当てを行ってもよい。

【0045】

しかしながら、あるセルが、当該セルのトラヒック状況に応じてセル端帯域を増加させていくと、送信電力が増加することにより当該セルのスループットは向上するが、周辺セルへの与干渉が増大していき、周辺セルのスループットが減少してしまう。

【0046】

このため、本実施例では、各セルのセル端帯域の量に上限を設ける。本実施例における、セル端帯域の量の上限設定について、図11を使用して説明する。図11は、セル端帯域の量、セル中心帯域の量、およびセル端帯域の上限量を示す図である。図11の例では、現在小帯域1および小帯域2がセル端帯域に所属し、小帯域3、小帯域4、小帯域5、および小帯域6がセル中心帯域に所属する。セル端帯域の上限量は、小帯域4つとして設定されており、小帯域1および小帯域2に加えて、小帯域3および小帯域4もセル端帯域とすることは可能であるが、その場合、小帯域5および小帯域6はセル端帯域とすることはできない。このように、セル端帯域の量が一定以下に抑制される。なお、図11の例では、簡単化のためセル端帯域およびセル中心帯域はそれぞれ連続する小帯域から成り立っているが、非連続の小帯域から成り立っていてもよい。

【0047】

セル端帯域の上限量は、複数の基地局を管理する上位装置によって、セル端帯域の上限RB数や、システム帯域に占めるセル端帯域の割合の上限値などといった形式で、各基地局に与えられる。上位装置とは、例えば、図1における基地局制御装置103である。あるいは、複数の基地局制御装置103を管理する新たな管理装置を設け、この管理装置を上位装置としてもよい。あるいは、ある基地局に上位装置の機能を持たせてもよい。各セルのセル端帯域の上限量は、上位装置から各セルへ通知される。例えば、基地局制御装置103を上位装置とする場合、各セルのセル端帯域の上限量は、有線回線を通じて各セルへ通知される。

【0048】

セル端帯域の上限量は、例えば、固定的に設定してもよい。あるいは、各セルの接続端末数に基づいて決定してもよい。あるいは、各セルのトラヒック量に応じて決定してもよい。図12は、上位装置において、各セルの接続端末数に基づいてセル端帯域の上限量を決定する手順の例を示すフロー図である。図12において、まず上位装置は、管理するセルの接続端末数の総和と、管理するセルの数から、平均接続端末数を計算する(1201)。次に、各セルについて、セル端帯域の上限量の制御を行う。あるセルについて、(当該セルの接続端末数)/(平均接続端末数)が予め定められた閾値 $Th1$ 以上である場合(1202のYes)は、当該セルのセル端帯域の上限量を増加する(1203)。(当該セルの接続端末数)/(平均接続端末数)が閾値 $Th1$ 未満である場合(1202のNo)、閾値 $Th2$ との比較を行う(1204)。(当該セルの接続端末数)/(平均接続

10

20

30

40

50

端末数)が閾値 T_{h2} 未満である場合(1204のYes)、当該セルのセル端帯域の上限量を減少する(1205)。(当該セルの接続端末数)/(平均接続端末数)が閾値 T_{h2} 以上である場合(1204のNo)は、当該セルのセル端帯域の上限量を変更しない。

【0049】

セル端帯域の上限量は上位装置から各セルに通知されるが、初期設定時および変更があった場合のみ通知することとすれば、通知回数を抑制することができる。

【実施例1】

【0050】

本発明を適用する第1の実施例を、図13を使用して説明する。第1の実施例では、下りリンクにおいて、周辺セルから取得する情報に基づき、セル端帯域の量の不必要な増加を禁止する。

【0051】

図13は、基地局において帯域の分割を行う場合に、周辺セルから取得する情報に基づいて、セル中心帯域をセル端帯域に変更することを禁止するか否かを判定する手順の例を示すフロー図である。図13の例では、周辺セルから取得する情報として、RNTPを使用する。図13において、まず基地局は、周辺セルから取得するRNTP情報の統計量を計算する(1301)。RNTP情報の統計量とは、例えば、周辺セルからのRNTPを、周波数方向に足し合わせたものでもよいし、あるいは、ある期間にわたった累計でもよい。RNTP統計量が閾値以上の場合(1302のYes)は、基地局は、帯域の分割を実施する(1303)。RNTP統計量が閾値未満の場合(1302のNo)は、基地局は、帯域の分割を実施しない。

【0052】

本実施例の適用により、例えば図8のように、各RBにおいて周辺セルから通知されるRNTPが全体的に低い場合に当該RBをセル端帯域と判定するような仕組みを用いる場合に、周辺セルで送信電力が高いRBが少なく周辺セルが報告するRNTPが低くても、基地局が不必要にセル端帯域を増やすことを防止できる。

【実施例2】

【0053】

本発明を適用する第2の実施例を、図14を使用して説明する。第2の実施例では、上りリンクにおいて、周辺セルから取得する情報に基づき、セル端帯域の量の不必要な増加を禁止する。

【0054】

図14は、基地局において帯域の分割を行う場合に、周辺セルから取得する情報に基づいて、セル中心帯域をセル端帯域に変更することを禁止するか否かを判定する手順の例を示すフロー図である。図14の例では、周辺セルから取得する情報として、HIIを使用する。図14において、まず基地局は、周辺セルから取得するHII情報の統計量を計算する(1401)。HII情報の統計量とは、例えば、周辺セルからのHIIを、周波数方向に足し合わせたものでもよいし、あるいは、ある期間にわたった累計でもよい。HII統計量が閾値以上の場合(1402のYes)は、基地局は、帯域の分割を実施する。HII統計量が閾値未満の場合(1402のNo)は、基地局は、帯域の分割を実施しない。

【0055】

本実施例の適用により、例えば図9のように、各RBにおいて、周辺セルから通知されるHIIが全体的に低い場合に当該RBをセル端帯域と判定するような仕組みを用いる場合に、周辺セルで干渉センシティブリティが高いRBが少なく周辺セルが報告するHIIが低くても、基地局が不必要にセル端帯域を増やすことを防止できる。

【実施例3】

【0056】

本発明を適用する第3の実施例を、図15を使用して説明する。第3の実施例では、端

末をセル端帯域に収容できるか否かに応じて、セル端帯域の量の不必要な増加を禁止する。第3の実施例は下りリンク、上りリンクのいずれにも適用可能である。

【0057】

図15は、基地局において、端末をセル端帯域に収容できるか否かに応じて、セル中心帯域をセル端帯域に変更することを禁止するか否かを判定する手順の例を示すフロー図である。図15において、基地局は、まず、周波数リソース割当ての結果、セル端帯域に全端末を収容できるかを確認する(1501)。セル端帯域に全端末を収容できるかの判断は、例えば、過去のある一定期間の実績に基づいて行ってもよい。セル端帯域に全端末を収容できれば(1501のYes)、基地局はセル端帯域の量を増加させる必要がないと判断し、セル中心帯域をセル端帯域へ変更することを禁止する(1502)。ただし、このときセル端帯域をセル中心帯域に変更することは許容してもよい。セル端帯域に全端末を収容できなければ、基地局は、セル中心帯域からセル端帯域への変更も、セル端帯域からセル中心帯域への変更も許容する。

10

【0058】

本実施例の適用により、許容送信電力の高いRBを、セル端端末が必要とする以上に用意することが少なくなり、基地局が不必要にセル端帯域を増やすことを防止できる。

【実施例4】

【0059】

本発明を適用する第4の実施例を、図16を使用して説明する。第4の実施例では、セル端帯域の量がセル端帯域の上限を超過するか否かによって、セル端帯域の量の増加を禁止する。第4の実施例は下りリンク、上りリンクのいずれにも適用可能である。

20

【0060】

図16は、基地局において、セル端帯域の量が上限を超過するか否かによって、セル中心帯域をセル端帯域に変更することを禁止するか否かを判定する手順の例を示すフロー図である。図16では、基地局は、帯域の分割を行った結果、セル端帯域の量が、上位装置から通知される上限に達しているか否かを確認する(1601)。セル端帯域の量が上限に達しているならば(1602のYes)、セル中心帯域をセル端帯域へ変更することを禁止する(1603)。ただし、このときセル端帯域をセル中心帯域に変更することは許容してもよい。セル端帯域の量が上限に達していないならば(1602のNo)、基地局は、セル中心帯域からセル端帯域への変更も、セル端帯域からセル中心帯域への変更も許容する(1604)。

30

【0061】

なお、セル端帯域の量が上限に達しているか否かの判定は、帯域分割のタイミングにおいて全RBに対してセル端帯域かセル中心帯域かを決定した後でもよいし、1つまたは複数のRBに対してセル端帯域かセル中心帯域かを決定した後でもよい。

【0062】

本実施例の適用により、上位装置が通知するセル端帯域の上限に基づくセル端帯域の量の抑制が、各セルにおいて可能となり、セル端帯域が増えすぎることを防止できる。

【0063】

ここまでは、セル端帯域の上限の設定と、上限に従った帯域の分割方法について説明したが、同様に、セル端帯域の下限の設定と、下限に従った帯域の分割も可能である。RNTPやHIIなどの、周辺セルからの情報に従って帯域の分割を行う場合、周辺セルの状況によっては、帯域の分割においてセル端帯域の量が減少し、その結果自局のスループットが低下してしまうおそれがある。この問題は、セル端帯域量の下限を設定することにより、回避することができる。セル端帯域の下限は、セル端帯域の上限と同様に、上位装置において設定され、上位装置から各セルに通知される。あるいは、各基地局で設定してもよい。セル端帯域の下限に従う帯域の分割の一例を、以下に説明する。

40

【実施例5】

【0064】

本発明を適用する第5の実施例を、図17を使用して説明する。第5の実施例では、セ

50

ル端帯域の量がセル端帯域の下限量を下回るか否かによって、セル端帯域の量の減少、すなわちセル中心帯域の増加を禁止する。第5の実施例は下りリンク、上りリンクのいずれにも適用可能である。

【0065】

図17は、基地局において、セル端帯域の量が下限を下回るか否かによって、セル端帯域をセル中心帯域に変更することを禁止するか否かを判定する手順の例を示すフロー図である。図17では、基地局は、帯域の分割を行った結果、セル端帯域の量が、上位装置から通知される下限量に達しているか否かを確認する(1701)。セル端帯域の量が下限量以下ならば(1702のYes)、セル端帯域をセル中心帯域へ変更することを禁止する(1703)。ただし、このときセル中心帯域をセル端帯域に変更することは許容してもよい。セル端帯域の量が下限量を上回るならば(1702のNo)、基地局は、セル中心帯域からセル端帯域への変更も、セル端帯域からセル中心帯域への変更も許容する(1704)。

10

【0066】

なお、セル端帯域の量が下限量以下か否かの判定は、第4の実施例における上限量に達しているか否かの判定と同様に、帯域分割のタイミングにおいて全RBに対してセル端帯域かセル中心帯域かを決定した後でもよいし、1つまたは複数のRBに対してセル端帯域かセル中心帯域かを決定した後でもよい。

【0067】

本実施例の適用により、上位装置が通知するセル端帯域の下限量に基づくセル端帯域の量の抑制が、各セルにおいて可能となり、セル端帯域が減りすぎることを防止できる。

20

【0068】

あるセルが、当該セルでのセル端帯域の不足により、セル端帯域を増加させていくと、送信電力が増加することにより当該セルのスループットは向上するが、周辺セルへの与干渉が増大していき、周辺セルのスループットが減少してしまうことはすでに説明したとおりである。このとき、セル端端末数を減少させることにより、セル端帯域の不足を解消することができる。

【0069】

図18及び図31を用いて、端末の分類について説明する。図18は、セル端端末とセル中心端末の、セル内における位置の例を示す図である。図31は、RSRPを基準として端末を分類する例を示す図である。図18において、基地局1801の凡その通信範囲はセル1802で示される。図2および図3に関してすでに説明した方法で、すなわち端末から基地局に通知されるRSRPなどに基づいて基地局1801は端末を分類する。例えば、図31のようにRSRPを基準として端末を分類する。図31の基準を用いると、端末のRSRPが端末分類閾値以上となる場合、当該端末はセル中心端末に分類され、端末のRSRPが端末分類閾値未満となる場合、当該端末はセル端端末に分類される。端末の分類を行った結果、例えば、図18において、基地局1801に近い位置にある端末1803は、RSRPが大きくセル中心端末に、基地局1802から離れた位置にある端末1804は、RSRPが小さくセル端端末に、それぞれ分類される。このように、一般に、セル中心エリア1805にある端末はセル中心端末に、セル端エリア1806にある端

30

40

【0070】

端末の分類は、周波数リソース割当てに先んじて行う。図19は、端末の分類例を示す図である。図19において、システム帯域は、図4のようにいくつかの小帯域に分割され、端末は、各小帯域に対応した小グループのいずれかに分類される。また、各端末は、対応する小帯域がセル端帯域またはセル中心帯域のいずれに所属するかに応じて、セル端端末またはセル中心端末のいずれかに分類されるものとする。

【0071】

図20は、図5で説明した各小帯域における送信電力制限と、端末の分類の関係を示す図である。図20では、端末は、小帯域1、小帯域2、小帯域3、小帯域4、小帯域5、

50

および小帯域 6 に対応する小グループのいずれかに分類されている。図 5 のように、各小帯域において許容される最大送信電力が設定された場合、端末が、所属する小グループに対応する小帯域で周波数リソースを割当てられたとき、原則として、各端末は、それぞれが所属する小グループに対応する小帯域における許容送信電力による送信電力制限を受ける。ただし、所属する小グループに対応する小帯域以外で周波数リソースを割当てられた端末は、原則として、割当てられた周波数リソースに対応する小帯域における許容送信電力による送信電力制限を受ける。

【 0 0 7 2 】

図 3 3 は、図 2 0 の端末の分類を示すテーブルである。図 3 3 のテーブルは、各端末 3 3 1 0 について、所属する小帯域の情報 3 3 2 0 を含んでいる。基地局は図 3 3 のような
10
テーブルを図 3 4 のメモリ 3 4 1 1 に保持し、図 3 4 の無線制御部 3 4 0 5 において端末への周波数リソース割当ておよび送信電力設定を行う際に、図 3 3 のテーブルと図 3 2 のテーブルを組み合わせて利用する。端末の分類は、基地局で行われる。基地局は、例えば、図 2 および図 3 ですでに説明したように、端末が報告する R S R P をもとに、セル端端末とセル中心端末の分類を行う。図 2 1 は、基地局における、R S R P に基づくセル端端末とセル中心端末の分類処理の例を示すフロー図である。図 2 1 において、基地局は、
20
端末から報告された、R S R P が予め定められた閾値以上か否かを確認する (2 1 0 1) 。 R S R P が閾値以上であれば (2 1 0 1 の Y e s) 、当該端末をセル中心端末に分類する (2 1 0 2) 。そうでなければ (2 1 0 1 の N o) 、当該端末をセル端端末に分類する (2 1 0 3) 。端末の分類は、下りリンクと上りリンクで共通でもよいし、異なってもよい。

【 0 0 7 3 】

すでに説明したように、原則的に、セル端帯域ではセル端端末に、セル中心帯域ではセル中心端末に、周波数リソースの割当てを行う。セル端端末が増加しセル端帯域の周波数リソースが不足する場合は、セル端端末数を減少させることにより、セル端帯域の周波数リソースが不足を解消することができる。図 2 2 を用いて、セル端端末数の調整方法を説明する。図 2 2 は、各セルにおける、セル端帯域の過不足に基づくセル端端末数増減手順の一例を示すフロー図である。図 2 2 において、基地局は、セル端端末に対しセル端帯域で周波数リソースを割当て、セル端端末を全てセル端帯域に収容できるか確認する (2 2 0 1) 。セル端端末の全てをセル端帯域に収容できない場合 (2 2 0 1 の N o) は、基地
30
局はセル端端末数が多いと判断し、セル端端末数を減少させる (2 2 0 4) 。セル端端末の全てをセル端帯域に収容できる場合 (2 2 0 1 の Y e s) は、基地局はセル端帯域に余剰周波数リソースが存在するかを確認する (2 2 0 2) 。セル端帯域に余剰周波数リソースがある場合 (2 2 0 2 の Y e s) は、基地局はセル端端末数が少ないと判断し、セル端端末数を増加させる (2 2 0 3) 。なお、図 2 2 の例では、セル端帯域に余剰周波数リソースがある場合は、セル端端末数を増加させるが、セル端端末数の増加により周辺セルへの与干渉が増大するおそれがあるから、セル端帯域に余剰周波数リソースがある場合でも、必ずしもセル端端末数を増加させる必要はない。

【 0 0 7 4 】

端末の分類を行う時間的周期は、周波数リソース割当ての時間的周期と同一でなくてもよく、周波数リソース割当ての時間的周期より長くてもよい。すなわち、前回の端末分類以後の周波数リソース割当てにおいて発生したセル端帯域の不足および余剰の量を累積し、この累積値に基づいてセル端帯域の過不足を判断してもよい。周波数リソース割当ての際にセル端帯域が不足する場合は、次の端末分類タイミングにおいてセル端端末数を減少させるまで、セル端端末にセル中心帯域の周波数リソースを割当ててもよい。また、図 2 2 のセル端帯域の過不足の判定タイミングと、端末分類の変更タイミングは、同一の時間スロット内にあってもよいし、異なる時間スロットにあってもよい。これらが異なる時間スロットにある場合、セル端帯域が不足すると判定してから、端末の分類が変更されるまでの間は、セル端帯域が不足するから、セル端端末に対してセル中心帯域で周波数リソース割当てを行ってもよい。
40
50

【 0 0 7 5 】

一方、あるセルで、例えば図 2 1 のように端末の R S R P などの状況に応じて端末の分類を行った結果、セル端端末数が急激に増加した場合、セル端帯域量が不足により、セル端端末のスループットが急激に低下してしまう。

【 0 0 7 6 】

このため、本実施例では、各セルのセル端端末数に上限を設ける。本実施例における、セル端端末数の上限設定について、図 2 3 を使用して説明する。図 2 3 は、セル端端末数、セル中心端末数、およびセル端端末数の上限の一例を示す図である。図 2 3 の例では、セル端端末数、セル中心端末数はそれぞれ 8 である。また、セル端端末数の上限は 1 1 であるので、セル端端末にあと 3 台追加できるが、それ以上追加することはできない。このように、セル端端末数が一定以下に抑制される。

10

【 0 0 7 7 】

セル端端末数の上限は、複数の基地局を管理する上位装置によって、セル端端末数の上限値や、セルに接続する端末数に対するセル端端末数の割合の上限値などといった形式で、各基地局に与えられる。上位装置とは、例えば、図 1 における基地局制御装置 1 0 3 である。あるいは、複数の基地局制御装置 1 0 3 を管理する新たな管理装置を設け、この管理装置を上位装置としてもよい。あるいは、ある基地局に上位装置の機能を持たせてもよい。各セルのセル端端末数の上限は、上位装置から各セルへ通知される。例えば、基地局制御装置 1 0 3 を上位装置とする場合、各セルのセル端端末数の上限は、有線回線を通じて各セルへ通知される。

20

【 0 0 7 8 】

セル端端末数の上限は、例えば、固定的に設定してもよい。あるいは、セル端端末数の上限は動的に設定してもよい。例えば、各セルの接続端末数に基づいて決定してもよいし、あるいは、各セルのトラフィック量に応じて決定してもよい。図 2 4 は、上位装置において、各セルの接続端末数に基づいてセル端端末数の上限値を決定する手順の例を示すフロー図である。図 2 4 において、まず上位装置は、管理するセルの接続端末数の総和と、管理するセルの数から、平均接続端末数を計算する 2 4 0 1。次に、各セルについて、セル端端末数の上限値の制御を行う。あるセルについて、 $(\text{当該セルの接続端末数}) / (\text{平均接続端末数})$ が予め定められた閾値 $T h 3$ 以上である場合 (2 4 0 2 の Y e s) は、当該セルのセル端端末数の上限値を増加する (2 4 0 3)。 $(\text{当該セルの接続端末数}) / (\text{平均接続端末数})$ が閾値 $T h 3$ 未満である場合 (2 4 0 2 の N o)、閾値 $T h 4$ との比較を行う (2 4 0 4)。 $(\text{当該セルの接続端末数}) / (\text{平均接続端末数})$ が閾値 $T h 4$ 未満である場合 (2 4 0 4 の Y e s)、当該セルのセル端端末数の上限値を減少する (2 4 0 5)。 $(\text{当該セルの接続端末数}) / (\text{平均接続端末数})$ が閾値 $T h 4$ 以上である場合 (2 4 0 4 の N o) は、当該セルのセル端端末数の上限値を変更しない。

30

【 0 0 7 9 】

セル端端末数の上限は上位装置から各セルに通知されるが、初期設定時および変更があった場合のみ通知することとすれば、通知回数を抑制することができる。また、セル端端末数の上限は、下りリンクと上りリンクで共通でもよいし、異なってもよい。

【 実施例 6 】

40

【 0 0 8 0 】

本発明を適用する第 6 の実施例を、図 2 5 を使用して説明する。第 6 の実施例では、セル端端末数がセル端端末数の上限を超過するか否かによって、セル端端末の増加を禁止する。第 6 の実施例は下りリンク、上りリンクのいずれにも適用可能である。

図 2 5 は、基地局において、セル端端末数が上限値を超過するか否かによって、セル中心端末をセル端端末に変更することを禁止するか否かを判定する手順の例を示すフロー図である。図 2 5 では、基地局は、端末の分類を行った (2 5 0 1) 結果、セル端端末数が、上位装置から通知される上限値に達しているか否かを確認する (2 5 0 2)。セル端端末数が上限値に達しているならば (2 5 0 2 の Y e s)、セル中心端末をセル端端末へ変更することを禁止する (2 5 0 3)。ただし、このときセル端端末をセル中心端末に変更

50

することは許容してもよい。セル端端末数が上限値に達していないならば(2502のNo)、基地局は、セル中心端末からセル端端末への変更も、セル端端末からセル中心端末への変更も許容する(2504)。

【0081】

なお、セル端端末数が上限値に達しているか否かの判定は、端末分類のタイミングにおいて基地局に接続する全端末に対してセル端端末かセル中心端末かを決定した後もよいし、1つまたは複数の端末に対してセル端端末かセル中心端末かを決定した後もよい。

【0082】

本実施例の適用により、上位装置が通知するセル端端末数の上限値に基づくセル端端末数の抑制が、各セルにおいて可能となり、セル端端末が増えすぎることを防止できる。

10

【実施例7】

【0083】

本発明を適用する第7の実施例を、図26を使用して説明する。第7の実施例では、セル端端末数がセル端端末数の上限を超過するか否かによって、端末の分類を行うための閾値を、端末がセル端端末に分類されにくくなるよう変更する。第7の実施例は下りリンク、上りリンクのいずれにも適用可能である。

【0084】

図26は、基地局において、セル端端末数が上限値を超過するか否かによって、端末の分類を行うための閾値を、端末がセル端端末に分類されにくくなるよう変更する手順の例を示すフロー図である。図26の例では、端末の分類は、図21のように、端末のRSRPが閾値以上か否かに基づいて行われると仮定する。図26では、基地局は、端末の分類を行った(2601)結果、セル端端末数が、上位装置から通知される上限値に達しているか否かを確認する(2602)。セル端端末数が上限値に達しているならば(2602のYes)、端末がセル端端末に分類されにくくなるよう、RSRP閾値を一定量減少する(2603)。セル端端末数が上限値に達していないならば(2602のNo)、端末がセル端端末に分類されやすくなるよう、RSRP閾値を一定量増加する(2604)。図26の例では、RSRP閾値の減少幅を増加幅より小さく設定することにより、セル端端末数の急激な増加を防止できる。

20

【0085】

なお、セル端端末数が上限値に達しているか否かの判定は、端末分類のタイミングにおいて基地局に接続する全端末に対してセル端端末かセル中心端末かを決定した後もよいし、1つまたは複数の端末に対してセル端端末かセル中心端末かを決定した後もよい。

30

【0086】

本実施例の適用により、上位装置が通知するセル端端末数の上限値に基づくセル端端末数の抑制が、各セルにおいて可能となり、セル端端末が増えすぎることを防止できる。

【0087】

図26の例では、セル端端末数が上限値に達していない場合は、RSRP閾値を一定量増加するものとしたが、セル端端末数が増加することによる周辺セルへの与干渉を防止するため、セル端端末数が上限値に達していない場合に、RSRP閾値を変更しなくてもよい。あるいは、セル端端末数が上限値に達していない場合に、RSRP閾値を変更するかどうかは、RSRP閾値が予め定められた初期値を上回るか下回るかによって決定してもよい。図27は、基地局において、RSRP閾値を変更するか否かを、RSRP閾値が初期値を上回るか下回るかに基づいて決定する手順の一例を示すフロー図である。図27では、基地局が端末の分類を行った(2701)結果、セル端端末数が上限値に達しているならば(2702のYes)、RSRP閾値が閾値初期値と比べて定数aより下回らない場合(2703のNo)は、端末がセル端端末に分類されにくくなるよう、RSRP閾値を一定量減少する(2704)。RSRP閾値が閾値初期値と比べて定数aより下回る場合(2703のYes)は、RSRP閾値の減少は行わない。セル端端末数が上限値に達していないならば(2702のNo)、RSRP閾値が閾値初期値と比べて定数b以上上回らない場合(2705のNo)は、端末がセル端端末に分類されにくくなるよう、RSR

40

50

P 閾値を一定量増加する (2 7 0 6)。R S R P 閾値が閾値初期値と比べて定数 b 以上上回る場合 (2 7 0 5 の Y e s) は、R S R P 閾値の増加は行わない。これによって、R S R P 閾値が、閾値の初期値と定数 a および定数 b により決まる最小値と最大値に収まるように制御することが可能となる。

【実施例 8】

【0088】

本発明を適用する第 8 の実施例を、図 2 8 を使用して説明する。第 8 の実施例では、セル端端末数がセル端端末数の上限を超過するか否かによって、セル端端末の増加を禁止し、禁止状態が一定期間以上継続した場合は、端末の分類を行うための閾値を、端末がセル端端末に分類されにくくなるよう変更する。第 8 の実施例は下りリンク、上りリンクのい

10

【0089】

図 2 8 は、基地局において、セル端端末数が上限値を超過するか否かによって、セル中心端末をセル端端末に変更することを禁止するか否かを判定し、さらに、禁止状態が一定期間以上継続した場合は、端末の分類を行うための閾値を、端末がセル端端末に分類されにくくなるよう変更する手順の例を示すフロー図である。図 2 8 では、基地局は、端末の分類を行った (2 8 0 1) 結果、セル端端末数が、上位装置から通知される上限値に達しているか否かを確認する (2 8 0 2)。セル端端末数が上限値に達しているならば (2 8 0 2 の Y e s)、セル中心端末をセル端端末へ変更することを禁止する (2 8 0 3)。ただし、このときセル端端末をセル中心端末に変更することは許容してもよい。セル端端末

20

【0090】

さらに、図 2 8 において、基地局は、セル中心端末をセル端端末に変更することを禁止する状態の継続期間を測定している (2 8 0 5)。禁止状態の継続期間が一定以上ならば (2 8 0 5 の Y e s)、第 7 の実施例と同様に、R S R P 閾値を一定量減少することにより、端末がセル端端末に分類されにくくなるようにする (2 8 0 6)。禁止状態の継続期間が一定未満ならば (2 8 0 5 の N o)、R S R P 閾値を一定量増加させる (2 8 0 7)。

。

なお、セル端端末数が上限値に達しているか否かの判定は、端末分類のタイミングにおいて基地局に接続する全端末に対してセル端端末かセル中心端末かを決定した後でもよいし、1 つまたは複数の端末に対してセル端端末かセル中心端末かを決定した後でもよい。

30

【0091】

本実施例の適用により、上位装置が通知するセル端端末数の上限値に基づくセル端端末数の抑制が、各セルにおいて可能となり、セル端端末が増えすぎを防止できる。

図 2 8 の例では、セル中心端末からセル端端末への変更禁止状態の継続期間が一定未満の場合は、R S R P 閾値を増加させるとしたが、セル中心端末からセル端端末への変更が禁止されている期間内においては、R S R P 閾値を変更しなくてもよい。図 2 9 は、基地局において、禁止状態の継続期間が一定未満の場合は R S R P 閾値を変更しない場合の、手順の例を示すフロー図である。図 2 9 では、基地局は、図 2 8 と同様に、端末の分類を行った (2 9 0 1) 結果、セル端端末数が上限値に達しているか否かに基づいて (2 9 0 2)、セル中心端末をセル端端末へ変更することを禁止するか否かを決定する。禁止状態となった場合 (2 9 0 3) は、禁止状態の継続期間が一定以上ならば (2 9 0 4 の Y e s)、R S R P 閾値を一定量減少する。禁止状態となったが、禁止状態の継続期間が一定未満ならば (2 9 0 4 の N o)、R S R P 閾値を変更しない。禁止状態とならなかった場合 (2 9 0 6) は、R S R P 閾値を一定量増加させる (2 9 0 7)。

40

図 2 9 の例では、禁止状態とならなかった場合は、閾値を一定量増加させるものとしたが、これは、禁止状態の継続期間が一定以上の場合に減少した R S R P 閾値を、初期値まで戻すことを目的としており、R S R P 閾値が初期値に達した場合はそれ以上 R S R P 閾値を増加させなくてもよい。

50

【 0 0 9 2 】

これまで、帯域の分割におけるセル端帯域の量の制御と、端末の分類におけるセル端端末数の制御について説明した。これらのセル端帯域の量の制御と、セル端端末数の制御は、いずれか一方のみしか適用できないものではなく、両方を組み合わせて実施することも可能である。その例を、以下で説明する。

【 実施例 9 】

【 0 0 9 3 】

本発明を適用する第 9 の実施例を、図 3 0 を使用して説明する。第 9 の実施例は、セル端帯域の量の制御と、セル端端末数の制御を組み合わせて実施する場合の一例である。第 9 の実施例は下りリンク、上りリンクのいずれにも適用可能である。

10

【 0 0 9 4 】

図 3 0 は、基地局において、セル端帯域の量の制御と、セル端端末数の制御を組み合わせて実施する手順の一例を示すフロー図である。図 3 0 では、セル端帯域が不足した場合に、セル端端末数の制限を行い、さらに、この制限が一定期間行われた場合に、セル端帯域の量を制限しながら、セル端帯域の量を増加する。

【 0 0 9 5 】

図 3 0 において、まず、基地局は、セル端端末に対しセル端帯域で周波数リソースを割当て、セル端端末を全てセル端帯域に収容できるか確認する (3 0 0 1)。セル端端末の全てをセル端帯域に収容できない場合 (3 0 0 1 の No) は、基地局はセル端端末数が多いと判断し、セル中心端末をセル端端末に変更することを禁止する (3 0 0 2)。これによって、セル端端末数が抑制される。セル端端末の全てをセル端帯域に収容できる場合 (3 0 0 1 の Yes) は、基地局はセル端端末数に対してセル端帯域の量が十分であると判断し、セル中心端末をセル端端末に変更することを許可する (3 0 0 3)。

20

【 0 0 9 6 】

さらに、図 3 0 において、基地局は、セル中心端末をセル端端末に変更することを禁止する状態の継続期間を測定している (3 0 0 4)。禁止状態の継続期間が一定以上ならば (3 0 0 4 の Yes)、基地局はセル端帯域の量を増加させる (3 0 0 5)。禁止状態の継続期間が一定未満ならば (3 0 0 4 の No)、基地局はセル端帯域の量を減少させる (3 0 0 6)。その結果、セル端帯域の量が予め与えられる上限に達しているならば (3 0 0 7 の Yes)、セル中心帯域をセル端帯域へ変更することを禁止する (3 0 0 8)。ただし、このときセル端帯域をセル中心帯域に変更することは許容してもよい。セル端帯域の量が上限に達していないならば (3 0 0 7 の No)、基地局は、セル中心帯域からセル端帯域への変更も、セル端帯域からセル中心帯域への変更も許容する (3 0 0 9)。

30

【 0 0 9 7 】

図 3 0 の例では、セル中心端末の継続期間が一定未満ならば、基地局はセル端帯域の量を減少させるが、セル中心端末からセル端端末への変更が禁止されている期間内においては、セル端帯域の量を変更しなくてもよい。

【 0 0 9 8 】

また、図 3 0 の例では、セル端端末数の制限は、セル中心端末からセル端端末への変更を禁止することによって行うが、実施例 7 のように R S R P 閾値の変更によって行ってもよいし、実施例 8 のようにセル中心端末からセル端端末への変更禁止と、R S R P 閾値の変更を組み合わせて行ってもよい。

40

【 0 0 9 9 】

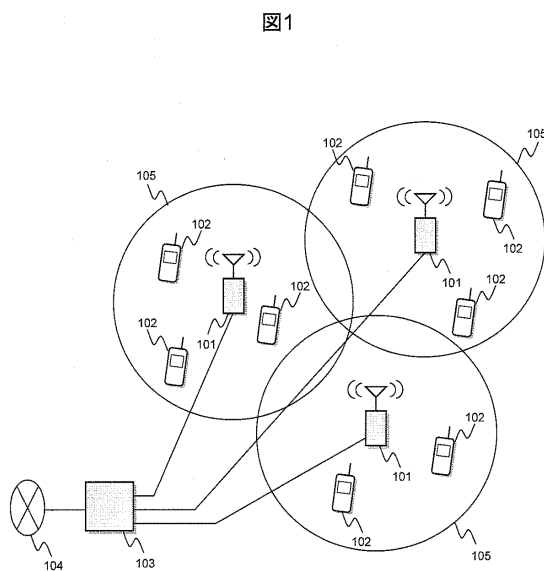
また、図 3 0 において、セル端帯域量が上限に達している状態が長時間継続した場合は、接続端末数に対し、セル端帯域量の上限が低い可能性がある。このような場合、図 1 2 のような、接続端末数に応じたセル端帯域量の上限の制御を行うことにより、当該セルのセル端帯域量の上限が増加し、セル端帯域の不足が解消されることが期待される。あるいは、セル端帯域量が上限に達している状態が長時間継続した場合は、基地局は上位装置にこれを通知し、通知を受けた上位装置は、当該セルのセル端帯域量の上限の増加を行ってもよい。

50

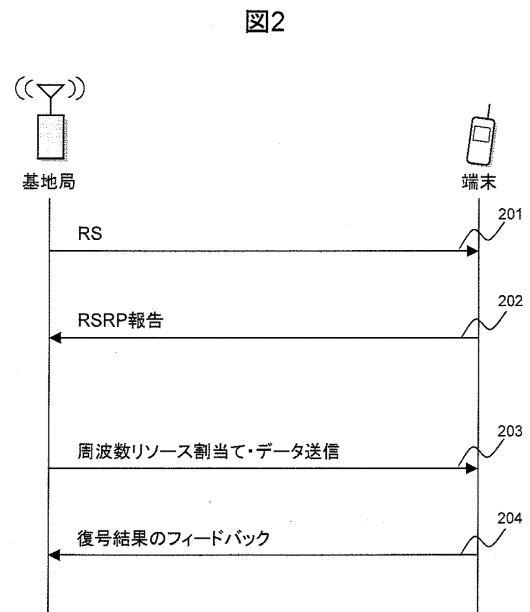
【 0 1 0 0 】

上述した実施形態や実施例によれば、周辺セルに与える干渉が過度に増大することを防止し、セルラ通信システムにおける無線利用効率を向上させることができる。

【 図 1 】

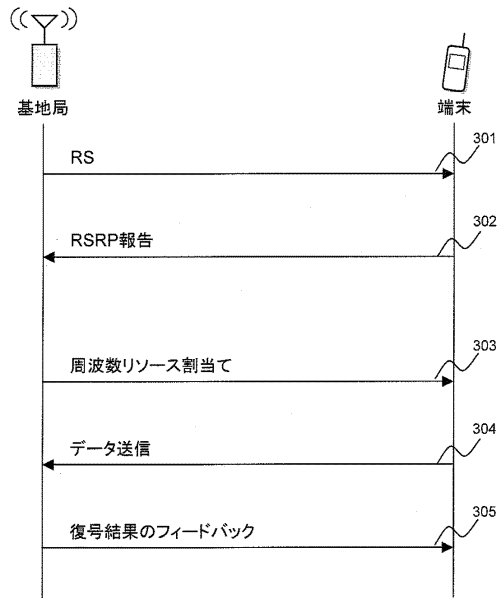


【 図 2 】



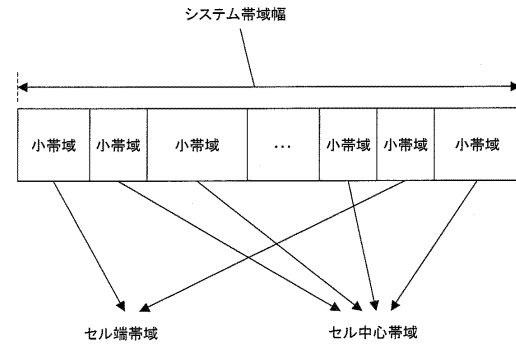
【図 3】

図3



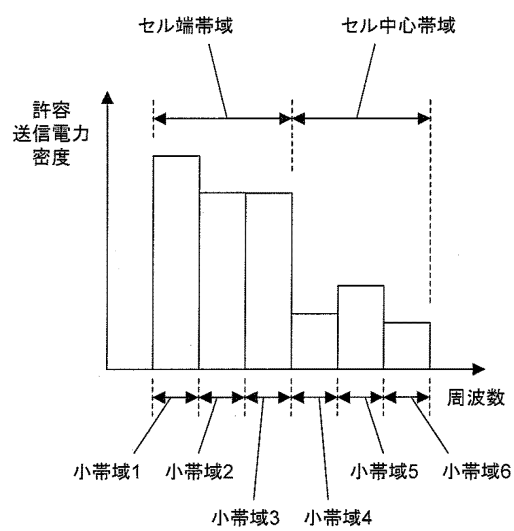
【図 4】

図4



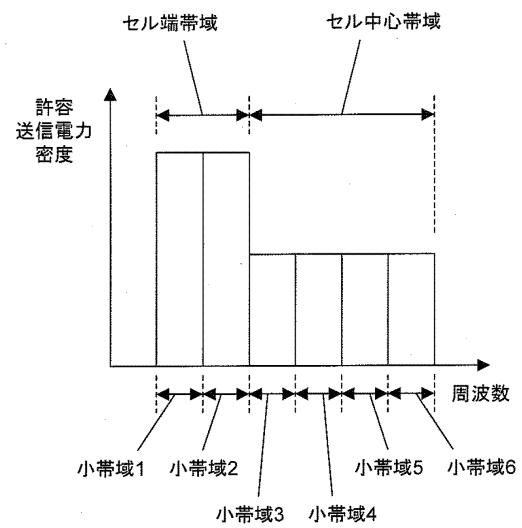
【図 5】

図5

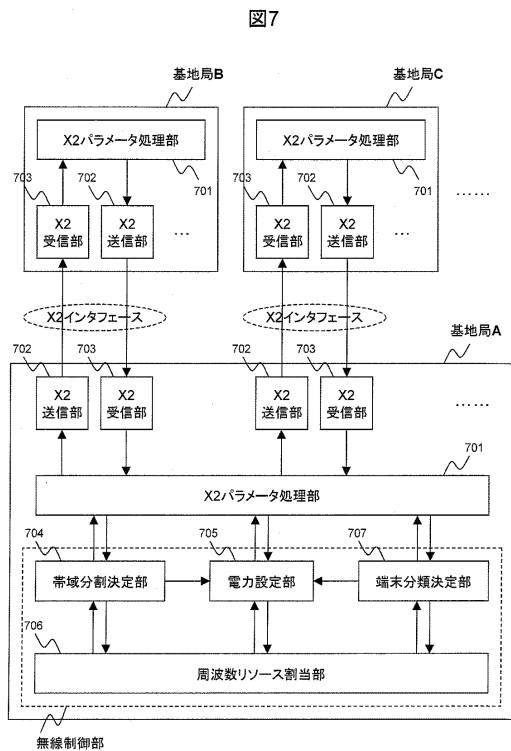


【図 6】

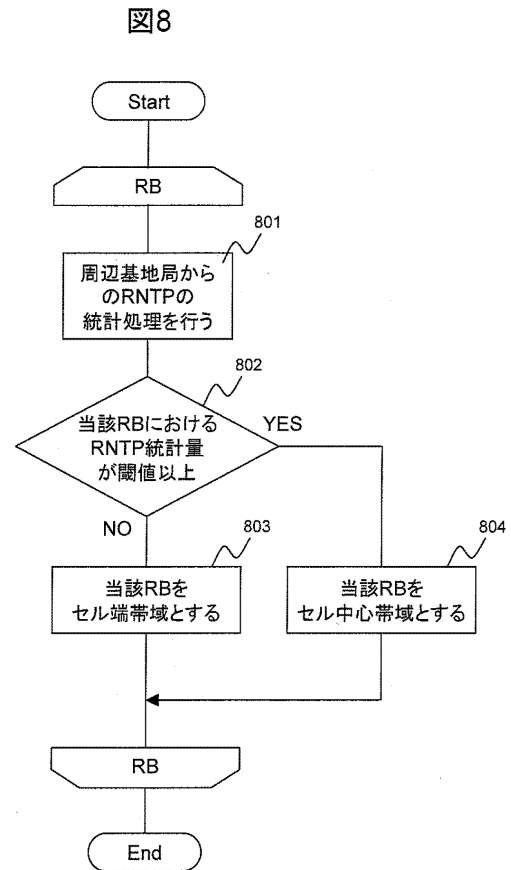
図6



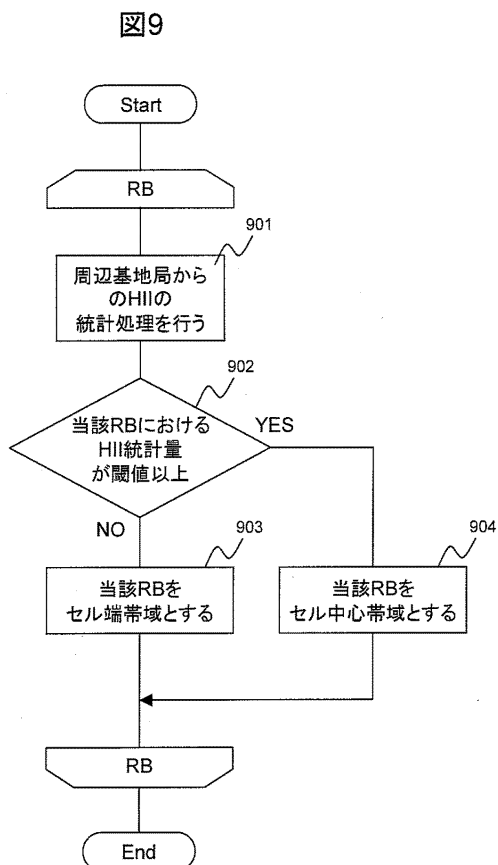
【図 7】



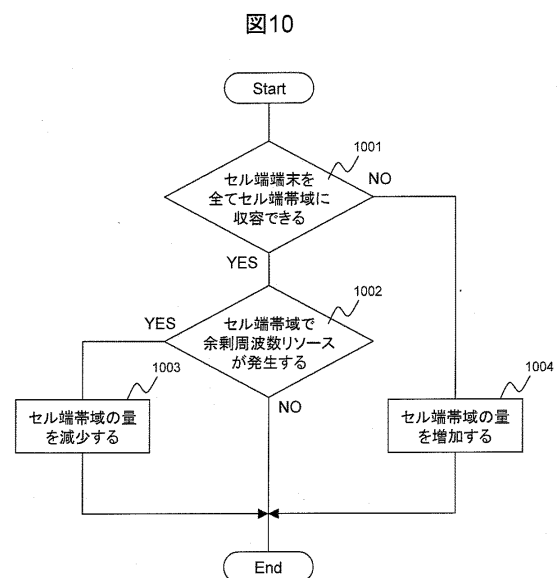
【図 8】



【図 9】

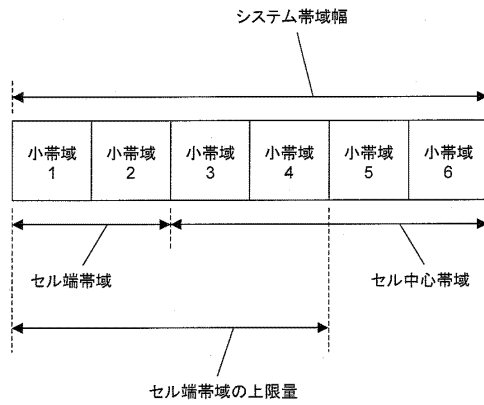


【図 10】



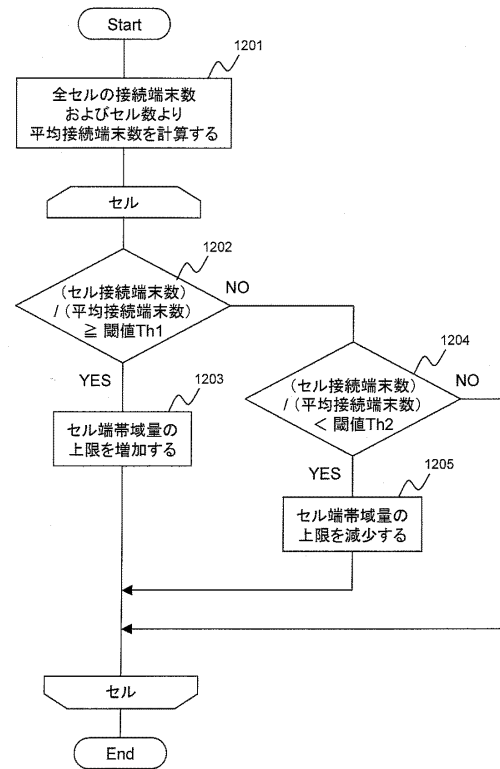
【図 1 1】

図11



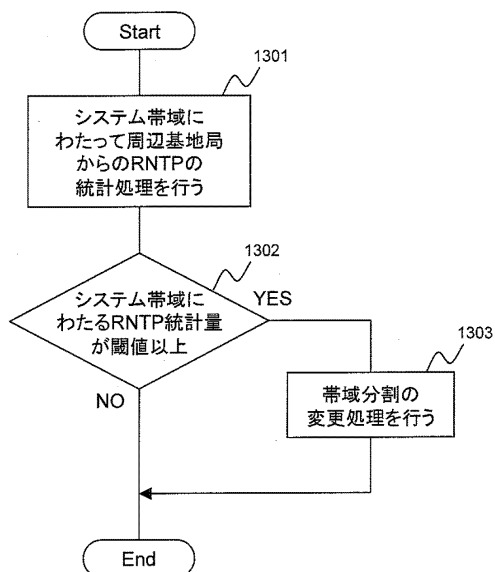
【図 1 2】

図12



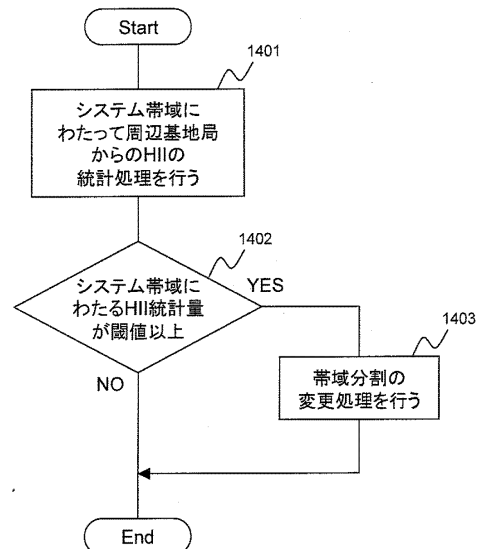
【図 1 3】

図13



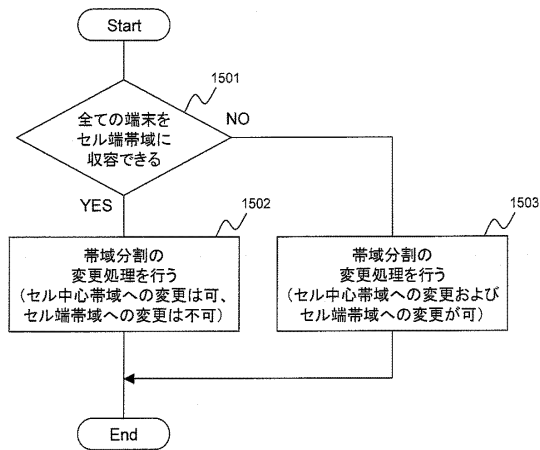
【図 1 4】

図14



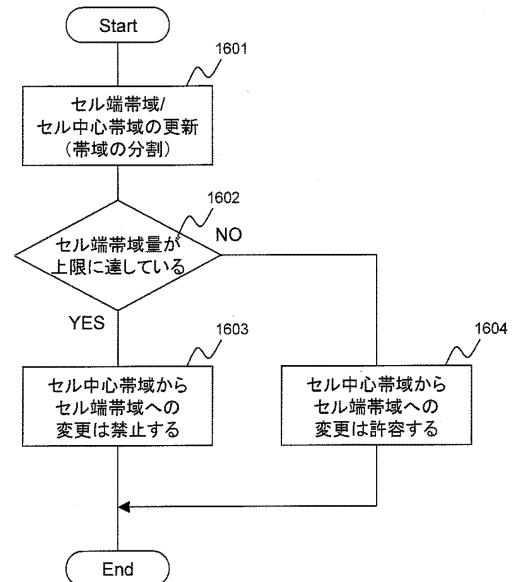
【図 15】

図15



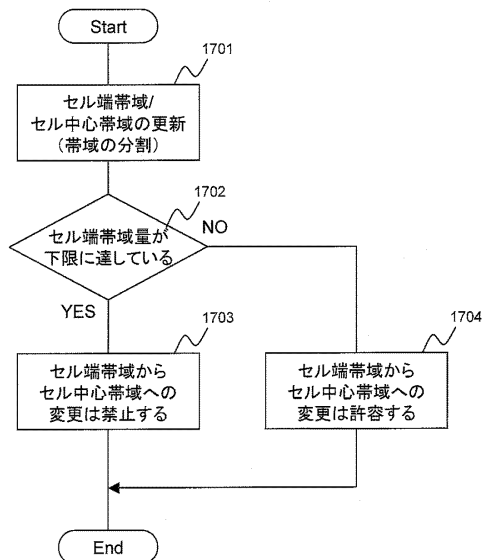
【図 16】

図16



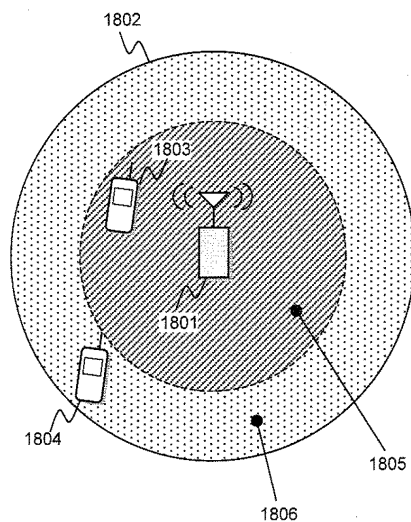
【図 17】

図17



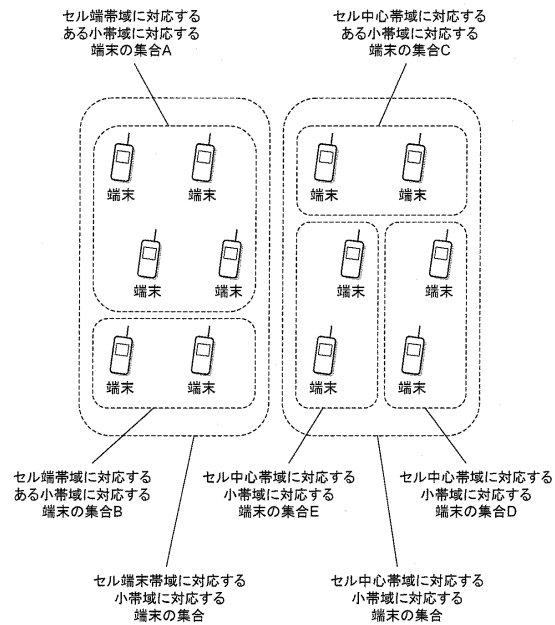
【図 18】

図18



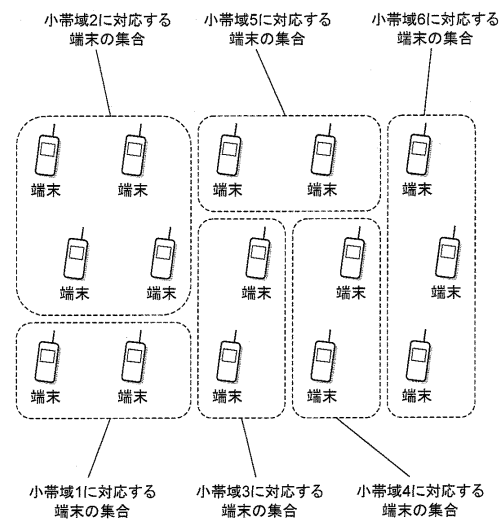
【図 19】

図19



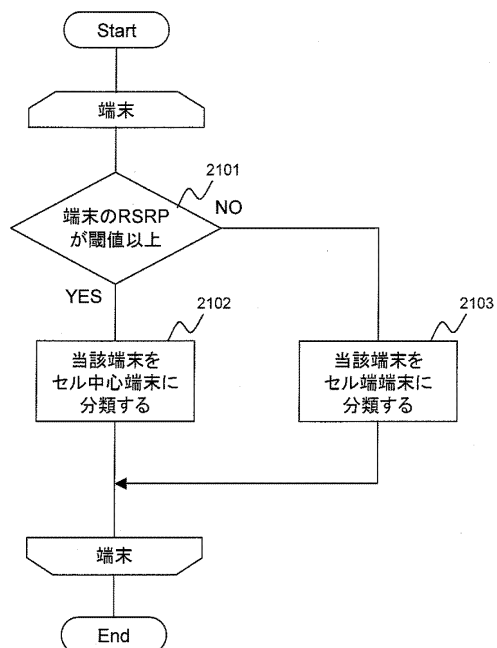
【図 20】

図20



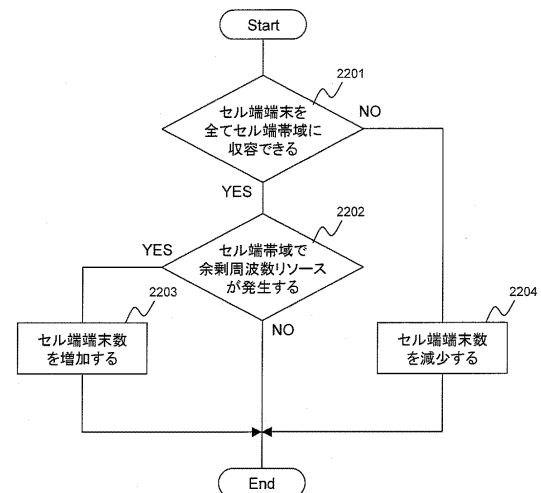
【図 21】

図21

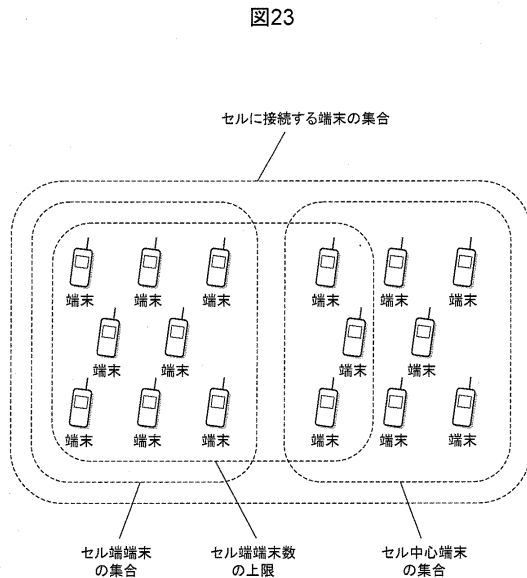


【図 22】

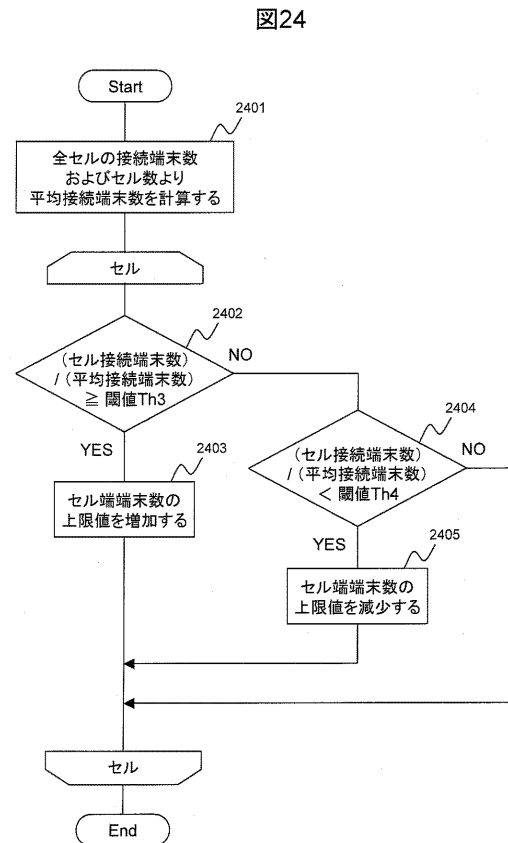
図22



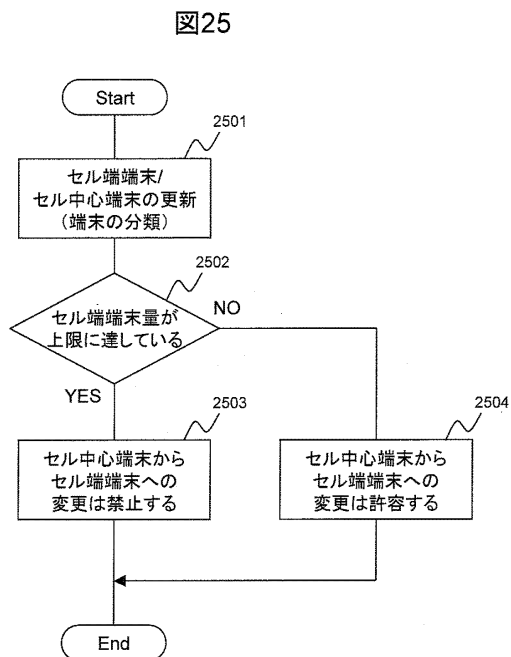
【図 23】



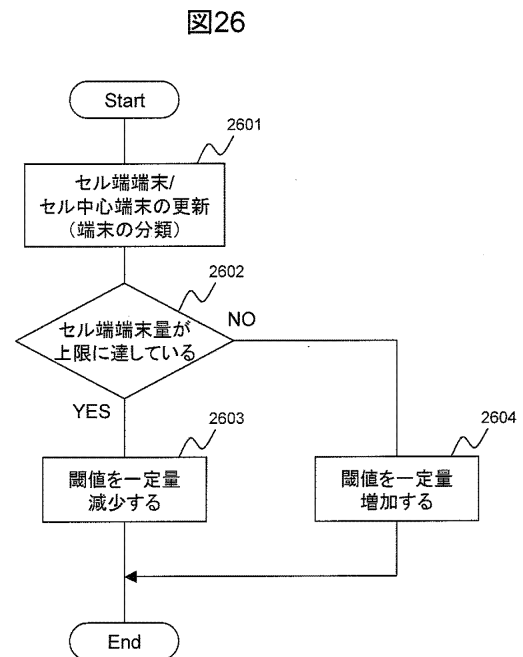
【図 24】



【図 25】

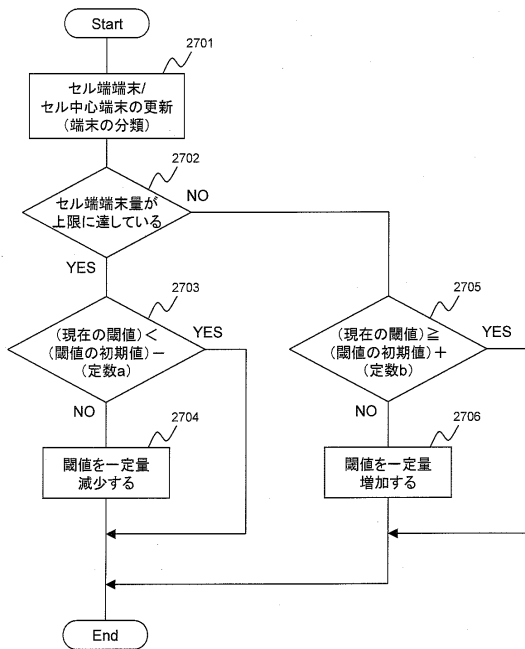


【図 26】



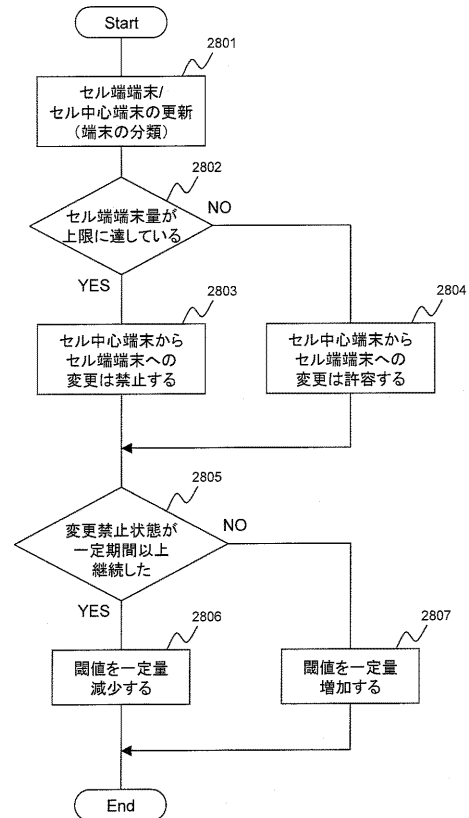
【図 27】

図27



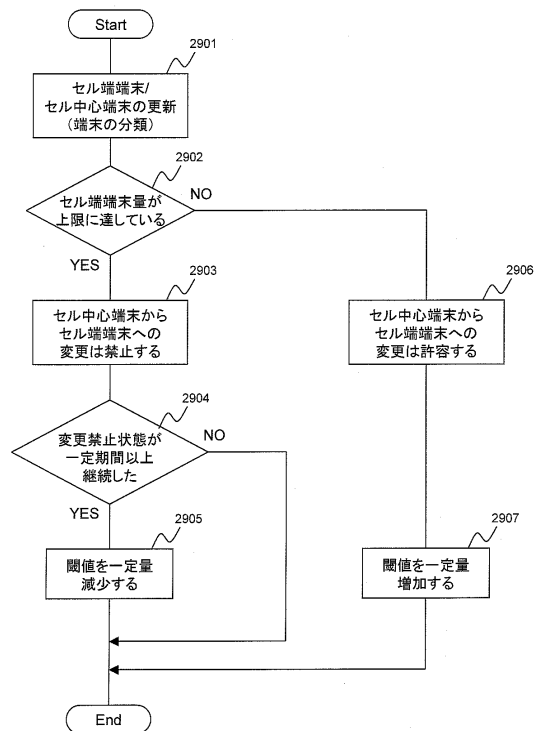
【図 28】

図28



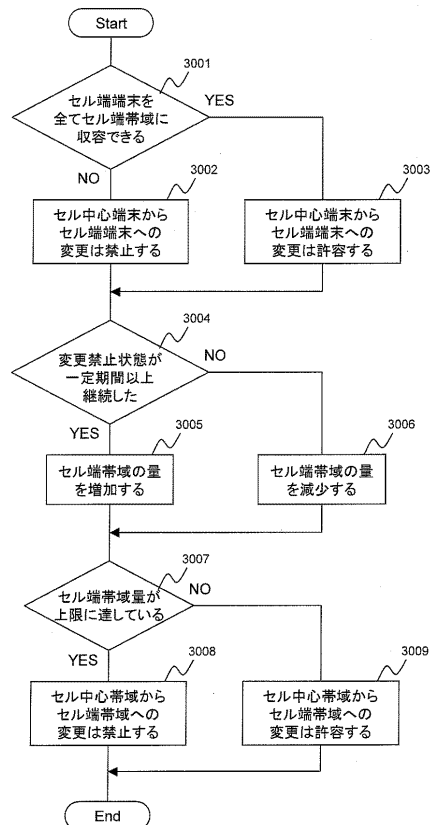
【図 29】

図29



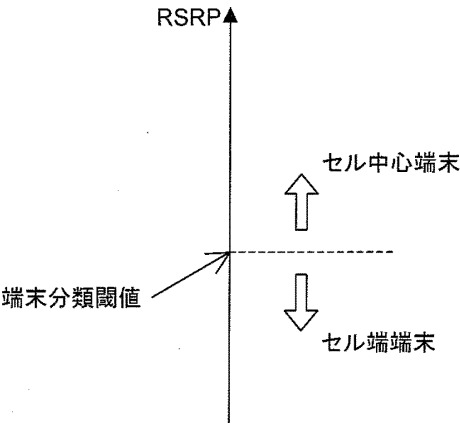
【図 30】

図30



【図 3 1】

図31



【図 3 2】

図32

3210 小帯域	3220 セル端帯域 / セル中心帯域	3230 許容送信電力密度
小帯域1	セル端帯域	P2
小帯域2	セル端帯域	P2
小帯域3	セル中心帯域	P1
小帯域4	セル中心帯域	P1
小帯域5	セル中心帯域	P1
小帯域6	セル中心帯域	P1

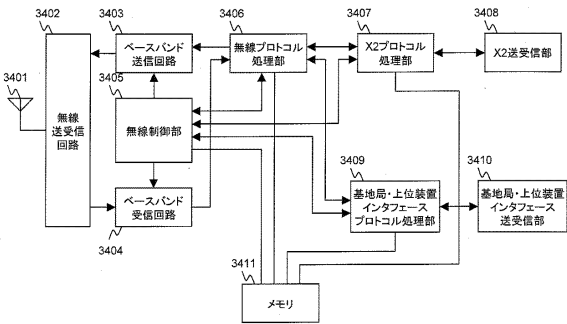
【図 3 3】

図33

3310 端末	3320 所属する小帯域
端末1	小帯域2
端末2	小帯域1
端末3	小帯域1
端末4	小帯域3
端末5	小帯域5
端末6	小帯域4
端末7	小帯域6
端末8	小帯域3
端末9	小帯域2
端末10	小帯域4
⋮	⋮

【図 3 4】

図34



フロントページの続き

(72)発明者 山本 知史

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 石井 裕丈

神奈川県横浜市戸塚区戸塚町 2 1 6 番地 株式会社日立コミュニケーションテクノロジー キャリアネットワーク事業部内

審査官 富田 高史

(56)参考文献 Alcatel-Lucent, Consideration of Backhaul Technology Evolution in Support of CoMP, R1-092150, 3GPP, 2 0 0 9 年 5 月 4 日

Hitachi, Ltd., Resource management cooperation scheme for CoMP, R1-083690, 3GPP, 2 0 0 8 年 9 月 2 9 日

Mitsubishi Electric, Combined fixed and adaptive soft-frequency reuse for inter-cell interference coordination, R1-083615, 3GPP, 2 0 0 8 年 9 月 2 8 日

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 4 W 1 6 / 3 0

H 0 4 W 1 6 / 1 0