

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5896177号
(P5896177)

(45) 発行日 平成28年3月30日 (2016. 3. 30)

(24) 登録日 平成28年3月11日 (2016. 3. 11)

(51) Int. Cl. F I
 HO 4W 28/08 (2009. 01) HO 4W 28/08
 HO 4W 16/16 (2009. 01) HO 4W 16/16
 HO 4W 72/04 (2009. 01) HO 4W 72/04 1 5 0

請求項の数 16 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2013-516869 (P2013-516869)	(73) 特許権者	000004237
(86) (22) 出願日	平成23年10月20日 (2011. 10. 20)		日本電気株式会社
(65) 公表番号	特表2013-544039 (P2013-544039A)		東京都港区芝五丁目7番1号
(43) 公表日	平成25年12月9日 (2013. 12. 9)	(74) 代理人	100079005
(86) 国際出願番号	PCT/JP2011/005869		弁理士 宇高 克己
(87) 国際公開番号	W02012/053208	(72) 発明者	森田 基樹
(87) 国際公開日	平成24年4月26日 (2012. 4. 26)		日本国東京都港区芝五丁目7番1号 日本
審査請求日	平成26年9月9日 (2014. 9. 9)		電気株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2010-237039 (P2010-237039)	(72) 発明者	濱辺 孝二郎
(32) 優先日	平成22年10月22日 (2010. 10. 22)		日本国東京都港区芝五丁目7番1号 日本
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		電気株式会社内
		審査官	石川 雄太郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線通信システム、基地局、管理サーバ及び無線通信方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

マクロ基地局と、前記マクロ基地局のカバレッジと少なくとも一部のカバレッジが重複するフェムト基地局とを含む無線通信システムにおいて、

前記フェムト基地局に接続している少なくとも一つの移動局の利用度合いを測定する測定手段と、

前記利用度合いが所定の閾値を超えた場合、前記マクロ基地局にハンドオーバーしない程度に、前記フェムト基地局に接続している前記少なくとも一つの移動局の無線リソース割当てを調整する調整手段と

を有する無線通信システム。

【請求項2】

前記移動局が複数であり、

前記測定手段は、前記フェムト基地局を介して通信する複数の移動局の利用度合いを測定し、

前記調整手段は、前記各移動局の利用度合いに基づいて、前記各移動局の無線リソースの割当てを調整する

請求項1に記載の無線通信システム。

【請求項3】

前記調整手段は、前記マクロ基地局への干渉を回避するように、前記少なくとも一つの移動局の無線リソースの割当てを調整する

請求項 1 に記載の無線通信システム。

【請求項 4】

前記調整手段は、前記少なくとも一つの移動局が前記フェムト基地局との通信を維持している間、前記少なくとも一つの移動局の無線リソースの割当てを少なくする

請求項 1 に記載の無線通信システム。

【請求項 5】

前記移動局が複数である場合、

前記調整手段は、前記利用度合いが所定の閾値を超えた少なくとも一つの移動局に対して、割当てする無線リソースを減らして、前記フェムト基地局で使わない無線リソース量を増やす

10

請求項 1 に記載の無線通信システム。

【請求項 6】

前記少なくとも一つの移動局が第 1 の移動局と第 2 の移動局であり、

前記調整手段は、第 1 の閾値及び第 2 の閾値を設け、前記利用度合いが前記第 1 の閾値を超えた前記第 1 の移動局に対して割当てする無線リソースを減らし、前記利用度合いが前記第 2 の閾値以下の前記第 2 移動局に対して割当てする無線リソースを増やす

請求項 1 に記載の無線通信システム。

【請求項 7】

前記調整手段は、前記フェムト基地局の設置位置に応じて、前記少なくとも一つの移動局の無線リソースの割当ての減少量を調整する

20

請求項 1 に記載の無線通信システム。

【請求項 8】

マクロ基地局のネットワークの輻輳状態を取得する取得手段を有し、

前記調整手段は、前記取得した輻輳状態に応じて、前記少なくとも一つの移動局の無線リソースの割当ての低減量を調整する

請求項 1 に記載の無線通信システム。

【請求項 9】

前記少なくとも一つの移動局の利用度合は、前記フェムト基地局を介して通信する前記少なくとも一つの移動局のリソース使用率、所定の観測時間当たりに送信したデータ量を示す送信トラヒック又はスループット、所定の周期内で実際にデータを送信した時間割合、及び所定の周期内でリソース使用率が所定の閾値を超えた時間割合の少なくとも一つ又はその組み合わせである

30

請求項 1 に記載の無線通信システム。

【請求項 10】

前記調整手段は、前記フェムト基地局の送信電力を低減する調整、周波数帯域を低減する調整、送信タイムスロットを低減する調整の少なくとも一つ又はその組み合わせを行う

請求項 1 に記載の無線通信システム。

【請求項 11】

前記調整手段は、前記少なくとも一つの移動局のデータチャネルの送信電力を低減する

40

請求項 10 に記載の無線通信システム。

【請求項 12】

前記フェムト基地局は、前記測定手段と前記調整手段とを有する

請求項 1 から請求項 11 のいずれかに記載の無線通信システム。

【請求項 13】

前記フェムト基地局とネットワークを介して接続されている管理サーバを有し、

前記管理サーバは、前記測定手段と前記調整手段とを有し、

前記調整手段が、前記フェムト基地局に無線リソース割当ての調整を指示する

請求項 1 に記載の無線通信システム。

【請求項 14】

50

マクロ基地局のカバレッジと少なくとも一部のカバレッジが重複するフェムト基地局であって、

自基地局に接続している少なくとも一つの移動局の利用度合いを測定する測定手段と、
前記利用度合いが所定の閾値を超えた場合、前記マクロ基地局にハンドオーバーしない程度に、前記自基地局に接続している前記少なくとも一つの移動局の無線リソース割当てを調整する調整手段と
を有するフェムト基地局。

【請求項 15】

マクロ基地局と、前記マクロ基地局のカバレッジと少なくとも一部のカバレッジが重複するフェムト基地局とを含む無線通信システムにおける管理サーバであって、

前記フェムト基地局とネットワークを介して接続され、
前記フェムト基地局に接続している少なくとも一つの移動局の利用度合いを測定する測定手段と、

前記利用度合いが所定の閾値を超えた場合、前記マクロ基地局にハンドオーバーしない程度に、前記フェムト基地局に接続している前記少なくとも一つの移動局の無線リソース割当ての調整を、前記フェムト基地局に指示する調整手段と
を有する管理サーバ。

【請求項 16】

マクロ基地局と、前記マクロ基地局のカバレッジと少なくとも一部のカバレッジが重複するフェムト基地局とを含む無線通信システムにおける無線通信方法であって、

前記フェムト基地局に接続している移動局の利用度合いを測定し、
前記利用度合いが所定の閾値を超えた場合、前記マクロ基地局にハンドオーバーしない程度に、前記フェムト基地局に接続している前記移動局の無線リソース割当てを調整する無線通信方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本装置と方法は、無線通信システム、基地局、管理サーバ及び無線通信方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、携帯電話の普及による屋内での音声通信やデータ通信の需要の増大に伴い、利用者宅内、小規模オフィス内などの屋内に設置可能な基地局の開発が進められている。この屋内に設置可能な基地局がカバーする範囲は、屋外に設置される既存の基地局（マクロ基地局）がカバーする範囲（マクロセル）に比べて極めて小さいことから、フェムトセルと呼ばれる。以下では、フェムトセルを形成する基地局をフェムト基地局と呼ぶ。

【0003】

フェムト基地局及び既存の移動通信網におけるマクロ基地局は、共通パイロット信号を送信する。移動局は、その共通パイロット信号を受信することにより、同期確立及びチャネル推定等を行なって、基地局との間でデータの送受信を行なう。このため、移動局において共通パイロット信号を良好な受信品質で受信できるようにすることが、良好な通信品質を提供するために必要である。

【0004】

既存の移動通信網におけるマクロ基地局では、各セルにおいて送信する共通パイロット信号の送信電力は、固定的に定められている。これに対して、フェムト基地局がフェムトセルにおいて送信する共通パイロット信号の送信電力は、フェムト基地局が自律的に設定することが検討されている。このような方法は、例えば、英国特許出願公開第2428937号（特許文献1）に開示されている。

【0005】

英国特許出願公開第2428937号（特許文献1）に開示されたフェムト基地局の送信電力の設定方法の具体例について、図15を用いて説明する。図15において、マクロ

10

20

30

40

50

基地局 8 1 1 は、マクロセル 8 0 1 を形成し、一定の送信電力で共通パイロット信号 C P 1 を送信し、移動局（図示せず）と通信を行う。フェムト基地局 8 1 2 A 及び 8 1 2 B は、それぞれフェムトセル 8 0 2 A 及び 8 0 2 B を形成し、移動局 7 0 0 A 及び 7 0 0 B と通信を行なう。フェムト基地局 8 1 2 A 及び 8 1 2 B の各々は、マクロ基地局 8 1 1 の共通パイロット信号 C P 1 の受信電力 P_{macro} [dBm] を測定し、マクロ基地局 8 1 1 と同一の無線周波数帯域を用いて、 $P_{\text{macro}} + P_{\text{offset}}$ [dBm] を送信電力として共通パイロット信号 C P 2 A 及び C P 2 B を送信する。ここで、 P_{offset} は電力オフセットであり、全てのフェムトセル 8 0 2 A 及び 8 0 2 B に共通な一定値である。

【 0 0 0 6 】

以上のようなフェムト基地局は、携帯電話の無線通信規格では W-CDMA (Wideband Code Division Multiple Access) や、E-UTRAN (Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network 又は LTE: Long Term Evolution と呼ばれる) 等のシステムで、無線 MAN (Wireless Metropolitan Area Network) の無線通信規格では IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.16m などのシステムの中で使用することが検討されている。

【 0 0 0 7 】

W-CDMA では、上り回線と下り回線とにおける送信電力制御された個別チャネルを用いたデータ送信や、下り回線における共用チャネルを用いたデータ送信が行われる。また、E-UTRAN では、無線周波数の帯域が複数のリソースブロック (PRB; Physical Resource Block) に分割される。具体的には、E-UTRAN の基地局に備えられたスケジューラが PRB の割当を行ない、基地局は割り当てられた PRB を用いて移動局との間のデータ送信を行う。さらに、IEEE 802.16m では、通信規格に OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) を採用し、無線周波数の帯域をサブキャリアに分割して、基地局に備えられたスケジューラがサブキャリアの割当を行ない、割り当てたサブキャリアを用いたデータ送受信が行われる。なお、サブキャリアを束ねたものが、E-UTRAN でいうところのリソースブロックに相当する。

【 0 0 0 8 】

また、特定基地局に集中したトラヒックを他の基地局に分散させるトラヒック負荷分散方式が特許文献 2 に開示されている。

【 0 0 0 9 】

特開平 0 9 - 1 6 3 4 3 5 号公報 (特許文献 2) の技術は、図 1 6 に示す如く、基地局 1 0 0 0 , 1 0 0 1 の各々は、トラヒック集中状態検出手段 1 0 0 2 と、送信出力制御手段 1 0 0 3 とを具備している。トラヒック集中状態検出手段 1 0 0 2 は、自基地局 1 0 0 1 の形成通話エリア 1 1 0 0 に端末機 1 0 1 1 ~ 1 0 1 3 が集中することによる規定通話可能チャネルを越えるトラヒック集中状態を検出する。送信出力制御手段 1 0 0 3、その検出時に自基地局 1 0 0 1 の制御チャネル信号レベルを下げると共に周辺基地局 1 0 0 0 に信号レベルを上げる指示を行い、また周辺基地局 1 0 0 0 からの指示に応じて信号レベルを上げる。

【 0 0 1 0 】

基地局 1 0 0 1 では、トラヒック集中状態検出手段 1 0 0 2 によりトラヒック集中状態が検出されると、送信出力制御手段 1 0 0 3 がトラヒック集中状態の基地局 1 0 0 1 の信号レベルを下げて通話エリア 1 1 0 0 を通話エリア 1 1 0 1 に縮小する。一方、基地局 1 0 0 0 は、基地局 1 0 0 1 のトラヒック集中状態を受けて、送信出力のレベルを上げて通話エリア 1 1 0 2 を通話エリア 1 1 0 3 に拡大する。そして、今まで基地局 1 0 0 1 の制御チャネル信号を受信していた端末機 1 0 1 1 が通話エリア 1 1 0 3 に入って基地局 1 0 0 0 の信号を受信する。

【 0 0 1 1 】

尚、通話エリアや、音声と共にデータ通信も含めた通信エリアは、一般的にカバレッジとも呼ばれる。

【 0 0 1 2 】

以上のように、特定基地局に集中したトラヒックを周辺基地局に分散させる場合、その

10

20

30

40

50

基地局の信号レベルを下げて周辺基地局の信号レベルを上げる。その結果、自基地局の通話エリアが小さくなり、周辺基地局の通話エリアが大きくなることにより、特定基地局に集中したトラフィックを他の基地局に分散させている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0013】

【特許文献1】英国特許出願公開第2428937号

【特許文献2】特開平09-163435号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0014】

ところで、フェムト基地局の利用頻度は、ユーザによって異なる。例えば、フェムト基地局をあまり使用しないユーザ（ライトユーザ）もいれば、フェムト基地局を頻繁に使用するユーザ（ヘビーユーザ）もいる。フェムト基地局をあまり使用しないライトユーザの移動局に対するフェムト基地局の下り送信電力は、大きくなる頻度が小さい。一方、フェムト基地局を頻繁に使用するヘビーユーザの移動局に対する下り送信電力は、大きくなる頻度が多い。

【0015】

上述の内容を考慮しつつ、特許文献1におけるマクロ基地局811及びフェムト基地局812Aの各々が移動局との間で通信を行なう場合について考える。図17に示すように、移動局900がマクロ基地局811に接続して通信を行い、移動局700Aがフェムト基地局812Aに接続して通信を行なうものとする。ここで、フェムト基地局812Aが予め登録された移動局に対してのみ接続を許可する機能を有する場合、移動局700Aはフェムト基地局812Aに登録された登録移動局である。一方、移動局900は、フェムト基地局812Aに登録されていない非登録移動局である。

20

【0016】

図17に示す状況にて、例えば、フェムト基地局812Aに接続する移動局700Aのユーザがライトユーザである場合、マクロ基地局811及びフェムト基地局812Aがそれぞれ移動局900及び移動局700Aとの間で同一周波数帯域を用いて通信を行っても、下り送信電力が大きくなる頻度が少なく、フェムト基地局812Aから移動局700Aに対して送信される下り回線信号DS2が、マクロ基地局811から移動局900に対して送信される下り回線信号DS1に与える影響は小さい。

30

【0017】

しかし、フェムト基地局812Aに接続する移動局700Aのユーザがヘビーユーザである場合、下り送信電力が大きくなる頻度が多くなる。その結果、マクロ基地局811及びフェムト基地局812Aがそれぞれ移動局900及び移動局700Aとの間で同一周波数帯域を用いて通信を行うと、フェムト基地局812Aから移動局700Aに対して送信される下り回線信号DS2が、マクロ基地局811から移動局900に対して送信される下り回線信号DS1に対する干渉となって、下り回線信号DS1の品質が劣化する。

40

【0018】

また、下り回線信号DS1の品質劣化を回避するために、マクロ基地局811が下り回線信号DS1の送信電力を増加させると、マクロ基地局811の下り回線容量が減少し、マクロセル801のスループットの劣化の要因となる。

【0019】

しかし、特許文献1に開示されたフェムト基地局の送信電力の設定方法は、マクロ基地局からの共通パイロット信号の受信電力に固定の電力オフセットPoffsetを加算することによってフェムト基地局の共通パイロット信号の送信電力を決定している。つまり、特許文献1に開示された設定方法は、マクロ基地局からの共通パイロット信号の受信電力に応じてフェムト基地局の共通パイロット信号の送信電力を決定している。

【0020】

50

従って、特許文献1に開示されたフェムト基地局の送信電力の設定方法は、フェムト基地局812Aを頻繁に使用するヘビーユーザのように下り送信電力が大きくなる時間が長くなることに起因するマクロセルへの影響を考慮していない。すなわち、ユーザがフェムト基地局を利用する利用度合いに応じた送信電力の変化を考慮しておらず、これに起因するマクロセルへの干渉の違いを全く考慮していない。

【0021】

また、特許文献2の無線通信システムは、マクロ基地局のような広い一定範囲をカバーする基地局から構成されること、マクロ基地局が形成する通話エリアの一部が、他のマクロ基地局の通話エリアと重複すること、及び、端末機はいずれかの基地局に接続して通信できることを想定している。

10

【0022】

従って、特許文献2の技術を、マクロ基地局とフェムト基地局とから構成され、フェムト基地局の通話エリアが内包関係を含めてマクロ基地局の通話エリアと重複し、特定の端末機だけがフェムト基地局に接続できるような無線通信システムに適用すると、以下の問題が生じる。

【0023】

例えば、フェムト基地局のトラフィックが高い場合、フェムト基地局の送信電力を小さくし、マクロ基地局の送信電力を大きくすることで、フェムト基地局に接続していた端末機をマクロ基地局にハンドオーバーさせる。しかしながら、マクロ基地局との通信は、多くの端末機が接続し、端末機から比較的遠方に位置するので、フェムト基地局との通信と比べて劣悪である場合が多い(そもそも、マクロ基地局との通信が劣悪であるかゆえに、フェムト基地局が設置されることが多い)。従って、マクロ基地局に接続された端末機のスループットが低下するという問題が生じる。

20

【0024】

一方、マクロ基地局のトラフィックが高い場合、フェムト基地局の送信電力を大きくし、マクロ基地局の送信電力を小さくすることで、マクロ基地局と接続していた端末機をフェムト基地局にハンドオーバーさせようとする。しかしながら、その端末機はフェムト基地局に接続することはできず、結果として、フェムト基地局からマクロ基地局への干渉が単に増大するだけという問題が生じる。

【0025】

そこで、本発明は上記課題を鑑みて発明されたものであって、その目的は、第1の基地局と、第1の基地局のカバレッジと少なくとも一部のカバレッジが重複する第2の基地局とを含む無線通信システムにおいて、第2の基地局に接続している移動局の利用度合いに基づいて、第2の基地局による第1の基地局のカバレッジへの干渉を低減する無線通信システム、基地局、管理サーバ及び無線通信方法を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0026】

代表的な実施の形態の例は、第1の基地局と、前記第1の基地局のカバレッジと少なくとも一部のカバレッジが重複する第2の基地局とを含む無線通信システムにおいて、前記第2の基地局に接続している少なくとも一つの移動局の利用度合いを測定する測定手段と、前記利用度合いに基づいて、前記第2の基地局に接続している前記少なくとも一つの移動局の無線リソース割当てを調整する調整手段とを有する無線通信システムである。

40

【0027】

代表的な他の実施の形態の例は、他の基地局のカバレッジと少なくとも一部のカバレッジが重複する基地局であって、自基地局に接続している少なくとも一つの移動局の利用度合いを測定する測定手段と、前記利用度合いに基づいて、前記自基地局に接続している前記少なくとも一つの移動局の無線リソース割当てを調整する調整手段とを有する基地局である。

【0028】

代表的な他の実施の形態の例は、第1の基地局と、前記第1の基地局のカバレッジと少

50

なくとも一部のカバレッジが重複する第2の基地局とを含む無線通信システムにおける管理サーバであって、前記第2の基地局とネットワークを介して接続され、前記第2の基地局に接続している少なくとも一つの移動局の利用度合いを測定する測定手段と、前記利用度合いに基づいて、前記第2の基地局に接続している前記少なくとも一つの移動局の無線リソース割当ての調整を、前記第2の基地局に指示する調整手段とを有する管理サーバである。

【0029】

代表的な他の実施の形態の例は、第1の基地局と、前記第1の基地局のカバレッジと少なくとも一部のカバレッジが重複する第2の基地局とを含む無線通信システムにおける無線通信方法であって、前記第2の基地局に接続している移動局の利用度合いを測定し、前記利用度合いに基づいて、前記第2の基地局に接続している前記移動局の無線リソース割当てを調整する無線通信方法である。

10

【発明の効果】

【0030】

本発明によれば、第1の基地局と、第1の基地局のカバレッジと少なくとも一部のカバレッジが重複する第2の基地局とを含む無線通信システムにおいて、第2の基地局による第1の基地局のカバレッジへの干渉を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】図1は本発明の実施の形態が適用される無線通信システムを説明するための図である。

20

【図2】図2は本発明の実施の形態のブロック図である。

【図3】図3は本発明の実施の形態を説明するための図である。

【図4】図4は本発明の実施の形態を説明するための図である。

【図5】図5は第1の実施の形態の無線通信システムの概略図である。

【図6】図6はフェムト基地局20のブロック図である。

【図7】図7は第1の実施の形態の動作フローチャートである。

【図8】図8は第2の実施の形態の無線通信システムの概略図である。

【図9】図9は第2の実施の形態のフェムト基地局20及び管理サーバ50のブロック図である。

30

【図10】図10は第2の実施の形態における管理サーバ50の動作フローチャートである。

【図11】図11は第2の実施の形態におけるフェムト基地局20の動作フローチャートである。

【図12】図12は第3の実施の形態のフェムト基地局20及び管理サーバ50のブロック図である。

【図13】図13は第3の実施の形態における管理サーバ50の動作フローチャートである。

【図14】図14は第3の実施の形態における管理サーバ50の動作フローチャートである。

40

【図15】図15は本発明に関連する技術を説明するための図である。

【図16】図16は本発明に関連する技術を説明するための図である。

【図17】図17は本発明に関連する技術の課題を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0032】

本発明の実施の形態を説明する。

【0033】

図1は本発明の実施の形態が適用される無線通信システムを説明するための図である。

【0034】

本発明の実施の形態が適用される無線通信システムは、図1に示す如く、第1の基地局

50

1と、第1の基地局1のカバレッジと少なくとも一部のカバレッジが重複する第2の基地局2とを含む。そして、移動局3₁は第2の基地局2に接続して通信を行っており、移動局3₂は第1の基地局1に接続して通信を行っている。尚、第2の基地局2が予め登録された移動局に対してのみ接続を許可する機能を有する場合、移動局3₁は第2の基地局2に登録された登録移動局である。一方、移動局3₂は、第2の基地局2に登録されていない非登録移動局である。ここで、第1の基地局は、例えば、マクロ基地局であり、第2の基地局はフェムト基地局であるが、これに限られず、同様な役割を果たす基地局であれば種類は問わない。更に、第1の基地局がマクロ基地局である場合には第1の基地局1のカバレッジはマクロセルであり、第2の基地局がフェムト基地局である場合には第2の基地局のカバレッジはフェムトセルである。

10

【0035】

上記のような無線通信システムにおいて、本実施の形態は、図2に示す如く、移動局3₁の利用度合いを測定する測定手段5と、前記利用度合いに基づいて、第2の基地局2に接続している移動局3₁に割り当てる無線リソースを調整する調整手段6とを有する。尚、測定手段5及び調整手段6は、第2の基地局2が備えていても良いし、ネットワーク側に存在する管理サーバが備えていても良い。

【0036】

測定手段5が測定する移動局3₁の利用度合いは、移動局3₁が第2の基地局2を利用する利用度合いを示す。例えば、利用度合いは、第2の基地局2を介して通信する移動局3₁のリソース使用率や、第2の基地局2が所定の観測時間当たり移動局3₁に送信したデータ量を示す送信トラヒック（またはスループット）、送信時間率（例えば、所定の周期内で実際にデータを送信した時間割合）、リソース使用時間率（例えば、所定の周期内で、リソース使用率が所定の閾値（例えば90%等）を超えた時間割合）等に基づく指標値である。ただし、ここでいうリソースとは、無線通信における送信電力、周波数帯域、送信タイムスロットの少なくとも一つを表す。

20

【0037】

尚、第2の基地局2に接続している移動局3₁が複数ある場合には、移動局3₁毎の利用度合いを測定する。すなわち、移動局3₁の利用度合いの測定により、後述する調整手段6が、移動局3₁毎に無線リソースを調整する。

【0038】

調整手段6は、測定手段5が測定した移動局3₁の利用度合いに基づいて、第2の基地局2による第1の基地局1のカバレッジへの干渉を回避するように移動局3₁の無線リソースを調整する。具体的には、図3の示すように、移動局3₁の利用度合いが高い場合（例えば、利用度合いの指標値が所定の第1の閾値を超えた場合等）には、第2の基地局2の送信電力が高い状態が続き、第2の基地局2の信号が移動局3₂の干渉信号となり、スループット劣化の要因となる。そこで、図4に示す如く、第2の基地局2の無線リソースの調整を行う。

30

【0039】

無線リソースの調整の具体例としては、第2の基地局2の送信電力の設定値を低減する調整や、送信周波数帯域を低減する調整、送信タイムスロットを低減する調整等を行う。図4では、送信電力の設定値を低減する調整を例として図示している。

40

【0040】

送信電力の設定値を下げる調整は、各チャネル（レファレンスまたはパイロット信号、制御チャネル、データチャネル）の送信電力を一律に同じ値（例えば、1dBなど）だけ減少させるだけでなく、利用度合いの高い移動局のデータチャネルの送信電力のみを所定量（例えば、1dBなど）減少させたり、最大送信電力を所定量（例えば、1dBなど）減少させたりしても良い。そして、送信電力の設定値を下げる調整を行う場合には、各チャネルの送信電力の低減により、リソースブロック当たりの送信電力が変わった上でスケジューリングを行う。

【0041】

50

また、送信周波数帯域を低減する調整は、使用可能な帯域を全周波数帯域のうち所定の帯域に制限する（例えば、10 MHzから5 MHzに制限する）等で実施してもよい。リソースの調整を周波数帯域の低減とした場合は、低減した周波数帯域にあるリソースブロックの中からスケジューリングを行う。

【0042】

また、送信タイムスロットを低減する調整は、送信可能なタイムスロットを1 subframeの中で所定のタイムスロットに制限する（例えば1 subframe当たり2 タイムスロットの場合、1タイムスロットに制限する）等で実施してもよい。リソースの調整を送信タイムスロットの低減とした場合は、1subframeの中で送信しない時間領域があるリソースブロックをスケジューリングする。

10

【0043】

尚、調整手段6による無線リソースの調整は、移動局3₁が他の基地局、例えば、第1の基地局1にハンドオーバーしない程度に低減する。例えば、データチャネルの送信電力のみ低減すればよい。このとき、パイロット信号に対する送信電力は変更しないため、カバレッジに影響を与えない。または、移動局3₁における第1、及び第2の基地局のパイロット信号の受信電力を測定し、第2の基地局2のパイロット信号の受信電力が第1の基地局1のパイロット信号の受信電力を所定量上回る条件で、各チャネルの送信電力を低減してもよい。

【0044】

また、調整手段6は、第2の基地局2を複数のユーザで利用する、すなわち、複数の移動局3₁で利用している場合には、各移動局3₁の利用度合いに応じて、個別に移動局3₁の無線リソースを調整する。例えば、測定手段5により測定された各移動局3₁の利用度合いに基づいて、利用度合いが高い移動局3₁に対する無線リソースの割り当てを減らして、その基地局で使わない無線リソース量を増やす（例えば、利用度合いが高い移動局3₁のデータチャネルの送信電力を小さくする）。

20

【0045】

尚、調整手段6は、移動局3₁の利用度合いが低い場合（例えば、利用度合いの指標値が、所定の第2の閾値（<第1の閾値）以下の場合等）には、低減した第2の基地局2の無線リソース（例えば、送信電力の設定値（レファレンス信号、制御チャネル、データチャネルの送信電力、及び最大値））を元に戻るように徐々に増加させてもよい。それ以外

30

【0046】

以上の如く、第2の基地局に接続している移動局3₁の利用度合いに基づいて、第2の基地局2に接続している移動局3₁に割り当てる無線リソースを調整しているため、第2の基地局2の信号が移動局3₂の干渉信号となることが少なくなり、第1の基地局1のカバレッジへの干渉が大きい第2の基地局2の影響を軽減し、第1の基地局1のカバレッジにおけるスループット劣化を回避できる。

【0047】

以下、具体的な実施の形態を説明する。

40

【0048】

（第1の実施の形態）

第1の実施の形態を説明する。

【0049】

図5は第1の実施の形態の無線通信システムの概略図である。

【0050】

第1の実施の形態では、第1の基地局1がマクロ基地局10であり、第2の基地局がフェムト基地局20であり、フェムト基地局20が自律的にフェムトセル内に存在する移動局30₁の利用度合いを測定し、移動局30₁に割り当てる無線リソースを調整する例を説明する。尚、以下の説明では、利用度合いを移動局30₁のリソース使用率とし、無線

50

リソースの調整として、データチャネルの送信電力を調整する場合について説明する。

【 0 0 5 1 】

ネットワーク 4 0 と接続されたマクロ基地局 1 0 はマクロセルを形成し、マクロセル内に存在する移動局 3 0₂ はマクロ基地局 1 0 と接続されている。

【 0 0 5 2 】

また、ネットワーク 4 0 と接続されたフェムト基地局 2 0 はフェムトセルを形成し、フェムトセル内に存在する複数の移動局 3 0₁ はフェムト基地局 2 0 と接続されている。

【 0 0 5 3 】

図 6 はフェムト基地局 2 0 のブロック図である。

【 0 0 5 4 】

フェムト基地局 2 0 は、上り回線の信号を受信する無線受信部 1 0 0 と、無線品質取得部 1 0 1 と、リソーススケジュール部 1 0 2 と、利用度合い測定部 1 0 3 と、送信電力調整部 1 0 4 と、下り回線の信号を送信する無線送信部 1 0 5 とを備える。

【 0 0 5 5 】

無線品質取得部 1 0 1 は、フェムトセル内にて、移動局 3 0₁ によって測定されたフェムト基地局 2 0 の下り信号の受信品質を示す品質情報を含む測定報告を取得する。W-CDMA の場合では、下り信号の受信品質を示す品質情報は、例えば、全周波数帯域を用いて送信されるパイロット信号を受信する際の受信電力(RSCP: Received Signal Code Power)、又は受信品質(SINR: Signal-to-Interference plus Noise power Ratio, Ec/No等)とすればよい。E-UTRA の場合、下り信号の受信品質を示す品質情報、例えば、下り信号の受信品質は、所定の下りリソースエレメントを用いて送られるレファレンス信号を受信する際の受信電力(RSRP: Reference Signal Received Power)、又は受信品質(RSRQ: Reference Signal Received Quality)とすればよい。実際に測定する項目や報告周期等の設定は、上位のネットワーク 4 0 からフェムト基地局 2 0 に通知すればよい。測定報告は、CQI(Channel Quality Indicator)に離散化されて、上り制御チャンネルを用いて移動局 3 0₁ からフェムト基地局 2 0 に送信される。CQIの作り方は、全帯域で1つとする方法、及び分割した周波数単位で作る方法など複数の方法の中から適宜選ばばよい。

【 0 0 5 6 】

リソーススケジュール部 1 0 2 は、移動局 3 0₁ とフェムト基地局 2 0 との間の無線通信に対する無線リソースのスケジューリングを行う。このスケジューリングには、無線品質取得部 1 0 1 が取得した下り受信品質の品質情報と、後述する送信電力調整部 1 0 4 による調整結果が反映される。下り受信品質を参照することで、リソーススケジュール部 1 0 2 は、周波数・時間で分割された各リソース単位(例えばE-UTRAのリソースブロック)を用いて送信できる通信レートを決定する。複数の移動局 3 0₁ がフェムト基地局 2 0 に接続している場合は、リソーススケジュール部 1 0 2 は、複数の移動局 3 0₁ から報告された品質情報に基づいて、各移動局 3 0₁ に割り当てるリソースを決定する。

【 0 0 5 7 】

利用度合い測定部 1 0 3 は、リソーススケジュール部 1 0 2 のスケジューリング結果を参照し、移動局 3 0₁ のリソース使用率を測定する。具体的には、所定の送信時間間隔(TTI)において、全リソースブロック数(周波数帯域に対応)に対する移動局 3 0₁ 毎に使用したリソースブロック数の割合(リソース使用率)を計算する。例えば、全リソースブロック数が 5 0 であり、ある移動局 3 0₁ が使用したリソースブロック数が 4 0 のとき、その移動局 3 0₁ のその TTI におけるリソース使用率は 0 . 8 (= 4 0 / 5 0) となる。これを所定の測定間隔(例えば1sec)で取得し、所定の平均時間(例えば1hour)で全サンプルを加算平均し、移動局 3 0₁ 毎に平均リソース使用率を求める。尚、リソース使用率は、スケジューラの動作に関係するため、時間スケールは短めが好ましい。

【 0 0 5 8 】

尚、リソーススケジュール部 1 0 2 では、各移動局 3 0₁ の ID を用いて各移動局 3 0₁ を識別してスケジューリングをしている。従って、スケジューリングの結果、どの移動局 3 0₁ にどれだけのリソースブロックが割り当てられているかが判るので、移動局 3 0

10

20

30

40

50

に割り当てられたリソースブロックを参照して上述の計算を行えば、移動局 30₁ 毎の利用度合いを得ることができる。

【 0 0 5 9 】

また、利用度合い測定部 103 が計測する利用度合いの指標として、送信トラフィックも可能である。具体的には、フェムト基地局 20 に接続されている移動局 30₁ が所定の観測時間あたりに送信したデータ量を送信トラフィックとする。例えば、ある 1 日に 1GByte 送信した場合、1GByte/day の送信トラフィックとなる。

【 0 0 6 0 】

送信電力調整部 104 は、利用度合い測定部 103 の測定結果を用いて、各移動局 30₁ の無線リソース割当てを調整する必要があるかを判断し、調整する必要があると判断した場合、各移動局 30₁ に割り当てる無線リソースを調整する。

【 0 0 6 1 】

無線リソースの調整の判断は、例えば、ある移動局 30₁ の平均リソース使用率が第 1 の閾値（例えば 0.8）を超えた場合に、その移動局 30₁ のデータチャネルの送信電力を調整する必要があると判断する。尚、送信トラフィックのときは、所定の観測時間毎に送信トラフィックと閾値との比較を行い、その送信トラフィックが閾値を越えたら、次の観測時間まで、フェムト基地局 20 の送信電力を調整する必要があると判断する。

【 0 0 6 2 】

送信電力調整部 104 は、移動局 30₁ のデータチャネルの送信電力の調整が必要と判断した場合には、移動局 30₁ のデータチャネルの送信電力の調整を行う。データチャネルの送信電力の調整は、平均リソース使用率が第 1 の閾値（例えば 0.8）を超えた移動局 30₁ のデータチャネルの送信電力のみを所定量（1dB）減少させる。データチャネルの送信電力のみを所定量（1dB）減少させることにより、他のチャネルの送信電力は変化させないので、移動局 30₁ がフェムト基地局 20 からマクロ基地局 10 などの他の基地局にハンドオーバーすることはない。

【 0 0 6 3 】

尚、送信電力の調整としては、各チャネルの送信電力を一律同じ値（1dB など）だけ減少させたり、最大送信電力を所定量（1dB）減少させたりしても良い。但し、移動局 30₁ がフェムト基地局 20 からマクロ基地局 10 などの他の基地局にハンドオーバーしない程度に低減する。この場合、移動局 30₁ おけるマクロ基地局 10 及びフェムト基地局 20 のパイロット信号の受信電力を測定し、フェムト基地局 20 のパイロット信号の受信電力がマクロ基地局 10 のパイロット信号の受信電力を所定量上回る条件で、各チャネルの送信電力を低減する。

【 0 0 6 4 】

また、送信電力調整部 104 は、ある移動局 30₁ の平均リソース使用率が高いためデータチャネルの送信電力を低減させた後、平均リソース使用率が下がった（例えば、利用度合いの指標値が、所定の第 2 の閾値（< 第 1 の閾値）以下の場合等）場合には、低減したデータチャネルの送信電力を元に戻るよう徐々に増加（例えば、1dB）させる。それ以外の場合は、例えば、平均リソース使用率が、第 2 の閾値以上第 1 の閾値以下の場合等は、送信電力を変更する調整は行わない。

【 0 0 6 5 】

そして、送信電力調整部 104 は、調整した送信電力値や、減少又は増加させる値などの指示を、リソーススケジューリング部 102 に行う。

【 0 0 6 6 】

リソーススケジューリング部 102 は、送信電力調整部 104 からの新たな送信電力値等の通知を反映させて、各移動局 30₁ の無線リソースをスケジューリングする。具体的には、データチャネルの送信電力の低減により、リソースブロック当たりの送信電力が変わった上でスケジューリングを行う。

【 0 0 6 7 】

次に、第 1 の実施の形態の動作を説明する。

【 0 0 6 8 】

図 7 は第 1 の実施の形態の動作フローチャートである。

【 0 0 6 9 】

まず、利用度合い測定部 1 0 3 は、リソーススケジューリング部 1 0 2 のスケジューラにより、各移動局 3 0₁ の平均リソース使用率を測定する（動作 1 0）。

【 0 0 7 0 】

送信電力調整部 1 0 4 は、利用度合い測定部 1 0 3 の測定結果より、各移動局 3 0₁ の平均リソース使用率と第 1 の閾値とを比較する（動作 1 1）。

【 0 0 7 1 】

平均リソース使用率が第 1 の閾値を超えている移動局 3 0₁ が存在する場合には（動作 1 2）、その移動局 3 0₁ のデータチャネルの送信電力を低減する指示をリソーススケジューリング部 1 0 2 にする（動作 1 3）。リソーススケジューリング部 1 0 2 は、移動局 3 0₁ のデータチャネルの送信電力の設定値を低減する指示を送信電力調整部 1 0 4 から受信すると、リソースブロック当たりの送信電力が変わった上でスケジューリングを行い、指示された移動局 3 0₁ のデータチャネルの送信電力を低減する（動作 1 4）。

10

【 0 0 7 2 】

一方、平均リソース使用率が第 1 の閾値を超えている移動局 3 0₁ が存在しない場合には（動作 1 2）、動作 1 5 に進む。

【 0 0 7 3 】

続いて、移動局 3 0₁ の平均リソース使用率と第 2 の閾値とを比較する（動作 1 5）。平均リソース使用率が第 2 の閾値以下の移動局 3 0₁ が存在する場合には（動作 1 6）、その移動局 3 0₁ のデータチャネルの送信電力を増加する指示をリソーススケジューリング部 1 0 2 にする（動作 1 7）。

20

【 0 0 7 4 】

尚、移動局 3 0₁ の平均リソース使用率が、第 1 の閾値以下であり、第 2 の閾値を超えている場合には、送信電力調整部 1 0 4 は、特に指示を行わず、現在のデータチャネルの送信電力を維持する。

【 0 0 7 5 】

リソーススケジューリング部 1 0 2 は、移動局 3 0₁ のデータチャネルの送信電力の設定値を増加する指示を送信電力調整部 1 0 4 から受信すると、リソースブロック当たりの送信電力が変わった上でスケジューリングを行い、指示された移動局 3 0₁ のデータチャネルの送信電力を増加する（動作 1 8）。

30

【 0 0 7 6 】

以上の如く、第 1 の実施の形態によれば、フェムト基地局が接続している各移動局の利用度合いに基づいて、フェムト基地局に接続している各移動局に割り当てる無線リソースを調整しているため、マクロ基地局の信号に大きな干渉の影響を与えるヘビーユーザのフェムト基地局からの信号が少なくなり、マクロセルにおけるスループット劣化を回避できる。

【 0 0 7 7 】

更に、利用度合いが高いため、無線リソースの割当てを減少させた移動局がある場合であっても、その移動局の利用度合いが下がった場合には、減少させた無線リソースを増加させるので、いつまでも無線リソースの割当てが少ない状態となることはない。

40

【 0 0 7 8 】

（第 2 の実施の形態）

第 2 の実施の形態では、各移動局の利用度合いの測定を外部の管理サーバが行い、フェムト基地局に送信電力の指示を行う例を説明する。

【 0 0 7 9 】

図 8 は第 2 の実施の形態の無線通信システムの概略図である。

【 0 0 8 0 】

マクロ基地局 1 0 はマクロセルを形成し、そして、ネットワーク 4 0 を介して管理サー

50

バ50と接続されている。また、マクロセル内に存在する移動局30₂はマクロ基地局10と接続されている。

【0081】

また、フェムト基地局20はフェムトセルを形成し、そして、ネットワーク40を介して管理サーバ50と接続されている。また、フェムトセル内に存在する複数の移動局30₁はフェムト基地局20と接続されている。

【0082】

図9はフェムト基地局20及び管理サーバ50のブロック図である。尚、第1の実施の形態と同様な構成のものは同じ符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0083】

管理サーバ50は、利用度合い測定部200と、送信電力調整部201と、送信電力変更要求通知部202とを備える。

【0084】

利用度合い測定部200は、各移動局30₁の利用度合いとして、フェムト基地局20が接続している移動局30₁に所定の観測時間当たりに送信したデータ量である送信トラフィックを測定する。例えば、ある1日に1GByte送信した場合、送信トラフィックは1GByte/dayとなる。そして、測定した送信トラフィックを送信電力調整部201に通知する。

【0085】

送信電力調整部201は、利用度合い測定部200より通知された各移動局30₁の送信トラフィックを、所定の観測時間毎に第1の閾値（例えば、1GByte/day）と比較し、送信トラフィックが第1の閾値を越えた移動局30₁に対しては、次の観測時間まで、その移動局30₁のデータチャネルの送信電力を下げる調整を送信電力変更要求通知部203に通知する。尚、本例の場合、データチャネルの送信電力のみを所定量（1dB）減少させることにより、他のチャネルの送信電力は変化しないので、移動局30₁がフェムト基地局20からマクロ基地局10などの他の基地局にハンドオーバーすることはないが、全チャネルの送信電力を下げる場合には、移動局30₁がフェムト基地局20からマクロ基地局10などの他の基地局にハンドオーバーしない程度に低減する。

【0086】

また、送信電力調整部201は、ある移動局30₁の送信トラフィックが高いためにデータチャネルの送信電力を低減させた後、送信トラフィックが減少した（例えば、送信トラフィックが、所定の第2の閾値（<第1の閾値）以下の場合等）場合には、低減したデータチャネルの送信電力を元に戻るように徐々に増加（例えば、1dBずつ）させる。それ以外の場合、例えば、送信トラフィックが、第2の閾値以上第1の閾値以下の場合等は、送信電力を変更する調整は行わない。

【0087】

送信電力変更要求通知部202は、送信電力調整部201から各移動局30₁のデータチャネルの送信電力の設定値や増加又は減少する値等を受信し、フェムト基地局20のリソーススケジュール部102に通知する。

【0088】

尚、管理サーバ50は、複数のフェムト基地局を管理することもできる。この場合、各フェムト基地局において、そのフェムト基地局に接続している移動局の利用度合いを取得し、フェムト基地局毎に移動局に対して無線リソースを調整する。

【0089】

フェムト基地局20のリソーススケジュール部102は、送信電力変更要求通知部202の通知に基づいて、第1の実施の形態と同様に、移動局30₁のデータチャネルの送信電力を低減することで、無線リソースを調整する。

【0090】

次に、第2の実施の形態の動作を説明する。

【0091】

図10は第2の実施の形態における管理サーバ50の動作フローチャートである。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 2 】

まず、利用度合い測定部 2 0 0 は、フェムト基地局毎に、フェムト基地局に接続している各移動局 3 0 ₁ の送信トラヒックを測定する（動作 2 0 ）。

【 0 0 9 3 】

送信電力調整部 2 0 1 は、利用度合い測定部 2 0 0 の測定結果より、各フェムト基地局の移動局 3 0 ₁ の送信トラヒックを、所定の観測時間毎に第 1 の閾値と比較する（動作 2 1 ）。

【 0 0 9 4 】

送信トラヒックが第 1 の閾値を越える移動局 3 0 ₁ が存在する場合には（動作 2 2 ）、その移動局 3 0 ₁ のデータチャネルの送信電力の低減を送信電力変更要求通知部 2 0 2 に通知する（動作 2 3 ）。そして、送信電力変更要求通知部 2 0 2 は、送信電力調整部 2 0 1 から受信した移動局 3 0 ₁ の送信電力の低減の指示を、その移動局 3 0 ₁ が存在するフェムト基地局に通知する（動作 2 4 ）。

一方、送信トラヒックが第 1 の閾値を超えている移動局 3 0 ₁ が存在しない場合には（動作 2 2 ）、動作 2 5 に進む。

【 0 0 9 5 】

続いて、移動局 3 0 ₁ の送信トラヒックと第 2 の閾値とを比較する（動作 2 5 ）。送信トラヒックが第 2 の閾値以下の移動局 3 0 ₁ が存在する場合には（動作 2 6 ）、その移動局 3 0 ₁ のデータチャネルの送信電力の増加を送信電力変更要求通知部 2 0 2 に通知する（動作 2 7 ）。尚、移動局 3 0 ₁ の送信トラヒックが、第 1 の閾値以下であり、第 2 の閾値を超えている場合には、送信電力調整部 2 0 1 は、特に指示を行わず、現在のデータチャネルの送信電力を維持する。

【 0 0 9 6 】

送信電力変更要求通知部 2 0 2 は、送信電力調整部 2 0 1 から受信した移動局 3 0 ₁ の送信電力の増加の指示を、その移動局 3 0 ₁ が存在するフェムト基地局に通知する（動作 2 8 ）。

次に、フェムト基地局 2 0 の動作を説明する。図 1 1 は第 2 の実施の形態におけるフェムト基地局 2 0 の動作フローチャートである。

【 0 0 9 7 】

まず、管理サーバ 5 0 から指示を受信する（動作 3 0 ）。

【 0 0 9 8 】

次に、リソーススケジューリング部 1 0 2 は、管理サーバ 5 0 からの指示が移動局 3 0 ₁ のデータチャネルの送信電力の低減である場合（動作 3 1 ）、リソースブロック当たりの送信電力が変わった上でスケジューリングを行い、指示された移動局 3 0 ₁ のデータチャネルの送信電力を低減する（動作 3 2 ）。

【 0 0 9 9 】

一方、管理サーバ 5 0 からの指示が移動局 3 0 ₁ のデータチャネルの送信電力の低減ではない場合（動作 3 1 ）、動作 3 3 に進む。

【 0 1 0 0 】

管理サーバ 5 0 からの指示が移動局 3 0 ₁ のデータチャネルの送信電力の増加である場合（動作 3 3 ）、リソーススケジューリング部 1 0 2 は、リソースブロック当たりの送信電力が変わった上でスケジューリングを行い、指示された移動局 3 0 ₁ のデータチャネルの送信電力を増加する（動作 3 4 ）。

【 0 1 0 1 】

一方、管理サーバ 5 0 から受信した指示が移動局 3 0 ₁ のデータチャネルの送信電力の増加ではない場合（動作 3 3 ）、他の指示がある場合を除き、処理を終了する。

【 0 1 0 2 】

第 2 の実施の形態によれば、第 1 の実施の形態の効果に加えて、管理サーバが無線リソースの調整を行うので、フェムト基地局の処理負担が軽減される。

【 0 1 0 3 】

10

20

30

40

50

(第3の実施の形態)

第3の実施の形態を説明する。図12は第3の実施の形態におけるフェムト基地局20及び管理サーバ50のブロック図である。尚、第1、第2の実施の形態と同様な構成のものは同じ符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0104】

第3の実施の形態は、第2の実施の形態の構成において、図12に示す如く、管理サーバ50がマクロ基地局側のネットワークの輻輳状態を取得するネットワーク輻輳状態取得部300を備える。ネットワーク輻輳状態取得部300は、マクロ基地局10から移動局30₂に送信するトラヒックの輻輳状態を、マクロ基地局10からネットワーク40を介して取得する。

10

【0105】

送信電力調整部201は、ネットワーク輻輳状態取得部300が取得した輻輳状態よりマクロ基地局側のネットワークが輻輳していると判断される場合(例えば、マクロ基地局側の送信トラヒックが所定の閾値を超えたとき)、移動局30₁の利用度合いに応じて、移動局30₁の無線リソース割当を変更する。具体的には、利用度合いが高いと判断するための第1の閾値を複数用意しておき、移動局30₁の利用度合いが高いほど、フェムト基地局の送信電力の低減量を大きくする。

【0106】

例えば、マクロ基地局側のネットワークが輻輳していないと判断される場合には、第2の実施形態と同様に、第1の閾値を1GByte/dayとして送信トラヒックが1GByte/dayを超えたときに送信電力を1dB低減する。一方、マクロ基地局側のネットワークが輻輳していると判断される場合には、第1の閾値を、第1の閾値A(例えば、0.5 GByte/day)、第1の閾値B(例えば、1 GByte/day)、第1の閾値C(例えば、1.5 GByte/day)のように複数設け、移動局30₁の送信トラヒックが第1の閾値A(例えば、0.5 GByte/day)を超えたときに送信電力を基準値からX(例えば、1dB)低減させ、第1の閾値B(例えば、1 GByte/day)を超えたときに送信電力を基準値からY(例えば、2dB)低減させ、第1の閾値C(例えば、1.5 GByte/day)を超えたとき基準値からZ(例えば、3dB)低減する。このように、マクロ基地局側への干渉の影響が大きいほど送信電力を大きく低減することで、移動局30₁の通信品質を段階的に維持したまま、マクロ基地局側の輻輳を迅速に回復することができる。なお、上記は第1の閾値を3つ設ける場合を例としたが、第1の閾値の数はこれに制限されるものではなく、任意の個数であってもよい。

20

30

【0107】

次に、第3の実施の形態の動作を説明する。尚、第2の実施の形態と異なる所を中心に説明する。

【0108】

図13、図14は第3の実施の形態における管理サーバ50の動作フローチャートである。

【0109】

まず、ネットワーク輻輳状態取得部300は、マクロ基地局側のネットワークの輻輳状態を取得する(動作40)。

40

【0110】

取得したマクロ基地局側のネットワークの輻輳状態に基づいてマクロ基地局側のネットワークが輻輳しているかを判断し、マクロ基地局側のネットワークが輻輳していない場合には(動作41)、第2の実施の形態と同様な処理を行うため、図10の動作20に進む。

【0111】

一方、マクロ基地局側のネットワークが輻輳している場合には(動作41)、利用度合い測定部200はフェムト基地局毎に、フェムト基地局に接続している各移動局30₁の送信トラヒックを測定する(動作42)。

【0112】

50

続いて、送信電力調整部 201 は、利用度合い測定部 200 の測定結果より、各フェムト基地の移動局 30₁ の送信トラヒックを、所定の観測時間毎に第 1 の閾値 C (例えば、1.5 GByte/day) と比較する (動作 43)。

【0113】

送信トラヒックが第 1 の閾値 C を越える移動局 30₁ が存在する場合には (動作 44)、その移動局 30₁ のデータチャネルの送信電力を基準値から Z (例えば、3dB) 低減させる旨を送信電力変更要求通知部 202 に通知する (動作 45)。そして、送信電力変更要求部 202 は、送信電力調整部 201 から受信した移動局 30₁ の送信電力の低減の指示を、その移動局 30₁ が存在するフェムト基地局に通知する (動作 46)。

【0114】

一方、送信トラヒックが第 1 の閾値 C を超えている移動局 30₁ が存在しない場合には (動作 44)、動作 47 に進む。

【0115】

続いて、移動局 30₁ の送信トラヒックと第 1 の閾値 C (例えば、1.5 GByte/day) 及び第 1 の閾値 B (例えば、1 GByte/day) とを比較する (動作 47)。送信トラヒックが第 1 の閾値 C (例えば、1.5 GByte/day) 以下であり、第 1 の閾値 B (例えば、1 GByte/day) を超える移動局 30₁ が存在する場合には (動作 48)、その移動局 30₁ のデータチャネルの送信電力を基準値から Y (例えば、2dB) 低減させる旨を送信電力変更要求通知部 202 に通知する (動作 49)。そして、送信電力変更要求部 202 は、送信電力調整部 201 から受信した移動局 30₁ の送信電力の低減の指示を、その移動局 30₁ が存在するフェムト基地局に通知する (動作 50)。

一方、送信トラヒックが第 1 の閾値 C (例えば、1.5 GByte/day) 以下であり、第 1 の閾値 B (例えば、1 GByte/day) を超える移動局 30₁ が存在しない場合には (動作 48)、動作 51 に進む。

【0116】

続いて、移動局 30₁ の送信トラヒックと第 1 の閾値 B (例えば、1 GByte/day) 及び第 1 の閾値 A (例えば、0.5 GByte/day) とを比較する (動作 51)。送信トラヒックが、第 1 の閾値 B (例えば、1 GByte/day) 以下であり、第 1 の閾値 A (例えば、0.5 GByte/day) を超える移動局 30₁ が存在する場合には (動作 52)、その移動局 30₁ のデータチャネルの送信電力を基準値から X (例えば、1dB) 低減させる旨を送信電力変更要求通知部 202 に通知する (動作 53)。そして、送信電力変更要求部 202 は、送信電力調整部 201 から受信した移動局 30₁ の送信電力の低減の指示を、その移動局 30₁ が存在するフェムト基地局に通知する (動作 54)。その後、第 2 の実施の形態と同様な処理を行うため、図 10 の動作 25 に進む。

【0117】

一方、送信トラヒックが、第 1 の閾値 B (例えば、1 GByte/day) 以下であり、第 1 の閾値 A (例えば、0.5 GByte/day) を超える移動局 30₁ が存在しない場合には (動作 52)、その後、第 2 の実施の形態と同様な処理を行うため、図 10 の動作 25 に進む。

【0118】

管理サーバ 50 から送信電力の変更の通知を受け取った各フェムト基地局 20 の動作は、第 2 の実施の形態と同様なので、説明は省略する。

【0119】

尚、上述した第 3 の実施の形態において、マクロ基地局側のネットワークが輻輳しているか又はしていないかの二者択一の判断のみならず、マクロ基地局側のネットワークの輻輳状態の度合いを複数設け、ネットワークの輻輳状態の度合毎に第 1 の閾値を複数設けて制御しても良い。

【0120】

以上の如く、第 3 の実施の形態によれば、フェムト側からマクロ基地局側への干渉の影響が大きいほど、フェムト側の送信電力を大きく低減することで、フェムトに接続している移動局の通信品質を段階的に維持したまま、マクロ基地局側の輻輳を迅速に回復するこ

10

20

30

40

50

とができる。

【 0 1 2 1 】

更に、上記第 1、第 2 及び第 3 の実施の形態において、利用度合いに基づく無線リソース割当を、フェムト基地局の設置位置に応じて変更してもよい。このとき、フェムト基地局 2 0 は、マクロ基地局 1 0 や他の電波の送信源（例えば、GPS(Global Positioning System)に代表される測位衛星等）から送信される電波を受信する構成を備え、電波の受信電力に基づいて自身の設置位置を判断する。一般的にフェムト基地局は建物の屋内に設置されるので、フェムト基地局と電波の送信源との間には建物の壁や窓がある場合が多い。建物の壁がある場合は、窓がある場合に比べて電波の侵入損失が大きくなる。また、建物の奥に行くほど、壁際に比べて電波の侵入損失が大きくなる。従って、例えば、フェムト基地局が窓際に設置されている場合は、侵入損失が小さく電波の受信電力が比較的大きくなるので、窓側に設置されていることをある程度判断できる。

10

【 0 1 2 2 】

フェムト基地局が窓際に設置されている場合は、逆に建物外部への侵入損失も小さいため、同じ送信電力であっても干渉の影響が大きくなる。そのため、フェムト基地局が窓際に設置されていると判断される場合は、建物の奥に設置されていると判断される場合より、利用度合いに応じた送信電力の低減量を大きくする。このようにすることで、マクロ基地局側への干渉の影響をさらに低減することが可能となる。

【 0 1 2 3 】

また、本実施形態が適用される無線通信方式は特に限定されず、例えば L T E、W - C D M A、W L A N(Wireless Local Area Network)、I E E E 802.16mに規定された仕様などを含む種々の無線通信方式に適用可能である。

20

【 0 1 2 4 】

更に、上述した説明からも明らかなように、各部をハードウェアで構成することも可能であるが、コンピュータプログラムにより実現することも可能である。この場合、プログラムメモリに格納されているプログラムで動作するプロセッサによって、上述した実施の形態と同様の機能、動作を実現させる。尚、上述した実施の形態の一部の機能のみをコンピュータプログラムにより実現することも可能である。

【 0 1 2 5 】

また、上記の実施形態の一部又は全部は、以下の付記のようにも記載されうるが、以下

30

【 0 1 2 6 】

(付記 1) 第 1 の基地局と、前記第 1 の基地局のカバレッジと少なくとも一部のカバレッジが重複する第 2 の基地局とを含む無線通信システムにおいて、

前記第 2 の基地局に接続している少なくとも一つの移動局の利用度合いを測定する測定手段と、

前記利用度合いに基づいて、前記第 2 の基地局に接続している前記少なくとも一つの移動局の無線リソース割当てを調整する調整手段とを有する無線通信システム。

【 0 1 2 7 】

(付記 2) 前記移動局が複数であり、

40

前記測定手段は、前記第 2 の基地局を介して通信する複数の移動局の利用度合いを測定し、

前記調整手段は、前記各移動局の利用度合いに基づいて、前記各移動局の無線リソースの割当てを調整する付記 1 に記載の無線通信システム。

【 0 1 2 8 】

(付記 3) 前記調整手段は、前記第 1 の基地局への干渉を回避するように、前記少なくとも一つの移動局の無線リソースの割当てを調整する付記 1 に記載の無線通信システム。

【 0 1 2 9 】

50

(付記４) 前記調整手段は、前記少なくとも一つの移動局の利用度合いが所定の閾値を超えた場合、前記少なくとも一つの移動局の無線リソースの割当てを少なくする付記１に記載の無線通信システム。

【０１３０】

(付記５) 前記調整手段は、前記少なくとも一つの移動局が前記第２の基地局との通信を維持している間、前記少なくとも一つの移動局の無線リソースの割当てを少なくする付記１に記載の無線通信システム。

【０１３１】

(付記６) 前記移動局が複数である場合、前記調整手段は、前記利用度合いが所定の閾値を超えた少なくとも一つの移動局に対して、割当てする無線リソースを減らして、前記第２の基地局で使わない無線リソース量を増やす付記１に記載の無線通信システム。

10

【０１３２】

(付記７) 前記少なくとも一つの移動局が第１の移動局と第２の移動局であり、前記調整手段は、第１の閾値及び第２の閾値を設け、前記利用度合いが前記第１の閾値を超えた前記第１の移動局に対して割当てする無線リソースを減らし、前記利用度合いが前記第２の閾値以下の前記第２移動局に対して割当てする無線リソースを増やす付記１に記載の無線通信システム。

【０１３３】

20

(付記８) 前記調整手段は、前記第２の基地局の設置位置に応じて、前記少なくとも一つの移動局の無線リソースの割当ての減少量を調整する付記１に記載の無線通信システム。

【０１３４】

(付記９) 第１の基地局のネットワークの輻輳状態を取得する取得手段を有し、前記調整手段は、前記取得した輻輳状態に応じて、前記少なくとも一つの移動局の無線リソースの割当ての低減量を調整する付記１に記載の無線通信システム。

【０１３５】

(付記１０) 前記少なくとも一つの移動局の利用度合いは、前記第２の基地局を介して通信する前記少なくとも一つの移動局のリソース使用率、所定の観測時間当たりに送信したデータ量を示す送信トラフィック又はスループット、所定の周期内で実際にデータを送信した時間割合、及び所定の周期内でリソース使用率が所定の閾値を超えた時間割合の少なくとも一つ又はその組み合わせである付記１に記載の無線通信システム。

30

【０１３６】

(付記１１) 前記調整手段は、前記第２の基地局の送信電力を低減する調整、周波数帯域を低減する調整、送信タイムスロットを低減する調整の少なくとも一つ又はその組み合わせを行う付記１に記載の無線通信システム。

40

【０１３７】

(付記１２) 前記調整手段は、前記少なくとも一つの移動局のデータチャネルの送信電力を低減する付記１に記載の無線通信システム。

【０１３８】

(付記１３) 前記第２の基地局は、前記測定手段と前記調整手段とを有する付記１から付記１２のいずれかに記載の無線通信システム。

【０１３９】

(付記１４) 前記第２の基地局とネットワークを介して接続されている管理サーバを有し、

50

前記管理サーバは、前記測定手段と前記調整手段とを有し、
 前記調整手段が、前記第2の基地局に無線リソース割当ての調整を指示する
 付記1に記載の無線通信システム。

【0140】

(付記15) 他の基地局のカバレッジと少なくとも一部のカバレッジが重複する基地局であって、

自基地局に接続している少なくとも一つの移動局の利用度合いを測定する測定手段と、
 前記利用度合いに基づいて、前記自基地局に接続している前記少なくとも一つの移動局
 の無線リソース割当てを調整する調整手段と
 を有する基地局。

10

【0141】

(付記16) 第1の基地局と、前記第1の基地局のカバレッジと少なくとも一部のカバレッジが重複する第2の基地局とを含む無線通信システムにおける管理サーバであって、

前記第2の基地局とネットワークを介して接続され、
 前記第2の基地局に接続している少なくとも一つの移動局の利用度合いを測定する測定
 手段と、

前記利用度合いに基づいて、前記第2の基地局に接続している前記少なくとも一つの移
 動局の無線リソース割当ての調整を、前記第2の基地局に指示する調整手段と
 を有する管理サーバ。

20

【0142】

(付記17) 第1の基地局と、前記第1の基地局のカバレッジと少なくとも一部のカバレッジが重複する第2の基地局とを含む無線通信システムにおける無線通信方法であって、

前記第2の基地局に接続している移動局の利用度合いを測定し、
 前記利用度合いに基づいて、前記第2の基地局に接続している前記移動局の無線リソ
 ース割当てを調整する
 無線通信方法。

【0143】

以上代表的な実施の形態をあげて本発明を説明したが、本発明は必ずしも上記実施の形
 態に限定されるものではなく、その技術的思想の範囲内において様々に変形し実施するこ
 とが出来る。

30

【0144】

本出願は、2010年10月22日に出願された日本出願特願2010-237039号を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

【符号の説明】

【0145】

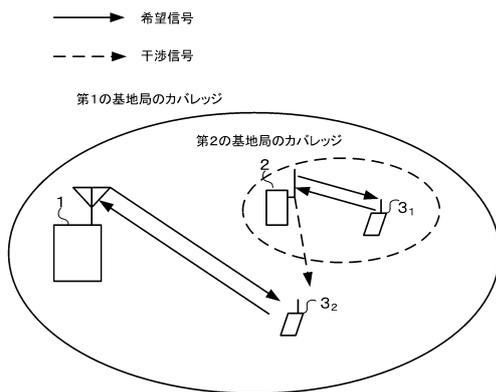
- 1 第1の基地局
- 2 第2の基地局
- 3₁、3₂ 移動局
- 5 測定手段
- 6 調整手段
- 10 マクロ基地局
- 20 フェムト基地局
- 30₁、30₂ 移動局
- 40 ネットワーク
- 50 管理サーバ
- 100 無線受信部
- 101 無線品質取得部
- 102 リソーススケジューラ部

40

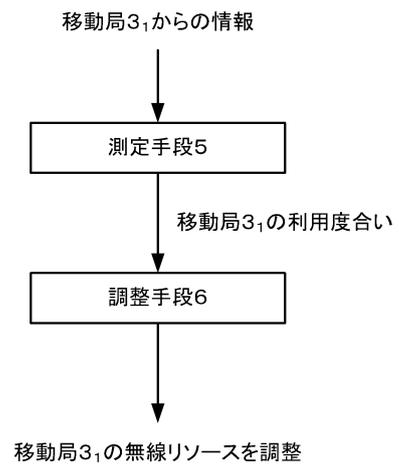
50

- 1 0 3、2 0 0 利用度合い測定部
- 1 0 4、2 0 1 送信電力調整部
- 1 0 5 無線送信部
- 2 0 2 送信電力変更要求通知部
- 3 0 0 ネットワーク輻輳状態取得部

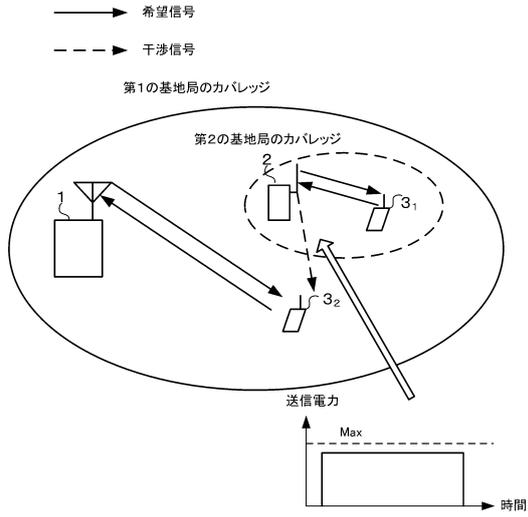
【図1】



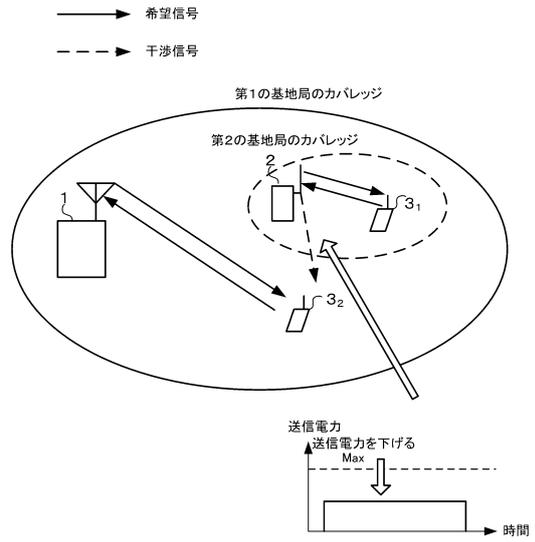
【図2】



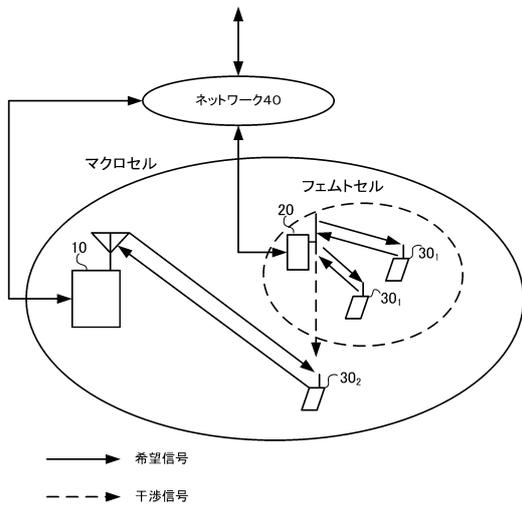
【図3】



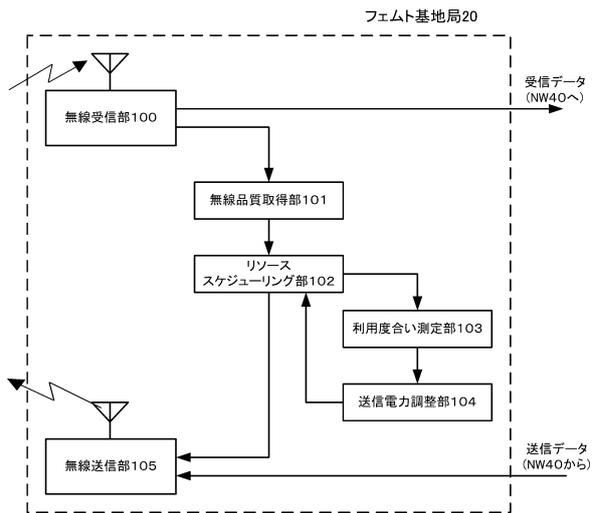
【図4】



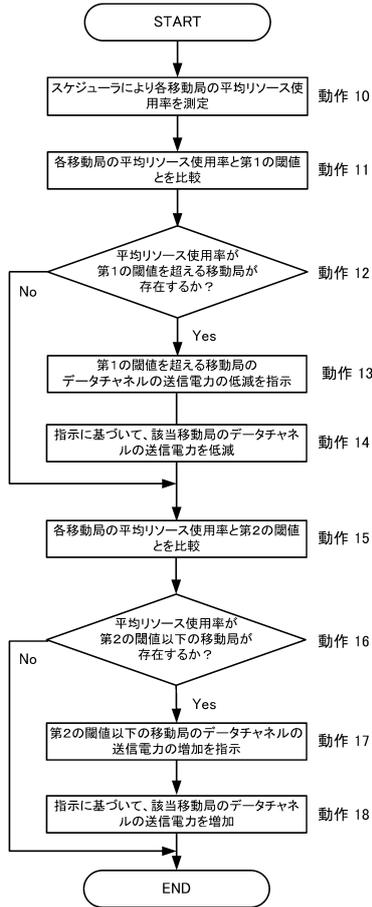
【図5】



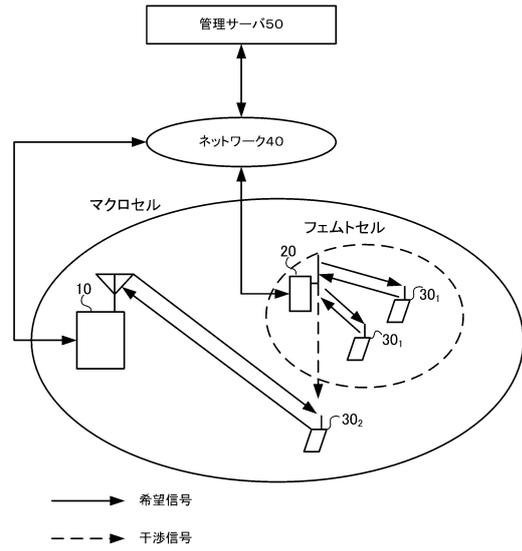
【図6】



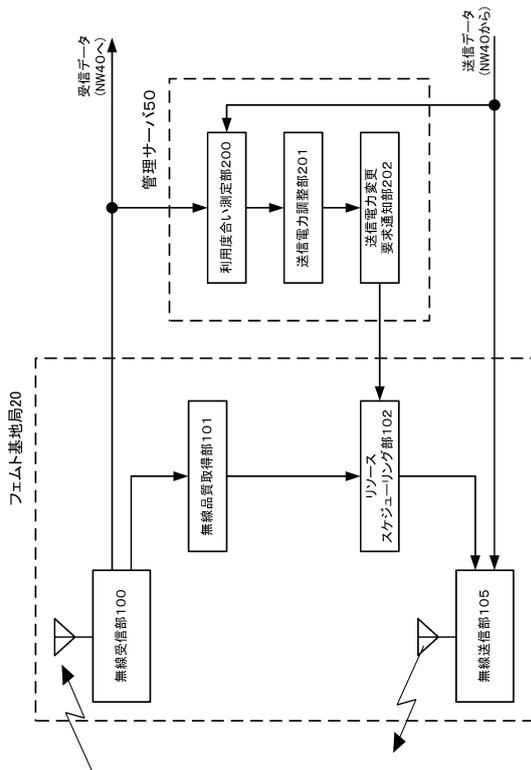
【図7】



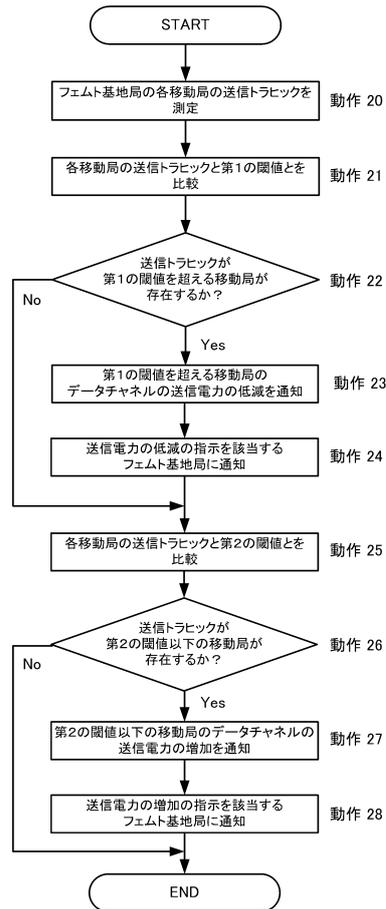
【図8】



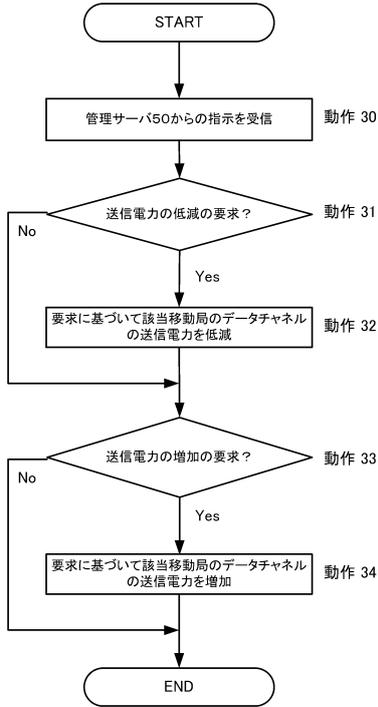
【図9】



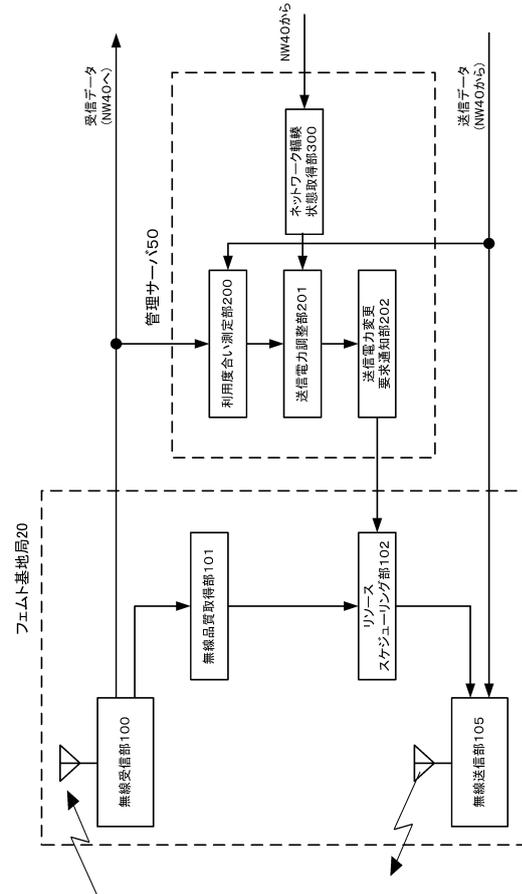
【図10】



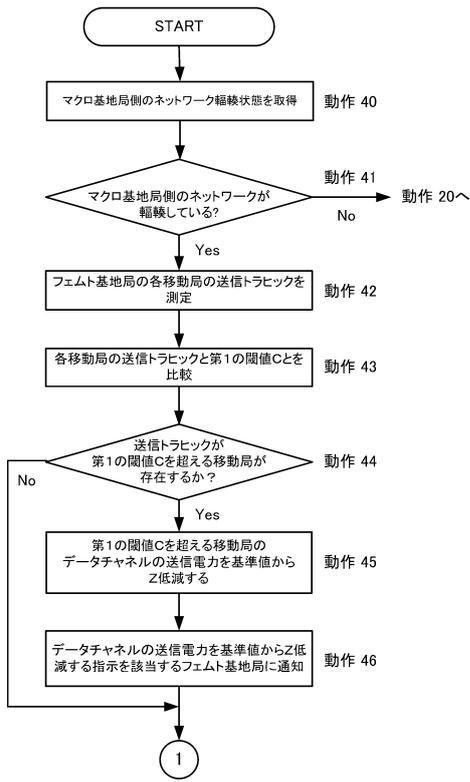
【図11】



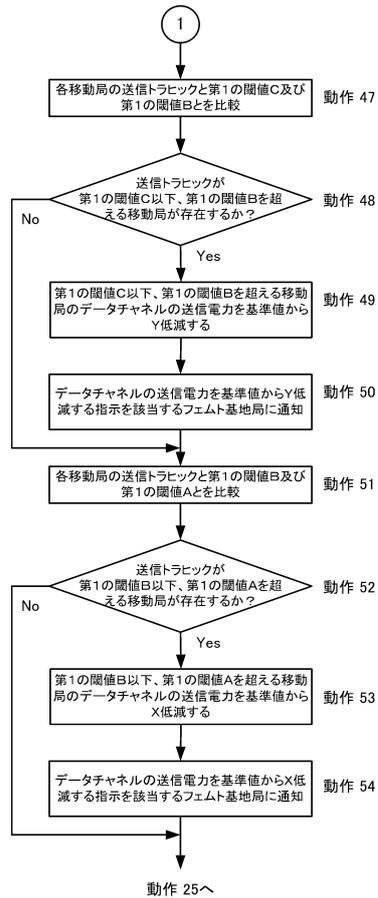
【図12】



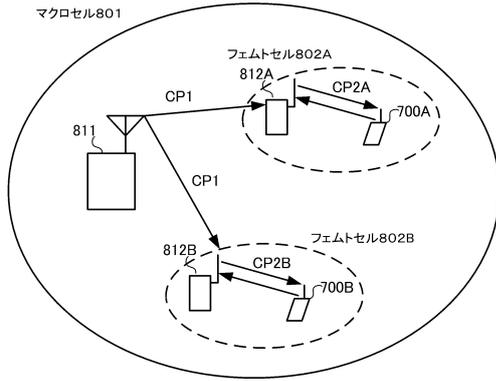
【図13】



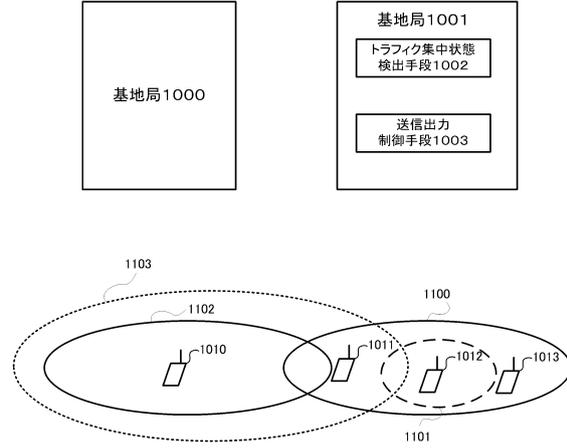
【図14】



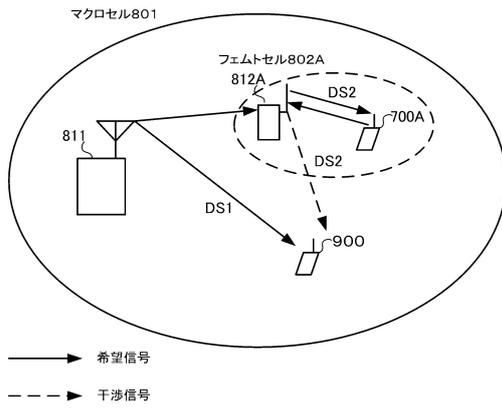
【図15】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2010-171829(JP,A)
特開2010-233087(JP,A)
国際公開第2009/120689(WO,A2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04W 4/00-99/00