

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2013年11月14日(14.11.2013)



(10) 国際公開番号
WO 2013/168475 A1

- (51) 国際特許分類:
H04W 16/08 (2009.01) H04W 48/16 (2009.01)
H04W 16/32 (2009.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/058799
- (22) 国際出願日: 2013年3月26日(26.03.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-107671 2012年5月9日(09.05.2012) JP
- (71) 出願人: 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ (NTT DOCOMO, INC.) [JP/JP]; 〒1006150 東京都千代田区永田町二丁目11番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 森本 彰人 (MORIMOTO, Akihito); 〒1006150 東京都千代田区永田町二丁目11番1号 山王パークタワー 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ 知的財産部内 Tokyo (JP). 白壁将成 (SHIRAKABE, Masashige); 〒1006150 東京都千代田区永田町二丁目11番1号 山王パークタワー 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ 知的財産部内 Tokyo (JP). 三木 信彦 (MIKI, Nobuhiko); 〒1006150 東京都千代田区永田町二丁目11番1号 山王パークタワー 株式会社エ

ヌ・ティ・ティ・ドコモ 知的財産部内 Tokyo (JP). 奥村 幸彦 (OKUMURA, Yukihiko); 〒1006150 東京都千代田区永田町二丁目11番1号 山王パークタワー 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ 知的財産部内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 大林 章, 外 (OHBAYASHI, Akira et al.); 〒1130033 東京都文京区本郷2-15-13 お茶の水ウイングビル6階 Tokyo (JP).

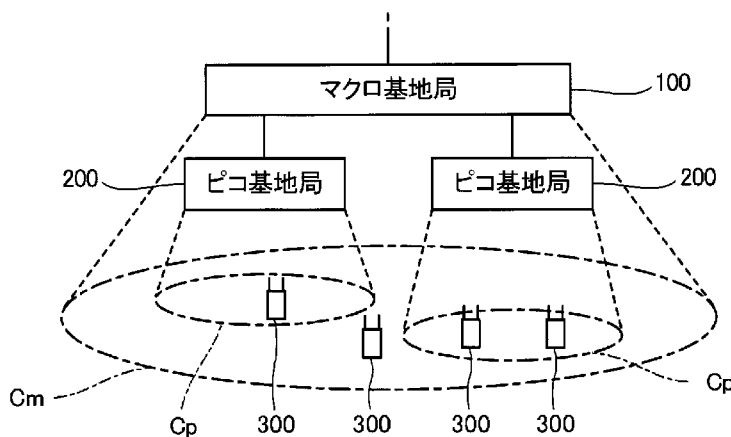
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,

[続葉有]

(54) Title: RADIO COMMUNICATION SYSTEM AND RADIO BASE STATION

(54) 発明の名称: 無線通信システムおよび無線基地局



100 Macro base station
200 Pico base station

(57) Abstract: A large-power radio base station comprises a resource setting unit that determines a ratio of the number of second resources for which the radio transmission is to be stopped to the sum of the number of first resources for which the radio transmission is to be executed and the number of second resources. The resource setting unit determines the ratio on the basis of first and second numbers: the first number is a number of mobile terminals that would be connected not to a small-power radio base station but to the large-power radio base station if the cell range expansion (CRE) is not applied and that are connected to the small-power radio base station because the CRE is applied; and the second number is a number of mobile terminals that are connected to the large-power radio base station when the CRE is applied. The greater the second number is than the first number, the smaller the determined ratio is.

(57) 要約: 大電力無線基地局は、無線送信を実行すべき第1のリソースの数と無線送信を停止すべき第2のリソースの数の合計数に対する前記第2のリ

ソースの比率を決定するリソース設定部を備える。リソース設定部は、セルレンジエクステンション (CRE) が適用されなければ小電力無線基地局と接続せずに大電力無線基地局に接続するであろうが CRE が適用されることにより小電力無線基地局と接続する移動端末の数である第1の数、および CRE が適用される時に大電力無線基地局と接続する移動端末の数である第2の数に基づいて、第1の数に対する第2の数が大きいほど、比率を小さく決定する。

WO 2013/168475 A1

GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：無線通信システムおよび無線基地局

技術分野

[0001] 本発明は、無線通信システムおよび無線基地局に関する。

背景技術

[0002] 近年、送信電力（送信能力）が相異なる複数種の無線基地局（マクロ基地局、ピコ基地局、フェムト基地局、リモートラジオヘッド（Remote Radio Head）等）を重層的に設置したヘテロジーニアスネットワーク（Heterogeneous Network, HetNet）が提案されている（例えば、非特許文献1）。

[0003] ヘテロジーニアスネットワークにおいては、送信電力（送信能力）の大きい基地局（例えばマクロ基地局）の方が、送信電力（送信能力）の小さい基地局（例えばピコ基地局）と比較して、セルサーチまたはハンドオーバの段階でユーザ端末の無線接続先として選択されやすいと想定される。したがって、送信電力の大きい基地局にユーザ端末（移動端末）からの接続が集中し、ひいては通信負荷が過大となる傾向があると想定される。

[0004] そこで、セルレンジエクспанション（cell range expansion）と呼ばれる技術が提案されている。セルレンジエクспанションは、移動端末によるセル選択のための指標である小電力無線基地局からの受信品質または受信電力にオフセット値（バイアス値）を付与する技術である。オフセット値が加算（またはデシベルで加算）された小電力無線基地局からの受信品質または受信電力は、マクロ基地局からの受信品質または受信電力と比較される。これにより、小電力無線基地局からの受信品質または受信電力の方がマクロ基地局からの受信品質または受信電力よりも良好になりやすくなる。結果的に、移動端末はマクロ基地局よりも小電力無線基地局に接続することを選択するので、小電力無線基地局のセル範囲が拡大され、マクロ基地局の通信負荷が軽減されると考えられる。

[0005] しかし、セルレンジエクспанション（CRE）で小電力無線基地局のセ

ル範囲が拡大された場合、その小電力無線基地局のセルの端部にある移動端末は、周囲のマクロ基地局からの電波による大きな干渉を受ける可能性がある。このため、セル間干渉制御（inter-cell interference coordinationまたはinter-cell interference control）の拡張であるenhanced inter-cell interference coordinationまたはenhanced inter-cell interference controlと呼ばれる技術が提案されている。この技術はeICICと略称される。eICICは例えば非特許文献2に記載されている。

[0006] eICICは、周波数領域ベースのeICICと、時間領域ベースのeICICに大別される。いずれにせよ、eICICは、小電力無線基地局に接続される移動端末への干渉を予防または抑制するために、マクロ基地局で利用可能なリソースを制限する技術である。

[0007] 周波数領域ベースのeICICでは、複数の周波数帯が準備される。第1の周波数帯はマクロ基地局からマクロ基地局に接続される移動端末への下りリンク送信と、小電力無線基地局から小電力無線基地局のセルの中央にある移動端末（例えばCREがなくても小電力無線基地局に接続される移動端末）への下りリンク送信に使用される。第2の周波数帯は、小電力無線基地局から小電力無線基地局のセルの端部にある移動端末（例えばCREのために小電力無線基地局に接続される移動端末）への下りリンク送信に使用され、マクロ基地局からの下りリンク送信には使用されない。したがって、小電力無線基地局のセルの端部にある移動端末へのマクロ基地局からの電波による干渉が予防されると想定される。

[0008] 時間領域ベースのeICICでは、マクロ基地局と小電力無線基地局は同じ周波数帯を使用するが、異なる単位時間（例えばサブフレーム）が異なる用途で使用される。小電力無線基地局は継続的に下りリンク送信が可能である。しかし、マクロ基地局は間欠的にしか下りリンク送信ができない。この結果、小電力無線基地局だけが下りリンク送信する期間（プロテクテッドサブフレーム）と、マクロ基地局と小電力無線基地局の両方が下りリンク送信する期間（ノンプロテクテッドサブフレーム）が繰り返される。ノンプロテクテッドサブ

フレームは、マクロ基地局からマクロ基地局に接続される移動端末への下りリンク送信と、小電力無線基地局から小電力無線基地局のセルの中央にある移動端末（例えばC R Eがなくても小電力無線基地局に接続される移動端末）への下りリンク送信に使用される。プロテクテドサブフレームは、小電力無線基地局から小電力無線基地局のセルの端部にある移動端末（例えばC R Eのために小電力無線基地局に接続される移動端末）への下りリンク送信に使用される。したがって、小電力無線基地局のセルの端部にある移動端末へのマクロ基地局からの電波による干渉が予防されると想定される。

先行技術文献

非特許文献

[0009] 非特許文献1 : 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Further advancements for E-UTRA physical layer aspects (Release 9); 3GPP TR 36.814 V9.0.0 (2010-03); Section 9A, Heterogeneous Deployments

非特許文献2 : R1-103264, 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #61, Montreal, Canada, May 10 - 14, 2010, Source: NTT DOCOMO, Title: "Performance of eICIC with Control Channel Coverage Limitation", Agenda Item: 6.8, Document for: Discussion and Decision

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] eICICでは、マクロ基地局で利用可能なリソースが制限される。周波数領域ベースのeICICではマクロ基地局はある周波数帯を下りリンク送信に利用できず、時間領域ベースのeICICではマクロ基地局はプロテクテドサブフレームで下りリンク送信ができない。マクロ基地局を多くの移動端末が利用し、小電力無線基地局を少ない移動端末が利用する場合に、マクロ基地局で利用可能なリソースを大きく設定することは望ましくはない。

- [0011] 他方、周波数領域ベースのeICICでは小電力無線基地局がある周波数帯を下りリンク送信に利用すると移動端末がマクロ基地局からの干渉を受けやすく、時間領域ベースのeICICでは小電力無線基地局がノンプロテクテッドサブフレームで下りリンク送信を実行すると移動端末がマクロ基地局からの干渉を受けやすい。小電力無線基地局を多くの移動端末が利用し、マクロ基地局を少ない移動端末が利用する場合に、マクロ基地局で利用可能なリソースを大きく設定することは望ましくはない。
- [0012] しかも、現実の世界では、マクロ基地局を利用する移動端末の数またはそれらの移動端末のトラフィック、ならびに小電力無線基地局を利用する移動端末の数またはそれらの移動端末のトラフィックは時間の経過に伴って変化すると想定される。
- [0013] そこで、本発明は、大電力無線基地局と小電力無線基地局とがセル間干渉制御のために協調する無線通信システムにおいて、実際の無線基地局の使用状況に応じて、大電力無線基地局で利用可能なリソースの量を適切に制御する技術を提供する。

課題を解決するための手段

- [0014] 本発明の一態様に係る無線通信システムは、第1のセルを形成し、複数の移動端末と通信する大電力無線基地局と、前記大電力無線基地局と接続するとともに、複数の移動端末と通信し、前記大電力無線基地局の送信電力よりも送信電力が小さく、前記第1のセル内に前記第1のセルよりも小さい第2のセルを形成する小電力無線基地局とを備え、前記大電力無線基地局は、前記小電力無線基地局で使用されるリソースと同じリソースを使用して移動端末へ無線送信を行うことが可能であるとともに、前記小電力無線基地局とセル間干渉制御のために協調するように構成され、前記大電力無線基地局は、前記大電力無線基地局に接続する移動端末と無線通信を実行する無線通信部と、前記大電力無線基地局の前記無線通信部が無線送信を実行すべき第1のリソースの数と前記大電力無線基地局の前記無線通信部が無線送信を停止すべき第2のリソースの数の合計数に対する前記第2のリソースの比率を決定

するリソース設定部と、前記リソース設定部が決定した前記比率または前記比率から補正された補正済み比率に応じて、前記第1のリソースにおいて無線送信を実行し、前記第2のリソースにおいて無線送信を停止するように前記無線通信部を制御する通信制御部とを備え、前記リソース設定部は、前記第1のセルに存在して前記大電力無線基地局または前記小電力無線基地局に接続する移動端末の総数に対する、セルレンジエクспанションが適用されなければ前記小電力無線基地局と接続せずに前記大電力無線基地局に接続するであろうがセルレンジエクспанションが適用されることにより前記小電力無線基地局と接続する移動端末の数の割合である第1の割合、および前記第1のセルに存在して前記大電力無線基地局または前記小電力無線基地局に接続する移動端末の総数に対する、セルレンジエクспанションが適用される時に前記大電力無線基地局と接続する移動端末の数の割合である第2の割合に基づいて、前記第1の割合に対する前記第2の割合が大きいほど、前記比率を小さく決定する。

[0015] 第1の割合は、第1のセルに存在して大電力無線基地局または小電力無線基地局に実際に接続する移動端末の総数に対する、小電力無線基地局の端部に実際にある移動端末（セルレンジエクспанションが適用されなければ小電力無線基地局と接続せずに大電力無線基地局に接続するであろうが、セルレンジエクспанションの適用による第2のセルの拡大により小電力無線基地局に接続する移動端末）の数の割合である。第1の割合は、大電力無線基地局が無線送信を停止すべき第2のリソースに対応すると考えることができる。第2の割合は、第1のセルに存在して大電力無線基地局または小電力無線基地局に実際に接続する移動端末の総数に対する、セルレンジエクспанションが適用される時に大電力無線基地局と実際に接続する移動端末の数の割合である。第2の割合は、大電力無線基地局が無線送信を実行すべき第2のリソースに対応すると考えることができる。この態様によれば、第1の割合に対する第2の割合が大きいほど、第1のリソースの数と第2のリソースの数の合計数に対する第2のリソースの数の比率を小さく設定することができる。

きる。要するに、小電力無線基地局の端部に存在して第2のリソースを利用する移動端末が少なく、大電力無線基地局を利用する移動端末が多い場合には、大電力無線基地局で利用不可能な第2のリソースの量を小さく設定し大電力無線基地局で利用可能な第1のリソースの量を大きく設定することができる。他方、小電力無線基地局の端部に存在して第2のリソースを利用する移動端末が多く、大電力無線基地局を利用する移動端末が少ない場合には、大電力無線基地局で利用不可能な第2のリソースの量を大きく設定し大電力無線基地局で利用可能な第1のリソースの量を小さく設定することができる。したがって、実際の無線基地局の使用状況に応じて、大電力無線基地局で利用可能な第1のリソースの量を適切に制御することができる。移動端末の観点から見ると、大電力無線基地局に接続する移動端末と小電力無線基地局に接続する移動端末へのリソース割り当ての公平性が改善され、いずれの無線基地局に接続するかによってスループットが悪化することを回避することができる。

[0016] 本発明の他の一態様に係る無線通信システムは、第1のセルを形成し、複数の移動端末と通信する大電力無線基地局と、前記大電力無線基地局と接続するとともに、複数の移動端末と通信し、前記大電力無線基地局の送信電力よりも送信電力が小さく、前記第1のセル内に前記第1のセルよりも小さい第2のセルを形成する小電力無線基地局とを備え、前記大電力無線基地局は、前記小電力無線基地局で使用されるリソースと同じリソースを使用して移動端末へ無線送信を行うことが可能であるとともに、前記小電力無線基地局とセル間干渉制御のために協調するように構成され、前記大電力無線基地局は、前記大電力無線基地局に接続する移動端末と無線通信を実行する無線通信部と、前記大電力無線基地局の前記無線通信部が無線送信を実行すべき第1のリソースの数と前記大電力無線基地局の前記無線通信部が無線送信を停止すべき第2のリソースの数の合計数に対する前記第2のリソースの比率を決定するリソース設定部と、前記リソース設定部が決定した前記比率または前記比率から補正された補正済み比率に応じて、前記第1のリソースにおい

て無線送信を実行し、前記第2のリソースにおいて無線送信を停止するように前記無線通信部を制御する通信制御部とを備え、前記リソース設定部は、セルレンジエクспанションが適用されなければ前記小電力無線基地局と接続せずに前記大電力無線基地局に接続するであろうがセルレンジエクспанションが適用されることにより前記小電力無線基地局と接続する移動端末の数である第1の数、およびセルレンジエクспанションが適用される時に前記大電力無線基地局と接続する移動端末の数である第2の数に基づいて、前記第1の数に対する前記第2の数が大きいほど、前記比率を小さく決定する。

[0017] 第1の数は、小電力無線基地局の端部に実際にある移動端末（セルレンジエクспанションが適用されなければ小電力無線基地局と接続せずに大電力無線基地局に接続するであろうが、セルレンジエクспанションの適用による第2のセルの拡大により小電力無線基地局に接続する移動端末）の数である。第1の数は、大電力無線基地局が無線送信を停止すべき第2のリソースに対応すると考えることができる。第2の数は、セルレンジエクспанションが適用される時に大電力無線基地局と実際に接続する移動端末の数である。第2の数は、大電力無線基地局が無線送信を実行すべき第2のリソースに対応すると考えることができる。この態様によれば、第1の数に対する第2の数が大きいほど、第1のリソースの数と第2のリソースの数の合計数に対する第2のリソースの数の比率を小さく設定することができる。要するに、小電力無線基地局の端部に存在して第2のリソースを利用する移動端末が少なく、大電力無線基地局を利用する移動端末が多い場合には、大電力無線基地局で利用不可能な第2のリソースの量を小さく設定し大電力無線基地局で利用可能な第1のリソースの量を大きく設定することができる。他方、小電力無線基地局の端部に存在して第2のリソースを利用する移動端末が多く、大電力無線基地局を利用する移動端末が少ない場合には、大電力無線基地局で利用不可能な第2のリソースの量を大きく設定し大電力無線基地局で利用可能な第1のリソースの量を小さく設定することができる。したがって、実

際の無線基地局の使用状況に応じて、大電力無線基地局で利用可能な第1のリソースの量を適切に制御することができる。移動端末の観点から見ると、大電力無線基地局に接続する移動端末と小電力無線基地局に接続する移動端末へのリソース割り当ての公平性が改善され、いずれの無線基地局に接続するかによってスループットが悪化することを回避することができる。

[0018] 前記リソース設定部は、さらに、前記大電力無線基地局での前記リソースの実際の使用率に基づいて、前記使用率が小さいほど、前記比率を小さく決定してもよい。

[0019] この場合、大電力無線基地局でのリソースの使用率が低い場合、あえて、第2のリソースの比率を低く（大電力無線基地局で使用される第1のリソースの比率を上げる）することにより、大電力無線基地局からの下りリンクのトラヒックを早く送信することができる。大電力無線基地局からの下りリンクのトラヒックの送信終了後は、小電力無線基地局に接続する移動端末に対して、第2のリソースにおいても第1のリソースにおいても大電力無線基地局からの電波による干渉はなくなる。つまり、第1のリソースと第2のリソースのパターンの各周期において大電力無線基地局からの下りリンクのトラヒックの送信終了後は、小電力無線基地局に接続する移動端末にとって、第1のリソースは、第2のリソースと等価であり、小電力無線基地局から移動端末への距離に関わらず、小電力無線基地局は第1のリソースをどの移動端末への無線送信にも利用することができる。結果的に、第1のリソースと第2のリソースのパターンの各周期において、大電力無線基地局からの下りリンクのトラヒックの送信終了後は、小電力無線基地局からの下りリンクのトラヒックを早く送信することができる（小電力無線基地局のスループットを上げることができる）。

[0020] 上記の無線通信システムは、複数の前記大電力無線基地局と、複数の前記小電力無線基地局とを備えてよい。いくつかの前記小電力無線基地局の各々は、第1の大電力無線基地局と第2の大電力無線基地局を含む2つの大電力無線基地局と通信するように構成された共通小電力無線基地局であってよい。

。前記複数の大電力無線基地局の各々は、複数の前記共通小電力無線基地局と通信するように構成されていてよい。前記複数の大電力無線基地局の各々は、前記無線通信部と、前記リソース設定部と、前記通信制御部とを備え、前記リソース設定部は所定の周期ごとに前記比率を一旦決定してよい。前記共通小電力無線基地局は、前記第1の大電力無線基地局の前記リソース設定部で一旦決定された前記比率と、前記第2の大電力無線基地局の前記リソース設定部で一旦決定された前記比率とのうちの最小値を選択する最小値選択部と、前記最小値を前記第1の大電力無線基地局および前記第2の大電力無線基地局に報告する最小値報告部とを備えてよい。前記第1の大電力無線基地局は、複数の前記共通小電力無線基地局のそれぞれから複数の前記最小値を受信する最小値受信部を備えてよく、前記第1の大電力無線基地局の前記リソース設定部は、前記第1の大電力無線基地局の前記リソース設定部で現在決定された前記比率と、前記最小値受信部で受信された過去の複数の前記最小値とのうちの最小値を、当該第1の大電力無線基地局の前記通信制御部が従うべき前記補正済み比率として採用してよく、前記第2の大電力無線基地局は、複数の前記共通小電力無線基地局のそれぞれから複数の前記最小値を受信する最小値受信部を備えてよく、前記第2の大電力無線基地局の前記リソース設定部は、前記第2の大電力無線基地局の前記リソース設定部で現在決定された前記比率と、前記最小値受信部で受信された過去の複数の前記最小値とのうちの最小値を、当該第2の大電力無線基地局の前記通信制御部が従うべき前記補正済み比率として採用してよい。

[0021] 隣り合う複数の大電力無線基地局が異なる前記比率を使用する場合、大きい方の比率が使用される第1のセル内の小電力無線基地局と通信する移動端末にとっては、その第1のセル内の第2のリソースで信号を受信していても、周辺の大電力無線基地局が送信する信号により干渉を受けるおそれがある。特に、隣り合う複数の大電力無線基地局での比率の相違が大きい場合には、この懸念が大きい。大電力無線基地局の前記リソース設定部が、前記第1の大電力無線基地局の前記リソース設定部で現在決定された前記比率と、前

記最小値受信部で受信された過去の複数の前記最小値との中の最小値を、当該大電力無線基地局の前記通信制御部が従うべき前記補正済み比率として採用することにより、隣り合う大電力無線基地局で使用される比率（補正済み比率）の相違を小さくすることができ、他の大電力無線基地局に起因する干渉の問題を低減または防止することができる。

[0022] 上記の無線通信システムは、複数の前記大電力無線基地局を備えてよく、前記複数の大電力無線基地局の各々は、前記無線通信部と、前記リソース設定部と、前記通信制御部とを備えてよく、前記リソース設定部は所定の周期ごとに前記比率を一旦決定してよく、前記複数の大電力無線基地局の各々の前記リソース設定部は、前記リソース設定部で現在決定された前記比率と、このリソース設定部が設けられた当該大電力無線基地局の周辺にある周辺大電力無線基地局の前記リソース設定部で過去に決定された前記比率との中の最小値を選択し、前記選択された最小値を当該大電力無線基地局の前記通信制御部が従うべき前記補正済み比率として採用してよい。

この場合も、隣り合う大電力無線基地局で使用される比率（補正済み比率）の相違を小さくすることができ、他の大電力無線基地局に起因する干渉の問題を低減または防止することができる。

[0023] 上記の無線通信システムは、複数の前記大電力無線基地局と、複数の前記小電力無線基地局とを備えてよい。いくつかの前記小電力無線基地局の各々は、第1の大電力無線基地局と第2の大電力無線基地局を含む2つの大電力無線基地局と通信するように構成された共通小電力無線基地局であってよい。前記複数の大電力無線基地局の各々は、複数の前記共通小電力無線基地局と通信するように構成されていてよい。前記複数の大電力無線基地局の各々は、前記無線通信部と、前記リソース設定部と、前記通信制御部とを備え、前記リソース設定部は所定の周期ごとに前記比率を一旦決定してよい。前記共通小電力無線基地局は、前記第1の大電力無線基地局の前記リソース設定部で一旦決定された前記比率と、前記第2の大電力無線基地局の前記リソース設定部で一旦決定された前記比率との中の最小値を選択する最小値選択

部と、前記最小値を前記第 1 の大電力無線基地局および前記第 2 の大電力無線基地局に報告する最小値報告部とを備えてよい。前記第 1 の大電力無線基地局は、複数の前記共通小電力無線基地局のそれぞれから複数の前記最小値を受信する最小値受信部を備えてよく、前記第 1 の大電力無線基地局の前記リソース設定部は、前記第 1 の大電力無線基地局の前記リソース設定部で現在決定された前記比率と、前記最小値受信部で受信された過去の複数の前記最小値の平均値または中央値を、当該第 1 の大電力無線基地局の前記通信制御部が従うべき前記補正済み比率として採用してよく、前記第 2 の大電力無線基地局は、複数の前記共通小電力無線基地局のそれぞれから複数の前記最小値を受信する最小値受信部を備えてよく、前記第 2 の大電力無線基地局の前記リソース設定部は、前記第 2 の大電力無線基地局の前記リソース設定部で現在決定された前記比率と、前記最小値受信部で受信された過去の複数の前記最小値の平均値または中央値を、当該第 2 の大電力無線基地局の前記通信制御部が従うべき前記補正済み比率として採用してよい。

この場合も、隣り合う大電力無線基地局で使用される比率（補正済み比率）の相違を小さくすることができ、他の大電力無線基地局に起因する干渉の問題を低減または防止することができる。

[0024] 上記の無線通信システムは、複数の前記大電力無線基地局を備えてよく、前記複数の大電力無線基地局の各々は、前記無線通信部と、前記リソース設定部と、前記通信制御部とを備えてよく、前記リソース設定部は所定の周期ごとに前記比率を一旦決定してよく、前記複数の大電力無線基地局の各々の前記リソース設定部は、前記リソース設定部で現在決定された前記比率と、このリソース設定部が設けられた当該大電力無線基地局の周辺にある周辺大電力無線基地局の前記リソース設定部で過去に決定された前記比率の平均値または中央値を計算し、前記計算された平均値または中央値を当該大電力無線基地局の前記通信制御部が従うべき前記補正済み比率として採用してもよい。

[0025] この場合も、隣り合う大電力無線基地局で使用される比率（補正済み比率

) の相違を小さくすることができ、他の大電力無線基地局に起因する干渉の問題を低減または防止することができる。

[0026] 上記の無線通信システムは、複数の前記大電力無線基地局と、複数の前記小電力無線基地局とを備えてよい。いくつかの前記小電力無線基地局の各々は、第 1 の大電力無線基地局と第 2 の大電力無線基地局を含む 2 つの大電力無線基地局と通信するように構成された共通小電力無線基地局であってよい。前記複数の大電力無線基地局の各々は、複数の前記共通小電力無線基地局と通信するように構成されていてよい。前記複数の大電力無線基地局の各々は、前記無線通信部と、前記リソース設定部と、前記通信制御部とを備え、前記リソース設定部は所定の周期ごとに前記比率を一旦決定してよい。前記共通小電力無線基地局は、前記第 1 の大電力無線基地局の前記リソース設定部で一旦決定された前記比率と、前記第 2 の大電力無線基地局の前記リソース設定部で一旦決定された前記比率とのうちの最小値を選択する最小値選択部と、前記最小値を前記第 1 の大電力無線基地局および前記第 2 の大電力無線基地局に報告する最小値報告部とを備えてよい。前記第 1 の大電力無線基地局は、複数の前記共通小電力無線基地局のそれぞれから複数の前記最小値を受信する最小値受信部を備えてよく、前記第 1 の大電力無線基地局の前記リソース設定部は、前記第 1 の大電力無線基地局の前記リソース設定部で現在決定された前記比率と、前記最小値受信部で受信された過去の複数の前記最小値とのうちの最小値から一定値以内の値を、当該第 1 の大電力無線基地局の前記通信制御部が従うべき前記補正済み比率として採用してよく、前記第 2 の大電力無線基地局は、複数の前記共通小電力無線基地局のそれぞれから複数の前記最小値を受信する最小値受信部を備えてよく、前記第 2 の大電力無線基地局の前記リソース設定部は、前記第 2 の大電力無線基地局の前記リソース設定部で現在決定された前記比率と、前記最小値受信部で受信された過去の複数の前記最小値とのうちの最小値から一定値以内の値を、当該第 2 の大電力無線基地局の前記通信制御部が従うべき前記補正済み比率として採用してよい。

[0027] この場合も、隣り合う大電力無線基地局で使用される比率（補正済み比率）の相違を小さくすることができ、他の大電力無線基地局に起因する干渉の問題を低減または防止することができる。

[0028] 上記の無線通信システムは、複数の前記大電力無線基地局を備えてよく、前記複数の大電力無線基地局の各々は、前記無線通信部と、前記リソース設定部と、前記通信制御部とを備えてよく、前記リソース設定部は所定の周期ごとに前記比率を一旦決定してよく、前記複数の大電力無線基地局の各々の前記リソース設定部は、前記リソース設定部で現在決定された前記比率と、このリソース設定部が設けられた当該大電力無線基地局の周辺にある周辺大電力無線基地局の前記リソース設定部で過去に決定された前記比率とのうちの最小値を選択し、前記選択された最小値から一定値以内の値を当該大電力無線基地局の前記通信制御部が従うべき前記補正済み比率として採用してもよい。

[0029] この場合も、隣り合う大電力無線基地局で使用される比率（補正済み比率）の相違を小さくすることができ、他の大電力無線基地局に起因する干渉の問題を低減または防止することができる。

[0030] 本発明の一態様に係る無線基地局は、移動端末と通信する無線基地局であって、当該無線基地局の送信電力よりも送信電力が小さく、当該無線基地局自身が形成する第1のセル内に前記第1のセルよりも小さい第2のセルを形成する、小電力無線基地局で使用されるリソースと同じリソースを使用して移動端末へ無線送信を行うことが可能であるとともに、前記小電力無線基地局とセル間干渉制御のために協調するように構成され、当該無線基地局に接続する移動端末と無線通信を実行する無線通信部と、前記無線通信部が無線送信を実行すべき第1のリソースの数と前記無線通信部が無線送信を停止すべき第2のリソースの数の合計数に対する前記第2のリソースの比率を決定するリソース設定部と、前記リソース設定部が決定した前記比率または前記比率から補正された補正済み比率に応じて、前記第1のリソースにおいて無線送信を実行し、前記第2のリソースにおいて無線送信を停止するように前

記無線通信部を制御する通信制御部とを備え、前記リソース設定部は、前記第1のセルに存在して当該無線基地局または前記小電力無線基地局に接続する移動端末の総数に対する、セルレンジエクспанションが適用されなければ前記小電力無線基地局と接続せずに当該無線基地局に接続するであろうがセルレンジエクспанションが適用されることにより前記小電力無線基地局と接続する移動端末の数の割合である第1の割合、および前記第1のセルに存在して当該無線基地局または前記小電力無線基地局に接続する移動端末の総数に対する、セルレンジエクспанションが適用される時に当該無線基地局と接続する移動端末の数の割合である第2の割合に基づいて、前記第1の割合に対する前記第2の割合が大きいほど、前記比率を小さく決定する。

[0031] 本発明の他の一態様に係る無線基地局は、移動端末と通信する無線基地局であって、当該無線基地局の送信電力よりも送信電力が小さく、当該無線基地局自身が形成する第1のセル内に前記第1のセルよりも小さい第2のセルを形成する、小電力無線基地局で使用されるリソースと同じリソースを使用して移動端末へ無線送信を行うことが可能であるとともに、前記小電力無線基地局とセル間干渉制御のために協調するように構成され、当該無線基地局に接続する移動端末と無線通信を実行する無線通信部と、前記無線通信部が無線送信を実行すべき第1のリソースの数と前記無線通信部が無線送信を停止すべき第2のリソースの数の合計数に対する前記第2のリソースの比率を決定するリソース設定部と、前記リソース設定部が決定した前記比率または前記比率から補正された補正済み比率に応じて、前記第1のリソースにおいて無線送信を実行し、前記第2のリソースにおいて無線送信を停止するように前記無線通信部を制御する通信制御部とを備え、前記リソース設定部は、セルレンジエクспанションが適用されなければ前記小電力無線基地局と接続せずに当該無線基地局に接続するであろうがセルレンジエクспанションが適用されることにより前記小電力無線基地局と接続する移動端末の数である第1の数、およびセルレンジエクспанションが適用される時に当該無線基地局と接続する移動端末の数である第2の数に基づいて、前記第1の数に

対する前記第2の数が大きいほど、前記比率を小さく決定する。

図面の簡単な説明

- [0032] [図1]本発明の第1の実施の形態に係る無線通信システムの概略図である。
- [図2]本発明の第1の実施の形態に係る移動端末の構成を示すブロック図である。
- [図3]本発明の第1の実施の形態に係るマクロ基地局の構成を示すブロック図である。
- [図4]本発明の第1の実施の形態に係るピコ基地局の構成を示すブロック図である。
- [図5]無線通信システムの各通信要素間で送受信される無線フレームのフォーマットを示す図である。
- [図6]時間領域ベースのセル間干渉制御の概略を示す図である。
- [図7]時間領域ベースのセル間干渉制御において図6とは異なるサブフレームの出現パターンを示す図である。
- [図8]時間領域ベースのセル間干渉制御において図6または図7とは異なるサブフレームの出現パターンを示す図である。
- [図9]時間領域ベースのセル間干渉制御においてプロテクテッドサブフレームとノンプロテクテッドサブフレームの用途を示す概略図である。
- [図10]本発明に係る無線通信システムでの複数のマクロ基地局、複数のピコ基地局および複数のマクロセルの配置の例を示す略図である。
- [図11]本発明の第4の実施の形態での無線通信システムの動作を示す情報フローダイアグラムである。
- [図12]比率Rが $1/8$ の場合のABSパターンを示す図である。
- [図13]比率Rが $3/8$ の場合のABSパターンを示す図である。
- [図14]本発明の第4の実施の形態で最終的に設定される補正済み比率ARの例を説明するための図である。
- [図15]本発明の第5の実施の形態での無線通信システムの動作を示す情報フローダイアグラムである。

[図16]無線通信システムの各通信要素間で送受信される無線フレームのフォーマットを示す図である。

[図17]周波数領域ベースのセル間干渉制御の概略を示す図である。

[図18]無線通信システムの各通信要素間で送受信される無線フレームのフォーマットを示す図である。

[図19]リソースブロックベースのセル間干渉制御の概略を示す図である。

発明を実施するための形態

[0033] 以下、添付の図面を参照しながら本発明に係る様々な実施の形態を説明する。

第1の実施の形態

図1は、本発明の第1の実施の形態に係る無線通信システムの概略図である。この無線通信システムは、マクロ基地局（マクロeNodeB (evolved Node B)）100と、ピコ基地局（ピコeNodeB）200とを備える。

[0034] 無線通信システム内の各通信要素（マクロ基地局100、ピコ基地局200、移動端末300）は所定の無線アクセス技術（Radio Access Technology）、例えば3GPP（Third Generation Partnership Project）におけるLTE（Long Term Evolution）に従って無線通信を行う。本実施の形態では、無線通信システムがLTEに従って動作するが、本発明の技術的範囲を限定する趣旨ではない。本発明は、必要な設計上の変更を施した上で、他の無線アクセス技術（例えば、IEEE 802.16に規定されるWiMAX）にも適用可能である。

[0035] マクロ基地局（大電力無線基地局）100とピコ基地局（小電力無線基地局）200とは有線または無線にて相互に接続される。マクロ基地局100はマクロセル（第1のセル） C_m を形成し、各ピコ基地局200はピコセル（第2のセル） C_p を形成する。ピコセル C_p は、そのピコセル C_p を形成するピコ基地局200に接続されたマクロ基地局100が形成するマクロセル C_m 内に形成されるセルである。1つのマクロセル C_m 内には、複数のピコセル C_p が形成され得る。

[0036] 各無線基地局（マクロ基地局100、ピコ基地局200）は、その基地局

自身のセルに在圏する移動端末 (UE、User Equipment) 300と無線通信が可能である。逆に言うと、移動端末300は、移動端末300自身が在圏するセル (マクロセルC_m, ピコセルC_p) に対応する基地局 (マクロ基地局100, ピコ基地局200) と無線通信が可能である。

[0037] マクロ基地局100はピコ基地局200と比較して無線送信能力 (最大送信電力, 平均送信電力等) が高いので、より遠くに位置する移動端末300と無線通信可能である。したがって、マクロセルC_mはピコセルC_pよりも面積が大きい。例えば、マクロセルC_mは半径数百メートルから数十キロメートル程度の大きさであり、ピコセルC_pは半径数メートルから数十メートル程度の大きさである。

[0038] 以上の説明から理解されるように、無線通信システム内のマクロ基地局100およびピコ基地局200は、送信電力 (送信能力) が異なる複数種の無線基地局が重層的に設置されたヘテロジニアスネットワーク (Heterogeneous Network, HetNet) を構成する。

[0039] ピコセルC_pがマクロセルC_mの内部に重層的に形成される (オーバーレイされる) ことを考慮すると、移動端末300がピコセルC_p内に在圏する場合、その移動端末300は、そのピコセルC_pを形成するピコ基地局200と、そのピコセルC_pを包含するマクロセルC_mを形成するマクロ基地局100との少なくともいずれか一方と無線通信が可能であると理解できる。

[0040] 各基地局と移動端末300との間の無線通信の方式は任意である。例えば、下りリンクではOFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) が採用され、上りリンクではSC-FDMA (Single-Carrier Frequency Division Multiple Access) が採用されてもよい。

[0041] 図2は、本発明の第1の実施の形態に係る移動端末300の構成を示すブロック図である。移動端末300は、少なくとも1つの送受信アンテナ312、無線通信部310、信号分離部320、制御信号復調部330、データ信号復調部332、受信品質測定部334、受信品質補正部336および受信品質報告部338を備える。図2において、音声・映像等を出力する出力

装置およびユーザからの指示を受け付ける入力装置等の図示は、便宜的に省略されている。図2に示すように、移動端末300は複数の送受信アンテナ312を有するが、少なくとも1つの受信専用のアンテナと少なくとも1つの送信専用のアンテナを有していてもよい。

[0042] 無線通信部310は、無線基地局（マクロ基地局100、ピコ基地局200）と無線通信を実行するための要素であり、無線基地局から送受信アンテナ312で受信された電波を電気信号に変換する受信回路と、音声信号等の電気信号を電波に変換して送受信アンテナ312で送信する送信回路とを含む。無線通信部310は、移動端末300が在圏するマクロセルC_mを形成するマクロ基地局100またはピコセルC_pを形成するピコ基地局200から、接続先セル情報を受信する。接続先セル情報は、移動端末300が接続すべき無線基地局（マクロ基地局100またはピコ基地局200）を指定する情報である。接続先セル情報に従って、移動端末300はその接続先の無線基地局と通信する。

[0043] 信号分離部320、制御信号復調部330、データ信号復調部332、受信品質測定部334、受信品質補正部336および受信品質報告部338は、移動端末300内の図示しないCPU（Central Processing Unit）が、図示しない記憶部に記憶されたコンピュータプログラムを実行し、そのコンピュータプログラムに従って機能することにより実現される機能ブロックである。

[0044] 信号分離部320は、無線通信部310で処理された信号から当該移動端末300宛の信号を選択し、さらにそれらの信号を制御信号、データ信号および参照信号に分離する。制御信号復調部330は制御信号を復調する。データ信号復調部332は、復調された制御信号を参照して、データ信号の送信に利用されたリソースを識別して、データ信号を復調する。受信品質測定部334は、参照信号に基づいて受信品質測定を行う。受信品質測定部334は、当該移動端末300が接続される所望無線基地局からの参照信号の品質を測定するだけでなく、所望無線基地局の周辺にある周辺無線基地局から

の参照信号の品質も測定する。受信品質測定部 334、受信品質補正部 336 および受信品質報告部 338 の機能の詳細は後述される。

[0045] 図 3 は、本発明の第 1 の実施の形態に係るマクロ基地局 100 の構成を示すブロック図である。マクロ基地局 100 は、少なくとも 1 つの送受信アンテナ 112、無線通信部 110、基地局間通信部 120、および制御部 130 を備える。図 3 に示すように、マクロ基地局 100 は複数の送受信アンテナ 112 を有するが、少なくとも 1 つの受信専用のアンテナと少なくとも 1 つの送信専用のアンテナを有していてもよい。

[0046] 無線通信部 110 は、移動端末 300 と無線通信を実行するための要素であり、移動端末 300 から送受信アンテナ 112 で受信された電波を電気信号に変換する受信回路と、音声信号等の電気信号を電波に変換して送受信アンテナ 112 で送信する送信回路とを含む。無線通信部 110 は、マクロ基地局 100 に在圏する各移動端末 300 に接続先セル情報を示す無線信号を送信する。

[0047] 基地局間通信部 120 は、他の無線基地局（マクロ基地局 100、ピコ基地局 200）と通信を実行するための要素であり、他の無線基地局と電気信号を送受信する。マクロ基地局 100 が他の無線基地局と無線にて通信を行う場合は、無線通信部 110 が基地局間通信部 120 を兼ねることも可能である。

[0048] 制御部 130 は、リソース設定部 134、通信制御部 136、および接続先選択部 138 を要素として内包する。制御部 130 ならびに制御部 130 が内包するリソース設定部 134、通信制御部 136、および接続先選択部 138 は、マクロ基地局 100 内の図示しない CPU が、図示しない記憶部に記憶されたコンピュータプログラムを実行し、そのコンピュータプログラムに従って機能することにより実現される機能ブロックである。制御部 130 の動作の詳細は後述される。

[0049] 図 4 は、本発明の第 1 の実施の形態に係るピコ基地局 200 の構成を示すブロック図である。ピコ基地局 200 は、少なくとも 1 つの送受信アンテナ

212、無線通信部210、基地局間通信部220および制御部230を備える。図4に示すように、ピコ基地局200は複数の送受信アンテナ212を有するが、少なくとも1つの受信専用のアンテナと少なくとも1つの送信専用のアンテナを有していてもよい。

[0050] 無線通信部210は、移動端末300と無線通信を実行するための要素であり、移動端末300から送受信アンテナ212で受信された電波を電気信号に変換する受信回路と、電気信号を電波に変換して送受信アンテナ212で送信する送信回路とを含む。

[0051] 基地局間通信部220は、ピコ基地局200自身が接続されるマクロ基地局100および他の無線基地局と通信を実行するための要素であり、マクロ基地局100および他の無線基地局と電気信号を送受信する。ピコ基地局200がマクロ基地局100および他の無線基地局と無線にて通信する場合には、無線通信部210が基地局間通信部220を兼ねてもよい。

[0052] ピコ基地局200の制御部230は、接続先選択部238を要素として内包する。ピコ基地局200の制御部230ならびに制御部230が内包する接続先選択部238は、ピコ基地局200内の図示しないCPUが、図示しない記憶部に記憶されたコンピュータプログラムを実行し、そのコンピュータプログラムに従って機能することにより実現される機能ブロックである。制御部230の動作の詳細は後述される。

[0053] この無線通信システムで使用されるセルレンジエクспанション（CRE）を説明する。移動端末300の各々の受信品質測定部334は、電波の受信品質として、その移動端末300が接続されている所望無線基地局から受信する電波の受信電力（例えば、参照信号受信電力。Reference Signal Received Power, RSRP）と、その移動端末300が接続されていない無線基地局から受信する電波の受信電力（例えば、参照信号受信電力）を測定する。ヘテロジーニアスネットワークにおいては、受信品質測定部334は、マクロ基地局100から受信した電波の受信電力とピコ基地局200から受信した電波の受信電力を測定する。マクロ基地局100が所望無線基地局か否

かを問わず、マクロ基地局 100 からの電波の受信電力値を第 1 受信電力値 R_1 とし、ピコ基地局 200 が所望無線基地局か否かを問わず、ピコ基地局 200 からの電波の受信電力値を第 2 受信電力値 R_2 とする。

[0054] 移動端末 300 の各々の受信品質補正部 336 は、ピコ基地局 200 からの電波の第 2 受信電力値 R_2 を所定のオフセット値（バイアス値） α を用いて増加させる。例えば、 R_2 に α を単純に加算してもよいし、 R_2 に α をデシベルで加算してもよい。いずれにせよ、この処理により、ピコ基地局 200 からの電波の受信品質が見かけの上で向上させられる。このように補正された第 2 受信電力値 R_2 を補正された第 2 受信電力値 ($R_2 + \alpha$) と呼ぶ。オフセット値 α は例えば移動端末 300 の図示しない記憶部に記憶されている。

[0055] 移動端末 300 の受信品質報告部 338 は、第 1 受信電力値 R_1 と、補正された第 2 受信電力値 ($R_2 + \alpha$) とを含む受信電力結果報告を示す信号を、無線通信部 310 を介して所望無線基地局（マクロ基地局 100 またはピコ基地局 200）に送信する。

[0056] 移動端末 300 の所望無線基地局がマクロ基地局 100 である場合、受信電力結果報告を示す信号は、マクロ基地局 100 の無線通信部 110 で受信される。マクロ基地局 100 の接続先選択部 138 は、各移動端末 300 の受信電力結果報告に基づいて、その移動端末 300 が接続すべき無線基地局を選択する。この時、接続先選択部 138 は、最も高い受信電力を示す受信電力値（すなわち、最も良好な受信品質を示す受信品質値）に対応する無線基地局をその移動端末 300 が接続すべき無線基地局として選択する。具体的には、ある移動端末 300 について、第 1 受信電力値 R_1 が補正された第 2 受信電力値 ($R_2 + \alpha$) より大きい場合には、接続先選択部 138 は、マクロ基地局 100 を移動端末 300 の接続先として選択する。ある移動端末 300 について、第 1 受信電力値 R_1 よりも補正された第 2 受信電力値 ($R_2 + \alpha$) が大きい場合には、接続先選択部 138 は、ピコ基地局 200 を移動端末 300 の接続先として選択する。

- [0057] 接続先選択部138は、選択した無線接続先を示す接続先セル情報をマクロ基地局100に接続されている移動端末300に通知する。また、接続先選択部138は、移動端末300の接続先が変更されるべき場合には、基地局間通信部120を介して、関連する無線基地局（例えばピコ基地局200または周辺にある他のマクロ基地局100）に移動端末300の接続先が変更されることを通知する。
- [0058] 移動端末300の所望無線基地局がピコ基地局200である場合、受信電力結果報告を示す信号は、ピコ基地局200の無線通信部210で受信される。ピコ基地局200の接続先選択部238は、各移動端末300の受信電力結果報告に基づいて、その移動端末300が接続すべき無線基地局を選択する。この時、接続先選択部238は、最も高い受信電力を示す受信電力値（すなわち、最も良好な受信品質を示す受信品質値）に対応する無線基地局をその移動端末300が接続すべき無線基地局として選択する。その選択の手法は、マクロ基地局100の接続先選択部138が行う手法と同じである。
- [0059] 接続先選択部238は、選択した無線接続先を示す接続先セル情報をピコ基地局200に接続されている移動端末300に通知する。また、接続先選択部238は、移動端末300の接続先が変更されるべき場合には、基地局間通信部120を介して、関連する無線基地局（例えばマクロ基地局100または周辺にある他のマクロ基地局100）に移動端末300の接続先が変更されることを通知する。
- [0060] 移動端末300の無線通信部310は接続先セル情報を受信する。接続先セル情報が既に移動端末300が接続されている無線基地局を示す場合には、移動端末300はその接続を維持する。他方、接続先セル情報が他の無線基地局を示す場合には、移動端末300はその無線基地局への接続動作を実行する。例えば、移動端末300がマクロ基地局100に接続している場合において、ピコ基地局200を接続先として指定する接続先セル情報を移動端末300が受信すると、移動端末300は、指定されたピコ基地局200

へと移動端末300自身を接続（オフロード）させる。

[0061] 上記のように、ピコ基地局200からの電波の受信電力値 R_2 がオフセット値 α で補正される結果、ピコ基地局200からの電波の受信品質が見かけの上で向上させられる。このため、ピコセル C_p の半径ひいては範囲が拡張させられ、その分、マクロ基地局100の処理負担が軽減される。

[0062] この無線通信システムで使用されるeICICを説明する。マクロ基地局100は、そのマクロセル C_m 内にあるピコ基地局200で使用されるリソース（周波数および時間で特定される）と同じリソースを使用して移動端末300へ無線送信を行うことが可能であるとともに、それらのピコ基地局200とeICIC（拡張されたセル間干渉制御）のために協調するように構成されている。

[0063] 図5は、無線通信システムの各通信要素間で送受信される無線フレームFのフォーマットを示す図である。無線フレームFは、各通信要素（マクロ基地局100、ピコ基地局200、移動端末300）が送信する無線信号の送信単位であり、所定の時間長（例えば、10ミリ秒）および所定の帯域幅を占める。無線フレームFが連続的に送信されることにより一連の無線信号が構成される。

[0064] 無線フレームFは複数のサブフレームSFを含む。サブフレームSFは、無線フレームFよりも短い時間長（例えば、1ミリ秒）を占める送信単位であり、1つの無線フレームF内において0番（#0）から昇順にナンバリングされ得る。

[0065] 図6は、時間領域ベースのeICICの概略を示す図である。eICICの説明のため、マクロ基地局100およびそのマクロ基地局100が形成するマクロセル C_m 内にピコセル C_p を形成するピコ基地局200が、同一の無線フレームタイミングおよび同一の周波数帯域を使用して無線信号（無線フレームF）を送信することを想定する。ここで、「同一の無線フレームタイミングで無線信号が送信される」とは、マクロ基地局100が送信する無線フレームFの送信開始時刻とピコ基地局200が送信する無線フレームFの送信開始

時刻とが同時であることを意味する。すなわち、マクロ基地局100の無線通信部110とピコ基地局200の無線通信部210は、同期して無線通信を実行し得る。

[0066] マクロ基地局100からの無線信号およびピコ基地局200からの無線信号は同一の周波数帯域にて送信されるから、相互に干渉し合う。特に、マクロ基地局100の送信電力はピコ基地局200の送信電力よりも大きいので、ピコ基地局200からの無線信号に対するマクロ基地局100からの無線信号の干渉は顕著に大きい。したがって、双方の無線信号が常に送信され続けると、ピコ基地局200からの無線信号をピコ基地局200を所望基地局とする移動端末300が受信することが困難である。

[0067] そこで、時間領域ベースのeICICでは、図6に示すように、ピコ基地局200が継続的に下りリンク送信を実行する一方、マクロ基地局100は間欠的に下りリンク送信を実行する。例えば、図6に示すように、マクロ基地局100は、1サブフレームSFごとに無線信号の送信実行と送信停止とを切り替える。マクロ基地局100による干渉からピコ基地局200の無線信号が守られる（プロテクトされる）ことから、マクロ基地局100が無線信号の送信を停止するサブフレームSFをプロテクトドサブフレーム（Protected Subframe）PSFと称し、逆に、マクロ基地局100が無線信号の送信を実行するサブフレームSFをノンプロテクトドサブフレーム（Non-Protected Subframe）NSFと称する。

[0068] マクロ基地局100の無線通信部110が無線信号を送信しないプロテクトドサブフレームPSFでは、ピコ基地局200の無線通信部210のみが無線信号を送信する。したがって、プロテクトドサブフレームPSFにおいては、ピコ基地局200からの無線信号がマクロ基地局100からの無線信号による干渉を受けないから、ピコ基地局200が形成するピコセルCpに在圏する移動端末300が、ピコ基地局200からの無線信号をより品質良く受信することが可能となる。

[0069] 図6において、プロテクトドサブフレームPSFとノンプロテクトドサブ

フレームNSFが交互に出現するが、プロテクテッドサブフレームPSFとノンプロテクテッドサブフレームNSFの出現パターンは図6に例示されるもの
に限定されない。むしろ、図7および図8に示すように、プロテクテッドサブ
フレームPSFとノンプロテクテッドサブフレームNSFの出現パターンは、
変更することができる。この出現パターンは、LTEにおいて、ABS (Almost
Blank Subframe) パターンと呼ばれている (例えば、3GPP TS 36.300 V10.5
.0、3GPP TS 36.423 V11.0.0)。ABSパターンは、マクロ基地局100の
無線通信部110が無線送信を実行すべきノンプロテクテッドサブフレームN
SF (第1のリソース) と、マクロ基地局100の無線通信部110が無線
送信を停止すべきプロテクテッドサブフレームPSF (第2のリソース) の両
方を含む、マクロ基地局100とピコ基地局200が使用可能な全サブフレ
ーム (全リソース) における、プロテクテッドサブフレームPSF (第2のリ
ソース) の出現パターンとみなすことができる。

[0070] 図7に示すABSパターンでは、8サブフレームの周期内に1つのプロテ
クテッドサブフレームPSFが出現する。換言すれば、8つのサブフレームの
うち1つのサブフレームがプロテクテッドサブフレームPSFである。このA
BSパターンに関しては、マクロ基地局100の無線通信部110が無線送
信を実行すべきノンプロテクテッドサブフレームNSF (第1のリソース) の
数と、マクロ基地局100の無線通信部110が無線送信を停止すべきプロ
テクテッドサブフレームPSF (第2のリソース) の数の合計数に対するプロ
テクテッドサブフレームPSF (第2のリソース) の比率は $1/8$ である。以
下、このABSパターンを比率 $1/8$ のABSパターンと呼ぶ。

[0071] 図8に示すABSパターンでは、8サブフレームの周期内に3つのプロテ
クテッドサブフレームPSFが出現する。換言すれば、8つのサブフレームの
うち3つのサブフレームがプロテクテッドサブフレームPSFである。このA
BSパターンに関しては、マクロ基地局100の無線通信部110が無線送
信を実行すべきノンプロテクテッドサブフレームNSF (第1のリソース) の
数と、マクロ基地局100の無線通信部110が無線送信を停止すべきプロ

テクテドサブフレームPSF（第2のリソース）の数の合計数に対するプロテクテドサブフレームPSF（第2のリソース）の比率は $3/8$ である。以下、このABSパターンを比率 $3/8$ のABSパターンと呼ぶ。同様に、8つのサブフレームのうち n のサブフレームがプロテクテドサブフレームPSFであるABSパターンを $n/8$ のABSパターンと呼ぶ（ n は正の整数である）。

[0072] この実施の形態は時間領域ベースのeICICに基づいており、マクロ基地局100のリソース設定部134は、後述するパラメータに基づいて、ABSパターンを設定する。換言すれば、リソース設定部134は、所定の時間長および所定の周波数帯域幅を占める単位リソース（無線フレームF）に対する、マクロ基地局100の無線通信部110が無線通信を停止すべき第2のリソース（プロテクテドサブフレームPSF）の比率を設定する。さらに換言すれば、リソース設定部134は、マクロ基地局100の無線通信部110が無線送信を実行すべきノンプロテクテドサブフレームNSF（第1のリソース）の数と、マクロ基地局100の無線通信部110が無線送信を停止すべきプロテクテドサブフレームPSF（第2のリソース）の数の合計数に対するプロテクテドサブフレームPSF（第2のリソース）の比率を設定する。

[0073] リソース設定部134は、ABSパターンすなわち上記の比率を設定すると、このABSパターンに基づいてリソース配分情報ALを生成する。リソース配分情報ALは、ABSパターンを示す情報（プロテクテドサブフレームPSFの個数および配置を示す情報）である。リソース設定部134は、リソース配分情報ALを通信制御部136に供給する。通信制御部136は、リソース配分情報ALに基づいて無線通信部110を制御する。すなわち、無線通信部110は、リソース設定部134が設定したノンプロテクテドサブフレームNSFにおいて無線通信を実行し、リソース設定部134が設定したプロテクテドサブフレームPSFにおいて無線通信を停止するように無線通信部110を制御する。

[0074] 他方、ピコ基地局200の制御部230は、例えばプロポーショナルフェアネスアルゴリズム (proportional fairness algorithm) に従って、ピコ基地局200と接続する移動端末300への下りリンクのリソース配分、すなわちスケジューリングを行う。プロポーショナルフェアネス型のスケジューラを使用することにより、結果的に、ピコセルC_pの中央にある移動端末300 (CREによるピコセルC_pの拡大がなくてもピコ基地局200に接続する移動端末300) への無線通信には、主にノンプロテクテッドサブフレームNSFが使用されることになり、ピコセルC_pの端部にある移動端末300 (CREによるピコセルC_pの拡大によりピコ基地局200に接続する移動端末300) への無線通信には、主にプロテクテッドサブフレームPSFが使用されることになる。

[0075] あるいは、マクロ基地局100のリソース設定部134は、リソース配分情報ALを基地局間通信部120によってピコ基地局200に送信してもよく、ピコ基地局200の基地局間通信部220はリソース配分情報ALを受信し、ピコ基地局200の制御部230は、リソース配分情報に基づいて、移動端末300へのリソース配分を行ってもよい。例えば、ピコセルC_pの中央にある移動端末300 (CREによるピコセルC_pの拡大がなくてもピコ基地局200に接続する移動端末300) への無線通信には、主にノンプロテクテッドサブフレームNSFを使用するように、制御部230は無線通信部210を制御してもよい。ピコセルC_pの端部にある移動端末300 (CREによるピコセルC_pの拡大によりピコ基地局200に接続する移動端末300) への無線通信には、プロテクテッドサブフレームPSFを使用するように、制御部230は無線通信部210を制御してもよい。移動端末300とピコ基地局200の距離の指標としては、ピコ基地局200が移動端末300から受信する受信電力結果報告に示される補正された第2受信電力値 ($R_2 + \alpha$) または第2受信電力値 R_2 が使用されうる。制御部230は、例えば第2受信電力値 R_2 が閾値より低い移動端末300への無線通信には、プロテクテッドサブフレームPSFを使用するように無線通信部210を制御

してもよい。制御部230は、例えば第2受信電力値R2がその閾値より高い移動端末300への無線通信には、ノンプロテクテッドサブフレームNSFを使用するように無線通信部210を制御してもよい。

[0076] 図9は、プロテクテッドサブフレームPSFとノンプロテクテッドサブフレームNSFの用途を示す。上記のように、ノンプロテクテッドサブフレームNSFではマクロ基地局100からの無線信号は停止し、プロテクテッドサブフレームPSFではマクロ基地局100から無線信号が送信される。ノンプロテクテッドサブフレームNSFではピコ基地局200は、主にピコセルCpの中央にある移動端末300(CREによるピコセルCpの拡大がなくてもピコ基地局200に接続する移動端末300)に無線送信し、プロテクテッドサブフレームPSFではピコ基地局200は主にピコセルCpの端部にある移動端末300(CREによるピコセルCpの拡大によりピコ基地局200に接続する移動端末300)に無線送信することになる。

[0077] eICICでは、マクロ基地局で利用可能なリソースが制限される。マクロ基地局100を多くの移動端末300が利用し、ピコ基地局200を少ない移動端末300が利用する場合に、マクロ基地局100で利用不可能な第2のリソース(プロテクテッドサブフレームPSF)の量を大きく設定することは望ましくはない。他方、ピコ基地局200を多くの移動端末300が利用し、マクロ基地局100を少ない移動端末300が利用する場合に、マクロ基地局100で利用可能な第1のリソース(ノンプロテクテッドサブフレームNSF)の量を大きく設定することは望ましくはない。

[0078] そこで、マクロ基地局100のリソース設定部134は、マクロセル(第1のセル)Cmに存在してマクロ基地局100またはピコ基地局200に実際に接続する移動端末300の総数に対する、CREが適用されなければピコ基地局200と接続せずにマクロ基地局100に接続するであろうがCREが適用されることによりピコ基地局200に実際に接続する移動端末300の数の割合である第1の割合($P_p(\alpha) - P_p(0)$)、およびマクロセル(第1のセル)Cmに存在してマクロ基地局100またはピコ基地局200に

実際に接続する移動端末300の総数に対する、CREが適用される時にマクロ基地局100と実際に接続する移動端末300の数の割合である第2の割合 $P_m(\alpha)$ に基づいて、第1の割合 $(P_p(\alpha) - P_p(0))$ に対する第2の割合 $P_m(\alpha)$ が大きいほど、ノンプロテクテッドサブフレームNSFの数とプロテクテッドサブフレームPSFの数の合計数に対するプロテクテッドサブフレームPSFの数の比率Rを小さく設定する。

[0079] 具体的な比率の設定の例を説明する。マクロ基地局10のリソース設定部134は、式(1)に従って、当該マクロ基地局100における、ノンプロテクテッドサブフレームNSFの数とプロテクテッドサブフレームPSFの数の合計数に対するプロテクテッドサブフレームPSFの暫定比率rを計算する。

[数1]

$$r = \frac{\beta (P_p(\alpha) - P_p(0)) / N_{p/m}}{P_m(\alpha) + \beta (P_p(\alpha) - P_p(0)) / N_{p/m}} \quad \dots (1)$$

[0080] 式(1)において、各パラメータの意味は以下の通りである。

$P_p(\alpha)$: マクロセルCmに存在してマクロ基地局100またはピコ基地局200に実際に接続する移動端末300の総数に対する、CREのオフセット値が α dBの場合にマクロセルCmにあるすべてのピコ基地局200に実際に接続するユーザ装置300の割合 (つまり、マクロセルCmに存在してマクロ基地局100またはピコ基地局200に実際に接続する移動端末300の総数に対する、CREが適用される時にマクロセルCmにあるすべてのピコ基地局200と実際に接続する移動端末300の数の割合)。

$P_p(0)$: マクロセルCmに存在してマクロ基地局100またはピコ基地局200に実際に接続する移動端末300の総数に対する、CREのオフセット値が0 dBの場合にマクロセルCmにあるすべてのピコ基地局200に接続するユーザ装置300の割合 (つまり、マクロセルCmに存在してマクロ基地局100またはピコ基地局200に実際に接続する移動端末300の総

数に対する、CREが適用されない時にマクロセルC_mにあるすべてのピコ基地局200と接続する移動端末300の数の割合)。

$P_m(\alpha)$: マクロセルC_mに存在してマクロ基地局100またはピコ基地局200に実際に接続する移動端末300の総数に対する、CREのオフセット値が α dBの場合にマクロ基地局100に実際に接続するユーザ装置300の割合 (つまり、マクロセルC_mに存在してマクロ基地局100またはピコ基地局200に実際に接続する移動端末300の総数に対する、CREが適用される時にマクロ基地局100と実際に接続する移動端末300の数の割合)。

$N_{p/m}$: 1マクロ基地局100内のピコ基地局200の数。

β : 補正係数。

[0081] CREが適用されている限り、割合 $P_p(\alpha)$ は、マクロセルC_mに存在してマクロ基地局100またはピコ基地局200に実際に接続する移動端末300の総数に対する、ピコ基地局200に実際に接続するすべての移動端末300の数の割合である。マクロ基地局100の制御部130は、当該マクロ基地局100に実際に接続する移動端末300の数 $N_m(\alpha)$ を認識する。すなわち、マクロ基地局100の制御部130は、数 $N_m(\alpha)$ をカウントするカウント部として機能する。また、各ピコ基地局200の制御部230は、当該ピコ基地局200に実際に接続する移動端末300の数 $N_{p_i}(\alpha)$ を認識する。すなわち、各ピコ基地局200の制御部230は、数 $N_{p_i}(\alpha)$ をカウントするカウント部として機能する。各ピコ基地局200の制御部230は、数 $N_{p_i}(\alpha)$ をマクロ基地局100の制御部130に報告する。制御部130は、式(2)に従って、割合 $P_p(\alpha)$ を計算する割合計算部として機能する。数 $N_{p_i}(\alpha)$ の総和を求める理由は、マクロ基地局100のピコセルC_pに複数のピコ基地局200が存在しうるためである。

[数2]

$$P_p(\alpha) = \frac{\sum_{i=1}^{N_{p/m}} N_{pi}(\alpha)}{N_m(\alpha) + \sum_{i=1}^{N_{p/m}} N_{pi}(\alpha)} \quad \dots (2)$$

[0082] 割合 $P_p(0)$ は、マクロセル C_m に存在してマクロ基地局 100 またはピコ基地局 200 に実際に接続する移動端末 300 の総数に対する、ピコセル C_p の中央に実際にある移動端末 300 (CRE によるピコセル C_p の拡大がなくてもピコ基地局 200 に接続する移動端末 300) の数の割合である。ピコ基地局 200 の制御部 230 は、第 2 受信電力値 R_2 と閾値の比較によって、ピコセル C_p の中央に実際にある移動端末 300 を、ピコセル C_p の端部に実際にある移動端末 300 から識別することができる。より具体的には、ピコセル C_p の中央に実際にある移動端末 300 とは、第 2 受信電力値 R_2 が閾値より高い移動端末 300 であり、ピコセル C_p の端部に実際にある移動端末 300 とは、第 2 受信電力値 R_2 が閾値より低い移動端末 300 である。各ピコ基地局 200 の制御部 230 は、第 2 受信電力値 R_2 を閾値と比較して、第 2 受信電力値 R_2 が閾値より高い移動端末 300 と、第 2 受信電力値 R_2 が閾値より低い移動端末 300 とを区別する移動端末分類部として機能する。また、各ピコ基地局 200 の制御部 230 は、そのピコ基地局 200 のピコセル C_p の中央に実際にある移動端末 300 の数 $N_{pi}(0)$ をカウントするカウント部として機能し、数 $N_{pi}(0)$ をマクロ基地局 100 の制御部 130 に報告する。制御部 130 は、式 (3) に従って、割合 $P_p(0)$ を計算する割合計算部として機能する。

[数3]

$$P_p(0) = \frac{\sum_{i=1}^{N_{p/m}} N_{pi}(0)}{N_m(\alpha) + \sum_{i=1}^{N_{p/m}} N_{pi}(\alpha)} \quad \dots (3)$$

[0083] 第1の割合 ($P_p(\alpha) - P_p(0)$) は、割合 $P_p(\alpha)$ と $P_p(0)$ から計算することができる。制御部130は、このように第1の割合 ($P_p(\alpha) - P_p(0)$) を計算する割合計算部として機能する。

[0084] 但し、次のように、第1の割合 ($P_p(\alpha) - P_p(0)$) を計算してもよい。第1の割合 ($P_p(\alpha) - P_p(0)$) は、マクロセル C_m に存在してマクロ基地局100またはピコ基地局200に実際に接続する移動端末300の総数に対する、ピコセル C_p の端部に実際にある移動端末300 (CREが適用されなければピコ基地局200と接続せずにマクロ基地局100に接続するであろうが、CREの適用によるピコセル C_p の拡大によりピコ基地局200に接続する移動端末300) の数の割合である。ピコ基地局200の制御部230は、第2受信電力値 R_2 と閾値の比較によって、ピコセル C_p の端部にある移動端末300を、ピコセル C_p の中央にある移動端末300から識別することができる。より具体的には、ピコセル C_p の中央に実際にある移動端末300とは、第2受信電力値 R_2 が閾値より高い移動端末300であり、ピコセル C_p の端部に実際にある移動端末300とは、第2受信電力値 R_2 が閾値より低い移動端末300である。各ピコ基地局200の制御部230は、第2受信電力値 R_2 を閾値と比較して、第2受信電力値 R_2 が閾値より高い移動端末300と、第2受信電力値 R_2 が閾値より低い移動端末300とを区別する移動端末分類部として機能する。また、各ピコ基地局200の制御部230は、そのピコ基地局200のピコセル C_p の端部に実際にある移動端末300の数 $N_{p,pi}$ をカウントするカウント部として機能し、数 $N_{p,pi}$ をマクロ基地局100の制御部130に報告してもよい。制御部130は

、式（４）に従って、第１の割合（ $P_p(\alpha) - P_p(0)$ ）を計算する割合計算部として機能してもよい。

[数4]

$$P_p(\alpha) - P_p(0) = \frac{\sum_{i=1}^{N_{p/m}} N_{ppi}}{N_m(\alpha) + \sum_{i=1}^{N_{p/m}} N_{pi}(\alpha)} \quad \dots (4)$$

[0085] CREが適用されている限り、第２の割合 $P_m(\alpha)$ は、マクロセル C_m に存在してマクロ基地局１００またはピコ基地局２００に実際に接続する移動端末３００の総数に対する、マクロ基地局１００に実際に接続するすべての移動端末３００の数の割合である。制御部１３０は、式（５）に従って、第２の割合 $P_m(\alpha)$ を計算する割合計算部として機能してもよい。

[数5]

$$P_m(\alpha) = \frac{N_m(\alpha)}{N_m(\alpha) + \sum_{i=1}^{N_{p/m}} N_{pi}(\alpha)} \quad \dots (5)$$

[0086] 式（１）のパラメータである、第１の割合（ $P_p(\alpha) - P_p(0)$ ）および第２の割合 $P_m(\alpha)$ はこのようにして計算される。残りのパラメータ $N_{p/m}$ および β は定数であるので、リソース設定部１３４は、式（１）に従って、暫定比率 r を計算することができる。

[0087] 式（１）において、暫定比率 r は連続値となりうるが、実際のプロテクテッドサブフレームPSFの割合は離散値（上記の例では、 $0/8$ 、 $1/8$ 、 $2/8$ 、 $3/8$ 、 \dots ）である。そこで、リソース設定部１３４は、床関数を用いた式（６）に従って、ノンプロテクテッドサブフレームNSFの数とプロテクテッドサブフレームPSFの数の合計数に対するプロテクテッドサブフレームPSFの数の比率 R （離散値）を計算する。

[数6]

$$R = \frac{\lfloor L \cdot r \rfloor}{L} \quad \dots (6)$$

[0088] 代わりに、リソース設定部134は、天井関数を用いた式(7)に従って、ノンプロテクテッドサブフレームNSFの数とプロテクテッドサブフレームPSFの数の合計数に対するプロテクテッドサブフレームPSFの数の比率R(離散値)を計算してもよい。

[数7]

$$R = \frac{\lceil L \cdot r \rceil}{L} \quad \dots (7)$$

[0089] 式(6)および式(7)において、LはABSパターンの周期を表している(上記の例では8である)。このようにして、リソース設定部134は、ノンプロテクテッドサブフレームNSFの数とプロテクテッドサブフレームPSFの数の合計数に対するプロテクテッドサブフレームPSFの数の比率R(離散値、上記の例では0/8, 1/8, 2/8, 3/8, ...)を計算することができ、比率Rに対応するABSパターンを設定する。

[0090] 図9を再度参照し、上記の式(1)の技術的意義を説明する。図9から明らかのように、ノンプロテクテッドサブフレームNSFは、マクロ基地局100から無線信号が送信される期間である。プロテクテッドサブフレームPSFは、CREが適用されなければピコ基地局200と接続せずにマクロ基地局100に接続するであろうがCREが適用されることによりピコ基地局200に実際に接続する移動端末300(ピコセルCpの端部に実際にある移動端末300)に主に向けてピコ基地局200から無線信号が送信される期間である。接続先選択部138が設定すべき比率Rは、ノンプロテクテッドサブフレームNSFの数とプロテクテッドサブフレームPSFの数の合計数に対す

るプロテクテッドサブフレームP S Fの比率である。

[0091] 上記のように、第2の割合 $P_m(\alpha)$ は、マクロセル C_m に存在してマクロ基地局100またはピコ基地局200に実際に接続する移動端末300の総数に対する、CREが適用される時にマクロ基地局100と実際に接続する移動端末300の数の割合である。第2の割合 $P_m(\alpha)$ は、ノンプロテクテッドサブフレームN S Fに対応すると考えることができる。第1の割合 $(P_p(\alpha) - P_p(0))$ は、マクロセル C_m に存在してマクロ基地局100またはピコ基地局200に実際に接続する移動端末300の総数に対する、ピコセル C_p の端部に実際にある移動端末300 (CREが適用されなければピコ基地局200と接続せずにマクロ基地局100に接続するであろうが、CREの適用によるピコセル C_p の拡大によりピコ基地局200に接続する移動端末300)の数の割合である。第1の割合 $(P_p(\alpha) - P_p(0))$ は、プロテクテッドサブフレームP S Fに対応すると考えることができる。

[0092] したがって、暫定比率 r は、式(8)に従って計算することが好ましい。

[数8]

$$r = \frac{(P_p(\alpha) - P_p(0))}{P_m(\alpha) + (P_p(\alpha) - P_p(0))} \quad \dots (8)$$

[0093] 換言すれば、式(1)の補正係数 β は単純には、 $N_{p/m}$ と等しいことが好ましい。

[0094] 但し、各ピコ基地局200の配置、各ピコ基地局200の周囲の電波の伝播環境、その他の要因に応じて、より適切な補正係数 β を決定することができる。以上の考慮の結果、作成された好ましい式が式(1)である。

[0095] 式(1)によれば、第1の割合 $(P_p(\alpha) - P_p(0))$ に対する第2の割合 $P_m(\alpha)$ が大きいほど、ノンプロテクテッドサブフレームN S Fの数とプロテクテッドサブフレームP S Fの数の合計数に対するプロテクテッドサブフレームP S Fの数の比率 R を小さく設定することができる。要するに、ピコ基地局200の端部に存在してプロテクテッドサブフレームP S Fを利用する移動端末

300が少なく、マクロ基地局100を利用する移動端末300が多い場合には、マクロ基地局100で利用不可能な第2のリソース（プロテクテッドサブフレームPSF）の量を小さく設定しマクロ基地局100で利用可能な第1のリソース（ノンプロテクテッドサブフレームNSF）の量を大きく設定することができる。他方、ピコ基地局200の端部に存在してプロテクテッドサブフレームPSFを利用する移動端末300が多く、マクロ基地局100を利用する移動端末300が少ない場合には、マクロ基地局100で利用不可能な第2のリソース（プロテクテッドサブフレームPSF）の量を大きく設定しマクロ基地局100で利用可能な第1のリソース（ノンプロテクテッドサブフレームNSF）の量を小さく設定することができる。したがって、実際の無線基地局100、200の使用状況に応じて、マクロ基地局100で利用可能なリソースの量を適切に制御することができる。移動端末300の観点から見ると、マクロ基地局100に接続する移動端末300とピコ基地局200に接続する移動端末300へのリソース割り当ての公平性が改善され、いずれの無線基地局に接続するかによってスループットが悪化することを回避することができる。

[0096] この実施の形態においては、マクロ基地局100は、そのマクロ基地局100のマクロセルC_m全体に存在しマクロ基地局100と接続する移動端末300の数と、マクロセルC_m全体にあるピコ基地局200に接続する移動端末300の数に基づいて、マクロセルC_mで利用されるABSパターンを設定する。しかし、マクロ基地局100は、そのマクロ基地局100のマクロセルC_mの1つのセクタに存在しマクロ基地局100と接続する移動端末300の数と、そのセクタにあるピコ基地局200に接続する移動端末300の数に基づいて、そのセクタで利用されるABSパターンを設定してもよい。つまり、マクロ基地局100は、マクロセルC_mを構成する各セクタごとに最適なABSパターンを設定してもよい。

[0097] 第2の実施の形態

次に本発明の第2の実施の形態を説明する。第2の実施の形態は、上記の

第1の実施の形態と、マクロ基地局100のリソース設定部134による比率Rの設定の手法が異なる。第2の実施の形態において、マクロ基地局100、ピコ基地局200、および移動端末300の構成は、第1の実施の形態のそれらと同じでよい。第1の実施の形態と共通する特徴については詳細には説明しない。

[0098] 第2の実施の形態のマクロ基地局100のリソース設定部134は、CREが適用されなければピコ基地局200と接続せずにマクロ基地局100に接続するであろうがCREが適用されることによりピコ基地局200に実際に接続する移動端末300の数である第1の数 $(N_p(\alpha) - N_p(0))$ 、およびCREが適用される時にマクロ基地局100と実際に接続する移動端末300の数である第2の数 $N_m(\alpha)$ に基づいて、第1の数 $(N_p(\alpha) - N_p(0))$ に対する第2の数 $N_m(\alpha)$ が大きいほど、ノンプロテクテッドサブフレームNSFの数とプロテクテッドサブフレームPSFの数の合計数に対するプロテクテッドサブフレームPSFの数の比率Rを小さく設定する。

[0099] 具体的な比率の設定の例を説明する。マクロ基地局100のリソース設定部134は、式(9)に従って、当該マクロ基地局100における、ノンプロテクテッドサブフレームNSFの数とプロテクテッドサブフレームPSFの数の合計数に対するプロテクテッドサブフレームPSFの暫定比率rを計算する。

[数9]

$$r = \frac{\beta(N_p(\alpha) - N_p(0)) / N_{p/m}}{N_m(\alpha) + \beta(N_p(\alpha) - N_p(0)) / N_{p/m}} \quad \dots (9)$$

[0100] 式(9)において、各パラメータの意味は以下の通りである。

$N_p(\alpha)$: CREのオフセット値が α dBの場合にマクロ基地局100のマクロセル C_m にあるすべてのピコ基地局200に実際に接続するユーザ装置300の数(つまり、CREが適用される時にマクロセル C_m にあるすべてのピコ基地局200と実際に接続する移動端末300の数)。

$N_p(0)$: CRE のオフセット値が 0 dB の場合にマクロ基地局 100 のマクロセル C_m にあるすべてのピコ基地局 200 に接続するユーザ装置 300 の数 (つまり、CRE が適用されない時にマクロセル C_m にあるすべてのピコ基地局 200 と接続する移動端末 300 の数)。

$N_m(\alpha)$: CRE のオフセット値が α dB の場合にマクロ基地局 100 に実際に接続するユーザ装置 300 の数 (つまり、CRE が適用される時にマクロ基地局 100 と実際に接続する移動端末 300 の数)。

$N_{p/m}$: 1 マクロ基地局 100 内のピコ基地局 200 の数。

β : 補正係数。

[0101] CRE が適用されている限り、第 2 の数 $N_m(\alpha)$ は、マクロ基地局 100 に実際に接続するすべての移動端末 300 の数である。マクロ基地局 100 の制御部 130 は、当該マクロ基地局 100 に実際に接続する移動端末 300 の数 $N_m(\alpha)$ を認識する。すなわち、マクロ基地局 100 の制御部 130 は、数 $N_m(\alpha)$ をカウントするカウント部として機能する。

[0102] CRE が適用されている限り、数 $N_p(\alpha)$ は、ピコ基地局 200 に実際に接続するすべての移動端末 300 の数である。各ピコ基地局 200 の制御部 230 は、当該ピコ基地局 200 に実際に接続する移動端末 300 の数 $N_{pi}(\alpha)$ を認識する。すなわち、各ピコ基地局 200 の制御部 230 は、数 $N_{pi}(\alpha)$ をカウントするカウント部として機能する。各ピコ基地局 200 の制御部 230 は、数 $N_{pi}(\alpha)$ をマクロ基地局 100 の制御部 130 に報告する。制御部 130 は、式 (10) に従って、数 $N_p(\alpha)$ を計算する数計算部として機能する。

[数10]

$$N_p(\alpha) = \sum_{i=1}^{N_{p/m}} N_{pi}(\alpha) \quad \dots (10)$$

[0103] 数 $N_p(0)$ は、ピコセル C_p の中央に実際にある移動端末 300 (CRE によるピコセル C_p の拡大がなくてもピコ基地局 200 に接続する移動端末 3

00) の数である。ピコ基地局 200 の制御部 230 は、第 2 受信電力値 R_2 と閾値の比較によって、ピコセル C_p の中央に実際にある移動端末 300 を、ピコセル C_p の端部に実際にある移動端末 300 から識別することができる。より具体的には、ピコセル C_p の中央に実際にある移動端末 300 とは、第 2 受信電力値 R_2 が閾値より高い移動端末 300 であり、ピコセル C_p の端部に実際にある移動端末 300 とは、第 2 受信電力値 R_2 が閾値より低い移動端末 300 である。各ピコ基地局 200 の制御部 230 は、第 2 受信電力値 R_2 を閾値と比較して、第 2 受信電力値 R_2 が閾値より高い移動端末 300 と、第 2 受信電力値 R_2 が閾値より低い移動端末 300 とを区別する移動端末分類部として機能する。また、各ピコ基地局 200 の制御部 230 は、そのピコ基地局 200 のピコセル C_p の中央に実際にある移動端末 300 の数 $N_{p,i}(0)$ をカウントするカウント部として機能し、数 $N_{p,i}(0)$ をマクロ基地局 100 の制御部 130 に報告する。制御部 130 は、式 (11) に従って、数 $N_p(0)$ を計算する数計算部として機能する。

[数11]

$$N_p(0) = \sum_{i=1}^{N_{p/m}} N_{p,i}(0) \quad \dots (11)$$

[0104] 第 1 の数 ($N_p(\alpha) - N_p(0)$) は、数 $N_p(\alpha)$ と $N_p(0)$ から計算することができる。制御部 130 は、このように第 1 の数 ($N_p(\alpha) - N_p(0)$) を計算する数計算部として機能する。

[0105] 但し、次のように、第 1 の数 ($N_p(\alpha) - N_p(0)$) を計算してもよい。第 1 の数 ($N_p(\alpha) - N_p(0)$) は、ピコセル C_p の端部に実際にある移動端末 300 (CRE が適用されなければピコ基地局 200 と接続せずにマクロ基地局 100 に接続するであろうが、CRE の適用によるピコセル C_p の拡大によりピコ基地局 200 に接続する移動端末 300) の数である。ピコ基地局 200 の制御部 230 は、第 2 受信電力値 R_2 と閾値の比較によって、ピコセル C_p の端部に実際にある移動端末 300 を、ピコセル C_p の中央にある移動

端末300から識別することができる。より具体的には、ピコセルC_pの中央に実際にある移動端末300とは、第2受信電力値R₂が閾値より高い移動端末300であり、ピコセルC_pの端部に実際にある移動端末300とは、第2受信電力値R₂が閾値より低い移動端末300である。各ピコ基地局200の制御部230は、第2受信電力値R₂を閾値と比較して、第2受信電力値R₂が閾値より高い移動端末300と、第2受信電力値R₂が閾値より低い移動端末300とを区別する移動端末分類部として機能する。また、各ピコ基地局200の制御部230は、そのピコ基地局200のピコセルC_pの端部に実際にある移動端末300の数N_{ppi}をカウントするカウント部として機能し、数N_{ppi}をマクロ基地局100の制御部130に報告してもよい。制御部130は、式(12)に従って、第1の数(N_p(α)−N_p(0))を計算する数計算部として機能してもよい。

[数12]

$$N_p(\alpha) - N_p(0) = \sum_{i=1}^{N_{p/m}} N_{ppi} \quad \dots (12)$$

[0106] 式(9)のパラメータである、第1の数(N_p(α)−N_p(0))および第2の数N_m(α)はこのようにして計算される。残りのパラメータN_{p/m}およびβは定数であるので、リソース設定部134は、式(9)に従って、暫定比率rを計算することができる。

[0107] 式(9)において、暫定比率rは連続値となりうるが、実際のプロテクテッドサブフレームPSFの割合は離散値(上記の例では、0/8, 1/8, 2/8, 3/8, …)である。そこで、リソース設定部134は、床関数を用いた上記の式(6)に従って、ノンプロテクテッドサブフレームNSFの数とプロテクテッドサブフレームPSFの数の合計数に対するプロテクテッドサブフレームPSFの数の比率R(離散値)を計算する。代わりに、リソース設定部134は、天井関数を用いた上記の式(7)に従って、ノンプロテクテッドサブフレームNSFの数とプロテクテッドサブフレームPSFの数の合計数に

対するプロテクテッドサブフレームP S Fの数の比率R（離散値）を計算してもよい。このようにして、リソース設定部134は、ノンプロテクテッドサブフレームN S Fの数とプロテクテッドサブフレームP S Fの数の合計数に対するプロテクテッドサブフレームP S Fの数の比率R（離散値、上記の例では $0/8$, $1/8$, $2/8$, $3/8$, ...）を計算することができ、比率Rに対応するA B Sパターンを設定する。

[0108] 式(2)～(5)、(8)～(12)に鑑みて、式(9)は実は式(1)と完全に等価である。図9を再度参照し、上記の式(9)の技術的意義を説明する。図9から明らかのように、ノンプロテクテッドサブフレームN S Fは、マクロ基地局100から無線信号が送信される期間である。プロテクテッドサブフレームP S Fは、C R Eが適用されなければピコ基地局200と接続せずにマクロ基地局100に接続するであろうがC R Eが適用されることによりピコ基地局200に実際に接続する移動端末300（ピコセルC pの端部に実際にある移動端末300）に主に向けてピコ基地局200から無線信号が送信される期間である。接続先選択部138が設定すべき比率Rは、ノンプロテクテッドサブフレームN S Fの数とプロテクテッドサブフレームP S Fの数の合計数に対するプロテクテッドサブフレームP S Fの比率である。

[0109] 上記のように、第2の数 $N_m(\alpha)$ は、C R Eが適用される時にマクロ基地局100と実際に接続する移動端末300の数である。第2の数 $N_m(\alpha)$ は、ノンプロテクテッドサブフレームN S Fに対応すると考えることができる。第1の数 $(N_p(\alpha) - N_p(0))$ は、ピコセルC pの端部に実際にある移動端末300（C R Eが適用されなければピコ基地局200と接続せずにマクロ基地局100に接続するであろうが、C R Eの適用によるピコセルC pの拡大によりピコ基地局200に接続する移動端末300）の数である。第1の数 $(N_p(\alpha) - N_p(0))$ は、プロテクテッドサブフレームP S Fに対応すると考えることができる。

[0110] したがって、暫定比率rは、式(13)に従って計算することが好ましい。

[数13]

$$r = \frac{(N_p(\alpha) - N_p(0))}{N_m(\alpha) + (N_p(\alpha) - N_p(0))} \quad \dots (13)$$

[0111] 換言すれば、式（9）の補正係数 β は単純には、 $N_{p/m}$ と等しいことが好ましい。

[0112] 但し、各ピコ基地局200の配置、各ピコ基地局200の周囲の電波の伝播環境、その他の要因に応じて、より適切な補正係数 β を決定することができる。以上の考慮の結果、作成された好ましい式が式（9）である。

[0113] 式（9）によれば、第1の数 $(N_p(\alpha) - N_p(0))$ に対する第2の数 $N_m(\alpha)$ が大きいほど、ノンプロテクテッドサブフレームNSFの数とプロテクテッドサブフレームPSFの数の合計数に対するプロテクテッドサブフレームPSFの数の比率 R を小さく設定することができる。要するに、ピコ基地局200の端部に存在してプロテクテッドサブフレームPSFを利用する移動端末300が少なく、マクロ基地局100を利用する移動端末300が多い場合には、マクロ基地局100で利用不可能な第2のリソース（プロテクテッドサブフレームPSF）の量を小さく設定しマクロ基地局100で利用可能な第1のリソース（ノンプロテクテッドサブフレームNSF）の量を大きく設定することができる。他方、ピコ基地局200の端部に存在してプロテクテッドサブフレームPSFを利用する移動端末300が多く、マクロ基地局100を利用する移動端末300が少ない場合には、マクロ基地局100で利用不可能な第2のリソース（プロテクテッドサブフレームPSF）の量を大きく設定しマクロ基地局100で利用可能な第1のリソース（ノンプロテクテッドサブフレームNSF）の量を小さく設定することができる。したがって、実際の無線基地局100、200の使用状況に応じて、マクロ基地局100で利用可能なリソースの量を適切に制御することができる。移動端末300の観点から見ると、マクロ基地局100に接続する移動端末300とピコ基地局200に接続する移動端末300へのリソース割り当ての公平性が改善され、い

れの無線基地局に接続するかによってスループットが悪化することを回避することができる。

[0114] この実施の形態においては、マクロ基地局100は、そのマクロ基地局100のマクロセルCm全体に存在しマクロ基地局100と接続する移動端末300の数と、マクロセルCm全体にあるピコ基地局200に接続する移動端末300の数に基づいて、マクロセルCmで利用されるABSパターンを設定する。しかし、マクロ基地局100は、そのマクロ基地局100のマクロセルCmの1つのセクタに存在しマクロ基地局100と接続する移動端末300の数と、そのセクタにあるピコ基地局200に接続する移動端末300の数に基づいて、そのセクタで利用されるABSパターンを設定してもよい。つまり、マクロ基地局100は、マクロセルCmを構成する各セクタごとに最適なABSパターンを設定してもよい。

[0115] 第3の実施の形態

次に本発明の第3の実施の形態を説明する。第3の実施の形態は、第1の実施の形態の変形である。第3の実施の形態において、マクロ基地局100、ピコ基地局200、および移動端末300の構成は、第1の実施の形態のそれらと同じでよい。第1の実施の形態と共通する特徴については詳細には説明しない。

[0116] 第1の実施の形態の特徴に加えて、第3の実施の形態では、マクロ基地局100のリソース設定部134は、マクロ基地局100でのリソースの実際の使用率に基づいて、使用率が小さいほど、ノンプロテクテッドサブフレームNSFの数とプロテクテッドサブフレームPSFの数の合計数に対するプロテクテッドサブフレームPSFの数の比率Rを小さく設定する。

[0117] 具体的な比率の設定の例を説明する。マクロ基地局100のリソース設定部134は、式(14)に従って、当該マクロ基地局100における、ノンプロテクテッドサブフレームNSFの数とプロテクテッドサブフレームPSFの数の合計数に対するプロテクテッドサブフレームPSFの暫定比率rを計算する。

[数14]

$$r = \frac{\beta (P_p(\alpha) - P_p(0)) / N_{p/m}}{P_m(\alpha) + \beta (P_p(\alpha) - P_p(0)) / N_{p/m}} \cdot U_m \quad \dots (14)$$

[0118] 式(14)において、 U_m 以外の各パラメータの意味は式(1)に関連して上記した。第1の割合($P_p(\alpha) - P_p(0)$)および第2の割合 $P_m(\alpha)$ は、第1の実施の形態に関連して上記した手法で計算することができる。式(9)の補正係数 β は単純には、 $N_{p/m}$ と等しいことが好ましいが、各ピコ基地局200の配置、各ピコ基地局200の周囲の電波の伝播環境、その他の要因に応じて、より適切な補正係数 β を決定することができる。

[0119] パラメータ U_m は、マクロ基地局100でのリソースの実際の使用率である。上記の通り、マクロ基地局100には、マクロ基地局100に接続する移動端末300への無線送信のために、ノンプロテクテッドサブフレームNSFが割り当てられる。LTEにおいて、各サブフレームは、さらに小さい送信単位である複数のリソースエレメント(周波数および時間で特定される)に区分される。マクロ基地局100に接続する移動端末300への下りリンクの無線送信のために、マクロ基地局100は、これらのリソースエレメントを各移動端末300宛の信号に割り当てるスケジューリングを実行する。使用率 U_m は、ノンプロテクテッドサブフレームNSFを構成するすべてのリソースエレメントの数に対する、実際にマクロ基地局100において各移動端末300宛の信号に割り当てられるリソースエレメントの数の比率である。

[0120] 使用率 U_m は、瞬間的な現在の使用率でもよいし、過去に計算されたいくつかの使用率の平均値または中央値でもよいし、過去に計算されたいくつかの使用率と現在の使用率の平均値または中央値でもよい。いずれにせよ、マクロ基地局100の制御部130は、ノンプロテクテッドサブフレームNSFを構成するすべてのリソースエレメントの数に対する、実際に各移動端末300宛の信号に割り当てられるリソースエレメントの数の比率である使用率 U_m

を計算する、使用率計算部として機能する。

[0121] リソース設定部134は、式(14)に従って、暫定比率 r を計算することができる。式(14)において、暫定比率 r は連続値となりうるが、実際のプロテクテッドサブフレームPSFの割合は離散値(上記の例では、 $0/8$, $1/8$, $2/8$, $3/8$, ...)である。そこで、リソース設定部134は、床関数を用いた上記の式(6)に従って、ノンプロテクテッドサブフレームNSFの数とプロテクテッドサブフレームPSFの数の合計数に対するプロテクテッドサブフレームPSFの数の比率 R (離散値)を計算する。代わりに、リソース設定部134は、天井関数を用いた上記の式(7)に従って、ノンプロテクテッドサブフレームNSFの数とプロテクテッドサブフレームPSFの数の合計数に対するプロテクテッドサブフレームPSFの数の比率 R (離散値)を計算してもよい。このようにして、リソース設定部134は、ノンプロテクテッドサブフレームNSFの数とプロテクテッドサブフレームPSFの数の合計数に対するプロテクテッドサブフレームPSFの数の比率 R (離散値、上記の例では $0/8$, $1/8$, $2/8$, $3/8$, ...)を計算することができ、比率 R に対応するABSパターンを設定する。

[0122] したがって、マクロ基地局100でのリソースの実際の使用率 U_m が小さいほど、ノンプロテクテッドサブフレームNSFの数とプロテクテッドサブフレームPSFの数の合計数に対するプロテクテッドサブフレームPSFの数の比率 R を小さく設定することができる。このように、式(14)において、マクロ基地局100のリソース使用率 U_m を乗算している理由は、以下の通りである。

[0123] この実施の形態では、マクロ基地局100でのリソースの使用率 U_m が低い場合、あえて、プロテクテッドサブフレームPSFの比率 R を低く(マクロ基地局100で使用されるノンプロテクテッドサブフレームNSFの比率を上げる)することにより、マクロ基地局100からの下りリンクのトラヒックを早く送信することができる。マクロ基地局100からの下りリンクのトラヒックの送信終了後は、ピコ基地局200に接続する移動端末300に対して

、プロテクテッドサブフレームP S FにおいてもノンプロテクテッドサブフレームN S Fにおいてもマクロ基地局1 0 0からの電波による干渉はなくなる。つまり、A B Sパターンの各周期（上記の例では8である）においてマクロ基地局1 0 0からの下りリンクのトラヒックの送信終了後は、ピコ基地局2 0 0に接続する移動端末3 0 0にとって、ノンプロテクテッドサブフレームN S Fは、プロテクテッドサブフレームP S Fと等価であり、ピコ基地局2 0 0から移動端末3 0 0への距離に関わらず（移動端末3 0 0の第2受信電力値R 2の大小に関わらず）、ピコ基地局2 0 0はノンプロテクテッドサブフレームN S Fをどの移動端末3 0 0への無線送信にも利用することができる。結果的に、A B Sパターンの各周期において、マクロ基地局1 0 0からの下りリンクのトラヒックの送信終了後は、ピコ基地局2 0 0からの下りリンクのトラヒックを早く送信することができる（ピコ基地局2 0 0のスループットを上げることができる）。

[0124] 以上、第1の実施の形態の変形である第3の実施の形態を説明したが、同様の考え方を当て嵌めて第2の実施の形態を変形してもよい。つまり、マクロ基地局1 0のリソース設定部1 3 4は、式（1 5）に従って、当該マクロ基地局1 0 0における、ノンプロテクテッドサブフレームN S Fの数とプロテクテッドサブフレームP S Fの数の合計数に対するプロテクテッドサブフレームP S Fの暫定比率rを計算してもよい。

[数15]

$$r = \frac{\beta(N_p(\alpha) - N_p(0)) / N_{p/m}}{N_m(\alpha) + \beta(N_p(\alpha) - N_p(0)) / N_{p/m}} \cdot U_m \quad \dots (15)$$

[0125] 式（1 5）において、 U_m 以外の各パラメータの意味は式（9）に関連して上記した。第1の数（ $N_p(\alpha) - N_p(0)$ ）および第2の数 $N_m(\alpha)$ は、第2の実施の形態に関連して上記した手法で計算することができる。式（1 5）の補正係数 β は単純には、 $N_{p/m}$ と等しいことが好ましいが、各ピコ基地局2 0 0の配置、各ピコ基地局2 0 0の周囲の電波の伝播環境、その他の要因に応

じて、より適切な補正係数 β を決定することができる。

[0126] リソース設定部134は、床関数を用いた上記の式(6)または天井関数を用いた上記の式(7)に従って、ノンプロテクテッドサブフレームNSFの数とプロテクテッドサブフレームPSFの数の合計数に対するプロテクテッドサブフレームPSFの数の比率 R (離散値)を計算してよい。このようにして、マクロ基地局100のリソース設定部134は、マクロ基地局100でのリソースの使用率 U_m に基づいて、使用率 U_m が小さいほど、ノンプロテクテッドサブフレームNSFの数とプロテクテッドサブフレームPSFの数の合計数に対するプロテクテッドサブフレームPSFの数の比率 R を小さく設定することができる。

[0127] 第4の実施の形態

第1～第3の実施の形態では、マクロ基地局100のリソース設定部134が決定した比率 R およびそれに対応するABSパターンがそのまま使用される。すなわち、このABSパターンに対応するリソース配分情報ALに基づいて、マクロ基地局100の通信制御部136は無線通信部110を制御する。そのマクロ基地局100のマクロセル C_m 内にあるピコ基地局200の制御部230は、例えばプロポーショナルフェアネスアルゴリズムに従って、そのピコ基地局200と接続する移動端末300への下りリンクのリソース配分、すなわちスケジューリングを行い、無線通信部210を制御する。ピコ基地局200の制御部230は、リソース配分情報ALに基づいて、無線通信部210を制御してもよい。

[0128] しかし、以下の様々な実施の形態のように、マクロ基地局100は、そのマクロ基地局100で一旦決定された比率 R を、そのマクロ基地局100の周辺にある他のマクロ基地局100で過去に一旦決定された比率 R に基づいて補正し、補正済み比率ARに対応するABSパターンを使用してもよい。

[0129] 本発明の第4の実施の形態を説明する。第4の実施の形態および後続の実施の形態において、マクロ基地局100、ピコ基地局200、および移動端末300の構成は、第1の実施の形態のそれらと同じでよい。第1の実施の

形態と共通する特徴については詳細には説明しない。マクロ基地局100のリソース設定部134は、第1～第3の実施の形態の手法で、ノンプロテクテッドサブフレームNSFの数とプロテクテッドサブフレームPSFの数の合計数に対するプロテクテッドサブフレームPSFの数の比率Rを一旦決定し、さらに比率Rに対応するABSパターンを一旦決定する。

[0130] 図10は、本発明に係る無線通信システムでの複数のマクロ基地局100、複数のピコ基地局200および複数のマクロセルCmの配置の例を示す略図である。各マクロ基地局100が形成するマクロセルCmには、少なくとも1つのピコ基地局200が配置されている。図10では、複数のマクロセルCmが重なっていないが、当然ながらマクロセルCmは互いに重なっている。

[0131] 第4の実施の形態および後続の実施の形態において、いくつかのピコ基地局200の各々は、隣り合う2つのマクロ基地局100と通信するように構成された共通ピコ基地局（共通小電力無線基地局）であり、複数のマクロ基地局100（図10に示すマクロ基地局100₀～100₈）の各々は、複数の共通ピコ基地局200と通信するように構成されている。例えば、図10において、ピコ基地局200₀₁は、隣り合う2つのマクロ基地局100₀、100₁にとって共通ピコ基地局であり、ピコ基地局200₀₂は、隣り合う2つのマクロ基地局100₀、100₂にとって共通ピコ基地局である。

[0132] 各マクロ基地局100のリソース設定部134は所定の制御周期ごとに比率RおよびABSパターンを一旦決定する。各共通ピコ基地局200は、そのピコ基地局200を共用する隣り合う2つのマクロ基地局100（便宜的に第1のマクロ基地局100および第2のマクロ基地局100と呼ぶ）で一旦決定された比率Rのうちの最小値を選択し、選択された最小値を第1のマクロ基地局100および第2のマクロ基地局100に報告する。各マクロ基地局100は、周辺にある複数の共通ピコ基地局200のそれぞれから複数の最小値を受信する。例えば、図10において、マクロ基地局100₀は、ピコ基地局200₀₁、200₀₂だけでなく、マクロ基地局100₀、100₃の

共通ピコ基地局、マクロ基地局 100_0 、 100_4 の共通ピコ基地局、マクロ基地局 100_0 、 100_5 の共通ピコ基地局、およびマクロ基地局 100_0 、 100_6 の共通ピコ基地局から最小値を受信する。マクロ基地局 100_1 は、ピコ基地局 200_{01} だけでなく、マクロ基地局 100_1 、 100_6 の共通ピコ基地局、マクロ基地局 100_1 、 100_7 の共通ピコ基地局、マクロ基地局 100_1 、 100_8 の共通ピコ基地局、マクロ基地局 100_1 、 100_9 の共通ピコ基地局、およびマクロ基地局 100_1 、 100_2 の共通ピコ基地局から最小値を受信する。

[0133] 各マクロ基地局 100 のリソース設定部 134 は、リソース設定部 134 で現在決定された比率 R と、ピコ基地局 200 から受信された一制御周期前の複数の最小値とのうちの最小値を、そのマクロ基地局 100 の通信制御部 136 が従うべき補正済み比率として採用する。

[0134] 図 11 は、第 4 の実施の形態での無線通信システムの動作を示す。説明の便宜上、図 11 には、マクロ基地局 $100_0 \sim 100_2$ およびピコ基地局 200_{01} 、 200_{02} のみを示す。しかし、他のマクロ基地局および共通ピコ基地局も同様に動作する。図 11 に示すように、各マクロ基地局 100 のリソース設定部 134 は、比率 R およびABSパターンを一旦決定する。リソース設定部 134 は、決定したABSパターンを基地局間通信部 120 によって共通ピコ基地局に報告する。ABSパターンは比率 R に対応しているので、マクロ基地局 100 が送信するABSパターンを示す信号は、比率 R を示す信号である。

[0135] 隣り合う 2 つのマクロ基地局 100 から 2 つのABSパターンの報告を基地局間通信部 220 でそれぞれ受信すると、各共通ピコ基地局 200 の制御部（最小値選択部） 230 は、 2 つのABSパターンからコモンセットを決定する。図 12 は比率 R が $1/8$ の場合のABSパターンを示し、図 13 は比率 R が $3/8$ の場合のABSパターンを示す。プロテクテッドサブフレームPSFの比率 R がより高いABSパターンのプロテクテッドサブフレームPSFは、プロテクテッドサブフレームPSFの比率 R がより低いABSパターン

のプロテクテッドサブフレームP S Fを必ず含む。つまり比率Rが $n/8$ のA B SパターンのプロテクテッドサブフレームP S Fは、比率Rが $(n-1)/8$ の場合のA B SパターンプロテクテッドサブフレームP S Fを必ず含む。例えば、比率 $3/8$ のA B Sパターン(図13)でのプロテクテッドサブフレームP S Fは、比率 $1/8$ のA B Sパターン(図12)に出現する8サブフレーム単位の末尾のプロテクテッドサブフレームP S Fを含む。

[0136] コモンセットとは、2つのA B SパターンのうちプロテクテッドサブフレームP S Fが共通するA B Sパターンである。換言すれば、2つのA B Sパターンのうち、対応する比率Rが最小である1つのA B Sパターンである。例えば、比率Rが $1/8$ の場合のA B Sパターン(図12)と比率Rが $3/8$ の場合のA B Sパターン(図13)のコモンセットは、比率Rが $1/8$ の場合のA B Sパターンである。したがって、各共通ピコ基地局200の制御部(最小値選択部)230がコモンセットを決定または選択することは、その共通ピコ基地局200が関連する2つのマクロ基地局100のリソース設定部134で一旦決定された比率の最小値を選択することと等価である。

[0137] 図11に戻り、制御部230がコモンセットを選択すると、共通ピコ基地局200の制御部(最小値報告部)230は、基地局間通信部220によってそのピコ基地局200が関連するマクロ基地局100にコモンセット(ひいては最小値)を報告する。各マクロ基地局100の基地局間通信部(最小値受信部)120は、そのマクロ基地局100が関連する複数の共通ピコ基地局200のそれぞれから複数のコモンセット(ひいては最小値)を受信する。

[0138] 次の制御時点で、各マクロ基地局100のリソース設定部134は比率RおよびA B Sパターンを一旦決定する。すると、マクロ基地局100のリソース設定部134は、現在決定された比率Rと、基地局間通信部120で受信された複数のコモンセット(ひいては最小値)に基づいて、A B Sパターンを最終決定する。

[0139] 第4の実施の形態のA B Sパターンの最終決定において、リソース設定部

134は、そのリソース設定部134で現在決定されたABSパターンと、基地局間通信部120で受信された複数のコモンセット（現在決定されたABSパターンにとって一制御周期前のコモンセットである）のコモンセットを選択する。この選択は、そのリソース設定部134で現在決定された比率 $R(t)$ と、基地局間通信部120で受信された一制御周期前の複数の最小値 $R(t-1)$ とのうちの最小値を選択することと等価である。そして、リソース設定部134は、この最小値（リソース設定部134で選択されたコモンセット、即ちABSパターンに対応する比率 R ）をマクロ基地局100の通信制御部136が従うべき補正済み比率 AR として採用すなわち設定する。

[0140] この補正済み比率 AR に対応するABSパターンに対応するリソース配分情報 AL に基づいて、マクロ基地局100の通信制御部136は無線通信部110を制御する。そのマクロ基地局100のマクロセル C_m 内にあるピコ基地局200の制御部230は、例えばプロポーショナルフェアネスアルゴリズムに従って、そのピコ基地局200と接続する移動端末300への下りリンクのリソース配分、すなわちスケジューリングを行い、無線通信部210を制御する。ピコ基地局200の制御部200は、リソース配分情報 AL に基づいて、無線通信部210を制御してもよい。他方、リソース設定部134は、一旦決定した現在のABSパターン（現在の比率 R ）を基地局間通信部120によって共通ピコ基地局に報告する。以降、上記と同様の動作が繰り返される。

[0141] 図14を参照して、この実施の形態によるマクロ基地局100。(図10参照)で最終的に設定される補正済み比率 AR の例を説明する。マクロ基地局100で一制御周期前に一旦決定された比率 $R_0(t-1)$ が $4/8$ であると想定する。同様に、マクロ基地局100₁で一制御周期前に一旦決定された比率 $R_1(t-1)$ が $3/8$ であり、マクロ基地局100₂で一制御周期前に一旦決定された比率 $R_2(t-1)$ が $2/8$ であると想定する。比率 $R_3(t-1)$ が $3/8$ であり、比率 $R_4(t-1)$ が $2/8$ であり、比率 $R_5(t-1)$ が $3/8$ であり、比率 $R_6(t-1)$ が $2/8$ であり、比率 $R_7(t-1)$ が $3/8$ であると想定する。

1) が $3/8$ であり、比率 $R_0(t-1)$ が $3/8$ であると想定される。

[0142] マクロ基地局 100_0 には、マクロ基地局 100_0 に関連する複数の共通ピコ基地局 200 から複数のコモンセットを示す情報が送信される。これらのコモンセットは、 $2/8$ 、 $3/8$ 、 $2/8$ 、 $3/8$ 、 $3/8$ 、 $3/8$ である。これらのコモンセットのうち最小の比率 $R(t-1)$ は $2/8$ である。マクロ基地局 100_0 のリソース設定部 134 は、現在の比率 $R_0(t)$ を $4/8$ と一旦決定すると想定する。マクロ基地局 100_0 のリソース設定部 134 は、現在の比率 $R_0(t)$ と複数のコモンセットが示す比率のうち最小値を選択するので、リソース設定部 134 は、補正済み比率 AR を $2/8$ と最終的に決定する。

[0143] 以上のように、第4の実施の形態においては、各マクロ基地局 100 は、周辺にある他のマクロ基地局 100 で一制御周期前に一旦決定された比率 $R(t-1)$ に基づくコモンセットに対応する比率と、当該マクロ基地局 100 で現在決定された比率 $R(t)$ のうちの最小値をマクロ基地局 100 の通信制御部 136 が従うべき補正済み比率 AR として採用すなわち設定する。

[0144] これに対して、第1～第3の実施の形態では、マクロ基地局 100 のリソース設定部 134 が決定した比率 R がマクロ基地局 100 の通信制御部 136 が従うべき比率として採用される。この場合、大きい方の比率 R が使用されるマクロセル C_m でのプロテクテッドサブフレーム PSF の一部は、小さい方の比率 R が使用されるマクロセル C_m でのプロテクテッドサブフレーム PSF と一致しない（そのサブフレームはマクロ基地局 100 が無線送信するノンプロテクテッドサブフレーム NSF である）。したがって、隣り合う複数のマクロ基地局 100 が異なる比率 R （異なる ABS パターン）を使用する場合、大きい方の比率 R が使用されるマクロセル C_m 内のピコ基地局 200 と通信する移動端末 300 にとっては、そのマクロセル C_m 内のプロテクテッドサブフレーム PSF で信号を受信していても、周辺のマクロセル C_m のマクロ基地局 100 が送信する信号により干渉を受けるおそれがある。特に、隣り合う複数のマクロ基地局 100 での比率 R の相違が大きい場合には、この

懸念が大きい。

[0145] 第4の実施の形態では、隣り合うマクロ基地局100で使用される比率（補正済み比率AR）の相違を小さくすることができ、上記の他のマクロ基地局100に起因する干渉の問題を低減または防止することができる。

[0146] 第5の実施の形態

第4の実施の形態では、共通ピコ基地局200の仲介によって、各マクロ基地局100は、周辺にある他のマクロ基地局100で一制御周期前に一旦決定された比率 $R(t-1)$ に基づくコモンセットに対応する比率と、当該マクロ基地局100で現在決定された比率 $R(t)$ のうちの最小値をマクロ基地局100の通信制御部136が従うべき補正済み比率ARとして採用すなわち設定する。

[0147] しかし、共通ピコ基地局200の仲介なしで、マクロ基地局100の相互の通信によって、各マクロ基地局100は、周辺にある他のマクロ基地局100で一制御周期前に一旦決定された比率 $R(t-1)$ と、当該マクロ基地局100で現在決定された比率 $R(t)$ のうちの最小値をマクロ基地局100の通信制御部136が従うべき補正済み比率ARとして採用すなわち設定してもよい。このような実施の形態である第5の実施の形態を説明する。

[0148] 第5の実施の形態においても、マクロ基地局100のリソース設定部134は、第1～第3の実施の形態の手法で、ノンプロテクテッドサブフレームNSFの数とプロテクテッドサブフレームPSFの数の合計数に対するプロテクテッドサブフレームPSFの数の比率Rを一旦決定し、さらに比率Rに対応するABSパターンを一旦決定する。複数のマクロ基地局100の各々のリソース設定部134は、リソース設定部134で現在決定された比率 $R(t)$ と、このリソース設定部134が設けられた当該マクロ基地局100の周辺にある周辺マクロ基地局100のリソース設定部134で過去に決定された比率 $R(t-1)$ とのうちの最小値を選択し、選択された最小値を当該マクロ基地局100の通信制御部136が従うべき補正済み比率ARとして採用する。

[0149] 図15は、第5の実施の形態での無線通信システムの動作を示す。説明の便宜上、図15には、マクロ基地局100₀~100₂のみを示す。しかし、他のマクロ基地局も同様に動作する。図15に示すように、各マクロ基地局100のリソース設定部134は、比率RおよびABSパターンを一旦決定する。リソース設定部134は、決定したABSパターンを基地局間通信部120によって周辺マクロ基地局に報告する。ABSパターンは比率Rに対応しているので、マクロ基地局100が送信するABSパターンを示す信号は、比率Rを示す信号である。

[0150] 次の制御時点で、各マクロ基地局100のリソース設定部134は比率RおよびABSパターンを一旦決定する。すると、マクロ基地局100のリソース設定部134は、現在決定された比率R(t)と、基地局間通信部120で受信された複数の周辺マクロ基地局からの複数のABSパターン(ひいては比率R(t-1))に基づいて、ABSパターンを最終決定する。

[0151] 第5の実施の形態のABSパターンの最終決定において、リソース設定部134は、そのリソース設定部134で現在決定されたABSパターンと、基地局間通信部120で受信された複数のABSパターン(現在決定されたABSパターンにとって一制御周期前のABSパターンである)のコモンセットを選択する。この選択は、そのリソース設定部134で現在決定された比率R(t)と、基地局間通信部120で受信された一制御周期前の複数の比率R(t-1)とのうちの最小値を選択することと等価である。そして、リソース設定部134は、この最小値(リソース設定部134で選択されたコモンセット、即ちABSパターンに対応する比率R)をマクロ基地局100の通信制御部136が従うべき補正済み比率ARとして採用すなわち設定する。

[0152] この補正済み比率ARに対応するABSパターンに対応するリソース配分情報ALに基づいて、マクロ基地局100の通信制御部136は無線通信部110を制御する。そのマクロ基地局100のマクロセルC_m内にあるピコ基地局200の制御部230は、例えばプロポーショナルフェアネスアルゴ

リズムに従って、そのピコ基地局 200 と接続する移動端末 300 への下りリンクのリソース配分、すなわちスケジューリングを行い、無線通信部 210 を制御する。ピコ基地局 200 の制御部 230 は、リソース配分情報 AL に基づいて、無線通信部 210 を制御してもよい。他方、リソース設定部 134 は、一旦決定した現在の ABS パターン（現在の比率 R）を基地局間通信部 120 によって周辺マクロ基地局に報告する。以降、上記と同様の動作が繰り返される。

[0153] この実施の形態においても、例えば図 14 を参照して上記した状況においては、マクロ基地局 100_o のリソース設定部 134 は、現在の比率 $R_o(t)$ と複数の比率 $R_1(t-1) \sim R_o(t-1)$ のうち最小値を選択するので、リソース設定部 134 は、補正済み比率 AR を $2/8$ と最終的に決定する。

[0154] 以上のように、第 5 の実施の形態においては、各マクロ基地局 100 は、周辺にある他のマクロ基地局 100 で一制御周期前に一旦決定された比率 $R(t-1)$ と、当該マクロ基地局 100 で現在決定された比率 $R(t)$ のうちの最小値をマクロ基地局 100 の通信制御部 136 が従うべき補正済み比率 AR として採用すなわち設定する。したがって、隣り合うマクロ基地局 100 で使用される比率（補正済み比率 AR）の相違を小さくすることができ、上記の他のマクロ基地局 100 に起因する干渉の問題を低減または防止することができる。この実施の形態では、ピコ基地局 200 は共通ピコ基地局として動作することを要しない。

[0155] 第 6 の実施の形態

第 4 の実施の形態では、各マクロ基地局 100 のリソース設定部 134 は、そのマクロ基地局 100 のリソース設定部 134 で現在決定された比率と、基地局間通信部（最小値受信部）120 で受信された一周期前の複数の最小値とのうちの最小値を、そのマクロ基地局 100 の通信制御部 136 が従うべき補正済み比率 AR として採用する。

[0156] しかし、各マクロ基地局 100 のリソース設定部 134 は、そのマクロ基

地局 100 のリソース設定部 134 で現在決定された比率と、基地局間通信部（最小値受信部）120 で受信された一周期前の複数の最小値の平均値または中央値を、そのマクロ基地局 100 の通信制御部 136 が従うべき補正済み比率 AR として採用してもよい。このような実施の形態である第 6 の実施の形態を説明する。

[0157] 第 6 の実施の形態において、共通ピコ基地局の動作は第 4 の実施の形態と同じである。第 6 の実施の形態においても、無線通信システムでの情報フローダイアグラムは、図 11 に示すものと同じである。

[0158] 但し、第 6 の実施の形態の ABS パターンの最終決定において、リソース設定部 134 は、そのリソース設定部 134 で現在決定された ABS パターンに対応する比率 R と、基地局間通信部 120 で受信された複数のコモンセット（現在決定された ABS パターンにとって一制御周期前のコモンセットである）に対応する比率 R の平均値または中央値を計算する。この計算は、そのリソース設定部 134 で現在決定された比率 $R(t)$ と、基地局間通信部 120 で受信された一制御周期前の複数の最小値 $R(t-1)$ とのうちの平均値または中央値を計算することである。そして、リソース設定部 134 は、この平均値または中央値をマクロ基地局 100 の通信制御部 136 が従うべき補正済み比率 AR として採用すなわち設定する。

[0159] この補正済み比率 AR に対応する ABS パターンに対応するリソース配分情報 AL に基づいて、マクロ基地局 100 の通信制御部 136 は無線通信部 110 を制御する。そのマクロ基地局 100 のマクロセル C_m 内にあるピコ基地局 200 の制御部 230 は、例えばプロポーショナルフェアネスアルゴリズムに従って、そのピコ基地局 200 と接続する移動端末 300 への下りリンクのリソース配分、すなわちスケジューリングを行い、無線通信部 210 を制御する。ピコ基地局 200 の制御部 200 は、リソース配分情報 AL に基づいて、無線通信部 210 を制御してもよい。他方、リソース設定部 134 は、一旦決定した現在の ABS パターン（現在の比率 R ）を基地局間通信部 120 によって共通ピコ基地局に報告する。以降、上記と同様の動作が

繰り返される。

[0160] 図14を再び参照して、この実施の形態によるマクロ基地局100。(図10参照)で最終的に設定される補正済み比率ARの例を説明する。マクロ基地局100には、マクロ基地局100に関連する複数の共通ピコ基地局200から複数のコモンセットを示す情報が送信される。これらのコモンセットは、 $2/8$, $3/8$, $2/8$, $3/8$, $3/8$, $3/8$ である。マクロ基地局100のリソース設定部134は、現在の比率 $R_0(t)$ を $4/8$ と一旦決定すると想定する。マクロ基地局100のリソース設定部134は、現在の比率 $R_0(t)$ と複数のコモンセットが示す比率の平均値を計算してよい。その平均値は、 $2.857/8$ である。リソース設定部134は、これを床関数で変換し、補正済み比率ARを $2/8$ と最終的に決定してよい。あるいは、リソース設定部134は、これを天井関数で変換し、補正済み比率ARを $3/8$ と最終的に決定してよい。

[0161] マクロ基地局100のリソース設定部134は、現在の比率 $R_0(t)$ と複数のコモンセットが示す比率の中央値を計算してよい。その中央値は $3/8$ である。リソース設定部134は、補正済み比率ARを $3/8$ と最終的に決定してよい。

[0162] 以上のように、第6の実施の形態においては、各マクロ基地局100は、周辺にある他のマクロ基地局100で一制御周期前に一旦決定された比率 $R(t-1)$ に基づくコモンセットに対応する比率と、当該マクロ基地局100で現在決定された比率 $R(t)$ の平均値または中央値をマクロ基地局100の通信制御部136が従うべき補正済み比率ARとして採用すなわち設定する。したがって、隣り合うマクロ基地局100で使用される比率(補正済み比率AR)の相違を小さくすることができ、上記の他のマクロ基地局100に起因する干渉の問題を低減または防止することができる。

[0163] 第7の実施の形態

第6の実施の形態では、共通ピコ基地局200の仲介によって、各マクロ基地局100は、周辺にある他のマクロ基地局100で一制御周期前に一旦

決定された比率 $R(t-1)$ に基づくコモンセットに対応する比率と、当該マクロ基地局 100 で現在決定された比率 $R(t)$ の平均値または中央値をマクロ基地局 100 の通信制御部 136 が従うべき補正済み比率 AR として採用すなわち設定する。

[0164] しかし、共通ピコ基地局 200 の仲介なしで、マクロ基地局 100 の相互の通信によって、各マクロ基地局 100 は、周辺にある他のマクロ基地局 100 で一制御周期前に一旦決定された比率 $R(t-1)$ と、当該マクロ基地局 100 で現在決定された比率 $R(t)$ の平均値または中央値をマクロ基地局 100 の通信制御部 136 が従うべき補正済み比率 AR として採用すなわち設定してもよい。このような実施の形態である第 7 の実施の形態を説明する。

[0165] 第 7 の実施の形態においても、マクロ基地局 100 のリソース設定部 134 は、第 1～第 3 の実施の形態の手法で、ノンプロテクテッドサブフレーム NSF の数とプロテクテッドサブフレーム PSF の数の合計数に対するプロテクテッドサブフレーム PSF の数の比率 R を一旦決定し、さらに比率 R に対応する ABS パターンを一旦決定する。複数のマクロ基地局 100 の各々のリソース設定部 134 は、リソース設定部 134 で現在決定された比率 $R(t)$ と、このリソース設定部 134 が設けられた当該マクロ基地局 100 の周辺にある周辺マクロ基地局 100 のリソース設定部 134 で過去に決定された比率 $R(t-1)$ の平均値または中央値を計算し、計算された平均値または中央値を当該マクロ基地局 100 の通信制御部 136 が従うべき補正済み比率 AR として採用する。

[0166] 第 7 の実施の形態においても、無線通信システムでの情報フローダイアグラムは、図 15 に示すものと同じである。

[0167] 但し、第 7 の実施の形態の ABS パターンの最終決定において、リソース設定部 134 は、そのリソース設定部 134 で現在決定された ABS パターンに対応する比率 R と、基地局間通信部 120 で受信された複数の ABS パターン（現在決定された ABS パターンにとって一制御周期前の ABS パタ

ーンである) に対応する比率 R の平均値または中央値を計算する。この計算は、そのリソース設定部 134 で現在決定された比率 $R(t)$ と、基地局間通信部 120 で受信された一制御周期前の複数の比率 $R(t-1)$ とのうちの平均値または中央値を計算することである。そして、リソース設定部 134 は、この平均値または中央値をマクロ基地局 100 の通信制御部 136 が従うべき補正済み比率 AR として採用すなわち設定する。

[0168] この補正済み比率 AR に対応する ABS パターンに対応するリソース配分情報 AL に基づいて、マクロ基地局 100 の通信制御部 136 は無線通信部 110 を制御する。そのマクロ基地局 100 のマクロセル C_m 内にあるピコ基地局 200 の制御部 230 は、例えばプロポーショナルフェアネスアルゴリズムに従って、そのピコ基地局 200 と接続する移動端末 300 への下りリンクのリソース配分、すなわちスケジューリングを行い、無線通信部 210 を制御する。ピコ基地局 200 の制御部 200 は、リソース配分情報 AL に基づいて、無線通信部 210 を制御してもよい。他方、リソース設定部 134 は、一旦決定した現在の ABS パターン (現在の比率 R) を基地局間通信部 120 によって周辺マクロ基地局に報告する。以降、上記と同様の動作が繰り返される。

[0169] この実施の形態においても、例えば図 14 を参照して上記した状況においては、マクロ基地局 100 のリソース設定部 134 は、現在の比率 $R_0(t)$ と複数の比率 $R_1(t-1) \sim R_6(t-1)$ のうち平均値または中央値を計算するので、リソース設定部 134 は、補正済み比率 AR を $2/8$ または $3/8$ と最終的に決定する。

[0170] 以上のように、第 7 の実施の形態においては、各マクロ基地局 100 は、周辺にある他のマクロ基地局 100 で一制御周期前に一旦決定された比率 $R(t-1)$ と、当該マクロ基地局 100 で現在決定された比率 $R(t)$ の平均値または中央値をマクロ基地局 100 の通信制御部 136 が従うべき補正済み比率 AR として採用すなわち設定する。したがって、隣り合うマクロ基地局 100 で使用される比率 (補正済み比率 AR) の相違を小さくすること

ができ、上記の他のマクロ基地局 100 に起因する干渉の問題を低減または防止することができる。この実施の形態では、ピコ基地局 200 は共通ピコ基地局として動作することを要しない。

[0171] 第 8 の実施の形態

第 4 の実施の形態では、各マクロ基地局 100 のリソース設定部 134 は、そのマクロ基地局 100 のリソース設定部 134 で現在決定された比率と、基地局間通信部（最小値受信部）120 で受信された一周期前の複数の最小値とのうちの最小値を、そのマクロ基地局 100 の通信制御部 136 が従うべき補正済み比率 AR として採用する。

[0172] しかし、各マクロ基地局 100 のリソース設定部 134 は、そのマクロ基地局 100 のリソース設定部 134 で現在決定された比率と、基地局間通信部（最小値受信部）120 で受信された一周期前の複数の最小値とのうちの最小値から一定値以内の値を、そのマクロ基地局 100 の通信制御部 136 が従うべき補正済み比率 AR として採用してもよい。このような実施の形態である第 8 の実施の形態を説明する。

[0173] 第 8 の実施の形態において、共通ピコ基地局の動作は第 4 の実施の形態と同じである。第 8 の実施の形態においても、無線通信システムでの情報フローダイアグラムは、図 11 に示すものと同じである。

[0174] 但し、第 8 の実施の形態の ABS パターンの最終決定において、リソース設定部 134 は、そのリソース設定部 134 で現在決定された ABS パターンに対応する比率 R と、基地局間通信部 120 で受信された複数のコモンセット（現在決定された ABS パターンにとって一制御周期前のコモンセットである）に対応する比率 R の最小値を選択する。この選択は、そのリソース設定部 134 で現在決定された比率 $R(t)$ と、基地局間通信部 120 で受信された一制御周期前の複数の最小値 $R(t-1)$ とのうちの最小値を選択することと等価である。そして、リソース設定部 134 は、この最小値（リソース設定部 134 で選択されたコモンセット、即ち ABS パターンに対応する比率 R ）から一定値以内の値をマクロ基地局 100 の通信制御部 136

が従うべき補正済み比率 AR として採用すなわち設定する。

[0175] この補正済み比率 AR に対応する ABS パターンに対応するリソース配分情報 AL に基づいて、マクロ基地局 100 の通信制御部 136 は無線通信部 110 を制御するそのマクロ基地局 100 のマクロセル C_m 内にあるピコ基地局 200 の制御部 230 は、例えばプロポーショナルフェアネスアルゴリズムに従って、そのピコ基地局 200 と接続する移動端末 300 への下りリンクのリソース配分、すなわちスケジューリングを行い、無線通信部 210 を制御する。ピコ基地局 200 の制御部 200 は、リソース配分情報 AL に基づいて、無線通信部 210 を制御してもよい。他方、リソース設定部 134 は、一旦決定した現在の ABS パターン（現在の比率 R ）を基地局間通信部 120 によって共通ピコ基地局に報告する。以降、上記と同様の動作が繰り返される。

[0176] 図 14 を再び参照して、この実施の形態によるマクロ基地局 100 。(図 10 参照) で最終的に設定される補正済み比率 AR の例を説明する。マクロ基地局 100 には、マクロ基地局 100 に関連する複数の共通ピコ基地局 200 から複数のコモンセットを示す情報が送信される。これらのコモンセットは、 $2/8$, $3/8$, $2/8$, $3/8$, $3/8$, $3/8$ である。マクロ基地局 100 のリソース設定部 134 は、現在の比率 $R_0(t)$ を $4/8$ と一旦決定すると想定する。マクロ基地局 100 のリソース設定部 134 は、現在の比率 $R_0(t)$ と複数のコモンセットが示す比率のうち最小値である $2/8$ を選択する。そして、リソース設定部 134 は、この最小値から一定値以内の値をマクロ基地局 100 の通信制御部 136 が従うべき補正済み比率 AR として採用すなわち設定する。例えば、一定値が $1/8$ である場合には、リソース設定部 134 は、 $3/8$ を補正済み比率 AR として設定する。例えば、一定値が $2/8$ である場合には、リソース設定部 134 は、 $4/8$ を補正済み比率 AR として設定する。

[0177] 以上のように、第 8 の実施の形態においては、各マクロ基地局 100 は、周辺にある他のマクロ基地局 100 で一制御周期前に一旦決定された比率 R

($t - 1$) に基づくコモンセットに対応する比率と、当該マクロ基地局 100 で現在決定された比率 $R(t)$ のうち最小値から一定値以内の値をマクロ基地局 100 の通信制御部 136 が従うべき補正済み比率 AR として採用すなわち設定する。したがって、隣り合うマクロ基地局 100 で使用される比率 (補正済み比率 AR) の相違を小さくすることができ、上記の他のマクロ基地局 100 に起因する干渉の問題を低減または防止することができる。

[0178] 第 9 の実施の形態

第 8 の実施の形態では、共通ピコ基地局 200 の仲介によって、各マクロ基地局 100 は、周辺にある他のマクロ基地局 100 で一制御周期前に一旦決定された比率 $R(t - 1)$ に基づくコモンセットに対応する比率と、当該マクロ基地局 100 で現在決定された比率 $R(t)$ のうちの最小値から一定値以内の値をマクロ基地局 100 の通信制御部 136 が従うべき補正済み比率 AR として採用すなわち設定する。

[0179] しかし、共通ピコ基地局 200 の仲介なしで、マクロ基地局 100 の相互の通信によって、各マクロ基地局 100 は、周辺にある他のマクロ基地局 100 で一制御周期前に一旦決定された比率 $R(t - 1)$ と、当該マクロ基地局 100 で現在決定された比率 $R(t)$ のうちの最小値から一定値以内の値をマクロ基地局 100 の通信制御部 136 が従うべき補正済み比率 AR として採用すなわち設定してもよい。このような実施の形態である第 9 の実施の形態を説明する。

[0180] 第 9 の実施の形態においても、マクロ基地局 100 のリソース設定部 134 は、第 1 ~ 第 3 の実施の形態の手法で、ノンプロテクテッドサブフレーム NSF の数とプロテクテッドサブフレーム PSF の数の合計数に対するプロテクテッドサブフレーム PSF の数の比率 R を一旦決定し、さらに比率 R に対応する ABS パターンを一旦決定する。複数のマクロ基地局 100 の各々のリソース設定部 134 は、リソース設定部 134 で現在決定された比率 $R(t)$ と、このリソース設定部 134 が設けられた当該マクロ基地局 100 の周辺にある周辺マクロ基地局 100 のリソース設定部 134 で過去に決定された

比率 $R(t-1)$ のうちの最小値を選択し、この最小値から一定値以内の値を当該マクロ基地局 100 の通信制御部 136 が従うべき補正済み比率 AR として採用する。

[0181] 第 9 の実施の形態においても、無線通信システムでの情報フローダイアグラムは、図 15 に示すものと同じである。

[0182] 但し、第 9 の実施の形態の ABS パターンの最終決定において、リソース設定部 134 は、そのリソース設定部 134 で現在決定された ABS パターンと、基地局間通信部 120 で受信された複数の ABS パターン（現在決定された ABS パターンにとって一制御周期前の ABS パターンである）のコモンセットを選択する。この選択は、そのリソース設定部 134 で現在決定された比率 $R(t)$ と、基地局間通信部 120 で受信された一制御周期前の複数の比率 $R(t-1)$ とのうちの最小値を選択することと等価である。そして、リソース設定部 134 は、この最小値（リソース設定部 134 で選択されたコモンセット、即ち ABS パターンに対応する比率 R ）から一定値以内の値をマクロ基地局 100 の通信制御部 136 が従うべき補正済み比率 AR として採用すなわち設定する。

[0183] この補正済み比率 AR に対応する ABS パターンに対応するリソース配分情報 AL に基づいて、マクロ基地局 100 の通信制御部 136 は無線通信部 110 を制御する。そのマクロ基地局 100 のマクロセル C_m 内にあるピコ基地局 200 の制御部 230 は、例えばプロポーショナルフェアネスアルゴリズムに従って、そのピコ基地局 200 と接続する移動端末 300 への下りリンクのリソース配分、すなわちスケジューリングを行い、無線通信部 210 を制御する。ピコ基地局 200 の制御部 200 は、リソース配分情報 AL に基づいて、無線通信部 210 を制御してもよい。他方、リソース設定部 134 は、一旦決定した現在の ABS パターン（現在の比率 R ）を基地局間通信部 120 によって周辺マクロ基地局に報告する。以降、上記と同様の動作が繰り返される。

[0184] この実施の形態においても、例えば図 14 を参照して上記した状況におい

ては、マクロ基地局100_oのリソース設定部134は、現在の比率 $R_o(t)$ と複数の比率 $R_1(t-1) \sim R_o(t-1)$ のうち最小値 $2/8$ を選択するので、リソース設定部134は、最小値 $2/8$ から一定値以内の値として、補正済み比率 AR を $3/8$ または $4/8$ と最終的に決定する。

[0185] 以上のように、第9の実施の形態においては、各マクロ基地局100は、周辺にある他のマクロ基地局100で一制御周期前に一旦決定された比率 $R(t-1)$ と、当該マクロ基地局100で現在決定された比率 $R(t)$ のうちの最小値から一定値以内の値をマクロ基地局100の通信制御部136が従うべき補正済み比率 AR として採用すなわち設定する。したがって、隣り合うマクロ基地局100で使用される比率（補正済み比率 AR ）の相違を小さくすることができ、上記の他のマクロ基地局100に起因する干渉の問題を低減または防止することができる。この実施の形態では、ピコ基地局200は共通ピコ基地局として動作することを要しない。

[0186] 他の変形

変形1

以上の実施の形態は時間領域ベースのeICICに基づいており、マクロ基地局100のリソース設定部134は、各種のパラメータに応じて、無線フレーム F 内のプロテクテッドサブフレーム PSF の個数を設定する。しかし、時間領域ベースのeICICの代わりに、周波数領域ベースのeICICを利用してもよい。すなわち、リソース設定部134は、各種のパラメータに応じて、周波数帯域（プロテクテッドサブキャリア）の個数を設定してもよい。この変形は、上記のいずれの実施の形態にも適用可能である。

[0187] 図16は、無線通信システムの各通信要素間で送受信される無線フレーム F のフォーマットを、図5とは別の観点から示す図である。前述の通り、無線フレーム F は所定の時間長および所定の帯域幅を占める。無線フレーム F は、周波数方向に複数のサブキャリア SC を含む。サブキャリア SC は、無線フレーム F よりも狭い周波数帯域（例えば、15 kHz）を占める送信単位である。6つのサブキャリア SC のみが図示されているが、無線フレーム F に

含まれるサブキャリアSCの数が任意であることは当然に理解される。複数のサブキャリアSCが周波数領域において相互に直交することを示すため、図16ではサブキャリアSC同士が相互に重複しないように図示されている。実際には、サブキャリアSC同士（特に、中心周波数が隣接するサブキャリアSC同士）は、少なくとも一部の帯域において相互に重複し得る。

[0188] 図16では、図5に示したようなサブフレームSFを明示しないが、無線フレームFがサブフレームSFを有さないことを意図するものではない。図16は、周波数領域の送信単位であるサブキャリアSCに注目した図であるから、サブフレームSFの図示が省略されている。

[0189] 図17は、周波数領域ベースのeICICの概略を示す図である。マクロ基地局100の無線通信部110の通信制御部136は、各サブキャリアSCについて無線信号の送信実行と送信停止とを切り替えるように無線通信部110を制御する。マクロ基地局100による干渉からピコ基地局200の無線信号が守られる（プロテクトされる）ことから、マクロ基地局100が無線信号の送信を停止するサブキャリアSCをプロテクトドサブキャリア（Protected Subcarrier）PSCと称し、逆に、マクロ基地局100が無線信号の送信を実行するサブキャリアSCをノンプロテクトドサブキャリア（Non-Protected Subcarrier）NSCと称する。他方、ピコ基地局200の無線通信部210は、無線信号を無線フレームF内の全ての帯域において、すなわちノンプロテクトドサブキャリアNSCとプロテクトドサブキャリアPSCとの双方において無線信号をユーザ装置300へ送信し得る。

[0190] マクロ基地局100の無線通信部110が無線信号を送信しないプロテクトドサブキャリアPSCでは、ピコ基地局200の無線通信部210のみが無線信号を送信する。したがって、プロテクトドサブキャリアPSCにおいては、ピコ基地局200からの無線信号がマクロ基地局100からの無線信号による干渉を受けないから、ピコ基地局200が形成するピコセルCpに在圏するユーザ装置300が、ピコ基地局200からの無線信号をより品質良く受信することが可能となる。

[0191] このような周波数領域ベースのeICICに基づく変形の無線通信システムにおいて、マクロ基地局100のリソース設定部134は、上記の各種のパラメータに応じて、所定の時間長および所定の周波数帯域幅を占める単位リソース（無線フレームF）内のプロテクテッドサブキャリアPSCの比率を設定してよい。つまり、リソース設定部134は、マクロ基地局100の無線通信部110が無線通信を実行すべき第1リソース（ノンプロテクテッドサブキャリアNSC）の数およびマクロ基地局100の無線通信部110が無線通信を停止すべき第2リソース（プロテクテッドサブキャリアPSC）の数の合計数に対する第2のリソースの比率を設定してよい。

[0192] 移動端末300の総数のうち、CREが適用されなければピコ基地局200と接続せずにマクロ基地局100に接続するであろうがCREが適用されることによりピコ基地局200と接続する移動端末が多い場合またはそれらの移動端末のためのリソース使用率（プロテクテッドサブキャリアPSCの使用率）が多い場合には、マクロ基地局100が多く、ノンプロテクテッドサブキャリアNSCを利用すると、ピコセルCpの端部にある移動端末300は、マクロ基地局100による干渉のために受信品質が低下しやすい。この場合には、マクロ基地局100で利用可能なノンプロテクテッドサブキャリアNSC（マクロ基地局100が無線通信を実行する第1リソース）の比率を小さく、マクロ基地局100で利用不可能なプロテクテッドサブキャリアPSC（マクロ基地局100が無線通信を停止する第2リソース）の比率を大きくすることが適切である。逆の場合には、マクロ基地局100で利用可能なノンプロテクテッドサブキャリアNSCの比率を大きく、マクロ基地局100で利用不可能なプロテクテッドサブキャリアPSCの比率を小さくすることが適切である。

[0193] リソース設定部134は、上記の比率を設定すると、この比率に基づいてリソース配分情報ALを生成する。リソース配分情報ALは、プロテクテッドサブキャリアPSCの比率を示す情報である。リソース設定部134は、リソース配分情報ALを通信制御部136に供給する。通信制御部136は、

リソース配分情報ALに基づいて無線通信部110を制御する。また、リソース設定部134は、リソース配分情報ALを基地局間通信部120によってピコ基地局200に送信してもよい。

[0194] 以上では、周波数帯域としてサブキャリアを用いた変形例を述べたが、他の周波数帯域の概念として、搬送波周波数（キャリア）を用いてもよい。すなわち、マクロ基地局ではいずれかの搬送波周波数（第1リソース）で無線通信を実行し、他の搬送波周波数（第2リソース）で無線通信を停止し、ピコ基地局では両方の搬送波周波数を用いて無線通信を実行するようにしてもよい。

[0195] 変形2

リソースブロックベースのeICICを利用してもよい。すなわち、リソース設定部134は、各種のパラメータに応じて、リソースブロックの個数を設定してもよい。この変形は、上記のいずれの実施の形態にも適用可能である。

[0196] 図18は、無線通信システムの各通信要素間で送受信される無線フレームFのフォーマットを、図5および図16とは別の観点から示す図である。前述の通り、無線フレームFは所定の時間長および所定の帯域幅を占める。無線フレームFは複数のリソースブロックRBを含む。リソースブロックRBは、無線フレームFよりも短い時間長（例えば、1ミリ秒）および無線フレームFよりも狭い周波数帯域（例えば、180 kHz）を占める送信単位である。1無線フレームFあたり96個のリソースブロックRBが図示されているが、無線フレームFに含まれるリソースブロックRBの数が任意であることは当然に理解される。図示しないが、各リソースブロックRBは、さらに小さい送信単位である複数のリソースエレメントを含む。

[0197] 図18では、図5に示したようなサブフレームSFおよび図16に示したようなサブキャリアSCを明示しないが、無線フレームFがサブフレームSFおよびサブキャリアSCを有さないことを意図するものではない。図18は、所定の時間長および所定の周波数帯域を有する送信単位であるリソースブロックRBに注目した図であるから、サブフレームSFおよびサブキャリ

ア S C の図示が省略されている。

[0198] 図 19 は、リソースブロックベースの eICIC の概説図である。無線通信部 110 の通信制御部 136 は、各リソースブロック RB ごとに無線信号の送信実行と送信停止とを切り替えるように無線通信部 110 を制御する。マクロ基地局 100 による干渉からピコ基地局 200 の無線信号が守られる（プロテクトされる）ことから、マクロ基地局 100 が無線信号の送信を停止するリソースブロック RB をプロテクトドリソースブロック（Protected Resource Block）PRB と称し、逆に、マクロ基地局 100 が無線信号の送信を実行するリソースブロック RB をノンプロテクトドリソースブロック（Non-Protected Resource Block）NRB と称する。他方、ピコ基地局 200 の無線通信部 210 は、無線信号を無線フレーム F 内の全てのリソースブロック RB において、すなわちノンプロテクトドリソースブロック NRB とプロテクトドリソースブロック PRB との双方において無線信号をユーザ装置 300 へ送信し得る。

[0199] マクロ基地局 100 の無線通信部 110 が無線信号を送信しないプロテクトドリソースブロック PRB では、ピコ基地局 200 の無線通信部 210 のみが無線信号を送信する。したがって、プロテクトドリソースブロック PRB においては、ピコ基地局 200 からの無線信号がマクロ基地局 100 からの無線信号による干渉を受けないから、ピコ基地局 200 が形成するピコセル Cp に在圏するユーザ装置 300 が、ピコ基地局 200 からの無線信号をより品質良く受信することが可能となる。

[0200] このようなリソースブロックベースの eICIC に基づく変形の無線通信システムにおいて、マクロ基地局 100 のリソース設定部 134 は、上記の各種のパラメータに応じて、所定の時間長および所定の周波数帯域幅を占める単位リソース（無線フレーム F）内のプロテクトドリソースブロック PRB の個数を設定してよい。つまり、リソース設定部 134 は、マクロ基地局 100 の無線通信部 110 が無線通信を実行すべき第 1 リソース（ノンプロテクトドリソースブロック NRB）の数およびマクロ基地局 100 の無線通信部 1

10が無線通信を停止すべき第2リソース（プロテクテドリソースブロックPRB）の数の合計数に対する第2のリソースの比率を設定してよい。

[0201] 移動端末300の総数のうち、CREが適用されなければピコ基地局200と接続せずにマクロ基地局100に接続するであろうがCREが適用されることによりピコ基地局200と接続する移動端末が多い場合またはそれらの移動端末のためのリソース使用率（プロテクテドリソースブロックPRBの使用率）が多い場合には、マクロ基地局100が多くのノンプロテクテドリソースブロックNRBを利用すると、ピコセルCpの端部にある移動端末300は、マクロ基地局100による干渉のために受信品質が低下しやすい。この場合には、マクロ基地局100で利用可能なノンプロテクテドリソースブロックNRB（マクロ基地局100が無線通信を実行する第1リソース）の比率を小さく、マクロ基地局100で利用不可能なプロテクテドリソースブロックPRB（マクロ基地局100が無線通信を停止する第2リソース）の比率を大きくすることが適切である。逆の場合には、マクロ基地局100で利用可能なノンプロテクテドリソースブロックNRBの比率を大きく、マクロ基地局100で利用不可能なプロテクテドリソースブロックPRBの比率を小さくすることが適切である。

[0202] リソース設定部134は、上記の比率を設定すると、この比率に基づいてリソース配分情報ALを生成する。リソース配分情報ALは、プロテクテドリソースブロックPRBの比率を示す情報である。リソース設定部134は、リソース配分情報ALを通信制御部136に供給する。通信制御部136は、リソース配分情報ALに基づいて無線通信部110を制御する。また、リソース設定部134は、リソース配分情報ALを基地局間通信部120によってピコ基地局200に送信してもよい。

[0203] 変形3

以上の実施の形態では、移動端末300の受信品質測定部334が測定する電波の受信特性は参照信号受信電力（RSRP）であったが、信号対干渉雑音比（Signal-to-Interference and Noise Ratio, SINR）、参照信号

受信品質 (Reference Signal Received Quality, RSRQ) 等が受信特性として採用されても良い。

[0204] 変形 4

以上の実施の形態では、CREのためにピコ基地局 200 からの電波の受信特性がオフセット値 (バイアス値) α で補正される。さらに、マクロ基地局 100 またはピコ基地局 200 からの電波の受信特性は、他の目的のオフセット値 (バイアス値) で補正してもよい。例えば、一旦ハンドオーバーされた移動端末 300 が元の無線基地局にすぐにハンドオーバーされることを防止するためのヒステリシス用のオフセット値を使用してもよい。

[0205] 変形 5

以上の実施の形態では、移動端末 300 の受信品質報告部 338 が複数の無線基地局からの受信品質および補正された受信品質を所望無線基地局に報告し、マクロ基地局 100 の接続先選択部 138 およびピコ基地局 200 の接続先選択部 238 は、各移動端末 300 の受信電力結果報告に基づいて、その移動端末 300 が接続すべき無線基地局を選択する。しかし、移動端末 300 は、複数の無線基地局からの受信品質および補正された受信品質を比較し、最良の受信品質またはその最良の受信品質に相当する無線基地局を示す信号を所望無線基地局に報告してもよい。マクロ基地局 100 の接続先選択部 138 およびピコ基地局 200 の接続先選択部 238 は、各移動端末 300 のその報告に基づいて、最良の受信品質に相当する無線基地局をその移動端末 300 が接続すべき無線基地局として選択してよい。

[0206] 変形 6

以上の実施の形態では、マクロ基地局 100 よりも送信能力の低い基地局 (小電力無線基地局) としてピコ基地局 200 が例示されたが、マイクロ基地局、ナノ基地局、フェムト基地局等が送信能力の低い小電力無線基地局として採用されてもよい。相異なる送信能力を有する 3 種類以上の無線基地局の組合せ (例えば、マクロ基地局、ピコ基地局、およびフェムト基地局の組合せ) により無線ネットワークが構成されてもよい。また、以上の実施の形

態では、小電力無線基地局としてピコ e N o d e B が例示され、このピコ e N o d e B は、ピコ e N o d e B に接続する移動端末 3 0 0 から受信した受信品質情報に基づいて当該移動端末 3 0 0 の接続先の無線基地局を選択する。しかし、小電力無線基地局は、移動端末 3 0 0 から受信した受信品質情報をマクロ基地局に転送し、マクロ基地局が小電力無線基地局に接続する移動端末 3 0 0 の接続先の無線基地局を選択する、リモートラジオヘッドであってもよい。

[0207] 変形 7

移動端末 3 0 0 は、各無線基地局と無線通信が可能な任意の装置でよい。移動端末 3 0 0 は、例えばフィーチャーフォンまたはスマートフォン等の携帯電話端末でもよく、デスクトップ型パーソナルコンピュータでもよく、ノート型パーソナルコンピュータでもよく、UMPC (Ultra-Mobile Personal Computer) でもよく、携帯用ゲーム機でもよく、その他の無線端末でもよい。

[0208] 変形 8

無線通信システム内の各要素（マクロ基地局 1 0 0、ピコ基地局 2 0 0、移動端末 3 0 0）において CPU が実行する各機能は、CPU の代わりに、ハードウェアで実行してもよいし、例えば FPGA (Field Programmable Gate Array)、DSP (Digital Signal Processor) 等のプログラマブルロジックデバイスで実行してもよい。

[0209] 前記の実施の形態および変形は、矛盾しない限り、組み合わせてもよい。

符号の説明

[0210] 1 0 0 マクロ基地局（大電力無線基地局）、2 0 0 ピコ基地局（小電力無線基地局）、C_m マクロセル（第 1 のセル）、C_p ピコセル（第 2 のセル）、1 1 0 無線通信部、1 1 2 送受信アンテナ、1 2 0 基地局間通信部（最小値受信部）、1 3 0 制御部、1 3 4 リソース設定部、1 3 6 通信制御部、1 3 8 接続先選択部、2 1 2 送受信アンテナ、2 1 0 無線通信部、2 2 0 基地局間通信部、2 3 0 制御部、2 3 8 接続先

選択部（最小値選択部、最小値報告部）、300 移動端末、310 無線通信部、312 送受信アンテナ、320 信号分離部、330 制御信号復調部、332 データ信号復調部、334 受信品質測定部、336 受信品質補正部、338 受信品質報告部。

請求の範囲

[請求項1]

第1のセルを形成し、複数の移動端末と通信する大電力無線基地局と、

前記大電力無線基地局と接続するとともに、複数の移動端末と通信し、前記大電力無線基地局の送信電力よりも送信電力が小さく、前記第1のセル内に前記第1のセルよりも小さい第2のセルを形成する小電力無線基地局とを備え、

前記大電力無線基地局は、前記小電力無線基地局で使用されるリソースと同じリソースを使用して移動端末へ無線送信を行うことが可能であるとともに、前記小電力無線基地局とセル間干渉制御のために協調するように構成され、

前記大電力無線基地局は、

前記大電力無線基地局に接続する移動端末と無線通信を実行する無線通信部と、

前記大電力無線基地局の前記無線通信部が無線送信を実行すべき第1のリソースの数と前記大電力無線基地局の前記無線通信部が無線送信を停止すべき第2のリソースの数の合計数に対する前記第2のリソースの比率を決定するリソース設定部と、

前記リソース設定部が決定した前記比率または前記比率から補正された補正済み比率に応じて、前記第1のリソースにおいて無線送信を実行し、前記第2のリソースにおいて無線送信を停止するように前記無線通信部を制御する通信制御部とを備え、

前記リソース設定部は、

前記第1のセルに存在して前記大電力無線基地局または前記小電力無線基地局に接続する移動端末の総数に対する、セルレンジエクспанションが適用されなければ前記小電力無線基地局と接続せずに前記大電力無線基地局に接続するであろうがセルレンジエクспанションが適用されることにより前記小電力無線基地局と接続する移動端末の

数の割合である第1の割合、および前記第1のセルに存在して前記大電力無線基地局または前記小電力無線基地局に接続する移動端末の総数に対する、セルレンジエクспанションが適用される時に前記大電力無線基地局と接続する移動端末の数の割合である第2の割合に基づいて、前記第1の割合に対する前記第2の割合が大きいほど、前記比率を小さく決定することを特徴とする無線通信システム。

[請求項2] 前記リソース設定部は、前記大電力無線基地局での前記リソースの実際の使用率に基づいて、前記使用率が小さいほど、前記比率を小さく決定することを特徴とする請求項1に記載の無線通信システム。

[請求項3] 第1のセルを形成し、複数の移動端末と通信する大電力無線基地局と、

前記大電力無線基地局と接続するとともに、複数の移動端末と通信し、前記大電力無線基地局の送信電力よりも送信電力が小さく、前記第1のセル内に前記第1のセルよりも小さい第2のセルを形成する小電力無線基地局とを備え、

前記大電力無線基地局は、前記小電力無線基地局で使用されるリソースと同じリソースを使用して移動端末へ無線送信を行うことが可能であるとともに、前記小電力無線基地局とセル間干渉制御のために協調するように構成され、

前記大電力無線基地局は、

前記大電力無線基地局に接続する移動端末と無線通信を実行する無線通信部と、

前記大電力無線基地局の前記無線通信部が無線送信を実行すべき第1のリソースの数と前記大電力無線基地局の前記無線通信部が無線送信を停止すべき第2のリソースの数の合計数に対する前記第2のリソースの比率を決定するリソース設定部と、

前記リソース設定部が決定した前記比率または前記比率から補正さ

れた補正済み比率に応じて、前記第1のリソースにおいて無線送信を実行し、前記第2のリソースにおいて無線送信を停止するように前記無線通信部を制御する通信制御部とを備え、

前記リソース設定部は、

セルレンジエクспанションが適用されなければ前記小電力無線基地局と接続せずに前記大電力無線基地局に接続するであろうがセルレンジエクспанションが適用されることにより前記小電力無線基地局と接続する移動端末の数である第1の数、およびセルレンジエクспанションが適用される時に前記大電力無線基地局と接続する移動端末の数である第2の数に基づいて、前記第1の数に対する前記第2の数が大きいほど、前記比率を小さく決定することを特徴とする無線通信システム。

[請求項4] 前記リソース設定部は、前記大電力無線基地局での前記リソースの実際の使用率に基づいて、前記使用率が小さいほど、前記比率を小さく決定することを特徴とする請求項3に記載の無線通信システム。

[請求項5] 移動端末と通信する無線基地局であって、

当該無線基地局の送信電力よりも送信電力が小さく、当該無線基地局自身が形成する第1のセル内に前記第1のセルよりも小さい第2のセルを形成する、小電力無線基地局で使用されるリソースと同じリソースを使用して移動端末へ無線送信を行うことが可能であるとともに、前記小電力無線基地局とセル間干渉制御のために協調するように構成され、

当該無線基地局に接続する移動端末と無線通信を実行する無線通信部と、

前記無線通信部が無線送信を実行すべき第1のリソースの数と前記無線通信部が無線送信を停止すべき第2のリソースの数の合計数に対する前記第2のリソースの比率を決定するリソース設定部と、

前記リソース設定部が決定した前記比率または前記比率から補正さ

れた補正済み比率に応じて、前記第1のリソースにおいて無線送信を実行し、前記第2のリソースにおいて無線送信を停止するように前記無線通信部を制御する通信制御部とを備え、

前記リソース設定部は、

前記第1のセルに存在して当該無線基地局または前記小電力無線基地局に接続する移動端末の総数に対する、セルレンジエクспанションが適用されなければ前記小電力無線基地局と接続せずに当該無線基地局に接続するであろうがセルレンジエクспанションが適用されることにより前記小電力無線基地局と接続する移動端末の数の割合である第1の割合、および前記第1のセルに存在して当該無線基地局または前記小電力無線基地局に接続する移動端末の総数に対する、セルレンジエクспанションが適用される時に当該無線基地局と接続する移動端末の数の割合である第2の割合に基づいて、前記第1の割合に対する前記第2の割合が大きいほど、前記比率を小さく決定することを特徴とする

無線基地局。

[請求項6]

移動端末と通信する無線基地局であって、

当該無線基地局の送信電力よりも送信電力が小さく、当該無線基地局自身が形成する第1のセル内に前記第1のセルよりも小さい第2のセルを形成する、小電力無線基地局で使用されるリソースと同じリソースを使用して移動端末へ無線送信を行うことが可能であるとともに、前記小電力無線基地局とセル間干渉制御のために協調するように構成され、

当該無線基地局に接続する移動端末と無線通信を実行する無線通信部と、

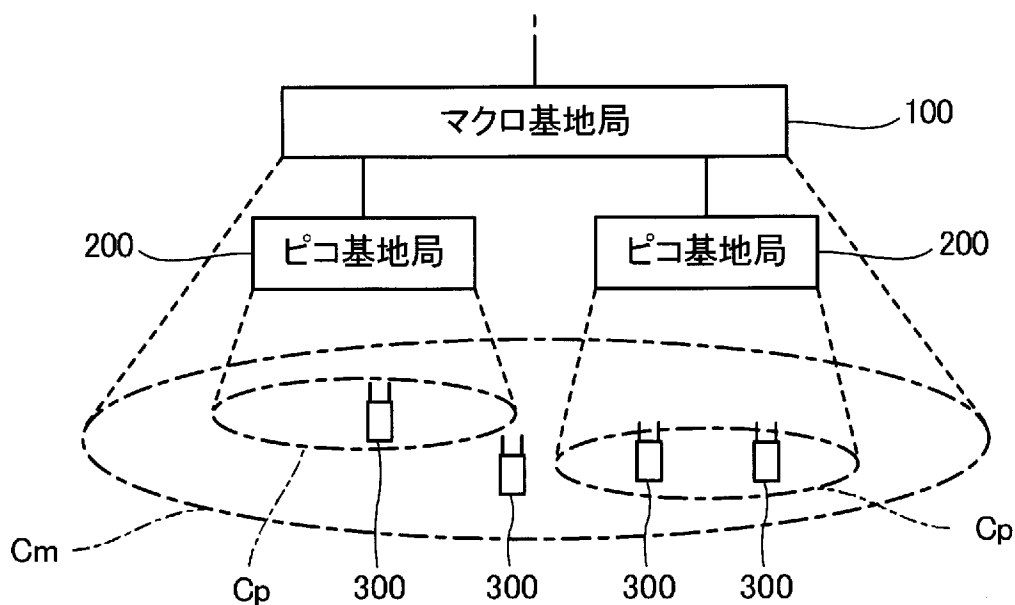
前記無線通信部が無線送信を実行すべき第1のリソースの数と前記無線通信部が無線送信を停止すべき第2のリソースの数の合計数に対する前記第2のリソースの比率を決定するリソース設定部と、

前記リソース設定部が決定した前記比率または前記比率から補正された補正済み比率に応じて、前記第1のリソースにおいて無線送信を実行し、前記第2のリソースにおいて無線送信を停止するように前記無線通信部を制御する通信制御部とを備え、

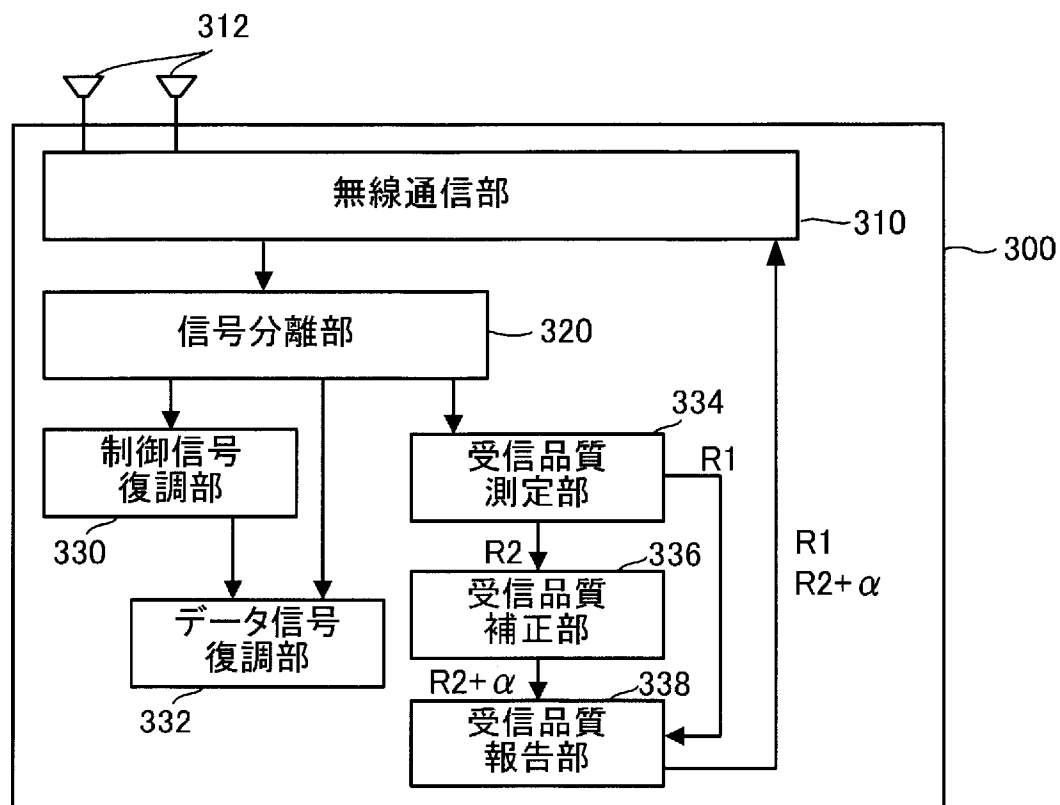
前記リソース設定部は、

セルレンジエクспанションが適用されなければ前記小電力無線基地局と接続せずに当該無線基地局に接続するであろうがセルレンジエクспанションが適用されることにより前記小電力無線基地局と接続する移動端末の数である第1の数、およびセルレンジエクспанションが適用される時に当該無線基地局と接続する移動端末の数である第2の数に基づいて、前記第1の数に対する前記第2の数が大きいほど、前記比率を小さく決定することを特徴とする無線基地局。

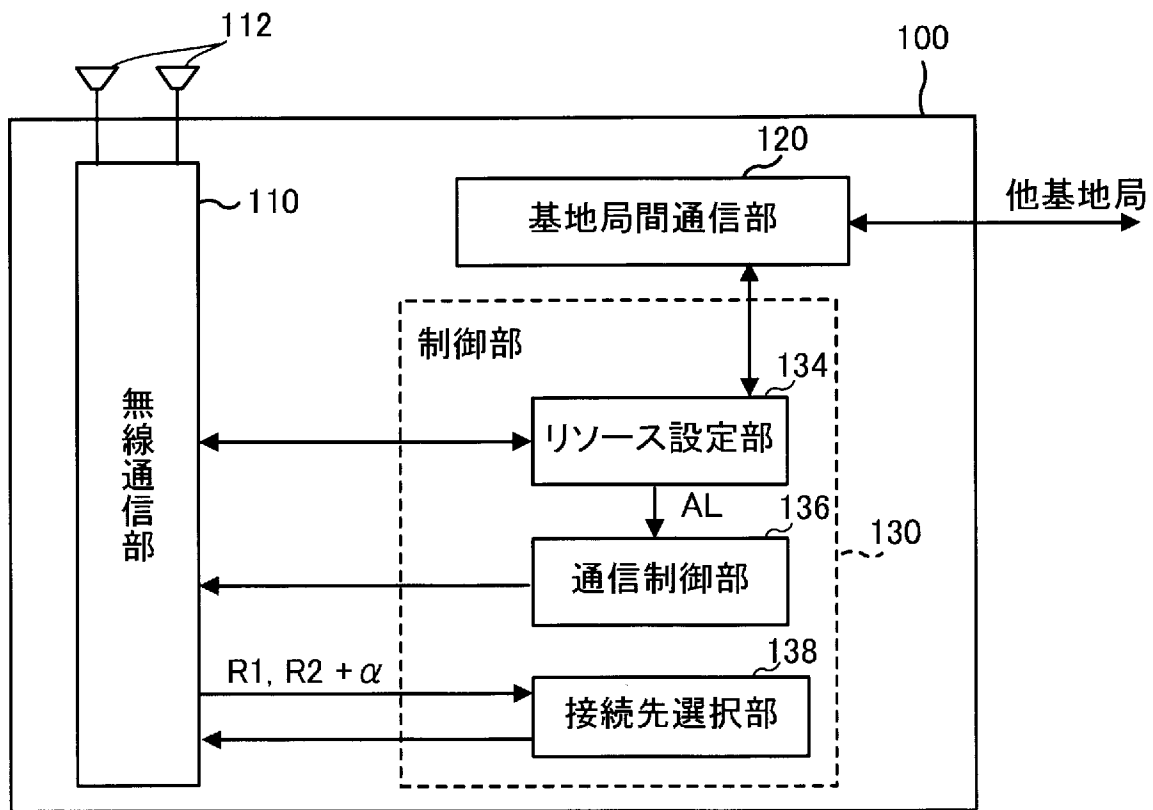
[図1]



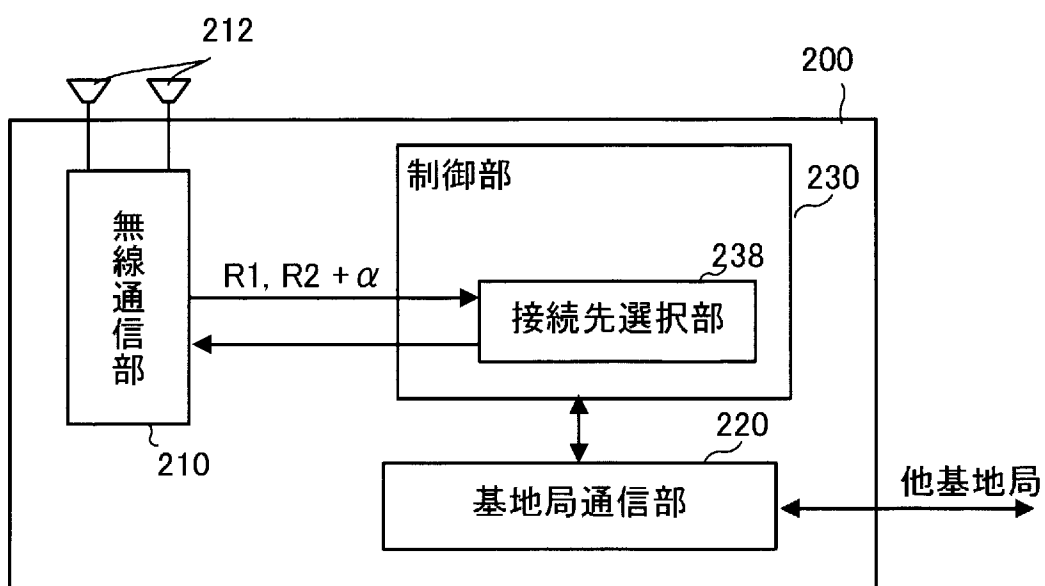
[図2]



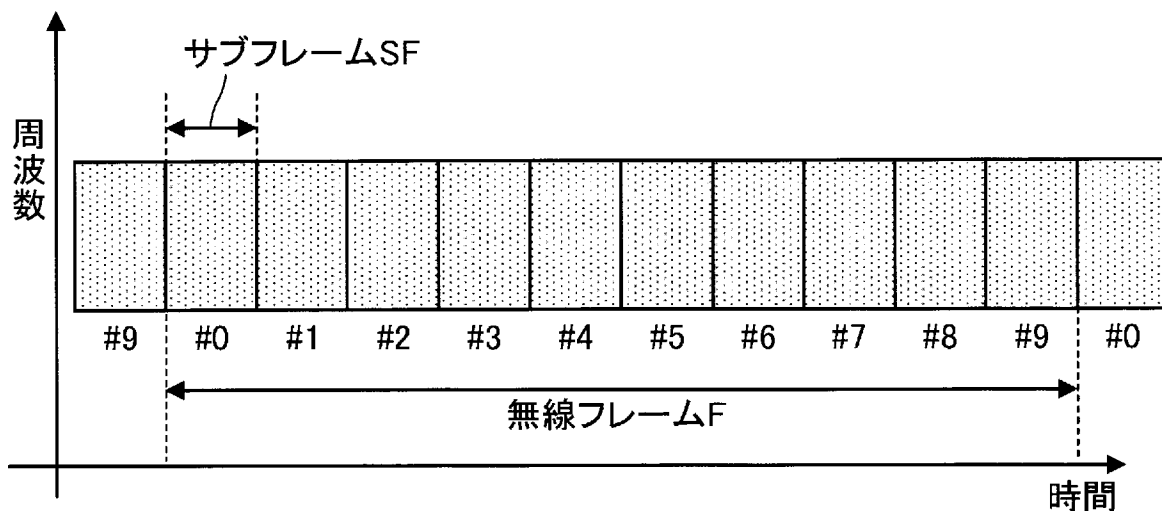
[図3]



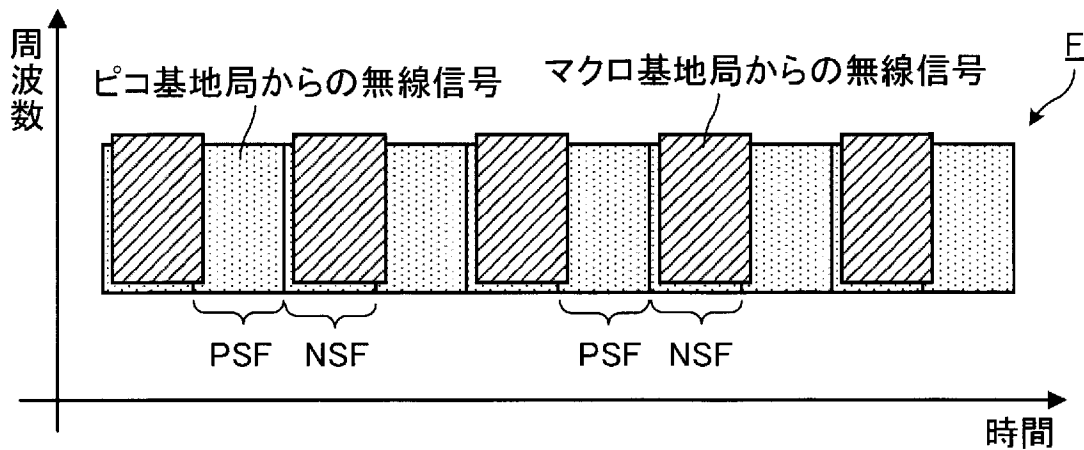
[図4]



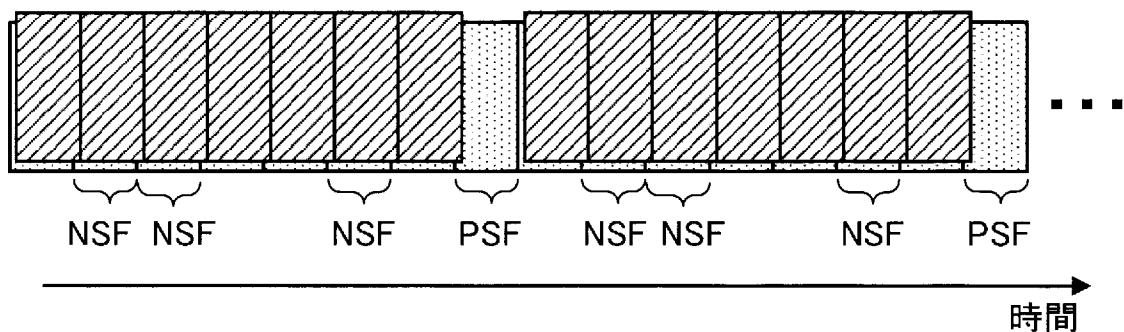
[図5]



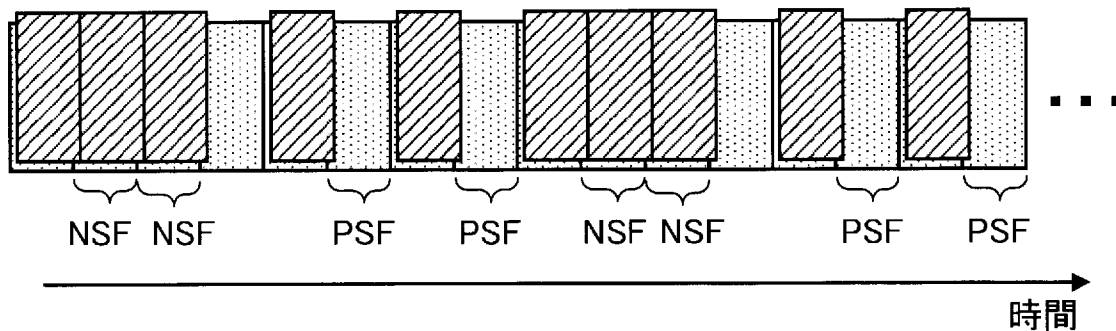
[図6]



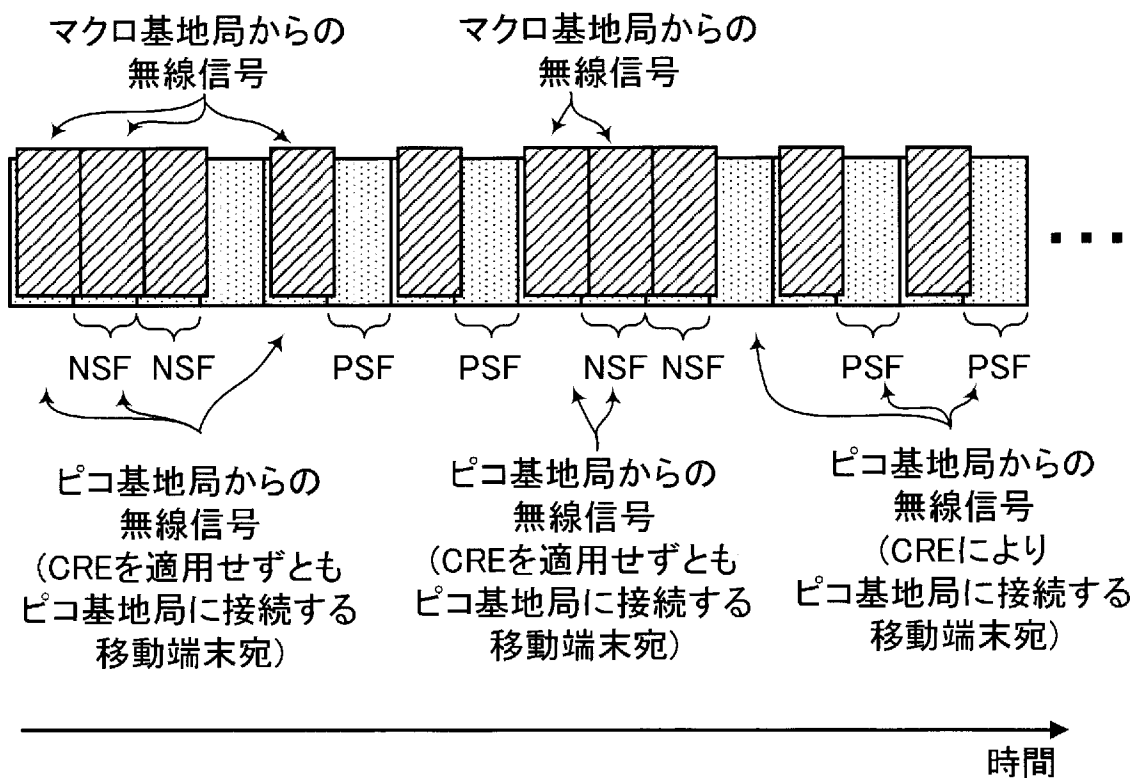
[図7]



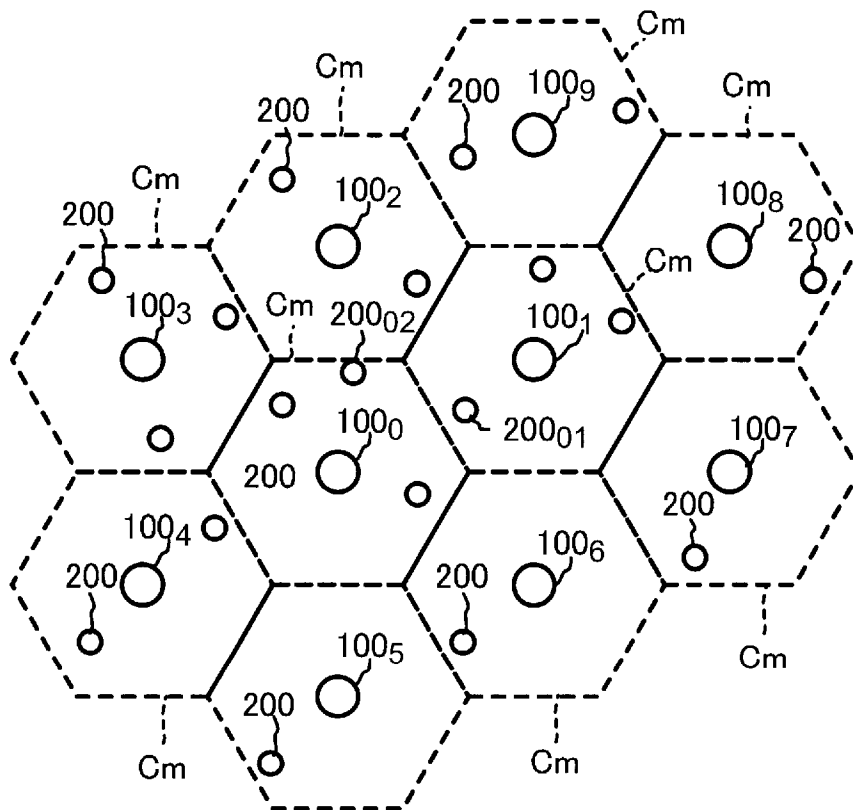
[図8]



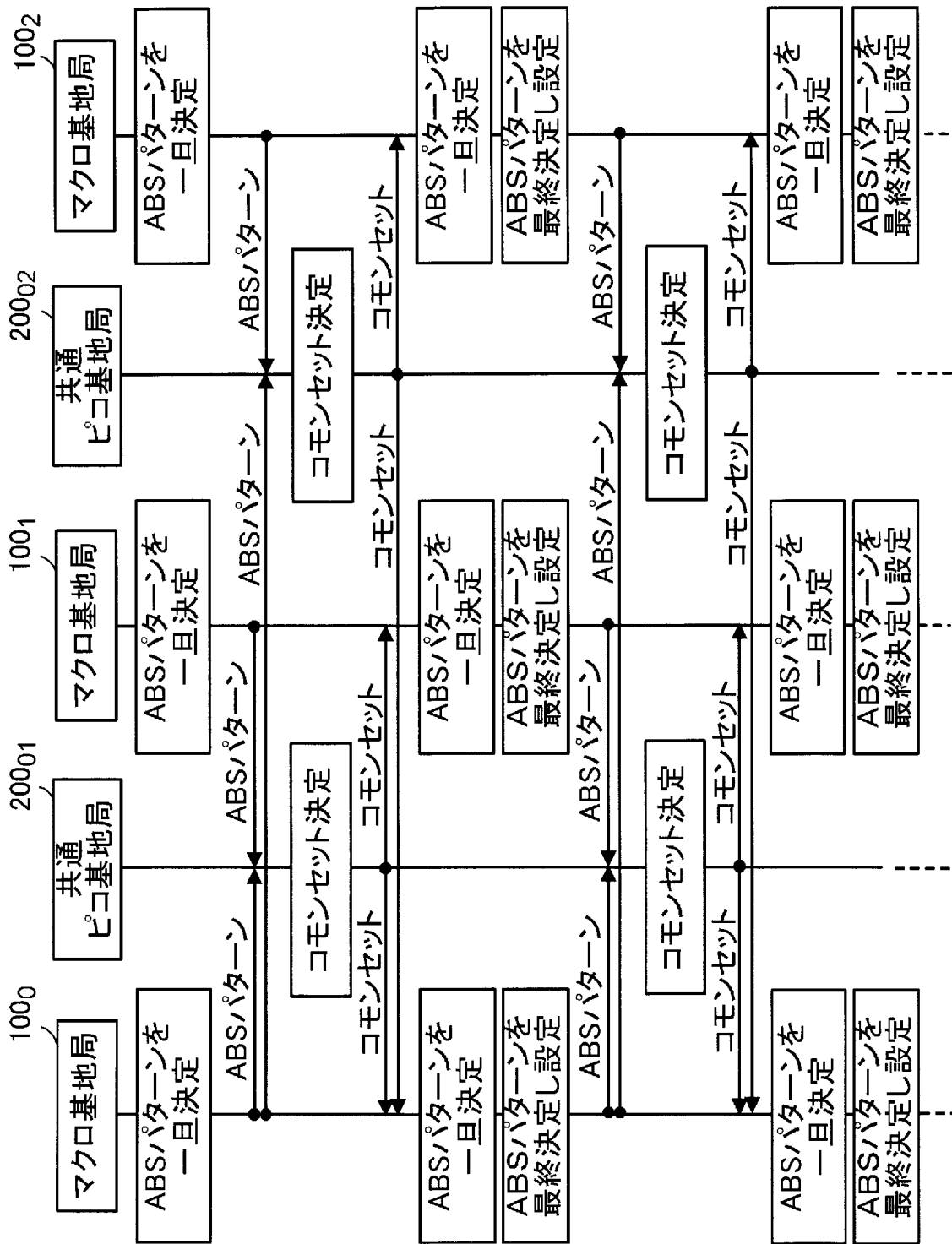
[図9]



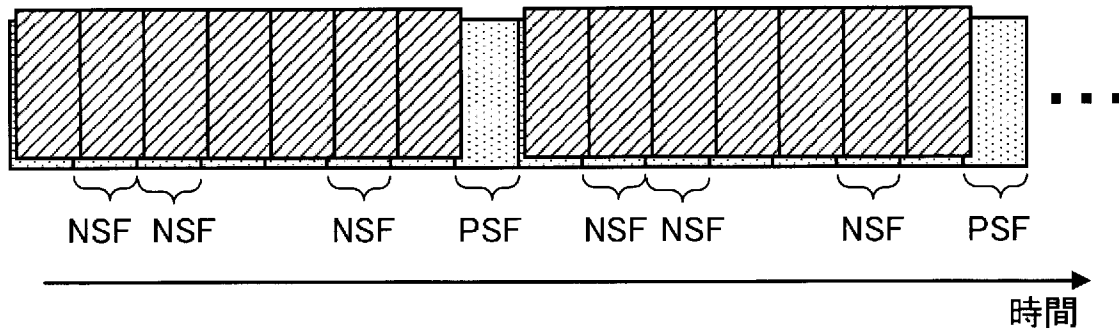
[図10]



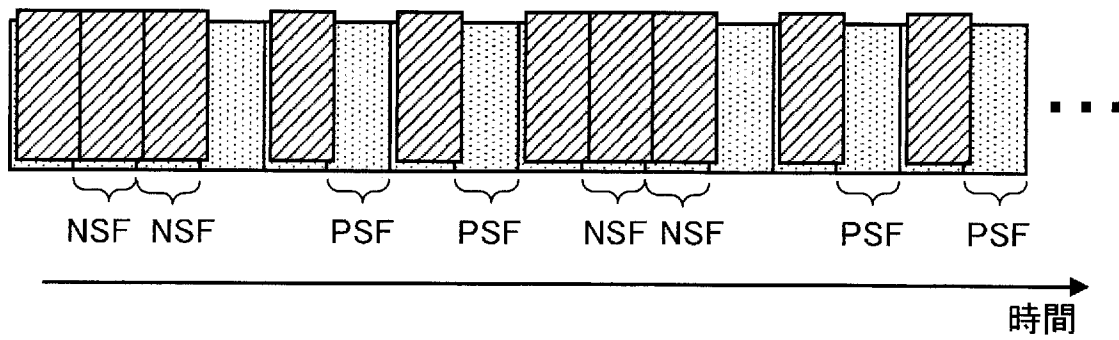
[図11]



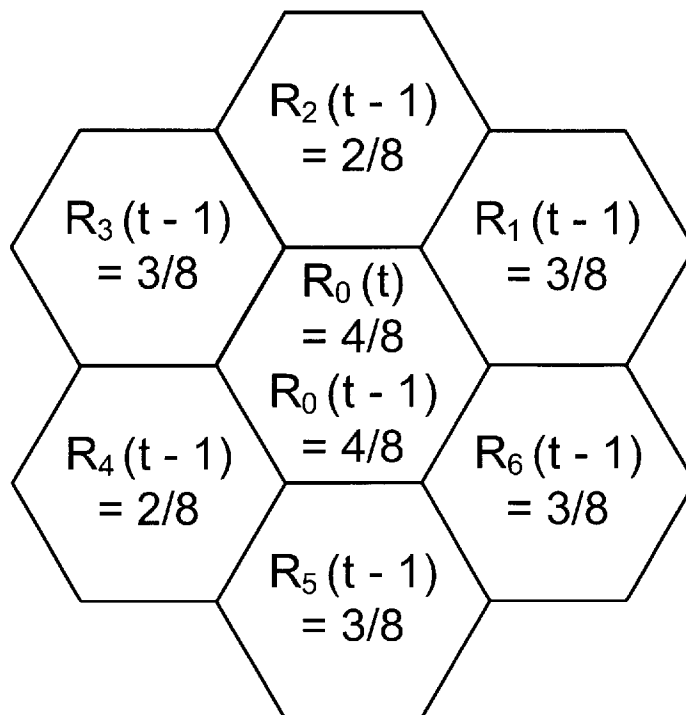
[圖12]



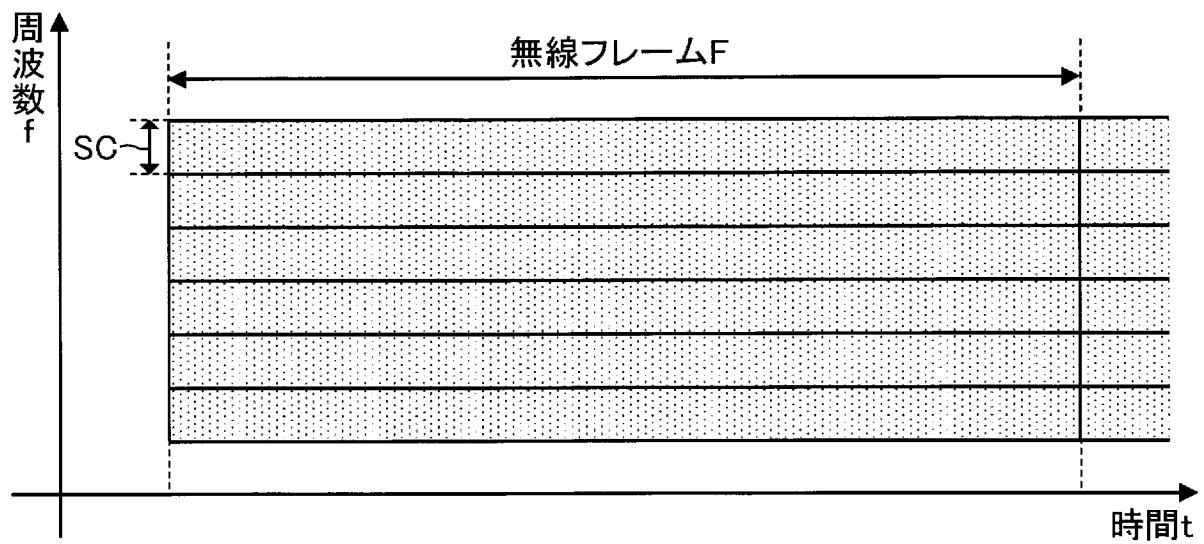
[圖13]



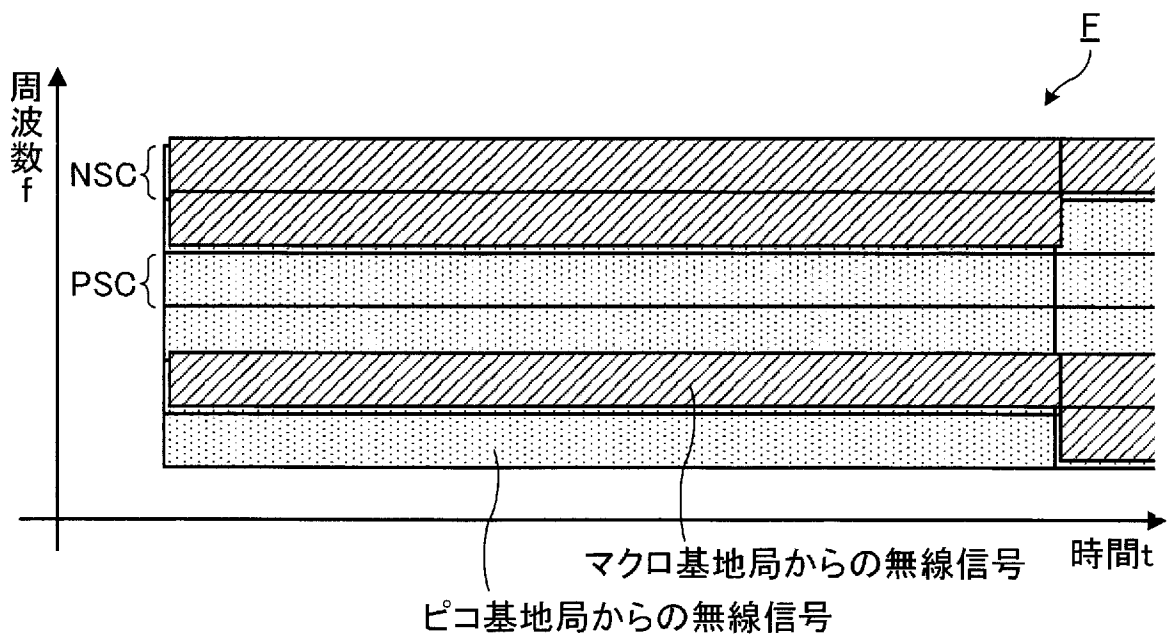
[圖14]



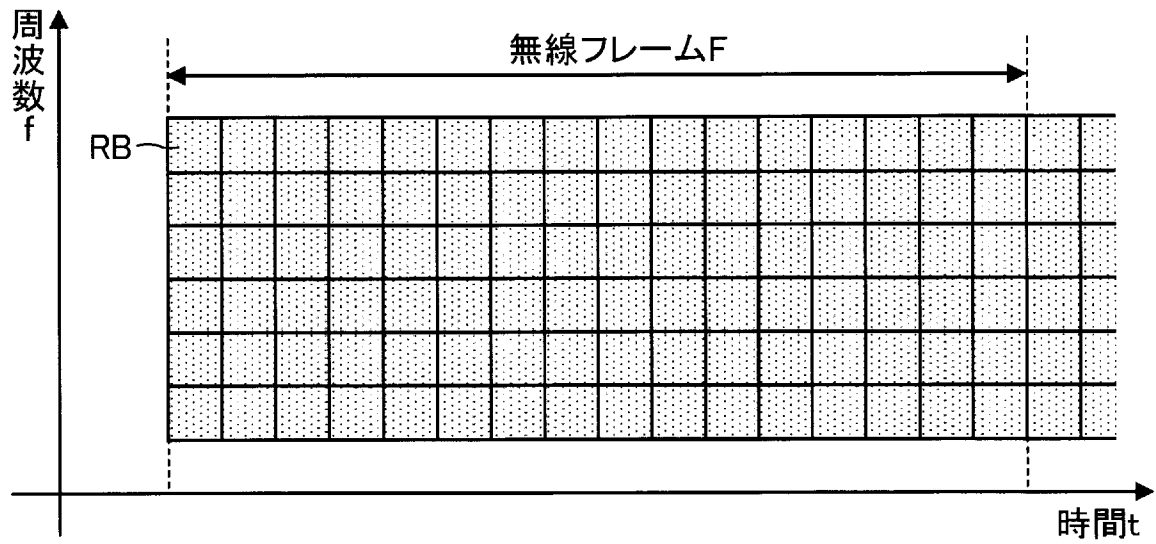
[図16]



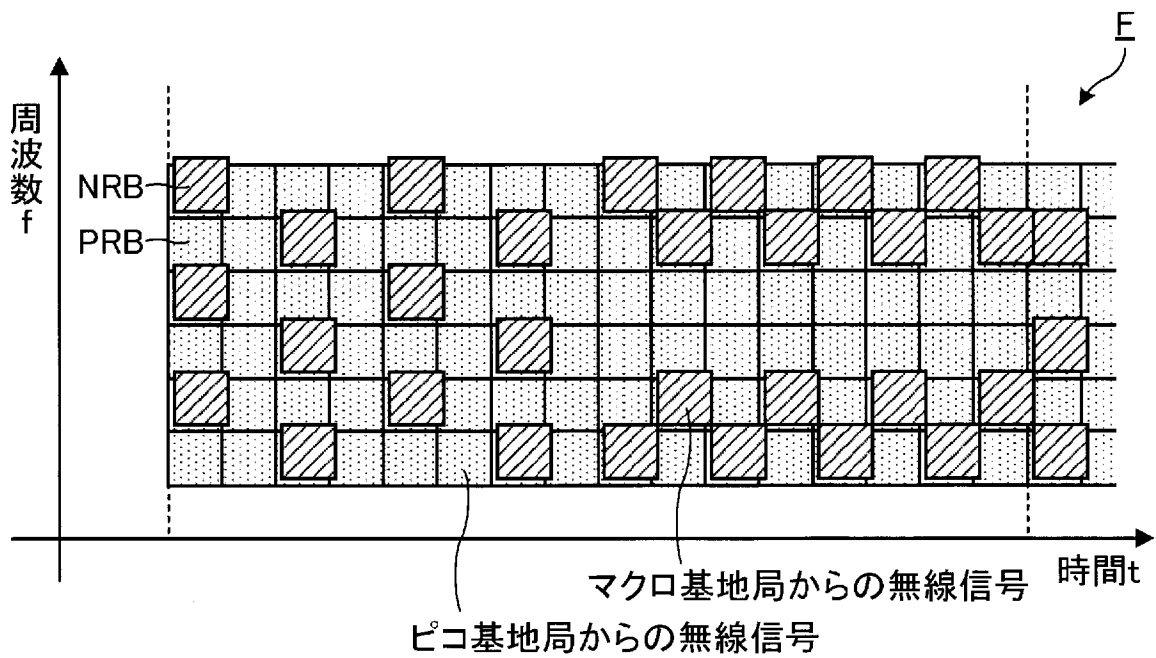
[図17]



[図18]



[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/058799

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04W16/08(2009.01)i, H04W16/32(2009.01)i, H04W48/16(2009.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04W16/08, H04W16/32, H04W48/16

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Samsung, Need of separate resource restriction information for CSI[online], GPP TSG-RAN WG2#72 2-106582, Internet <URL: http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG2_RL2/TSGR2_72/Docs/R2-106582.zip>	1-6
A	Telefonica, Fast response eICIC approaches [online], 3GPP TSG-RAN WG2#72 2-106195, Internet <URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG2_RL2/TSGR2_72/Docs/R2-106195.zip>	1-6
A	Potevio, Evaluation of performance improvement on CRE with ABS solution for further enhanced ICIC[online], 3GPP TSG-RAN WG1#66b R1-113027, Internet <URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_66b/Docs/R1-113027.zip>	1-6

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
01 May, 2013 (01.05.13)Date of mailing of the international search report
14 May, 2013 (14.05.13)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/058799

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KDDI, Performance Evaluations of TDM-eICIC with Large CRE Bias Value in 3GPP and ITU Channel Model Scenarios[online], 3GPP TSG-RAN WG1#66b R1-113362, Internet <URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_66b/Docs/R1-113362.zip>	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H04W16/08(2009.01)i, H04W16/32(2009.01)i, H04W48/16(2009.01)i		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H04W16/08, H04W16/32, H04W48/16		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2013年 日本国実用新案登録公報 1996-2013年 日本国登録実用新案公報 1994-2013年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	Samsung, Need of separate resource restriction information for CSI[online], GPP TSG-RAN WG2#72 2-106582, インターネット<URL: http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG2_RL2/TSGR2_72/Docs/R2-106582.zip>	1-6
A	Telefonica, Fast response eICIC approaches[online], 3GPP TSG-RAN WG2#72 2-106195, インターネット<URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG2_RL2/TSGR2_72/Docs/R2-106195.zip>	1-6
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 01.05.2013	国際調査報告の発送日 14.05.2013	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 小池 堂夫 電話番号 03-3581-1101 内線 3576	5W 4683

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	Potevio, Evaluation of performance improvement on CRE with ABS solution for further enhanced ICIC[online], 3GPP TSG-RAN WG1#66b R1-113027, インターネット<URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_66b/Docs/R1-113027.zip>	1-6
A	KDDI, Performance Evaluations of TDM-eICIC with Large CRE Bias Value in 3GPP and ITU Channel Model Scenarios[online], 3GPP TSG-RAN WG1#66b R1-113362, インターネット<URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_66b/Docs/R1-113362.zip>	1-6