

(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
2014年5月15日(15.05.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/073131 A1

- (51) 国際特許分類:
H04W 16/08 (2009.01) H04W 16/16 (2009.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/003830
- (22) 国際出願日: 2013年6月20日(20.06.2013)
- (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 2012-246579 2012年11月8日(08.11.2012) JP
- (71) 出願人: 日本電気株式会社(NEC CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号
Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 太田 大輔(OHTA, Daisuke); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社
Tokyo (JP). 信清 貴宏(NOBUKIYO, Takahiro);
〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本
電気株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 家入 健(IEIRI, Takeshi); 〒2210835 神奈
川県横浜市神奈川区鶴屋町三丁目33番8 ア
サヒビルディング10階 響国際特許事務所
Kanagawa (JP).

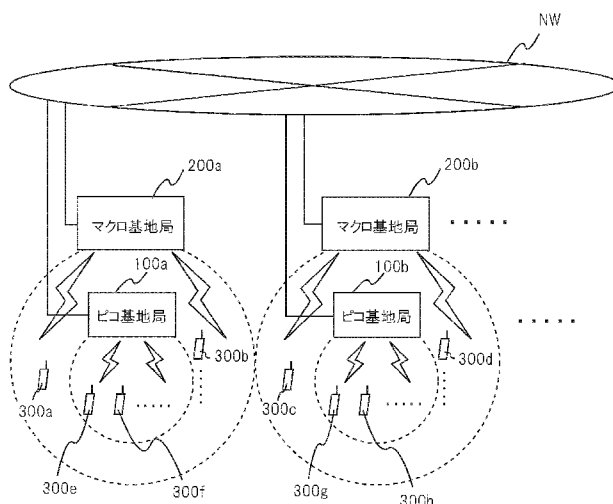
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, 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, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: WIRELESS-RESOURCE SETTING METHOD, SYSTEM, BASE STATION, AND NON-TRANSITORY COMPUTER-READABLE MEDIUM

(54) 発明の名称: 無線リソース設定方法、システム、基地局及び非一時的なコンピュータ可読媒体



200a, 200b MACRO BASE STATION
100a, 100b PICO BASE STATION

(57) Abstract: Related technologies have had the problem that terminals connected to a cell that has implemented a wireless-resource allocation restriction suffer decreased throughput fairness. This wireless-resource setting method is executed for a first communication area managed by a first wireless base station and a second communication area that is managed by a second wireless base station and encompasses part of or is adjacent to the first communication area. A resource utilization percentage for the first communication area is compared to a prescribed value, and the relative loads on the first wireless base station and the second wireless base station are compared. If the resource utilization percentage for the first communication area is greater than or equal to the prescribed value and the load on the first wireless base station is determined to be high relative to the load on the second wireless base station on the basis of a predetermined criterion, wireless resources for the second communication area are controlled.

(57) 要約: 関連する技術では、無線リソースの割り当ての制限を実施したセルに接続中の端末のスループットの公平性がくずれる問題があった。本発明にかかる無線リソース設定方法は、第1の無線基地局が管理する第1の通信エリアと、第1の通信エリアに隣接またはその一部を包括する第2の無線基地局が管理する第2の通信エリアに関

し実行される。第1の通信エリアのリソース使用率と所定値を比較し、第1の無線基地局と前記第2の無線基地局の相対的な負荷を比較し、第1の通信エリアのリソース使用率が所定値以上であり、かつ、第1の無線基地局の負荷が第2の無線基地局の負荷に比して予め定められた基準に基づいて相対的に大きいと判断される場合に、第2の通信エリアの無線リソースを制御する。

WO 2014/073131 A1

明 細 書

発明の名称：

無線リソース設定方法、システム、基地局及び非一時的なコンピュータ可読媒体

技術分野

[0001] 本発明は、無線リソース設定方法、システム、基地局及び非一時的なコンピュータ可読媒体に関し、特に、隣接セルへの干渉を抑制する割り当て無線リソース設定方法に関する。

背景技術

[0002] 例えば、3 G P P (Third Generation Partnership Project) において標準化がなされている L T E (Long Term Evolution) などの無線通信システムは、基地局を複数配置するとともに、各基地局が、当該基地局に割り当てられた通信エリア（以下、セルと呼ぶ）内に位置する端末（移動局）と通信を行う。また、アンテナに指向性を持たせることでセルを複数に分割することもでき、この分割された領域をセクタセルと呼ぶ。以下の説明において、セルとは、通常のセルだけでなくセクタセルも含むものとする。

[0003] L T E は、通常、隣接セル間で同一の通信帯域を用いる。従って、セル間の境界に位置する端末（以下、エッジ端末と呼ぶ）は、上りリンク、下りリンクに関わらず、隣接セルから強い干渉を受ける。このような問題に対処するため、自セルの端末に対して優先的に通信することが可能な優先帯域を設定する。そして、各セルは隣接するセルの優先帯域に対しては端末への割り当て無線リソースを制限することにより、隣接するセル間の干渉を抑制する I C I C (Inter Cell Interference Coordination) と呼ばれる干渉マネジメント技術を用いる。無線リソースの制限としては、通知された優先帯域を割り当て対象から除外することや、送信電力を削減することなどが考えられる。

[0004] 優先帯域の設定方法としては、セル間で優先帯域が重複しないよう、部分

的な周波数繰り返しを行う FFR (Fractional Frequency Reuse) と呼ばれる技術が知られている (非特許文献 1)。また、優先帯域の通知方法としては、LTE は LOAD INFORMATION が標準化されている。例えば、LTE の下りリンクは、基地局からのリソースブロック毎の送信電力情報である RNTTP (Relative Narrowband TX Power) を用い、上りリンクは HII (High Interference Indication) を用いることが可能である (非特許文献 2)。

[0005] 更に、近年のトラフィック量の増大への対策として、従来のマクロ基地局に加えて低送信電力の基地局 (スモールセル基地局) を導入して様々な大きさのセルを混在させるヘテロジニアスネットワーク (Heterogeneous Network) が注目されているが、セル数の増加に伴いセル境界エリアが拡大するため、セル間の干渉が問題視されている。3GPP Release 10 は、干渉マネジメント技術として、eICIC (enhanced ICIC) が検討され、ABS (Almost Blank Subframe) が標準化された (非特許文献 3)。

[0006] eICIC は time domain ICIC とも呼ばれる。ABS を設定した基地局は、下りリンクであれば、物理ダウンリンク制御チャネル (PDCCH: Physical Downlink Control Channel) と物理下りリンク共用チャネル (PDSCH: Physical Downlink Shared Channel) の送信を停止する。これにより、隣接セルの端末の希望信号電力対干渉および雑音電力比 (SINR: Signal to Interference and Noise power Ratio) が大きく改善し、該当端末のスループットの増加が期待できる。

[0007] ところで、ICIC における優先帯域の通知条件として、関連技術 1 (非特許文献 4) は、「通信路品質が所要品質以下となる端末が所定数以上いる場合」が提案されている。関連技術 1 により、セルの端に端末がいる場合に、隣接セルへ優先帯域の通知ができる。しかしながら、関連技術 1 は、優先帯域が通知されたセルの端末数が多い場合、無線通信システムにおける全端末のスループットの累積分布の 5% 値が劣化し、端末間でのスループットの公平性がくずれる問題があった。これは、端末数が多いセルは、1 つの端末あたりに割り当てられる通信帯域が少なく、各端末のスループットが元々低

いにも関わらず、端末に割り当てる無線リソースを制限するためである。

[0008] 特許文献1では、PDSCHとして使用可能な無線リソースについて、マクロセル使用不能PDSCHリソースとマクロセル使用可能PDSCHリソースとの比であるリソース分割比を決定する。そして、決定されたリソース分割比に従って定められるマクロセル使用可能PDSCHリソースの中から、マクロセル基地局に接続する無線端末に無線リソースを割り当てる、という方法を提供している。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：特開2012-129646号公報

非特許文献

[0010] 非特許文献1：Bin Fan et al, "A Dynamic Resource Allocation Scheme Based on Soft Frequency Reuse for OFDMA Systems", IEEE 2007 International Symposium on Microwave, Antenna, Propagation and EMC Technologies for Wireless Communications, pp.121-125, Aug.2007

非特許文献2：3GPP TS 36.423 V9.0.0(2009-09)、3GPP TSG RAN E-UTRAN X2AP, pp.16-17, p.29, p.49, Sept. 2009

非特許文献3：3GPP TS 36.300 V10.6.0(2011-12)、3GPP TSG RAN E-UTRA and E-UTRAN Overall description Stage 2 (Release 10), p.116, Dec. 2011

非特許文献4：3GPP R1-072376、Nortel, "Further Discussion on Adaptive Fractional Frequency Reuse", May 2007

非特許文献5：3GPP TS 36.314 V9.1.0(2010-06)、3GPP TSG RAN E-UTRA Layer 2 - Measurements, pp. 6-7, June. 2010

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0011] 上述のように、関連する技術では、無線リソースの割り当ての制限を実施したセルに接続中の端末のスループットの公平性がくずれる問題があった。

[0012] 本発明は、上述の課題を解決するためになされたものであり、複数の通信エリアのそれぞれに收容された複数端末のスループットに関する公平性を改善した無線リソース設定方法、システム、基地局及び非一時的なコンピュータ可読媒体を提供できる。

課題を解決するための手段

[0013] 一態様にかかる無線リソース設定方法は、第1の無線基地局が管理する第1の通信エリアと、前記第1の通信エリアに隣接またはその一部を包括する第2の無線基地局が管理する第2の通信エリアについて、前記第1の通信エリアのリソース使用率と所定値を比較し、前記第1の無線基地局の負荷と前記第2の無線基地局の負荷とを計算し、前記第1の無線基地局と前記第2の無線基地局の相対的な負荷を比較し、前記第1の通信エリアのリソース使用率が前記所定値以上であり、かつ、前記第1の無線基地局の負荷が前記第2の無線基地局の負荷に比して予め定められた基準に基づいて相対的に大きいと判断される場合に、前記第2の通信エリアの無線リソースを制御する。

[0014] 一態様にかかる無線通信システムは、第1の通信エリアを管理する第1の無線基地局と、前記第1の通信エリアに隣接または一部を包括する第2の通信エリアを管理する第2の無線基地局を備える。そして、前記第1の通信エリアのリソース使用率と所定値を比較する手段と、前記第1の無線基地局の負荷と前記第2の無線基地局の負荷とを計算し、前記第1の無線基地局と前記第2の無線基地局の相対的な負荷を比較する手段と、前記第1の通信エリアのリソース使用率が前記所定値以上であり、かつ、前記第1の無線基地局の負荷が前記第2の無線基地局の負荷に比して予め定められた基準に基づいて相対的に大きいと判断される場合に、前記第2の通信エリアの無線リソースを制御する手段とを備えている。

[0015] 一態様にかかる無線リソース設定方法をコンピュータに実行させる非一時的なコンピュータ可読媒体は、第1の無線基地局が管理する第1の通信エリアと、前記第1の通信エリアに隣接またはその一部を包括する第2の無線基地局が管理する第2の通信エリアについて、前記第1の通信エリアのリソー

ス使用率と所定値を比較し、前記第１の無線基地局の負荷と前記第２の無線基地局の負荷とを計算し、前記第１の無線基地局と前記第２の無線基地局の相対的な負荷を比較し、前記第１の通信エリアのリソース使用率が前記所定値以上であり、かつ、前記第１の無線基地局の負荷が前記第２の無線基地局の負荷に比して予め定められた基準に基づいて相対的に大きいと判断される場合に、前記第２の通信エリアの無線リソースを制御する決定を行う処理をコンピュータに実行させる。

[0016] 一態様にかかる無線基地局は、他の無線基地局が管理する第１の通信エリアに隣接または一部を包括する第２の通信エリアを管理する。そして、前記第１の通信エリアのリソース使用率が前記所定値以上であり、かつ、前記第１の無線基地局の負荷が前記第２の無線基地局の負荷に比して予め定められた基準に基づいて相対的に大きいと判断される場合に、前記第２の通信エリアの無線リソースを制御する。

[0017] 一態様にかかる無線基地局は、第１の通信エリアを管理する。そして、前記第１の通信エリアのリソース使用率が前記所定値以上であり、かつ、前記無線基地局の負荷が、前記第１の通信エリアに隣接または一部を包括する第２の通信エリアを管理する他の無線基地局の負荷に比して予め定められた基準に基づいて相対的に大きいと判断される場合に、前記第２の通信エリアの無線リソースを制御する判断結果を前記他の基地局に対して通知する。

発明の効果

[0018] 本発明によれば、複数の通信エリアのそれぞれに収容された複数端末のスループットに関する公平性を改善した無線リソース設定方法、システム、基地局及び非一時的なコンピュータ可読媒体を提供できる。

図面の簡単な説明

[0019] [図１]第１の実施形態における無線通信システムの構成を表す図である。

[図２]第１の実施形態におけるピコ基地局とマクロ基地局の構成を表す図である。

[図３]第１の実施形態における端末の構成を表す図である。

[図4]第1の実施形態におけるピコ基地局の優先帯域の設定方法を示す図である。

[図5]第1の実施形態におけるマクロ基地局の無線リソースの割り当て制限の実施判定方法を示す図である。

[図6]第2の実施形態におけるピコ基地局とマクロ基地局の構成を表す図である。

[図7]第2の実施形態におけるピコ基地局の優先帯域の設定方法を示す図である。

[図8]第2の実施形態におけるマクロ基地局の無線リソースの割り当て制限の実施判定方法を示す図である。

[図9]第2の実施形態におけるマクロ基地局の無線リソースの割り当て制限の実施判定方法を示す図である。

[図10]第3の実施形態におけるピコ基地局とマクロ基地局の構成を表す図である。

[図11]第3の実施形態におけるエッジ端末の判定方法を示す図である。

[図12]第3の実施形態におけるピコ基地局の優先帯域の設定方法を示す図である。

[図13]関連技術における課題を示す図である。

[図14]関連技術における課題を示す図である。

発明を実施するための形態

[0020] 最初に、本件出願人が、先に出願した先願（特願2011-36659）について、本件発明との差異を中心に説明しておく。先願では、優先帯域が通知されたセルにおいて、通信の際に使用される無線リソースの単位であるPRB（Physical Resource Block）使用率やActive UE数など（非特許文献5）を用いて定義された負荷が閾値未満の場合のみ、端末への無線リソースの割り当ての制限を実施する方法を提案した。これにより、端末数が多く、元々端末のスループットが低いセルは、割り当て無線リソースの制限を回避できる。

[0021] ここで、PRB使用率やActive UE数などは過去の実績値であるため、先願の実施の形態では、無線リソースの割り当ての制限を実施したセルに接続中の端末のスループットだけが劣化する問題があった。

先願の実施の形態では、エッジ端末数がしきい値以上の場合、隣接セルに対して優先帯域を通知する。通知先のセルは、通知元のセルよりも、端末数が少ない場合のみ、無線リソースの割り当ての制限を実施する。図13に示されるように、無線通信システムが、ピコセルAを管理する基地局Aと、マクロセルBを管理する基地局Bを備え、しきい値は3台とする場合を想定する。基地局Aは低送信電力の基地局である。また、ピコセルAには端末が5台存在し、そのうち4台(A2～A5)がセル境界に位置するエッジ端末である。また、マクロセルBには端末が3台(B1～B3)存在し、それら全てセンタ端末である。

[0022] 先願の実施の形態によれば、ピコセルAのエッジ端末数は4台と、しきい値よりも多いため、ピコセルAはマクロセルBに優先帯域を通知する。通知先のマクロセルBの端末数は3台であり、通知元のピコセルAの端末数の4台よりも少ないため、マクロセルBは通知された優先帯域への送信電力を削減するなどの無線リソースの割り当て制限を一定期間継続して実施する。

ところが図14に示されるように、マクロセルBが無線リソースの割り当てを制限している時間に対して、ピコセルAの端末が通信する時間が短い場合がある。この時、ピコセルAの端末のスループットは端末数が多いため改善せず、またマクロセルBの端末のスループットは無線リソースの割り当て制限により劣化してしまう。

本願発明は、このような課題を解決することも考慮に入れて考えだされた。

[0023] [第1の実施形態]

第1の実施形態では、ピコセルは自セルのバッファサイズと送信レートとから推定したリソース使用率がしきい値以上かを判定し、判定結果をマクロセルにRNTPを用いて通知する。マクロセルはRNTPが1の通知を受けた

らピコセルの相対負荷がしきい値以上か判定し、満たす場合は無線リソースの割り当てを制限（送信電力を抑制）する。

次に、本実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

[0024] [構成の説明]

図1に、本実施の形態1に係る無線通信システム10の構成を示す。

無線通信システム10は、LTEの下りリンクについて本発明を適用したものである。

無線通信システム10は、ピコ基地局100a、100b、…と、マクロ基地局200a、200b、…と、複数の端末300-P1-1(300e)、300-P1-2(300f)、…、300-M1-1(300a)、300-M1-2(300b)、…とを備える。MはMacro（マクロ）を、PはPico（ピコ）の頭文字である。ここで、端末300-P1-Xは、ピコ基地局100aに接続していることを示す。また、端末300-M1-Yは、マクロ基地局200aに接続していることを示す。X、Yは、各基地局において端末を識別するための任意のインデックスとする。

[0025] 以下の説明は、各ピコ基地局、各マクロ基地局で共通した事項を説明する場合、それぞれ、「ピコ基地局100は～」、「マクロ基地局200は～」のように述べる。同様に、端末についても、ピコ基地局に接続している各端末、マクロ基地局に接続している各端末に共通した事項を説明する場合、それぞれ、「端末300-Pは～」、「端末300-Mは～」のように述べる。また、接続する基地局に係わらず共通した事項を説明する場合、「端末300は～」のように述べる。

[0026] ピコ基地局100a、100b、…と、マクロ基地局200a、200b、…は、通信回線NWを介して互いに通信が可能である。また、各ピコ基地局100と各マクロ基地局200は、それぞれ複数の通信エリア（セル）を管理することができる。本実施形態は、各ピコ基地局100と各マクロ基地局200は、それぞれ1つの通信エリアを管理する。

[0027] ピコ基地局100は低送信電力基地局であり、マクロ基地局200と比べ

、通信エリアは狭い。各ピコ基地局１００の通信エリアは、各マクロ基地局２００の通信エリアに少なくとも一部の通信エリアが包含される。

各ピコ基地局１００は、当該基地局１００が管理する通信エリア内に存在する端末３００－Ｐとの間で無線通信を行う。各ピコ基地局１００は、複数の端末３００－Ｐ（３００e～３００h）のそれぞれと同時に無線通信を実行できる。

[0028] 各マクロ基地局２００は、当該基地局２００が管理する通信エリアから、ピコ基地局１００が管理する通信エリアを除いた通信エリア内に存在する端末３００－Ｍ（３００a～３００d）との間で無線通信を行う。各マクロ基地局２００は、複数の端末３００－Ｍ（３００a～３００d）のそれぞれと同時に無線通信を実行できる。

[0029] 各ピコ基地局１００と各マクロ基地局２００は、図示しない情報処理装置を備える。情報処理装置は、図示しない中央処理装置（ＣＰＵ；Central Processing Unit）、及び、記憶装置（メモリ及びハードディスク駆動装置（ＨＤＤ；Hard Disk Drive））を備える。各ピコ基地局１００と各マクロ基地局２００は、記憶装置に記憶されているプログラムをＣＰＵが実行することにより、後述する機能を実現するように構成されている。

[0030] 各端末３００は、携帯電話端末である。なお、各端末３００は、パーソナル・コンピュータ、ＰＨＳ（Personal Handyphone System）端末、ＰＤＡ（Personal Data Assistance、Personal Digital Assistant）、スマートフォン、カーナビゲーション端末、又は、ゲーム端末等であってもよい。

[0031] 各端末３００は、ＣＰＵ、記憶装置（メモリ）、入力装置（キーボタン及びマイクロフォン）、及び、出力装置（ディスプレイ及びスピーカ）を備える。各端末３００は、記憶装置に記憶されているプログラムをＣＰＵが実行することにより、後述する機能を実現するように構成されている。

[0032] 図２は、上記のように構成された無線通信システム１０における各ピコ基地局１００と、各マクロ基地局２００の機能を表すブロック図である。ピコ基地局はピコ基地局１００aを、マクロ基地局はマクロ基地局２００aを代表

させて説明する。図には記載していないが、ピコ基地局 100b、・・・の機能は、ピコ基地局 100a の機能と同じである。同様に、マクロ基地局 200b、・・・の機能は、マクロ基地局 200a の機能と同じである。

[0033] ピコ基地局 100a は、基地局動作部 101 と、リファレンス信号生成部 102 と、負荷測定部 103 と、送信バッファ 104 と、スケジューラ 105 と、優先帯域設定部 106 と、を備えている。

[0034] 基地局動作部 101 は、ピコ基地局 100a と接続中の各端末 300-P1 との間で無線信号を送受信する機能を有する。また、基地局動作部 101 は、無線信号の送受信に用いる割り当て帯域や MCS (Modulation and Coding Scheme) Index などのスケジューリング情報と送信電力の設定情報を各端末 300-P1 (300e~300d) に通知する機能を有する。さらに、基地局動作部 101 は、マクロ基地局 200a とそれ以外の周辺マクロ基地局とを識別するために使用する情報が記載された周辺基地局リストを有して通信回線 NW を介して周辺基地局との間で通信を行う機能も備える。基地局動作部 101 が備えるこれらの機能は一般的な無線通信システムにおいて周知の機能であるため説明を省略する。

[0035] リファレンス信号生成部 102 は、端末 300 がピコ基地局 100a との通信路品質を測定するために用いるリファレンス信号を生成する機能を有する。生成された信号は基地局動作部 101 を介して各端末 300 へ送信される。

[0036] 負荷測定部 103 は、所定の周期毎に、ピコ基地局 100a の負荷を測定し、測定した負荷の情報を、基地局動作部 101 を介して、少なくともマクロ基地局 200a を含む周辺基地局に通知する機能を有する。本実施形態では、負荷として PRB 使用率を用いている。測定された負荷は、基地局動作部 101 を介して、優先帯域設定部 106 で使用される。

送信バッファ 104 は、通信回線 NW を介して到着する各端末 300-P (300e~300d) 宛の送信データとその情報とともに蓄積する機能を有する。

[0037] スケジューラ 105 は、送信バッファ 104 に蓄積されている各端末 300-O-P (300e~300d) 宛の送信データサイズと、各端末 300-O-P (300e~300d) から報告された CQI (Channel Quality Indicator) などの CSI (Channel State Information) 情報に基づき、端末 300-O-P 毎に割り当てる送信電力と周波数帯域と MCS Index を決定し、基地局動作部 101 を介してデータを送信する機能を有する。

[0038] 優先帯域設定部 106 は、送信バッファ 104 に滞留中の送信データのサイズ (以下、バッファサイズ) と負荷からピコ基地局 100a のリソース使用率を推定する機能を有する。なお、ピコ基地局 100a のリソース使用率を推定する機能は、他の処理方法により実現するようにしてもよい。例えば、以下の段落 0066 に記載の方法や、段落 0085 に記載の方法等によっても実現できる。

更に、推定したピコ基地局 100a のリソース使用率を用いて、ピコ基地局 100a の優先帯域を設定するか否かを判定し、判定結果を、基地局動作部 101 が管理する周辺基地局リストを参照して、少なくともマクロ基地局 200a に通知する機能を有する。本実施形態は、優先帯域はシステム帯域とし、判定結果の通知には基地局からのリソースブロック毎の送信電力情報である RNTTP (Relative Narrowband TX Power) を用いる。RNTTP は、優先帯域に設定する RB (Resource Block) は 1 に設定し、優先帯域に設定しない RB は 0 に設定する。RB は無線帯域の割り当て単位である周波数ブロックを表す。本実施形態は、優先帯域設定部 106 がピコ基地局 100a の優先帯域を設定する場合、全ての RB の RNTTP を 1 に設定して通知し、設定しない場合は、全ての RB の RNTTP を 0 に設定して通知する。

[0039] マクロ基地局 200a は、基地局動作部 201 と、リファレンス信号生成部 202 と、負荷測定部 203 と、送信バッファ 204 と、割り当て無線リソース設定部 205 と、スケジューラ 206 と、を含む。

基地局動作部 201 は、マクロ基地局 200a と接続中の各端末 300-M1 (300a~300d) との間で無線信号を送受信する機能を有する。ま

た、基地局動作部201は、無線信号の送受信に用いる割り当て帯域やMC S I n d e xなどのスケジューリング情報と送信電力の設定情報を端末300-M1(300a~300d)毎に決定し、各端末300-M1(300a~300d)に通知する機能も有する。さらに、基地局動作部201は、ピコ基地局100aと、周辺マクロ基地局と、各周辺マクロ基地局の通信エリア内に設置されたピコ基地局と、を識別するために使用する情報が記載された周辺基地局リストを有して通信回線NWを介して周辺基地局との間で通信を行う機能などを有する。これらの機能は一般的な無線通信システムにおいて周知の機能であるため、説明を省略する。

リファレンス信号生成部202は、ピコ基地局100aのリファレンス信号生成部102と同様の機能を有するので説明を省略する。

[0040] 負荷測定部203は、所定の周期毎に、マクロ基地局200aの負荷を測定し、測定した負荷の情報を、基地局動作部201を介して、少なくともピコ基地局100aを含む周辺基地局に通知する機能を有する。測定された負荷は、基地局動作部201を介して、割り当て無線リソース設定部204で利用される。

送信バッファ204は、ピコ基地局100aの送信バッファ104と同様の機能を有するので説明を省略する。

[0041] 割り当て無線リソース設定部205は、ピコ基地局100aから通知されるRNTIと負荷の情報と、負荷測定部103で測定したマクロ基地局200aの負荷を用いて、マクロ基地局200aが端末300-M1(300a、300b)に対して無線リソースの割り当ての制限を実施するか否かを判定する機能を有する。本実施形態は、割り当て無線リソース設定部205が、端末300-M1(300a、300b)に対して無線リソースの割り当ての制限を実施すると判定した場合、端末300-M1(300a、300b)に対して、割り当て可能な帯域をシステム帯域に設定し、データチャネルであるPDSCHの送信電力を予め設定された基準送信電力よりも所定の値だけ小さい送信電力に設定する。

[0042] また、割り当て制限実施判定部 205 が、端末 300-M1 (300a、300b) に対して無線リソースの割り当ての制限を実施しないと判定した場合、各端末 300-M1 (300a、300b) に対して、割り当て可能な帯域をシステム帯域に設定し、送信電力を予め設定された基準送信電力に設定する。

スケジューラ 206 は、ピコ基地局 100a のスケジューラ 105 と同様の機能を有するので説明を省略する。

[0043] 図 3 は、無線通信システム 10 における端末 300-P1-1 (300e) の機能を表すブロック図である。図には記載していないが、端末 300-P1-1 (300e) の機能は、端末 300-P1-2 (300f)、・・・、端末 300-P2-1 (300g)、端末 300-P2-2 (300h)、・・・、端末 300-M1-1 (300a)、端末 300-M1-2 (300b)、・・・の機能と同じである。

端末 300-P1-1 (300e) の機能は、端末動作部 301 と、通信路品質測定部 302 を含む。

[0044] 端末動作部 301 は、端末 300 と接続中の（通信リンクが確立されている）ピコ基地局 100a との間で無線信号を送受信する機能など、一般的な無線通信システムにおいて周知の機能であるため、詳細な説明を省略する。

通信路品質測定部 302 は、リファレンス信号に対する通信路品質を測定し、測定した通信路品質の情報をピコ基地局 100a に送信する機能を有する。本実施形態は、通信路品質は RSRP とリファレンス信号に対する SINR から計算される CQI である。

[0045] [動作の説明]

次に、上述した無線通信システム 10 の作動について、図 4～5 を用いて説明する。

図 4 は、ピコ基地局 100a の優先帯域設定部 106 が、ピコ基地局 100a の優先帯域を設定するか否かを判定する動作手順を示すものである。優先帯域設定部 106 は、負荷測定部 103 が PRB 使用率をマクロ基地局 2

00aに通知する周期毎に、図4に記載の動作を実行する。

[0046] まず、ピコ基地局100aのRBあたりの伝送ビット数TB (Transmitted Bits) を次の数式(1)に従って計算する(S101)。

$$TB = (BS_past + \Delta S - BS_present) / (U_pico \times N_PRB \times T) \quad (1)$$

[0047] 計算には、負荷測定部103が測定したピコ基地局100aのPRB使用率 U_pico と、現在時刻において送信バッファ104に滞留しているバッファサイズ $BS_present$ と、現在時刻から所定時間T前の時刻に送信バッファ104に滞留していたバッファサイズ BS_past と、その時刻から現在までの間に送信バッファ104に到着したデータサイズ ΔS を用いる。

[0048] 数式(1)の右辺において、分子は所定時間Tにピコ基地局100aで送信が完了した総データサイズを表し、分母は所定時間Tにピコ基地局100aでデータ送信のために使用した総PRB数を表す。 N_PRB はデータ送信の時間単位である時間フレーム(Subframe)あたりに割り当て可能なPRB数であり、TはPRB使用率の通知周期である。

[0049] 次に、ピコ基地局200aのリソース使用率として、ピコ基地局100aの現在時刻から所定時間T経過後のPRB使用率の推定値(以後、推定PRB使用率と呼ぶ) U_pico_est を、後述する数式(2)に従って計算する(S102)。

$$U_pico_est = \text{MIN}[1.0, (BS_present / TB) / (N_PRB \times T)] \quad (2)$$

数式(2)により、現在時刻から所定時間Tが経過するまでに使用できる総PRB数に対し、送信バッファに滞留しているデータを送信完了するまでに必要な延べPRB数との比である推定PRB使用率を推定できる。以上説明したように、S101、S102に示す処理によって、ピコ基地局の通信エリアのリソース使用率と所定値を比較する処理を実行する。

[0050] 次に、ピコ基地局100aの推定PRB使用率 U_pico_est がしきい値 U_thr 以上か否かを判定する(S103)。

ピコ基地局100aの推定PRB使用率 U_pico_est がしきい値

U__t h r 以上の場合 (S 1 0 3、Y e s)、現在時刻から所定時間 T が経過するまでの間はピコ基地局 1 0 0 a と端末 3 0 0 - P (3 0 0 e ~ 3 0 0 h) 間の通信頻度が高いと判定し、優先帯域設定部 1 0 6 は、全ての R B の R N T P を 1 に設定し、マクロ基地局 2 0 0 a へ通知する (S 1 0 4)。その後、図 4 の処理を終了する。

[0051] また、ピコ基地局 1 0 0 a の推定 P R B 使用率 U__p i c o__e s t がしきい値 U__t h r 未満の場合 (S 1 0 3、N o)、現在時刻から所定時間 T が経過するまでの間はピコ基地局 1 0 0 a と端末 3 0 0 - P (3 0 0 e ~ 3 0 0 h) 間の通信頻度が低いと判定し、優先帯域設定部 1 0 6 は、全ての R B の R N T P を 0 に設定し、マクロ基地局 2 0 0 a へ通知する (S 1 0 5)。その後、図 4 の処理を終了する。

[0052] 図 5 は、マクロ基地局 2 0 0 a の割り当て無線リソース設定部 2 0 4 が、マクロ基地局 2 0 0 a に接続している各端末 3 0 0 - M 1 への割り当て可能な無線リソースを設定する動作手順を示すものである。割り当て無線リソース設定部 2 0 4 は、ピコ基地局 1 0 0 a からの R N T P を受信する度に、図 5 に記載の動作を実行する。

まず、ピコ基地局 1 0 0 a からマクロ基地局 2 0 0 a へ通知された R N T P が 1 か否かを判定する (S 2 0 1)。

[0053] ピコ基地局 1 0 0 a からマクロ基地局 2 0 0 a へ通知された R N T P が 1 である場合 (S 2 0 1、Y e s)、ピコ基地局 1 0 0 a の相対負荷 $\Delta U_p i c o$ を数式 (3) に従って計算する (S 2 0 2)。

$$\Delta U_p i c o = U_p i c o - U_m a c r o \quad (3)$$

[0054] U__p i c o は、ピコ基地局 1 0 0 a から受信した直近のピコ基地局 1 0 0 a の P R B 使用率を表し、U__m a c r o は負荷測定部 2 0 3 が測定したマクロ基地局 2 0 0 a の P R B 使用率を表す。ピコ基地局 1 0 0 a の相対負荷 $\Delta U_p i c o$ が大きいほど、ピコ基地局 1 0 0 a は、マクロ基地局 1 0 0 a と比較して端末数が多く、端末のスループットが低いことを表す。

[0055] 次いで、ピコ基地局 1 0 0 a の相対負荷 $\Delta U_p i c o$ がしきい値 $\Delta U_t h r$

t h r 以上か否かを判定する (S 2 0 3)。以上、S 2 0 1 ~ S 2 0 3 に示す処理によって、ピコ基地局の負荷とマクロ基地局の負荷とを計算し、ピコ基地局とマクロ基地局の相対的な負荷を比較する処理を実行する。

[0056] ピコ基地局 1 0 0 a の相対負荷 $\Delta U_{\text{p i c o}}$ がしきい値 $\Delta U_{\text{t h r}}$ 以上の場合 (S 2 0 3、Y e s)、ピコ基地局 1 0 0 a の端末のスループットはマクロ基地局 2 0 0 a の端末のスループットと比較して充分低いと判定し、マクロ基地局 2 0 0 a の P D S C H の送信電力 $P_{\text{p d s c h}}$ と基準電力 $P_{\text{r s}}$ から一定値 $P_{\text{o f f s e t}}$ ($> 0 \text{ dB}$) を引いた値が等しいか判定する (S 2 0 4)。基準電力 $P_{\text{r s}}$ とは、マクロ基地局 2 0 0 a で使用できる無線リソースを制限しない場合の送信電力である。

[0057] 両者が等しい場合 (S 2 0 2、Y e s)、マクロ基地局 2 0 0 a は端末 3 0 0 - M 1 に対して無線リソースの割り当ての制限を既に実施していると判定し、図 5 の処理を終了する。一方、両者が等しくない場合 (S 2 0 4、N o)、マクロ基地局 2 0 0 a は端末 3 0 0 - M 1 に対して無線リソースの割り当ての制限を実施していないと判定し、送信電力 $P_{\text{p d s c h}}$ を $P_{\text{r s}}$ から $P_{\text{o f f s e t}}$ ($> 0 \text{ dB}$) 小さい値に更新する (S 2 0 5)。この S 2 0 4、S 2 0 5 に示す処理では、ピコ基地局とマクロ基地局の相対負荷が高いため、送信電力を制御する処理を実行している。送信電力 $P_{\text{p d s c h}}$ の設定情報は、基地局動作部 2 0 1 を介して、各端末 3 0 0 - M 1 (3 0 0 a、3 0 0 b) に通知される。これにより、ピコ基地局 1 0 0 a の各端末 3 0 0 - P 1 (3 0 0 e、3 0 0 f) に対して、マクロ基地局 2 0 0 a からの干渉が抑制できる。

[0058] 一方、ピコ基地局 1 0 0 a の相対負荷 $\Delta U_{\text{p i c o}}$ がしきい値 $\Delta U_{\text{t h r}}$ 未満の場合 (S 2 0 3、N o)、ピコ基地局 1 0 0 a の端末のスループットはマクロ基地局 2 0 0 a の端末のスループットと比較して低くないと判定し、マクロ基地局 2 0 0 a に接続している各端末 3 0 0 - M 1 (3 0 0 a、3 0 0 b) の送信電力 $P_{\text{p d s c h}}$ と基準電力 $P_{\text{r s}}$ が等しいか判定する (S 2 0 6)。等しい場合 (S 2 0 6、Y e s)、マクロ基地局 2 0 0 a は

端末300-M1に対して無線リソースの割り当ての制限を実施していないと判定し、図5の処理を終了する。一方、等しくない場合（S206、No）、マクロ基地局200aは端末300-M1に対して無線リソースの割り当ての制限を実施していると判定し、送信電力 $P_{pd sch}$ を P_{rs} に更新する（S207）。このS206、S207では、ピコ基地局とマクロ基地局の相対負荷が低いため、送信電力を制御しない処理を実行している。

一方、ピコ基地局100aからマクロ基地局200aへ通知されたRNTPが0である場合（S201、No）、処理S206に進む。以上、S204～S207は、ピコ通信エリアのリソース使用率が所定値以上であり、かつ、ピコ基地局の負荷がマクロ基地局の負荷に比して予め定められた基準に基づいて相対的に大きいと判断される場合に、マクロ通信エリアの無線リソースを制御する処理を実行している。

[0059] 上記使用できる無線リソースを制限する処理は、上記基準電力よりも送信電力を小さくする方法以外に以下の方法を用いることもできる。例えば、基地局が通信エリア内の端末との間で無線通信を行うために使用できる時間フレームを制限する方法や、基地局が通信エリア内の端末との間で無線通信を行うために使用できる周波数ブロックを制限する方法等である。

[0060] 以上、説明したように、本発明の第1実施形態に係わるピコ基地局100aとマクロ基地局200aによれば、ピコ基地局100aと端末300-P1（300e、300f）間の通信頻度が高く、かつ、ピコ基地局100aの負荷がマクロ基地局200aの負荷よりも高い場合に、マクロ基地局200aが割り当て無線リソースの制限を行うので、端末300-Pのスループットを増加でき、かつ、マクロ基地局200とピコ基地局100を含めた全通信端300のスループットの公平性を改善できる。

[0061] 以上、上記実施形態を参照して本願発明を説明したが、本願発明は、上述した実施形態に限定されるものではない。本願発明の構成及び詳細に、本願発明の範囲内において当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。

例えば、割り当て無線リソース設定部204は、ピコ基地局100aの相

対負荷として、ピコ基地局 100a の PRB 使用率に対するマクロ基地局 200a の PRB 使用率の差を計算する代わりに、ピコ基地局 200a の PRB 使用率に対するマクロ基地局 100a の PRB 使用率の比を計算しても良い。

[0062] また、割り当て無線リソース設定部 204 は、端末 300-M1 に対して無線リソースの割り当ての制限を実施すると判定した場合に、送信電力を予め設定された基準送信電力よりも小さい送信電力に設定することで、割り当ての制限を実施していたが、これに限るものではない。例えば、割り当て可能な帯域を通知された優先帯域以外の帯域に設定することで、割り当ての制限を実施してもよい。

[0063] この場合、優先帯域は、システム帯域を複数に分割した部分帯域とする。或いは、割り当て可能な時間を ABS (Almost Blank Subframe) 以外の時間に設定することで、割り当ての制限を実施してもよい。この場合、ABS の時間は、マクロ基地局 200a はデータ送信を行わない。また、上記割り当て制限の方法を組み合わせてもよい。更には、割り当ての制限の実施方法を端末毎に変えてもよい。

[0064] また、本実施形態で用いる負荷として、Active UE 数を用いることもできる。Active UE 数を負荷として用いる場合、通信回線 NW 上に OAM サーバが接続される。OAM サーバは、通信回線 NW に接続されている各ピコ基地局 100 と各マクロ基地局 200 から Active UE 数を集計する機能を有する。Active UE 数は OAM サーバを介して、各ピコ基地局 100 と各マクロ基地局 200 で使用できる。

以上の変更は、以降の実施形態も同様に行うことができる。

[0065] [第 2 の実施形態]

ピコセルは自セルのバッファサイズと送信レートと推定トラフィック発生量から推定したリソース使用率がしきい値以上で、かつ、ピコセルの相対負荷がしきい値以上の場合、マクロセルに $RNT P = 1$ を通知する。マクロセルは $RNT P$ が 1 の通知を受けたら無線リソースの割り当てを所定の時間だけ

制限する（送信電力を抑制）。

[0066] 次に、本発明の第2の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

[構成の説明]

図6は、第2の実施の形態における各ピコ基地局400と、各マクロ基地局500の機能を表すブロック図である。ピコ基地局はピコ基地局400aを、マクロ基地局はマクロ基地局500aを代表させて説明する。図には記載していないが、周辺のピコ基地局の機能は、ピコ基地局400aの機能と同じである。同様に、周辺のマクロ基地局の機能は、マクロ基地局500aの機能と同じである。

[0067] 第2の実施の形態におけるピコ基地局400aは、第1の実施の形態におけるピコ基地局100aと比較して、優先帯域設定部106に替えて優先帯域設定部406を有する点異なる。また、第2の実施の形態におけるマクロ基地局500aは、第1の実施の形態におけるマクロ基地局200aと比較して、割り当て無線リソース設定部205に替えて割り当て無線リソース設定部505を有する点異なる。以下は、優先帯域設定部406と、割り当て無線リソース設定部505に関して説明する。

[0068] 優先帯域設定部406は、優先帯域設定部106とは異なり、送信バッファ104のバッファサイズの変動から所定時間内に発生するデータビット数を推定する機能を新たに有する。また、優先帯域設定部406は、計算したデータビット数と送信バッファ104のバッファサイズと負荷からピコ基地局400aのリソース使用率を推定する機能を有する。更に、優先帯域設定部406は、推定したピコ基地局400aのリソース使用率を用いて、ピコ基地局400aの優先帯域を設定するか否かを判定し、判定結果をマクロ基地局500aに通知する機能を有する。本実施形態は、負荷としてPRB使用率を用い、優先帯域はシステム帯域とし、判定結果の通知にはRNTPを用いる。また、本実施形態は、優先帯域設定部406がピコ基地局400aの優先帯域を設定する場合、全てのRBのRNTPを1に設定して通知し、

設定しない場合は通知を行わない。

[0069] 割り当て無線リソース設定部505は、ピコ基地局400aから通知されるRNTPを用いて、マクロ基地局500aが端末300-M1に対して無線リソースの割り当ての制限を実施するか否かを判定する機能を有する。本実施形態は、割り当て無線リソース設定部505が、端末300-M1に対して無線リソースの割り当ての制限を実施すると判定した場合、通知を受けてから所定時間が経過するまで、端末300-M1に対して、割り当て可能な帯域をシステム帯域に設定し、送信電力を予め設定された基準送信電力よりも小さい送信電力に設定する。また、所定時間経過後は、端末300-M1に対して、割り当て可能な帯域をシステム帯域に設定し、送信電力を予め設定された基準送信電力を設定する。

[0070] [動作の説明]

図7は、優先帯域設定部406が、ピコ基地局400aの優先帯域を設定するか否かを判定する動作手順を示すものである。優先帯域設定部406は、マクロ基地局500aからPRB使用率が通知される周期毎に、図7に記載の動作を実行する。

まず、負荷測定部103が測定したピコ基地局300-1のPRB使用率と、送信バッファ104の管理情報を用い、ピコ基地局400aのRBあたりの伝送ビット数TBを数式(1)に従って計算する(S301)。

[0071] 次に、所定時間T内にピコ基地局400aの送信バッファ104に到着するトラヒックサイズの平均値 ΔS_ave を数式(4)に従って更新する(S302)。

$$\Delta S_ave = \omega \times \Delta S + (1 - \omega) \times \Delta S_ave_previous \quad (4)$$

ΔS は、所定時間T前の時刻から現在時刻までの間に送信バッファ104に到着したデータサイズであり、 $\Delta S_ave_previous$ は、更新前のトラヒックサイズの平均値であり、 ω は重み付け係数である。

[0072] 次いで、ピコ基地局400aの推定PRB使用率 U_pico_est を数式(5)に従って計算する(S303)。

$$U_pico_est = \text{MIN}[1.0, \{(BS_present + \Delta S_ave) / TB\} / (N_PRB \times T)] \quad (5)$$

数式（５）により、現在時刻から所定時間Ｔが経過するまでに使用できる総ＰＲＢ数に対し、現在時刻において送信バッファに滞留しているデータと所定時間Ｔ内に発生するデータを送信完了するまでに必要なＰＲＢ数の比率を推定できる。

[0073] 次いで、ピコ基地局４００ａの推定ＰＲＢ使用率 U_pico_est がしきい値 U_thr 以上か否かを判定する（Ｓ３０４）。

ピコ基地局４００ａの推定ＰＲＢ使用率 U_pico_est がしきい値 U_thr 以上の場合（Ｓ３０４、Ｙｅｓ）、ピコ基地局４００ａの相対負荷 ΔU_pico を数式（３）に従って計算し（Ｓ３０５）、 ΔU_pico がしきい値 ΔU_thr 以上か否かを判定する（Ｓ３０６）。

ピコ基地局４００ａの相対負荷 ΔU_pico がしきい値 ΔU_thr 以上の場合（Ｓ３０６、Ｙｅｓ）、優先帯域設定部４０６は、全てのＲＢのＲＮＴＰを１に設定し、マクロ基地局５００ａへ通知する（Ｓ３０７）。その後、図７の処理を終了する。

[0074] 一方、ピコ基地局４００ａの相対負荷 ΔU_pico がしきい値 ΔU_thr 未満の場合（Ｓ３０６、Ｎｏ）、図７の処理を終了する。

また、ピコ基地局４００ａの推定ＰＲＢ使用率 U_pico_est がしきい値 U_thr 未満の場合（Ｓ３０４、Ｎｏ）、図７の処理を終了する。

[0075] 図８は、マクロ基地局５００ａの割り当て無線リソース設定部５０５が、マクロ基地局５００ａに接続している各端末３００－Ｍ１への割り当て可能な無線リソースを設定する動作手順を示すものである。割り当て無線リソース設定部５０５は、ピコ基地局４００ａからのＲＮＴＰを受信する度に、図８に記載の動作を実行する。

まず、ピコ基地局４００ａからマクロ基地局５００ａへ通知されたＲＮＴＰが１か否かを判定する（Ｓ４０１）。

[0076] ピコ基地局４００ａからマクロ基地局５００ａへ通知されたＲＮＴＰが１

の場合（S401、Yes）、数式（6）に従って計算した T_end をマクロ基地局500aがPD SCHの送信電力の抑制を解除する時間として設定する（S402）。

$$T_end = t + T_icic \quad (6)$$

t は現在時刻、 T_icic はマクロ基地局500aがPD SCHの送信電力の抑制を行う時間を表す。

[0077] 次いで、マクロ基地局500aに接続している端末300-M1のPD SCHの送信電力 $P_pd sch$ と基準電力 P_rs から P_offset (>0 dB) 引いた値が等しいか判定する（S403）。等しい場合（S403、Yes）、図8の処理を終了する。一方、等しくない場合（S403、No）、送信電力 $P_pd sch$ を P_rs から P_offset (>0 dB) 引いた値に更新する（S404）。

[0078] また、図9は、割り当て無線リソース設定部505が、マクロ基地局500aに接続している端末300-M1への割り当て可能な無線リソースの制限を解除するか否かを判定し、判定結果に基づいて端末300-M1への割り当て可能な無線リソースを設定する動作手順を示すものである。割り当て無線リソース設定部505は、時間フレーム(sub frame)毎に、図9に記載の動作を実行する。

[0079] 先ず、現在時刻 t が、マクロ基地局500aが送信電力の抑制を解除する時間 T_end 以降か否かを判定する（S501）。

現在時刻 t が、マクロ基地局500aが送信電力の抑制を解除する時間 T_end より前の場合（S501、No）、図9の処理を終了する。

一方、現在時刻 T が、マクロ基地局500aが送信電力の抑制を解除する時間 T_end 以降の場合（S501、Yes）、マクロ基地局500aに接続している各端末300-M1の送信電力 $P_pd sch$ と基準電力 P_rs が等しいか判定する（S502）。等しい場合（S502、Yes）、図9の処理を終了する。一方、等しくない場合（S502、No）、送信電力 $P_pd sch$ を P_rs に更新する（S503）。

[0080] 以上、本実施の形態によれば、ピコ基地局400aにおいて発生するデータビット数の推定値も用いてピコ基地局400aと端末300-P1間の通信頻度を推定するため、本発明の第1の実施形態と比較して、ピコ基地局のリソース使用率の推定精度を向上できる。更に、本実施の形態によれば、マクロ基地局500が割り当て無線リソースの制限を実施する場合のみ、RNTPが通知される。そのため、本発明の第1の実施形態と比較して、通信回線NWを介した基地局間のシグナリング量を抑制できる。

[0081] 以上、上記実施形態を参照して本願発明を説明したが、本願発明は、上述した実施形態に限定されるものではない。本願発明の構成及び詳細に、本願発明の範囲内において当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。

例えば、本実施の形態におけるリソース使用率の推定方法は、第1の実施の形態でも適用できる。これにより、第1の実施形態におけるピコ基地局100aの推定PRB使用率の推定精度を向上できる。

[0082] また、本実施の形態における割り当て無線リソース設定部505は、無線リソースの制限を開始してから所定の時間が経過したら、無線リソースの制限を解除していたが、第1の実施の形態と同様に、無線リソースの制限を実施するための基準の何れか1つを満足できない場合に制限を解除しても良い。或いは、第1の実施の形態において、本実施の形態のように、制限を開始してから所定の時間が経過したら解除してもよい。これは、以降の実施形態でも同様に行うことができる。

[0083] [第3の実施形態]

ピコセルは端末毎のバッファサイズと送信レートとから推定したリソース使用率の総和がしきい値以上かを判定し、判定結果をマクロセルにRNTPを用いて通知する。マクロセルはRNTPが1の通知を受けたらピコセルの相対負荷がしきい値以上かを判定し、満たす場合は無線リソースの割り当てを制限する（送信電力を抑制）。

[0084] 次に、本発明の第3の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

〔構成の説明〕

図１０は、第３の実施の形態における各ピコ基地局６００と、各マクロ基地局７００の機能を表すブロック図である。各マクロ基地局５００の機能を表すブロック図である。ピコ基地局はピコ基地局６００aを、マクロ基地局はマクロ基地局７００aを代表させて説明する。図には記載していないが、周辺のピコ基地局の機能は、ピコ基地局６００aの機能と同じである。同様に、周辺のマクロ基地局の機能は、マクロ基地局７００aの機能と同じである。

[0085] 第３の実施の形態におけるピコ基地局６００aは、第１の実施の形態におけるピコ基地局１００aと比較して、優先帯域設定部１０６に替えて優先帯域設定部６０７を有する点と、新たにエッジ端末判定部６０６を有する点が異なる。また、第３の実施の形態における各マクロ基地局の機能は第１の実施の形態におけるマクロ基地局２００の機能と同じである。以下は、エッジ端末判定部６０６と、優先帯域設定部６０７に関して説明する。

[0086] エッジ端末判定部６０６は、各端末３００－Ｐ１から報告される通信路品質情報を用いて、各端末３００－Ｐ１がエッジ端末か否かを判定する機能を有する。本実施形態は、通信路品質情報は基準信号受信電力(RSRP: Reference Signal Received Power)を用いる。判定結果は、基地局動作部１０１を介して、優先帯域設定部６０７で利用される。

[0087] 優先帯域設定部６０７は、エッジ端末判定部６０６がエッジ端末と判定した端末３００－Ｐ１毎に送信バッファ１０４のバッファサイズと送信レートからリソース使用率を推定し、推定した各エッジ端末のリソース使用率を集計してピコ基地局６００aのリソース使用率を推定する機能を有する。更に、推定したピコ基地局６００aのリソース使用率を用いてピコ基地局６００aの優先帯域を設定するか否かを判定し、判定結果をマクロ基地局７００aに通知する機能を有する。本実施形態は、負荷はPRB使用率とし、優先帯域はシステム帯域とし、判定結果の通知にはRNTPを用いる。また、本実施形態は、優先帯域設定部６０７がピコ基地局６００aの優先帯域を設定す

る場合、全てのRBのRNTPを1に設定して通知し、設定しない場合は、全てのRBのRNTPを0に設定して通知する。

[0088] [動作の説明]

図11は、ピコ基地局600aのエッジ端末判定部606が、端末300-P1がエッジ端末か否かを判定する動作手順を示すものである。エッジ端末判定部606は、負荷測定部103がPRB使用率をマクロ基地局700aに通知する周期毎に、図11に記載の動作を実行する。

まず、端末300-P1-1(300e)のピコ基地局600aとマクロ基地局700aのRSRPの差分値 $\Delta RSRP$ を数式(7)に従って計算する(S601)。

$$\Delta RSRP = RSRP_pico - RSRP_macro \quad (7)$$

$RSRP_pico$ と $RSRP_macro$ はそれぞれ、端末300-P1-1(300e)がピコ基地局600aに報告した、ピコ基地局600aのRSRPとマクロ基地局700aのRSRPである。

[0089] 次いで、端末300-P1-1(300e)のピコ基地局600aとマクロ基地局700aのRSRPの差分値 $\Delta RSRP$ がしきい値 $\Delta RSRP_thr$ 未満か否かを判定する(S602)。しきい値 $\Delta RSRP_thr$ 未満の場合(S602、Yes)、端末300-P1-1(300e)はエッジ端末であると判定する(S603)。一方、しきい値 $\Delta RSRP_thr$ よりも大きい場合(S602、No)、端末300-P1-1(300e)はセンタ端末であると判定する(S604)。

エッジ端末判定部606は、以上の動作を、ピコ基地局600aと通信中の端末300-P1毎に実施し、判定結果を優先帯域設定部607に通知する。

[0090] 図12は、ピコ基地局600aの優先帯域設定部607が、ピコ基地局600aの優先帯域を設定するか否かを判定する動作手順を示すものである。優先帯域設定部607は、負荷測定部103がPRB使用率をマクロ基地局700aに通知する周期毎に、図12に記載の動作を実行する。

[0091] 先ず、エッジ端末判定部606でエッジ端末と判定された端末300-P1毎に、推定PRB使用率 $U_pico_est(i)$ を数式(8)に従って計算する(S701)。

$$U_pico_est(i) = BS_present(i) / \{TB(i) \times N_PRB \times T\} \quad (8)$$

i はエッジ端末と判定された端末300-P1を識別するためのインデックスである。また、 $TB(i)$ はエッジ端末 i のRBあたりの伝送ビット数 TB であり、スケジューラ206のスケジューリング結果から単純平均で計算される。また、 $BS_present(i)$ はエッジ端末 i の現在のバッファサイズを表す。

[0092] 次に、ピコ基地局600aの推定PRB使用率 U_pico_est を数式(9)に従って計算する(S702)。

[数1]

$$U_pico_est = \sum_{i=1}^{N_edge} \{U_pico_est(i)\} \quad (9)$$

N_edge は、エッジ端末判定部606でエッジ端末と判定された端末300-P1の数である。

次いで、ピコ基地局600aの推定PRB使用率 U_pico_est がしきい値 U_thr 以上か否かを判定する(S703)。

[0093] ピコ基地局600aの推定PRB使用率 U_pico_est がしきい値 U_thr 以上の場合(S703、Yes)、現在時刻から所定時間 T が経過するまでの間はピコ基地局600aと端末300-P1の通信頻度が高いと判定し、優先帯域設定部607は、全てのRBの $RNTTP$ を1に設定し、マクロ基地局700aへ通知する(S704)。その後、図11の処理を終了する。

[0094] また、ピコ基地局100aの推定PRB使用率 U_pico_est がしきい値 U_thr 未満の場合(S703、No)、現在時刻から所定時間 T が経過するまでの間はピコ基地局600aと端末300-P1の通信頻度が低いと判定し、優先帯域設定部607は、全てのRBの $RNTTP$ を0に

設定し、マクロ基地局 700a へ通知する (S705)。その後、図 11 の処理を終了する。

[0095] 以上、本実施の形態によれば、端末 300-P1 の中でマクロ基地局 700a からの干渉による通信路品質の劣化が大きい端末と、ピコ基地局 600a 間の通信頻度が高い場合に、マクロ基地局 700a が割り当て無線リソースの制限を行うので、本発明の第 1 の実施形態と比較して、ピコ基地局のリソース使用率の推定精度を向上できる。

[0096] 尚、本発明は以上の実施形態に限定されるものではない。例えば、ピコ基地局 600a の構成からエッジ端末判定部 606 の機能を外してもよい。この場合、優先帯域設定部 607 は、ピコ基地局 600a に接続する全端末 300-P1 に対してそれぞれ推定 PRB 使用率を計算し、その総和を用いてマクロ基地局 700a に優先帯域を通知するかを判定する。端末 300-P 毎の推定 PRB 使用率からピコ基地局の推定 PRB 使用率を推定するため、第 1 の実施の形態と比較して、ピコ基地局のリソース使用率の推定精度を向上させながら、第 3 の実施の形態と比較して、ピコ基地局の処理負荷を低減できる。

[0097] また、第 3 の実施の形態におけるピコ基地局 600 の処理は、マクロ基地局 700 でも行うことができる。この場合、マクロ基地局 700 は、基地局動作部 101 が有する周辺基地局リストに記載される他の基地局毎に、エッジ端末判定部 606 と優先帯域設定部 607 の処理を行う。

[0098] その他の実施の形態

なお、上述の例では、マクロ基地局の通信エリアは、ピコ基地局の通信エリアを包括するものであったが、複数の通信エリアが互いに隣接する無線通信システムにおいても本発明を適用しうる。

上述の実施形態で述べた無線リソース設定方法は、ASIC (Application Specific Integrated Circuit) を含む半導体処理装置を用いて実現されてもよい。また、これらの処理は、少なくとも 1 つのプロセッサ (e.g. マイクロプロセッサ、MPU、DSP (Digital Signal Processor)) を含むコン

ピュータシステムにプログラムを実行させることによって実現されてもよい。具体的には、これらの送信信号処理又は受信信号処理に関するアルゴリズムをコンピュータシステムに行わせるための命令群を含む1又は複数のプログラムを作成し、当該プログラムをコンピュータに供給すればよい。

[0099] これらのプログラムは、様々なタイプの非一時的なコンピュータ可読媒体 (non-transitory computer readable medium) を用いて格納され、コンピュータに供給することができる。非一時的なコンピュータ可読媒体は、様々なタイプの実体のある記録媒体 (tangible storage medium) を含む。非一時的なコンピュータ可読媒体の例は、磁気記録媒体 (例えばフレキシブルディスク、磁気テープ、ハードディスクドライブ)、光磁気記録媒体 (例えば光磁気ディスク)、CD-ROM (Read Only Memory)、CD-R、CD-R/W、半導体メモリ (例えば、マスクROM、PROM (Programmable ROM)、EPROM (Erasable PROM)、フラッシュROM、RAM (random access memory)) を含む。また、プログラムは、様々なタイプの一時的なコンピュータ可読媒体 (transitory computer readable medium) によってコンピュータに供給されてもよい。一時的なコンピュータ可読媒体の例は、電気信号、光信号、及び電磁波を含む。一時的なコンピュータ可読媒体は、電線及び光ファイバ等の有線通信路、又は無線通信路を介して、プログラムをコンピュータに供給できる。

[0100] また、本発明は趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更することが可能である。例えば、例えば、第4世代以上の通信規格 (例えばLTE-Advanced、IMT-Advanced、WiMAX2) 等の上位通信規格にも適用できる。

[0101] 上記の実施の形態の一部又は全部は、以下の付記のようにも記載され得るが、以下には限られない。

(付記1)

第1の無線基地局が管理する第1の通信エリアと、前記第1の通信エリアに隣接またはその一部を包括する第2の無線基地局が管理する第2の通信エリアについて、

前記第 1 の通信エリアのリソース使用率と所定値を比較し、

前記第 1 の無線基地局の負荷と前記第 2 の無線基地局の負荷とを計算し、
前記第 1 の無線基地局と前記第 2 の無線基地局の相対的な負荷を比較し、

前記第 1 の通信エリアのリソース使用率が前記所定値以上であり、かつ、
前記第 1 の無線基地局の負荷が前記第 2 の無線基地局の負荷に比して予め定められた基準に基づいて相対的に大きいと判断される場合に、前記第 2 の通信エリアの無線リソースを制御する、
無線リソース設定方法。

(付記 2)

前記第 1 の通信エリアのリソース使用率を、前記第 1 の無線基地局の送信データサイズに基づいて推定する処理をさらに備えた、付記 1 記載の無線リソース設定方法。

(付記 3)

前記リソース使用率の推定は、前記第 1 の無線基地局が前記第 1 の通信エリア内の各端末に送信する送信データを管理する送信バッファに滞留している送信データのバッファサイズと、前記第 1 の通信エリアの送信レートと、
に基づいて推定を行う、
付記 2 の無線リソース設定方法。

(付記 4)

前記リソース使用率の推定は、前記第 1 の無線基地局が前記第 1 の通信エリア内の各端末に送信する送信データを管理する送信バッファに滞留している送信データのバッファサイズと、

前記第 1 の通信エリアの送信レートと、

前記送信バッファに所定時間内に到着するトラフィックデータのデータサイズの平均値と、

に基づいて推定する、

付記 2 に記載の無線リソース設定方法。

(付記 5)

前記第 1 の通信エリアの前記リソース使用率が所定値よりも低い場合、又は前記相対的な負荷が低いと判断される場合に前記第 2 の無線基地局の無線リソースの制限を解除する、

付記 1 ～ 4 いずれかに記載の無線リソース設定方法。

(付記 6)

前記第 2 の通信エリアの無線リソースを制御する処理により、前記第 2 の無線基地局の無線リソースが制限された場合、一定時間経過後に前記無線リソースの制限を解除する、

付記 1 ～ 5 いずれかに記載の無線リソース設定方法。

(付記 7)

前記第 1 の通信エリアに複数の端末が前記第 1 の無線基地局と通信状態にある場合に、

前記第 1 の通信エリアのリソース使用率を推定する処理が、

前記第 1 の無線基地局の通信路品質情報と、前記第 2 の無線基地局の通信路品質情報と、の相対的な差分に基づいて算出される値がしきい値よりも小さい場合にエッジ端末と判定し、しきい値よりも大きい又は同値の場合はセンタ端末と判定し、

前記エッジ端末に対する前記リソース使用率を計算し、複数の前記エッジ端末ごとの前記リソース使用率を総和して新たなリソース使用率とする、

付記 1 ～ 6 いずれかに記載の無線リソース設定方法。

(付記 8)

前記負荷は、帯域使用率である、付記 1 ～ 7 いずれかに記載の無線リソース設定方法。

(付記 9)

前記負荷は、基地局と接続中の端末数である、付記 1 ～ 7 いずれかに記載の無線リソース設定方法。

(付記 10)

前記通信路品質はRSRP、RSRQ、SINRのいずれかである、付記7に記載の無線リソース設定方法。

(付記11)

第1の通信エリアを管理する第1の無線基地局と、前記第1の通信エリアに隣接または一部を包括する第2の通信エリアを管理する第2の無線基地局を備え、

前記第1の通信エリアのリソース使用率と所定値を比較する手段と、

前記第1の無線基地局の負荷と前記第2の無線基地局の負荷とを計算し、前記第1の無線基地局と前記第2の無線基地局の相対的な負荷を比較する手段と、

前記第1の通信エリアのリソース使用率が前記所定値以上であり、かつ、前記第1の無線基地局の負荷が前記第2の無線基地局の負荷に比して予め定められた基準に基づいて相対的に大きいと判断される場合に、前記第2の通信エリアの無線リソースを制御する手段とを備えた無線通信システム。

(付記12)

前記第1の通信エリアのリソース使用率を、前記第1の無線基地局の送信データサイズに基づいて推定する手段をさらに備えた、付記11記載の無線通信システム。

(付記13)

前記リソース使用率の推定は、前記第1の無線基地局が前記第1の通信エリア内の各端末に送信する送信データを管理する送信バッファに滞留している送信データのバッファサイズと、前記第1の通信エリアの送信レートと、に基づいて推定を行う、
付記12の無線通信システム。

(付記14)

前記リソース使用率の推定は、前記第1の無線基地局が前記第1の通信エリア内の各端末に送信する送信データを管理する送信バッファに滞留している送信データのバッファサイズと、

前記第 1 の通信エリアの送信レートと、
前記送信バッファに所定時間内に到着するトラフィックデータのデータサイ
ズの平均値と、
に基づいて推定する、
付記 1 2 に記載の無線通信システム。

(付記 1 5)

前記第 1 の通信エリアの前記リソース使用率が所定値よりも低い場合、又
は前記相対的な負荷が低いと判断される場合に前記第 2 の無線基地局の無線
リソースの制限を解除する、
付記 1 1 ～ 1 4 いずれかに記載の無線通信システム。

(付記 1 6)

前記第 2 の通信エリアの無線リソースを制御することにより、前記第 2 の
無線基地局の無線リソースが制限された場合、一定時間経過後に前記無線リ
ソースの制限を解除する、
付記 1 1 ～ 1 5 いずれかに記載の無線通信システム。

(付記 1 7)

前記第 1 の通信エリアに複数の端末が前記第 1 の無線基地局と通信状態に
ある場合に、

前記第 1 の通信エリアのリソース使用率を推定する手段が、

前記第 1 の無線基地局の通信路品質情報と、前記第 2 の無線基地局の通信
路品質情報と、の相対的な差分に基づいて算出される値がしきい値よりも小
さい場合にエッジ端末と判定し、しきい値よりも大きい又は同値の場合はセ
ンタ端末と判定する手段と、

前記エッジ端末に対する前記リソース使用率を計算する手段と、
複数の前記エッジ端末ごとの前記リソース使用率を総和して新たなリソース
使用率とする手段とを備える付記 1 1 ～ 1 6 いずれかに記載の無線通信シ
ステム。

(付記 1 8)

前記負荷は、帯域使用率である、付記 11～17 いずれかに記載の無線通信システム。

(付記 19)

前記負荷は、基地局と接続中の端末数である、付記 11～17 いずれかに記載の無線通信システム。

(付記 20)

前記通信路品質は RSRP、RSRQ、SINR のいずれかである、付記 17 に記載の無線通信システム。

(付記 21)

第 1 の通信エリアを管理する第 1 の無線基地局と、前記第 1 の通信エリアに隣接または一部を包括する第 2 の通信エリアを管理する第 2 の無線基地局を備え、

前記第 1 の無線基地局は、

前記第 1 の通信エリアのリソース使用率と所定値を比較する手段と、

前記第 1 の通信エリアのリソース使用率が前記所定値以上の場合に、前記第 2 の無線基地局に対して通知する手段を有し、

前記第 2 の無線基地局は、

前記第 1 の無線基地局から前記通知を受けた場合に、前記第 1 の無線基地局の負荷と前記第 2 の無線基地局の負荷とを計算し、前記第 1 の無線基地局と前記第 2 の無線基地局の相対的な負荷を比較する手段と、

前記第 1 の無線基地局の負荷が前記第 2 の無線基地局の負荷に比して予め定められた基準に基づいて相対的に大きいと判断される場合に、前記第 2 の通信エリアの無線リソースを制御する手段とを備えた無線通信システム。

(付記 22)

第 1 の通信エリアを管理する第 1 の無線基地局と、前記第 1 の通信エリアに隣接または一部を包括する第 2 の通信エリアを管理する第 2 の無線基地局を備え、

前記第 1 の無線基地局は、

前記第 1 の通信エリアのリソース使用率と所定値を比較する手段と、

前記第 1 の無線基地局の負荷と前記第 2 の無線基地局の負荷とを計算し、
前記第 1 の無線基地局と前記第 2 の無線基地局の相対的な負荷を比較する手段と、

前記第 1 の通信エリアのリソース使用率が前記所定値以上であり、かつ、
前記第 1 の無線基地局の負荷が前記第 2 の無線基地局の負荷に比して予め定められた基準に基づいて相対的に大きいと判断される場合に、前記第 2 の無線基地局に対して通知する手段を有し、

前記第 2 の無線基地局は、

前記第 1 の無線基地局から前記通知を受けた場合に、前記第 2 の通信エリアの無線リソースを制御する手段を備えた無線通信システム。

(付記 2 3)

第 1 の無線基地局が管理する第 1 の通信エリアと、前記第 1 の通信エリアに隣接またはその一部を包括する第 2 の無線基地局が管理する第 2 の通信エリアについて、

前記第 1 の通信エリアのリソース使用率と所定値を比較し、

前記第 1 の無線基地局の負荷と前記第 2 の無線基地局の負荷とを計算し、
前記第 1 の無線基地局と前記第 2 の無線基地局の相対的な負荷を比較し、

前記第 1 の通信エリアのリソース使用率が前記所定値以上であり、かつ、
前記第 1 の無線基地局の負荷が前記第 2 の無線基地局の負荷に比して予め定められた基準に基づいて相対的に大きいと判断される場合に、前記第 2 の通信エリアの無線リソースを制御する決定を行う処理とをコンピュータに実行させる非一時的なコンピュータ可読媒体。

(付記 2 4)

第 1 の無線基地局が管理する第 1 の通信エリアに隣接または一部を包括する第 2 の通信エリアを管理し、

前記第 1 の通信エリアのリソース使用率が前記所定値以上であり、かつ、
前記第 1 の無線基地局の負荷が自身の負荷に比して予め定められた基準に基

づいて相対的に大きいと判断される場合に、前記第２の通信エリアの無線リソースを制御する無線基地局。

(付記２５)

第１の通信エリアを管理する場合に、

前記第１の通信エリアのリソース使用率が前記所定値以上であり、かつ、前記無線基地局の負荷が、前記第１の通信エリアに隣接または一部を包括する第２の通信エリアを管理する他の無線基地局の負荷に比して予め定められた基準に基づいて相対的に大きいと判断される場合に、前記第２の通信エリアの無線リソースを制御する判断結果を前記他の基地局に対して通知する無線基地局。

[0102] 以上、実施の形態を参照して本願発明を説明したが、本願発明は上記によって限定されるものではない。本願発明の構成や詳細には、発明のScope内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。

[0103] この出願は、２０１２年１１月８日に提出された日本出願特願２０１２－２４６５７９を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

符号の説明

[0104] A ピコ基地局

B マクロ基地局

A 1 端末

A 2 端末

A 3 端末

A 4 端末

A 5 端末

B 1 端末

B 2 端末

B 3 端末

1 0 無線通信システム

- 1 0 0 a ピコ基地局
- 1 0 0 b ピコ基地局
- 1 0 1 基地局動作部
- 1 0 2 リファレンス信号生成部
- 1 0 3 負荷測定部
- 1 0 4 送信バッファ
- 1 0 5 スケジューラ
- 1 0 6 優先帯域設定部
- 2 0 0 a マクロ基地局
- 2 0 0 b マクロ基地局
- 2 0 1 基地局動作部
- 2 0 2 リファレンス信号生成部
- 2 0 3 負荷測定部
- 2 0 4 送信バッファ
- 2 0 5 割り当て無線リソース設定部
- 2 0 6 スケジューラ
- 3 0 0 a 端末 3 0 0 - M 1 - 1
- 3 0 0 b 端末 3 0 0 - M 1 - 2
- 3 0 0 c 端末 3 0 0 - M 2 - 1
- 3 0 0 d 端末 3 0 0 - M 2 - 2
- 3 0 0 e 端末 3 0 0 - P 1 - 1
- 3 0 0 f 端末 3 0 0 - P 1 - 2
- 3 0 0 g 端末 3 0 0 - P 2 - 1
- 3 0 0 h 端末 3 0 0 - P 2 - 2
- 3 0 1 端末動作部
- 3 0 2 通信路品質測定部
- 4 0 0 a ピコ基地局
- 4 0 6 優先帯域設定部

5 0 0 a マクロ基地局

5 0 5 割り当て無線リソース設定部

6 0 0 a ピコ基地局

6 0 6 エッジ端末判定部

6 0 7 優先帯域設定部

7 0 0 a マクロ基地局

請求の範囲

- [請求項1] 第1の無線基地局が管理する第1の通信エリアと、前記第1の通信エリアに隣接またはその一部を包括する第2の無線基地局が管理する第2の通信エリアについて、
- 前記第1の通信エリアのリソース使用率と所定値を比較し、
- 前記第1の無線基地局の負荷と前記第2の無線基地局の負荷とを計算し、前記第1の無線基地局と前記第2の無線基地局の相対的な負荷を比較し、
- 前記第1の通信エリアのリソース使用率が前記所定値以上であり、かつ、前記第1の無線基地局の負荷が前記第2の無線基地局の負荷に比して予め定められた基準に基づいて相対的に大きいと判断される場合に、前記第2の通信エリアの無線リソースを制御する、無線リソース設定方法。
- [請求項2] 前記第1の通信エリアのリソース使用率を、前記第1の無線基地局の送信データサイズに基づいて推定する処理をさらに備えた、請求項1記載の無線リソース設定方法。
- [請求項3] 前記リソース使用率の推定は、前記第1の無線基地局が前記第1の通信エリア内の各端末に送信する送信データを管理する送信バッファに滞留している送信データのバッファサイズと、前記第1の通信エリアの送信レートと、
- に基づいて推定を行う、
- 請求項2の無線リソース設定方法。
- [請求項4] 前記リソース使用率の推定は、前記第1の無線基地局が前記第1の通信エリア内の各端末に送信する送信データを管理する送信バッファに滞留している送信データのバッファサイズと、
- 前記第1の通信エリアの送信レートと、
- 前記送信バッファに所定時間内に到着するトラフィックデータのデータサイズの平均値と、

に基づいて推定する、

請求項 2 に記載の無線リソース設定方法。

[請求項5] 前記第 1 の通信エリアの前記リソース使用率が所定値よりも低い場合、又は前記相対的な負荷が低いと判断される場合に前記第 2 の無線基地局の無線リソースの制限を解除する、
請求項 1 ～ 4 いずれかに記載の無線リソース設定方法。

[請求項6] 前記第 2 の通信エリアの無線リソースを制御することにより、前記第 2 の無線基地局の無線リソースが制限された場合、一定時間経過後に前記無線リソースの制限を解除する、
請求項 1 ～ 5 いずれかに記載の無線リソース設定方法。

[請求項7] 前記第 1 の通信エリアに複数の端末が前記第 1 の無線基地局と通信状態にある場合に、

前記第 1 の通信エリアのリソース使用率を推定する処理が、

前記第 1 の無線基地局の通信路品質情報と、前記第 2 の無線基地局の通信路品質情報と、の相対的な差分に基づいて算出される値がしきい値よりも小さい場合にエッジ端末と判定し、しきい値よりも大きい又は同値の場合はセンタ端末と判定し、

前記エッジ端末に対する前記リソース使用率を計算し、
複数の前記エッジ端末ごとの前記リソース使用率を総和して新たなリソース使用率とする、

請求項 1 ～ 6 いずれかに記載の無線リソース設定方法。

[請求項8] 前記負荷は、帯域使用率である、請求項 1 ～ 7 いずれかに記載の無線リソース設定方法。

[請求項9] 前記負荷は、基地局と接続中の端末数である、請求項 1 ～ 7 いずれかに記載の無線リソース設定方法。

[請求項10] 前記通信路品質は $RSRP$ 、 $RSRQ$ 、 $SINR$ のいずれかである、請求項 7 に記載の無線リソース設定方法。

[請求項11] 第 1 の通信エリアを管理する第 1 の無線基地局と、前記第 1 の通信

エリアに隣接または一部を包括する第２の通信エリアを管理する第２の無線基地局を備え、

前記第１の通信エリアのリソース使用率と所定値を比較する手段と、

前記第１の無線基地局の負荷と前記第２の無線基地局の負荷とを計算し、前記第１の無線基地局と前記第２の無線基地局の相対的な負荷を比較する手段と、

前記第１の通信エリアのリソース使用率が前記所定値以上であり、かつ、前記第１の無線基地局の負荷が前記第２の無線基地局の負荷に比して予め定められた基準に基づいて相対的に大きいと判断される場合に、前記第２の通信エリアの無線リソースを制御する手段とを備えた無線通信システム。

[請求項12] 前記第１の通信エリアのリソース使用率を、前記第１の無線基地局の送信データサイズに基づいて推定する手段をさらに備えた、請求項１記載の無線通信システム。

[請求項13] 前記リソース使用率の推定は、前記第１の無線基地局が前記第１の通信エリア内の各端末に送信する送信データを管理する送信バッファに滞留している送信データのバッファサイズと、前記第１の通信エリアの送信レートと、
に基づいて推定を行う、
請求項１２の無線通信システム。

[請求項14] 前記リソース使用率の推定は、前記第１の無線基地局が前記第１の通信エリア内の各端末に送信する送信データを管理する送信バッファに滞留している送信データのバッファサイズと、
前記第１の通信エリアの送信レートと、
前記送信バッファに所定時間内に到着するトラフィックデータのデータサイズの平均値と、
に基づいて推定する、

請求項 1 2 に記載の無線通信システム。

[請求項15] 前記第 1 の通信エリアの前記リソース使用率が所定値よりも低い場合、又は前記相対的な負荷が低いと判断される場合に前記第 2 の無線基地局の無線リソースの制限を解除する、
請求項 1 1 ～ 1 4 いずれかに記載の無線通信システム。

[請求項16] 前記第 2 の通信エリアの無線リソースを制御することにより、前記第 2 の無線基地局の無線リソースが制限された場合、一定時間経過後に前記無線リソースの制限を解除する、
請求項 1 1 ～ 1 5 いずれかに記載の無線通信システム。

[請求項17] 前記第 1 の通信エリアに複数の端末が前記第 1 の無線基地局と通信状態にある場合に、
前記第 1 の通信エリアのリソース使用率を推定する手段が、
前記第 1 の無線基地局の通信路品質情報と、前記第 2 の無線基地局の通信路品質情報と、の相対的な差分に基づいて算出される値がしきい値よりも小さい場合にエッジ端末と判定し、しきい値よりも大きい又は同値の場合はセンタ端末と判定する手段と、
前記エッジ端末に対する前記リソース使用率を計算する手段と、
複数の前記エッジ端末ごとの前記リソース使用率を総和して新たなリソース使用率とする手段とを備える請求項 1 1 ～ 1 6 いずれかに記載の無線通信システム。

[請求項18] 前記負荷は、帯域使用率である、請求項 1 1 ～ 1 7 いずれかに記載の無線通信システム。

[請求項19] 前記負荷は、基地局と接続中の端末数である、請求項 1 1 ～ 1 7 いずれかに記載の無線通信システム。

[請求項20] 前記通信路品質は $RSRP$ 、 $RSRQ$ 、 $SINR$ のいずれかである、請求項 1 7 に記載の無線通信システム。

[請求項21] 第 1 の通信エリアを管理する第 1 の無線基地局と、前記第 1 の通信エリアに隣接または一部を包括する第 2 の通信エリアを管理する第 2

の無線基地局を備え、

前記第 1 の無線基地局は、

前記第 1 の通信エリアのリソース使用率と所定値を比較する手段と

、

前記第 1 の通信エリアのリソース使用率が前記所定値以上の場合に

、前記第 2 の無線基地局に対して通知する手段を有し、

前記第 2 の無線基地局は、

前記第 1 の無線基地局から前記通知を受けた場合に、前記第 1 の無線基地局の負荷と前記第 2 の無線基地局の負荷とを計算し、前記第 1 の無線基地局と前記第 2 の無線基地局の相対的な負荷を比較する手段と、

前記第 1 の無線基地局の負荷が前記第 2 の無線基地局の負荷に比して予め定められた基準に基づいて相対的に大きいと判断される場合に、前記第 2 の通信エリアの無線リソースを制御する手段とを備えた無線通信システム。

[請求項22]

第 1 の通信エリアを管理する第 1 の無線基地局と、前記第 1 の通信エリアに隣接または一部を包括する第 2 の通信エリアを管理する第 2 の無線基地局を備え、

前記第 1 の無線基地局は、

前記第 1 の通信エリアのリソース使用率と所定値を比較する手段と

、

前記第 1 の無線基地局の負荷と前記第 2 の無線基地局の負荷とを計算し、前記第 1 の無線基地局と前記第 2 の無線基地局の相対的な負荷を比較する手段と、

前記第 1 の通信エリアのリソース使用率が前記所定値以上であり、かつ、前記第 1 の無線基地局の負荷が前記第 2 の無線基地局の負荷に比して予め定められた基準に基づいて相対的に大きいと判断される場合に、前記第 2 の無線基地局に対して通知する手段を有し、

前記第２の無線基地局は、

前記第１の無線基地局から前記通知を受けた場合に、前記第２の通信エリアの無線リソースを制御する手段を備えた無線通信システム。

[請求項23]

第１の無線基地局が管理する第１の通信エリアと、前記第１の通信エリアに隣接またはその一部を包括する第２の無線基地局が管理する第２の通信エリアについて、

前記第１の通信エリアのリソース使用率と所定値を比較し、

前記第１の無線基地局の負荷と前記第２の無線基地局の負荷とを計算し、前記第１の無線基地局と前記第２の無線基地局の相対的な負荷を比較し、

前記第１の通信エリアのリソース使用率が前記所定値以上であり、かつ、前記第１の無線基地局の負荷が前記第２の無線基地局の負荷に比して予め定められた基準に基づいて相対的に大きいと判断される場合に、前記第２の通信エリアの無線リソースを制御する決定を行う処理をコンピュータに実行させる非一時的なコンピュータ可読媒体。

[請求項24]

第１の無線基地局が管理する第１の通信エリアに隣接または一部を包括する第２の通信エリアを管理し、

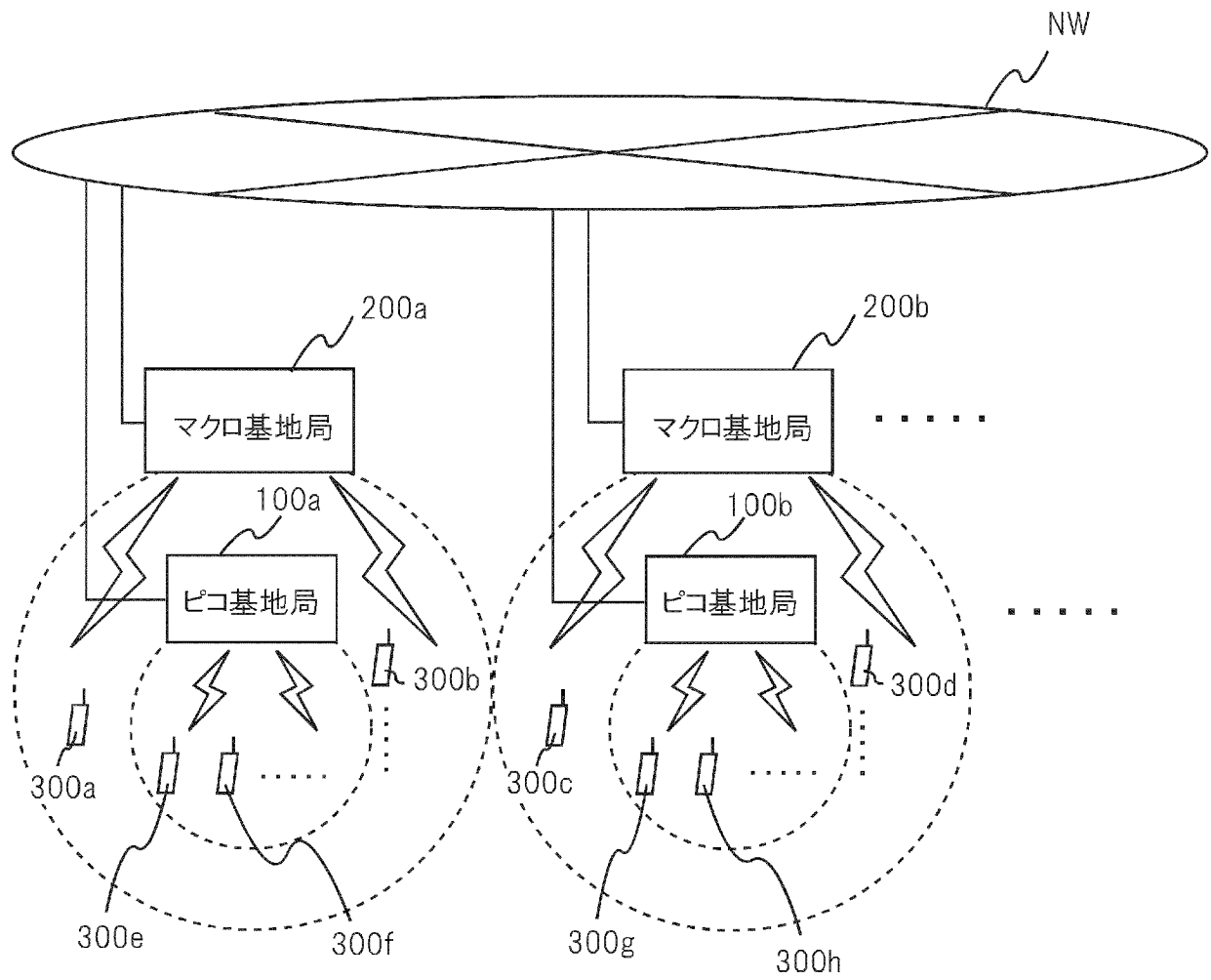
前記第１の通信エリアのリソース使用率が前記所定値以上であり、かつ、前記第１の無線基地局の負荷が自身の負荷に比して予め定められた基準に基づいて相対的に大きいと判断される場合に、前記第２の通信エリアの無線リソースを制御する無線基地局。

[請求項25]

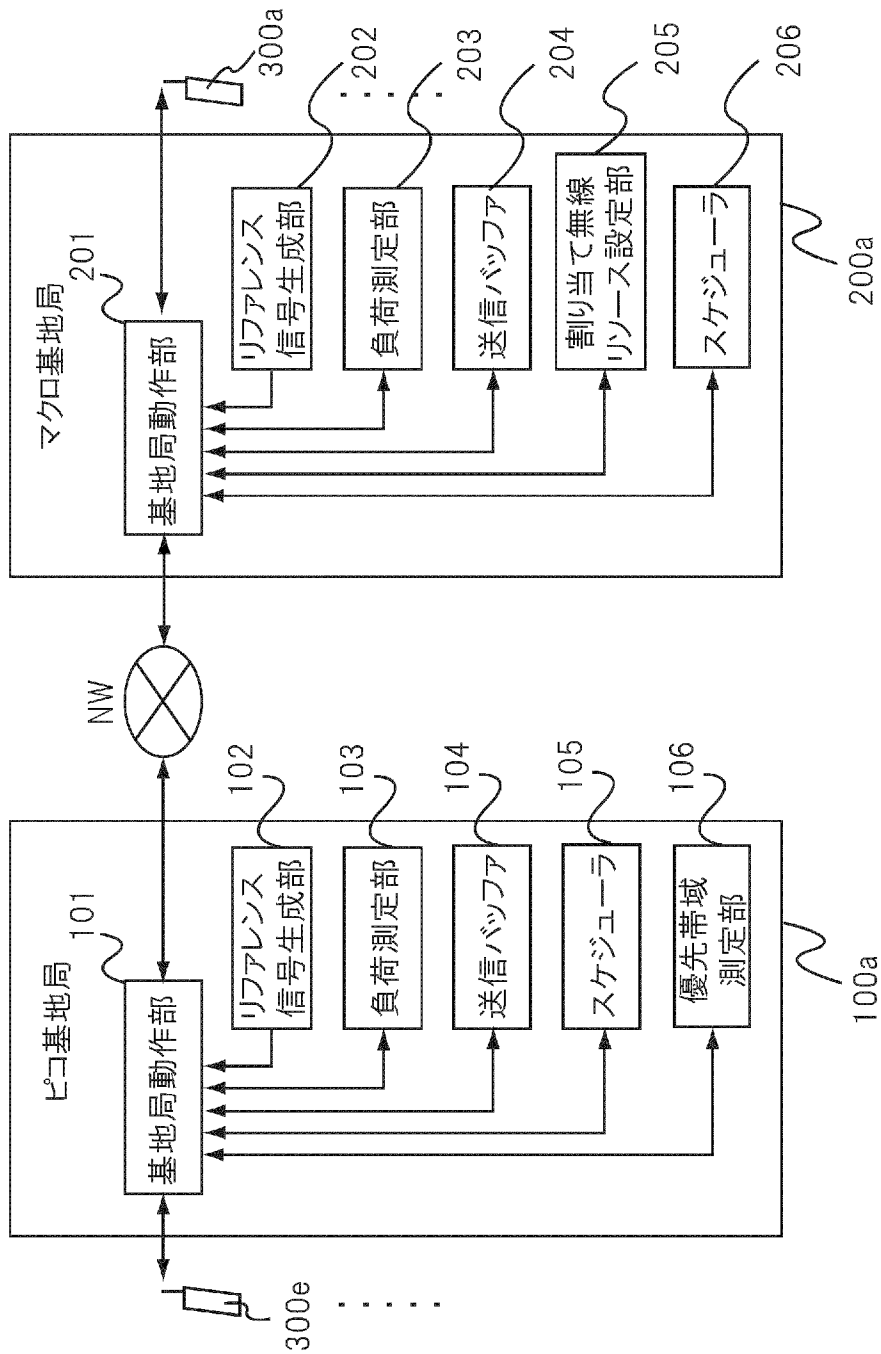
第１の通信エリアを管理する場合に、

前記第１の通信エリアのリソース使用率が前記所定値以上であり、かつ、前記無線基地局の負荷が、前記第１の通信エリアに隣接または一部を包括する第２の通信エリアを管理する他の無線基地局の負荷に比して予め定められた基準に基づいて相対的に大きいと判断される場合に、前記第２の通信エリアの無線リソースを制御する判断結果を前記他の基地局に対して通知する無線基地局。

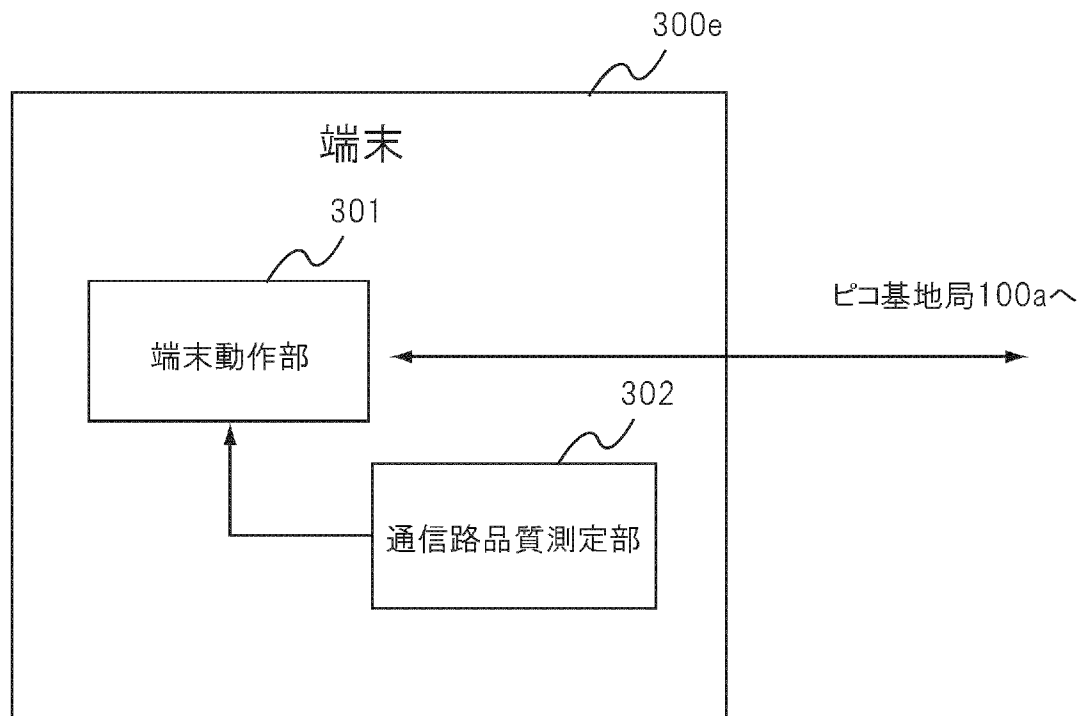
[図1]



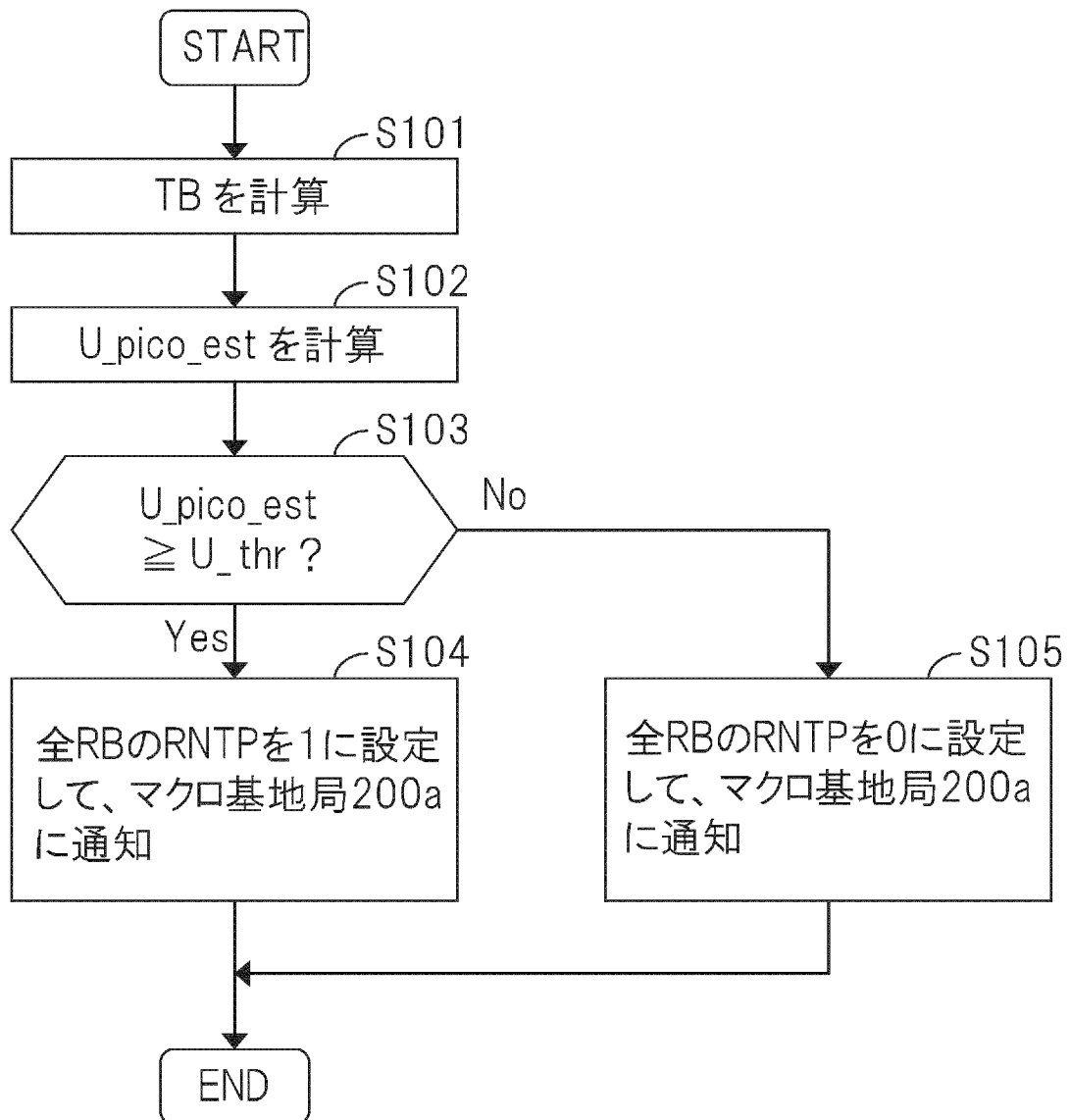
[図2]



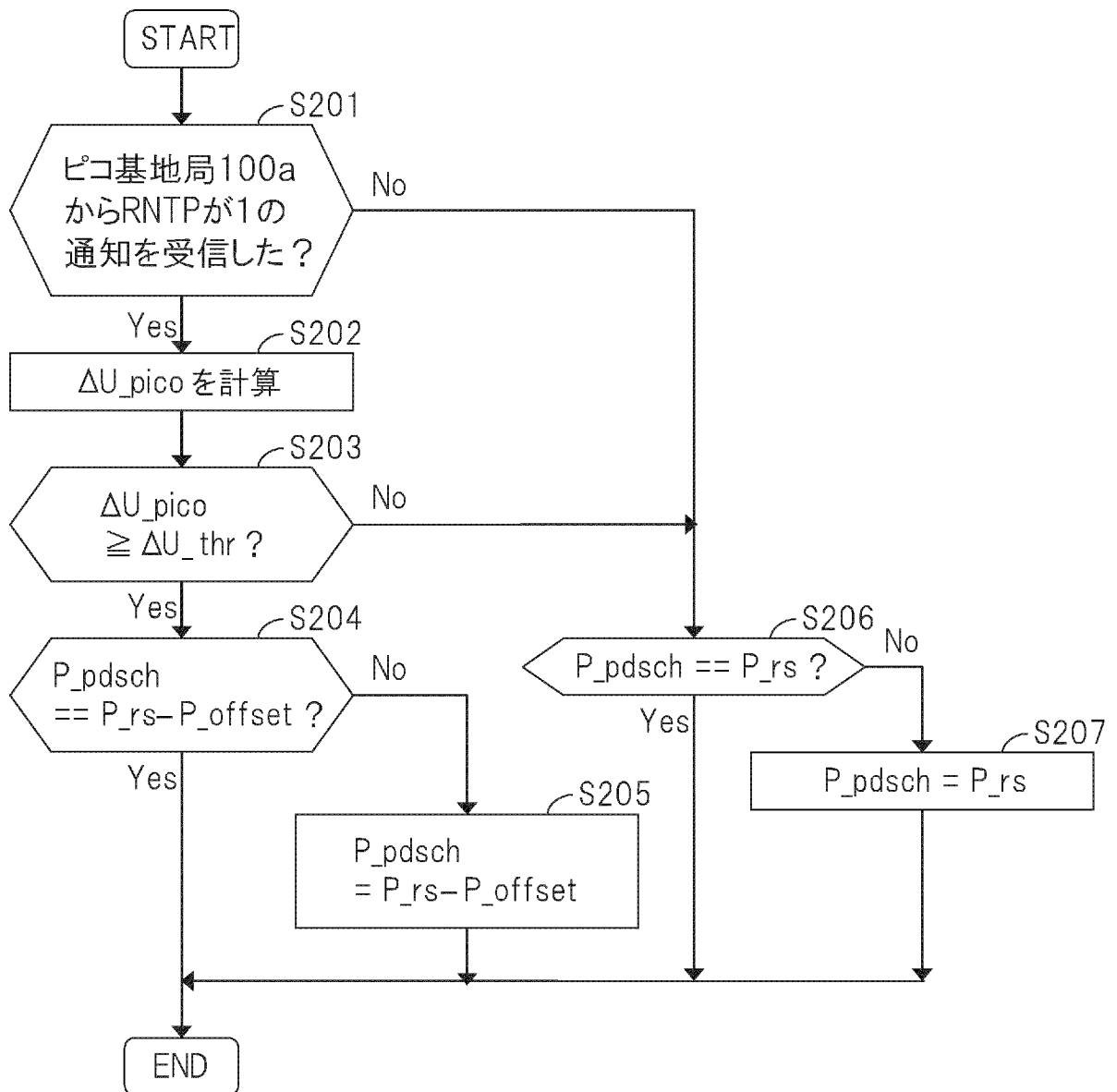
[図3]



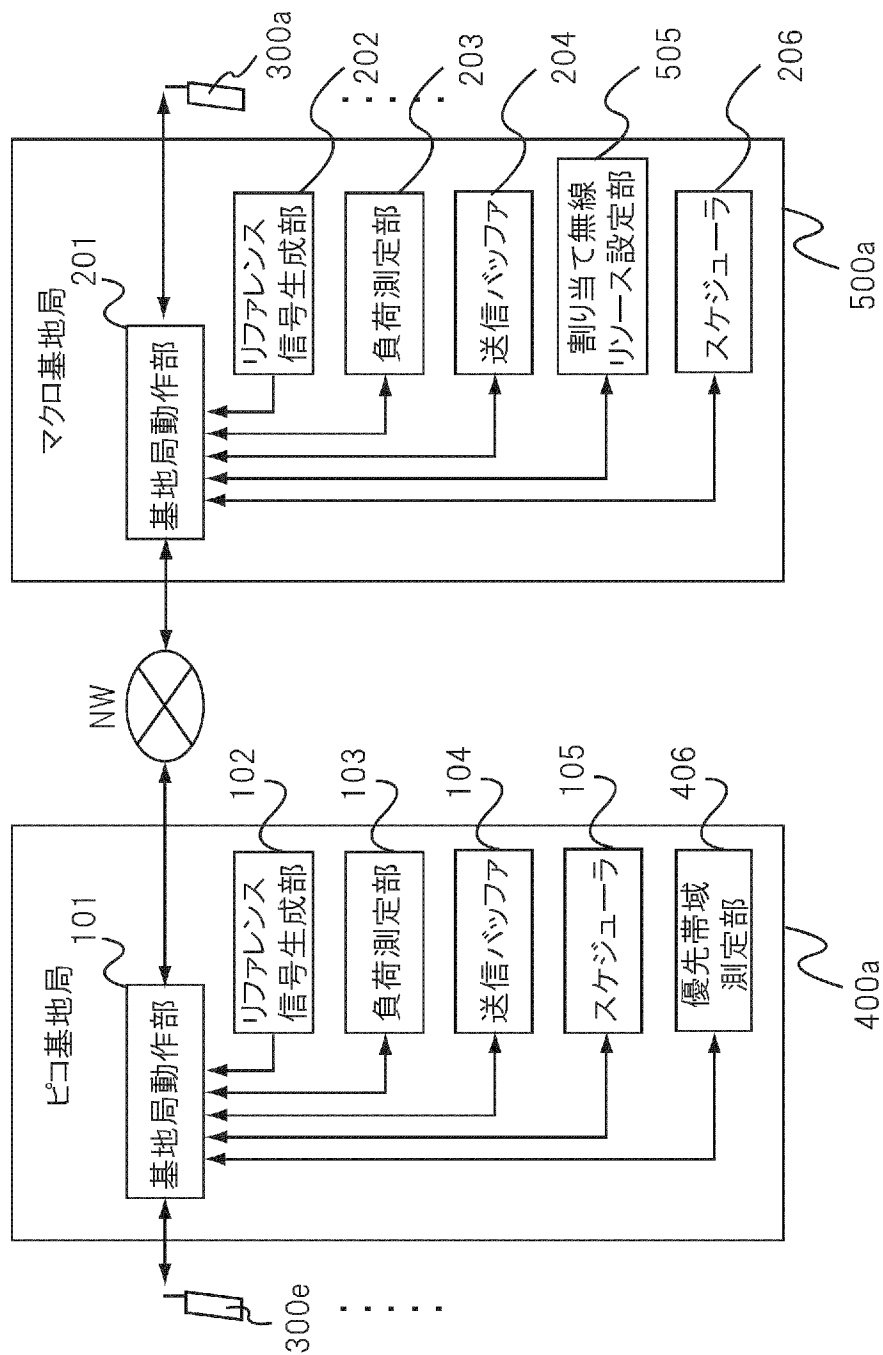
[図4]



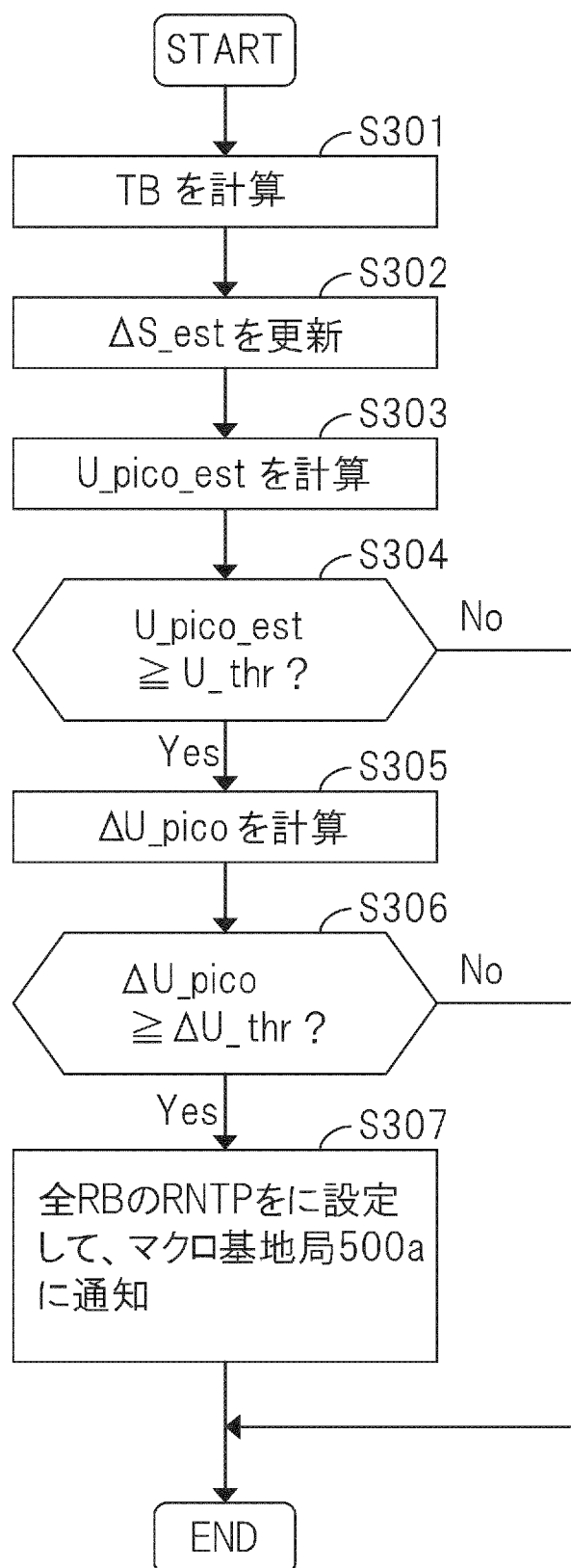
[図5]



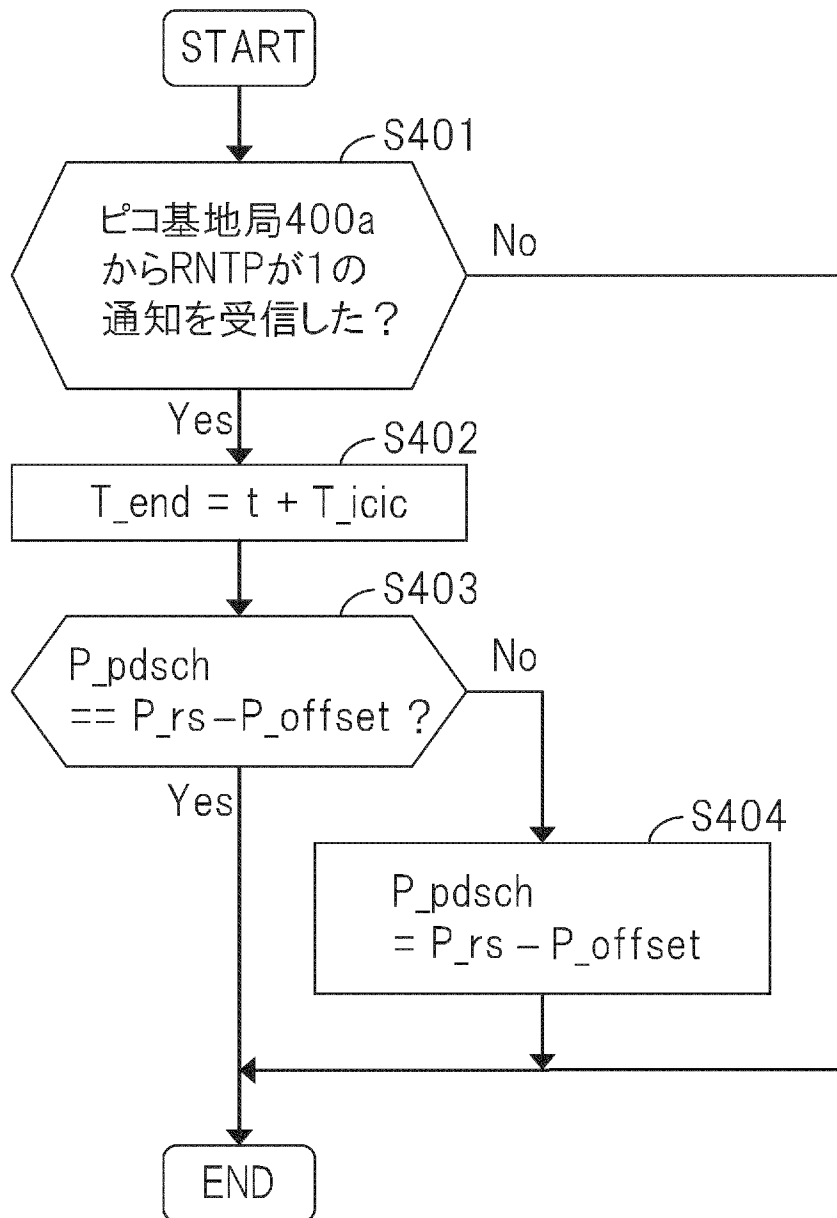
[図6]



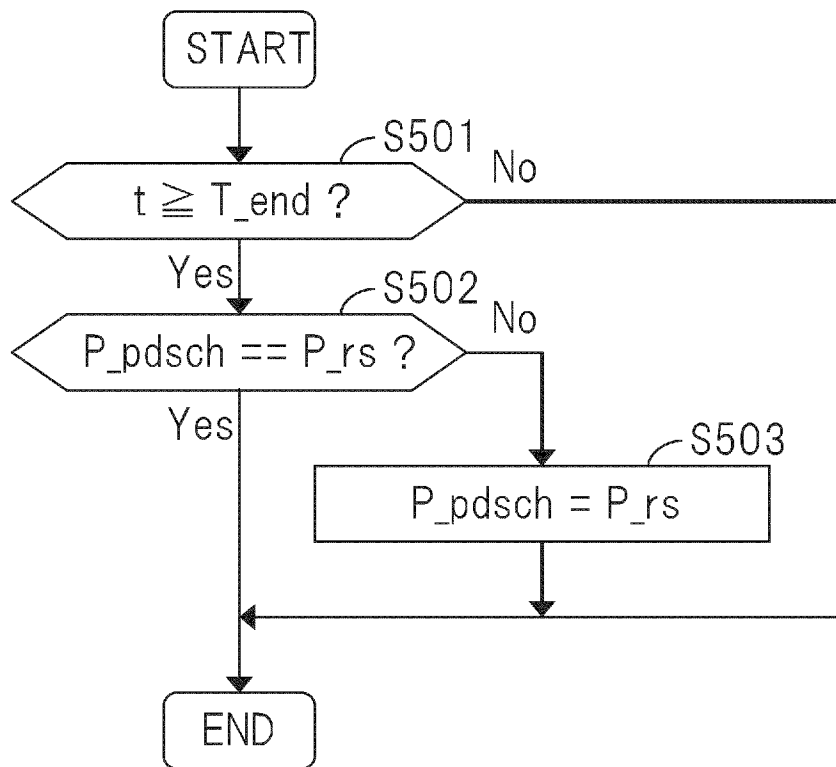
[図7]



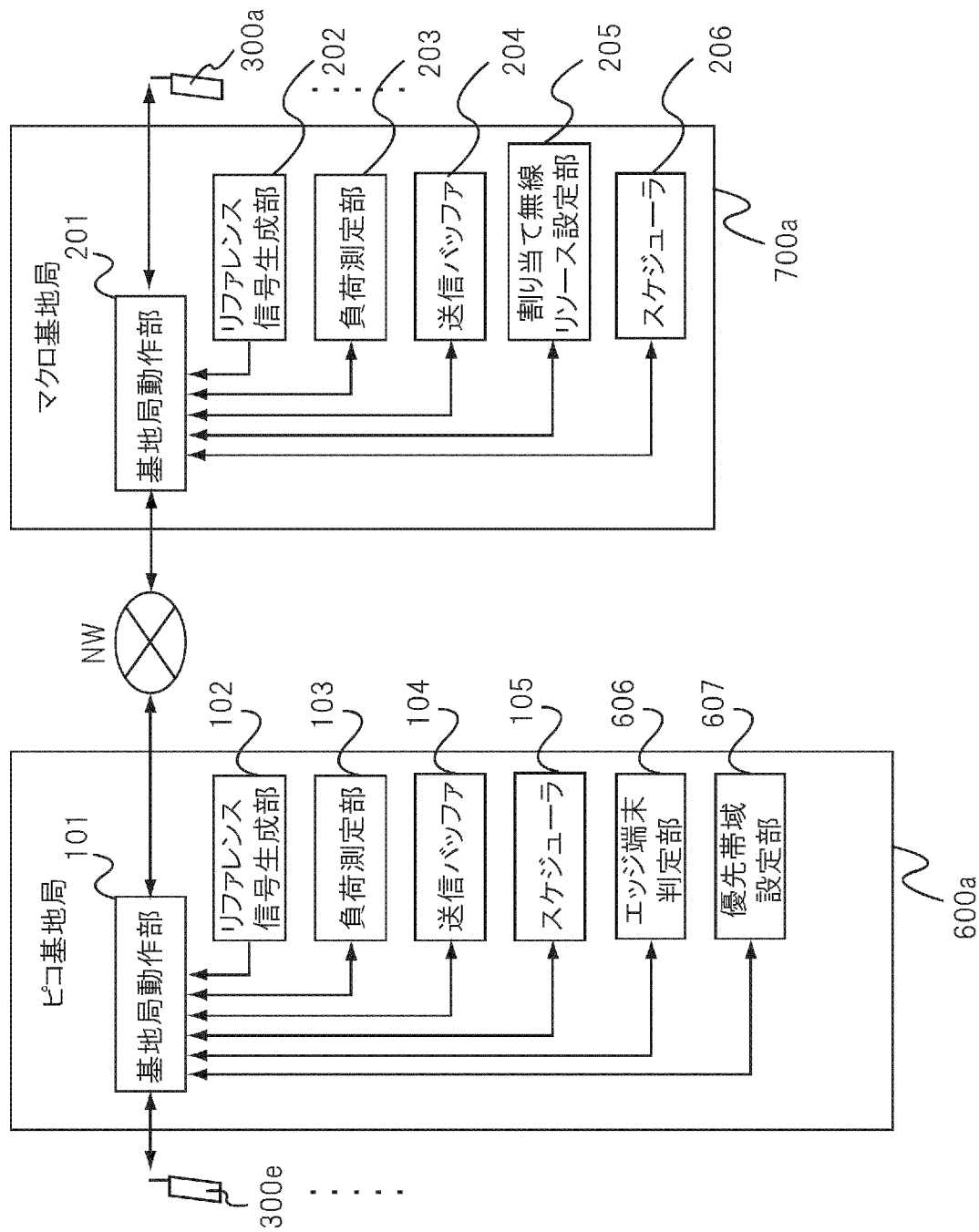
[図8]



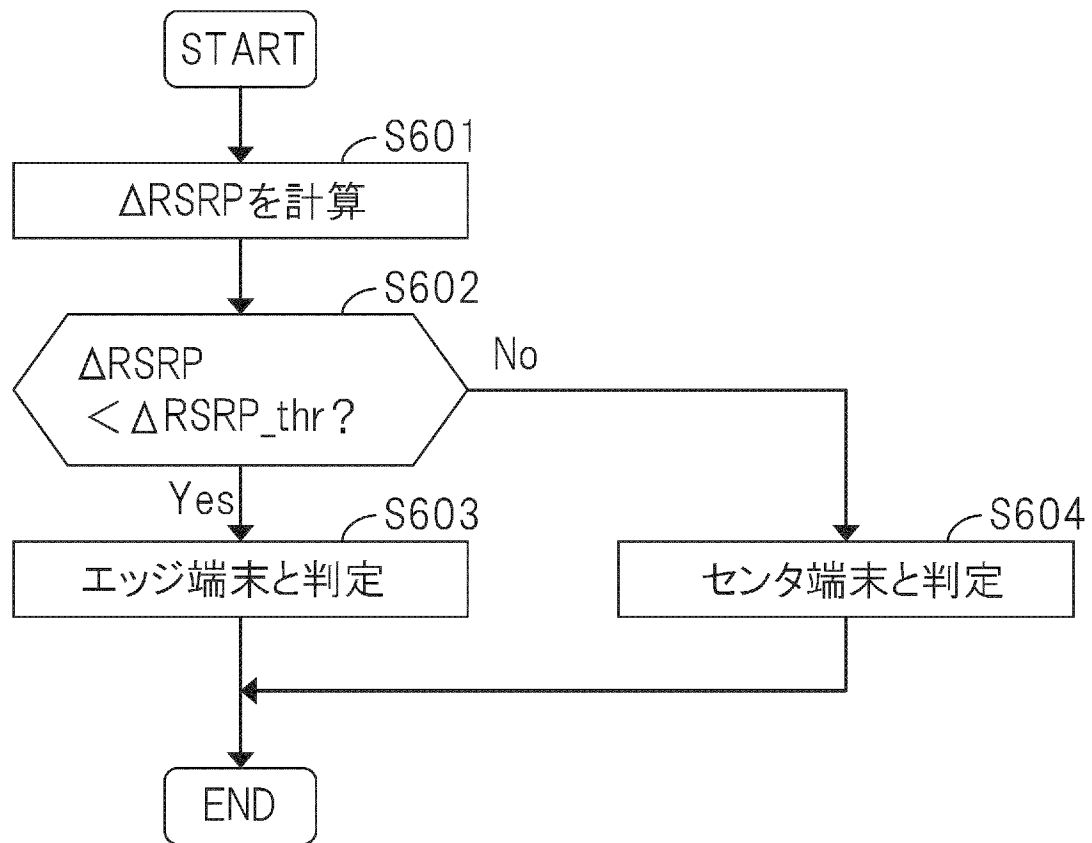
[図9]



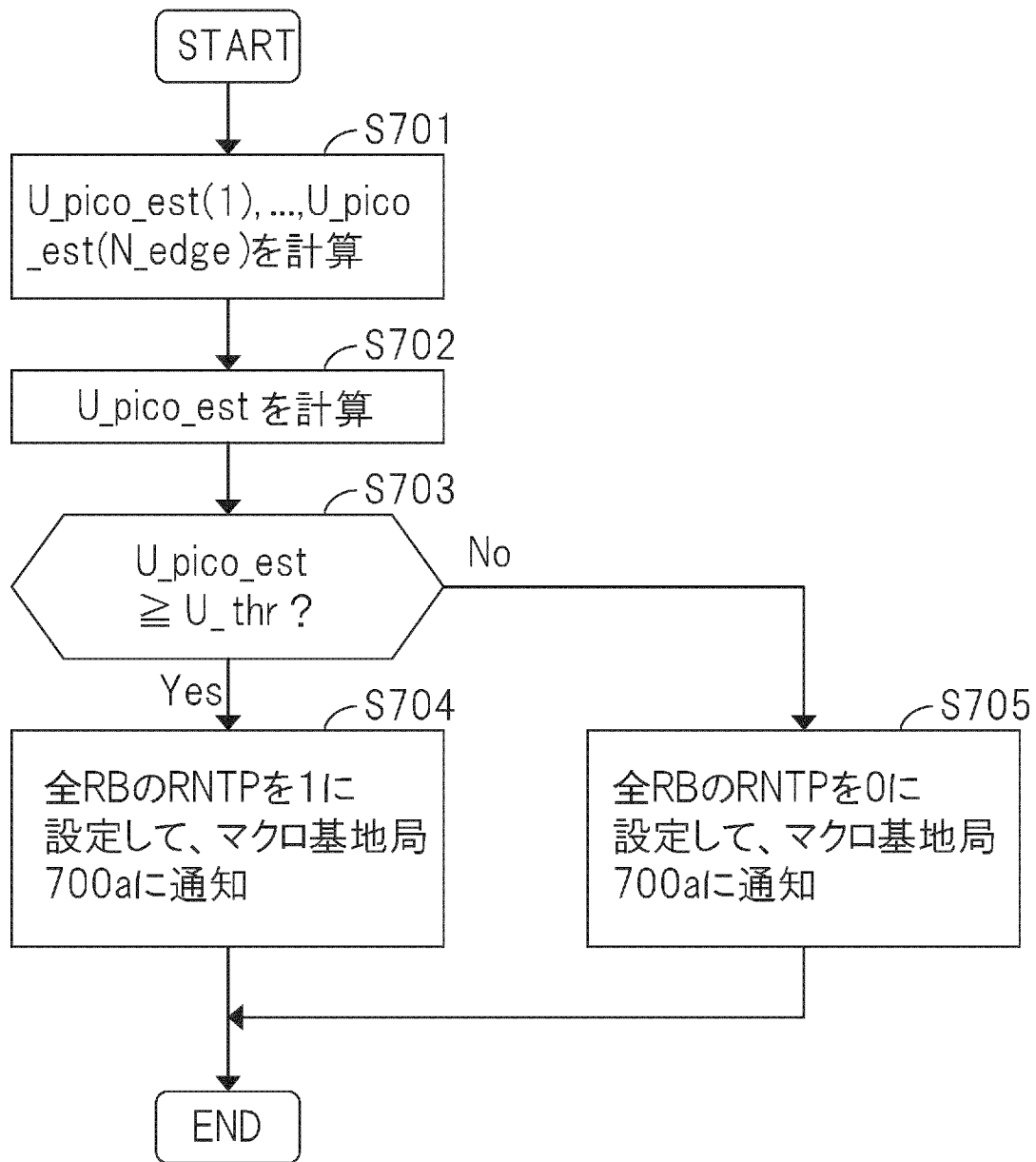
[図10]



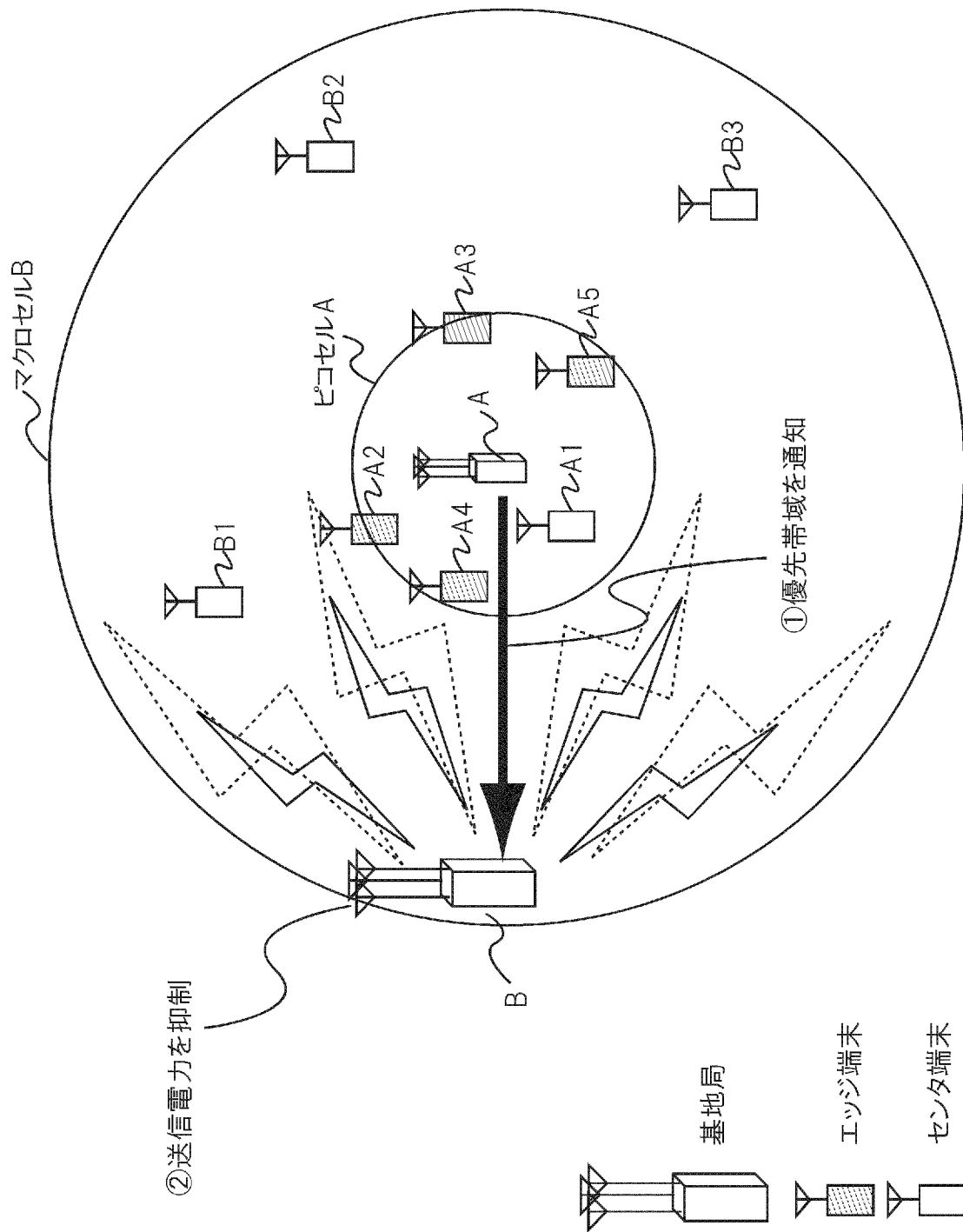
[図11]



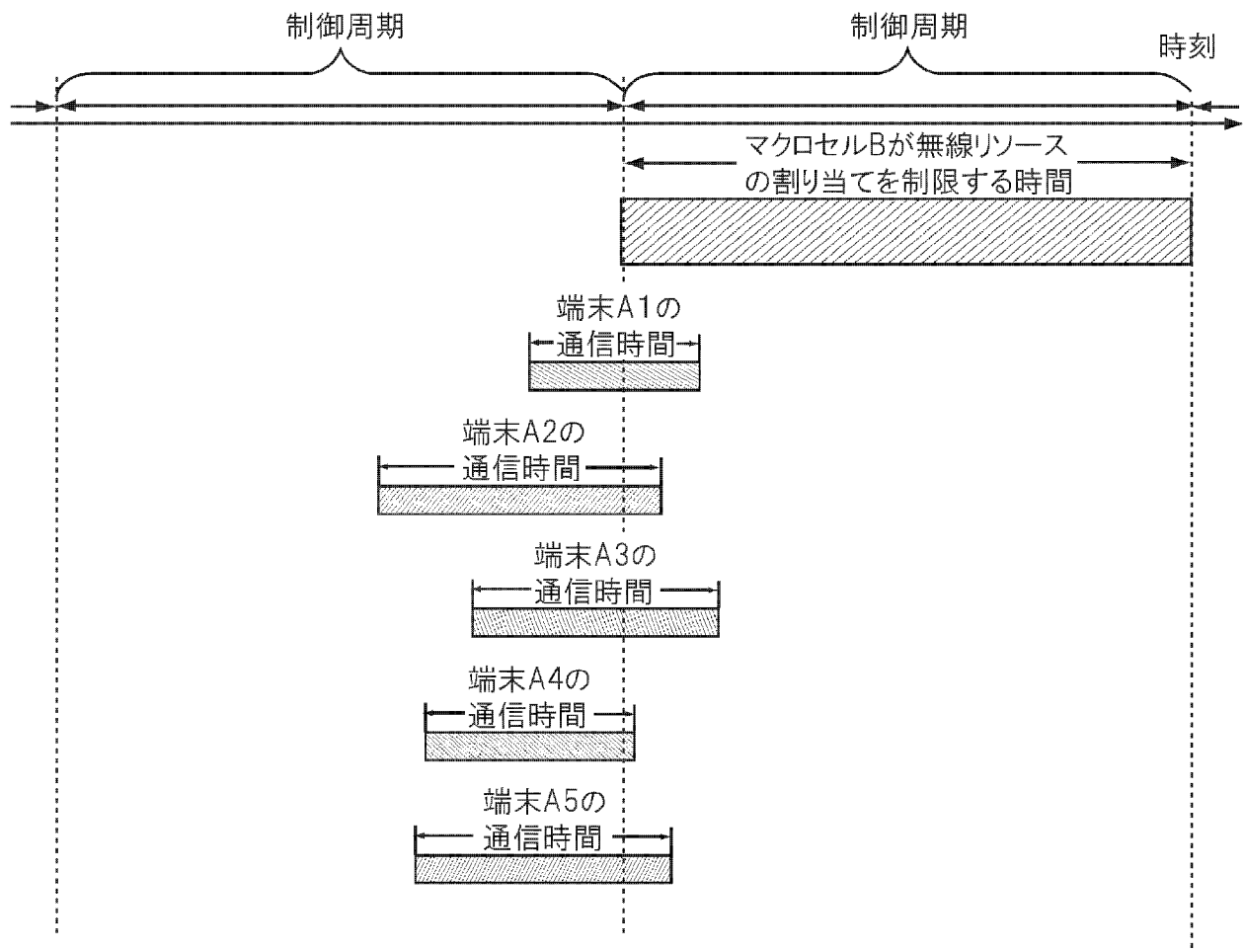
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/003830

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

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

H04B7/24-7/26, H04W4/00-99/00

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	JP 2011-49617 A (Hitachi, Ltd.), 10 March 2011 (10.03.2011), entire text; all drawings & US 2011/0158187 A1 & EP 2291043 A1	1-25
A	WO 2011/130438 A1 (QUALCOMM INC.), 20 October 2011 (20.10.2011), entire text; all drawings & US 2011/0249642 A1 & EP 2559291 A & CN 102907135 A & KR 10-2013-0025399 A	1-25

☐ 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
09 August, 2013 (09.08.13)

Date of mailing of the international search report
20 August, 2013 (20.08.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））
Int.Cl. H04W16/08(2009.01)i, H04W16/16(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（I P C））

Int.Cl. H04B7/24-7/26, H04W4/00-99/00

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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	JP 2011-49617 A（株式会社日立製作所）2011.03.10, 全文, 全図 & US 2011/0158187 A1 & EP 2291043 A1	1-25
A	WO 2011/130438 A1（QUALCOMM INCORPORATED）2011.10.20, 全文, 全図 & US 2011/0249642 A1 & EP 2559291 A & CN 102907135 A & KR 10-2013-0025399 A	1-25

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ 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

の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

0 9 . 0 8 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

2 0 . 0 8 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

中元 淳二

5 J

3 1 4 0

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 3 4