

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5623505号  
(P5623505)

(45) 発行日 平成26年11月12日 (2014. 11. 12)

(24) 登録日 平成26年10月3日 (2014. 10. 3)

(51) Int. Cl. F I  
 HO 4W 52/24 (2009. 01) HO 4W 52/24  
 HO 4W 16/32 (2009. 01) HO 4W 16/32  
 HO 4W 92/20 (2009. 01) HO 4W 92/20

請求項の数 20 (全 29 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2012-506852 (P2012-506852)                  (86) (22) 出願日 平成23年3月23日 (2011. 3. 23)                  (86) 国際出願番号 PCT/JP2011/001712                  (87) 国際公開番号 W02011/118212                  (87) 国際公開日 平成23年9月29日 (2011. 9. 29)                  審査請求日 平成25年11月22日 (2013. 11. 22)                  (31) 優先権主張番号 特願2010-70459 (P2010-70459)                  (32) 優先日 平成22年3月25日 (2010. 3. 25)                  (33) 優先権主張国 日本国 (JP)</p>	<p>(73) 特許権者 514136668                  パナソニック インテレクチュアル プロ                  パティ コーポレーション オブ アメリ                  カ                  Panasonic Intellect                  ual Property Corpor                  ation of America                  アメリカ合衆国 90503 カリフォル                  ニア州, トーランス, スイート 200,                  マリナー アベニュー 20000                  (74) 代理人 100119552                  弁理士 橋本 公秀                  (74) 代理人 100138771                  弁理士 吉田 将明</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線通信システム、フェムトセル基地局及び送信電力制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

マクロセル基地局と、  
 前記マクロセル基地局と通信可能な複数のフェムトセル基地局と、  
 前記マクロセル基地局及び前記複数のフェムトセル基地局の少なくとも1つと無線で通  
 信可能な無線端末と、を備えた無線通信システムであって、  
 前記無線端末は、  
 当該無線端末の周辺に位置するフェムトセル基地局からの下り無線信号の受信電力を測  
 定した結果を前記マクロセル基地局に送信し、  
 前記マクロセル基地局は、  
 前記無線端末から送信された測定結果に含まれる下り無線信号の受信電力が所定値以上  
 のフェムトセル基地局群に、前記無線端末の識別情報を含む干渉制御要求を送信し、  
 前記フェムトセル基地局は、  
 自局に隣接した隣接フェムトセル基地局には接続可能であるが自局には接続不可能な無  
 線端末の識別情報が記録された隣接無線端末リストを有し、  
 前記干渉制御要求に含まれる無線端末の識別情報が前記隣接無線端末リストに含まれて  
 いれば、自局の下り送信電力を低減することを特徴とする無線通信システム。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の無線通信システムであって、  
 前記フェムトセル基地局は、自局に接続可能な無線端末の識別情報が記録された自局無

線端末リストを有し、

前記フェムトセル基地局が行う下り送信電力の低減量は、前記干渉制御要求に含まれる無線端末の識別情報が前記自局無線端末リスト及び前記隣接無線端末リストのいずれにも含まれていないときと比べて、当該無線端末の識別情報が前記隣接無線端末リストに含まれているときの方が大きいことを特徴とする無線通信システム。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の無線通信システムであって、

前記干渉制御要求には、前記フェムトセル基地局群に含まれる各局から前記無線端末への下り無線信号の受信電力値が含まれ、

前記フェムトセル基地局は、

前記干渉制御要求を参照して、自局から前記無線端末への下り無線信号の受信電力が前記隣接フェムトセル基地局から前記無線端末への下り無線信号の受信電力よりも大きいときに、自局の下り送信電力を低減することを特徴とする無線通信システム。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の無線通信システムであって、

前記フェムトセル基地局は、

前記干渉制御要求に含まれる無線端末の識別情報が前記自局無線端末リストに含まれておらず、かつ、自局から前記無線端末への下り無線信号の受信電力及び前記隣接フェムトセル基地局から前記無線端末への下り無線信号の受信電力が共に所定値以上の場合にのみ、自局の下り送信電力をさらに低減することを特徴とする無線通信システム。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の無線通信システムであって、

前記フェムトセル基地局は、自局と接続中の無線端末との接続を維持する範囲で下り送信電力を低減することを特徴とする無線通信システム。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の無線通信システムであって、

前記フェムトセル基地局は、自局から前記無線端末への下り無線信号の受信電力が増加するときに、自局の下り送信電力を低減することを特徴とする無線通信システム。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の無線通信システムであって、

前記無線端末は、

当該無線端末が接続可能なフェムトセル基地局に隣接するフェムトセル基地局の識別情報が記録された隣接フェムトセル基地局リストを有し、

当該無線端末が接続可能なフェムトセル基地局から当該無線端末への下り無線信号の第 1 受信電力値及び前記隣接フェムトセル基地局リストに含まれるフェムトセル基地局から当該無線端末への下り無線信号の第 2 受信電力値が所定値以上であり、前記第 1 受信電力値よりも前記第 2 受信電力値の方が大きいときに限って、前記第 1 受信電力値及び前記第 2 受信電力値を前記マクロセル基地局に送信することを特徴とする無線通信システム。

【請求項 8】

複数のフェムトセル基地局と、

前記複数のフェムトセル基地局の少なくとも 1 つと通信可能な無線端末と、を備えた無線通信システムであって、

前記無線端末は、

当該無線端末の周辺に位置するフェムトセル基地局からの下り無線信号の受信電力の内、受信電力が最大のフェムトセル基地局に、当該無線端末の識別情報を含む干渉制御要求を、当該無線端末が接続可能なフェムトセル基地局の近傍に位置するフェムトセル基地局に送信し、

前記フェムトセル基地局は、

自局に隣接した隣接フェムトセル基地局には接続可能であるが自局には接続不可能な無線端末の識別情報が記録された隣接接続無線端末リストを有し、

10

20

30

40

50

前記干渉制御要求に含まれる無線端末の識別情報が前記隣接接続無線端末リストに含まれていれば、自局の下り送信電力を低減することを特徴とする無線通信システム。

【請求項 9】

無線端末及び当該無線端末と通信可能なマクロセル基地局と通信可能なフェムトセル基地局であって、

自局に隣接した隣接フェムトセル基地局には接続可能であるが自局には接続不可能な無線端末の識別情報が記録された隣接無線端末リストを有し、

前記無線端末又は前記マクロセル基地局から送信された干渉制御要求に含まれる無線端末の識別情報が前記隣接無線端末リストに含まれていれば、自局の下り送信電力を低減することを特徴とするフェムトセル基地局。

10

【請求項 10】

請求項 9 に記載のフェムトセル基地局であって、

自局に接続可能な無線端末の識別情報が記録された自局無線端末リストを有し、

当該フェムトセル基地局が行う下り送信電力の低減量は、前記干渉制御要求に含まれる無線端末の識別情報が前記自局無線端末リスト及び前記隣接無線端末リストのいずれにも含まれていないときと比べて、当該無線端末の識別情報が前記隣接無線端末リストに含まれているときの方が大きいことを特徴とするフェムトセル基地局。

【請求項 11】

請求項 9 又は 10 に記載のフェムトセル基地局であって、

前記干渉制御要求には、前記フェムトセル基地局群に含まれる各局から前記無線端末への下り無線信号の受信電力値が含まれ、

前記干渉制御要求を参照して、自局から前記無線端末への下り無線信号の受信電力が前記隣接フェムトセル基地局から前記無線端末への下り無線信号の受信電力よりも大きいときに、自局の下り送信電力を低減することを特徴とするフェムトセル基地局。

20

【請求項 12】

請求項 11 に記載のフェムトセル基地局であって、

前記干渉制御要求に含まれる無線端末の識別情報が前記自局無線端末リストに含まれておらず、かつ、自局から前記無線端末への下り無線信号の受信電力及び前記隣接フェムトセル基地局から前記無線端末への下り無線信号の受信電力が共に所定値以上の場合にのみ、自局の下り送信電力をさらに低減することを特徴とするフェムトセル基地局。

30

【請求項 13】

請求項 9 ～ 12 のいずれか一項に記載のフェムトセル基地局であって、

自局と接続中の無線端末との接続を維持する範囲で下り送信電力を低減することを特徴とするフェムトセル基地局。

【請求項 14】

請求項 9 ～ 13 のいずれか一項に記載のフェムトセル基地局であって、

自局から前記無線端末への下り無線信号の受信電力が増加するときに、自局の下り送信電力を低減することを特徴とするフェムトセル基地局。

【請求項 15】

無線端末及び当該無線端末と通信可能なマクロセル基地局と通信可能なフェムトセル基地局が行う送信電力制御方法であって、

自局に隣接した隣接フェムトセル基地局には接続可能であるが自局には接続不可能な無線端末の識別情報が記録された隣接無線端末リストを有する前記フェムトセル基地局は、前記無線端末又は前記マクロセル基地局から送信された干渉制御要求に含まれる無線端末の識別情報が前記隣接無線端末リストに含まれていれば、自局の下り送信電力を低減することを特徴とする送信電力制御方法。

40

【請求項 16】

請求項 15 に記載の送信電力制御方法であって、

前記フェムトセル基地局は、自局に接続可能な無線端末の識別情報が記録された自局無線端末リストを有し、

50

前記フェムトセル基地局が行う下り送信電力の低減量は、前記干渉制御要求に含まれる無線端末の識別情報が前記自局無線端末リスト及び前記隣接無線端末リストのいずれにも含まれていないときと比べて、当該無線端末の識別情報が前記隣接無線端末リストに含まれているときの方が大きいことを特徴とする送信電力制御方法。

【請求項 17】

請求項 15 又は 16 に記載の送信電力制御方法であって、

前記干渉制御要求には、前記フェムトセル基地局群に含まれる各局から前記無線端末への下り無線信号の受信電力値が含まれ、

前記フェムトセル基地局は、

前記干渉制御要求を参照して、自局から前記無線端末への下り無線信号の受信電力が前記隣接フェムトセル基地局から前記無線端末への下り無線信号の受信電力よりも大きいときに、自局の下り送信電力を低減することを特徴とする送信電力制御方法。

10

【請求項 18】

請求項 17 に記載の送信電力制御方法であって、

前記フェムトセル基地局は、

前記干渉制御要求に含まれる無線端末の識別情報が前記自局無線端末リストに含まれておらず、かつ、自局から前記無線端末への下り無線信号の受信電力及び前記隣接フェムトセル基地局から前記無線端末への下り無線信号の受信電力が共に所定値以上の場合にのみ、自局の下り送信電力をさらに低減することを特徴とする送信電力制御方法。

【請求項 19】

20

請求項 15 ~ 18 のいずれか一項に記載の送信電力制御方法であって、

前記フェムトセル基地局は、自局と接続中の無線端末との接続を維持する範囲で下り送信電力を低減することを特徴とする送信電力制御方法。

【請求項 20】

請求項 15 ~ 19 のいずれか一項に記載の送信電力制御方法であって、

前記フェムトセル基地局は、自局から前記無線端末への下り無線信号の受信電力が増加するときに、自局の下り送信電力を低減することを特徴とする送信電力制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

本発明は、隣接するフェムトセル基地局間の下り無線回線の干渉を低減可能な無線通信システム、フェムトセル基地局及び送信電力制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

WCDMA(Wideband Code Division Multiple Access)やLTE(Long Term Evolution)に代表されるセルラーシステムに超小型無線基地局(以下、「フェムトセル基地局(HNB:Home Node B)」と呼ぶ)を導入することが検討されている。フェムトセル基地局は、半径数十メートル程度のエリア(以下、「フェムトセル」と呼ぶ)をカバーできる。フェムトセル基地局は、例えば、比較的伝搬環境の悪い一般家庭やオフィス等の建物内に設置される。このように、セルラーシステムでは伝搬環境が悪いエリアであっても、フェムトセル内の無線伝送の高速化が期待される。

40

【0003】

既存のセルラーシステムにあっては、都市部では、従来の無線基地局(以下、「マクロセル基地局(MNB:Macro Node B)」と呼ぶ)が通信事業者保有の全周波数バンドを使用していると想定される。したがって、フェムトセル基地局向けの専用周波数バンドの確保は困難である。この場合、フェムトセル基地局は、既存のマクロセル基地局と周波数を共用する形態にて導入される。さらに、フェムトセル基地局が密集して設置されるエリアでは、複数のフェムトセル基地局が周波数を共用して運用されることが想定される。また、フェムトセル基地局の契約者又は登録者のみがそのフェムトセル基地局を使って通信可能なCSG(Closed Subscriber Group)モードによる、アクセス制限を加えた運用も想定

50

される。

【 0 0 0 4 】

これらの条件に基づいてフェムトセル基地局を既存のセルラーシステムに導入すると、フェムトセル基地局から既存のマクロセル基地局に接続している無線端末（MUE：Macro User Equipment）、及び、既存のマクロセル基地局からフェムトセル基地局に接続している無線端末（HUE：Home User Equipment）に与える下り無線回線の相互干渉が課題である。なお、マクロセル基地局に接続している無線端末は「マクロセルユーザ」と呼ばれることがあり、フェムトセル基地局に接続している無線端末は「フェムトセルユーザ」と呼ばれることがある。

【 0 0 0 5 】

また、フェムトセル基地局からアクセス認可を得ていないフェムトセルユーザ（例えば、隣接家屋に設置されているフェムトセル基地局のユーザ）に与える下り無線回線の相互干渉が課題である。このような下り無線回線の相互干渉が発生すると、フェムトセル基地局の実効通信可能範囲（実効カバレッジ）が縮小し、また、フェムトセル全体の下り無線回線のスループットが低下してしまう。

【 0 0 0 6 】

図14は、マクロセル基地局のカバーエリア（以下、「マクロセル」と呼ぶ）内にフェムトセル基地局が設置された無線システムの構成の一例を示す図である。マクロセル基地局（MNB）100は、セル半径が0.5キロメートル～数キロメートル程度の広域エリアをカバーするマクロセル101を形成する。図14に示す無線システムでは、マクロセル101内のマクロセルユーザ（MUE）102は、WCDMA、LTE又はWLAN等の無線回線を利用してマクロセル基地局100と通信を行う。また、マクロセル101内の任意の位置にフェムトセル基地局（HNB）110が設置され、フェムトセル基地局110と通信可能な範囲であるフェムトセル111が形成されている。フェムトセル基地局110の設置者又は登録者である無線端末は、フェムトセル111内に位置し、かつ、フェムトセル基地局110からの下り無線信号の受信品質が一定以上である場合に、フェムトセルユーザ（HUE）112としてフェムトセル基地局110と通信を行う。図14に示した例では、フェムトセル基地局110とは異なる別のフェムトセル基地局（HNB）120が、フェムトセル基地局110の近傍に設置され、フェムトセル121を形成してフェムトセルユーザ（HUE）122と通信を行っている。なお、マクロセル基地局（MNB）、フェムトセル基地局（HNB）、マクロセルユーザ（MUE）及びフェムトセルユーザ（HUE）は、同一の通信方式（WCDMA、LTE、WLAN等）で通信を行っているものとする。なお、LTE対応のマクロセル基地局は「MeNB」と呼ばれることがあり、LTE対応のフェムトセル基地局は「HeNB」と呼ばれることがある。また、無線基地局はアクセスポイント（AP）と呼ばれることがある。

【 0 0 0 7 】

非特許文献1には、フェムトセル基地局が既存のマクロセル基地局と周波数を共用する場合の相互干渉を低減する方法として、フェムトセル基地局における下り無線回線の干渉制御方法が開示されている。この干渉制御方法では、フェムトセル基地局が形成するマクロセルのカバレッジホール（マクロセルユーザ（MUE）がマクロセル基地局（MNB）と通信不可になるエリア）の範囲とフェムトセル基地局（HNB）自身の目標カバレッジの範囲とに基づいて、フェムトセル基地局（HNB）の送信電力が設定されている。

【 0 0 0 8 】

図15は、非特許文献1に開示されている干渉制御方法のシーケンス図である。図15に示すように、マクロセル基地局（MNB）202から報知信号（BCH：Broadcast Channel）及び参照信号（RS：Reference Signal）が周期的にマクロセル全体に向けて送信され（ST201）、マクロセル内に設置されたフェムトセル基地局（HNB）201が報知信号及び参照信号（BCH/RS）を受信する。フェムトセル基地局（HNB）201は、参照信号の受信強度（RSRP：Reference Signal Received Power）を測定する（ST202）。なお、参照信号は「CPICH（Common Pilot Channel）」と呼ばれる

10

20

30

40

50

ことがあり、このとき、参照信号の受信強度は「RSRP (Received Signal Code Power)」と呼ばれる。フェムトセル基地局 (HNB) 201 は、ステップ ST 202 で測定した RSRP、及びマクロセルに対してフェムトセル基地局 (HNB) 201 が許容するカバレッジホールの範囲に基づき、フェムトセル基地局 (HNB) 201 の送信電力値 (対マクロセル許容送信電力値) を算出する (ST 203)。具体的には、フェムトセル基地局 (HNB) 201 からの伝搬損失が  $X [dB]$  の地点 (マクロセルカバレッジホール) におけるマクロセル基地局 (MNB) からの参照信号のマクロセルユーザ (MUE) による受信品質が一定値以上 (例えば、 $CPICH\_Ec/No$  が  $-18 [dB]$  以上、又は、 $RSRP/RS SI$  が  $-6 [dB]$  以上) となるように、フェムトセル基地局 (HNB) 201 の送信電力値が決定される。なお、「 $CPICH\_Ec$ 」は  $CPICH$  のチップ当たりの受信エネルギーを示し、「 $No$ 」は干渉信号を含む雑音エネルギーを示し、「RS SI (Received Signal Strength Indicator)」は受信信号の総受信電力を示す。マクロセルユーザ (MUE) の RSRP をフェムトセル基地局 (HNB) 201 が測定した RSRP で近似し、かつ、RS SI はフェムトセル基地局 (HNB) 201 の送信電力に伝搬損失が加わったものと近似すると、マクロセルユーザ (MUE) の推定受信品質をフェムトセル基地局 (HNB) 201 において算出することができる。マクロセルユーザ (MUE) の受信品質を満たすためには、フェムトセル基地局 (HNB) 201 の送信電力はマクロセルのエッジでは小さく設定され、マクロセルの近傍では大きく設定される。また、フェムトセル基地局 (HNB) 201 は、フェムトセル基地局 (HNB) 201 自身の目標カバレッジの範囲 (例えば  $Y [dB]$ ) とマクロセルの RSRP 測定値から、フェムトセル基地局 (HNB) 201 の希望送信電力値 (フェムト希望送信電力値) を算出する (ST 204)。次に、フェムトセル基地局 (HNB) 201 は、ステップ ST 203 で算出した対マクロセル許容送信電力値及びステップ ST 204 で算出したフェムト希望送信電力値から、実際に設定するフェムト運用送信電力値を決定する (ST 205)。具体的には、対マクロセル許容送信電力値とフェムト希望送信電力値の最小値を選択する。これにより、マクロセルへの干渉低減を実施しつつ、フェムトセル基地局のカバーエリアが広がり過ぎない制御が可能となる。決定したフェムト運用送信電力値に基づいて、フェムトセル基地局 (HNB) 201 が報知信号及び参照信号の送信電力を決定し、報知信号及び参照信号 (BCH/RS) を周期的にフェムトセル全体に送信する (ST 206)。

#### 【0009】

また、非特許文献 2 には、フェムトセル基地局への未登録マクロセルユーザがマクロセルカバレッジホールに入ったときのさらなる干渉低減方法が開示されている。当該干渉低減方法では、フェムトセル基地局から下り無線回線の干渉を受けているマクロセルユーザの周辺セルの受信電力測定の結果から、マクロセル基地局が、干渉源であるフェムトセル基地局に対して電力低減要求シグナリングを出してフェムトセル基地局に送信電力制御をさせる。

#### 【0010】

図 16 は、非特許文献 2 に開示されている干渉制御方法のシーケンス図である。図 16 に示すように、フェムトセル基地局 (HNB) 301、フェムトセル基地局 (HNB) 302 及びマクロセル基地局 (MNB) 303 から、それぞれセル固有の報知信号及び参照信号 (BCH/RS) が周期的に送信される (ステップ ST 301)。なお、各基地局はそれぞれが時刻タイミングを持っているため、BCH/RS の送信が完全に同一タイミングであるとは限らない。マクロセルユーザ (MUE) 304 は、サービングセルであるマクロセル基地局 (MNB) 303 と、周辺セルサーチを実行することによって検出した周辺セルの各 RSRP を測定する (ステップ ST 302)。なお、マクロセルユーザ (MUE) 304 が実行する周辺セルサーチは、各基地局から下り無線回線で周期的に伝送される図示しない同期チャネル (SCH: Synchronization Channel) の受信結果に基づく。マクロセルユーザ (MUE) 304 は、各セルの RSRP の測定結果をサービングセルであるマクロセル基地局 (MNB) 303 に報告する (ステップ ST 303)。マクロセル基地局 (MNB) 303 は、報告された測定結果に基づき、サービングセルを除く最も強

10

20

30

40

50

い R S R P のセルがフェムトセルであるならば、当該フェムトセル基地局（図 16 では H N B 3 0 2）に対して干渉低減を依頼する旨の干渉制御要求を出す相手先の基地局を決定し（ステップ S T 3 0 4）、干渉制御要求を送る（ステップ S T 3 0 5）。なお、この干渉制御要求にはマクロセルユーザ（M U E）3 0 4 の識別子を含んでも良い。干渉制御要求を受信したフェムトセル基地局（H N B）3 0 2 は、自局へのアクセス許可を与えている無線端末のリスト（以下、「C S G U E リスト」と呼ぶ）を確認する（ステップ S T 3 0 6）。フェムトセル基地局（H N B）3 0 2 は、干渉制御要求に含まれるマクロセルユーザ（M U E）3 0 4 の識別子が C S G U E リストに含まれない場合は自局の送信電力を低減し（ステップ S T 3 0 7）、C S G U E リストに含まれる場合は送信電力値を維持する。

10

## 【0011】

このようにマクロセル基準によるフェムトセル基地局の下り送信電力制御を行うことにより、次の効果（1）、（2）が得られる。効果（1）としては、マクロセル内のいずれの場所においてもマクロセルのカバレッジホールとフェムトセルのカバレッジをほぼ同等に形成できる。効果（2）としては、マクロセルのカバレッジホールに入ったマクロセルユーザに対しては、当該カバレッジホールを形成しているフェムトセル基地局が送信電力を低減することにより、マクロセルユーザへの下り無線回線の干渉量を低減し、マクロセルユーザのマクロセル基地局への接続を維持することができる。

## 【先行技術文献】

## 【非特許文献】

20

## 【0012】

【非特許文献 1】3GPP TR25.967v8.0.1 (2009-03) “Home Node B Radio Frequency(RF) Requirements(FDD)”

【非特許文献 2】3GPP R4-093619 (2009-10), Kyocera, “Network Assisted Home eNode B Transmission power control in Downlink”

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0013】

上記説明した干渉制御技術では、マクロセル内に設置されたフェムトセル基地局がマクロセル基準で下り送信電力低減を行うことにより、マクロセル基地局からマクロセルユーザへの下り無線回線に与える干渉を低減することができる。しかし、当該干渉制御技術は、複数のフェムトセル基地局の各フェムトセルが互いに重なる距離に設置された状況における、隣接するフェムトセル基地局からフェムトセルユーザへの下り無線回線の干渉に対しては対策されていない。

30

## 【0014】

図 17 は、各フェムトセルが互いに重なる距離に 2 つのフェムトセル基地局が設置された状況で、各フェムトセル基地局がマクロセル基準による下り送信電力低減制御を行った際に形成される一方のフェムトセルのカバレッジホールの一例を示す図である。なお、各フェムトセル基地局は、隣接した部屋又は家屋等の領域に設置されている。図 17 に示した例では、領域（以下「自領域」と呼ぶ）A 2 内にフェムトセル基地局（以下、「自局フェムトセル基地局」と呼ぶ）H N B 0 2 が設置され、自領域 A 2 と隣接した領域（以下「隣接領域」と呼ぶ）A 1 に別のフェムトセル基地局（以下、「隣接フェムトセル基地局」と呼ぶ）H N B 0 1 が設置されている。

40

## 【0015】

上記干渉制御技術によれば、マクロセル基地局 M N B に接続中の隣接フェムトセルユーザ H U E 0 1 が自領域 A 2 側から隣接領域 A 1 に近づいたとき、自局フェムトセル基地局 H N B 0 2 は、自局の C S G U E リストに無線端末 H U E 0 1 の識別子が含まれていないため、図 18 に示すように、下り送信電力を初期値から低減する。その結果、自局フェムトセル基地局 H N B 0 2 のカバレッジは、図 17 に示す点線の円から実線の円のように変化する。

50

## 【 0 0 1 6 】

しかし、自局フェムトセル基地局 HNB02 がこのようなマクロセル基準による下り送信電力の低減を行っても、隣接領域 A1 の隣接フェムトセルには自局フェムトセル基地局 HNB02 の下り無線信号によってカバレッジホールが形成されてしまう場合がある。隣接フェムトセルユーザ HUE01 が当該カバレッジホール内にいる場合、隣接フェムトセルユーザ HUE01 が隣接領域 A1 内にも隣接フェムトセル基地局 HNB01 に接続できない。例えば、図 17 に示すように、隣接フェムトセルユーザ HUE01 が隣接領域 A1 の自宅に帰宅した際、隣接フェムトセルユーザ HUE01 が斜線で示されたカバレッジホール内にいる限り隣接フェムトセル基地局 HNB01 には接続できない。なお、カバレッジホールは、自領域 A2 内における自局フェムトセル基地局 HNB02 の設置位置、及び、隣接領域 A1 内における隣接フェムトセル基地局 HNB01 の設置位置に大きく依存する。

10

## 【 0 0 1 7 】

本発明の目的は、隣接するフェムトセル基地局間の下り無線回線の干渉を低減可能な無線通信システム、フェムトセル基地局及び送信電力制御方法を提供することである。

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 1 8 】

本発明は、マクロセル基地局と、前記マクロセル基地局と通信可能な複数のフェムトセル基地局と、前記マクロセル基地局及び前記複数のフェムトセル基地局の少なくとも 1 つと無線で通信可能な無線端末と、を備えた無線通信システムであって、前記無線端末は、当該無線端末の周辺に位置するフェムトセル基地局からの下り無線信号の受信電力を測定した結果を前記マクロセル基地局に送信し、前記マクロセル基地局は、前記無線端末から送信された測定結果に含まれる下り無線信号の受信電力が所定値以上のフェムトセル基地局群に、前記無線端末の識別情報を含む干渉制御要求を送信し、前記フェムトセル基地局は、自局に隣接した隣接フェムトセル基地局には接続可能であるが自局には接続不可能な無線端末の識別情報が記録された隣接無線端末リストを有し、前記干渉制御要求に含まれる無線端末の識別情報が前記隣接無線端末リストに含まれていれば、自局の下り送信電力を低減する無線通信システムを提供する。

20

## 【 0 0 1 9 】

上記無線通信システムでは、前記フェムトセル基地局は、自局に接続可能な無線端末の識別情報が記録された自局無線端末リストを有し、前記フェムトセル基地局が行う下り送信電力の低減量は、前記干渉制御要求に含まれる無線端末の識別情報が前記自局無線端末リスト及び前記隣接無線端末リストのいずれにも含まれていないときと比べて、当該無線端末の識別情報が前記隣接無線端末リストに含まれているときの方が大きい。

30

## 【 0 0 2 0 】

上記無線通信システムでは、前記干渉制御要求には、前記フェムトセル基地局群に含まれる各局から前記無線端末への下り無線信号の受信電力値が含まれ、前記フェムトセル基地局は、前記干渉制御要求を参照して、自局から前記無線端末への下り無線信号の受信電力が前記隣接フェムトセル基地局から前記無線端末への下り無線信号の受信電力よりも大きいときに、自局の下り送信電力を低減する。

40

## 【 0 0 2 1 】

上記無線通信システムでは、前記フェムトセル基地局は、前記干渉制御要求に含まれる無線端末の識別情報が前記自局無線端末リストに含まれておらず、かつ、自局から前記無線端末への下り無線信号の受信電力及び前記隣接フェムトセル基地局から前記無線端末への下り無線信号の受信電力が共に所定値以上の場合にのみ、自局の下り送信電力をさらに低減する。

## 【 0 0 2 2 】

上記無線通信システムでは、前記フェムトセル基地局は、自局と接続中の無線端末との接続を維持する範囲で下り送信電力を低減する。

## 【 0 0 2 3 】

50

上記無線通信システムでは、前記フェムトセル基地局は、自局から前記無線端末への下り無線信号の受信電力が増加するときに、自局の下り送信電力を低減する。

【 0 0 2 4 】

上記無線通信システムでは、前記無線端末は、当該無線端末が接続可能なフェムトセル基地局に隣接するフェムトセル基地局の識別情報が記録された隣接フェムトセル基地局リストを有し、当該無線端末が接続可能なフェムトセル基地局から当該無線端末への下り無線信号の第1受信電力値及び前記隣接フェムトセル基地局リストに含まれるフェムトセル基地局から当該無線端末への下り無線信号の第2受信電力値が所定値以上であり、前記第1受信電力値よりも前記第2受信電力値の方が大きいときに限って、前記第1受信電力値及び前記第2受信電力値を前記マクロセル基地局に送信する。

10

【 0 0 2 5 】

本発明は、複数のフェムトセル基地局と、前記複数のフェムトセル基地局の少なくとも一つと通信可能な無線端末と、を備えた無線通信システムであって、前記無線端末は、当該無線端末の周辺に位置するフェムトセル基地局からの下り無線信号の受信電力の内、受信電力が最大のフェムトセル基地局に、当該無線端末の識別情報を含む干渉制御要求を、当該無線端末が接続可能なフェムトセル基地局の近傍に位置するフェムトセル基地局に送信し、前記フェムトセル基地局は、自局に隣接した隣接フェムトセル基地局には接続可能であるが自局には接続不可能な無線端末の識別情報が記録された隣接接続無線端末リストを有し、前記干渉制御要求に含まれる無線端末の識別情報が前記隣接接続無線端末リストに含まれていれば、自局の下り送信電力を低減する無線通信システムを提供する。

20

【 0 0 2 6 】

本発明は、無線端末及び当該無線端末と通信可能なマクロセル基地局と通信可能なフェムトセル基地局であって、自局に隣接した隣接フェムトセル基地局には接続可能であるが自局には接続不可能な無線端末の識別情報が記録された隣接無線端末リストを有し、前記無線端末又は前記マクロセル基地局から送信された干渉制御要求に含まれる無線端末の識別情報が前記隣接無線端末リストに含まれていれば、自局の下り送信電力を低減するフェムトセル基地局を提供する。

【 0 0 2 7 】

上記フェムトセル基地局は、自局に接続可能な無線端末の識別情報が記録された自局無線端末リストを有し、当該フェムトセル基地局が行う下り送信電力の低減量は、前記干渉制御要求に含まれる無線端末の識別情報が前記自局無線端末リスト及び前記隣接無線端末リストのいずれにも含まれていないときと比べて、当該無線端末の識別情報が前記隣接無線端末リストに含まれているときの方が大きい。

30

【 0 0 2 8 】

上記フェムトセル基地局では、前記干渉制御要求には、前記フェムトセル基地局群に含まれる各局から前記無線端末への下り無線信号の受信電力値が含まれ、前記干渉制御要求を参照して、自局から前記無線端末への下り無線信号の受信電力が前記隣接フェムトセル基地局から前記無線端末への下り無線信号の受信電力よりも大きいときに、自局の下り送信電力を低減する。

【 0 0 2 9 】

上記フェムトセル基地局は、前記干渉制御要求に含まれる無線端末の識別情報が前記自局無線端末リストに含まれておらず、かつ、自局から前記無線端末への下り無線信号の受信電力及び前記隣接フェムトセル基地局から前記無線端末への下り無線信号の受信電力が共に所定値以上の場合にのみ、自局の下り送信電力をさらに低減する。

40

【 0 0 3 0 】

上記フェムトセル基地局は、自局と接続中の無線端末との接続を維持する範囲で下り送信電力を低減する。

【 0 0 3 1 】

上記フェムトセル基地局は、自局から前記無線端末への下り無線信号の受信電力が増加するときに、自局の下り送信電力を低減する。

50

## 【 0 0 3 2 】

本発明は、無線端末及び当該無線端末と通信可能なマクロセル基地局と通信可能なフェムトセル基地局が行う送信電力制御方法であって、自局に隣接した隣接フェムトセル基地局には接続可能であるが自局には接続不可能な無線端末の識別情報が記録された隣接無線端末リストを有する前記フェムトセル基地局は、前記無線端末又は前記マクロセル基地局から送信された干渉制御要求に含まれる無線端末の識別情報が前記隣接無線端末リストに含まれていれば、自局の下り送信電力を低減することを特徴とする送信電力制御方法を提供する。

## 【 0 0 3 3 】

上記送信電力制御方法では、前記フェムトセル基地局は、自局に接続可能な無線端末の識別情報が記録された自局無線端末リストを有し、前記フェムトセル基地局が行う下り送信電力の低減量は、前記干渉制御要求に含まれる無線端末の識別情報が前記自局無線端末リスト及び前記隣接無線端末リストのいずれにも含まれていないときと比べて、当該無線端末の識別情報が前記隣接無線端末リストに含まれているときの方が大きい。

10

## 【 0 0 3 4 】

上記送信電力制御方法では、前記干渉制御要求には、前記フェムトセル基地局群に含まれる各局から前記無線端末への下り無線信号の受信電力値が含まれ、前記フェムトセル基地局は、前記干渉制御要求を参照して、自局から前記無線端末への下り無線信号の受信電力が前記隣接フェムトセル基地局から前記無線端末への下り無線信号の受信電力よりも大きいときに、自局の下り送信電力を低減する。

20

## 【 0 0 3 5 】

上記送信電力制御方法では、前記フェムトセル基地局は、前記干渉制御要求に含まれる無線端末の識別情報が前記自局無線端末リストに含まれておらず、かつ、自局から前記無線端末への下り無線信号の受信電力及び前記隣接フェムトセル基地局から前記無線端末への下り無線信号の受信電力が共に所定値以上の場合にのみ、自局の下り送信電力をさらに低減する。

## 【 0 0 3 6 】

上記送信電力制御方法では、前記フェムトセル基地局は、自局と接続中の無線端末との接続を維持する範囲で下り送信電力を低減する。

## 【 0 0 3 7 】

上記送信電力制御方法では、前記フェムトセル基地局は、自局から前記無線端末への下り無線信号の受信電力が増加するときに、自局の下り送信電力を低減する。

30

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 3 8 】

本発明に係る無線通信システム、フェムトセル基地局及び送信電力制御方法によれば、隣接するフェムトセル基地局間の下り無線回線の干渉を低減できる。すなわち、自局フェムトセル基地局のカバレッジ縮小による自局と接続可能な無線端末への影響を最小限に抑えつつ、隣接フェムトセル基地局と接続可能な無線端末による隣接フェムトセル基地局との接続性を向上できる。

## 【 図面の簡単な説明 】

40

## 【 0 0 3 9 】

【 図 1 】 本発明の第 1 の実施形態における無線通信システムの構成を示すブロック図

【 図 2 】 第 1 の実施形態の無線通信システムが備える無線端末、マクロセル基地局及びフェムトセル基地局の各構成を示すブロック図

【 図 3 】 フェムトセル基地局 ( H N B ) が有する干渉制御部が行う動作を示すフローチャート

【 図 4 】 第 1 の実施形態のフェムトセル基地局 ( H N B ) の詳細な構成を示すブロック図

【 図 5 】 第 1 の実施形態の無線通信システムの動作の一例を示すシーケンス図

【 図 6 】 各フェムトセルが互いに重なる距離に 2 つのフェムトセル基地局が設置された状況で、一方のフェムトセル基地局が第 1 の実施形態の下り送信電力低減制御を行った際に

50

形成されるカバレッジホールの一例を示す図

【図 7】図 6 に示した状況における各フェムトセル基地局の下り送信電力を比較した図

【図 8】第 2 の実施形態の無線通信システムが備える無線端末、マクロセル基地局及びフェムトセル基地局の各構成を示すブロック図

【図 9】第 2 の実施形態の無線通信システムの動作の一例を示すシーケンス図

【図 10】第 5 の実施形態の無線通信システムが備える無線端末、マクロセル基地局及びフェムトセル基地局の各構成を示すブロック図

【図 11】第 5 の実施形態のフェムトセル基地局 (HNB) の詳細な構成を示すブロック図

【図 12】第 5 の実施形態の無線通信システムの動作の一例を示すシーケンス図

10

【図 13】干渉制御要求のデータ構成を示す概念図

【図 14】マクロセル基地局のカバーエリア内にフェムトセル基地局が設置された無線システムの構成の一例を示す図

【図 15】非特許文献 1 に開示されている干渉制御方法のシーケンス図

【図 16】非特許文献 2 に開示されている干渉制御方法のシーケンス図

【図 17】各フェムトセルが互いに重なる距離に 2 つのフェムトセル基地局が設置された状況で、一方のフェムトセル基地局がマクロセル基準による下り送信電力低減制御を行った際に形成されるカバレッジホールの一例を示す図

【図 18】図 17 に示した状況における各フェムトセル基地局の下り送信電力を比較した図

20

【発明を実施するための形態】

【0040】

以下本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0041】

(第 1 の実施形態)

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態における無線通信システムの構成を示すブロック図である。図 2 は、第 1 の実施形態の無線通信システムが備える無線端末、マクロセル基地局及びフェムトセル基地局の各構成を示すブロック図である。

【0042】

図 1 に示す第 1 の実施形態の無線通信システムは、無線端末 (UE) 500 と、マクロセル基地局 (MNB) 510 と、複数のフェムトセル基地局 (HNB) 520 とを備える。なお、これらの端末及び基地局は同一の通信方式 (例えば、WCDMA、LTE、WLAN 等) で運用しているものとする。

30

【0043】

図 2 に示すように、無線端末 (UE) 500 は、受信部 501 と、測定部 502 と、送信部 503 とを有する。図 1 では無線端末 500 がマクロセル基地局 510 から下り通信のサービスの提供を受けているとする。

【0044】

受信部 501 は、マクロセル基地局 510 からの下り受信信号を受信する。また、受信部 501 は、マクロセル基地局 510、複数のフェムトセル基地局 520 及び図示しない周辺のマクロセル基地局から送信される参照信号又は報知情報を受信する。

40

【0045】

測定部 502 は、参照信号の受信電力 (RSRP 又は RSCP) を測定する。なお、参照信号の受信電力の測定は、サービングセルであるマクロセル基地局 510、周辺の他のマクロセル基地局及びフェムトセル基地局を対象に行われる。周辺の基地局は、周辺セルサーチにて検出される。

【0046】

送信部 503 は、測定部 502 が測定した受信電力の測定結果を、接続中のマクロセル基地局 510 へ報告する。なお、送信部 503 は、測定結果に無線端末 500 の識別子を含めて報告する。

50

## 【 0 0 4 7 】

図 2 に示すように、マクロセル基地局 ( M N B ) 5 1 0 は、受信部 5 1 1 と、制御部 5 1 2 と、送信部 5 1 3 とを有する。

## 【 0 0 4 8 】

受信部 5 1 1 は、無線端末 5 0 0 からの測定結果報告の上り信号を受信する。

## 【 0 0 4 9 】

制御部 5 1 2 は、無線端末 5 0 0 からの測定結果報告に基づき、フェムトセル基地局からの参照信号の受信電力値が所定値以上のフェムトセル基地局群を干渉制御要求の宛先と決定する。前記所定値は、無線端末 5 0 0 のサービングセルであるマクロセル基地局 5 1 0 からの参照信号の受信電力値とする。なお、マクロセルからフェムトセルへのハンドオーバー時の指標に付加されるオフセットを考慮して、前記所定値は、マクロセル基地局 5 1 0 からの参照信号の受信電力値からオフセット値を減算した値であっても良い。

10

## 【 0 0 5 0 】

送信部 5 1 3 は、制御部 5 1 2 が決定した干渉制御要求の宛先であるフェムトセル基地局群に干渉制御要求を送信する。干渉制御要求には、主に、無線端末 5 0 0 の識別子と、参照信号の受信電力値が所定値以上のフェムトセル基地局群の各識別子と、当該フェムトセル基地局群の各参照信号の受信電力値とが含まれる。

## 【 0 0 5 1 】

図 2 に示すように、フェムトセル基地局 ( H N B ) 5 2 0 は、受信部 5 2 1 と、干渉制御部 5 2 2 と、送信部 5 2 3 とを有する。他のフェムトセル基地局も同様の構成である。

20

## 【 0 0 5 2 】

受信部 5 2 1 は、マクロセル基地局 5 1 0 からコアネットワークを介して送信された干渉制御要求を受信する。また、受信部 5 2 1 は、マクロセル基地局 5 1 0 から送信される下りの参照信号及び報知情報の受信を行い、参照信号の受信電力を測定する。さらに、受信部 5 2 1 は、自局に接続する無線端末と通信を行う場合は、当該無線端末からの上り無線信号を受信する。

## 【 0 0 5 3 】

干渉制御部 5 2 2 は、マクロセル基地局 5 1 0 からの干渉制御要求、C S G U E リスト及び隣接 U E リストに基づき、自局の下り送信電力制御を実行する。隣接 U E リストは、自局 ( 自局フェムトセル基地局 ) に隣接したフェムトセル基地局 ( 隣接フェムトセル基地局 ) には接続可能であるが、自局フェムトセル基地局には接続不可能な無線端末の識別子のリストである。

30

## 【 0 0 5 4 】

図 3 は、フェムトセル基地局 ( H N B ) が有する干渉制御部 5 2 2 が行う動作を示すフローチャートである。図 3 に示すように、干渉制御部 5 2 2 は、干渉制御要求に含まれる無線端末の識別子を自局が保持する C S G U E リストと照合して、当該無線端末の識別子が C S G U E リストに含まれるか否かを判別する ( ステップ S T 1 0 1 ) 。無線端末の識別子が C S G U E リストに含まれる場合、干渉制御部 5 2 2 は、当該無線端末を自局フェムトセル端末と判定し ( ステップ S T 1 0 3 ) 、干渉制御部 5 2 2 は干渉制御を行わない。一方、無線端末の識別子が C S G U E リストに含まれない場合、干渉制御部 5 2 2 は、当該無線端末の識別子を隣接 U E リストと照合して、当該無線端末の識別子が隣接 U E リストに含まれるか否かを判別する ( ステップ S T 1 0 5 ) 。

40

## 【 0 0 5 5 】

無線端末の識別子が隣接 U E リストに含まれない場合、干渉制御部 5 2 2 は、当該無線端末をマクロセル端末 ( M U E ) と判定する ( ステップ S T 1 0 7 ) 。このとき、干渉制御部 5 2 2 は、自局の受信部 5 2 1 が測定したマクロセル基地局 5 1 0 からの参照信号の受信電力及び自局が形成したいカバーエリアに必要な送信電力に基づいて自局の下り送信電力を設定することによって、マクロセル端末と判定した無線端末に対する干渉制御を実行する。

## 【 0 0 5 6 】

50

一方、無線端末の識別子が隣接UEリストに含まれる場合、干渉制御部522は、干渉制御要求に含まれている各フェムトセル基地局の受信電力値が所定の条件を満たすかを判断する(ステップST109)。所定の条件とは、当該無線端末が接続可能な隣接フェムトセル基地局及び自局の各参照信号の受信電力値が干渉制御要求に含まれている、すなわち、隣接フェムトセル基地局から無線端末へ送信された参照信号の受信電力値及び自局から無線端末へ送信された参照信号の受信電力値が共に所定値以上であり、かつ、隣接フェムトセル基地局よりも自局の参照信号の受信電力値が大きいことである。当該所定の条件が満たされる場合、干渉制御部522は、当該無線端末を隣接フェムトセル端末(HUE)と判定する(ステップST111)。このとき、干渉制御部522は、自局の送信電力を一時的に下限値まで低減するよう決定する。一方、当該所定の条件が満たされない場合、すなわち、隣接フェムトセル基地局の受信電力値が干渉制御要求に含まれていないときや、隣接フェムトセル基地局よりも自局の参照信号の受信電力値が小さいときには、干渉制御部522は、当該無線端末をマクロセル端末(MUE)と判定する(ステップST107)。このとき、干渉制御部522は、マクロセル端末と判定した無線端末に対する干渉制御を実行する。

10

**【0057】**

送信部523は、干渉制御部522が決定した送信電力値に従い、参照信号及び報知情報を周期的に送信し、自局フェムトセル基地局のカバーエリアを形成する。

**【0058】**

図4は、第1の実施形態のフェムトセル基地局(HNB)の詳細な構成を示すブロック図である。図4に示すように、フェムトセル基地局(HNB)は、アンテナ610と、受信部521と、干渉制御部522と、送信部523とを有する。受信部521は、有線受信部611と、無線受信部612と、受信電力測定部613とを有する。また、干渉制御部522は、記憶部614と、UE判定部615と、下り送信電力設定部616とを有する。

20

**【0059】**

受信部521の有線受信部611は、コアネットワークを介して有線でマクロセル基地局510と接続されており、マクロセル基地局510から干渉制御要求を受信する。また、有線受信部611は、有線で他のフェムトセル基地局とも接続されている。フェムトセル基地局が、他のフェムトセル基地局と接続可能な無線端末リスト(隣接UEリスト)を交換する場合には、有線受信部611が当該他のフェムトセル基地局から隣接UEリストを受信する。なお、受信部521は、干渉制御要求又は隣接UEリストを無線で受信しても良い。有線受信部611は、受信した隣接UEリストを干渉制御部522の記憶部614に出力し、干渉制御要求を干渉制御部522のUE判定部615に出力する。

30

**【0060】**

受信部521の無線受信部612は、アンテナ610を介して、マクロセル基地局510からの下り信号を受信し、かつ、自局に接続中のフェムトセル無線端末からの上り信号を受信する。なお、マクロセル基地局510からの下り信号として参照信号を受信した無線受信部612は、当該受信信号を受信電力測定部613に出力する。一方、フェムトセル無線端末からの上り信号を受信した無線受信部612は、ユーザ個別の上りデータとして当該上り信号に対し復調及び復号処理を施す。

40

**【0061】**

受信部521の受信電力測定部613には、無線受信部612が受信したマクロセル基地局510からの参照信号が入力される。受信電力測定部613は、参照信号の受信電力を測定し、その測定値を干渉制御部522の下り送信電力設定部616に出力する。

**【0062】**

干渉制御部522の記憶部614は、有線受信部611から入力された隣接UEリストを保持する。なお、自局への接続を特定のユーザ(CSGユーザ)のみに限定するアクセス制限が行われる場合、記憶部614は、自局に接続可能な無線端末の識別子のリスト(CSG UEリスト)も保持する。

50

## 【 0 0 6 3 】

干渉制御部 5 2 2 の U E 判定部 6 1 5 は、有線受信部 6 1 1 から入力された干渉制御要求に含まれる自局の参照信号の受信電力値を参照する。当該受信電力値が所定値以上の場合、U E 判定部 6 1 5 は、記憶部 6 1 4 から C S G U E リスト及び隣接 U E リストをロードし、干渉制御要求に含まれる無線端末の識別子を C S G U E リスト及び隣接 U E リストと照合する。無線端末の識別子が C S G U E リストにも隣接 U E リストにも含まれない場合、U E 判定部 6 1 5 は、当該無線端末をマクロセル端末 ( M U E ) と判定し、その判定結果を下り送信電力設定部 6 1 6 に出力する。また、無線端末の識別子が隣接 U E リストに含まれる場合に、U E 判定部 6 1 5 は、干渉制御要求に含まれる周辺フェムトセルからの参照信号の受信電力値を参照し、当該無線端末が接続可能な隣接フェムトセル基地局及び自局の各参照信号の受信電力値が干渉制御要求に含まれており、かつ、隣接フェムトセル基地局よりも自局の参照信号の受信電力値が大きい場合に、当該無線端末を隣接フェムトセル端末 ( H U E ) と判定し、その判定結果を下り送信電力設定部 6 1 6 に出力する。

10

## 【 0 0 6 4 】

干渉制御部 5 2 2 の下り送信電力設定部 6 1 6 には、マクロセル基地局 5 1 0 からの参照信号の受信電力の測定値が受信部 5 2 1 の受信電力測定部 6 1 3 から入力され、干渉制御要求に含まれる無線端末の判定結果が U E 判定部 6 1 5 から入力される。無線端末がマクロセル端末 ( M U E ) の場合、下り送信電力設定部 6 1 6 は、マクロセル基地局からの参照信号の受信電力の測定値及び自局が形成したいカバーエリアに必要な送信電力に基づいて、自局の下り送信電力を設定する。一方、無線端末が隣接フェムトセル端末 ( H U E ) の場合、下り送信電力設定部 6 1 6 は、自局の下り送信電力を一時的に下限値まで低減するよう設定する。なお、下り送信電力を下限値まで低減する期間は、自局と接続可能な無線端末が通信要求を行うまで、又は、上り信号の受信電力が基準値以下になるまで ( 隣接フェムトセル端末が離圏するまで )、又は、隣接フェムトセル端末が離圏時に隣接フェムトセル基地局がコアネットワークを介して有線で送信した離圏情報を受信するまでである。

20

## 【 0 0 6 5 】

送信部 5 2 3 は、下り送信電力設定部 6 1 6 から入力される下り送信電力値に従って、参照信号及び報知信号を周期的に送信する。

30

## 【 0 0 6 6 】

図 5 は、第 1 の実施形態の無線通信システムの動作の一例を示すシーケンス図である。図 5 に示した例では、無線端末 ( M U E ) 7 0 4 は、マクロセル基地局 ( M N B ) 7 0 3 に接続中であって、フェムトセル基地局 ( H N B ) 7 0 1 に接続可能であるが、フェムトセル基地局 ( H N B ) 7 0 2 には接続不可能であるとする。

## 【 0 0 6 7 】

ステップ S T 7 0 1 では、各基地局、すなわち、フェムトセル基地局 ( H N B ) 7 0 1、フェムトセル基地局 ( H N B ) 7 0 2 及びマクロセル基地局 ( M N B ) 7 0 3 が、それぞれカバーするエリアに報知情報及び参照信号 ( B C H / R S ) を周期的に送信する。

## 【 0 0 6 8 】

ステップ S T 7 0 2 では、無線端末 ( M U E ) 7 0 4 が、各基地局からの B C H / R S を受信して、各参照信号 ( R S ) の受信電力 ( R S R P ) を測定する。なお、無線端末 ( M U E ) 7 0 4 は、周辺セルサーチを実行することによって検出した基地局からの B C H / R S を受信する。なお、周辺セルサーチは、一般的に、第 1 同期チャネル P - S C H ( Primary SCH ) の受信電力に基づいて行われる。

40

## 【 0 0 6 9 】

ステップ S T 7 0 3 では、無線端末 7 0 4 は、サービングセルであるマクロセル基地局 ( M N B ) 7 0 3 からの R S R P が所定値以下になる場合や、他の基地局の R S R P が所定値以上になる場合等、所定の基準を満たした場合に、ステップ S T 7 0 2 で測定した R S R P をマクロセル基地局 ( M N B ) 7 0 3 に報告する。

50

## 【 0 0 7 0 】

ステップ S T 7 0 4 では、マクロセル基地局 ( M N B ) 7 0 3 は、無線端末 ( M U E ) 7 0 4 からの報告に基づき、干渉制御要求を送信するフェムトセル基地局を決定する。なお、R S R P が所定値以上のフェムトセル基地局が、干渉制御要求の送信先として決定される。図 5 に示した例では、フェムトセル基地局 ( H N B ) 7 0 1 及びフェムトセル基地局 ( H N B ) 7 0 2 の双方の R S R P が所定値以上である。

## 【 0 0 7 1 】

ステップ S T 7 0 5 では、マクロセル基地局 ( M N B ) 7 0 3 は、ステップ S T 7 0 4 で決定したフェムトセル基地局に干渉制御要求を送信する。なお、干渉制御要求には、無線端末 ( M U E ) 7 0 4 の識別子と、R S R P が所定値以上のフェムトセル基地局の識別子と、当該フェムトセル基地局の R S R P とが含まれる。

## 【 0 0 7 2 】

ステップ S T 7 0 6 では、フェムトセル基地局 ( H N B ) 7 0 1 , 7 0 2 は、干渉制御要求に含まれる無線端末 ( M U E ) 7 0 4 の識別子を自局が保持する C S G U E リストと照合する。なお、C S G U E リストは、自局に接続可能な無線端末の識別子のリストである。無線端末 ( M U E ) 7 0 4 の識別子を C S G U E リストに含むフェムトセル基地局 ( H N B ) 7 0 1 は、干渉制御を行わない。一方、無線端末 ( M U E ) 7 0 4 の識別子を C S G U E リストに含まないフェムトセル基地局 ( H N B ) 7 0 2 は、無線端末 ( M U E ) 7 0 4 の識別子を自局が保持する隣接 U E リストと照合する (ステップ S T 7 0 7 )。

## 【 0 0 7 3 】

ステップ S T 7 0 8 では、無線端末 ( M U E ) 7 0 4 の識別子が隣接 U E リストに含まれ、かつ、フェムトセル基地局 ( H N B ) 7 0 2 の R S R P がフェムトセル基地局 ( H N B ) 7 0 1 の R S R P よりも大きい場合、フェムトセル基地局 ( H N B ) 7 0 2 は、自局の下り送信電力を一時的に下限値まで低減するよう設定する。一方、無線端末 ( M U E ) 7 0 4 の識別子が隣接 U E リストに含まれない場合、フェムトセル基地局 ( H N B ) 7 0 2 は、通常のマクロセル接続端末と同様に、マクロセル基地局からの参照信号の受信電力の測定値及び自局が形成したいカバーエリアに必要な送信電力に基づいて、自局の下り送信電力を設定する。

## 【 0 0 7 4 】

図 6 は、各フェムトセルが互いに重なる距離に 2 つのフェムトセル基地局が設置された状況で、一方のフェムトセル基地局が第 1 の実施形態の下り送信電力低減制御を行った際に形成されるカバレッジホールの一例を示す図である。なお、各フェムトセル基地局は、図 1 7 と同様に、隣接した部屋又は家屋等の領域に設置されている。図 6 に示した例では、領域 (以下「自領域」と呼ぶ) A 2 内にフェムトセル基地局 (以下、「自局フェムトセル基地局」と呼ぶ) H N B 1 2 が設置され、自領域 A 2 と隣接した領域 (以下「隣接領域」と呼ぶ) A 1 にフェムトセル基地局 (以下、「隣接フェムトセル基地局」と呼ぶ) H N B 1 1 が設置されている。

## 【 0 0 7 5 】

また、自局フェムトセル基地局 H N B 1 2 は、自局に接続可能な無線端末 H U E 2 1 , H U E 2 2 の識別子を含む C S G U E リストと、隣接フェムトセル基地局 H N B 1 1 には接続可能であるが自局フェムトセル基地局 H N B 1 2 には接続不可能な無線端末 H U E 1 1 , H U E 1 2 の識別子を含む隣接 U E リストとを記憶する。同様に、隣接フェムトセル基地局 H N B 1 1 は、自局に接続可能な無線端末 H U E 1 1 , H U E 1 2 の識別子を含む C S G U E リストと、自局フェムトセル基地局 H N B 1 2 には接続可能であるが隣接フェムトセル基地局 H N B 1 1 には接続不可能な無線端末 H U E 2 1 , H U E 2 2 の識別子を含む隣接 U E リストとを記憶する。

## 【 0 0 7 6 】

本実施形態によれば、マクロセル基地局 M N B に接続中の無線端末 H U E 1 1 が自領域 A 2 側から隣接領域 A 1 に近づいたとき、無線端末 H U E 1 1 は、フェムトセル基地局 H

10

20

30

40

50

N B 1 1 , H N B 1 2 からの各参照信号の受信電力の測定結果をマクロセル基地局 M N B に送信する。なお、図 6 に示した例では、無線端末 H U E 1 1 によって測定されるフェムトセル基地局 H N B 1 1 , H N B 1 2 からの各参照信号の受信電力はいずれも所定値以上であり、隣接フェムトセル基地局 H N B 1 1 よりも自局フェムトセル基地局 H N B 1 2 の参照信号の受信電力値が大きい。マクロセル基地局 M N B は、無線端末 H U E 1 1 の識別子と、フェムトセル基地局 H N B 1 1 , H N B 1 2 の各識別子及び各参照信号の受信電力値とを含む干渉制御要求をフェムトセル基地局 H N B 1 1 , H N B 1 2 に送信する。

【 0 0 7 7 】

マクロセル基地局 M N B からの干渉制御要求に含まれる無線端末 H U E 1 1 の識別子は、自局フェムトセル基地局 H N B 1 2 が保持する隣接 U E リストに含まれている。また、マクロセル基地局 M N B からの干渉制御要求にはフェムトセル基地局 H N B 1 1 , H N B 1 2 の各参照信号の受信電力値が含まれており、かつ、隣接フェムトセル基地局 H N B 1 1 よりも自局フェムトセル基地局 H N B 1 2 の参照信号の受信電力値が大きい。このとき、自局フェムトセル基地局 H N B 1 2 は、干渉制御要求が示す無線端末 H U E 1 1 を隣接フェムトセル端末と判定し、図 7 に示すように、自局の送信電力を一時的に下限値まで低減する。その結果、自局フェムトセル基地局 H N B 1 2 のカバレッジは、図 6 に示す点線の円から実線の円のように変化する。なお、図 6 に示す一点鎖線の円は、自局フェムトセル基地局 H N B 1 2 によってマクロセル端末と判定される無線端末が自領域 A 2 側から隣接領域 A 1 に近づいたときに設定される送信電力に応じた自局フェムトセル基地局 H N B 1 2 のカバレッジである。

【 0 0 7 8 】

以上説明したように、第 1 の実施形態によれば、自局フェムトセル基地局によって隣接フェムトセル端末と判定される無線端末が当該自局フェムトセル基地局の設置位置側から隣接フェムトセル基地局に近づいた際、自局フェムトセル基地局は下り送信電力を大幅に低減する。このとき、自局フェムトセル基地局の下り無線信号によって隣接フェムトセルに形成され得るカバレッジホールが縮小されるため、隣接フェムトセル端末による隣接フェムトセル基地局への接続性を向上できる。また、自局フェムトセル基地局による下り送信電力の大幅な低減は一時的であるため、自局フェムトセルのカバレッジ縮小による自局フェムトセル端末への影響を最小限に抑えることができる。

【 0 0 7 9 】

本実施形態では、フェムトセル基地局が保持する隣接 U E リストに登録される無線端末の識別子は、他のフェムトセル基地局と有線で X 2 インタフェースを介して交換されている。他の方法として、フェムトセル基地局が、C S G U E リストに登録された無線端末以外に、所定期間中に所定回数以上検出した無線端末を登録した隣接 U E リストを作成しても良い。

【 0 0 8 0 】

( 第 2 の実施形態 )

第 1 の実施形態では、自局フェムトセル基地局は、隣接フェムトセル端末と判定した際の自局の送信電力を下限値まで低減している。しかし、自局フェムトセル基地局が自局フェムトセル端末と接続中に自局の送信電力を下限値まで低減してカバレッジを狭めると、自局フェムトセル端末と自局フェムトセル基地局の間の接続が切れてしまう場合がある。

【 0 0 8 1 】

第 2 の実施形態の無線通信システムでは、第 1 の実施形態で説明した下り送信電力低減制御方法に加え、自局フェムトセル基地局が、自局フェムトセル端末と接続中に送信電力を低減する際、自局フェムトセル端末の通信状態に応じてその低減量を制御する。このように、送信電力の低減量を可変とすることによって、自局フェムトセル基地局と自局フェムトセル端末の接続を維持しつつ、隣接フェムトセル端末による隣接フェムトセル基地局への接続性を向上できる。

【 0 0 8 2 】

図 8 は、第 2 の実施形態の無線通信システムが備える無線端末、マクロセル基地局及び

10

20

30

40

50

フェムトセル基地局の各構成を示すブロック図である。図8において、第1実施形態の無線通信システムが備える構成要素と同一又は同等部分には同一符号又は相当符号を付して説明を簡略化又は省略する。図8に示す第2の実施形態の無線通信システムは、無線端末(UE)500と、マクロセル基地局(MNB)510と、複数のフェムトセル基地局(HNB)820と、フェムトセル無線端末(HUE)800とを有する。フェムトセル無線端末(HUE)800は、複数のフェムトセル基地局(HNB)820の内の1つと接続中であって、受信部801と、測定部802と、送信部803とを有する。

【0083】

受信部801は、サービングセルであるフェムトセル基地局からの下り信号を受信する。

10

【0084】

測定部802は、サービングセルであるフェムトセル基地局から送信された下り信号に含まれる参照信号の受信電力(RSRP又はRSCP)又は受信品質(CQI: Channel Quality Indicator)を測定する。なお、測定部802は、フェムトセル基地局からの指示に従い、ハンドオーバーのための周辺セルの参照信号の受信電力測定も随時行う。

【0085】

送信部803は、測定部802が測定した参照信号の受信電力(RSRP又はRSCP)又は受信品質(CQI)をサービングセルであるフェムトセル基地局に報告する。

【0086】

フェムトセル基地局(HNB)820は、第1の実施形態で説明したフェムトセル基地局(HNB)520が有する機能に加えて、以下の機能を有する。すなわち、フェムトセル基地局(HNB)820の受信部821は、フェムトセル無線端末(HUE)800から報告された参照信号の受信電力(RSRP又はRSCP)又は受信品質(CQI)を受信する。

20

【0087】

フェムトセル基地局(HNB)820の干渉制御部822には、受信部821が受信した参照信号の受信電力(RSRP又はRSCP)又は受信品質(CQI)が入力される。干渉制御部822は、隣接フェムトセル端末を検出した際には、参照信号の受信電力(RSRP又はRSCP)又は受信品質(CQI)に基づき、接続中のフェムトセル無線端末(HUE)800との接続を維持できる最小の送信電力に設定する。なお、干渉制御部822は、フェムトセル無線端末(HUE)800との接続を維持できる最小の送信電力にオフセットを加えた送信電力を設定しても良い。

30

【0088】

図9は、第2の実施形態の無線通信システムの動作の一例を示すシーケンス図である。図9において、図5に示した第1実施形態のシーケンス図で説明したステップと同一又は同等部分には同一符号又は相当符号を付して説明を簡略化又は省略する。図9に示した例では、フェムトセル無線端末(HUE)901がフェムトセル基地局(HNB)702と接続中である。図9に示すシーケンスは、図5に示したシーケンスが有するステップST701~ST707に加えて、ステップST901~ステップST903を有する。

【0089】

ステップST901では、フェムトセル無線端末(HUE)901は、サービングセルであるフェムトセル基地局(HNB)702からの参照信号の受信電力(RSRP又はRSCP)又は受信品質(CQI)を測定する。また、フェムトセル無線端末(HUE)901は、BCH信号を受信し、測定結果の報告周期等の報告に関する制御情報を受信する。

40

【0090】

ステップST902では、フェムトセル無線端末(HUE)901は、報告に関する制御情報に基づき、参照信号の受信電力(RSRP又はRSCP)又は受信品質(CQI)をサービングセルであるフェムトセル基地局(HNB)702に報告する。

【0091】

50

フェムトセル基地局（HNB）702は、ステップST707の後、ステップST902で受信した参照信号の受信電力（RSRP又はRSCP）又は受信品質（CQI）が所定値以上になる範囲内で自局の送信電力を低減する。

【0092】

以上説明したように、第2の実施形態によれば、接続中のフェムトセル端末の測定結果に基づき、当該フェムトセル端末との接続を維持する範囲でフェムトセル基地局の下り送信電力を低減する。このため、フェムトセル基地局とフェムトセル端末の接続を維持しつつ、隣接フェムトセル端末による隣接フェムトセル基地局への接続性を向上できる。

【0093】

（第3の実施形態）

第1の実施形態では、自局フェムトセル基地局は、マクロセル基地局からの干渉制御要求に含まれる無線端末の識別子が自局の隣接UEリストに含まれ、当該干渉制御要求に隣接フェムトセル基地局及び自局の各参照信号の受信電力値が含まれ、かつ、隣接フェムトセル基地局よりも自局の参照信号の受信電力値が大きい場合に、当該無線端末を隣接フェムトセル端末（HUE）と判定する。このため、当該無線端末が自局フェムトセル基地局の設置位置側から隣接フェムトセル基地局に近づくときも、自局フェムトセル基地局の側を通過して隣接フェムトセル基地局から遠ざかるときも、上記条件が満たされれば、自局フェムトセル基地局は当該無線端末を隣接フェムトセル端末（HUE）と判定する。しかし、上記条件が満たされる場合であっても、隣接フェムトセル端末が隣接フェムトセル基地局から離れていくときには、当該隣接フェムトセル端末による隣接フェムトセル基地局への接続性が高い必要はない。

【0094】

第3の実施形態の無線通信システムでは、第1の実施形態で説明した下り送信電力低減制御方法に加え、自局フェムトセル基地局は、マクロセル基地局から送られる干渉制御要求に含まれる隣接フェムトセル基地局の参照信号の受信電力が増加するときのみ、下り送信電力を大幅に低減する。逆に、第1の実施形態で説明した条件が満たされても、隣接フェムトセル基地局の参照信号の受信電力が減少する際には、自局フェムトセル基地局は下り送信電力を低減しない。

【0095】

隣接フェムトセル端末による隣接フェムトセル基地局への高い接続性は、当該隣接フェムトセル端末が自局フェムトセル基地局の設置位置側から隣接フェムトセル基地局に近づく場合に求められる。したがって、本実施形態のように、隣接フェムトセル端末が自局フェムトセル基地局の設置位置側から隣接フェムトセル基地局に近づく場合に限り下り送信電力を大幅に低減することで、高い接続性が求められていないときの自局フェムトセル基地局の性能劣化を防止することができる。

【0096】

（第4の実施形態）

第4の実施形態では、無線端末が、隣接HNBリストを有する。隣接HNBリストは、当該隣接HNBリストを有する無線端末が接続可能なフェムトセル基地局に隣接するフェムトセル基地局の識別子のリストである。本実施形態の無線端末は、接続可能なフェムトセル基地局及び隣接HNBリストに含まれるフェムトセル基地局の双方のRSRPが所定値以上であり、かつ、隣接HNBリストに含まれるフェムトセル基地局のRSRPの方が大きいときに限り、各基地局のRSRPをマクロセル基地局に送る。マクロセル基地局は、無線端末からのRSRPに関する報告がなければ干渉制御要求を送信するフェムトセル基地局を決定することができない。

【0097】

このように、無線端末は、フェムトセル基地局からのRSRPが所定の基準を満たしたときのみ、マクロセル基地局にRSRPに関する報告を行う。このため、無線端末からフェムトセル基地局へのシグナリング量を減らすことができる。なお、隣接HNBリストは、無線端末が自律的に作成する。すなわち、無線端末は、接続可能なフェムトセル基地局

10

20

30

40

50

と接続中に周辺フェムトセル基地局として認識しているフェムトセル基地局の識別子から隣接HNBリストを作成する。あるいは、隣接HNBリストは、サービングセルからの報知信号にて通知されても良い。

【0098】

(第5の実施形態)

第5の実施形態においては、マクロセル基地局に接続中の無線端末が、マクロセル基地局を介さずに、フェムトセル基地局に上り無線回線を使用して干渉制御要求を直接送信する。また、本実施形態の無線端末は、干渉制御要求の送信先として、無線端末が接続可能なフェムトセル基地局の近傍に位置するフェムトセル基地局のみに限定する。また、本実施形態のフェムトセル基地局は、無線端末から干渉制御要求を受信すると、当該干渉制御要求に基づいて下り送信電力を決定する。

10

【0099】

本実施形態のように、無線端末からフェムトセル基地局への上り無線回線を使用して干渉制御要求を送信することにより、上記実施形態のようにマクロセル基地局からフェムトセル基地局にコアネットワークを介して有線で干渉制御要求を送信する必要がない。また、無線端末は干渉制御要求の送信先を限定し、かつ、必要時のみ上り無線回線を利用するため、上り無線回線の使用量を抑えつつ、干渉制御要求が送信されたフェムトセル基地局に隣接するフェムトセル基地局に接続可能な無線端末の当該隣接フェムトセル基地局への接続性を向上できる。

【0100】

20

図10は、第5の実施形態の無線通信システムが備える無線端末、マクロセル基地局及びフェムトセル基地局の各構成を示すブロック図である。図10において、第1実施形態の無線通信システムが備える構成要素と同一又は同等部分には同一符号又は相当符号を付して説明を簡略化又は省略する。図10に示す第5の実施形態の無線通信システムは、マクロセル基地局510に接続中の無線端末(UE)1000と、マクロセル基地局(MNB)510と、複数のフェムトセル基地局(HNB)1020とを有する。無線端末(UE)1000は、複数のフェムトセル基地局(HNB)1020の内の特定の1つのフェムトセル基地局とは接続可能であるが、その他のフェムトセル基地局とは接続できない。

【0101】

無線端末1000は、記憶部1001と、受信部1002と、測定部1003と、送信部1004とを有する。

30

【0102】

記憶部1001は、接続可能なフェムトセル基地局と接続中に行われた周辺セルサーチ時に検出したフェムトセル基地局の識別子を含む周辺フェムトセルリストを記憶する。フェムトセル基地局の識別子は、一般的に報知信号(BCH)に含まれており、フェムトセル基地局が形成するフェムトセルのカバーエリア全体に下り送信される。なお、フェムトセル基地局の識別子は、無線端末1000が接続可能なフェムトセル基地局と接続中に、そのフェムトセル基地局から周辺フェムトセルリストとして送信されてくる場合、周辺フェムトセルリストに含まれる近傍のフェムトセル基地局の識別子であっても良い。

【0103】

40

受信部1002は、サービングセルであるマクロセル基地局510からの下り信号を受信する。また、受信部1002は、マクロセル基地局510、周辺セルであるフェムトセル基地局群1020、又は図示しない周辺マクロセル基地局からの下り参照信号を受信する。また、受信部1002は、各セルからの報知情報BCHを受信して復号する。

【0104】

測定部1003は、受信部1002より各セルからの下り参照信号の受信信号が入力され、各参照信号の受信電力を測定する。

【0105】

送信部1004は、各セルからの下り参照信号の受信電力が最大であるフェムトセル基地局の報知情報の復号結果を参照して、当該フェムトセル基地局の識別子を記憶部100

50

1の周辺フェムトセルリストと照合する。当該フェムトセル基地局の識別子が周辺フェムトセルリストに含まれる場合、送信部1004は、復号した報知情報に含まれる上り伝送パラメータに基づいて、ランダムアクセス(RACH)を用いて当該フェムトセル基地局に上り伝送にて干渉制御要求を送信する。但し、フェムトセル基地局の識別子が周辺フェムトセルリストに含まれない場合、送信部1004は干渉制御要求を送信しない。なお、干渉制御要求は、少なくとも無線端末1000の識別子を含む。また、干渉制御要求は、干渉源であるフェムトセル基地局及び接続希望のフェムトセル基地局の各参照信号の受信電力RSRPを含んでも良い。

【0106】

フェムトセル基地局(HNB)1020は、受信部1021と、干渉制御部1022と、送信部1023とを有する。

10

【0107】

受信部1021は、無線端末1000から上りのRACH伝送を受信し、干渉制御要求を復号して干渉制御部1022に出力する。

【0108】

干渉制御部1022は、受信した干渉制御要求に含まれる無線端末の識別子が自局の保持する隣接UEリストに含まれているかを確認し、当該無線端末の識別子が隣接UEリストに含まれる場合には自局の下り送信電力を低減する。なお、干渉制御部1022は、送信電力の低減量を自局が設定可能な下限値に設定する。また、干渉制御部1022は、干渉制御要求に含まれるRSRPに基づいて、接続希望のフェムトセル基地局のRSRPが自局のRSRPより大きくなるように送信電力を低減しても良い。干渉制御要求に含まれる無線端末の識別子が隣接UEリストに含まれない場合は、当該無線端末を隣接フェムトユーザとは見なさずに、通常のマクロセル端末接近時の電力低減を実行する。すなわち、干渉制御部1022は、マクロセル基地局からの参照信号の受信電力及び自局が形成したカバーエリアに必要な送信電力の低減を実施する。なお、隣接UEリストに含まれない無線端末から所定回数以上の干渉制御要求を受信する場合には、干渉制御部1022は、隣接フェムトセル基地局に新たに登録された無線端末であるとみなし、自局が保持する隣接UEリストの更新を行う。

20

【0109】

送信部1023は、干渉制御部1022から入力された送信電力値に従い、参照信号及び報知信号を周期的に送信する。

30

【0110】

図11は、第5の実施形態のフェムトセル基地局(HNB)の詳細な構成を示すブロック図である。図11において、第1実施形態のフェムトセル基地局が有する構成要素と同一又は同等部分には同一符号又は相当符号を付して説明を簡略化又は省略する。図11に示すフェムトセル基地局は、受信部1101と、干渉制御部1103と、送信部1107とを有する。受信部1101は、無線受信部1102と、受信電力測定部613とを有する。また、干渉制御部1103は、記憶部1104と、UE判定部1105と、下り送信電力設定部1106とを有する。

【0111】

40

受信部1101の無線受信部1102は、上り無線回線のランダムアクセスチャンネルに干渉制御要求が含まれる場合に、復号した干渉制御要求に含まれる無線端末の識別子をUE判定部1105に出力する。また、無線受信部1102は、干渉制御要求に自局のRSRP及び当該無線端末が接続を希望する隣接フェムトセル基地局のRSRP(所望隣接RSRP)が含まれる場合は、これらRSRPを下り送信電力設定部1106に出力する。

【0112】

干渉制御部1103の記憶部1104は、隣接フェムトセルに接続可能な無線端末の識別子を示す隣接UEリストを記憶する。なお、UE判定部1105から新たに無線端末の識別子が入力される場合、当該識別子は隣接UEリストに追記される。なお、一定期間以上アクセスされなかった無線端末の識別子を隣接UEリストから削除しても良い。

50

## 【 0 1 1 3 】

干渉制御部 1 1 0 3 の U E 判定部 1 1 0 5 には、無線受信部 1 1 0 2 から干渉制御要求が入力される。また、U E 判定部 1 1 0 5 は、記憶部 1 1 0 4 から隣接 U E リストをロードして、干渉制御要求に含まれる無線端末の識別子が隣接 U E リストに含まれるか否かを確認する。U E 判定部 1 1 0 5 は、当該無線端末の識別子が隣接 U E リストに含まれる場合は、当該無線端末を隣接フェムトセル端末と判定し、隣接 U E リストに含まれない場合は、当該無線端末をマクロセル端末と判定する。U E 判定部 1 1 0 5 は、この判定結果を下り送信電力設定部 1 1 0 6 に出力する。なお、隣接 U E リストに含まれない場合でも、同一の識別子が一定期間中に一定回数以上入力された場合は、U E 判定部 1 1 0 5 は、新たに隣接フェムトセル基地局に登録された無線端末であるとみなし、この無線端末の識別子を記憶部 1 1 0 4 の隣接 U E リストに追記する。

10

## 【 0 1 1 4 】

干渉制御部 1 1 0 3 の下り送信電力設定部 1 1 0 6 は、第 1 の実施形態と同様に、U E 判定部 1 1 0 5 から入力された判定結果に応じた下り送信電力の設定を行う。すなわち、U E 判定部 1 1 0 5 によって隣接フェムトセル端末と判定された場合は、自局の下り送信電力を一時的に下限値まで低減するよう設定する。なお、第 2 の実施形態と同様に、自局のフェムトセルに無線端末が接続中の場合は、下り送信電力設定部 1 1 0 6 は、自局の下り送信電力を当該無線端末との接続を維持する範囲内での最小値に設定する。また、下り送信電力設定部 1 1 0 6 は、無線受信部 1 1 0 2 から入力される自局の R S R P と所望隣接 R S R P の差分に応じて、下り送信電力の低減量を設定しても良い。下り送信電力設定部 1 1 0 6 が設定した送信電力値は送信部 1 1 0 7 に出力される。

20

## 【 0 1 1 5 】

図 1 2 は、第 5 の実施形態の無線通信システムの動作の一例を示すシーケンス図である。図 1 2 において、第 1 実施形態のシーケンスが有するステップと同一又は同等部分には同一符号又は相当符号を付して説明を簡略化又は省略する。

## 【 0 1 1 6 】

ステップ S T 1 2 0 1 では、無線端末 ( U E ) 7 0 4 は、上り無線回線のランダムアクセスチャネルを用いて、干渉源であるフェムトセル基地局 7 0 2 に干渉制御要求を送信する。干渉制御要求には、少なくとも無線端末 ( U E ) 7 0 4 の識別子が含まれる。なお、干渉制御要求には、干渉制御要求の送信先であるフェムトセル基地局 ( H N B ) 7 0 2 の R S R P 及び所望隣接 R S R P を含まれても良い。

30

## 【 0 1 1 7 】

ステップ S T 1 2 0 2 では、フェムトセル基地局 ( H N B ) 7 0 2 は、干渉制御要求に含まれる無線端末の識別子が自局の保持する隣接 U E リストに含まれているとステップ S T 7 0 7 で判定した場合、当該無線端末との接続を維持する範囲内で下り送信電力を最小値に設定する。また、フェムトセル基地局 ( H N B ) 7 0 2 は、無線受信部 1 1 0 2 から入力される自局 R S R P と所望隣接 R S R P の差分に応じて、下り送信電力の低減量を設定しても良い。

## 【 0 1 1 8 】

以上説明したように、第 5 の実施形態によれば、無線端末が接続可能なフェムトセル基地局の近傍に位置するフェムトセル基地局からの下り参照信号の受信電力が最大であって、当該フェムトセル基地局の識別子が無線端末に保持された周辺フェムトセルリストに含まれていれば、無線端末がランダムアクセスを用いて干渉制御要求を当該フェムトセル基地局に送信する。このため、マクロセル基地局とフェムトセル基地局の間の制御情報を交換せずに、上り無線回線の使用量を抑えつつ、隣接フェムトセル基地局に接続可能な無線端末の当該隣接フェムトセル基地局への接続性を向上できる。

40

## 【 0 1 1 9 】

( 他の実施形態 )

( 1 ) 第 5 の実施形態では、無線端末 1 0 0 0 がマクロセル基地局 5 1 0 に接続中で接続可能な第 1 のフェムトセル基地局 1 0 2 0 に近づく場合に、第 1 のフェムトセル基地局

50

1020の近傍に位置する接続許可されていない第2のフェムトセル基地局1020へランダムアクセスチャネルを用いて干渉制御要求を送信することにより、第2のフェムトセル基地局1020の送信電力を低減した。これに加えて、無線端末1000がハンドオーバーして接続可能な第1のフェムトセル基地局1020に接続した後は、接続許可されていない第2のフェムトセル基地局1020へのランダムアクセスを制限する。隣接部屋の無線端末からの頻繁なランダムアクセスによる干渉制御要求の送信を禁止することにより、上り無線リソースが必要以上に使用されないようにするという効果が得られる。

【0120】

(2)上記各実施の形態では、マクロセル基地局に接続中の無線端末が接続可能な隣接フェムトセル基地局への接続の直前に自局フェムトセル基地局が干渉制御要求を受けて送信電力低減を行うことにより、隣接フェムトセル基地局への接続性を向上させていた。無線端末が宅内から外出時にマクロセル基地局への接続時も同様にフェムトセル基地局が送信電力低減を実行することにより、マクロセル基地局への接続性も向上させることができる。無線端末が宅内から外出時に、定期的に測定を実施している接続可能なフェムトセル基地局と、接続不可能なフェムトセル基地局と、マクロセル基地局の参照信号の受信電力の比較を行い、マクロセル基地局及び接続不可能なフェムトセル基地局の受信電力値がハンドオーバー可能な所定値以上の場合にのみ、接続不可能なフェムトセル基地局が送信電力低減を行う。なお、無線端末による周辺セルの受信電力値はサービングセルであるフェムトセル基地局に報告され、サービングフェムトセル基地局が有線で隣接のフェムトセル基地局に干渉制御要求を出す。又は、第5の実施形態と同様に、無線端末がランダムアクセスチャネルを用いて、近傍に位置する接続不可能なフェムトセル基地局に干渉制御要求を直接送信しても良い。

【0121】

図13は、干渉制御要求のデータ構成を示す概念図である。図13に示すように、干渉制御要求は、メッセージタイプと、干渉制御要求宛先HNBのIDと、干渉制御要求元マクロセル端末のIDと、干渉制御要求宛先HNBのRSRPと、マクロセル端末接続可能HNBのRSRPとを含む。

【0122】

メッセージタイプは、干渉制御要求であることを示すビット列である。干渉制御要求宛先HNBのIDは、マクロセル基地局(MNB)から送るこのメッセージの宛先HNBの識別情報である。干渉制御要求元マクロセル端末のIDは、このメッセージの元となるRSRPを送ってきたマクロセル端末の識別情報である。なお、当該情報は、後述する隣接UEリスト参照に使用される。

【0123】

干渉制御要求宛先HNBのRSRPは、干渉制御をしてもらいたいフェムトセル基地局(HNB)から送信された参照信号(RS)を干渉制御要求元マクロセル端末が測定した受信電力である。マクロセル端末接続可能HNBのRSRPは、マクロセル端末が接続可能なHNB(自宅HNB)からのRSの受信電力値である。なお、干渉制御要求宛先HNBのRSRP及びマクロセル端末接続可能HNBのRSRPは、第1の実施形態、並びに、第2及び第3の実施形態の干渉制御要求には含まれるが、第4の実施形態では含まなくても良い。

【0124】

なお、上記各実施の形態において「隣接」とは、物理的にフェムトセル基地局が隣接している場合のみならず、電波周波数を共有することにより干渉が起こり得る位置関係の全てを含むものとする。例えば、上下の位置関係にある場合や、間に他のフェムトセル基地局が存在している場合についても、両者に干渉が起こり得るのであれば、「隣接」するフェムトセル基地局である。

【0125】

上記各実施形態では、本発明をハードウェアで構成する場合を例にとって説明したが、本発明はソフトウェアで実現することも可能である。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 2 6 】

また、上記各実施形態の説明に用いた各機能ブロックは、典型的には集積回路である L S I として実現される。これらは個別に 1 チップ化されてもよいし、一部又は全てを含むように 1 チップ化されてもよい。ここでは、L S I としたが、集積度の違いにより、I C、システム L S I、スーパー L S I、ウルトラ L S I と呼称されることもある。

## 【 0 1 2 7 】

また、集積回路化の手法は L S I に限るものではなく、専用回路又は汎用プロセッサで実現してもよい。L S I 製造後に、プログラムすることが可能な F P G A (Field Programmable Gate Array) や、L S I 内部の回路セルの接続や設定を再構成可能なリコンフィギュラブル・プロセッサを利用してもよい。

10

## 【 0 1 2 8 】

さらには、半導体技術の進歩又は派生する別技術により L S I に置き換わる集積回路化の技術が登場すれば、当然、その技術を用いて機能ブロックの集積化を行ってもよい。バイオ技術の適用等が可能性としてありえる。

## 【 0 1 2 9 】

本発明を詳細にまた特定の実施態様を参照して説明したが、本発明の精神と範囲を逸脱することなく様々な変更や修正を加えることができることは当業者にとって明らかである。

## 【 0 1 3 0 】

本出願は、2010年3月25日出願の日本特許出願(特願2010-070459)に基づくものであり、その内容はここに参照として取り込まれる。

20

## 【産業上の利用可能性】

## 【 0 1 3 1 】

本発明に係るフェムトセル基地局は、隣接するフェムトセル基地局間の下り無線回線の干渉を低減可能な無線基地局等として有用である。

## 【符号の説明】

## 【 0 1 3 2 】

5 0 0 無線端末 ( U E )

5 1 0 マクロセル基地局 ( M N B )

5 2 0 フェムトセル基地局 ( H N B )

30

5 0 1 受信部

5 0 2 測定部

5 0 3 送信部

5 1 1 受信部

5 1 2 制御部

5 1 3 送信部

5 2 1 受信部

5 2 2 干渉制御部

5 2 3 送信部

6 1 0 アンテナ

40

5 2 1 受信部

5 2 2 干渉制御部

5 2 3 送信部

6 1 1 有線受信部

6 1 2 無線受信部

6 1 3 受信電力測定部

6 1 4 記憶部

6 1 5 U E 判定部

6 1 6 下り送信電力設定部

7 0 1 , 7 0 2 フェムトセル基地局 ( H N B )

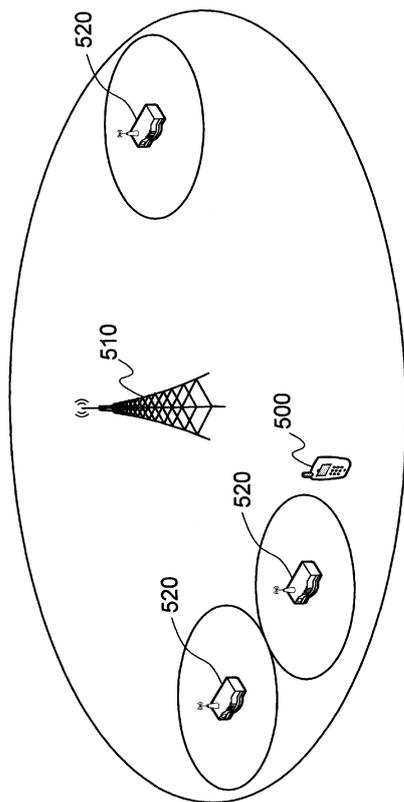
50

- 7 0 3 マクロセル基地局 ( M N B )
- 7 0 4 無線端末 ( M U E )
- 8 2 0 フェムトセル基地局 ( H N B )
- 8 0 0 フェムトセル無線端末 ( H U E )
- 9 0 1 フェムトセル無線端末 ( H U E )
- 1 0 0 0 無線端末 ( U E )
- 1 0 2 0 フェムトセル基地局 ( H N B )
- 1 0 0 1 記憶部
- 1 0 0 2 受信部
- 1 0 0 3 測定部
- 1 0 0 4 送信部
- 1 0 2 1 受信部
- 1 0 2 2 干渉制御部
- 1 0 2 3 送信部
- 1 1 0 1 受信部
- 1 1 0 3 干渉制御部
- 1 1 0 7 送信部
- 1 1 0 2 無線受信部
- 1 1 0 4 記憶部
- 1 1 0 5 U E 判定部
- 1 1 0 6 下り送信電力設定部

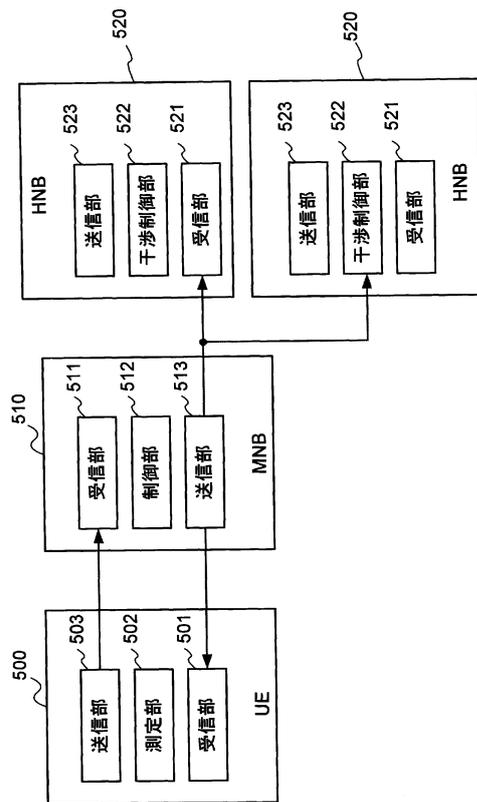
10

20

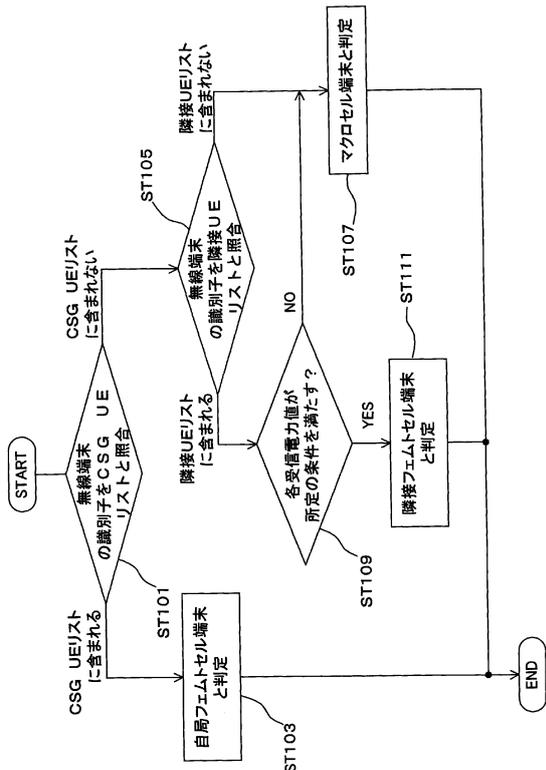
【 図 1 】



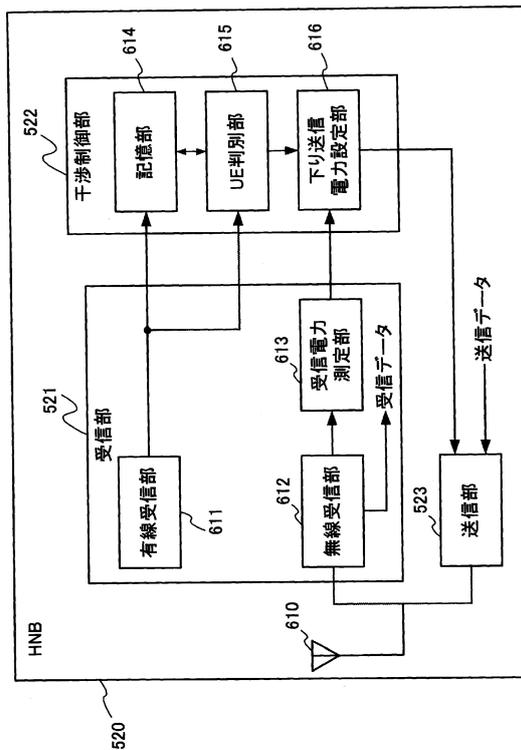
【 図 2 】



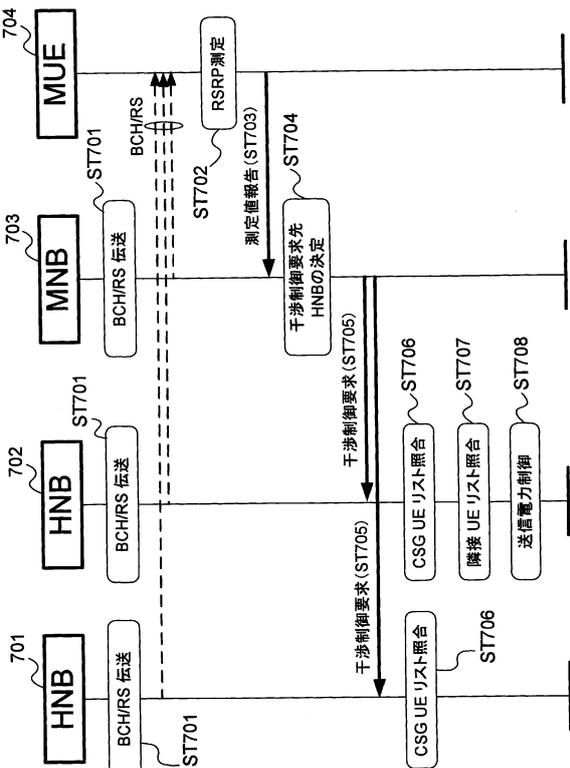
【図3】



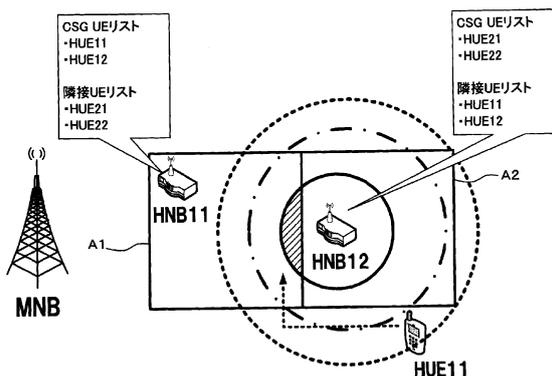
【図4】



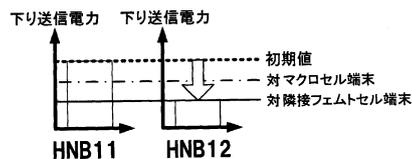
【図5】



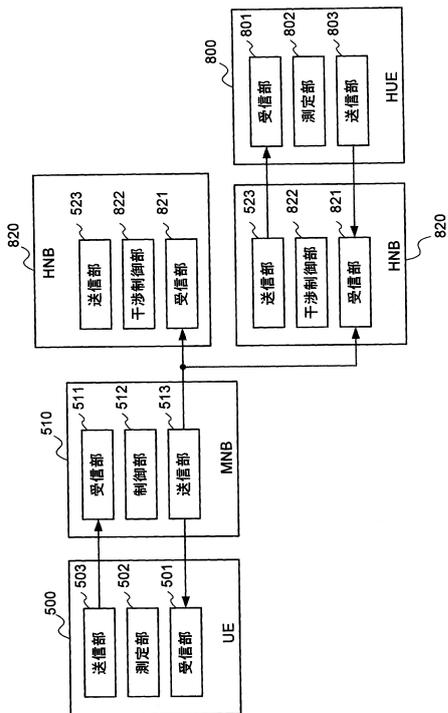
【図6】



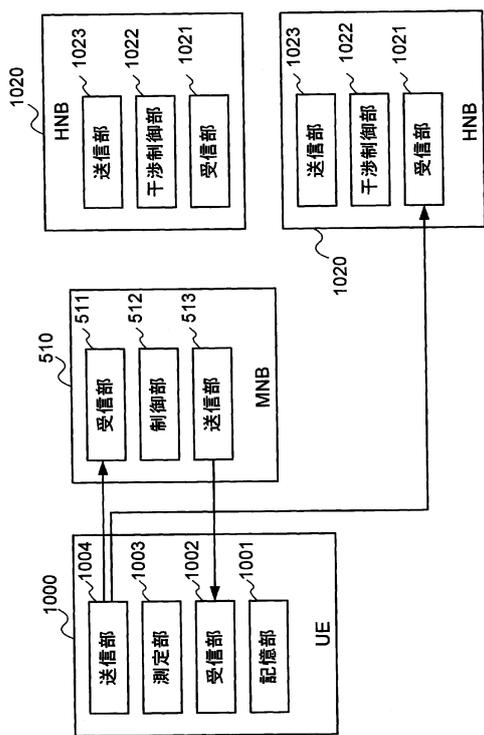
【図7】



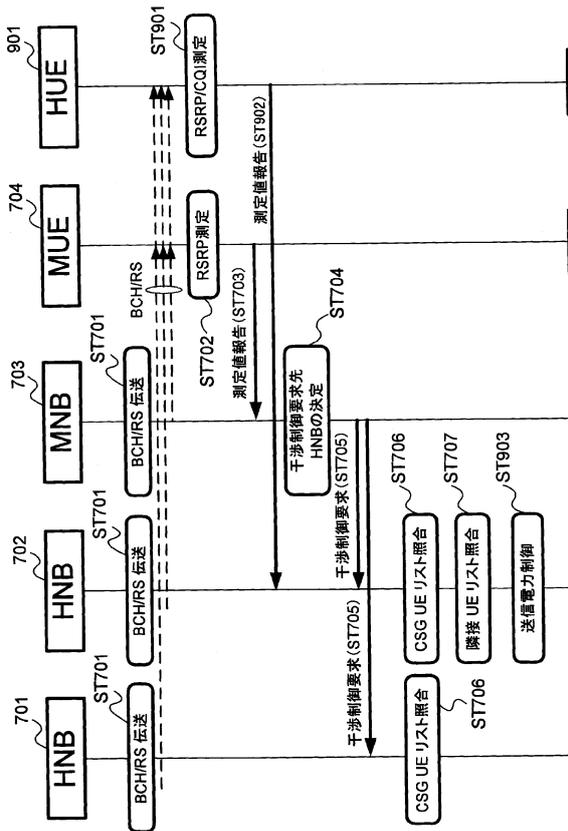
【図 8】



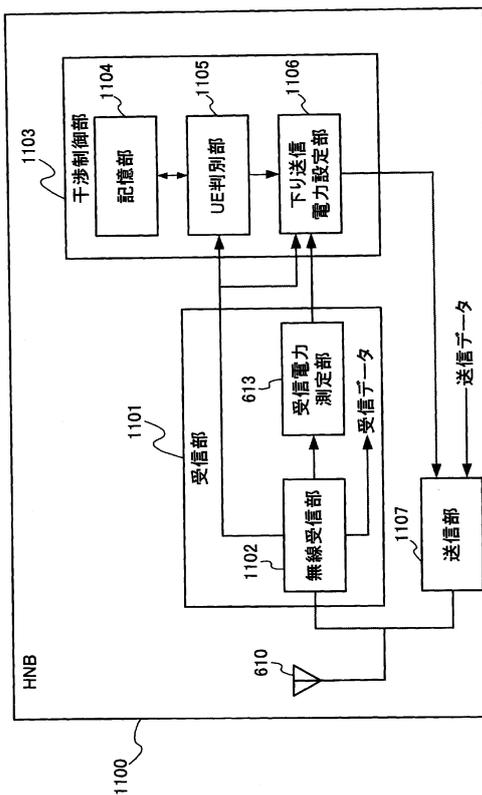
【図 10】



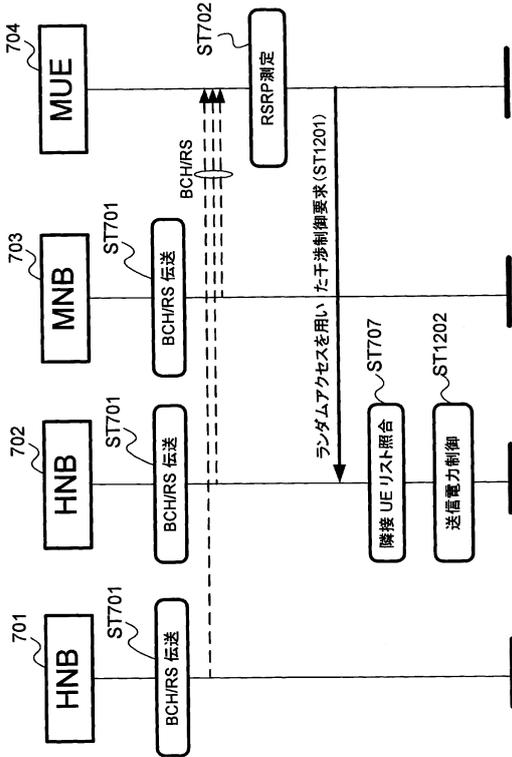
【図 9】



【図 11】



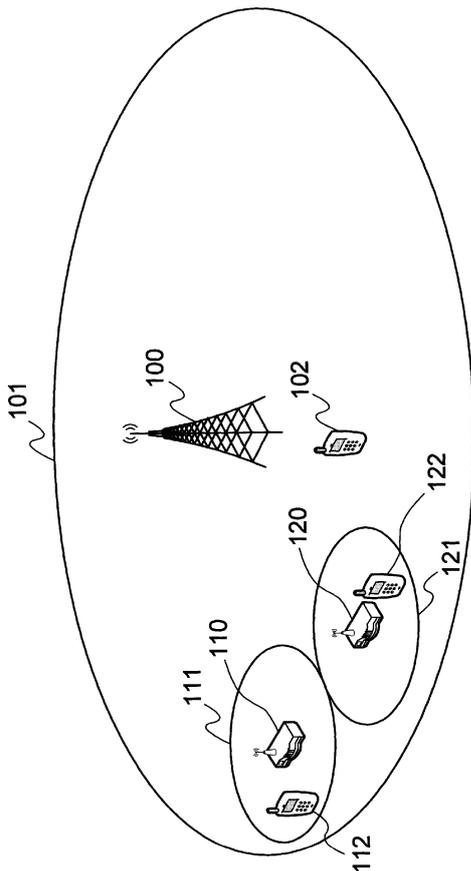
【図 1 2】



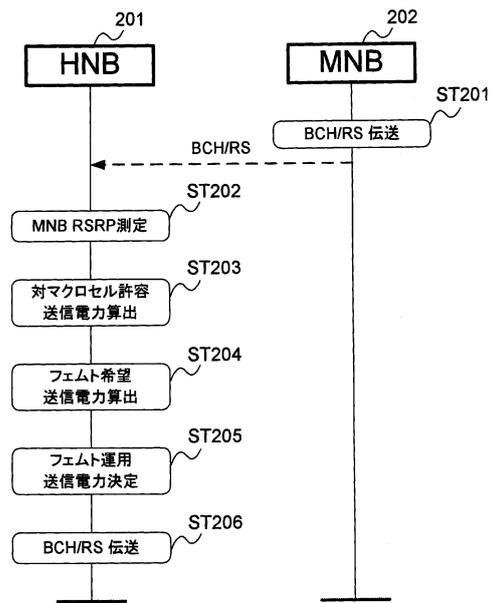
【図 1 3】

メッセージタイプ	干渉制御要求宛先 HNBのID	干渉制御要求元 マクロセル端元のID	干渉制御要求宛先 HNBのRSRP	マクロセル端元接続可能 HNBのRSRP
----------	-----------------	--------------------	-------------------	----------------------

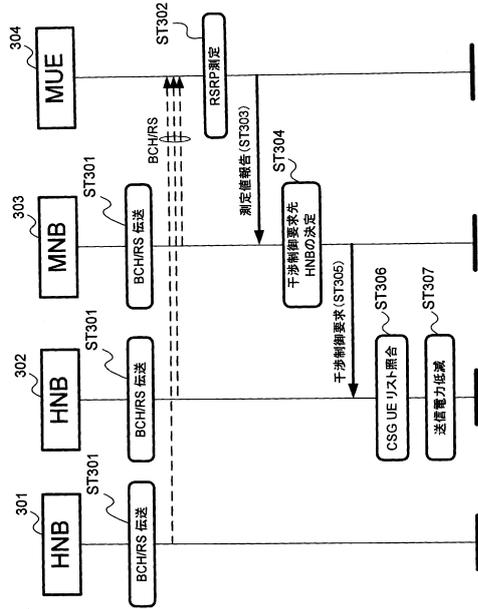
【図 1 4】



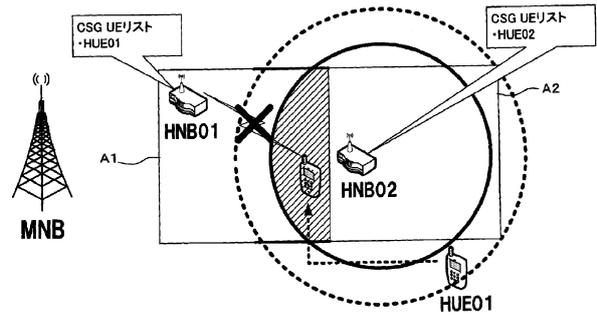
【図 1 5】



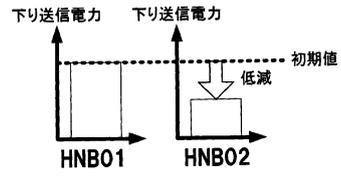
【 図 16 】



【 図 17 】



【 図 18 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 中 勝義  
大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
- (72)発明者 上 豊樹  
大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
- (72)発明者 金澤 岳史  
大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内

審査官 望月 章俊

- (56)参考文献 特表2011-521563(JP,A)  
米国特許出願公開第2010/0035628(US,A1)  
3GPP TR25.967 V9.0.0, 2009年 5月

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H04W4/00 - H04W99/00  
H04B7/24 - H04B7/26