(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
2016 年 7 月 28 日(28.07.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/117013 A1

(51) 国際特許分類:
H04W 48/06 (2009.01) *H04W 72/04* (2009.01)
H04W 16/28 (2009.01) *H04W 74/08* (2009.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2015/051278

(22) 国際出願日: 2015 年 1 月 19 日(19.01.2015)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 富士通株式会社 (FUJITSU LIMITED) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中４丁目１番１号 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 藤田裕志 (FUJITA, Hiroshi); 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中４丁目１番１号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP). 尾崎一幸 (OZAKI, Kazuyuki); 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中４丁目１番１号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 大菅義之 (OSUGA, Yoshiyuki); 〒1020084 東京都千代田区二番町８番地２０ 二番町ビル ３Ｆ 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA, 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.

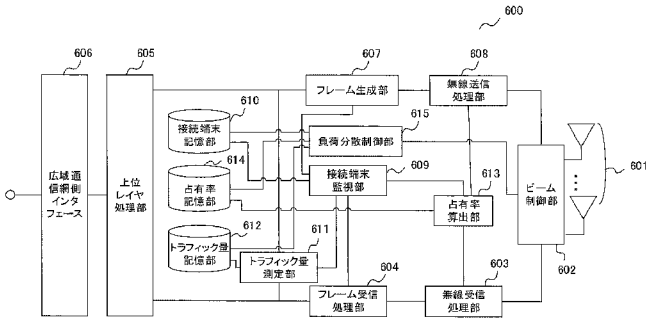
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, 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 BASE-STATION APPARATUS, WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM, AND COMMUNICATION CONTROL METHOD

(54) 発明の名称 : 無線基地局装置、無線通信システム、及び通信制御方法



602 Beam control unit
603 Wireless reception processing unit
604 Frame reception processing unit
605 Upper-layer processing unit
606 Wide-area-network side interface
607 Frame generation unit
608 Wireless transmission processing unit
609 Connected-terminal monitoring unit
610 Connected-terminal storage unit
611 Traffic amount measurement unit
612 Traffic amount storage unit
613 Occupancy-rate calculation unit
614 Occupancy-rate storage unit
615 Load-distribution control unit

(57) **Abstract**: A wireless base-station apparatus includes an occupancy-rate calculation unit and a first control unit. The occupancy-rate calculation unit calculates, for each of wireless terminal devices connected to the wireless base-station apparatus, a wireless-space occupancy rate of frames transmitted and received between the wireless base-station apparatus and the wireless terminal devices. The first control unit specifies, using the wireless-space occupancy rate calculated by the occupancy-rate calculation unit, a wireless terminal device among the wireless terminal devices connected to the wireless base-station apparatus, and performs control to disconnect the connection between the specified wireless terminal device and the wireless base-station apparatus.

(57) 要約: 無線基地局装置は、占有率算出部及び第１の制御部を含む。占有率算出部は、無線基地局装置と無線基地局装置に接続する各無線端末装置との間で送受信されるフレームの無線空間占有率を無線端末装置毎に算出する。第１の制御部は、無線基地局装置に接続する無線端末装置の中で占有率算出部により算出された無線空間占有率を用いて無線端末装置を特定し、特定された無線端末装置と無線基地局装置との間の接続を切断するように制御する。

WO 2016/117013 A1

明　細　書

発明の名称 ：

無線基地局装置、無線通信システム、及び通信制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、無線基地局装置、無線通信システム、及び通信制御方法に関する。

背景技術

[0002] 無線通信システムにおいて、複数の無線端末装置が所定の無線リソース（時間及び周波数）を用いて無線基地局装置と接続するためのアクセス方式の一つとして、ランダムアクセス方式がある。ランダムアクセス方式では、無線基地局装置と接続する複数の無線端末装置は無線チャネルを共有する。ランダムアクセス方式の一例としては、Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance (CSMA/CA)等が挙げられる。CSMA/CAは、Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) 802.11 Projectで標準化された無線Local Area Network (LAN)において採用されている。CSMA/CAでは、フレームを送信する装置（無線基地局装置及び無線端末装置）は、他の装置が無線チャネルを使用中であるか否かをフレームの送信前に受信電力の強度に基づき確認（キャリアセンス）する。そして、他の装置が無線チャネルを使用中であると確認された場合、フレームを送信する装置は、無線チャネルが未使用状態になるまでフレームの送信を延期する。

[0003] 無線リソースの消費量は、無線基地局装置と接続する無線端末装置の数、すなわち接続端末数が増加すると増加する。また、無線リソースの消費量は、送信元装置（無線基地局装置又は無線端末装置）が宛先装置（無線端末装置又は無線基地局装置）へ送信するトラフィックの量が増加すると増加する。例えば、ビデオストリーミングのようなデータ量が多い通信では、テキストメッセージのようなデータ量が少ない通信と比較してトラフィック量は多い。

[0004] ランダムアクセス方式を用いた無線通信システムでは、接続端末数やトラフィック量の増加によって無線リソースの消費量が増加すると、無線チャネルの未使用時にフレームを送信するための送信待ち時間が増加する。また、接続端末数やトラフィック量の増加によって無線リソースの消費量が増加すると、複数の装置がフレームを偶然同時に送信する等に起因してフレームの衝突確率が増加するため、再送されるフレームの数が増加する。これらの結果、無線通信システムのスループットは低下する。そして、こうした無線リソースの消費量の増加に伴いスループットが更に低下すると、輻輳状態が発生する。輻輳状態は、全通信が途切れるといった無線通信システム全体のダウンを招く可能性がある。

[0005] なお、次のようなトラヒック制御装置が知られている。すなわち、トラヒック制御装置は、基地局と無線LAN端末よりなる無線LANシステムと、バックボーンネットワークとの間に位置し、自局を通過するトラヒック量を測定する手段と、特定のトラヒックの帯域保証を行う手段とを備える。トラヒック制御装置は、基地局が配下の無線LAN端末との通信に使用している無線チャネルを記憶する基地局テーブルと、基地局毎に配下の無線LAN端末の識別子を記憶する端末テーブルとを備える。トラヒック制御装置は、基地局テーブルと端末テーブルとを参照して帯域保証しているトラヒックを無線チャネル毎に集計し、各無線チャネルの集計値の比較結果に応じて無線LAN端末に対して基地局再選択を指示する手段を備える。

[0006] また、次のような無線LAN基地局が知られている。すなわち、無線LAN基地局（装置）は、受付処理を行う受付処理部、トラヒックの制御を行うトラヒック制御部、帯域の管理を行う帯域管理部を備える。受付処理部は、第一の算出手段及び第二の判断機能を備える。第一の算出手段は、通信要求の妥当性を判断する。第二の判断機能は、当該無線端末の無線通信に必要な帯域又は時間を算出する第一の算出手段と、既に他の無線端末からの通信要求の受付を承認した複数の無線端末が占有する帯域または時間の合計から余剰帯域又は余剰時間を算出する第二の算出手段から算出された値とを比較する。そ

して、第二の判断機能は、無線端末からの通信要求に対する受付可否を判断する。トラヒック制御部は、トラヒックを監視するトラヒック監視部、トラヒック制御を実行するトラヒック制御実行部を備える。

[0007] 更に、次のような移動通信システムが知られている。すなわち、移動通信システムは、各セル内のトラヒック量を測定する手段を備える。また、移動通信システムは、トラヒック量が超えるか否かによってセルサイズを一段狭いセルサイズに変更する第１閾値と、トラヒック量が下回るか否かによって一段狭いセルサイズから元のセルサイズに戻すための第１閾値より小さい第２閾値とを記憶保持する手段を備える。移動通信システムは、逐次測定されるトラヒック量に応じて各セルのセルサイズを自動変更する。この第１、第２閾値は、各セルサイズ間に個別に定められているため、トラヒック量が第１閾値付近を前後してもセルサイズの変更が頻繁に行われないようになっている。また、セルの運用停止時に、停止セルのエリアを隣接するセルでカバーし、該当エリアにおけるサービスを継続可能とする。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開２００３－６０６６３号公報

特許文献2：特開２００７－７４２１０号公報

特許文献3：特開２００６－１０１４４２号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] 発明が解決しようとする課題は、無線通信システム内のスループットを向上させて、無線通信システムにおける輻輳状態の発生を防止することである。

課題を解決するための手段

[0010] 実施形態の一側面に従えば、無線基地局装置は、占有率算出部及び第１の制御部を含む。占有率算出部は、無線基地局装置と無線基地局装置に接続す

る各無線端末装置との間で送受信されるフレームの無線空間占有率を無線端末装置毎に算出する。第１の制御部は、無線基地局装置に接続する無線端末装置の中で占有率算出部により算出された無線空間占有率を用いて無線端末装置を特定し、特定された無線端末装置と無線基地局装置との間の接続を切断するように制御する。

発明の効果

[0011] 実施形態の一側面に従った無線基地局装置によれば、無線通信システム内のスループットは向上し、無線通信システムにおける輻輳状態の発生を防止することができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]第１の実施形態に従った無線通信システムを含む通信網システムの例示的な構成図である。

[図2]第１の実施形態に従った無線基地局装置の例示的な機能構成図である。

[図3]接続端末記憶テーブルの例図である。

[図4]トラフィック量記憶テーブルの例図である。

[図5]占有率記憶テーブルの例図である。

[図6]第１の実施形態に従った無線基地局装置の例示的なハードウェア構成図である。

[図7A]第１の実施形態に従った無線基地局装置が実行する例示的な負荷分散処理のフロー図である。

[図7B]第１の実施形態に従った無線基地局装置が実行する例示的な負荷分散処理のフロー図である。

[図8]第２の実施形態に従った無線基地局装置の例示的な機能構成図である。

[図9]隣接基地局記憶テーブルの例図である。

[図10A]第２の実施形態に従った無線基地局装置が実行する例示的な負荷分散処理のフロー図である。

[図10B]第２の実施形態に従った無線基地局装置が実行する例示的な負荷分散処理のフロー図である。

[図10C]第２の実施形態に従った無線基地局装置が実行する例示的な負荷分散処理のフロー図である。

[図11]第３の実施形態に従った無線基地局装置の例示的な機能構成図である。

[図12]他エリア端末記憶テーブルの例図である。

[図13]第３の実施形態に従った制御装置の例示的な機能構成図である。

[図14]第３の実施形態に従った制御装置が備える接続端末記憶テーブルの例図である。

[図15]第３の実施形態に従った制御装置が備える占有率記憶テーブルの例図である。

[図16]第３の実施形態に従った制御装置が備えるトラフィック量記憶テーブルの例図である。

[図17]第３の実施形態に従った制御装置の例示的なハードウェア構成図である。

[図18A]第３の実施形態に従った制御装置が実行する例示的な負荷分散処理のフロー図である。

[図18B]第３の実施形態に従った制御装置が実行する例示的な負荷分散処理のフロー図である。

[図18C]第３の実施形態に従った制御装置が実行する例示的な負荷分散処理のフロー図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、図面を参照しながら発明を実施するための形態を説明する。

[0014] ＜第１の実施形態＞

図１は、第１の実施形態に従った無線通信システムを含む通信網システムの例示的な構成図である。図１に示すように、通信網システム１００は、第１の無線通信システム２００－１～２００－Ｎ及び制御装置３００を含む第２の無線通信システム４００と、広域通信網(Wide Area Network (WAN))５００とを含む。ここで、記号“Ｎ”は２以上の整数を表す。第２の無線通信シ

ステム４００は、例えば、IEEE 802.11 Projectで標準化された無線LANに対応した無線通信システムであってよい。

[0015] 第１の無線通信システム２００－１～２００－Ｎは、CSMA/CAといった所定のランダムアクセス方式を用いる無線通信システムである。第１の無線通信システム２００－１～２００－Ｎは、第１の実施形態に従った無線通信システムの一例である。第１の実施形態に従った無線通信システムは、１つの無線基地局装置と該無線基地局装置と接続する複数の無線端末装置とを含む。図１に示す一例では、第１の無線通信システム２００－１は、無線基地局装置６００－１及び無線端末装置７００－１－１～７００－１－Ｌを含む。また、第１の無線通信システム２００－Ｎは、無線基地局装置６００－Ｎ及び無線端末装置７００－Ｎ－１～７００－Ｎ－Ｍを含む。ここで、記号“Ｌ”及び記号“Ｍ”は２以上の整数を表す。なお、以下の説明において第１の無線通信システム２００－１～２００－Ｎを特に区別しない場合には、第１の無線通信システム２００と記載する。無線基地局装置６００－１～６００－Ｎを特に区別しない場合には、無線基地局装置６００と記載する。無線端末装置７００－１－１～７００－Ｎ－Ｍを特に区別しない場合には、無線端末装置７００と記載する。

[0016] 夫々の第１の無線通信システム２００に含まれる無線基地局装置６００及び無線端末装置７００は、無線チャネルといった無線リソースを所定のランダムアクセス方式に従い共有する。無線LANでは、夫々の第１の無線通信システム２００は基本サービスセット(Basic Service Set (BSS))と称される。また、第１の無線通信システム２００－１～２００－Ｎといった複数のBSSを含む第２の無線通信システム４００は、拡張サービスセット(Extended Service Set (ESS))と称される。

[0017] 無線基地局装置６００は、無線基地局装置６００がカバーする通信エリア内に存在する無線端末装置７００と接続し、接続された無線端末装置７００とデータを送受信する装置である。無線基地局装置６００は、例えば、アクセスポイントと称される装置であってよい。

[0018] 無線端末装置７００は、無線基地局装置６００と接続し、接続された無線基地局装置６００とデータを送受信する装置である。図１に示した一例では、無線端末装置７００－１－１～７００－１－Ｌは無線基地局装置６００－１と接続し、無線端末装置７００－Ｎ－１～７００－Ｎ－Ｍは無線基地局装置６００－Ｎと接続する。無線端末装置７００は、例えば、スマートフォンと称される多機能携帯電話、及びタブレットPersonal Computer (PC)と称される携帯可能なコンピュータ等である。

[0019] 無線基地局装置６００は、無線基地局装置６００の識別子を含むビーコン信号を所定の時間間隔で送信することで、無線基地局装置６００の存在を無線端末装置７００に報知する。無線端末装置７００は、各無線基地局装置６００から送信されたビーコン信号を例えば無線端末装置７００の電源が入れられた時に受信する。無線端末装置７００は、受信された各ビーコン信号に対して、例えばReceiver Signal Strength Indicator (RSSI)といった受信電力の強度を測定する。そして、無線端末装置７００は、受信電力の強度が高いビーコン信号を送信した無線地局装置６００との接続を決定し、該無線基地局装置６００へ接続要求信号を送信する。無線基地局装置６００は、無線端末装置７００から送信された接続要求信号を受信し、無線端末装置７００との接続を認めるか否かを示す接続応答信号を該無線端末装置７００へ送信する。接続を認めることを示す接続応答信号を無線端末装置７００が無線基地局装置６００から受信すると、無線端末装置７００と該無線基地局装置６００との間の接続が確立される。接続が確立されると、無線端末装置７００は、接続された無線基地局装置６００を介して他の無線端末装置７００及び広域通信網５００側に存在する通信装置（不図示）と通信する。

[0020] また、無線端末装置７００が移動したり無線基地局装置６００から送信される信号（電波）の受信環境が変化することで、接続中の無線基地局装置６００から送信されたビーコン信号の受信電力の強度が、接続確立後に所定の閾値未満になるケースがある。こうしたケースが発生した場合、無線端末装置７００が接続する無線基地局装置６００の変更は、以下に説明するような

第１の接続方法により行われてよい。すなわち、無線端末装置７００は、第２の無線通信システム４００内の他の各無線基地局装置６００から送信されたビーコン信号を受信する。そして、無線端末装置７００は、受信された各ビーコン信号に対して受信電力の強度を測定する。無線端末装置７００は、測定された受信電力の強度が高いビーコン信号を送信した他の無線基地局装置６００を、接続中の無線基地局装置６００から接続が変更される無線基地局装置６００と決定する。そして、無線端末装置７００は、接続中の無線基地局装置６００から、決定された無線基地局装置６００への接続変更を試みる。

[0021] 制御装置３００は、第２の無線通信システム４００に含まれる各無線基地局装置６００と有線で接続し、接続された各無線基地局装置６００を管理する装置である。制御装置３００は、無線LANコントローラ又は無線LANスイッチと称される装置であってよい。広域通信網５００は、第２の無線通信システム４００と他の無線通信システム（不図示）とを接続する通信網である。

[0022] なお、図１は、第１の実施形態に従った無線通信システムを含む通信網システムの一例を示すにすぎない。例えば、図１に示す一例では、第１の無線通信システム２００は、制御装置３００を通じて広域通信網５００と接続する。しかしながら、第２の無線通信システム４００は制御装置３００を含まなくてもよく、第１の無線通信システム２００は広域通信網５００と直接接続してもよい。

[0023] 第１の実施形態では、無線基地局装置６００は、当該無線基地局装置６００にかかる負荷を第２の無線通信システム４００に含まれる他の無線基地局装置６００へ分散するように制御する。無線基地局装置６００にかかる負荷が分散されることで、無線基地局装置６００及び無線端末装置７００により共有される無線リソースの消費量が低減する。この結果、無線リソースが共有される第１の無線通信システム２００内のスループットは向上し、第１の無線通信システム２００内における輻輳状態の発生が防止される。

[0024] 図２は、第１の実施形態に従った無線基地局装置の例示的な機能構成図で

ある。図２に示すように、無線基地局装置６００は、アンテナ６０１、第２の制御部の一例としてのビーム制御部６０２、無線受信処理部６０３、フレーム受信処理部６０４、上位レイヤ処理部６０５、及び広域通信網側インタフェース６０６を含む。無線基地局装置６００は、フレーム生成部６０７及び無線送信処理部６０８を更に含む。無線基地局装置６００は、接続端末監視部６０９、接続端末記憶部６１０、トラフィック量測定部６１１、トラフィック量記憶部６１２、占有率算出部６１３、占有率記憶部６１４、及び第１の制御部の一例としての負荷分散制御部６１５を更に含む。

[0025] 無線受信処理部６０３は、無線端末装置７００から送信された無線信号（電波）をアンテナ６０１及びビーム制御部６０２を介して受信する。無線受信処理部６０３は、受信された無線信号を処理することで、無線端末装置７００から送信されたフレームを抽出する。無線受信処理部６０３により抽出されるフレームは、第１の無線通信システム２００の所定の通信規格に従ったフレームであり、例えばIEEE802.11 projectにより標準化された通信規格に従ったフレームである。無線受信処理部６０３は、抽出されたフレームをフレーム受信処理部６０４へ送信する。

[0026] フレーム受信処理部６０４は、無線受信処理部６０３により抽出されたフレームを受信する。フレーム受信処理部６０４は、受信されたフレームを処理することで、フレームに含まれる各種データを抽出する。フレーム受信処理部６０４により抽出される各種データには、フレームに含まれるデータ本体である転送データ（パケット）、フレームの送信元装置の識別子、及びフレームの宛先装置の識別子が含まれる。送信元装置及び宛先装置の各識別子は、例えばMedia Access Control (MAC)アドレスである。フレームの送信元装置は、例えば無線基地局装置６００と接続した無線端末装置７００である。フレーム受信処理部６０４は、抽出された転送データを上位レイヤ処理部６０５へ送信する。また、フレーム受信処理部６０４は、抽出された送信元装置の識別子を接続端末監視部６０９へ送信する。

[0027] 上位レイヤ処理部６０５は、フレーム受信処理部６０４により抽出された

転送データを受信する。上位レイヤ処理部６０５は、受信された転送データを処理することで、転送データの送信元装置及び宛先装置の各識別子を抽出する。抽出される各識別子は、例えばInternet Protocol (IP)アドレスである。抽出される送信元装置の識別子は、例えば転送データを送信した無線端末装置７００の識別子である。抽出される宛先装置の識別子は、例えば、転送データを送信した無線端末装置７００以外の他の無線端末装置７００の識別子、又は広域通信網５００側の通信装置（不図示）の識別子である。上位レイヤ処理部６０５は、抽出された送信元装置及び宛先装置の各識別子と共に転送データを広域通信網側インタフェース６０６へ送信する。

[0028] 広域通信網側インタフェース６０６は、転送データ、転送データの送信元装置の識別子、及び転送データの宛先装置の識別子を上位レイヤ処理部６０５から受信する。広域通信網側インタフェース６０６は、フレームの送信元装置の識別子、フレームの宛先装置の識別子、及び受信された転送データを含むフレームを生成する。広域通信網側インタフェース６０６により生成されるフレームは、制御装置３００といった広域通信網５００側の所定の通信規格に従ったフレームであり、例えばイーサネット（登録商標）形式のフレームである。フレームの送信元装置の識別子は、転送データの送信元装置の識別子を基に生成される。フレームの宛先装置の識別子は、転送データの宛先装置の識別子を基に生成される。図１に示す通信網システム１００では、フレームの宛先装置は制御装置３００である。広域通信網側インタフェース６０６は、受信されたフレームを電気信号に変換し、変換された電気信号を制御装置３００へ送信する。

[0029] また、広域通信網側インタフェース６０６は、制御装置３００から送信された電気信号を受信する。広域通信網側インタフェース６０６は、受信された電気信号を処理することで、制御装置３００から送信されたフレームを抽出する。広域通信網側インタフェース６０６により抽出されるフレームは、制御装置３００といった広域通信網５００側の所定の通信規格に従ったフレームである。広域通信網側インタフェース６０６は、抽出されたフレームか

ら各種データを抽出する。広域通信網側インタフェース６０６により抽出される各種データには、フレームに含まれるデータ本体である転送データ（パケット）、フレームの送信元装置の識別子、及びフレームの宛先装置の識別子が含まれる。フレームの送信元装置及び宛先装置の各識別子は、例えばMACアドレスである。図１に示す通信網システム１００では、フレームの送信元装置は制御装置３００である。広域通信網側インタフェース６０６は、抽出された転送データを上位レイヤ処理部６０５へ送信する。

[0030] 上位レイヤ処理部６０５は、広域通信網側インタフェース６０６により抽出された転送データを受信する。上位レイヤ処理部６０５は、受信された転送データを処理することで、転送データの送信元装置及び宛先装置の各識別子を抽出する。抽出される各識別子は、例えばIPアドレスである。抽出された送信元装置の識別子は、例えば広域通信網５００側の通信装置の識別子である。抽出された宛先装置の識別子は、例えば無線端末装置７００の識別子である。上位レイヤ処理部６０５は、抽出された送信元装置及び宛先装置の各識別子と共に転送データをフレーム生成部６０７へ送信する。

[0031] フレーム生成部６０７は、転送データ、転送データの送信元装置の識別子、及び転送データ宛先装置の識別子を上位レイヤ処理部６０５から受信する。フレーム生成部６０７は、フレームの送信元装置の識別子、フレームの宛先装置の識別子、及び受信された転送データを含むフレームを生成する。フレーム生成部６０７により生成されるフレームは、第１の無線通信システム２００の所定の通信規格に従ったフレームである。フレームの送信元装置及び宛先装置の各識別子は、例えばMACアドレスである。フレームの送信元装置の識別子は転送データの送信元装置の識別子を基に生成される。フレームの宛先装置の識別子は転送データの宛先装置の識別子を基に生成される。フレームの宛先装置は、例えば無線端末装置７００である。フレーム生成部６０７は、生成されたフレームを無線送信処理部６０８へ送信する。また、フレーム生成部６０７は、生成されたフレームの宛先装置の識別子を接続端末監視部６０９へ送信する。

[0032] 無線送信処理部６０８は、フレーム生成部６０７により生成されたフレームを受信する。無線送信処理部６０８は、受信されたフレームを処理することで無線信号を生成する。無線送信処理部６０８は、生成された無線信号をビーム制御部６０２及びアンテナ６０１を介して、無線端末装置７００といった宛先装置へ送信する。

[0033] 接続端末監視部６０９は、無線基地局装置６００と接続中の無線端末装置７００を監視する。以下の説明において、「無線基地局装置６００と接続中の無線端末装置７００」を便宜的に、接続端末装置と称する場合がある。

[0034] 具体的には、接続端末監視部６０９は、無線基地局装置６００と無線端末装置７００と間の接続が確立される度に、接続された無線端末装置７００の識別子を接続端末記憶部６１０に記憶させる。図３は、接続端末記憶テーブルの例図である。接続端末記憶部６１０は、図３に示すような接続端末記憶テーブル６１０１の形式で、無線基地局装置６００と接続された無線端末装置７００の識別子を記憶する。無線基地局装置６００と無線端末装置７００と間の接続は、例えば、アソシエーション要求フレーム及びアソシエーション応答フレームが送受信されることによって確立される。無線基地局装置６００が送信するアソシエーション応答フレームには、アソシエーション応答フレームの宛先装置である無線端末装置７００の識別子が含まれる。すなわち、フレーム生成部６０７は、無線基地局装置６００との接続が確立される無線端末装置７００の識別子を宛先装置の識別子として含むアソシエーション応答フレームを生成する。接続端末監視部６０９は、無線基地局装置６００との接続が確立される無線端末装置７００の識別子をフレーム生成部６０７から受信し、受信された識別子を接続端末記憶部６１０に記憶させる。

[0035] また、接続端末監視部６０９は、無線基地局装置６００と無線端末装置７００と間の接続が切断される度に、切断された無線端末装置７００の識別子を接続端末記憶部６１０から消去する。無線基地局装置６００と無線端末装置７００と間の接続は、例えば無線端末装置７００が無線基地局装置６００へアソシエーション解除フレームを送信することで切断される。無線端末装

置７００が送信するアソシエーション解除フレームには、アソシエーション解除フレームの送信元装置である無線端末装置７００の識別子が含まれる。すなわち、フレーム受信処理部６０４は、無線基地局装置６００との接続が切断される無線端末装置７００の識別子を送信元装置の識別子として含むアソシエーション解除フレームを受信する。接続端末監視部６０９は、無線基地局装置６００との接続が切断される無線端末装置７００の識別子をフレーム受信処理部６０４から受信し、受信された識別子を接続端末記憶部６１０から消去する。

[0036] さらに、接続端末監視部６０９は、フレーム受信処理部６０４から送信された送信元装置の識別子を受信する。接続端末監視部６０９は、受信された送信元装置の識別子を接続端末記憶部６１０に記憶された接続端末装置の識別子と照合する。照合の結果、受信された送信元装置の識別子が接続端末装置の識別子である場合、接続端末監視部６０９は、受信された送信元装置の識別子を接続端末装置の識別子としてトラフィック量測定部６１１及び占有率算出部６１３へ送信する。

[0037] また、接続端末監視部６０９は、上位レイヤ処理部６０５から受信された転送データを含むフレームを生成したフレーム生成部６０７から、生成されたフレームの宛先装置の識別子を受信する。接続端末監視部６０９は、受信された宛先装置の識別子を接続端末記憶部６１０に記憶された接続端末装置の識別子と照合する。照合の結果、受信された宛先装置の識別子が接続端末装置の識別子である場合、接続端末監視部６０９は、受信された宛先装置の識別子を接続端末装置の識別子としてトラフィック量測定部６１１及び占有率算出部６１３へ送信する。

[0038] トラフィック量測定部６１１は、所定時間内におけるトラフィック量を接続端末装置毎に測定する。測定されるトラフィック量とは、所定時間内に特定の接続端末装置が無線基地局装置６００へ送信するトラフィックの量と、所定時間内に無線基地局装置６００が特定の接続端末装置へ送信するトラフィックの量との和である。トラフィック量測定部６１１は、測定されたトラ

フィック量を接続端末装置毎にトラフィック量記憶部６１２に記憶させる。図４は、トラフィック量記憶テーブルの例図である。トラフィック量記憶部６１２は、図４に示すようなトラフィック量記憶テーブル６１２１の形式で、測定されたトラフィック量を接続端末装置毎に記憶する。

[0039] 具体的には、トラフィック量測定部６１１は、接続端末監視部６０９から送信された接続端末装置の識別子を受信する。また、トラフィック量測定部６１１は、受信された識別子をフレームの送信元装置の識別子として含むフレーム内の転送データをフレーム受信処理部６０４から受信する。トラフィック量測定部６１１は、受信された識別子が示す接続端末装置が無線基地局装置６００へ送信するトラフィック量として、受信された転送データのデータ量を測定する。トラフィック量測定部６１１は、測定されたデータ量を受信された接続端末装置の識別子と対応付けてトラフィック量記憶部６１２に記憶させる。トラフィック量測定部６１１は、所定時間内において転送データをフレーム受信処理部６０４から受信する度に上述した処理を繰り返す。繰り返しの処理において、当該接続端末装置に対するトラフィック量がトラフィック量記憶部６１２に既に記憶されている場合、トラフィック量測定部６１１は、新たに測定されたトラフィック量を既に記憶されているトラフィック量に加算する。トラフィック量測定部６１１は、加算されたトラフィック量をトラフィック量記憶部６１２に記憶させる。

[0040] また、トラフィック量測定部６１１は、接続端末監視部６０９から送信された接続端末装置の識別子を受信する。また、トラフィック量測定部６１１は、受信された識別子をフレームの宛先装置の識別子として含むフレーム内の転送データを上位レイヤ処理部６０５から受信する。トラフィック量測定部６１１は、受信された識別子が示す接続端末装置へ無線基地局装置６００が送信するトラフィック量として、受信された転送データのデータ量を測定する。トラフィック量測定部６１１は、測定されたトラフィック量を受信された接続端末装置の識別子と対応付けてトラフィック量記憶部６１２に記憶させる。トラフィック量測定部６１１は、所定時間内において転送データを

上位レイヤ処理部６０５から受信する度に上述した処理を繰り返す。繰り返しの処理において、当該接続端末装置に対するトラフィック量がトラフィック量記憶部６１２に既に記憶されている場合、トラフィック量測定部６１１は、新たに測定されたトラフィック量を既に記憶されているトラフィック量に加算する。トラフィック量測定部６１１は、加算されたトラフィック量をトラフィック量記憶部６１２に記憶させる。

[0041] 占有率算出部６１３は、所定時間内における無線空間占有率を接続端末装置毎に算出する。算出される無線空間占有率とは、無線基地局装置６００と特定の接続端末装置との間で所定時間内に送受信される１以上のフレームが無線空間を時間的に占有する割合である。CSMA/CAといった所定のランダムアクセス方式を用いる第１の無線通信システム２００では、無線基地局装置６００及び接続端末装置は、共有される無線チャネルが未使用状態である時にフレームを送信する。したがって、無線基地局装置６００及び接続端末装置から送信された各フレームは、時間的に重複せずに無線空間を伝わる。そこで、占有率算出部６１３は、特定の接続端末装置から無線基地局装置６００へ伝送されるフレームの無線空間占有率と、無線基地局装置６００から特定の接続端末装置へ伝送されるフレームの無線空間占有率とを算出 する。占有率算出部６１３は、算出された無線空間占有率を接続端末装置毎に占有率記憶部６１４に記憶させる。図５は、占有率記憶テーブルの例図である。占有率記憶部６１４は、図５に示すような占有率記憶テーブル６１４１の形式で、算出された無線空間占有率を接続端末装置毎に記憶する。

[0042] 具体的には、占有率算出部６１３は、接続端末監視部６０９から送信された接続端末装置の識別子を受信する。また、占有率算出部６１３は、無線受信処理部６０３により抽出されたフレームであって、受信された識別子を送信元装置の識別子として含むフレームの無線空間占有率を算出する。例えば、占有率算出部６１３は、当該フレームに対する無線受信処理部６０３の処理時間を計測し、計測された処理時間を所定時間で割った値を当該フレームの無線空間占有率として算出する。或いは、例えば、占有率算出部６１３は

、無線受信処理部６０３により抽出されたフレームに含まれる情報を用いて当該フレームの時間長を計算する。そして、占有率算出部６１３は、計算されたフレームの時間長を所定時間で割った値を当該フレームの無線空間占有率として算出する。フレームに含まれる情報は、例えば、Modulation and Coding Scheme (MCS)といった伝送レートを示す情報、及び転送データのデータ長を示す情報等である。占有率算出部６１３は、算出された無線空間占有率を、受信された接続端末装置の識別子と対応付けて占有率記憶部６１４に記憶させる。占有率算出部６１３は、所定時間内において無線受信処理部６０３がフレームを抽出する度に、上述した処理を繰り返す。繰り返しの処理において、当該接続端末装置に対する無線空間占有率が占有率記憶部６１４に既に記憶されている場合、占有率算出部６１３は、新たに算出された無線空間占有率を既に記憶されている無線空間占有率に加算する。占有率算出部６１３は、加算された無線空間占有率を占有率記憶部６１４に記憶させる。

[0043] また、占有率算出部６１３は、接続端末監視部６０９から送信された接続端末装置の識別子を受信する。また、占有率算出部６１３は、無線送信処理部６０８により送信処理されるフレームであって、受信された識別子を宛先装置の識別子として含むフレームの無線空間占有率を算出する。例えば、占有率算出部６１３は、当該フレームに対する無線送信処理部６０８の処理時間を計測し、計測された処理時間を所定時間で割った時間を当該フレームの無線空間占有率として算出する。或いは、例えば、占有率算出部６１３は、無線送信処理部６０８により処理されるフレーム内の情報と当該フレームの再送回数とを用いてフレームの時間長を計算する。そして、占有率算出部６１３は、計算されたフレームの時間長を所定時間で割った時間を当該フレームの無線空間占有率として算出する。フレームに含まれる情報は、例えば、MCSといった伝送レートを示す情報、及び転送データのデータ長を示す情報等である。また、フレームの再送回数は、当該フレームを正常に受信したことを示す受信確認フレームを当該フレームの宛先装置（無線端末装置７００）から無線基地局装置６００が受信するまでに無線送信処理部６０８が当該フ

レームを再送処理する回数である。占有率算出部６１３は、算出された無線空間占有率を、受信された接続端末装置の識別子と対応付けて占有率記憶部６１４に記憶させる。占有率算出部６１３は、所定時間内において無線送信処理部６０８によりフレームが送信処理される度に、上述した処理を繰り返す。当該接続端末装置に対する無線空間占有率が占有率記憶部６１４に既に記憶されている場合、占有率算出部６１３は、新たに算出された無線空間占有率を既に記憶されている無線空間占有率に加算する。占有率算出部６１３は、加算された無線空間占有率を占有率記憶部６１４に記憶させる。

[0044] 負荷分散制御部６１５は、トラフィック量記憶部６１２に記憶された接続端末装置毎のトラフィック量を合計することで、所定時間内における総トラフィック量を算出する。総トラフィック量とは、所定時間内に第１の無線通信システム２００内で発生したトラフィック量である。すなわち、総トラフィック量とは、所定時間内に無線基地局装置６００が各接続端末装置へ送信するトラフィック量と、所定時間内に各接続端末装置が無線基地局装置６００へ送信するトラフィック量との和である。負荷分散制御部６１５は、算出された総トラフィック量が、予め設定された所定値であるトラフィック量閾値を超えるか否かを判定する。トラフィック量閾値は、例えば、無線基地局装置６００及び接続端末装置を含む第１の無線通信システム２００のシステムキャパシティを基準に予め設定される。

[0045] 算出された総トラフィック量がトラフィック量閾値を超えると判定された場合、負荷分散制御部６１５は、無線空間占有率が高い接続端末装置を負荷分散対象の接続端末装置として特定する。負荷分散対象の接続端末装置とは、当該無線基地局装置６００にかかる負荷を第２の無線通信システム４００内の他の無線基地局装置６００へ分散させる対象となる無線端末装置７００である。無線基地局装置６００にかかる負荷は、無線基地局装置６００及び無線端末装置７００により共有される無線リソースの消費量と関連し、例えば、接続端末装置の数及び総トラフィック量が多いと無線基地局装置６００にかかる負荷は大きくなる。

[0046] 負荷分散制御部６１５は、無線基地局装置６００と負荷分散対象の接続端末装置との間の接続が切断されるように制御する。また、負荷分散制御部６１５は、負荷分散対象の接続端末装置として特定された無線端末装置７００の識別子を接続端末記憶部６１０から消去する。

[0047] 負荷分散制御部６１５による制御の結果、接続が切断された無線端末装置７００は他の無線基地局装置６００との接続を試みるため、当該無線基地局装置６００にかかる負荷は他の無線基地局装置６００へ分散される。また、無線基地局装置６００と負荷分散対象の接続端末装置との間の接続が切断されることで、無線基地局装置６００及び接続端末装置により共有される無線リソースの消費量は減少する。この結果、無線リソースの消費量の増加と共に低下した、第１の無線通信システム２００のスループットは向上し、輻輳状態の発生が防止される。

[0048] 負荷分散対象の接続端末装置として無線空間占有率が高い接続端末装置を負荷分散制御部６１５が特定する理由を以下に説明する。

[0049] 接続端末装置に対する無線空間占有率が高くなる原因としては、まず、当該接続端末装置に関するトラフィック量が多いことが挙げられる。前述したように、トラフィック量が多いと、トラフィックを送信するために使用される無線リソースの消費量も多くなる。総トラフィック量がトラフィック量閾値を超える状況下では、他の接続端末装置と比較してトラフィック量が多い接続端末装置は、他の接続端末装置の通信に支障を与える程度に無線リソースを消費する接続端末装置と言える。そこで、負荷分散制御部６１５は、トラフィック量が多いことに起因して無線空間占有率が高い接続端末装置を負荷分散対象の接続端末装置として特定する。

[0050] また、接続端末装置に対する無線空間占有率が高くなる原因としては、当該接続端末装置と無線基地局装置６００との間で転送データの送受信に適用される伝送レートが低いことが挙げられる。転送データの送受信に適用される伝送レートは、例えば、無線基地局装置６００から送信された電波（信号）に対して接続端末装置が測定した受信電力の強度に従って、転送データに

適用されるMCSが変更されることで適応的に制御される。こうしたケースでは、電波の受信電力の強度が低いと、低い伝送レートが転送データの送受信に適用される。転送データの送受信に低い伝送レートが適用されると情報の符号化率が低くなるため、転送データを含むフレームが無線空間を占める時間長は相対的に長くなり、無線リソースの消費量も多くなる。すなわち、同じ転送データが送受信される場合であっても、転送データの送受信に低い伝送レートが適用されると、無線リソースの使用効率は低くなる。総トラフィック量がトラフィック量閾値を超える状況下では、共有される無線リソースの使用効率を向上させることが望ましい。しかしながら、前述したように、接続端末装置は、例えば、接続中の無線基地局装置６００が送信した電波の受信電力の強度が所定の閾値未満になった場合に他の無線基地局装置６００を探索する。すなわち、受信電力の強度がより高い電波を送信する他の無線基地局装置６００が仮に存在しても、接続中の無線基地局装置６００から送信された電波の受信電力の強度が所定の閾値未満になるまで接続端末装置は他の無線基地局装置６００を探索しない。そこで、無線リソースの使用効率を向上させるために、負荷分散制御部６１５は、転送データの送受信に適用される伝送レートが低いこと起因して無線空間占有率が高い接続端末装置を負荷分散対象の接続端末装置として特定する。

[0051] 負荷分散対象の接続端末装置と無線基地局装置６００との間の接続を切断するために、負荷分散制御部６１５は、例えば、次のような処理を行う。すなわち、負荷分散制御部６１５は、負荷分散対象の接続端末装置として特定された無線端末装置７００が存在する位置にヌル点を形成するように、アンテナ６０１に対するビームフォーミングをビーム制御部６０２に指示する。ヌル点とは、無線基地局装置６００と無線端末装置７００との間で送受信される信号（電波）の受信電力の強度が所定の閾値未満になる地点である。なお、負荷分散対象の接続端末装置が存在する位置は、無線基地局装置６００が存在する位置を基準として負荷分散対象の接続端末装置が存在する方向又は角度により表されてもよい。また、ヌル点は、無線基地局装置６００が存

在する位置を基準として電波の受信電力の強度が所定の閾値未満になる方向又は角度により表されてもよい。

[0052] 負荷分散対象の接続端末装置と無線基地局装置６００との間の接続を切断するために、負荷分散対象の接続端末装置が存在する位置にヌル点を形成するように負荷分散制御部６１５がビーム制御部６０２に指示する理由は、次の通りである。

[0053] 負荷分散対象の接続端末装置と無線基地局装置６００との間の接続を切断する方法としては、例えば、次のような方法も考えられる。すなわち、無線基地局装置６００は、アソシエーション解除信号を負荷分散対象の接続端末装置に送信することで、負荷分散対象の接続端末装置との接続を切断する。そして、無線基地局装置６００は、切断された無線端末装置７００からブロードキャストされたプローブ要求信号を受信したとしても、プローブ応答信号を該無線端末装置７００へ送信しない。切断された無線端末装置７００は、プローブ応答信号を無線基地局装置６００から受信しないため、接続要求信号又は再接続信号を無線基地局装置６００へ送信しない。この結果、切断された無線端末装置７００は、無線基地局装置６００と再接続しない。このように、無線基地局装置６００は、切断された無線端末装置７００から送信された信号に応答しないことで、負荷分散対象の接続端末装置との接続が切断された状態を維持する。

[0054] しかしながら、上述の方法では、上述したプローブ要求信号のように、切断された無線端末装置７００から送信された信号は、無線基地局装置６００により受信される。すなわち、無線基地局装置６００及び無線端末装置７００により共有される無線リソースは、負荷分散対象の接続端末装置との接続が切断された後も、接続が切断された当該無線端末装置７００により依然として消費される。そこで、無線基地局装置６００は、負荷分散対象の接続端末装置が存在する位置にヌル点を形成し、負荷分散対象の接続端末装置が存在する位置を無線基地局装置６００の通信エリア外にする。この結果、無線基地局装置６００は、切断された無線端末装置７００から送信された信号を

受信しない。したがって、負荷分散対象の接続端末装置との接続が切断された後に、接続が切断された当該無線端末装置７００により無線リソースが消費されることが防止される。

[0055] ビーム制御部６０２は、負荷分散制御部６１５のビーム形成指示に従ってアンテナ６０１に対するビームフォーミングを行う。すなわち、ビーム制御部６０２は、負荷分散対象の接続端末装置として特定された無線端末装置７００の位置にヌル点を形成するようにアンテナ６０１により形成されるビームの方向及び強度を制御する。アンテナ６０１は、複数のアンテナ素子を含むアレイアンテナであってよく、例えばアダプティブアレイアンテナである。

[0056] アダプティブアレイアンテナでは、各アンテナ素子により送受信される信号（電波）の位相及び電力は、各アンテナ素子のアンテナウェイトが変更されることで制御される。そこで、アダプティブアレイアンテナから送信される信号に対する送信電力の強度は、各アンテナ素子のアンテナウェイトが変更されることで、高くすることも低くすることも可能である。同様に、アダプティブアレイアンテナにより受信される信号に対する受信電力の強度は、各アンテナ素子のアンテナウェイトが変更されることで、高くすることも低くすることも可能である。アンテナ６０１が存在する位置を基準として無線端末装置７００が存在する方向は、無線端末装置７００が送信した信号の到来方向(Direction Of Arrival)と等しい。そこで、無線端末装置７００が存在する方向は、例えば、所定の位置に夫々配置された各アンテナ素子によって、無線端末装置７００から送信された信号が受信された際に生じる各受信信号の位相差から推定される。ビーム制御部６０２は、こうした推定により特定された、負荷分散対象の接続端末装置が存在する位置にヌル点が形成されるように、アンテナ６０１に含まれる各アンテナ素子のアンテナウェイトを変更する。

[0057] また、無線基地局装置６００と接続端末装置との間のデータ伝送技術として、Multi-Input Multi-Output (MIMO))を用いた空間分割多重(Space Divisi

on Multiplexing (SDM))が用いられてもよい。こうしたデータ伝送技術は、例えばIEEE802.11nにおいて標準化されている。こうしたデータ伝送技術が用いられるケースにおいても、アンテナ６０１は、例えば複数のアンテナ素子を含むアレイアンテナであってよい。ビーム制御部６０２は、負荷分散対象の接続端末装置に対するチャネル状態情報（Channel State Information (CSI)）を用いて、負荷分散対象の接続端末装置が存在する位置で電波の受信電力が低くなるようにアンテナ６０１に含まれる各アンテナ素子のアンテナウェイトを変更する。上述のチャネル状態情報は、無線基地局装置６００の送信アンテナから接続端末装置の受信アンテナまでの下り回線の伝達特性を表す情報である。例えば、無線基地局装置６００から送信されたパイロット信号を基に接続端末装置により推定されたチャネル状態の情報が接続端末装置から無線基地局装置６００へ返信されることで、無線基地局装置６００はチャネル状態情報を取得する。

[0058] なお、負荷分散対象の接続端末装置との接続が切断されて一定期間が経過した後に、負荷分散制御部６１５は、ヌル点が形成された位置にアンテナ６０１のビームを再び形成するようにビーム制御部６０２に指示してもよい。

[0059] 図６は、第１の実施形態に従った無線基地局装置の例示的なハードウェア構成図である。図６に示すように、無線基地局装置８００は、プロセッサ８０１、記憶装置８０２、無線送受信回路８０３、アンテナ８０４、ネットワークインタフェース（Network Interface (NIF)）回路８０５、及びバス８０６を含む。プロセッサ８０１、記憶装置８０２、無線送受信回路８０３、及びネットワークインタフェース回路８０５は、バス８０６を介して相互に接続される。アンテナ８０４は無線送受信回路８０３と接続する。

[0060] プロセッサ８０１は、Central Processing Unit (CPU)やDigital Signal Processor（DSP）といった演算処理を行う論理回路や演算回路である。プロセッサ８０ １は、フレーム受信処理部６０４、上位レイヤ処理部６０５、フレーム生成部６０７、接続端末監視部６０９、トラフィック量測定部６１１、占有率算出部６１３、及び負荷分散制御部６１５に対応する。

[0061] 記憶装置８０２は、プロセッサ８０１により実行される処理プログラム、プロセッサ８０１による処理に用いられるデータ、及びプロセッサ８０１による処理結果のデータが格納される装置である。記憶装置８０１は、接続端末記憶部６１０、トラフィック量記憶部６１２、及び占有率記憶部６１４に対応する。

[0062] 無線送受信回路８０３は、アンテナ８０４を介して無線端末装置７００と送受信される無線信号を処理する回路である。また、無線送受信回路８０３は、アンテナ８０４の指向性を制御する回路である。無線送受信回路８０３は、ビーム制御部６０２、無線受信処理部６０３、及び無線送信処理部６０８に対応する。

[0063] アンテナ８０４は、無線送受信回路８０３により処理された無線信号を無線空間に放射し、無線端末装置７００から送信された無線信号を受信する。アンテナ８０４は、アンテナ６０１に対応する。

[0064] ネットワークインタフェース回路８０５は、制御装置３００といった広域通信網５００側の装置と送受信される電気信号を処理する回路である。ネットワークインタフェース回路８０５は、広域通信網側インタフェース６０６に対応する。

[0065] 第１の実施形態に従った通信制御方法の一例として、無線基地局装置６００により実行される負荷分散処理を説明する。図７Ａ 及び図７Ｂは、第１の実施形態に従った無線基地局装置が実行する例示的な負荷分散処理のフロー図である。なお、図７Ａ及び図７Ｂに示すような一連の負荷分散処理は、所定の時間間隔で繰り返し実行されてよい。また、図７Ａ及び図７Ｂに示す各ステップでの処理は、時間的に必ずしも分離されず、同時並行的に行われてよい。

[0066] 一連の負荷分散処理が開始されると（ステップＳ１００１）、トラフィック量記憶部６１２及び占有率記憶部６１４内のデータが負荷分散制御部６１５により初期化される。そして、無線端末装置７００を送信元装置とするフレームを無線受信処理部６０３がアンテナ６０１を介して受信する度に、ス

テップＳ１００２～ステップＳ１００５での処理が所定時間内で繰り返される。また、無線端末装置７００を宛先装置とする転送データを上位レイヤ処理部６０５がフレーム生成部６０７へ送信する度に、ステップＳ１００２～ステップＳ１００５での処理が所定時間内で繰り返される。

[0067] まず、無線端末装置７００を送信元装置とするフレームを無線受信処理部６０３がアンテナ６０１を介して受信したケースについて、ステップＳ１００２～ステップＳ１００５での処理を具体的に説明する。

[0068] 無線受信処理部６０３は、アンテナ６０１及びビーム制御部６０２を介して無線信号を受信し、受信された無線信号からフレームを抽出する。無線受信処理部６０３は、抽出されたフレームをフレーム受信処理部６０４へ送信する。

[0069] フレーム受信処理部６０４は、無線受信処理部６０３により抽出されたフレームを受信する。フレーム受信処理部６０４は、受信されたフレームから転送データ（パケット）、フレームの送信元装置の識別子、及びフレームの宛先装置の識別子を抽出する。フレーム受信処理部６０４は、抽出された転送データを上位レイヤ処理部６０５へ送信する。また、フレーム受信処理部６０４は、抽出された送信元装置の識別子を接続端末監視部６０９へ送信する。

[0070] 接続端末監視部６０９は、フレーム受信処理部６０４から送信された送信元装置の識別子を受信する。接続端末監視部６０９は、受信された送信元装置の識別子を接続端末記憶部６１０に記憶された接続端末装置の識別子と照合する。照合の結果、受信された送信元装置の識別子が接続端末装置の識別子である場合、接続端末監視部６０９は、受信された送信元装置の識別子を接続端末装置の識別子として取得する（ステップＳ１００２）。接続端末監視部６０９は、受信された送信元装置の識別子を接続端末装置の識別子としてトラフィック量測定部６１１及び占有率算出部６１３へ送信する。

[0071] 占有率算出部６１３は、接続端末監視部６０９から送信された接続端末装置の識別子を受信する。占有率算出部６１３は、無線受信処理部６０３によ

り抽出されたフレームであって、受信された識別子を送信元装置の識別子として含むフレームに対する無線空間占有率を算出する（ステップＳ１００３）。占有率算出部６１３により実行される無線空間占有率の算出方法の一例は前述した。

[0072] トラフィック量測定部６１１は、接続端末監視部６０９から送信された接続端末装置の識別子を受信する。また、トラフィック量測定部６１１は、受信された識別子を送信元装置の識別子として含むフレーム内の転送データをフレーム受信処理部６０４から受信する。トラフィック量測定部６１１は、受信された転送データのデータ量を測定する（ステップＳ１００４）。測定されるデータ量は、受信された識別子が示す接続端末装置に対するトラフィック量、すなわち、受信された転送データを無線基地局装置６００へ送信した接続端末装置に対するトラフィック量である。

[0073] ステップＳ１００５において、占有率算出部６１３は、ステップＳ１００３で算出されたフレームの無線空間占有率を、占有率記憶部６１４内において 受信された接続端末装置の識別子に対応する無線空間占有率に加算して占有率記憶部６１４に記憶させる。また、トラフィック量測定部６１１は、ステップＳ１００４で測定されたトラフィック量を、トラフィック量記憶部６１２内において受信された接続端末装置の識別子に対応するトラフィック量に加算して 占有率記憶部６１４に記憶させる。

[0074] 次に、無線端末装置７００を宛先装置とする転送データを上位レイヤ処理部６０５がフレーム生成部６０７へ送信したケースについて、ステップＳ１００２～ステップＳ１００５での処理を具体的に説明する。こうした転送データを上位レイヤ処理部６０５がフレーム生成部６０７へ送信するケースは、例えば、無線基地局装置６００が、接続端末装置から送信された転送データを他の接続端末装置へ転送する場合に発生する。また、こうした転送データを上位レイヤ処理部６０５がフレーム生成部６０７へ送信するケースは、例えば、無線基地局装置６００が、広域通信網５００側の通信装置から送信された転送データを接続端末装置へ転送する場合に発生する。

[0075] 上位レイヤ処理部６０５は、転送データを処理することで、転送データの送信元装置の識別子及び転送データの宛先装置の識別子を抽出する。上位レイヤ処理部６０５は、転送データの送信元装置の識別子、転送データの宛先装置の識別子、及び転送データをフレーム生成部６０７へ送信する。また、上位レイヤ処理部６０５は、転送データをトラフィック量測定部６１１へ送信する。

[0076] フレーム生成部６０７は、転送データ、転送データの送信元装置の識別子、及び転送データ宛先装置の識別子を上位レイヤ処理部６０５から受信する。フレーム生成部６０７は、フレームの送信元装置の識別子、フレームの宛先装置の識別子、及び受信された転送データを含むフレームを生成する。フレーム生成部６０７は、生成されたフレームを無線送信処理部６０８へ送信する。また、フレーム生成部６０７は、生成されたフレームの宛先装置の識別子を接続端末監視部６０９へ送信する。

[0077] 接続端末監視部６０９は、フレーム生成部６０７から送信された宛先装置の識別子を受信する。接続端末監視部６０９は、受信された宛先装置の識別子を接続端末記憶部６１０に記憶された接続端末装置の識別子と照合する。照合の結果、受信された宛先装置の識別子が接続端末装置の識別子である場合、接続端末監視部６０９は、受信された宛先装置の識別子を接続端末装置の識別子として取得する（ステップＳ１００２）。接続端末監視部６０９は、受信された送信元装置の識別子を接続端末装置の識別子としてトラフィック量測定部６１１及び占有率算出部６１３へ送信する。

[0078] 占有率算出部６１３は、接続端末監視部６０９から送信された接続端末装置の識別子を受信する。占有率算出部６１３は、無線送信処理部６０８により送信されるフレームであって、受信された識別子を宛先装置の識別子として含むフレームに対する無線空間占有率を算出する（ステップＳ１００３）。占有率算出部６１３により実行される無線空間占有率の算出方法の一例は前述した。

[0079] トラフィック量測定部６１１は、接続端末監視部６０９から送信された接

続端末装置の識別子を受信する。また、トラフィック量測定部６１１は、受信された識別子を宛先装置の識別子として含みフレーム生成部６０７により生成されるフレーム内の、転送データを上位レイヤ処理部６０５から受信する。トラフィック量測定部６１１は、受信された転送データのデータ量を測定する（ステップＳ１００４）。測定されるデータ量は、受信された識別子が示す接続端末装置へ無線基地局装置６００が送信するトラフィック量、すなわち、受信された転送データが送信される接続端末装置に対するトラフィック量である。

[0080] ステップＳ１００５において、占有率算出部６１３は、ステップＳ１００３で算出されたフレームの無線空間占有率を、占有率記憶部６１４内において受信された接続端末装置の識別子に対応する無線空間占有率に加算して占有率記憶部６１４に記憶させる。また、トラフィック量測定部６１１は、ステップＳ１００４で測定されたトラフィック量を、トラフィック量記憶部６１２内において受信された接続端末装置の識別子に対応するトラフィック量に加算して占有率記憶部６１４に記憶させる。

[0081] ステップＳ１００２～ステップＳ１００５での処理が所定時間において行われると、一連の負荷分散処理は、ステップＳ１００６に進められる。ステップＳ１００６において、負荷分散制御部６１５は、トラフィック量記憶部６１２に記憶された接続端末装置毎のトラフィック量を合計することで、所定時間内における総トラフィック量を算出する。負荷分散制御部６１５は、算出された総トラフィック量が予め設定されたトラフィック量閾値を超えるか否かを判定する（ステップＳ１００７）。

[0082] 総トラフィック量がトラフィック量閾値以下であると判定された場合（ステップＳ１００７で“ＮＯ”）、無線基地局装置６００にかかる負荷は第２の無線通信システム４００内の他の無線基地局装置６００へ分散されなくてもよい。そこで、一連の負荷分散処理は終了する（ステップＳ１０１４）。

[0083] 一方、総トラフィック量がトラフィック量閾値を超えると判定された場合（ステップＳ１００７で“ＹＥＳ”）、無線基地局装置６００にかかる負荷

を第２の無線通信システム４００内の他の無線基地局装置６００へ分散させることが望ましい。そこで、一連の負荷分散処理は、ステップＳ１００８へ進められる。

[0084] ステップＳ１００８において、負荷分散制御部６１５は、接続端末装置の識別子を無線空間占有率が高い順に並び替える。具体的には、負荷分散制御部６１５は、占有率記憶部６１４に記憶された各識別子が示す接続端末装置を、対応する無線空間占有率が高い順に並び替える。そして、負荷分散制御部６１５は、ステップＳ１００９とステップＳ１０１３との間のループ処理を、対応する無線空間占有率が高い接続端末装置順に行う。

[0085] 具体的には、負荷分散制御部６１５は、当該ループ処理で選択された接続端末装置を負荷分散対象の接続端末装置として特定する。そして、負荷分散制御部６１５は、特定された接続端末装置が存在する位置にヌル点を形成するようにビーム制御部６０２に指示する（ステップＳ１０１０）。ビーム制御部６０２は、負荷分散制御部６１５のビーム形成指示に従ってアンテナ６０１に対するビームフォーミングを行う。すなわち、ビーム制御部６０２は、負荷分散対象の接続端末装置として特定された接続端末装置が存在する位置にヌル点を形成するようにアンテナ６０１により形成されるビームの方向及び強度を制御する。この結果、負荷分散対象の接続端末装置として特定された接続端末装置と無線基地局装置６００と間の接続は切断される。負荷分散制御部６１５は、負荷分散対象の接続端末装置として特定された無線端末装置７００の識別子を接続端末記憶部６１０から消去する。

[0086] 負荷分散制御部６１５は、負荷分散対象の接続端末装置として特定された無線端末装置７００に対するトラフィック量を総トラフィック量から減算することで、総トラフィック量を再計算する（ステップＳ１０１１）。そして、負荷分散制御部６１５は、再計算された総トラフィック量がトラフィック量閾値以下である否かを判定する（ステップＳ１０１２）。

[0087] 総トラフィック量がトラフィック量閾値以下であると判定された場合（ステップＳ１０１２で“ＹＥＳ”）、無線基地局装置６００にかかる負荷は、

第２の無線通信システム４００内の他の無線基地局装置６００へ分散されたと言える。そこで、一連の負荷分散処理は終了する（ステップＳ１０１４）。

[0088] 一方、総トラフィック量がトラフィック量閾値を超えると判定された場合（ステップＳ１０１２で“ＮＯ”）、無線基地局装置６００にかかる負荷を第２の無線通信システム４００内の他の無線基地局装置６００へ更に分散させることが望ましい。そこで、一連の負荷分散処理は、ステップＳ１０１０へ戻される。すなわち、負荷分散制御部６１５は、無線空間占有率が高い接続端末装置順において次の接続端末装置に対してステップＳ１０１０での処理を行う。

[0089] ステップＳ１００９とステップＳ１０１３との間のループ処理が全ての接続端末装置に対して行われると、一連の負荷分散処理は終了する（ステップＳ１０１４）。

[0090] このように、第１の実施形態に従った負荷分散処理によれば、無線基地局装置６００にかかる負荷は、第２の無線通信システム４００に含まれる他の無線基地局装置６００へ分散される。無線基地局装置６００にかかる負荷が分散されることで、無線基地局装置６００及び無線端末装置７００により共有される無線リソースの消費量が低減する。この結果、無線リソースが共有される第１の無線通信システム２００内のスループットは向上し、該第１の無線通信システム２００における輻輳状態の発生が防止される。

[0091] ＜第２の実施形態＞

無線端末装置７００が接続する無線基地局装置６００の変更は、例えば前述したような第１の接続方法により行われてよい。もっとも、無線端末装置７００が接続する無線基地局装置６００の変更は、例えば以下に説明するような第２の接続方法により行われてもよい。すなわち、無線端末装置７００は、第２の無線通信システム４００内の各無線基地局装置６００から送信されたビーコン信号を受信し、受信されたビーコン信号の受信電力の強度を測定する。無線端末装置７００は、測定された各ビーコン信号の受信電力の強

度の値を、ビーコン信号を送信した各無線基地局装置６００の識別子と対応付けて、無線端末装置７００が接続中の無線基地局装置６００へ送信する。接続中の無線基地局装置６００は、受信電力の強度が高いビーコン信号を送信した無線基地局装置６００を、接続中の無線基地局装置６００から接続が変更される無線基地局装置６００と決定する。接続中の無線基地局装置６００は、決定された無線基地局装置６００の識別子を無線端末装置７００へ通知する。無線端末装置７００は、接続中の無線基地局装置６００から、通知された識別子が示す無線基地局装置６００への接続変更を試みる。

[0092] 上述したような第２の接続方法は、例えばIEEE802.11k及びIEEE802.11vにおいて標準化されている。無線端末装置７００が第２の接続方法に対応した機能を有する場合、無線端末装置７００と接続した無線基地局装置は、以下に説明する第２の実施形態に従った負荷分散処理を行ってもよい。

[0093] 図８は、第２の実施形態に従った無線基地局装置の例示的な機能構成図である。図８において、第２の実施形態に従った無線基地局装置９００の構成要素の内、無線基地局装置６００（図２参照）と同じ構成要素には、無線基地局装置６００の該構成要素の参照符号と同じ参照符号が付されている。無線基地局装置９００は、無線基地局装置６００に代わって第２の無線通信システム４００（図１参照）に含まれてよい。或いは、無線基地局装置９００は、無線基地局装置６００と共に第２の無線通信システム４００に含まれてよい。

[0094] 無線基地局装置９００と接続中の各無線端末装置７００、すなわち接続端末装置は、第２の無線通信システム４００内の各無線基地局装置から送信されたビーコン信号を受信し、受信されたビーコン信号の受信電力の強度を測定する。前述したように、第２の無線通信システム４００内の各無線基地局装置は、無線基地局装置６００又は無線基地局装置９００であってよい。また、各接続端末装置による測定は、無線基地局装置９００との接続中に繰り返し行われてよい。各接続端末装置は、測定された各ビーコン信号の受信電力の強度の値を、ビーコン信号を送信した各無線基地局装置の識別子と対応

付けて接続中の無線基地局装置９００へ送信する。

[0095] 無線基地局装置９００は、各ビーコン信号の受信電力の強度の値と、該値に対応する各無線基地局装置の識別子とを各接続端末装置から受信する。無線基地局装置９００は、受信されたこれらの情報に基づいて、接続中の無線基地局装置９００以外に接続端末装置が接続可能な他の無線基地局装置の情報を接続端末装置毎に取得する。接続端末装置が接続可能な他の無線基地局装置とは、接続端末装置により受信されたビーコン信号の内、接続端末装置により測定された受信電力の強度が所定の閾値以上であるビーコン信号を送信した無線基地局装置である。接続中の無線基地局装置９００以外に接続端末装置が接続可能な他の無線基地局装置は、例えば、該接続端末装置が接続中の無線基地局装置９００に隣接して存在する。そこで、以下の説明では、「接続中の無線基地局装置９００以外に接続端末装置が接続可能な他の無線基地局装置」を便宜的に隣接基地局装置と称する。隣接基地局装置は、第２の無線通信システム４００に含まれる無線基地局装置であり、無線基地局装置９００であってよく、無線基地局装置６００であってもよい。

[0096] 無線基地局装置９００は、各接続端末装置に対するトラフィック量を合計した総トラフィック量が予め設定された所定のトラフィック量閾値を超えるか否かを判定する。総トラフィック量がトラフィック量閾値を超えると判定された場合、無線基地局装置９００は、隣接基地局装置を有する接続端末装置の中から負荷分散対象の接続端末装置をまず特定する。そして、無線基地局装置９００は、特定された接続端末装置との接続を切断する。また、隣接基地局装置を有する接続端末装置との接続が切断されても総トラフィック量がトラフィック量閾値を超える場合、無線基地局装置９００は、隣接基地局装置を有さない接続端末装置の中から負荷分散対象の接続端末装置を次に特定する。そして、無線基地局装置９００は、特定された接続端末装置との接続を切断する。

[0097] 第２の実施形態に従った無線基地局装置９００による負荷分散処理によって、無線基地局装置９００にかかる負荷は第２の無線通信システム４００に

含まれる他の無線基地局装置へ分散される。無線基地局装置９００にかかる負荷が分散されることで、無線基地局装置９００及び無線端末装置７００により共有される無線リソースの消費量が低減する。この結果、無線リソースが共有される第１の無線通信システム２００内のスループットは向上し、該第１の無線通信システム２００における輻輳状態の発生が防止される。

[0098] また、第２の実施形態に従った無線基地局装置９００による負荷分散処理では、隣接基地局装置を有する接続端末装置が負荷分散対象の接続端末装置としてまず選択される。したがって、第２の実施形態に従った負荷分散処理によれば、接続が切断された無線端末装置７００が第２の無線通信システム４００内の他の無線基地局装置と接続する確実性がより高まり、第２の無線通信システム４００内での負荷分散はより確実に実行される。

[0099] 図８に示すように、無線基地局装置９００は、フレーム受信処理部６０４（図２参照）に代えてフレーム受信処理部９０１を含む。無線基地局装置９００は、監視部の一例としての隣接基地局監視部９０２と、隣接基地局記憶部９０３とを更に含む。無線基地局装置９００は、負荷分散制御部６１５（図２参照）に代えて、第１の制御部の一例としての負荷分散制御部９０４を更に含む。

[0100] フレーム受信処理部９０１は、前述したフレーム受信処理部６０４（図２参照）と同様の機能を有する。また、フレーム受信処理部９０１は、受信されたフレームから抽出された転送データを隣接基地局監視部９０２へ送信する機能を更に有する。

[0101] 隣接基地局監視部９０２は、フレーム受信処理部９０１から送信された転送データを受信する。隣接基地局監視部９０２は、受信された転送データから、接続端末装置の識別子、各ビーコン信号の受信電力の強度の値、及びビーコン信号を送信した各無線基地局装置の識別子を抽出する。隣接基地局監視部９０２は、抽出された各ビーコン信号の受信電力の強度の値の中で、所定の閾値を超える値を有するビーコン信号を送信した無線基地局装置を、抽出された識別子が示す接続端末装置の隣接基地局装置として特定する。こう

した処理の結果として、隣接基地局装置が特定されない接続端末装置が存在してもよい。また、複数の隣接基地局装置が特定された接続端末装置が存在してもよい。隣接基地局監視部９０２は、特定された隣接基地局装置の識別子を、抽出された接続端末装置の識別子と対応付けて隣接基地局記憶部９０３に記憶させる。隣接基地局監視部９０２による上述の処理を通じて、隣接基地局記憶部９０３には、隣接基地局装置の識別子が接続端末装置毎に記憶される。図９は、隣接基地局記憶テーブルの例図である。隣接基地局記憶部９０３は、図９に示すような隣接基地局記憶テーブル９０３１の形式で、隣接基地局装置の識別子を接続端末装置毎に記憶する。図９に示した一例では、識別子“11:22:33:44:55:66”の接続端末装置には、識別子“12:34:56:78:90:12”の隣接基地局装置が存在する。識別子“77:88:99:00:AA:BB”の接続端末装置には、隣接基地局装置が存在しない。識別子“AA:BB:CC:DD:EE:FF”の接続端末装置には、識別子“01:23:45:67:89:01”の隣接基地局装置と識別子“AB:CD:EF:GH:IJ:KL”の隣接基地局装置とが存在する。

[0102] 負荷分散制御部９０４は、トラフィック量記憶部６１２に記憶された接続端末装置毎のトラフィック量を合計することで、所定時間内における総トラフィック量を算出する。負荷分散制御部９０４は、算出された総トラフィック量が予め設定されたトラフィック量閾値を超えるか否かを判定する。

[0103] 算出された総トラフィック量がトラフィック量閾値を超えると判定された場合、負荷分散制御部９０４は、無線空間占有率が高く隣接基地局装置を有する接続端末装置を負荷分散対象の接続端末装置として特定する。すなわち、負荷分散制御部９０４は、占有率記憶部６１４に記憶された無線空間占有率が高く、隣接基地局記憶部９０３に隣接基地局装置の識別子が記憶された接続端末装置を特定する。負荷分散制御部９０４は、特定された接続端末装置が存在する位置にヌル点を形成するように、アンテナ６０１に対するビームフォーミングをビーム制御部６０２に指示する。ビーム制御部６０２によるビームフォーミングによってヌル点が形成されることにより、無線基地局装置９００と負荷分散対象の接続端末装置との間の接続は切断される。負荷

分散制御部９０４は、負荷分散対象の接続端末装置として特定された無線端末装置７００の識別子を接続端末記憶部６１０から消去する。

[0104] また、隣接基地局装置を有する全ての接続端末装置との接続が切断された後も、総トラフィック量がトラフィック量閾値を超えると判定される場合、負荷分散制御部９０４は、残りの接続端末装置に対して負荷分散処理を行う。すなわち、負荷分散制御部９０４は、占有率記憶部６１４に記憶された無線空間占有率が高く、隣接基地局記憶部９０３に隣接基地局装置の識別子が記憶されていない接続端末装置を負荷分散対象の接続端末装置として特定する。負荷分散制御部９０４は、特定された無線端末装置７００が存在する位置にヌル点を形成するように、アンテナ６０１に対するビームフォーミングをビーム制御部６０２に指示する。ビーム制御部６０２によるビームフォーミングによってヌル点が形成されることにより、無線基地局装置９００と負荷分散対象の接続端末装置との間の接続は切断される。負荷分散制御部９０４は、負荷分散対象の接続端末装置として特定された無線端末装置７００の識別子を接続端末記憶部６１０から消去する。

[0105] なお、負荷分散対象の接続端末装置との接続が切断されて一定期間が経過した後、負荷分散制御部９０４は、ヌル点が形成された位置にアンテナ６０１のビームを再び形成するようにビーム制御部６０２に指示してもよい。

[0106] 無線基地局装置９００は、図６に示したハードウェアにより構成されてよい。例えば、プロセッサ８０１は、無線基地局装置６００にも同様に含まれる構成要素に加えて、フレーム受信処理部９０１、隣接基地局監視部９０２、及び負荷分散制御部９０４にも対応する。記憶装置８０２は、無線基地局装置６００にも同様に含まれる構成要素に加えて、隣接基地局記憶部９０３にも対応する。

[0107] 第２の実施形態に従った通信制御方法の一例として、無線基地局装置９００により実行される負荷分散処理を説明する。図１０Ａ～図１０Ｃは、第２の実施形態に従った無線基地局装置が実行する例示的な負荷分散処理のフロー図である。なお、図１０Ａ～図１０Ｃに示すような一連の負荷分散処理は

、所定の時間間隔で繰り返し実行されてよい。また、図１０Ａ～図１０Ｃに示す各ステップでの処理は、時間的に必ずしも分離されず、同時並行的に行われてよい。

[0108] 一連の負荷分散処理が開始されると（ステップＳ２００１）、トラフィック量記憶部６１２及び占有率記憶部６１４内のデータが負荷分散制御部９０４により初期化される。そして、接続端末装置の隣接基地局装置に関する情報が含まれる転送データを隣接基地局監視部９０２がフレーム受信処理部９０１から受信した場合に、ステップＳ２００２での処理が行われる。

[0109] すなわち、ステップＳ２００２において、隣接基地局監視部９０２は、フレーム受信処理部９０１から送信された転送データを受信する。隣接基地局監視部９０２は、受信された転送データから、接続端末装置の識別子、各ビーコン信号の受信電力の強度の値、及びビーコン信号を送信した各無線基地局装置の識別子を抽出する。隣接基地局監視部９０２は、抽出された各ビーコン信号受信電力の強度の値の中で、所定の閾値を超える値を有するビーコン信号を送信した無線基地局装置を、抽出された識別子が示す接続端末装置の隣接基地局装置として特定する。隣接基地局監視部９０２は、特定された隣接基地局装置の識別子を、抽出された接続端末装置の識別子と対応付けて隣接基地局記憶部９０３に記憶させる。

[0110] ステップＳ２００３～ステップＳ２００６での処理は、無線端末装置７００を送信元装置とするフレームを無線受信処理部６０３がアンテナ６０１を介して受信する度に所定時間内で繰り返される。また、ステップＳ２００３～ステップＳ２００６での処理は、無線端末装置７００を宛先装置とする転送データを上位レイヤ処理部６０５がフレーム生成部６０７へ送信する度に所定時間内で繰り返される。ステップＳ２００３～ステップＳ２００６での処理は、図７Ａ及び図７Ｂを参照しながら前述したステップＳ１００２～ステップＳ１００５での処理と同様であってよい。

[0111] ステップＳ２００３～ステップＳ２００６での処理が所定時間において行われると、一連の負荷分散処理は、ステップＳ２００７に進められる。ステ

ップＳ２００７において、負荷分散制御部９０４は、トラフィック量記憶部６１２に記憶された接続端末装置毎のトラフィック量を合計することで、所定時間内における総トラフィック量を算出する。負荷分散制御部９０４は、算出された総トラフィック量が予め設定されたトラフィック量閾値を超えるか否かを判定する（ステップＳ２００８）。

[0112] 総トラフィック量がトラフィック量閾値以下であると判定された場合（ステップＳ２００８で“ＮＯ”）、無線基地局装置９００にかかる負荷は第２の無線通信システム４００内の他の無線基地局装置へ分散されなくてもよい。そこで、一連の負荷分散処理は終了する（ステップＳ２０２４）。

[0113] 一方、総トラフィック量がトラフィック量閾値を超えると判定された場合（ステップＳ２００８で“ＹＥＳ”）、無線基地局装置９００にかかる負荷を第２の無線通信システム４００内の他の無線基地局装置へ分散させることが望ましい。そこで、一連の負荷分散処理は、ステップＳ２００９へ進められる。

[0114] ステップＳ２００９において、負荷分散制御部９０４は、占有率記憶部６１４に記憶された接続端末装置の識別子を、対応する無線空間占有率が高い順に並び替える。そして、負荷分散制御部９０４は、ステップＳ２０１０とステップＳ２０１７との間の第１のループ処理を、対応する無線空間占有率が高い接続端末装置順に行う。

[0115] 具体的には、負荷分散制御部９０４は、当該第１のループ処理で選択された接続端末装置に隣接基地局装置があるか否かを隣接基地局記憶部９０３を参照することで判定する（ステップＳ２０１１）。

[0116] 当該第１のループ処理で選択された接続端末装置に隣接基地局装置がないと判定された場合（ステップＳ２０１１で“ＮＯ”）、負荷分散制御部９０４は、当該第１のループ処理で選択された接続端末装置の識別子を保持する（ステップＳ２０１２）。また、負荷分散制御部９０４は、隣接基地局装置がない接続端末装置に対するカウント数をインクリメントする（ステップＳ２０１３）。そして、一連の負荷分散処理は、ステップＳ２０１１へ戻され

る。すなわち、負荷分散制御部９０４は、無線空間占有率が高い接続端末装置順において次の接続端末装置に対してステップＳ２０１１での処理を行う。

[0117] 一方、当該第１のループ処理で選択された接続端末装置に隣接基地局装置があると判定された場合（ステップＳ２０１１で“ＹＥＳ”）、負荷分散制御部９０４は、該接続端末装置を負荷分散対象の接続端末装置として特定する。そして、負荷分散制御部９０４は、特定された接続端末装置の位置にヌル点を形成するようにビーム制御部６０２に指示する（ステップＳ２０１４）。ビーム制御部６０２は、負荷分散対象の接続端末装置として特定された接続端末装置が存在する位置にヌル点を形成するようにアンテナ６０１により形成されるビームの方向及び強度を制御する。この結果、特定された接続端末装置と無線基地局装置９００と間の接続は切断される。負荷分散制御部９０４は、負荷分散対象の接続端末装置として特定された無線端末装置７００の識別子を接続端末記憶部６１０から消去する。

[0118] 負荷分散制御部９０４は、負荷分散対象の接続端末装置として特定された無線端末装置７００に対するトラフィック量を総トラフィック量から減算することで、総トラフィック量を再計算する（ステップＳ２０１５）。そして、負荷分散制御部９０４は、再計算された総トラフィック量がトラフィック量閾値以下である否かを判定する（ステップＳ２０１６）。

[0119] 総トラフィック量がトラフィック量閾値以下であると判定された場合（ステップＳ２０１６で“ＹＥＳ”）、無線基地局装置９００にかかる負荷は、第２の無線通信システム４００内の他の無線基地局装置へ分散されたと言える。そこで、一連の負荷分散処理は終了する（ステップＳ２０２４）。

[0120] 一方、総トラフィック量がトラフィック量閾値を超えると判定された場合（ステップＳ２０１６で“ＮＯ”）、無線基地局装置９００にかかる負荷を第２の無線通信システム４００内の他の無線基地局装置へ更に分散させることが望ましい。そこで、第１のループ処理は、ステップＳ２０１１へ戻される。すなわち、負荷分散制御部９０４は、無線空間占有率が高い接続端末装

置順において次の接続端末装置に対してステップＳ２０１１での処理を行う。

[0121] 第１のループ処理が全ての接続端末装置に対して行われると、一連の負荷分散処理は、ステップＳ２０１８へ進められる。ステップＳ２０１８において、負荷分散制御部９０４は、ステップＳ２０１２で保持された識別子、すなわち隣接基地局装置がない接続端末装置の識別子を、占有率記憶部６１４に記憶された対応する無線空間占有率が高い順に並び替える。そして、負荷分散制御部９０４は、ステップＳ２０１９とステップＳ２０２３との間の第２のループ処理を、隣接基地局装置がない接続端末装置の内で対応する無線空間占有率が高い接続端末装置順に行う。

[0122] 具体的には、負荷分散制御部９０４は、当該第２のループ処理で選択された接続端末装置を負荷分散対象の接続端末装置として特定する。そして、負荷分散制御部９０４は、特定された接続端末装置が存在する位置にヌル点を形成するようにビーム制御部６０２に指示する（ステップＳ２０２０）。ビーム制御部６０２は、負荷分散対象の接続端末装置として特定された接続端末装置が存在する位置にヌル点を形成するようにアンテナ６０１により形成されるビームの方向及び強度を制御する。この結果、特定された接続端末装置と無線基地局装置９００と間の接続は切断される。負荷分散制御部９０４は、負荷分散対象の接続端末装置として特定された無線端末装置７００の識別子を接続端末記憶部６１０から消去する。

[0123] 負荷分散制御部９０４は、負荷分散対象の接続端末装置として選択された無線端末装置７００に対するトラフィック量を総トラフィック量から減算することで、総トラフィック量を再計算する（ステップＳ２０２１）。そして、負荷分散制御部９０４は、再計算された総トラフィック量がトラフィック量閾値以下である否かを判定する（ステップＳ２０２２）。

[0124] 総トラフィック量がトラフィック量閾値以下であると判定された場合（ステップＳ２０２２で“ＹＥＳ”）、無線基地局装置９００にかかる負荷は、第２の無線通信システム４００内の他の無線基地局装置へ分散されたと言え

る。そこで、一連の負荷分散処理は終了する（ステップＳ２０２４）。

[0125] 一方、総トラフィック量がトラフィック量閾値を超えると判定された場合（ステップＳ２０２２で“ＮＯ”）、無線基地局装置９００にかかる負荷を第２の無線通信システム４００内の他の無線基地局装置へ更に分散させることが望ましい。そこで、第２のループ処理は、ステップＳ２０２０へ戻される。すなわち、負荷分散制御部９０４は、無線空間占有率が高い接続端末装置順において次の接続端末装置に対してステップＳ２０２２での処理を行う。

[0126] 隣接基地局装置がない全ての接続端末装置に対して第２のループ処理が行われると、一連の負荷分散処理は終了する（ステップＳ２０２４）。

[0127] このように、第２の実施形態に従った負荷分散処理によれば、無線基地局装置９００にかかる負荷は、第２の無線通信システム４００に含まれる他の無線基地局装置へ分散される。無線基地局装置９００にかかる負荷が分散されることで、無線基地局装置９００及び無線端末装置７００により共有される無線リソースの消費量が低減する。この結果、無線リソースが共有される第１の無線通信システム２００内のスループットは向上し、該第１の無線通信システム２００における輻輳状態の発生が防止される。

[0128] また、第２の実施形態に従った負荷分散処理では、隣接基地局装置を有する接続端末装置が負荷分散対象の接続端末装置としてまず選択される。したがって、第２の実施形態に従った負荷分散処理によれば、接続が切断された無線端末装置７００が第２の無線通信システム４００内の他の無線基地局装置と接続する確実性が高まり、第２の無線通信システム４００内での負荷分散はより確実に実行される。

[0129] ＜第３の実施形態＞

前述したように、第１及び第２の実施形態では、無線基地局装置６００又は９００が第２の無線通信システム４００内での負荷分散処理を実行する。この結果、第１の無線通信システム２００内のスループットが向上し、第１の無線通信システム２００における輻輳状態の発生が防止される。

[0130] 一方、第３の実施形態では、第２の無線通信システム４００内での負荷分散処理を制御装置が実行する。この結果、第１の無線通信システム２００内のスループットが向上し、第１の無線通信システム２００における輻輳状態の発生が防止される。

[0131] 第２の無線通信システム４００内における負荷分散処理を制御装置が実行するために、第３の実施形態では、制御装置及び該制御装置により管理される無線基地局装置は、例えば、以下に説明する処理を実行するように構成される。

[0132] 図１１は、第３の実施形態に従った無線基地局装置の例示的な機能構成図である。また、図１３は、第３の実施形態に従った制御装置の例示的な機能構成図である。図１１に示す無線基地局装置１０００は、無線基地局装置６００又は９００に代わって第２の無線通信システム４００（図１参照）内の各第１の無線通信システム２００に含まれる。また、図１３に示す制御装置１１００は、制御装置３００に代わって第２の無線通信システム４００（図１参照）に含まれ、各無線基地局装置１０００と接続される。

[0133] 無線基地局装置６００及び９００と同様に、無線基地局装置１０００は、アンテナ６０１を介して受信されたフレームの無線空間占有率を算出する。無線基地局装置１０００は、算出された無線空間占有率と、フレームの送信元装置である接続端末装置の識別子とを制御装置１１００へ送信する。また、無線基地局装置６００及び９００と同様に、無線基地局装置１０００は、受信されたフレーム中の転送データを制御装置１１００へ送信する。

[0134] また、無線基地局装置６００及び９００と同様に、無線基地局装置１０００は、無線端末装置７００を宛先装置とする転送データを広域通信網側インタフェース６０６を介して制御装置１１００から受信し、受信された転送データを含むフレームを生成する。そして、無線基地局装置６００及び９００と同様に、無線基地局装置１０００は、生成されたフレームの無線空間占有率を算出する。無線基地局装置１０００は、算出された無線空間占有率を、フレームの宛先装置である接続端末装置の識別子と共に制御装置１１００へ

送信する。

[0135] さらに、無線基地局装置１０００は、第２の無線通信システム４００内の他の無線基地局装置１０００と接続中の無線端末装置７００の中で、当該無線基地局装置１０００と接続可能な無線端末装置７００を監視する。他の無線基地局装置１０００と接続中の無線端末装置７００は、他の無線基地局装置１０００の通信エリア内に存在する。そこで、以下の説明において、「他の無線基地局装置１０００と接続中の無線端末装置７００」を便宜的に他エリア端末装置と称する。

[0136] 具体的には、無線基地局装置１０００は、他エリア端末装置から送信された無線信号（電波）を受信し、受信された無線信号の受信電力の強度を測定する。測定された受信電力の強度の値が所定の閾値以上である場合、無線基地局装置１０００は、当該他エリア端末装置を、当該無線基地局装置１０００と接続可能な無線端末装置７００として特定する。無線基地局装置１０００は、特定された他エリア端末装置の識別子を記憶する。無線基地局装置１０００は、他エリア端末装置から送信された無線信号を受信する度に上述した処理を繰り返す。そして、所定の記憶時間の経過後、無線基地局装置１０００は、記憶された全ての他エリア端末装置の識別子を制御装置１１００へ送信する。

[0137] 一方、制御装置１１００は、無線空間占有率と該無線空間占有率が算出された接続端末装置の識別子とを第２の無線通信システム４００内の各無線基地局装置１０００から受信する。制御装置１１００は、受信された各情報を送信した無線基地局装置１０００毎に、受信された無線空間占有率を受信された接続端末装置の識別子と対応付けて記憶する。

[0138] また、制御装置１１００は、無線基地局装置１０００から接続端末装置へ送信される転送データのトラフィック量を測定する。制御装置１１００は、転送データを送信する無線基地局装置１０００毎に、測定されたトラフィック量を転送データの宛先装置である接続端末装置の識別子と対応付けて記憶する。制御装置１１００は転送データを無線基地局装置１０００へ送信する

。

[0139] さらに、制御装置１１００は、接続端末装置から無線基地局装置１０００へ送信された転送データを無線基地局装置１０００から受信する。制御装置１１００は、受信された転送データのトラフィック量を測定する。制御装置１１００は、転送データが送信された無線基地局装置１０００毎に、測定されたトラフィック量を転送データの送信元装置である接続端末装置の識別子と対応付けて記憶する。

[0140] また、制御装置１１００は、他エリア端末装置の識別子を、第２の無線通信システム４００内の各無線基地局装置１０００から受信する。制御装置１１００は、他エリア端末装置の識別子を送信した無線基地局装置１０００の識別子を、受信された他エリア端末装置の識別子毎に記憶する。こうした記憶によって、制御装置１１００は、各接続端末装置に対する隣接基地局装置を特定する。第３の実施形態において隣接基地局装置とは、接続中の無線基地局装置１０００以外に接続端末装置が接続可能な他の無線基地局装置１０００を指す。

[0141] 制御装置１１００は、トラフィック量、無線空間占有率、及び各接続端末装置の隣接基地局装置に関する情報を用いて、負荷分散が望まれる無線基地局装置１０００に対して負荷分散対象の接続端末装置を特定する。例えば、制御装置１１００は、無線空間占有率が高い接続端末装置の中で、接続端末装置に対するトラフィック量を収容可能な隣接基地局装置を有する接続端末装置を負荷分散対象の接続端末装置として優先的に特定する。制御装置１１００は、特定された接続端末装置に起因する負荷を他の無線基地局装置１０００へ分散する指示を、特定された接続端末装置と接続中の無線基地局装置１０００へ送信する。

[0142] 無線基地局装置１０００は、制御装置１１００から受信された負荷分散指示に従って、負荷分散対象の接続端末装置との接続を切断する。具体的には、無線基地局装置１０００は、負荷分散対象の接続端末装置が存在する位置にヌル点を形成する。

[0143] 負荷分散対象の接続端末装置が存在する位置にヌル点が形成されることで、負荷分散対象の接続端末装置が存在する位置は、無線基地局装置１０００の通信エリア外になる。この結果、無線基地局装置１０００と負荷分散対象の接続端末装置との間の接続は切断される。切断された無線端末装置７００は他の無線基地局装置１０００との接続を試みるため、負荷分散対象の接続端末装置に起因する負荷は他の無線基地局装置１０００へ分散される。また、無線基地局装置１０００と負荷分散対象の接続端末装置との間の接続が切断されることで、無線基地局装置１０００及び接続端末装置により共有される無線リソースの消費量は減少する。この結果、無線リソースの消費量の増加と共に低下した、第１の無線通信システム２００内のスループットは向上し、輻輳状態の発生が防止される。

[0144] また、無線基地局装置１０００は、負荷分散処理によって接続が切断された無線端末装置７００から送信された無線信号を受信しない。したがって、負荷分散対象の接続端末装置との接続が切断された後に、接続が切断された当該無線端末装置７００によって、無線基地局装置１０００及び接続端末装置により共有される無線リソースが消費されることが防止される。

[0145] 図１１において、無線基地局装置１０００の構成要素の内、無線基地局装置６００（図２参照）及び９００（図８参照）と同じ構成要素には、無線基地局装置６００及び９００の該構成要素の参照符号と同じ参照符号が付されている。

[0146] 無線基地局装置６００（図２参照）と比較すると、無線基地局装置１０００は、フレーム受信処理部６０４に代わってフレーム受信処理部１００１を含む。無線基地局装置１０００は、接続端末監視部６０９に代わって接続端末監視部１００２を更に含む。無線基地局装置１０００は、他エリア端末監視部１００３及び他エリア端末記憶部１００４を更に含む。無線基地局装置１０００は、占有率算出部６１３に代わって占有率算出部１００５を更に含む。無線基地局装置１０００は、上位レイヤ処理部６０５に代わって上位レイヤ処理部１００６を更に含む。無線基地局装置１０００は、負荷分散制御

部６１５に代わって負荷分散指示読み取り部１００７を更に含む。また、無線基地局装置６００（図２参照）と比較すると、無線基地局装置１０００は、トラフィック量測定部６１１、トラフィック量記憶部６１２、及び占有率記憶部６１４を含まなくてもよい。

[0147] フレーム受信処理部１００１は、フレーム受信処理部６０４（図２参照）と同様の機能を有する。また、フレーム受信処理部１００１は、以下に説明するような処理を行う機能を更に有する。

[0148] フレーム受信処理部１００１が無線受信処理部６０３から受信したフレームの中には、フレームの宛先装置が当該無線基地局装置１０００ではないフレームが存在する。フレームの宛先装置の識別子として他の無線基地局装置１０００の識別子が抽出された場合、フレーム受信処理部１００１は、フレームの送信元装置の識別子、すなわち他エリア端末装置の識別子を他エリア端末監視部１００３へ送信する。

[0149] 接続端末監視部１００２は、接続端末監視部６０９（図２及び図８参照）と同様の機能を有し、無線基地局装置１０００と接続中の無線端末装置７００、すなわち接続端末装置を監視する。また、接続端末監視部１００２は、以下に説明するような処理を行う機能を更に有する。

[0150] 接続端末監視部１００２は、無線基地局装置１０００との接続が確立された無線端末装置７００の識別子を、接続確立を示すフラグと共に上位レイヤ処理部１００６へ送信する。また、接続端末監視部１００２は、無線基地局装置１０００との接続が切断された無線端末装置７００の識別子を、接続切断を示すフラグと共に上位レイヤ処理部１００６へ送信する。

[0151] 他エリア端末監視部１００３は、他エリア端末装置の中で当該無線基地局装置１０００と接続可能な無線端末装置７００を監視する。具体的には、他エリア端末監視部１００３は、他エリア端末装置の識別子をフレーム受信処理部１００１から受信する。他エリア端末監視部１００３は、受信された識別子が示す他エリア端末装置から送信されて無線受信処理部６０３により受信された無線信号の受信電力の強度を測定する。他エリア端末監視部１００

３は、測定された受信電力の強度の値と所定の閾値とを比較する。測定された受信電力の強度の値が所定の閾値以上である場合、他エリア端末監視部１００３は、受信された識別子が示す他エリア端末装置を無線基地局装置１０００と接続可能な無線端末装置７００として特定する。他エリア端末監視部１００３は、特定された他エリア端末装置の識別子を他エリア端末記憶部１００４に記憶する。図１２は、他エリア端末記憶テーブルの例図である。他エリア端末記憶部１００４は、図１２に示すような接続端末記憶テーブル１００４１の形式で、無線基地局装置１０００と接続可能な無線端末装置７００として特定された他エリア端末装置の識別子を記憶する。所定の記憶時間の経過後、他エリア端末監視部１００３は、他エリア端末記憶部１００４に記憶された全ての他エリア端末装置の識別子を上位レイヤ処理部１００６へ送信する。

[0152] 占有率算出部１００５は、占有率算出部６１３（図２及び図８参照）と同様に、接続端末装置に対する無線空間占有率を算出する。また、占有率算出部１００５は、算出された無線空間占有率と、該無線空間占有率が算出された接続端末装置の識別子とを上位レイヤ処理部１００６へ送信する。

[0153] 上位レイヤ処理部１００６は、上位レイヤ処理部６０５（図２及び図８参照）と同様の機能を有する。また、上位レイヤ処理部１００６は、以下に説明するような処理を行う機能を更に有する。

[0154] 上位レイヤ処理部１００６は、接続端末装置の識別子と、接続確立又は接続切断を示すフラグとを接続端末監視部１００２から受信する。上位レイヤ処理部１００６は、受信された接続端末装置の識別子と、該接続端末装置と接続する当該無線基地局装置１０００の識別子と、接続確立又は接続切断を示すフラグとを含む転送データ（パケット）を生成する。上位レイヤ処理部１００６は、生成された転送データを広域通信網側インタフェース６０６へ送信する。

[0155] また、上位レイヤ処理部１００６は、他エリア端末記憶部１００４に記憶された他エリア端末装置の識別子を他エリア端末装置監視部１００３から受

信する。上位レイヤ処理部１００６は、他エリア端末装置の識別子と、他エリア端末装置を特定した当該無線基地局装置１０００の識別子とを含む転送データを生成する。上位レイヤ処理部１００６は、生成された転送データを広域通信網側インタフェース６０６へ送信する。

[0156] さらに、上位レイヤ処理部１００６は、フレームの無線空間占有率と、該無線空間占有率が算出された接続端末装置の識別子とを占有率算出部１００５から受信する。上位レイヤ処理部１００６は、無線空間占有率、該無線空間占有率が算出された接続端末装置の識別子、及び該無線空間占有率を算出した当該無線基地局装置１０００の識別子を含む転送データに生成する。上位レイヤ処理部１００６は、生成された転送データを広域通信網側インタフェース６０６へ送信する。

[0157] 広域通信網側インタフェース６０６は、上位レイヤ処理部１００６から受信された転送データを含み、制御装置１１００を宛先装置とするフレームを生成する。広域通信網側インタフェース６０６は、生成されたフレームを含む電気信号を制御装置１１００へ送信する。

[0158] また、広域通信網側インタフェース６０６は、制御装置１１００から送信された電気信号を受信し、受信された電気信号を処理することで、フレームを抽出する。広域通信網側インタフェース６０６は、抽出されたフレームから、転送データ（パケット）、フレームの送信元装置の識別子、及びフレームの宛先装置の識別子を抽出する。広域通信網側インタフェース６０６は、抽出された転送データを上位レイヤ処理部１００６へ送信する。

[0159] 上位レイヤ処理部１００６は、広域通信網側インタフェース６０６により抽出された転送データを受信し、受信された転送データを処理する。上位レイヤ処理部１００６により処理された転送データによっては、制御装置１１００の負荷分散指示が含まれる。処理された転送データに制御装置１１００の負荷分散指示が含まれる場合、上位レイヤ処理部１００６は、負荷分散指示を負荷分散指示読み取り部１００７へ送信する。

[0160] 負荷分散指示読み取り部１００７は、上位レイヤ処理部１００６から送信

された負荷分散指示を受信する。負荷分散指示読み取り部１００７は、受信された負荷分散指示の中から、制御装置１１００により指示された負荷分散対象の接続端末装置の識別子を読み取る。負荷分散指示読み取り部１００７は、読み取られた識別子に従って、負荷分散対象の接続端末装置と無線基地局装置１０００との接続を切断するようにビーム制御部６０２へ指示する。具体的には、負荷分散指示読み取り部１００７は、読み取られた識別子が示す接続端末装置が存在する位置にヌル点が形成されるビームフォーミングをビーム制御部６０２へ指示する。

[0161] ビーム制御部６０２は、負荷分散指示読み取り部１００７のビーム形成指示に従って、負荷分散対象の接続端末装置が存在する位置にヌル点を形成するようにアンテナ６０１により形成されるビームの方向及び強度を制御する。負荷分散指示読み取り部１００７は、負荷分散対象の接続端末装置として特定された無線端末装置７００の識別子を接続端末記憶部６１０から消去する。

[0162] 無線基地局装置１０００は、図６に示したハードウェアにより構成されてよい。例えば、プロセッサ８０１は、無線基地局装置６００にも同様に含まれる構成要素に加えて、フレーム受信処理部１００１、接続端末監視部１００２、他エリア端末監視部１００３、及び占有率算出部１００５にも対応する。また、プロセッサ８０１は、上位レイヤ処理部１００６及び負荷分散指示読み取り部１００７にも対応する。記憶装置８０２は、無線基地局装置６００にも同様に含まれる構成要素に加えて、他エリア端末記憶部１００４にも対応する。

[0163] 図１３に示すように、制御装置１１００は、無線基地局側インタフェース１１０１、フレーム受信処理部１１０２ 、上位レイヤ処理部１１０３、広域通信網側インタフェース１１０４、及びフレーム生成部１１０５を含む。制御装置１１００は、接続端末監視部１１０６、接続端末記憶部１１０７、隣接基地局監視部１１０８、及び隣接基地局記憶部１１０９を更に含む。制御装置１１００は、占有率読み取り部１１１０、占有率記憶部１１１１、トラ

フィック量測定部１１１２、トラフィック量記憶部１１１３、及び負荷分散制御部１１１４を更に含む。

[0164] 無線基地局側インタフェース１１０１は、無線基地局装置１０００から送信された電気信号を制御装置１１００が受信し、制御装置１１００が無線基地局装置１０００へ電気信号を送信するための通信インタフェースである。例えば、無線基地局側インタフェース１１０１は、無線基地局装置１０００から送信された電気信号からフレームを抽出し、抽出されたフレームをフレーム受信処理部１１０２へ送信する。

[0165] フレーム受信処理部１１０２は、無線基地局側インタフェース１１０１により抽出されたフレームを受信する。フレーム受信処理部１１０２は、受信されたフレームを処理することで、フレームに含まれる各種データを抽出する。フレーム受信処理部１１０２により抽出される各種データには、フレームに含まれるデータ本体である転送データ（パケット）、フレームの送信元装置の識別子、及びフレームの宛先装置の識別子が含まれる。送信元装置及び宛先装置の各識別子は、例えばMACアドレスである。フレームの送信元装置は、例えば制御装置１１００と接続した無線基地局装置１０００である。フレーム受信処理部１１０２は、抽出された転送データを上位レイヤ処理部１１０３へ送信する。また、フレーム受信処理部１１０２は、抽出された転送データを接続端末監視部１１０６、隣接基地局監視部１１０８、及び占有率読み取り部１１１０へ送信する。

[0166] 上位レイヤ処理部１１０３は、フレーム受信処理部１１０２により抽出された転送データを受信する。上位レイヤ処理部１１０３は、受信された転送データを処理することで、転送データの送信元装置及び宛先装置の各識別子を抽出する。抽出される各識別子は、例えばIPアドレスである。抽出される送信元装置の識別子は、例えば無線端末装置７００の識別子である。抽出される宛先装置の識別子は、例えば、転送データを送信した無線端末装置７００以外の他の無線端末装置７００の識別子、又は広域通信網５００側の通信装置の識別子である。抽出された宛先装置の識別子が他の無線端末装置７０

０の識別子である場合、上位レイヤ処理部１１０３は、抽出された送信元装置及び宛先装置の各識別子と共に転送データをフレーム生成部１１０５へ送信する。抽出された宛先装置の識別子が広域通信網５００側の通信装置の識別子である場合、上位レイヤ処理部１１０３は、抽出された送信元装置及び宛先装置の各識別子と共に転送データを広域通信網側インタフェース１１０４へ送信する。

[0167] 広域通信網側インタフェース１１０４は、転送データ、転送データの送信元装置の識別子、及び転送データの宛先装置の識別子を上位レイヤ処理部１１０３から受信する。広域通信網側インタフェース１１０４は、フレームの送信元装置の識別子、フレームの宛先装置の識別子、及び受信された転送データを含むフレームを生成する。フレームの送信元装置の識別子は、転送データの送信元装置の識別子を基に生成される。フレームの宛先装置の識別子は、転送データの宛先装置の識別子を基に生成される。広域通信網側インタフェース１１０４は、受信されたフレームを含む電気信号を生成し、生成された電気信号を広域通信網５００へ送信する。

[0168] また、広域通信網側インタフェース１１０４は、制御装置３００といった広域通信網５００側の通信装置から送信された電気信号を受信する。広域通信網側インタフェース１１０４は、受信された電気信号を処理することでフレームを抽出する。広域通信網側インタフェース１１０４は、抽出されたフレームから各種データを抽出する。広域通信網側インタフェース１１０４により抽出される各種データには、転送データ（パケット）、フレームの送信元装置の識別子、及びフレームの宛先装置の識別子が含まれる。フレームの送信元装置及び宛先装置の各識別子は、例えばMACアドレスである。フレームの送信元装置は、例えば広域通信網５００側の通信装置の識別子である。広域通信網側インタフェース１１０４は、抽出された転送データを上位レイヤ処理部１１０３へ送信する。

[0169] 上位レイヤ処理部１１０３は、広域通信網側インタフェース１１０４により抽出された転送データを受信する。上位レイヤ処理部１１０３は、受信さ

れた転送データを処理することで、転送データの送信元装置及び宛先装置の各識別子を抽出する。抽出される各識別子は、例えばIPアドレスである。抽出された送信元装置の識別子は、例えば広域通信網５００側の通信装置の識別子である。抽出された宛先装置の識別子は、例えば無線端末装置７００の識別子である。上位レイヤ処理部１１０３は、抽出された送信元装置及び宛先装置の各識別子と共に転送データをフレーム生成部１１０５へ送信する。

[0170] フレーム生成部１１０５は、転送データ、転送データの送信元装置の識別子、及び転送データ宛先装置の識別子を上位レイヤ処理部１１０３から受信する。フレーム生成部１１０５は、フレームの送信元装置の識別子、フレームの宛先装置の識別子、及び受信された転送データを含むフレームを生成する。フレームの送信元装置及び宛先装置の各識別子は、例えばMACアドレスである。フレームの送信元装置の識別子は転送データの送信元装置の識別子を基に生成される。フレームの宛先装置の識別子は転送データの宛先装置の識別子を基に生成される。フレームの宛先装置は、例えば、転送データの宛先装置である無線端末装置７００と接続する無線基地局装置１０００である。フレーム生成部１１０５は、生成されたフレームを無線基地局側インタフェース１１０１へ送信する。また、フレーム生成部１１０５は、生成されたフレームの宛先装置の識別子を、転送データの宛先装置の識別子と共に接続端末監視部１１０６へ送信する。

[0171] 無線基地局側インタフェース１１０１は、フレーム生成部１１０５により生成されたフレームを受信する。無線基地局側インタフェース１１０１は、受信されたフレームを含む電気信号を生成する。無線基地局側インタフェース１１０１は、生成された電気信号を、フレームの宛先装置である無線基地局装置１０００へ送信する。

[0172] 接続端末監視部１１０６は、制御装置１１００により管理される各無線基地局装置１０００の接続端末装置を監視する。

[0173] 具体的には、接続端末監視部１１０６は、フレーム受信処理部１１０２から送信された転送データを受信する。接続端末監視部１１０６は、受信され

た転送データから、接続端末装置の識別子、該接続端末装置と接続中の無線基地局装置１０００の識別子、及び接続確立又は接続切断を示すフラグを抽出する。抽出されたフラグが接続確立を示すフラグであった場合、接続端末監視部１１０６は、無線基地局装置１０００の識別子毎に、接続端末装置の識別子を無線基地局装置１０００の識別子と対応付けて接続端末記憶部１１０７に記憶させる。また、抽出されたフラグが接続切断を示すフラグであった場合、接続端末監視部１１０６は、抽出された接続端末装置の識別子を接続端末記憶部１１０７から消去する。図１４は、第３の実施形態に従った制御装置が備える接続端末記憶テーブルの例図である。図１４には、識別子“1A:2B:3C:4D:5E:6F”の無線基地局装置１０００に対応する接続端末記憶テーブル１１０７１が図示されている。接続端末記憶部１１０７には、図１４に示すような接続端末記憶テーブル１１０７１が無線基地局装置１０００毎に作成される。そして、接続端末記憶部１１０７は、無線基地局装置１０００と接続された無線端末装置７００の識別子を、対応する接続端末記憶テーブル１１０７１に記憶する。

[0174] また、接続端末監視部１１０６は、フレームの送信元装置である無線基地局装置１０００の識別子、及びフレームに含まれる転送データをフレーム受信処理部１１０２から受信する。接続端末監視部１１０６は、受信された転送データから転送データの送信元装置の識別子を抽出する。接続端末監視部１１０６は、接続端末記憶部１１０７を参照することで、受信された転送データの送信元装置が、フレームの送信元装置である無線基地局装置１０００の接続端末装置であるか否かを確認する。例えば、転送データの送信元装置がフレームの送信元装置である無線基地局装置１０００の接続端末装置であると確認されたと仮定する。この場合、接続端末監視部１１０６は、転送データの送信元装置である接続端末装置の識別子と、フレームの送信元装置である無線基地局装置１０００の識別子とをトラフィック量測定部１１１２へ送信する。

[0175] さらに、接続端末監視部１１０６は、フレームの宛先装置である無線基地

局装置１０００の識別子と、転送データの宛先装置である無線端末装置７００の識別子とをフレーム生成部１１０５から受信する。接続端末監視部１１０６は、接続端末記憶部１１０７を参照することで、受信された転送データの宛先装置が、フレームの宛先装置である無線基地局装置１０００の接続端末装置であるか否かを確認する。例えば、転送データの宛先装置がフレームの宛先装置である無線基地局装置１０００の接続端末装置であると確認されたと仮定する。この場合、接続端末監視部１１０６は、転送データの宛先装置である接続端末装置の識別子と、フレームの宛先装置である無線基地局装置１０００の識別子とをトラフィック量測定部１１１２へ送信する。

[0176] 隣接基地局監視部１１０８は、制御装置１１００により管理される各無線基地局装置１０００と接続する接続端末装置に対する隣接基地局装置の識別子を監視する。前述したように、第３の実施形態において隣接基地局装置とは、接続中の無線基地局装置１０００以外に接続端末装置が接続可能な他の無線基地局装置１０００を指す。

[0177] 具体的には、隣接基地局監視部１１０８は、フレーム受信処理部１１０２から送信された転送データを受信する。隣接基地局監視部１１０８は、受信された転送データから、他エリア端末装置の識別子と、他エリア端末装置を特定した無線基地局装置１０００の識別子とを抽出する。隣接基地局監視部１１０８は、抽出された無線基地局装置１０００の識別子を、抽出された他エリア端末装置の識別子毎に隣接基地局記憶部１１０９に記憶させる。隣接基地局記憶部１１０９に記憶された他エリア端末装置は、制御装置１１００により管理される特定の無線基地局装置１０００と接続する接続端末装置である。また、他エリア端末装置と対応付けて隣接基地局記憶部１１０９に記憶された無線基地局装置１０００は、他エリア端末装置が接続可能な隣接基地局装置である。したがって、各無線基地局装置１０００から送信された他エリア端末装置の情報を隣接基地局監視部１１０８が処理することで、接続端末装置毎の隣接基地局装置に関する情報が隣接基地局記憶部１１０９に記憶される。例えば、隣接基地局記憶部１１０９は、図９に示した隣接基地局

記憶テーブル９０３１と同様の形式のテーブルを用いて、隣接基地局装置の識別子を接続端末装置毎に記憶する。

[0178] 占有率読み取り部１１１０は、接続端末装置に対して算出された無線空間占有率を、所定時間内に無線基地局装置１０００から受信された転送データから読み取り、読み取られた無線空間占有率を占有率記憶部１１１１に記憶させる。具体的には、占有率読み取り部１１１０は、フレーム受信処理部１１０２から送信された転送データを所定時間内において受信する。占有率読み取り部１１１０は、受信された転送データから、無線空間占有率、該無線空間占有率が算出された接続端末装置の識別子、及び該無線空間占有率を算出した無線基地局装置１０００の識別子を読み取る。占有率読み取り部１１１０は、読み取られた無線基地局装置１０００毎に、読み取られた無線空間占有率を読み取られた接続端末装置の識別子と対応付けて占有率記憶部１１１１に記憶させる。図１５は、第３の実施形態に従った制御装置が備える占有率記憶テーブルの例図である。図１５には、識別子“1A:2B:3C:4D:5E:6F”の無線基地局装置１０００に対応する占有率記憶テーブル１１１１１が図示されている。占有率記憶部１１１１には、図１５に示すような占有率記憶テーブル１１１１１が無線基地局装置１０００毎に作成される。そして、占有率記憶部１１１１は、接続端末装置の無線空間占有率を、対応する占有率記憶テーブル１１１１１に記憶する。

[0179] トラフィック量測定部１１１２は、制御装置１１００により管理される各無線基地局装置１０００と接続する接続端末装置に対して、所定時間内におけるトラフィック量を測定する。

[0180] 具体的には、トラフィック量測定部１１１２は、フレームの送信元装置である無線基地局装置１０００の識別子と、該フレーム中の転送データの送信元装置である接続端末装置の識別子とを接続端末監視部１１０６から受信する。また、トラフィック量測定部１１１２は、受信された接続端末装置の識別子を送信元装置の識別子として含む転送データをフレーム受信処理部１１０２から受信する。トラフィック量測定部１１１２は、受信された転送デー

タのデータ量を、受信された識別子が示す接続端末装置に対するトラフィック量として測定する。トラフィック量測定部１１１２は、受信された識別子が示す無線基地局装置１０００毎に、測定されたトラフィック量を受信された接続端末装置の識別子と対応付けてトラフィック量記憶部１１１３に記憶させる。図１６は、第３の実施形態に従った制御装置が備えるトラフィック量記憶テーブルの例図である。図１６には、識別子“1A:2B:3C:4D:5E:6F”の無線基地局装置１０００に対応するトラフィック量記憶テーブル１１１３１が図示されている。トラフィック量記憶部１１１３には、図１６に示すようなトラフィック量記憶テーブル１１１３１が無線基地局装置１０００毎に作成される。そして、トラフィック量記憶部１１１３は、接続端末装置のトラフィック量を、対応するトラフィック量記憶テーブル１１１３１に記憶する。

[0181] また、トラフィック量測定部１１１２は、フレームの宛先装置である無線基地局装置１０００の識別子と、該フレーム中の転送データの宛先装置である接続端末装置の識別子とを接続端末監視部１１０６から受信する。また、トラフィック量測定部１１１２は、受信された接続端末装置の識別子を宛先装置の識別子として含む転送データを上位レイヤ処理部１１０３から受信する。トラフィック量測定部１１１２は、受信された転送データのデータ量を、受信された識別子が示す接続端末装置に対するトラフィック量として測定する。トラフィック量測定部１１１２は、受信された識別子が示す無線基地局装置１０００毎に、測定されたトラフィック量を受信された接続端末装置の識別子と対応付けてトラフィック量記憶部１１１３に記憶させる。

[0182] 負荷分散制御部１１１４は、トラフィック量記憶部１１１３に記憶された接続端末装置毎のトラフィック量を無線基地局装置１０００毎に合計することで、所定時間内における総トラフィック量を無線基地局装置１０００毎に算出する。負荷分散制御部１１１４は、算出された総トラフィック量を用いて、各無線基地局装置１０００に対する負荷分散制御を行う。

[0183] 具体的には、負荷分散制御部１１１４は、算出された総トラフィック量が

予め設定されたトラフィック量閾値を超えるか否かを判定する。総トラフィック量がトラフィック量閾値を超えると判定された場合、負荷分散制御部１１１４は、無線空間占有率が高く、対応するトラフィック量を収容可能な隣接基地局装置を有する接続端末装置を負荷分散対象の接続端末装置として特定する。すなわち、負荷分散制御部１１１４は、占有率記憶部１１１１に記憶された無線空間占有率が高い接続端末装置をまず選択する。負荷分散制御部１１１４は、選択された接続端末装置の中で、隣接基地局記憶部１１０９に隣接基地局装置が記録された接続端末装置を次に選択する。そして、負荷分散制御部１１１４は、選択された接続端末装置の中で、当該接続端末装置に対するトラフィック量を収容できる隣接基地局装置を有する接続端末装置を特定する。負荷分散制御部１１１４は、特定された接続端末装置に対する負荷分散指示を含む転送データを生成し、生成された転送データと、該接続端末装置と接続する無線基地局装置１０００の識別子とをフレーム生成部１１０５へ送信する。また、負荷分散制御部１１１４は、負荷分散対象の接続端末装置として特定された無線端末装置７００の識別子を接続端末記憶部１１０７から消去する。

[0184] また、隣接基地局装置を有する全ての接続端末装置との接続が切断された後も、総トラフィック量がトラフィック量閾値を超えると判定される場合、負荷分散制御部１１１４は、残りの接続端末装置に対して負荷分散処理を行う。すなわち、負荷分散制御部１１１４は、無線空間占有率が高く隣接基地局装置を有しない接続端末装置を負荷分散対象の接続端末装置として特定する。負荷分散制御部１１１４は、特定された接続端末装置に対する負荷分散指示を含む転送データを生成し、生成された転送データと、該接続端末装置と接続する無線基地局装置１０００の識別子とをフレーム生成部１１０５へ送信する。また、負荷分散制御部１１１４は、負荷分散対象の接続端末装置として特定された無線端末装置７００の識別子を接続端末記憶部１１０７から消去する。

[0185] フレーム生成部１１０５は、負荷分散制御部１１１４により特定された接

続端末装置に対する負荷分散指示を含む転送データと、該接続端末装置と接続する無線基地局装置１０００の識別子とを負荷分散制御部１１１４から受信する。フレーム生成部１１０５は、受信された転送データを含み、受信された識別子をフレームの宛先装置とするフレームを生成し、生成されたフレームを無線基地局側インタフェース１１０１へ送信する。無線基地局側インタフェース１１０１は、フレーム生成部１１０５により生成されたフレームを含む電気信号を送信する。

[0186] 第３の実施形態に従った制御装置１１００による負荷分散処理によって、無線基地局装置１０００にかかる負荷は第２の無線通信システム４００に含まれる他の無線基地局装置１０００へ分散される。無線基地局装置１０００にかかる負荷が分散されることで、無線基地局装置１０００及び無線端末装置７００により共有される無線リソースの消費量が低減する。この結果、無線リソースが共有される第１の無線通信システム２００内のスループットは向上し、該第１の無線通信システム２００における輻輳状態の発生が防止される。

[0187] また、第３の実施形態に従った制御装置１１００による負荷分散処理では、対応するトラフィック量を収容可能な隣接基地局装置を有する接続端末装置が負荷分散対象の接続端末装置として優先的に選択される。したがって、第３の実施形態に従った負荷分散処理によれば、接続が切断された無線端末装置７００が他の無線基地局装置１０００と接続する確実性がより向上し、第２の無線通信システム４００内での負荷分散はより確実に実行される。

[0188] 図１７は、第３の実施形態に従った制御装置の例示的なハードウェア構成図である。図１７に示すように、制御装置１２００は、プロセッサ１２０１、記憶装置１２０２、無線基地局用ネットワークインタフェース（NIF）回路１２０３、広域通信網用ネットワークインタフェース（NIF）回路１２０４、及びバス１２０５を含む。プロセッサ１２０１、記憶装置１２０２、無線基地局用ネットワークインタフェース回路１２０３、及び広域通信網用ネットワークインタフェース回路１２０４は、バス１２０５を介して相互に接続さ

れる。

[0189] プロセッサ１２０１は、CPUやDSPといった演算処理を行う論理回路や演算回路である。プロセッサ１２０１は、フレーム受信処理部１１０２、上位レイヤ処理部１１０３、フレーム生成部１１０５、接続端末監視部１１０６、隣接基地局監視部１１０８、占有率読み取り部１１１０、トラフィック量測定部１１１２、及び負荷分散制御部１１１４に対応する。

[0190] 記憶装置１２０２は、プロセッサ１２０１により実行される処理プログラム、プロセッサ１２０１による処理に用いられるデータ、及びプロセッサ１２０１による処理結果のデータが格納される装置である。記憶装置１２０１は、接続端末記憶部１１０７、隣接基地局記憶部１１０９、占有率記憶部１１１１、及びトラフィック量記憶部１１１３に対応する。

[0191] 無線基地局用ネットワークインタフェース回路１２０３は、無線基地局装置１０００と送受信される電気信号を処理する回路である。無線基地局用ネットワークインタフェース回路１２０３は、無線基地局側インタフェース１１０１に対応する。

[0192] 広域通信網用ネットワークインタフェース回路１２０４は、広域通信網５００側の通信装置（不図示）と送受信される電気信号を処理する回路である。広域通信網用ネットワークインタフェース回路１２０４は、広域通信網側インタフェース１１０４に対応する。

[0193] 第３の実施形態に従った通信制御方法の一例として、制御装置１１００により実行される負荷分散処理を説明する。図１８Ａ～図１８Ｃは、第３の実施形態に従った制御装置が実行する例示的な負荷分散処理のフロー図である。なお、図１８Ａ～図１８Ｃに示すような一連の負荷分散処理は、所定の時間間隔で繰り返し実行されてよい。また、図１８Ａ～図１８Ｃに示す各ステップでの処理は、時間的に必ずしも分離されず、同時並行的に行われてよい。

[0194] 一連の負荷分散処理が開始されると（ステップＳ３００１）、占有率記憶部１１１１及びトラフィック量記憶部１１１３内のデータが負荷分散制御部

１１１４により初期化される。そして、制御装置１１００が管理する各無線基地局装置１０００に対してステップＳ３００２～ステップＳ３００６での処理が行われる。

[0195] 具体的には、ステップＳ３００２において、隣接基地局監視部１１０８は、フレーム受信処理部１１０２から送信された転送データを受信する。隣接基地局監視部１１０８は、受信された転送データから、他エリア端末装置の識別子と、他エリア端末装置を特定した無線基地局装置１０００の識別子とを抽出する。隣接基地局監視部１１０８は、抽出された無線基地局装置１０００の識別子を、抽出された他エリア端末装置の識別子毎に隣接基地局記憶部１１０９に記憶させる。この結果、接続端末装置毎の隣接基地局装置の識別子が隣接基地局記憶部１１０９に記録される。

[0196] ステップＳ３００３～ステップＳ３００５での処理は、無線基地局装置１０００から送信されたフレームをフレーム受信処理部１１０２が無線基地局側インタフェース１１０１を介して受信する度に所定時間内で繰り返される。また、ステップＳ３００３～ステップＳ３００５での処理は、接続端末装置を宛先装置とする転送データを含み無線基地局装置１０００を宛先装置とするフレームをフレーム生成部１１０５が生成する度に所定時間内で繰り返される。

[0197] 具体的には、ステップＳ３００３において、占有率読み取り部１１１０は、フレーム受信処理部１１０２によりフレームから抽出された転送データを受信する。占有率読み取り部１１１０は、無線空間占有率、該無線空間占有率が算出された接続端末装置の識別子、及び該無線空間占有率を算出した無線基地局装置１０００の識別子を、受信された転送データから読み取る。占有率読み取り部１１１０は、読み取られた無線空間占有率を接続端末装置の識別子と対応付けて、無線基地局装置１０００の識別子毎に占有率記憶部１１１１に記憶させる。

[0198] ステップＳ３００４において、接続端末監視部１１０６は、フレームの送信元装置である無線基地局装置１０００の識別子、及びフレームに含まれる

転送データをフレーム受信処理部１１０２から受信する。接続端末監視部１１０６は、受信された転送データから転送データの送信元装置の識別子を抽出する。接続端末監視部１１０６は、接続端末記憶部１１０７を参照することで、受信された転送データの送信元装置が、フレームの送信元装置である無線基地局装置１０００の接続端末装置であるか否かを確認する。例えば、転送データの送信元装置がフレームの送信元装置である無線基地局装置１０００の接続端末装置であると確認されたと仮定する。この場合、接続端末監視部１１０６は、転送データの送信元装置である接続端末装置の識別子と、フレームの送信元装置である無線基地局装置１０００の識別子とをトラフィック量測定部１１１２へ送信する。

[0199] ステップＳ３００５において、トラフィック量測定部１１１２は、フレームの送信元装置である無線基地局装置１０００の識別子と、該フレーム中の転送データの送信元装置である接続端末装置の識別子とを接続端末監視部１１０６から受信する。また、トラフィック量測定部１１１２は、受信された接続端末装置の識別子を送信元装置として含む転送データをフレーム受信処理部１１０２から受信する。トラフィック量測定部１１１２は、受信された転送データのデータ量を、受信された識別子が示す接続端末装置に対するトラフィック量として測定する。トラフィック量測定部１１１２は、受信された無線基地局装置１０００の識別子毎に、測定されたトラフィック量を受信された接続端末装置の識別子と対応付けてトラフィック量記憶部１１１３に記録する。

[0200] 或いは、ステップＳ３００４において、接続端末監視部１１０６は、フレームの宛先装置である無線基地局装置１０００の識別子と、転送データの宛先装置である無線端末装置７００の識別子とをフレーム生成部１１０５から受信する。接続端末監視部１１０６は、接続端末記憶部１１０７を参照することで、受信された転送データの宛先装置が、フレームの宛先装置である無線基地局装置１０００の接続端末装置であるか否かを確認する。例えば、転送データの宛先装置がフレームの宛先装置である無線基地局装置１０００の

接続端末装置であると確認されたと仮定する。この場合、接続端末監視部１１０６は、転送データの宛先装置である接続端末装置の識別子と、フレームの宛先装置である無線基地局装置１０００の識別子とをトラフィック量測定部１１１２へ送信する。

[0201] ステップＳ３００５において、トラフィック量測定部１１１２は、フレームの宛先装置である無線基地局装置１０００の識別子と、該フレーム中の転送データの宛先装置である接続端末装置の識別子とを接続端末監視部１１０６から受信する。また、トラフィック量測定部１１１２は、受信された接続端末装置の識別子を宛先装置の識別子として含む転送データを上位レイヤ処理部１１０３から受信する。トラフィック量測定部１１１２は、受信された転送データのデータ量を、受信された識別子が示す接続端末装置に対するトラフィック量として測定する。トラフィック量測定部１１１２は、受信された無線基地局装置１０００の識別子毎に、測定されたトラフィック量を受信された接続端末装置の識別子と対応付けてトラフィック量記憶部１１１３に記録する。

[0202] ステップＳ３００３～ステップＳ３００５での処理が所定時間において行われると、一連の負荷分散処理は、ステップＳ３００６に進められる。ステップＳ３００６において、負荷分散制御部１１１４は、トラフィック量記憶部１１１３に記録された接続端末装置毎のトラフィック量を無線基地局装置１０００毎に合計することで、総トラフィック量を無線基地局装置１０００毎に算出する。負荷分散制御部１１１４は、算出された総トラフィック量を用いて、ステップＳ３００７～ステップＳ３０２５での第１のループ処理を無線基地局装置１０００毎に行う。

[0203] 具体的には、負荷分散制御部１１１４は、当該第１のループ処理で選択された無線基地局装置１０００に対して算出された総トラフィック量が予め設定されたトラフィック量閾値を超えるか否かを判定する（ステップＳ３００８）。なお、所定のトラフィック閾値は、各第１の無線通信システム２００のシステムキャパシティを基準に無線基地局装置１０００毎に設定されてよ

い。

[0204] 総トラフィック量がトラフィック量閾値以下であると判定された場合（ステップＳ３００８で“ＮＯ”）、当該第１のループ処理で選択された無線基地局装置１０００にかかる負荷は他の無線基地局装置１０００へ分散されなくてもよい。そこで、一連の負荷分散処理は終了する（ステップＳ３０２６）。

[0205] 一方、総トラフィック量がトラフィック量閾値を超えると判定された場合（ステップＳ３００８で“ＹＥＳ”）、当該第１のループ処理で選択された無線基地局装置１０００にかかる負荷を他の無線基地局装置１０００へ分散させることが望ましい。そこで、一連の負荷分散処理は、ステップＳ３００９へ進められる。

[0206] ステップＳ３００９において、負荷分散制御部１１１４は、当該第１のループ処理で選択された無線基地局装置１０００に関して占有率記憶部１１１１に記録された接続端末装置の識別子を、対応する無線空間占有率が高い順に並び替える。そして、負荷分散制御部１１１４は、ステップＳ３０１０とステップＳ３０１８との間の第２のループ処理を、対応する無線空間占有率が高い接続端末装置順に行う。

[0207] 具体的には、負荷分散制御部１１１４は、当該第２のループ処理で選択された接続端末装置に隣接基地局装置があるか否かを隣接基地局記憶部１１０９を参照することで判定する（ステップＳ３０１１）。

[0208] 当該第２のループ処理で選択された接続端末装置に隣接基地局装置がないと判定された場合（ステップＳ３０１１で“ＮＯ”）、負荷分散制御部１１１４は、当該第２のループ処理で選択された接続端末装置の識別子を保持する（ステップＳ３０１２）。また、負荷分散制御部１１１４は、隣接基地局装置がない接続端末装置に対するカウント数をインクリメントする（ステップＳ３０１３）。そして、一連の負荷分散処理は、ステップＳ３０１１へ戻される。すなわち、負荷分散制御部１１１４は、無線空間占有率が高い接続端末装置順において次の接続端末装置に対してステップＳ３０１１での処理

を行う。

[0209] 一方、当該第２のループ処理で選択された接続端末装置に隣接基地局装置があると判定された場合（ステップＳ３０１１で“ＹＥＳ”）、ステップＳ３０１４での処理に進められる。ステップＳ３０１４において、負荷分散制御部１１１４は、当該第２のループ処理で選択された接続端末装置に対するトラフィック量を収容可能な無線基地局装置１０００があるか否かを判定する。具体的には、負荷分散制御部１１１４は、当該第２のループ処理で選択された接続端末装置に対するトラフィック量をトラフィック量記憶部１１１３から取得する。負荷分散制御部１１１４は、取得されたトラフィック量を各無線基地局装置１０００の総トラフィック量に夫々加算する。そして、負荷分散制御部１１１４は、加算後の総トラフィック量が所定のトラフィック閾値以下となる無線基地局装置１０００があるか否かを判定する。

[0210] 当該第２のループ処理で選択された接続端末装置に対するトラフィック量を収容可能な無線基地局装置１０００がないと判定された場合（ステップＳ３０１４で“ＮＯ”）、当該接続端末装置に対する第２のループ処理は終了する。なぜなら、負荷分散対象の接続端末装置は、他の接続端末装置の中から優先的に特定されることが望ましいためである。そして、一連の負荷分散処理は、ステップＳ３０１１へ戻される。すなわち、負荷分散制御部１１１４は、無線空間占有率が高い接続端末装置順において次の接続端末装置に対してステップＳ３０１１での処理を行う。

[0211] 一方、当該第２のループ処理で選択された接続端末装置に対するトラフィック量を収容可能な無線基地局装置１０００があると判定された場合（ステップＳ３０１４で“ＹＥＳ”）、ステップＳ３０１５での処理に進められる。すなわち、ステップＳ３０１５ において、負荷分散制御部１１１４は、当該接続端末装置を負荷分散対象の接続端末装置として特定する。なぜなら、特定された接続端末装置は、接続中の無線基地局装置１０００から、該接続端末装置に対するトラフィック量を収容可能な他の無線基地局装置１０００へ接続変更させられることが望ましいからである。

[0212] 負荷分散制御部１１１４は、特定された接続端末装置に対する負荷分散指示を含む転送データを生成し、生成された転送データと、該接続端末装置と接続する無線基地局装置１０００の識別子とをフレーム生成部１１０５へ送信する。また、負荷分散制御部１１１４は、負荷分散対象の接続端末装置として特定された無線端末装置７００の識別子を接続端末記憶部１１０７から消去する。

[0213] フレーム生成部１１０５は、負荷分散制御部１１１４により特定された接続端末装置に対する負荷分散指示を含む転送データと、該接続端末装置と接続する無線基地局装置１０００の識別子とを負荷分散制御部１１１４から受信する。フレーム生成部１１０５は、受信された転送データを含み、受信された識別子をフレームの宛先装置とするフレームを生成し、生成されたフレームを無線基地局側インタフェース１１０１へ送信する。無線基地局側インタフェース１１０１は、フレーム生成部１１０５により生成されたフレームを含む電気信号を送信する。

[0214] 無線基地局側インタフェース１１０１から送信された電気信号は、負荷分散対象の接続端末装置と接続する無線基地局装置１０００により受信される。無線基地局装置１０００は、受信された電気信号に含まれるフレーム内の転送データから負荷分散指示を抽出する。無線基地局装置１０００は、抽出された負荷分散指示から負荷分散対象の接続端末装置の識別子を読み取り、読み取られた識別子が示す接続端末装置が存在する位置にヌル点を形成するようにアンテナ６０１のビームフォーミングを制御する。この結果、特定された接続端末装置と無線基地局装置１０００と間の接続は切断される。

[0215] 負荷分散制御部１１１４は、負荷分散対象の接続端末装置として特定された無線端末装置７００に対するトラフィック量を総トラフィック量から減算することで、総トラフィック量を再計算する（ステップＳ３０１６）。そして、負荷分散制御部１１１４は、再計算された総トラフィック量がトラフィック量閾値以下である否かを判定する（ステップＳ３０１７）。

[0216] 総トラフィック量がトラフィック量閾値以下であると判定された場合（ス

テップＳ３０１７で“ＹＥＳ”）、無線基地局装置１０００にかかる負荷は、第２の無線通信システム４００内の他の無線基地局装置１０００へ分散されたと言える。そこで、一連の負荷分散処理は終了する（ステップＳ３０２６）。

[0217] 一方、総トラフィック量がトラフィック量閾値を超えると判定された場合（ステップＳ３０１７で“ＮＯ”）、無線基地局装置１０００にかかる負荷を第２の無線通信システム４００内の他の無線基地局装置１０００へ更に分散させることが望ましい。そこで、第２のループ処理は、ステップＳ３０１１へ戻される。すなわち、負荷分散制御部１１１４は、無線空間占有率が高い接続端末装置順において次の接続端末装置に対してステップＳ３０１１での処理を行う。

[0218] 第２のループ処理が全ての接続端末装置に対して行われると、一連の負荷分散処理は、ステップＳ３０１９へ進められる。ステップＳ３０１９において、負荷分散制御部１１１４は、ステップＳ３０１２で保持された識別子、すなわち隣接基地局装置がない接続端末装置の識別子を、占有率記憶部１１１１に記録された対応する無線空間占有率が高い順に並び替える。そして、負荷分散制御部１１１４は、ステップＳ３０２０とステップＳ３０２４との間の第３のループ処理を、隣接基地局装置がない接続端末装置の内で対応する無線空間占有率が高い接続端末装置順に行う。

[0219] 具体的には、ステップＳ３０２１において、負荷分散制御部１１１４は、当該第３のループ処理で選択された接続端末装置を負荷分散対象の接続端末装置として特定する。そして、負荷分散制御部１１１４は、特定された接続端末装置に対する負荷分散指示を含む転送データを生成し、生成された転送データと、該接続端末装置と接続する無線基地局装置１０００の識別子とをフレーム生成部１１０５へ送信する。また、負荷分散制御部１１１４は、負荷分散対象の接続端末装置として特定された無線端末装置７００の識別子を接続端末記憶部１１０７から消去する。

[0220] フレーム生成部１１０５は、負荷分散制御部１１１４により特定された接

続端末装置に対する負荷分散指示を含む転送データと、該接続端末装置と接続する無線基地局装置１０００の識別子とを負荷分散制御部１１１４から受信する。フレーム生成部１１０５は、受信された転送データを含み、受信された識別子をフレームの宛先装置とするフレームを生成し、生成されたフレームを無線基地局側インタフェース１１０１へ送信する。無線基地局側インタフェース１１０１は、フレーム生成部１１０５により生成されたフレームを含む電気信号を送信する。

[0221] 無線基地局側インタフェース１１０１から送信された電気信号は、負荷分散対象の接続端末装置と接続する無線基地局装置１０００により受信される。無線基地局装置１０００は、受信された電気信号に含まれるフレーム内の転送データから負荷分散指示を抽出する。無線基地局装置１０００は、抽出された負荷分散指示から負荷分散対象の接続端末装置の識別子を読み取り、読み取られた識別子が示す接続端末装置が存在する位置にヌル点を形成するようにアンテナ６０１のビームフォーミングを制御する。この結果、特定された接続端末装置と無線基地局装置１０００と間の接続は切断される。

[0222] 負荷分散制御部１１１４は、負荷分散対象の接続端末装置として特定された無線端末装置７００に対するトラフィック量を総トラフィック量から減算することで、総トラフィック量を再計算する（ステップＳ３０２２）。そして、負荷分散制御部１１１４は、再計算された総トラフィック量がトラフィック量閾値以下である否かを判定する（ステップＳ３０２３）。

[0223] 総トラフィック量がトラフィック量閾値以下であると判定された場合（ステップＳ３０２３で“ＹＥＳ”）、無線基地局装置１０００にかかる負荷は、第２の無線通信システム４００内の他の無線基地局装置１０００へ分散されたと言える。そこで、一連の負荷分散処理は終了する（ステップＳ３０２６）。

[0224] 一方、総トラフィック量がトラフィック量閾値を超えると判定された場合（ステップＳ３０２３で“ＮＯ”）、無線基地局装置１０００にかかる負荷を第２の無線通信システム４００内の他の無線基地局装置１０００へ更に分

散させることが望ましい。そこで、第３のループ処理は、ステップＳ３０２１へ戻される。すなわち、負荷分散制御部１１１４は、無線空間占有率が高い接続端末装置順において次の接続端末装置に対してステップＳ３０２３での処理を行う。

[0225] 隣接基地局装置がない全ての接続端末装置に対して第３のループ処理が行われると、ステップＳ３００７で選択された当該無線基地局装置１０００に対する第１のループ処理は終了する（ステップＳ３０２５）。そして、一連の負荷分散処理は、ステップＳ３００８へ戻され、負荷分散制御部１１１４は、次の無線基地局装置１０００に対して第１のループ処理を行う。

[0226] 制御装置１１００が管理する各無線基地局装置１０００に対して第１のループ処理が行われると、一連の負荷分散処理は終了する（ステップＳ３０２６）。

[0227] このように、第３の実施形態に従った負荷分散処理によれば、無線基地局装置１０００にかかる負荷は、第２の無線通信システム４００に含まれる他の無線基地局装置１０００へ分散される。無線基地局装置１０００にかかる負荷が分散されることで、無線基地局装置１０００及び無線端末装置７００により共有される無線リソースの消費量が低減する。この結果、無線リソースが共有される第１の無線通信システム２００内のスループットは向上し、該第１の無線通信システム２００における輻輳状態の発生が防止される。

[0228] また、第３の実施形態に従った負荷分散処理では、対応するトラフィック量を収容可能な隣接基地局装置を有する接続端末装置が負荷分散対象の接続端末装置として優先的に選択される。したがって、第３の実施形態に従った負荷分散処理によれば、接続が切断された無線端末装置７００は、第２の無線通信システム４００内の他の無線基地局装置１０００とより確実に接続し、第２の無線通信システム４００内での負荷分散はより確実に実行される。

[0229] なお、図１１～図１８Ｃを参照しながら上述した説明は、第２の無線通信システム４００内における負荷分散処理を制御装置１１００が実行する第３の実施形態に従った負荷分散処理の一例にすぎず、上述した装置構成及び処

理に対して様々な変更や追加が可能である。

[0230] 例えば、上述した説明では、各無線基地局装置１０００は、他エリア端末装置に関する情報を制御装置１１００に送信する。制御装置１１００は、他エリア端末装置に関する情報を各無線基地局装置１０００から受信し、受信された情報を用いて、各無線基地局装置１０００に接続する接続端末装置の隣接基地局装置に関する情報を取得する。

[0231] 上述のような構成に代わって、以下に説明するような構成が用いられてもよい。第２の実施形態に関して前述したように、無線端末装置７００は、IEEE802.11k及びIEEE802.11vにおいて標準化されているような第２の接続方法に対応した機能を有してもよい。この場合、無線基地局装置１０００は、無線基地局装置９００と同様に、接続端末装置の隣接基地局装置を特定するように構成されてよい。そして、無線基地局装置１０００は、接続端末装置の隣接基地局装置に関する情報を制御装置１１００へ送信するように構成されてよい。また、制御装置１１００は、接続端末装置の隣接基地局装置に関する情報を各無線基地局装置１０００から受信し、受信された情報を記憶するように構成されてもよい。こうした構成によって、制御装置１１００は、第３の実施形態に従った負荷分散処理を行ってもよい。こうした構成によっても、前述したような効果が得られる。

[0232] また、例えば、図１１～図１８Ｃを参照しながら上述した説明では、各接続端末装置に対するトラフィック量を制御装置１１００が測定する。こうした構成に代わって、無線基地局装置６００及び９００と同様に、各接続端末装置に対するトラフィック量を無線基地局装置１０００が測定するように構成してもよい。そして、無線基地局装置１０００は、各接続端末装置に対するトラフィック量を制御装置１１００へ送信するように構成してもよい。また、制御装置１１００は、各接続端末装置に対するトラフィック量を各無線基地局装置１０００から受信し、受信されたトラフィック量を記憶するように構成してもよい。こうした構成によって、制御装置１１００は、第３の実施形態に従った負荷分散処理を行ってもよい。こうした構成によっても、前

述したような効果が得られる。

[0233] さらに、負荷分散処理を行うために制御装置１１００が有する機能（図１３参照）は、第２の無線通信システム４００内の特定の無線基地局装置１０００が有してもよい。すなわち、特定の無線基地局装置１０００は、第２の無線通信システム４００内の他の無線基地局装置１０００と接続するように構成されてもよい。また、特定の無線基地局装置１０００は、負荷分散処理に用いられる各種情報を他の無線基地局装置１０００から受信するように構成されてもよい。負荷分散処理に用いられる各種情報としては、例えば、接続端末装置の識別子、各接続端末装置に対するトラフィック量及び無線空間占有率、並びに他エリア端末装置の識別子又は接続端末装置の隣接基地局装置の識別子が挙げられる。こうした構成によって、第２の無線通信システム４００内の特定の無線基地局装置１０００は、第３の実施形態に従った負荷分散処理を行ってもよい。こうした構成によっても、前述したような効果が得られる。

請求の範囲

[請求項1] 無線基地局装置と前記無線基地局装置に接続する各無線端末装置との間で送受信されるフレームの無線空間占有率を前記無線端末装置毎に算出する占有率算出部と、

前記無線基地局装置に接続する無線端末装置の中で前記占有率算出部により算出された前記無線空間占有率を用いて無線端末装置を特定し、特定された前記無線端末装置と前記無線基地局装置との間の接続を切断するように制御する第１の制御部と

を含む無線基地局装置。

[請求項2] 前記第１の制御部は、前記無線基地局装置に接続する無線端末装置の中で前記占有率算出部により算出された前記無線空間占有率が高い順に前記無線基地局装置との間の接続を切断する無線端末装置として特定する

ことを特徴とする請求項１に記載の無線基地局装置。

[請求項3] 前記各無線端末装置が前記無線基地局装置へ送信する前記フレーム中のデータの量と、前記無線基地局装置が前記各無線端末装置へ送信する前記フレーム中のデータの量とから前記無線端末装置毎のトラフィック量を測定するトラフィック量測定部を有し、

前記第１の制御部は、前記トラフィック量測定部により測定された前記無線端末装置毎の前記トラフィック量が合計された総トラフィック量が所定値を超える場合に、特定された前記無線端末装置と前記無線基地局装置との間の接続を切断する

ことを特徴とする、請求項１または２に記載の無線基地局装置。

[請求項4] 前記占有率算出部は、前記無線基地局装置が受信したフレームであって、前記無線基地局装置に接続する無線端末装置の識別子を送信元装置の識別子として含む前記フレームの無線空間占有率を算出する

ことを特徴とする、請求項１～３の何れか一項に記載の無線基地局装置。

[請求項5] 無線基地局装置と前記無線基地局装置に接続する各無線端末装置との間で送受信されるフレームの無線空間占有率を前記無線端末装置毎に算出する占有率算出部と、

前記無線基地局装置に接続する無線端末装置の中で前記占有率算出部により算出された前記無線空間占有率を用いて無線端末装置を特定する第１の制御部と、

前記無線基地局装置と前記各無線端末装置との間で前記フレームを含む無線信号が送受信されるアンテナと、

前記アンテナにより形成されるビームの方向及び電力を制御する第２の制御部と、

を含み、

前記第１の制御部は、特定された前記無線端末装置が存在する位置にヌル点を形成するように前記アンテナに対するビーム形成を前記第２の制御部に指示し、

前記第２の制御部は、前記第１の制御部による前記ビーム形成の指示に従って、特定された前記無線端末装置が存在する位置に前記ヌル点を形成する

無線基地局装置。

[請求項6] 前記無線基地局装置以外の他の無線基地局装置から送信された信号に対する受信電力の強度の値を前記各無線端末装置から受信し、受信された前記値が所定の閾値を超える前記信号を送信した他の無線基地局装置を前記無線端末装置毎に特定する監視部

を更に含み、

前記第１の制御部は、前記無線基地局装置に接続する前記無線端末装置の中で、前記監視部により特定された前記他の無線基地局装置を有し前記無線空間占有率が

高い順に無線端末装置を特定する

請求項５に記載の無線基地局装置。

[請求項7] 無線基地局装置と前記無線基地局装置に接続する無線端末装置とを含む無線通信システムであって、

前記無線基地局装置は、

前記無線基地局装置と前記無線基地局装置に接続する各無線端末装置との間で送受信されるフレームの無線空間占有率を前記無線端末装置毎に算出し、

前記各無線端末装置が前記無線基地局装置へ送信する前記フレーム中のデータの量と、前記無線基地局装置が前記各無線端末装置へ送信する前記フレーム中のデータの量とから前記無線端末装置毎のトラフィック量を測定し、

測定された前記無線端末装置毎の前記トラフィック量が合計された総トラフィック量が所定値を超える場合に、前記無線基地局装置に接続する無線端末装置の中で算出された前記無線空間占有率が高い無線端末装置を特定し、特定された前記無線端末装置と前記無線基地局装置との間の接続を切断するように制御する、

無線通信システム。

[請求項8] 前記無線基地局装置は、前記無線基地局装置と前記各無線端末装置との間で前記フレームを含む無線信号が送受信されるアンテナにより形成されるビームの方向及び電力を制御することで、特定された前記無線端末装置が存在する位置にヌル点を形成する、請求項７に記載の無線通信システム。

[請求項9] 前記各無線端末装置は、前記無線基地局装置以外の他の無線基地局装置から送信された信号に対する受信電力の強度の値を前記無線基地局装置へ送信し、

前記無線基地局装置は、

前記各無線端末装置から送信された前記値を前記各無線端末装置から受信し、受信された前記値が所定の閾値を超える前記信号を送信した他の無線基地局装置を前記無線端末装置毎に特定し、

前記無線基地局装置に接続する前記無線端末装置の中で、特定された前記他の無線基地局装置を有し前記無線空間占有率が高い無線端末装置を特定する

請求項７又は８に記載の無線通信システム。

[請求項10] 無線基地局装置が実行する通信制御方法であって、

前記無線基地局装置と前記無線基地局装置に接続する各無線端末装置との間で送受信されるフレームの無線空間占有率を前記無線端末装置毎に算出し、

前記各無線端末装置が前記無線基地局装置へ送信する前記フレーム中のデータの量と、前記無線基地局装置が前記各無線端末装置へ送信する前記フレーム中のデータの量とから前記無線端末装置毎のトラフィック量を測定し、

前記トラフィック量測定部により測定された前記無線端末装置毎の前記トラフィック量が合計された総トラフィック量が所定値を超える場合に、前記無線基地局装置に接続する無線端末装置の中で算出された前記無線空間占有率が高い無線端末装置を特定し、特定された前記無線端末装置と前記無線基地局装置との間の接続を切断するように制御する、

通信制御方法。

[請求項11] 前記無線基地局装置と前記各無線端末装置との間で前記フレームを含む無線信号が送受信されるアンテナにより形成されるビームの方向及び電力を制御することで、特定された前記無線端末装置が存在する位置にヌル点を形成する、

請求項１０に記載の通信制御方法。

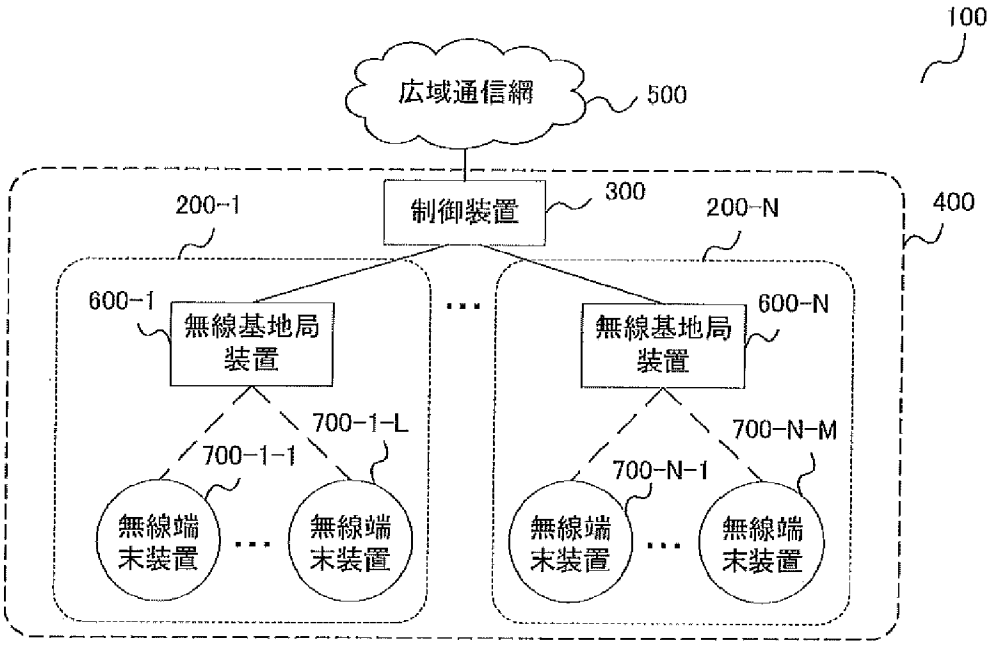
[請求項12] 前記無線基地局装置以外の他の無線基地局装置から送信された信号に対する受信電力の強度の値を前記各無線端末装置から受信し、

受信された前記値が所定の閾値を超える前記信号を送信した他の無線基地局装置を前記無線端末装置毎に特定し、

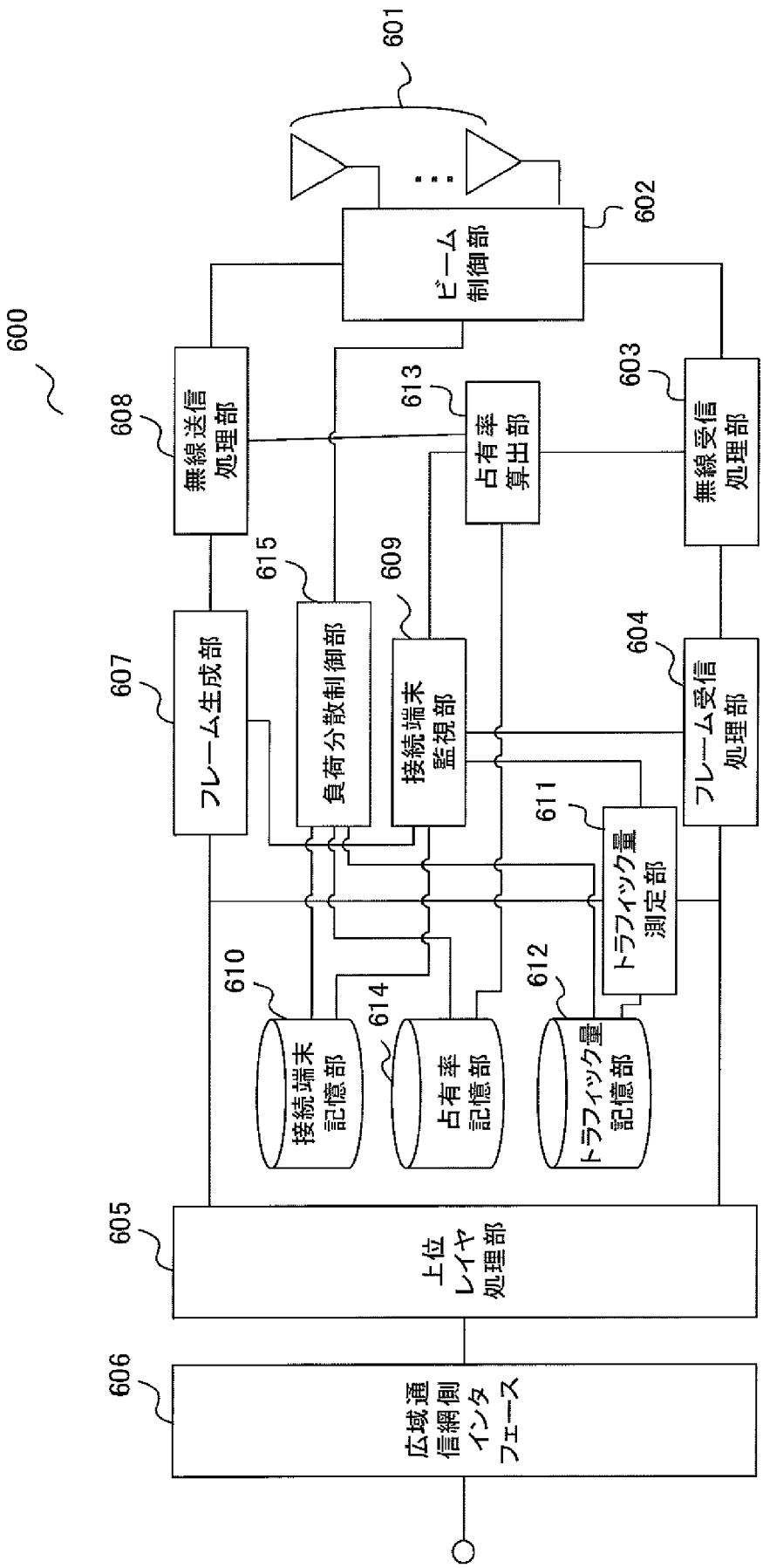
前記無線基地局装置に接続する前記無線端末装置の中で、特定された前記他の無線基地局装置を有し前記無線空間占有率が高い無線端末装置を負荷分散対象の無線端末装置として特定する、

請求項１０又は１１に記載の通信制御方法。

[図1]


100
広域通信網
500
制御装置
300
200-1
200-N
400
600-1
無線基地局装置
600-N
無線基地局装置
700-1-1
700-1-L
700-N-1
700-N-M
無線端末装置
無線端末装置
無線端末装置
無線端末装置

[図2]


600
601
602
ビーム制御部
603
無線受信処理部
604
フレーム受信処理部
605
上位レイヤ処理部
606
広域通信網側インタフェース
607
フレーム生成部
608
無線送信処理部
609
接続端末監視部
610
接続端末記憶部
611
トラフィック量測定部
612
トラフィック量記憶部
613
占有率算出部
614
占有率記憶部
615
負荷分散制御部

[図3]

6101

接続端末装置の識別子
11:22:33:44:55:66
77:88:99:00:AA:BB
⋮
AA:BB:CC:DD:EE:FF

[図4]

6121

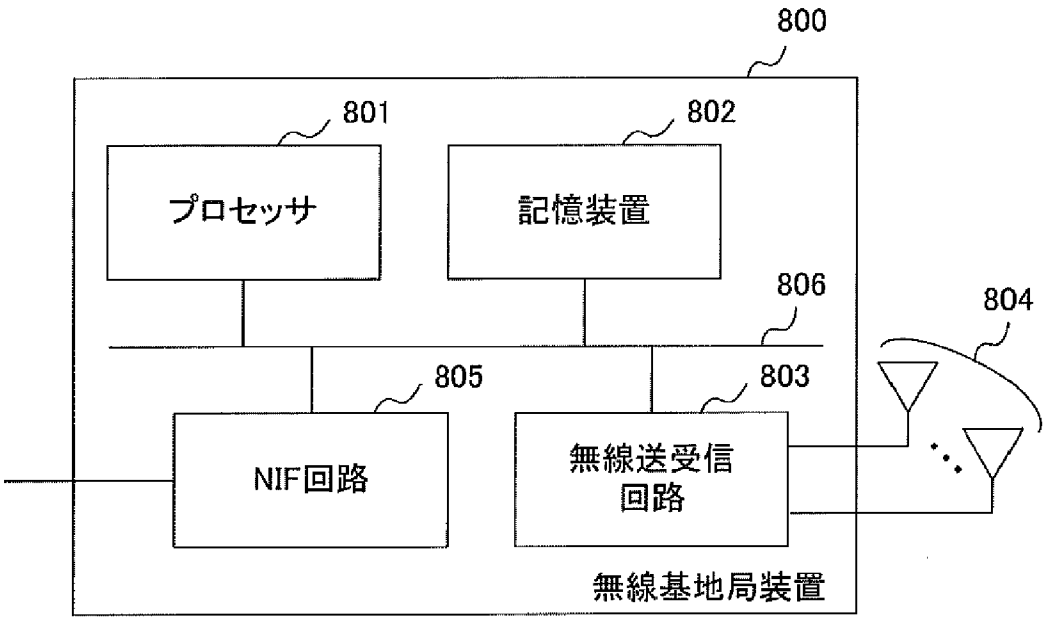
接続端末装置の識別子	トラフィック量(bit)
11:22:33:44:55:66	○○○○○
77:88:99:00:AA:BB	××××××
⋮	⋮
AA:BB:CC:DD:EE:FF	△△△△△

[図5]

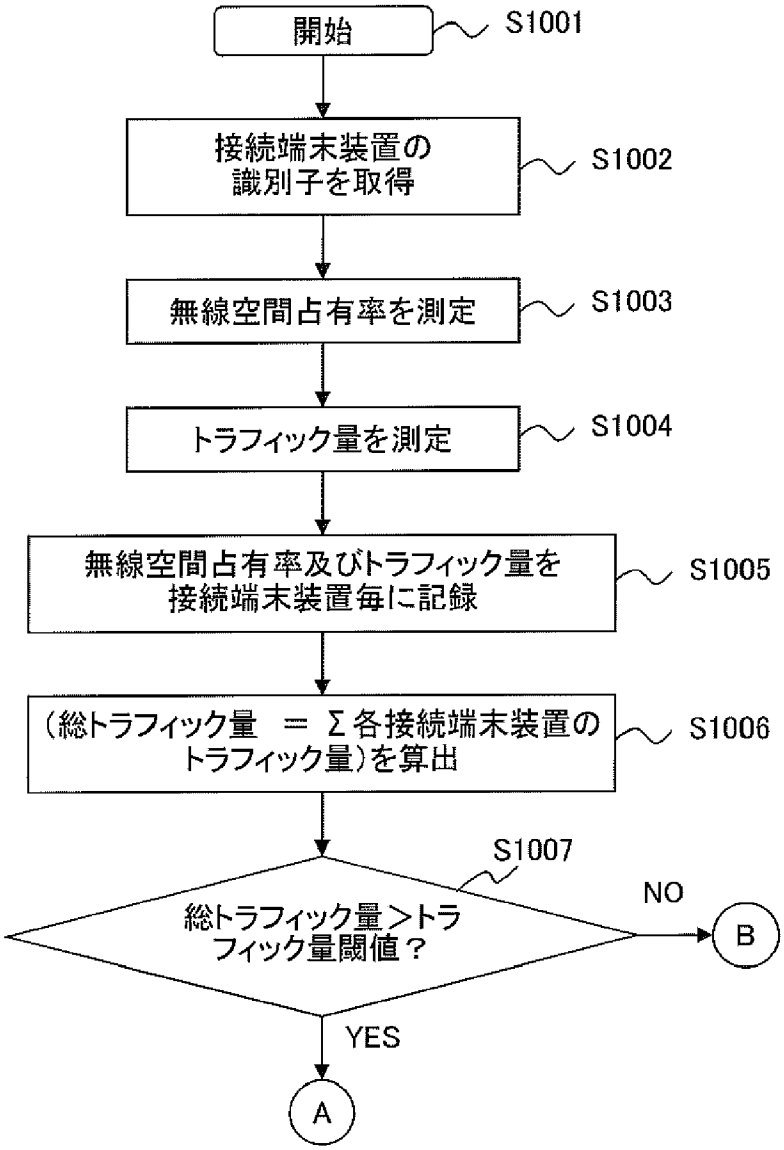
6141

接続端末装置の識別子	無線空間占有率(%)
11:22:33:44:55:66	a.bcd
77:88:99:00:AA:BB	e.fgh
⋮	⋮
AA:BB:CC:DD:EE:FF	n.xyz

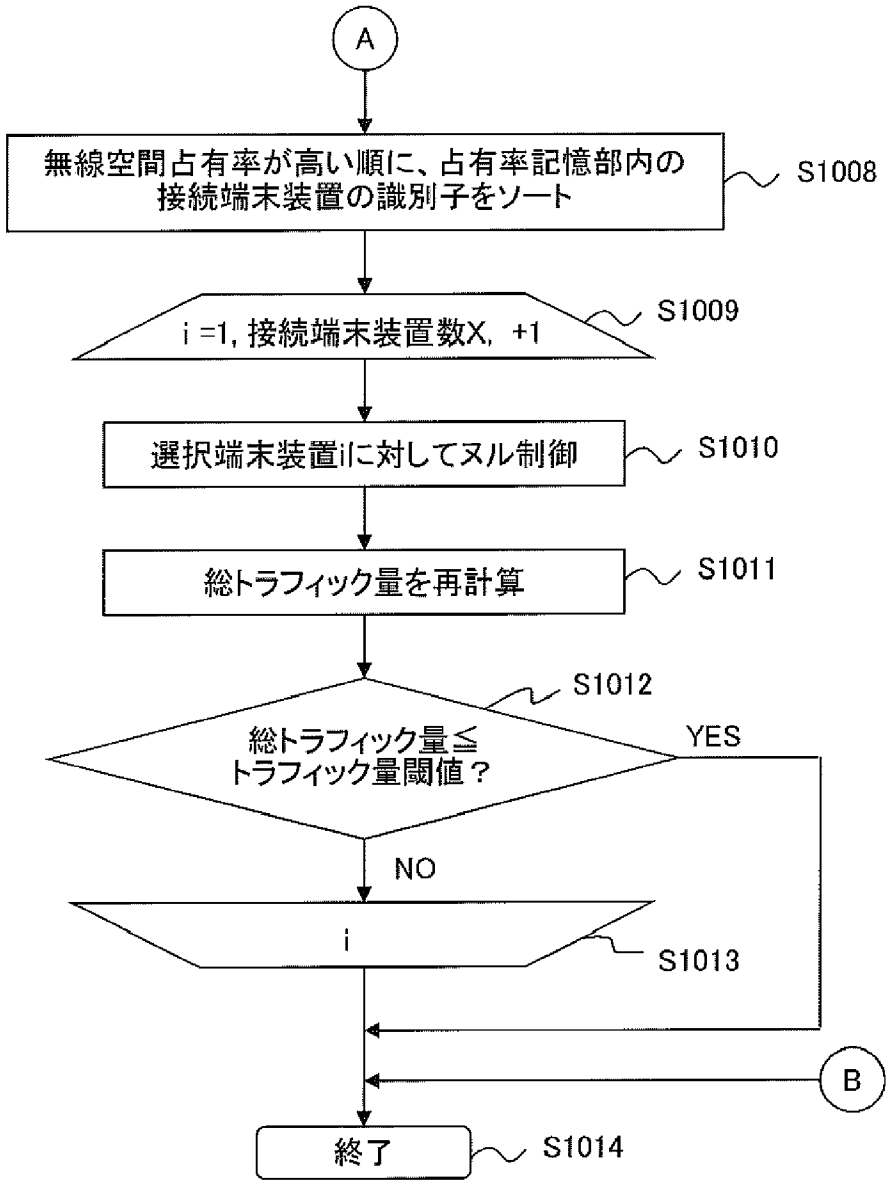
[図6]



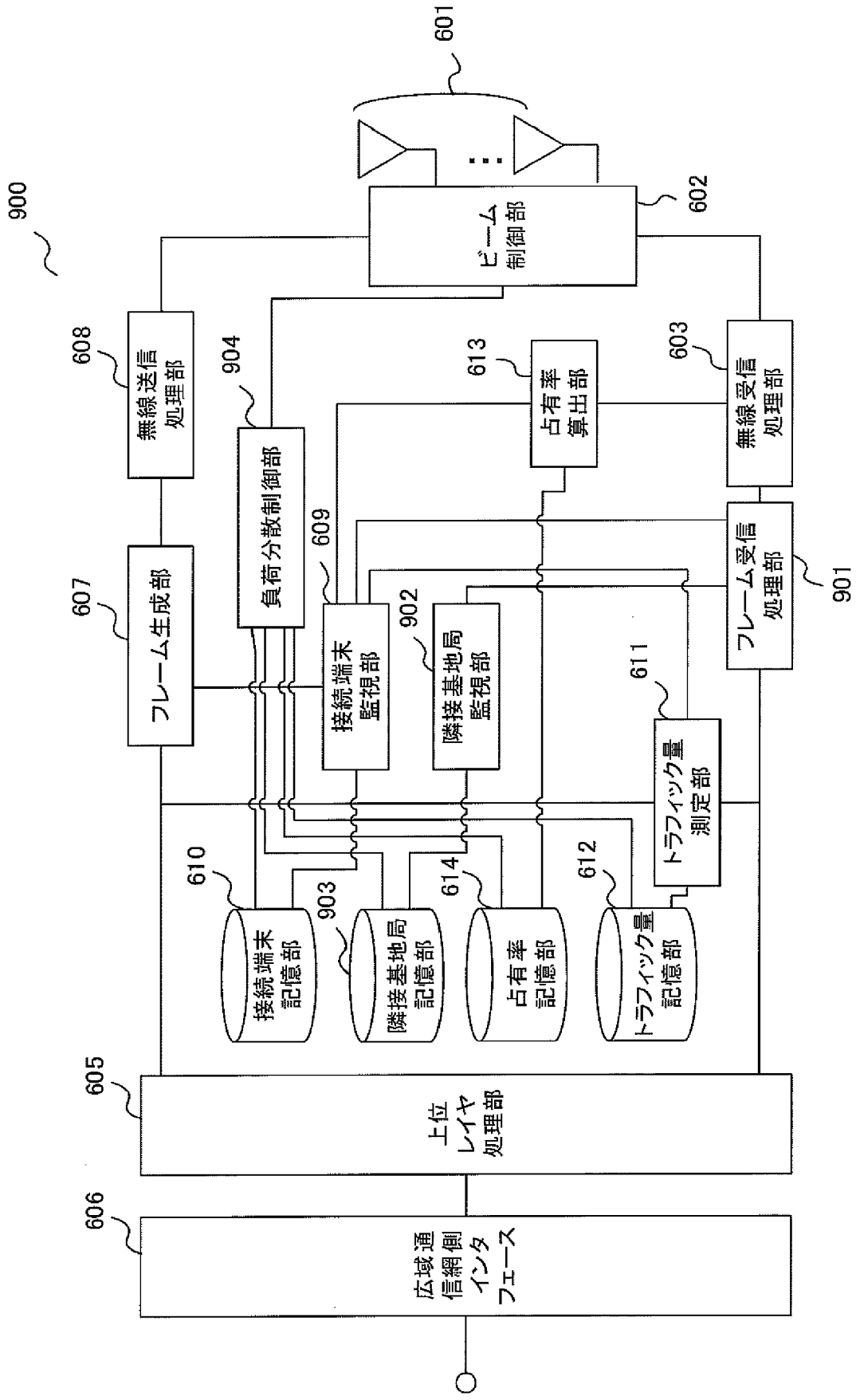
[図7A]


開始
S1001
接続端末装置の識別子を取得
S1002
無線空間占有率を測定
S1003
トラフィック量を測定
S1004
無線空間占有率及びトラフィック量を接続端末装置毎に記録
S1005
(総トラフィック量 = Σ各接続端末装置のトラフィック量)を算出
S1006
S1007
総トラフィック量>トラフィック量閾値?
NO
B
YES
A

[図7B]


A
無線空間占有率が高い順に、占有率記憶部内の接続端末装置の識別子をソート
S1008
i =1, 接続端末装置数X, +1
S1009
選択端末装置iに対してヌル制御
S1010
総トラフィック量を再計算
S1011
S1012
総トラフィック量≦トラフィック量閾値？
YES
NO
i
S1013
B
終了
S1014

[図8]

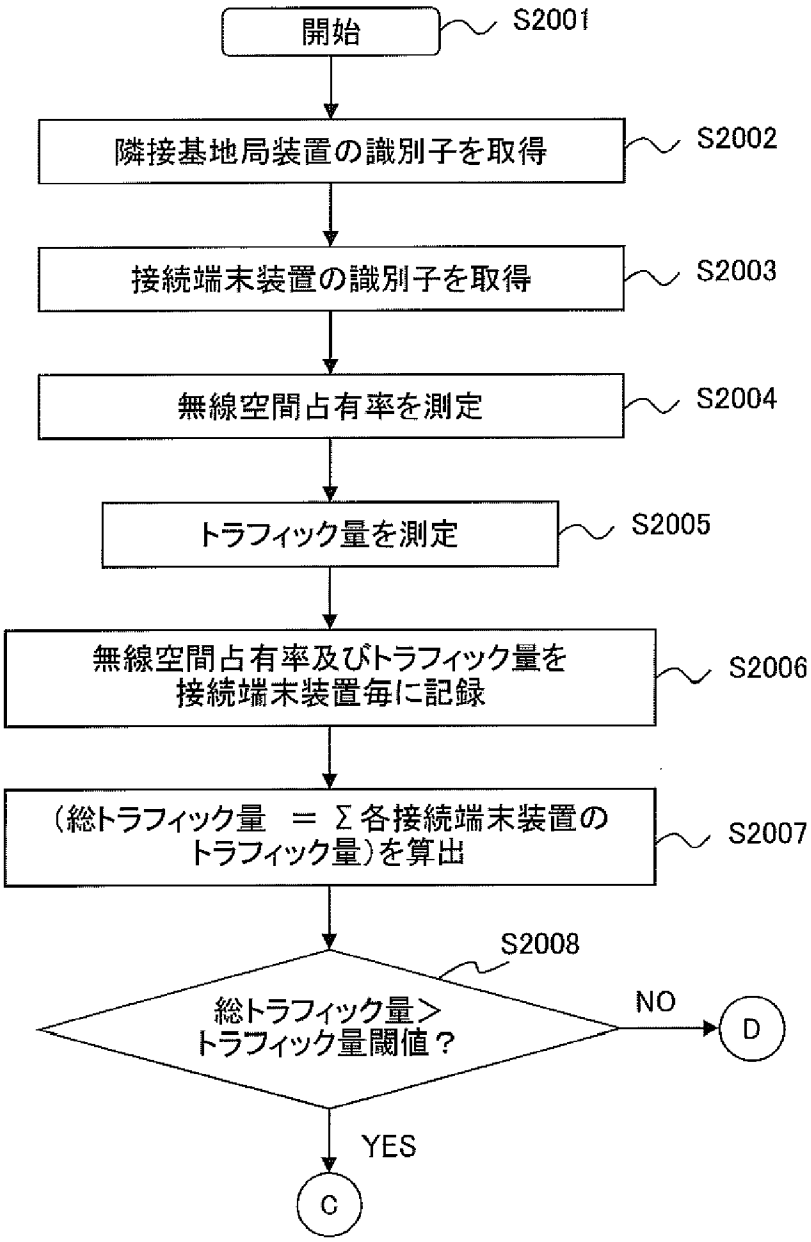

900
601
602
ビーム制御部
608
無線送信処理部
904
負荷分散制御部
613
占有率算出部
603
無線受信処理部
607
フレーム生成部
609
902
接続端末監視部
隣接基地局監視部
611
フレーム受信処理部
901
トラフィック量測定部
610
903
614
612
接続端末記憶部
隣接基地局記憶部
占有率記憶部
トラフィック量記憶部
605
上位レイヤ処理部
606
広域通信網側インタフェース

[図9]

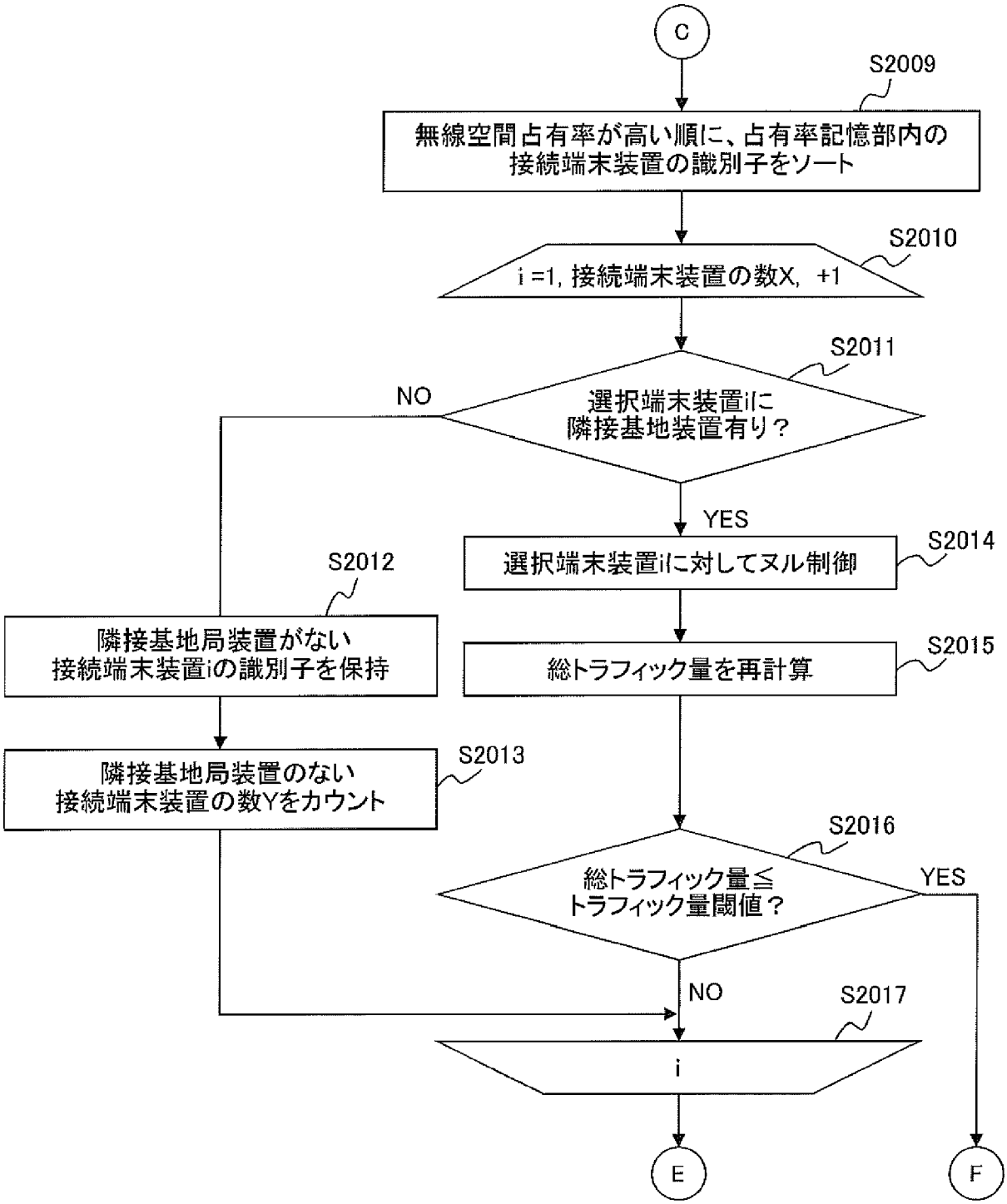
9031

接続端末装置の識別子	隣接基地局装置の識別子
11:22:33:44:55:66	12:34:56:78:90:12
77:88:99:00:AA:BB	—
⋮	⋮
AA:BB:CC:DD:EE:FF	01:23:45:67:89:01 AB:CD:EF:GH:IJ:KL

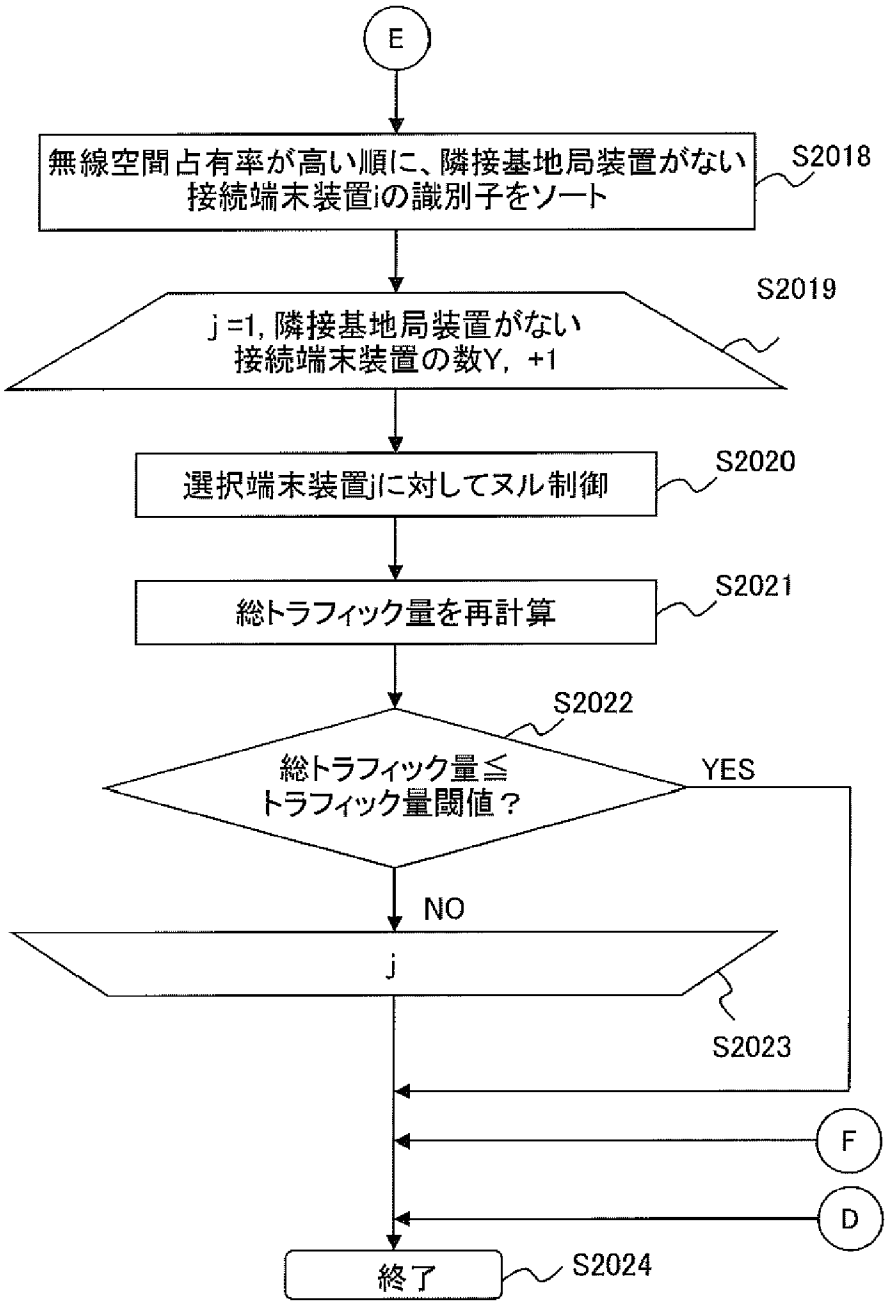
[図10A]


開始
S2001
隣接基地局装置の識別子を取得
S2002
接続端末装置の識別子を取得
S2003
無線空間占有率を測定
S2004
トラフィック量を測定
S2005
無線空間占有率及びトラフィック量を
接続端末装置毎に記録
S2006
(総トラフィック量 = Σ各接続端末装置の
トラフィック量)を算出
S2007
S2008
総トラフィック量>
トラフィック量閾値?
NO
D
YES
C

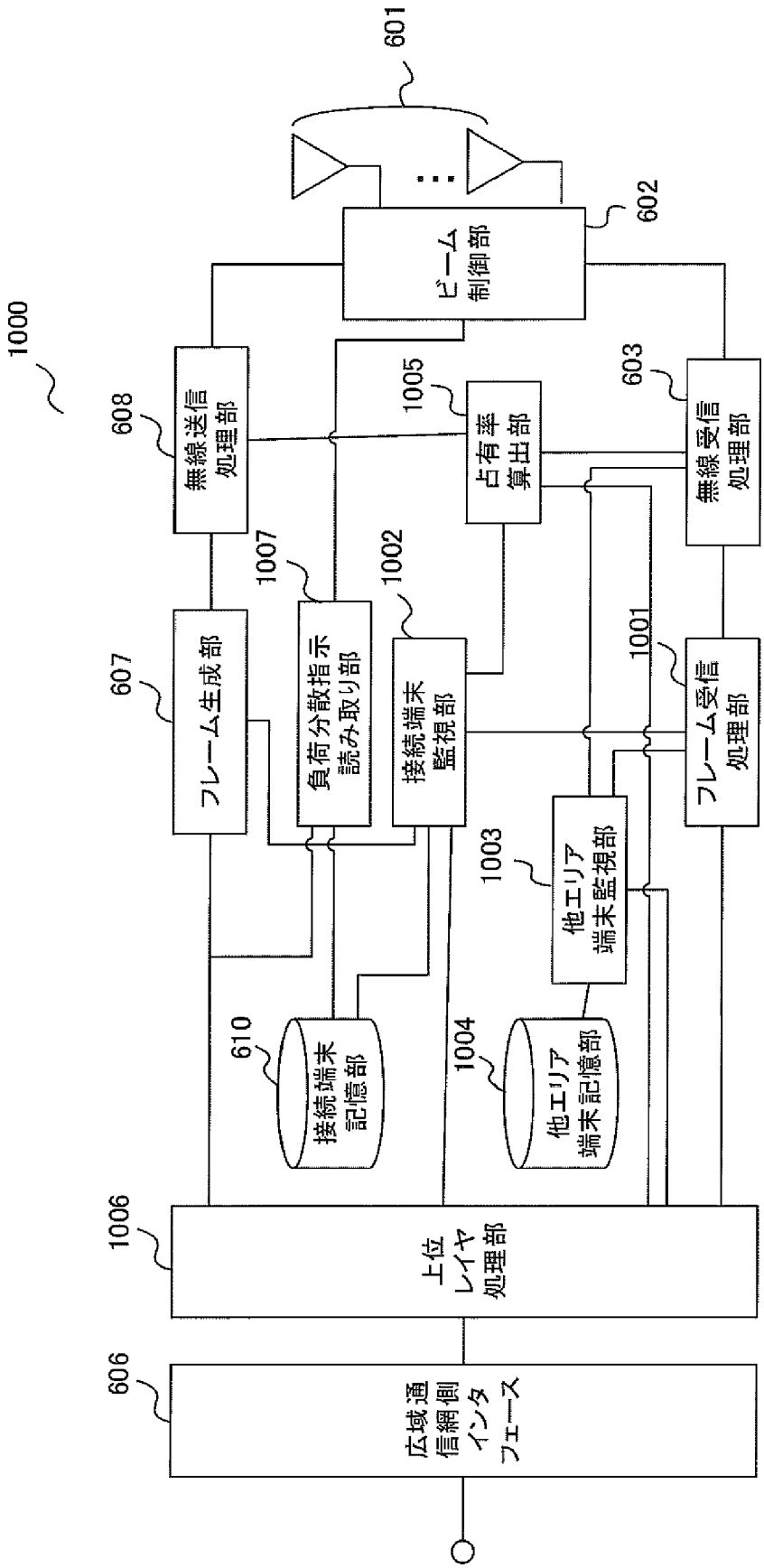
[図10B]


C
S2009
無線空間占有率が高い順に、占有率記憶部内の
接続端末装置の識別子をソート
S2010
i =1, 接続端末装置の数X, +1
S2011
選択端末装置iに
隣接基地装置有り？
NO
YES
S2014
選択端末装置iに対してヌル制御
S2012
隣接基地局装置がない
接続端末装置iの識別子を保持
S2015
総トラフィック量を再計算
S2013
隣接基地局装置のない
接続端末装置の数Yをカウント
S2016
総トラフィック量≦
トラフィック量閾値？
YES
NO
S2017
i
E
F

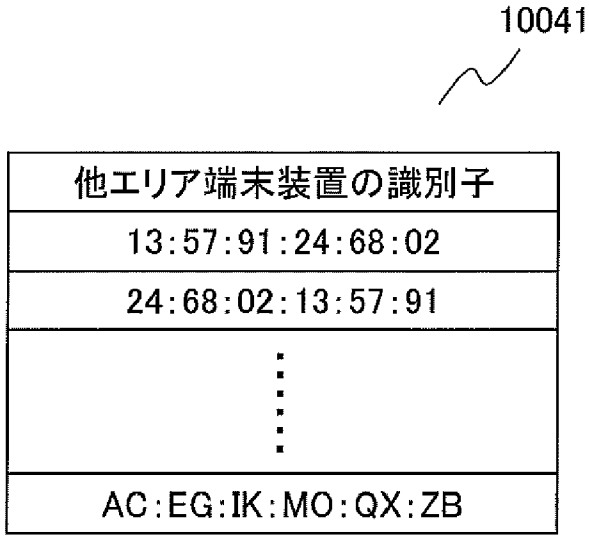
[図10C]


E
無線空間占有率が高い順に、隣接基地局装置がない接続端末装置iの識別子をソート
S2018
j =1, 隣接基地局装置がない接続端末装置の数Y, +1
S2019
選択端末装置jに対してヌル制御
S2020
総トラフィック量を再計算
S2021
総トラフィック量≦トラフィック量閾値？
S2022
YES
NO
j
S2023
F
D
終了
S2024

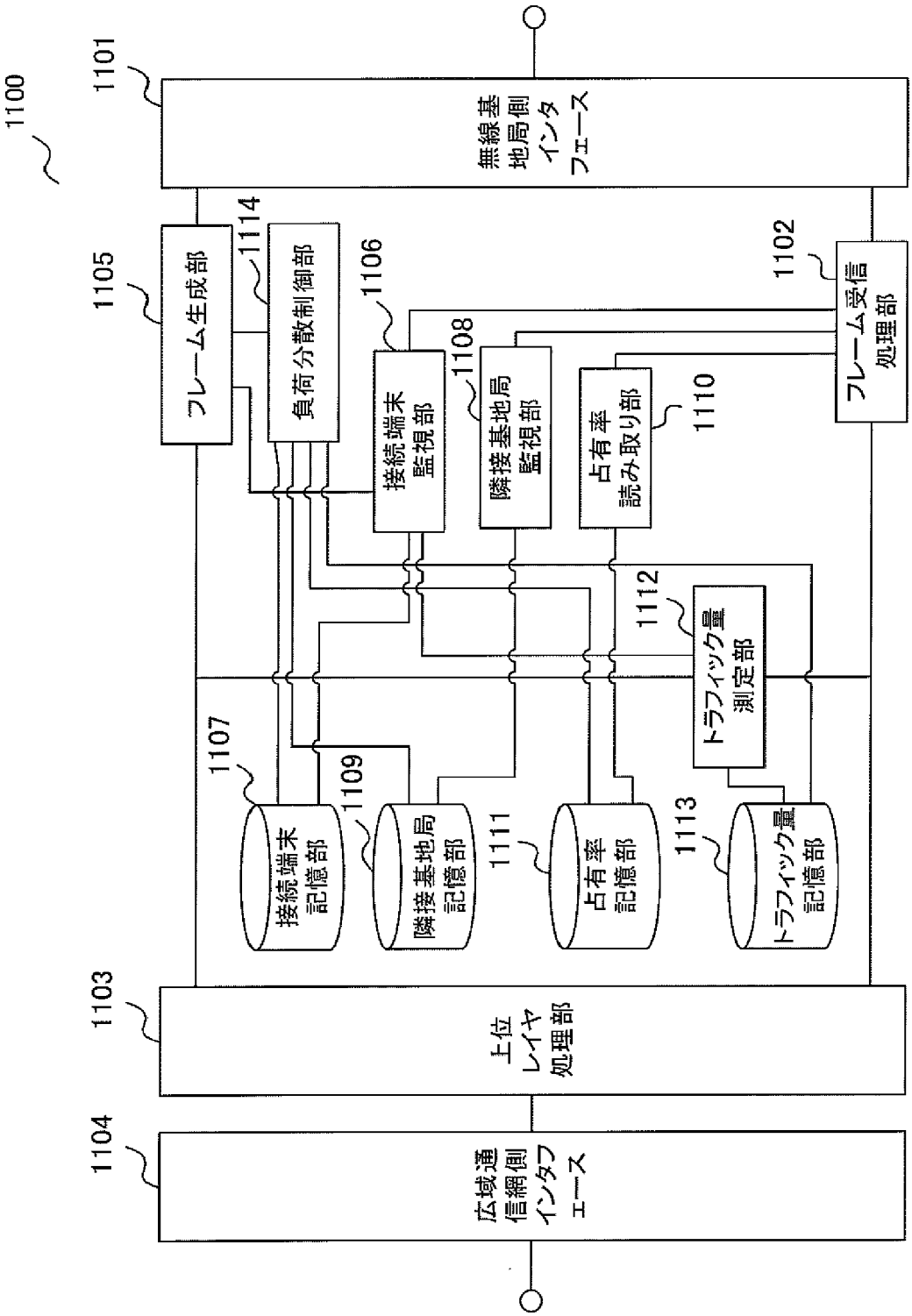
[図11]


1000
601
602
ビーム制御部
608
無線送信処理部
1005
占有率算出部
603
無線受信処理部
1007
負荷分散指示読み取り部
1002
607
フレーム生成部
接続端末監視部
1001
フレーム受信処理部
1003
他エリア端末監視部
610
接続端末記憶部
1004
他エリア端末記憶部
1006
上位レイヤ処理部
606
広域通信網側インタフェース

[図12]


10041
他エリア端末装置の識別子
13:57:91:24:68:02
24:68:02:13:57:91
AC:EG:IK:MO:QX:ZB

[図13]


1100
1101
無線基地局側インタフェース
1105
フレーム生成部
1114
負荷分散制御部
1106
接続端末監視部
1108
隣接基地局監視部
占有率読み取り部
1110
1102
フレーム受信処理部
1112
トラフィック量測定部
1107
接続端末記憶部
1109
隣接基地局記憶部
1111
占有率記憶部
1113
トラフィック量記憶部
1103
上位レイヤ処理部
1104
広域通信網側インタフェース

[図14]

11071

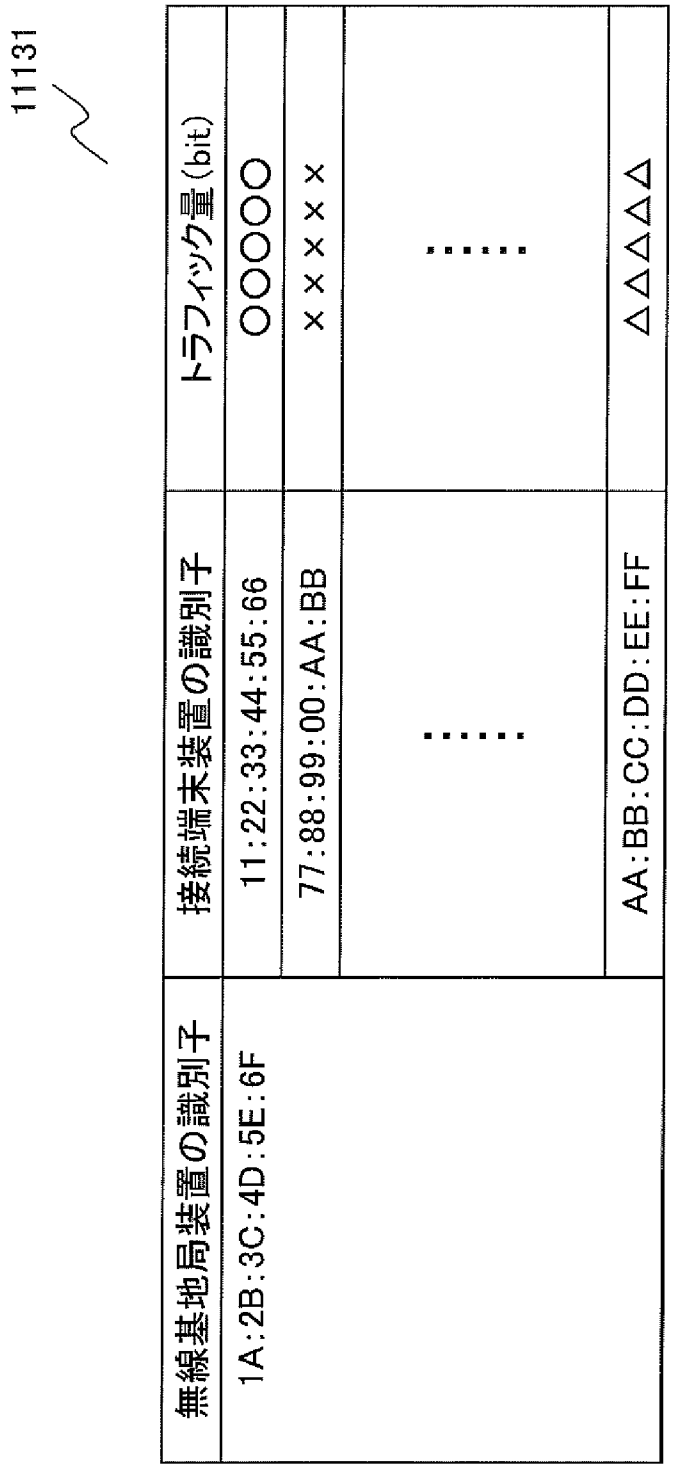
無線基地局装置の識別子	接続端末装置の識別子
1A:2B:3C:4D:5E:6F	11:22:33:44:55:66
	77:88:99:00:AA:BB
	⋮
	AA:BB:CC:DD:EE:FF

[図15]

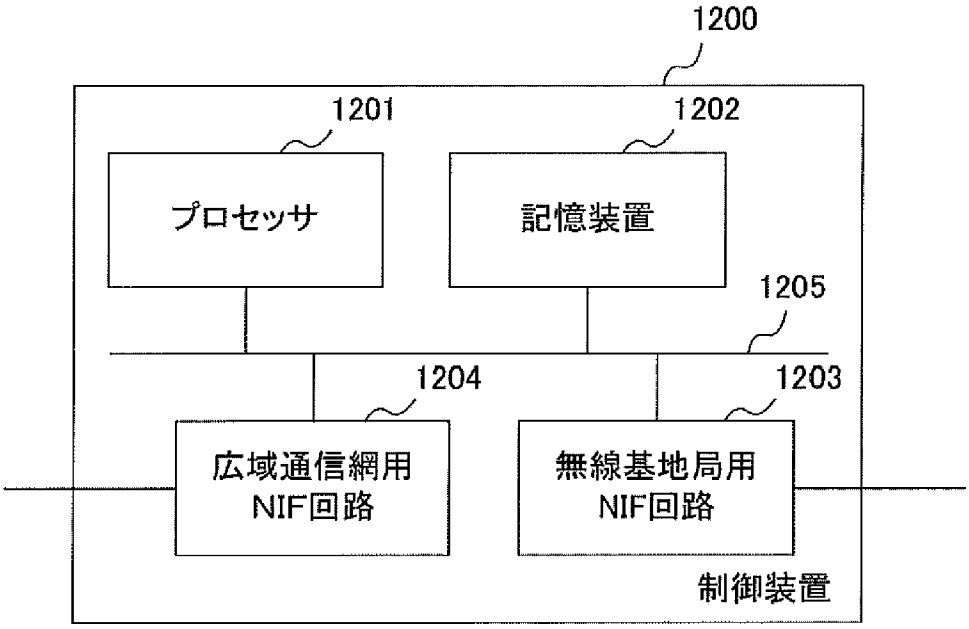
11111

無線基地局装置の識別子	接続端末装置の識別子	無線空間占有率(%)
1A:2B:3C:4D:5E:6F	11:22:33:44:55:66	a.bcd
	77:88:99:00:AA:BB	e.fgh
	・・・・・・	・・・・・・
	AA:BB:CC:DD:EE:FF	n.xyz

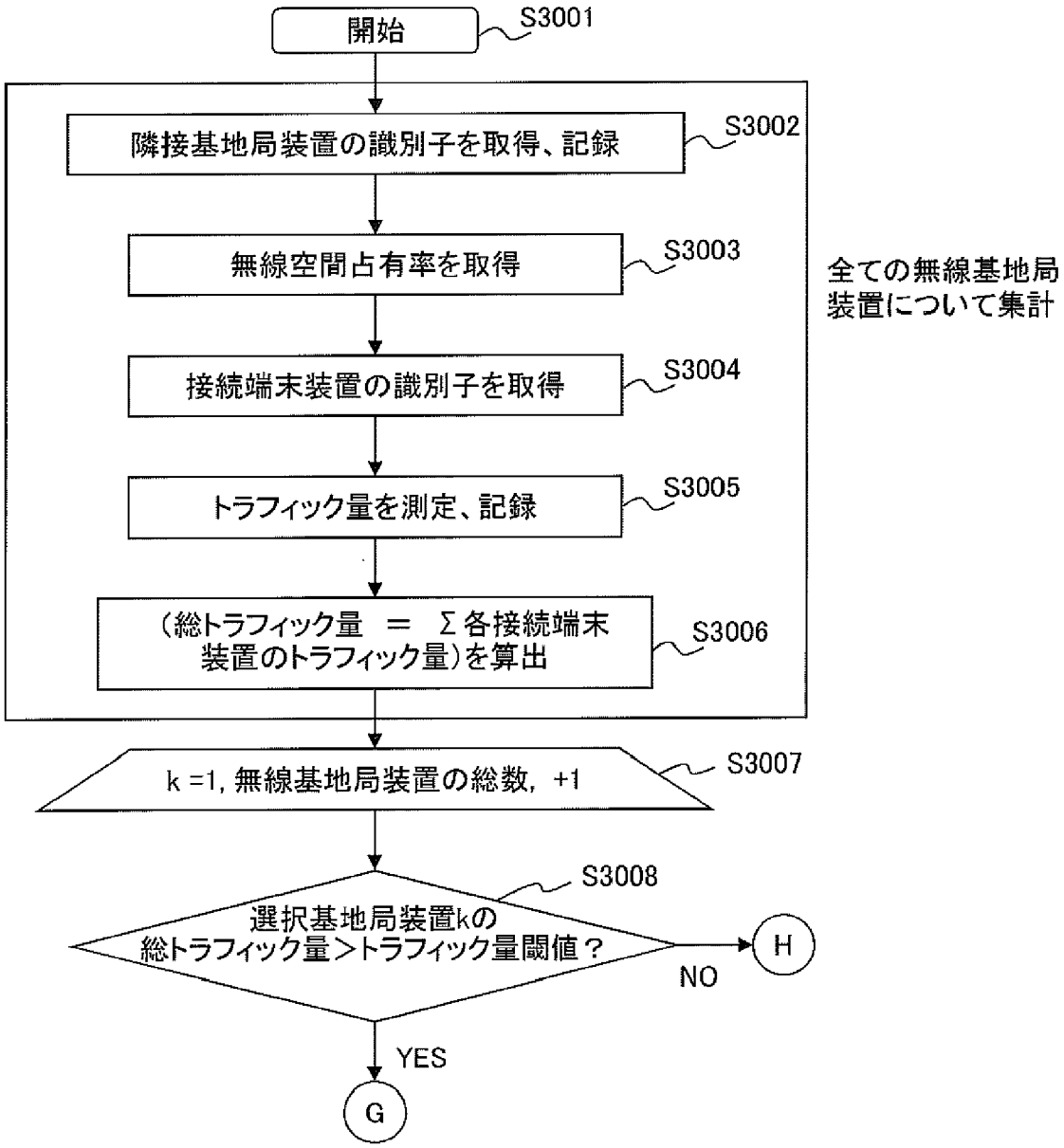
[図16]


11131
無線基地局装置の識別子
接続端末装置の識別子
トラフィック量(bit)
1A:2B:3C:4D:5E:6F
11:22:33:44:55:66
○○○○○
77:88:99:00:AA:BB
×××××
AA:BB:CC:DD:EE:FF
△△△△△

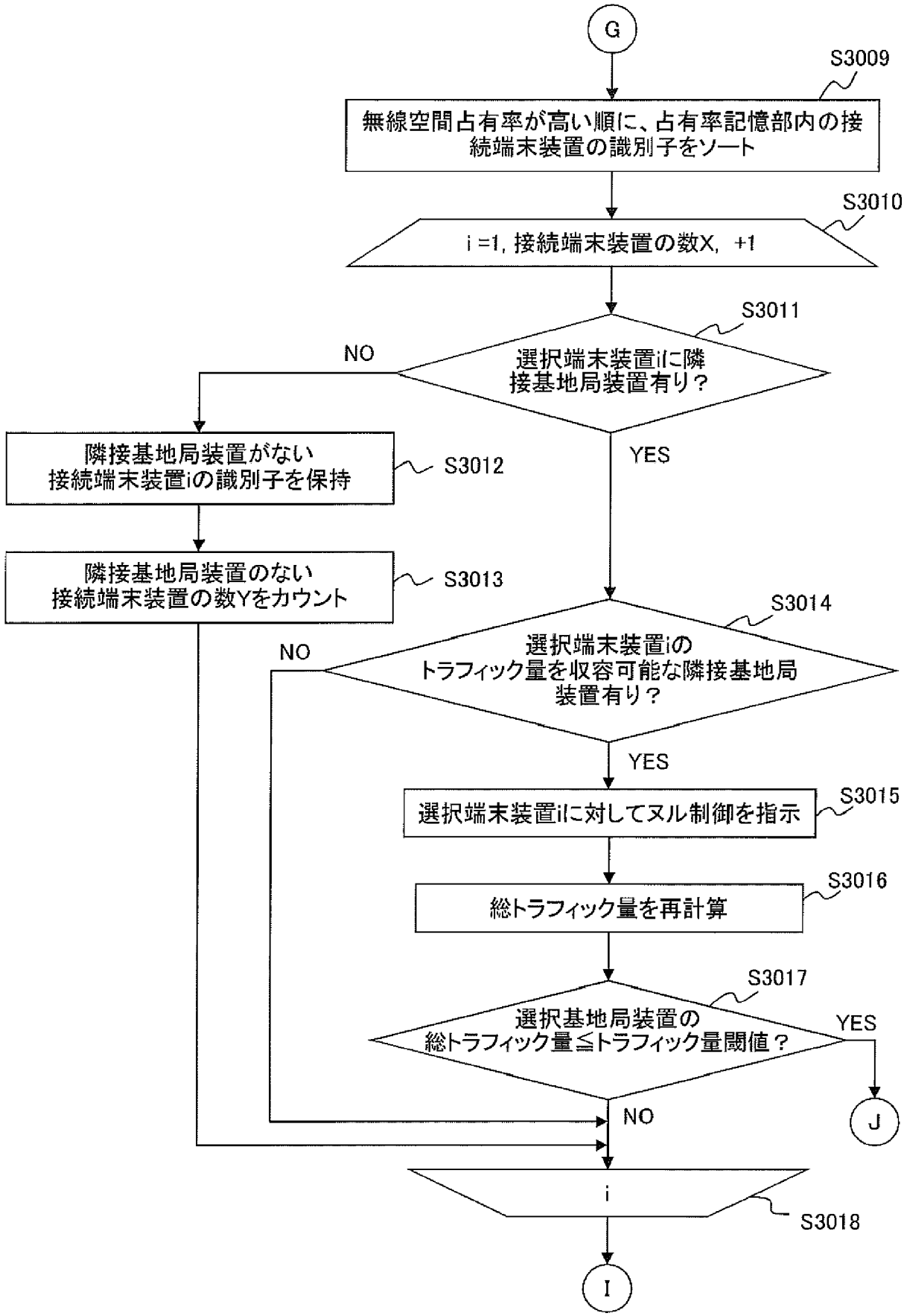
[図17]


1200
1201
1202
プロセッサ
記憶装置
1205
1204
1203
広域通信網用
NIF回路
無線基地局用
NIF回路
制御装置

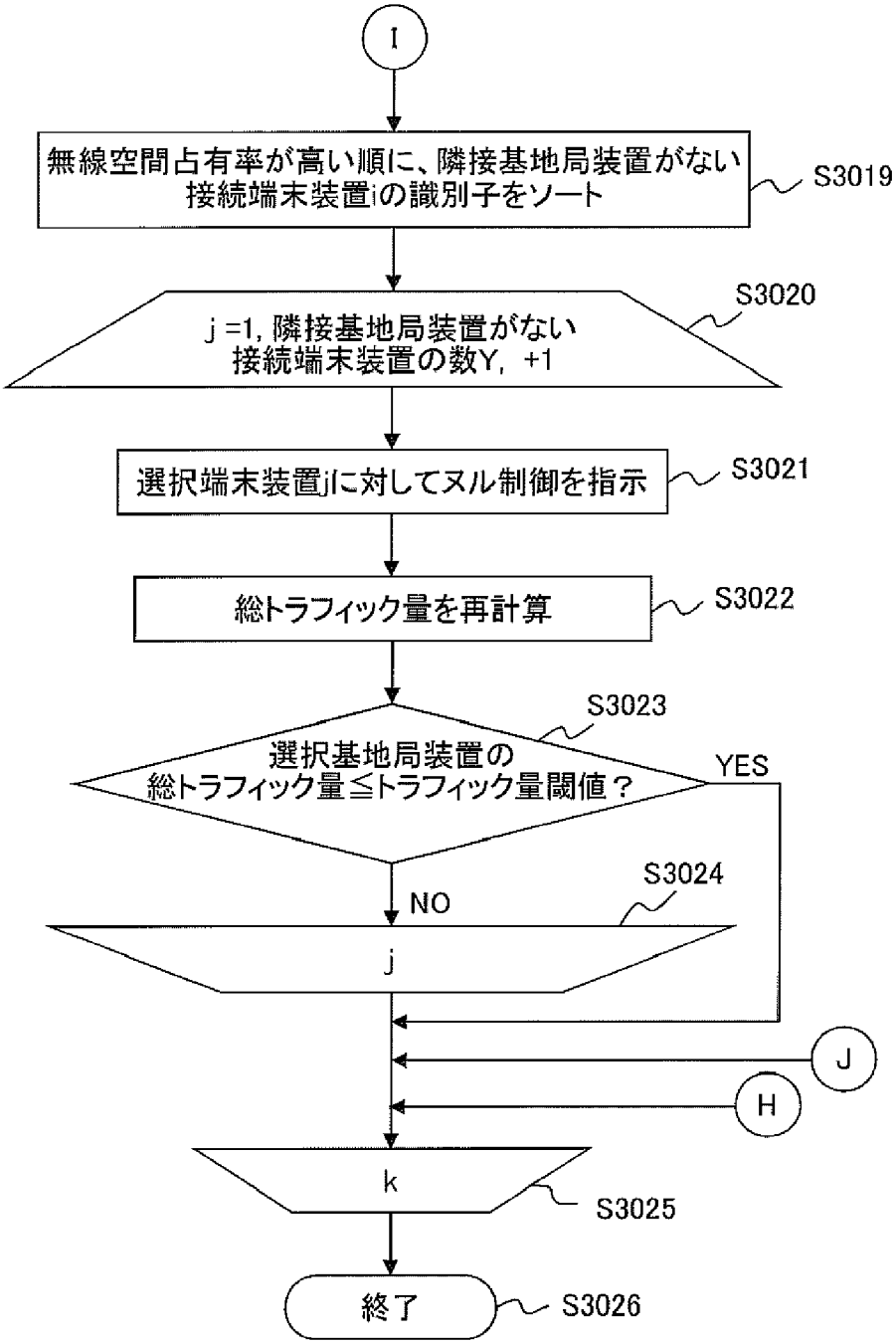
[図18A]


開始
S3001
隣接基地局装置の識別子を取得、記録
S3002
無線空間占有率を取得
S3003
接続端末装置の識別子を取得
S3004
トラフィック量を測定、記録
S3005
(総トラフィック量 = Σ各接続端末装置のトラフィック量)を算出
S3006
全ての無線基地局装置について集計
k =1, 無線基地局装置の総数, +1
S3007
選択基地局装置kの総トラフィック量>トラフィック量閾値？
S3008
NO
H
YES
G

[図18B]


G
S3009
無線空間占有率が高い順に、占有率記憶部内の接続端末装置の識別子をソート
S3010
i =1, 接続端末装置の数X, +1
S3011
選択端末装置iに隣接基地局装置有り？
NO
YES
隣接基地局装置がない接続端末装置iの識別子を保持
S3012
隣接基地局装置のない接続端末装置の数Yをカウント
S3013
S3014
選択端末装置iのトラフィック量を収容可能な隣接基地局装置有り？
NO
YES
選択端末装置iに対してヌル制御を指示
S3015
総トラフィック量を再計算
S3016
S3017
選択基地局装置の総トラフィック量≦トラフィック量閾値？
YES
NO
J
i
S3018
I

[図18C]


I
無線空間占有率が高い順に、隣接基地局装置がない接続端末装置iの識別子をソート
S3019
j =1, 隣接基地局装置がない接続端末装置の数Y, +1
S3020
選択端末装置jに対してヌル制御を指示
S3021
総トラフィック量を再計算
S3022
S3023
選択基地局装置の総トラフィック量≦トラフィック量閾値？
YES
NO
S3024
j
J
H
k
S3025
終了
S3026

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/051278

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H04W48/06(2009.01)i, *H04W16/28*(2009.01)i, *H04W72/04*(2009.01)i, *H04W74/08*(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)
H04W48/06, H04W16/28, H04W72/04, H04W74/08

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
Y	JP 2008-532350 A (Inter Digital Technology Corp.), 14 August 2008 (14.08.2008), paragraphs [0042] to [0068]; fig. 3 & US 2006/0187840 A1 & EP 1854233 A & WO 2006/083565 A2 & CA 2596330 A & KR 10-2007-0102583 A & NO 20074242 A & CN 101416546 A & KR 10-0914940 B1 & TW 00I334709 B & MX 2007009325 A & KR 10-2007-0094842 A	1-5,7-8, 10-11
Y	JP 2007-043310 A (Softbank Mobile Corp.), 15 February 2007 (15.02.2007), paragraphs [0015] to [0022]; fig. 2, 4 (Family: none)	1-5,7-8, 10-11

☒ 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	Date of mailing of the international search report
06 March 2015 (06.03.15)	17 March 2015 (17.03.15)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/051278

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2006-304119 A (Mitsubishi Electric Corp.), 02 November 2006 (02.11.2006), paragraphs [0016] to [0018]; fig. 5 (Family: none)	3-4,7-8, 10-11
Y	JP 2007-028231 A (Iwatsu Electric Co., Ltd.), 01 February 2007 (01.02.2007), paragraph [0045] (Family: none)	4
Y	WO 2008/056426 A1 (Mitsubishi Electric Corp.), 15 May 2008 (15.05.2008), paragraphs [0240] to [0246]; fig. 30 & US 2010/0003990 A1 & EP 2088790 A1 & CN 101574004 A	5,8,11
A	JP 2004-320274 A (Hitachi, Ltd.), 11 November 2004 (11.11.2004), paragraphs [0020] to [0021], [0028]; fig. 6, 7 (Family: none)	6,9,12
A	JP 09-130851 A (Fujitsu Ltd.), 16 May 1997 (16.05.1997), paragraphs [0066] to [0069] (Family: none)	6,9,12

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１５／０５１２７８

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H04W48/06(2009.01)i, H04W16/28(2009.01)i, H04W72/04(2009.01)i, H04W74/08(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.　H04W48/06, H04W16/28, H04W72/04, H04W74/08

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	１９７１－２０１５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１５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
Y	JP 2008-532350 A（インターデイジタル　テクノロジー　コーポレーション）2008.08.14, 段落［００４２］－［００６８］, 図３等 & US 2006/0187840 A1 & EP 1854233 A & WO 2006/083565 A2 & CA 2596330 A & KR 10-2007-0102583 A & NO 20074242 A & CN 101416546 A & KR 10-0914940 B1 & TW 00I334709 B & MX 2007009325 A & KR 10-2007-0094842 A	１－５，７－８，１０－１１
Y	JP 2007-043310 A（ソフトバンクモバイル株式会社）2007.02.15, 段落［００１５］－［００２２］, 図２，図４等（ファミリーなし）	１－５，７－８，１０－１１

☑　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	国際調査報告の発送日
０６．０３．２０１５	１７．０３．２０１５

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　５Ｊ　３６６１
金子　秀彦
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５３４

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
Ｙ	JP 2006-304119 A（三菱電機株式会社）2006.11.02，段落［００１６］－［００１８］,図５等（ファミリーなし）	３－４，７－８，１０－１１
Ｙ	JP 2007-028231 A（岩崎通信機株式会社）2007.02.01，段落［００４５］等（ファミリーなし）	４
Ｙ	WO 2008/056426 A1（三菱電機株式会社）2008.05.15，段落［０２４０］－［０２４６］，図３０等 & US 2010/0003990 A1 & EP 2088790 A1 & CN 101574004 A	５，８，１１
Ａ	JP 2004-320274 A（株式会社日立製作所）2004.11.11，段落［００２０］－［００２１］,［００２８］，図６，図７等（ファミリーなし）	６，９，１２
Ａ	JP 09-130851 A（富士通株式会社）1997.05.16，段落［００６６］－［００６９］等（ファミリーなし）	６，９，１２